真题分类汇编

——

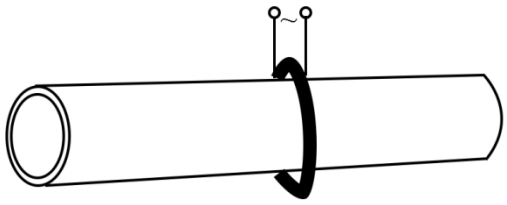
本文档由公众号“真题备考”综合整理

关注获取全科真题分类汇编，历年真题，真题探究

整理不易，若有疑问欢迎联系指正

专题 01　物理常识　　单位制

1. （2020·新课标Ⅱ卷）管道高频焊机可以对由钢板卷成的圆管的接缝实施焊接。焊机的原理如图所示，圆管通过一个接有高频交流电源的线圈，线圈所产生的交变磁场使圆管中产生交变电流，电流产生的热量使接缝处的材料熔化将其焊接。焊接过程中所利用的电磁学规律的发现者为（　　）



A. 库仑　　B. 霍尔　　C. 洛伦兹　　D. 法拉第

【答案】D

【解析】由题意可知，圆管为金属导体，导体内部自成闭合回路，且有电阻，当周围的线圈中产生出交变磁场时，就会在导体内部感应出涡电流，电流通过电阻要发热。该过程利用原理的是电磁感应现象，其发现者为法拉第。故选 D。

2. （2020·浙江卷）国际单位制中电荷量的单位符号是 C，如果用国际单位制基本单位的符号来表示，正确的是（　　）

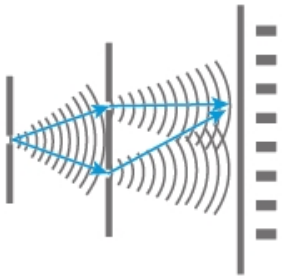
A. F·V　　B. A·s　　C. J/V　　D. N·m/V

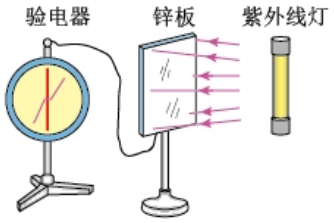
【答案】B

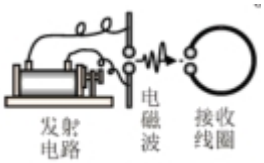
【解析】根据电荷量公式 $q=It$ 可知，电流 I 的单位是 A，时间 t 的单位是 s，故用国际单位制的基本单位表示电量的单位为 A·s，故 B 正确，ACD 错误。故选 B。

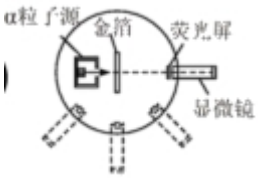
3. （2020·天津卷）在物理学发展的进程中，人们通过对某些重要物理实验的深入观察和研究，获得正确的理论认识。下列图示的实验中导致发现原子具有核式结构的是（　　）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】D

【解析】A．双缝干涉实验说明了光具有波动性，故 A 错误；B．光电效应实验，说明了光具有粒子性，故 B 错误；C．实验是有关电磁波的发射与接收，与原子核无关，故 C 错误；D．卢瑟福的 α 粒子散射实验导致发现了原子具有核式结构，故 D 正确；故选 D。

4．（2020·浙江省高三月考）下列物理量属于标量且单位属于国际单位制的基本单位是（　　）

A．力/牛顿　　B．电势/伏特

C．电流/安培　　D．磁感应强度/特斯拉

【答案】C

【解析】A．力/牛顿；力是矢量，牛顿是国际单位制中的导出单位，选项 A 错误；B．电势/伏特；电势是标量，伏特是国际单位制中的导出单位，选项 B 错误；C．电流/安培；电流是标量，安培是国际单位制中的基本单位，选项 C 正确；D．磁感应强度/特斯拉；磁感应强度是矢量，特斯拉是国际单位制中的导出单位，选项 D 错误。故选 C。

5．（2020·北京四中高三三模）“约瑟夫森结”由超导体和绝缘体制成．若在结两端加恒定电压 U，则它会辐射频率为 v 的电磁波，且与 U 成正比，即 $v=kU$．已知比例系数 k 仅与元电荷 e 的 2 倍和普朗克常量 h 有关．你可能不了解此现象为机理，但仍可运用物理学中常用的方法，在下列选项中，推理判断比例系数 k 的值可能为

A．$\frac{h}{2e}$　　B．$\frac{2e}{h}$　　C．2eh　　D．$\frac{1}{2eh}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

【解析】根据题中给出的 v=kU，和普朗克能量子 E=hv 可知 E=hKU，则 k=$\frac{B}{hU}$，再根据电流做功 W=UIt=qU，k=$\frac{qU}{hu}=\frac{q}{h}=\frac{2e}{h}$，选 B．另外本题也可根据单位制判断，由 v=kU 可得 k 的单位为$\frac{\mathrm{Hz}}{\mathrm{V}}=\frac{1}{\mathrm{Vs}}$，B 选项中$\frac{2\mathrm{e}}{\mathrm{h}}$的单位为$\frac{\mathrm{c}}{\mathrm{Js}}=\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{CVs}}=\frac{1}{\mathrm{Vs}}$，所以 B 正确．

1.(2019•北京卷•T8)国际单位制(缩写 SI)定义了米(m)、秒(s)等 7 个基本单位，其他单位均可由物理关系导出。例如，由 m 和 s 可以导出速度单位 m·s^{-1}。历史上，曾用“米原器”定义米，用平均太阳日定义秒。但是，以实物或其运动来定义基本单位会受到环境和测量方式等因素的影响，而采用物理常量来定义则可避免这种困扰。1967 年用铯–133 原子基态的两个超精细能级间跃迁辐射的频率Δν=9 192 631 770 Hz 定义 s；1983 年用真空中的光速 c=299 792 458 m·s^{-1} 定义 m。2018 年第 26 届国际计量大会决定，7 个基本单位全部用基本物理常量来定义(对应关系如图，例如，s 对应Δν，m 对应 c)。新 SI 自 2019 年 5 月 20 日(国际计量日)正式实施，这将对科学和技术发展产生深远影响。下列选项不正确的是

A. 7 个基本单位全部用物理常量定义，保证了基本单位的稳定性

B. 用真空中的光速 c(m·s^{-1})定义 m，因为长度 l 与速度 v 存在 l=vt，而 s 已定义

C. 用基本电荷 e(C)定义安培(A)，因为电荷量与电流 I 存在 I=q/t，而 s 已定义

D. 因为普朗克常量 h(J·s)的单位中没有 kg，所以无法用它来定义质量单位

【答案】D

【解析】

本题属于信息题，由题所给信息结合 $l=vt$ 和 $I=\frac{q}{t}$ 的物理意义解答。

由题意可知，如果以实物或其运动来定义基本单位会受到环境和测量方式等因素的影响，所以 7 个基本单位全部用物理常量定义，保证了基本单位的稳定性，故 A 正确；

用真空中的光速定义 m，即光在真空中传播 299792458 分之一秒的距离，且 s 早已定义，故 B 正确；

由公式 $I=\frac{q}{t}$ 可知，安培即为 1s 时间内通过的电荷量，故 C 正确；

由题意可知，h 对应为 kg，故 D 错误。

2.(2019•天津卷•T9)第 26 届国际计量大会决定，质量单位“千克”用普朗克常量 h 定义，“国际千克原器”于 2019 年 5 月 20 日正式“退役”h 的数值为 6.63×10^{-34}，根据能量子定义，h 的单位是_____，该单位用国际单位制中的力学基本单位表示，则为_____。

【答案】(1) $\mathrm{J\cdot s}$　　(2) $\mathrm{kg\cdot m^2/s}$

【解析】

【详解】由 $E=h\nu$，能量的单位为 J，频率的单位为 $\mathrm{s^{-1}}$，故 h 的单位为 J·s，又因能量的单位换成力学基本单位可表示为 $\mathrm{kg\cdot m/s^2\cdot m}$，则 h 的单位为 $\mathrm{kg\cdot m^2/s}$

3.(2018·浙江卷)用国际单位制的基本单位表示能量的单位，下列正确的是

A. $\mathrm{kg\cdot m^2/s^2}$　　B. kg·m/s　　C. N/m　　D. N·m

【答案】A

【解析】根据 W＝Fs，F＝ma，可得 J＝$\mathrm{kg\cdot m/s^2\cdot m}$＝$\mathrm{kg\cdot m^2/s^2}$，故 A 正确，B、C、D 错误；

4.(2018·浙江卷)通过理想斜面实验得出“力不是维持物体运动的原因”的科学家是

A. 亚里士多德　　B. 伽利略　　C. 笛卡尔　　D. 牛顿

【答案】B

【解析】A、亚里士多德认为力是维持物体运动状态的原因，故 A 错误；

B、伽利略通过理想斜面实验提出了力不是维持物体运动的原因，故 B 正确；

C、笛卡尔在伽利略研究的基础上第一次表述了惯性定律，故 C 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D、牛顿在伽利略等前人研究的基础上提出了牛顿第一定律，认为力是改变物体运动状态的原因，但不是第一个根据实验提出力不是维持物体运动原因的科学家，也不是第一个提出惯性的科学家，故 D 错误。

故选 B。

5.(2016·天津卷)物理学家通过对实验的深入观察和研究，获得正确的科学认知，推动物理学的发展。下列说法符合事实的是

A.赫兹通过一系列实验，证实了麦克斯韦关于光的电磁理论

B.查德威克用 α 粒子轰击 ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$ 获得反冲核 ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$，发现了中子

C.贝克勒尔发现的天然放射性现象，说明原子核有复杂结构

D.卢瑟福通过对阴极射线的研究，提出了原子核式结构模型

【答案】AC

【解析】麦克斯韦预言了电磁波的存在，赫兹通过实验证实了麦克斯韦的电磁理论，选项 A 正确；卢瑟福用 α 粒子轰击 ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$，获得反冲核 ${}^{17}_{8}\mathrm{O}$，发现了质子，选项 B 错误；贝克勒尔发现的天然放射性现象，说明原子核具有复杂结构，选项 C 正确；卢瑟福通过对 α 粒子散射实验的研究，提出了原子的核式结构模型，选项 D 错误。

6.(2016·海南卷)下列说法正确的是

A.爱因斯坦在光的粒子性的基础上，建立了光电效应方程

B.康普顿效应表明光子只具有能量，不具有动量

C.玻尔的原子理论成功地解释了氢原子光谱的实验规律

D.卢瑟福根据 α 粒子散射实验提出了原子的核式结构模型

E.德布罗意指出微观粒子的动量越大，其对应的波长就越长

【答案】ACD

【解析】爱因斯坦提出了光子假说，建立了光电效应方程，故选项 A 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

康普顿效应表明光不仅具有能量，还具有动量，故选项 B 错误；

玻尔的原子理论成功地解释了氢原子光谱的实验规律，故选项 C 正确；

卢瑟福根据 α 粒子散射实验提出了原子核式结构模型，故选项 D 正确；

微观粒子的德布罗意波长为 $\lambda=\frac{h}{p}$，其中 p 为微观粒子的动量，故动量越大，则对应的波长就越短，选项 E 错误。

7.(2011·海南卷)自然界的电、热和磁等现象都是相互联系的，很多物理学家为寻找它们之间的联系做出了贡献。下列说法正确的是

A.奥斯特发现了电流的磁效应，揭示了电现象和磁现象之间的联系

B.欧姆发现了欧姆定律，说明了热现象和电现象之间存在联系

C.法拉第发现了电磁感应现象，揭示了磁现象和电现象之间的联系

D.焦耳发现了电流的热效应，定量给出了电能和热能之间的转换关系

【答案】ACD

【解析】奥斯特最先发现了电流的磁效应，揭开了人类研究电磁相互作用的序幕，故 A 正确；欧姆定律说明了电流与电压的关系，故 B 错误；法拉第经十年的努力发现了电磁感应现象，故 C 正确；焦耳发现了电流的热效应，故 D 正确；

8.(2011·山东卷)了解物理规律的发现过程，学会像科学家那样观察和思考，往往比掌握知识本身更重要。以下符合事实的是

A.焦耳发现了电流热效应的规律

B.库仑总结出了点电荷间相互作用的规律

C.楞次发现了电流的磁效应，拉开了研究电与磁相互关系的序幕

D.牛顿将斜面实验的结论合理外推，间接证明了自由落体运动是匀变速直线运动

【答案】AB

【解析】奥斯特发现了电流的磁效应，拉开了研究电与磁相互关系的序幕，选项 C 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

伽利略将斜面实验的结论合理外推，间接证明了自由落体运动是匀变速直线运动，选项 D 错误。

9.(2012·山东卷)以下叙述正确的是

A.法拉第发现了电磁感应现象

B.惯性是物体的固有属性，速度大的物体惯性一定大

C.牛顿最早通过理想斜面实验得出力不是维持物体运动的必然结果

D.感应电流遵从楞次定律所描述的方向，这是能量守恒定律的必然结果

【答案】AD

【解析】1831 年英国科学家法拉第发现了电磁感应现象。故 A 正确；

惯性是物体的固有属性，质量是惯性大小的量度，与速度大无关。故 B 错误；

伽利略最早通过理想斜面实验得出力不是维持物体运动的原因，故 C 错误；

感应电流遵从楞次定律所描述的方向，由于在电磁感应现象中，安培力是阻力，外界通过克服安培力做功，将机械能转化为电能，故楞次定律所描述的感应电流方向，这是能量守恒定律的必然结果，故 D 正确；故选 AD。

10.(2013·海南卷)科学家关于物体运动的研究对树立正确的自然现象具有重要作用。下列说法符合历史事实的是

A.亚里士多德认为，必须有力作用在物体上，物体的运动状态才会改变

B.伽利略通过“理想实验”得出结论：运动必具有一定速度，如果它不受力，它将以这一速度永远运动下去

C.笛卡儿指出：如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不停下来也不偏离原来的方向

D.牛顿认为，物体具有保持原来匀速直线运动状态或静止状态的性质

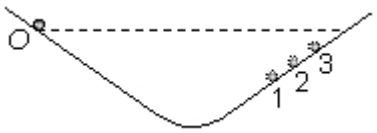
【答案】BCD

【解析】亚里士多德认为力是维持物体运动的原因，他的观点是错误的，伽利略通过实验与

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

推理证明了力不是维持物体运动的原因，力是改变物体运动状态的原因，假如没有力作用在运动的物体上，物体将以原来的速度永远运动下去，同时期的笛卡尔也得出了类似的结论；牛顿在伽利略和笛卡尔的基础上提出了牛顿第一定律，即认为物体具有保持原来匀速直线运动状态绒静止状态的性质，因此 BCD 正确。A 错误。

11.(2014·北京卷)伽利略创造的把实验、假设和逻辑推理相结合的科学方法，有力地促进了人类科学认识的发展。利用如图所示的装置做如下实验：小球从左侧斜面的 O 点由静止释放后沿斜面向下运动，并沿右侧斜面上升。斜面上先后铺垫三种粗糙程度逐渐降低的材料时，小球沿右侧斜面上升到的最高位置依次为 1、2、3，根据三次实验结果的对比，可以得到的最直接的结论是



A.如果斜面光滑，小球将上升到与 O 点等高的位置

B.如果小球不受力，它将一直保持匀速运动或静止状态

C.如果小球受到力的作用，它的运动状态将发生改变

D.小球受到的力一定时，质量越大，它的加速度越小

【答案】A

【解析】从实验中小球的三种运动情况可以得到，斜面的阻力越小，小球上升的位置越高，如果不受阻力，就会升到与 O 点相等的高度，A 正确；而其他选项都不是由实验直接得到的，需要进一步推理或实验验证，B、C、D 错误。

12.(2014·海南卷)下列说法中，符合物理学史实的是

A.亚里士多德认为，必须有力作用在物体上，物体才能运动；没有力的作用，物体就静止

B.牛顿认为，力是物体运动状态改变的原因，而不是物体运动的原因

C.麦克斯韦发现了电流的磁效应，即电流可以在其周围产生磁场

D.奥斯特发现导线通电时，导线附近的小磁针发生偏转

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】ABD

【解析】在亚里士多德的时代，人们根据生产生活的实际经验感受到，物体的运动都是需要有力的作用的，A 正确；

牛顿根据伽利略的研究成果，提出惯性的概念，并继承和发展了伽利略的观点，认为物体运动的维持不需要力，运动的改变才需要力，B 正确；

奥斯特发现通电导线下方的小磁针会偏转，从而发现了电流磁效应，故 C 错 D 对。

13.(2015·天津卷·T1)物理学重视逻辑，崇尚理性，其理论总是建立在对事实观察的基础上，下列说法正确的是

A.天然放射现象说明原子核内部是有结构的

B.电子的发现使人认识到原子具有核式结构

C.α 粒子散射实验的重要发现是电荷时量子化的

D.密立根油滴实验表明核外电子的轨道是不连续的

【答案】A

【解析】卢瑟福的 α 粒子散射实使人们认识到原子的核式结构，电子的发现使人们认识到原子并不是自然界中的最小粒子，是有结构的，所以选项 BC 错误；天然放射性现象使人们认识到原子核是由更小的核子组成，选项 A 正确； 密立根油滴实验测定了元电荷的大小，D 错误。

14.(2014·新课标全国卷Ⅱ)在人类对微观世界进行探索的过程中，科学实验起到了非常重要的作用。下列说法符合历史事实的是_____

A.密立根通过油滴实验测得了基本电荷的数值

B.贝克勒尔通过对天然放射性现象的研究，发现了原子中存在原子核

C.居里夫妇从沥青铀矿中分离出了钋(P_0)和镭(R_a)两种新元素

D.卢瑟福通过 α 粒子散射实验，证实了在原子核内存在质子

E.汤姆孙通过阴极射线在电场和在磁场中的偏转实验，发现了阴极射线是由带负电的粒子组

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

成，并测出了该粒子的比荷

【答案】ACE

【解析】密立根通过油滴实验测出了基本电荷的数值为 1.6×10^{-19}C，选项 A 正确；

贝克勒尔通过对天然放射性研究发现了中子，选项 B 错误；

居里夫妇从沥青铀矿中分离出了钋(P_O)和镭(R_a)两种新元素，选项 C 正确；

卢瑟福通过 α 粒子散射实验，得出了原子的核式结构理论，选项 D 错误；

汤姆孙通过对阴极射线在电场及在磁场中偏转的实验，发现了阴极射线是由带负电的粒子组成，并测定了粒子的比荷，选项 E 正确。

15.(2011·天津卷)下列能揭示原子具有核式结构的实验是

A.光电效应实验　B.伦琴射线的发现　C.α 粒子散射实验　D.氢原子光谱的发现

【答案】C

【解析】光电效应实验说明光具有粒子性，A 选项错误；

X 射线(伦琴射线)的发现是 19 世纪末 20 世纪初物理学的三大发现(X 射线 1896 年、放射线 1896 年、电子 1897 年)之一，这一发现标志着现代物理学的产生，B 选项错误；

α 粒子散射实验中极少数 α 粒子的大角度偏转说明原子内存在原子核，C 正确；

氢原子光谱的发现解释了原子的稳定性以及原子光谱的分立特征，D 选项错误.

16.(2014·天津卷)下列说法正确的是

A.玻尔对氢原子光谱的研究导致原子的核式结构模型的建立

B.可利用某些物质在紫外线照射下发出荧光来设计防伪措施

C.天然放射现象中产生的射线都能在电场或磁场中发生偏转

D.观察者与波源互相远离时接收到波的频率与波源频率不同

【答案】BD

【解析】原子的核式结构模型源于卢瑟福的 α 粒子散射实验，故 A 错误；紫外线可使荧光

物质发光，此现象广泛应用于人民币等防伪措施，所以选项 B 正确；天然放射现象中的 γ 射线是电磁波，不会在电磁场中偏转，故 C 错误；由多普勒效应可知，观察者与波源靠近或远离时，观察到的波的频率相对于波源会增大或减小，所以选项 D 正确。

17.(2011·北京卷)物理关系式不仅反映了物理量之间的关系，也确定了单位间的关系.如关系式 U=IR 既反映了电压、电流和电阻之间的关系，也确定了 V(伏)与 A(安)和 Ω(欧)的乘积等效.现有物理量单位：m(米)、s(秒)、N(牛)、J(焦)、W(瓦)、C(库)、F(法)、A(安)、Ω(欧)和 T(特)，由它们组合成的单位都与电压单位 V(伏)等效的是(　　)

A. $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}}$ 和 $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$　　B. $\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{F}}$ 和 T·m²/s　　C. $\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{A}}$ 和 C·T·m/s　　D. $\mathrm{W}^{\frac{1}{2}}\cdot\Omega^{\frac{1}{2}}$ 和 T·A·m

【答案】B

【解析】由电场力做功的公式 W＝qU，知 $U=\frac{W}{q}$，所以单位 J/C 与电压单位 v 等效，

由 F=qE 知 $E=\frac{F}{q}$，可知 N/C 是与电场强度的单位等效的，

由 $U=\frac{Q}{C}$ 可知，“C/F 是和电压单位 V 等效的，

由 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知，T·m²/s 是和电压单位 V 等效的，

由 P=UI，可的 $U=\frac{P}{I}$，所以 W/A 是和电压单位 V 等效的，

由 F=qvB 知，C·T·m/s 是力的单位，是与 N 等效的，

由 $P=\frac{U^2}{R}$ 可得 $U=\sqrt{PR}$，所以 $\mathrm{W}^{\frac{1}{2}}\cdot\Omega^{\frac{1}{2}}$ 是和电压的单位等效的，

由 F=BIL 可知，T·A·m 是和力的单位牛顿等效的.

根据以上分析可知，都与电压单位 V(伏)等效的是 B

18.(2012·北京卷)“约瑟夫森结”由超导体和绝缘体制成.若在结两端加恒定电压 U，则它会辐射频率为 ν 的电磁波，且 ν 与 U 成正比，即 ν=kU。已知比例系数 k 仅与元电荷的 2 倍和普

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

朗克常数 h 有关，你可能不了解此现象的机理，但仍可运用物理学中常用的方法，在下列选项中，推理比例系数的值可能为

A. $\frac{h}{2e}$　　B. $\frac{2e}{h}$　　C.2he　　D. $\frac{1}{2he}$

【答案】B

【解析】物理公式两边的单位是相同的，根据公式 v＝kU，$k=\frac{v}{U}$，故其单位为 $s^{-1}\cdot V^{-1}$；普朗克常量 h 的单位是 J·s，e 的单位是 C；根据公式 W=qU，J=VC，故 1Js＝1VCs，故 $1s^{-1}\cdot V^{-1}=\frac{C}{Js}$，故 $\frac{2e}{h}$ 的单位是 $s^{-1}\cdot V^{-1}$。

19.(2013·福建卷)在国际单位制(简称 SI)中，力学和电学的基本单位有：m(米)、kg(千克)、s(秒)、A(安培)。导出单位 V(伏特)用上述基本单位可表示为

A.$m^2\cdot kg\cdot s^{-4}\cdot A^{-1}$　　B.$m^2\cdot kg\cdot s^{-3}\cdot A^{-1}$　　C.$m^2\cdot kg\cdot s^{-2}\cdot A^{-1}$　　D.$m^2\cdot kg\cdot s^{-1}\cdot A^{-1}$

【答案】B

【解析】题设中的导出单位 V(伏特)是电压 U 的单位，基本单位 m(米)、kg(千克)、s(秒)、A(安培)分别是长度 l、质量 m、时间 t、电流 I 的单位，上述物理量间存在的关系有：U＝Ed、E＝F/q、F＝ma、a＝Δv/Δt、v＝Δx/Δt、q＝I/t，

综上可知 $1V=1kg\cdot m^2\cdot s^{-3}\cdot A^{-1}$，故选项 B 正确。

20.(2010·新课标Ⅰ卷·T14)在电磁学发展过程中，许多科学家做出了贡献。下列说法正确的是

A.奥斯特发现了电流磁效应；法拉第发现了电磁感应现象

B.麦克斯韦预言了电磁波；楞次用实验证实了电磁波的存在

C.库仑发现了点电荷的相互作用规律：密立根通过油滴实验测定了元电荷的数值

D.安培发现了磁场对运动电荷的作用规律：洛仑兹发现了磁场对电流的作用规律

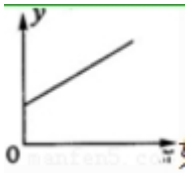
【答案】AC

【解析】本题考查有关电磁学的物理学史知识，属于识记式题型。电流的磁效应由奥斯特发

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

现，电磁感应现象由法拉第发现，A 项正确；麦克斯韦验证了电磁波，但实验验证电磁波的存在由赫兹完成，而不是楞次，B 项错误；库仑发现了点电荷之间的相互作用规律，并得出了库仑定律的表达式，密立根通过油滴实验得出了元电荷的数值，C 项正确；磁场对电流的作用规律由安培得出，而磁场对运动电荷的作用规律由洛仑兹得出，D 项错误。

21.(2010·北京卷·T20)如图，若 x 轴表示时间，y 轴表示位置，则该图像反映了某质点做匀速直线运动时，位置与时间的关系。若令 x 轴和 y 轴分别表示其它的物理量，则该图像又可以反映在某种情况下，相应的物理量之间的关系。下列说法中正确的是



A.若 x 轴表示时间，y 轴表示动能，则该图像可以反映某物体受恒定合外力作用做直线运动过程中，物体动能与时间的关系

B.若 x 轴表示频率，y 轴表示动能，则该图像可以反映光电效应中，光电子最大初动能与入射光频率之间的关系

C.若 x 轴表示时间，y 轴表示动量，则该图像可以反映某物在沿运动方向的恒定合外力作用下，物体动量与时间的关系

D.若 x 轴表示时间，y 轴表示感应电动势，则该图像可以反映静置于磁场中的某闭合回路，当磁感应强度随时间均匀增大时，增长合回路的感应电动势与时间的关系

【答案】C

【解析】根据动量定理 $P-P_0=Ft$，$P=Ft+P_0$ 说明动量和时间是线性关系，纵截距为初动量，C 正确。结合 $P=\sqrt{2mE_K}$ 得 $\sqrt{2mE_K}=Ft+P_0$，说明动能和时间的图像是抛物线，A 错误。根据光电效应方程 $E_{km}=h\nu-W$，说明最大初动能和时间是线性关系，但纵截距为负值，B 错误。当磁感应强度随时间均匀增大时，增长合回路内的磁通量均匀增大，根据法拉第电磁感应定律增长合回路的感应电动势等于磁通量的变化率，是一个定值不 随时间变化，D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

22.(2010·海南卷·T1)1873 年奥地利维也纳世博会上，比利时出生的法国工程师格拉姆在布展中偶然接错了导线，把另一直流发电机发出的电接到了自己送展的直流发电机的电流输出端。由此而观察到的现象导致了他的一项重要发明，从而突破了人类在电能利用中的一个瓶颈，此项发明是

A.新型直流发电机　　B.直流电动机

C.交流电动机　　D.交流发电机

【答案】B

【解析】直流发电机发电时接另一直流发电机，则另一直流发电机实际成了直流电动机，B 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 02　直线运动

1. （2020·天津卷）复兴号动车在世界上首次实现速度 350km/h 自动驾驶功能，成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车，初速度为 v_0，以恒定功率 P 在平直轨道上运动，经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_{m}，设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内（　　）

A. 做匀加速直线运动　　B. 加速度逐渐减小

C. 牵引力的功率 $P=Fv_{\mathrm{m}}$　　D. 牵引力做功

$W=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^{2}-\frac{1}{2}mv_{0}^{2}$

【答案】BC

【解析】AB．动车的功率恒定，根据 $P=F_{牵}v$ 可知动车的牵引力减小，根据牛顿第二定律得 $F_{牵}-F=ma$

可知动车的加速度减小，所以动车做加速度减小的加速运动，A 错误，B 正确；C．当加速度为 0 时，牵引力等于阻力，则额定功率为 $P=Fv_{\mathrm{m}}$，C 正确；D．动车功率恒定，在 t 时间内，牵引力做功为 $W=Pt$，根据动能定理得

$Pt-Fs=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^{2}-\frac{1}{2}mv_{0}^{2}$，D 错误。故选 BC。

2. （2020·新课标Ⅰ卷）我国自主研制了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F=kv^2$ 描写，k 为系数；v 是飞机在平直跑道上的滑行速度，F 与飞机

所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度，已知飞机质量为1.21×10^5 kg 时，起飞离地速度为 66 m/s；装载货物后质量为1.69×10^5 kg，装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

（1）求飞机装载货物后的起飞离地速度；

（2）若该飞机装载货物后，从静止开始匀加速滑行 1 521 m 起飞离地，求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

【答案】(1) $v_2=78\text{m/s}$；（2）2m/s^2，$t=39\text{s}$

【解析】（1）空载起飞时，升力正好等于重力：

$$kv_1^2=m_1g$$

满载起飞时，升力正好等于重力：

$$kv_2^2=m_2g$$

由上两式解得：

$$v_2=78\text{m/s}$$

（2）满载货物的飞机做初速度为零的匀加速直线运动，所以

$$v_2^2-0=2ax$$

解得：

$$a=2\text{m/s}^2$$

由加速的定义式变形得：

$$t=\frac{\Delta v}{a}=\frac{v_2-0}{a}$$

解得：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$t = 39s$

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 02 直线运动

选择题：

1.(2019•海南卷•T3)汽车在平直公路上以 20m/s 的速度匀速行驶。前方突遇险情，司机紧急刹车，汽车做匀减速运动，加速度大小为 8m/s²。从开始刹车到汽车停止，汽车运动的距离为

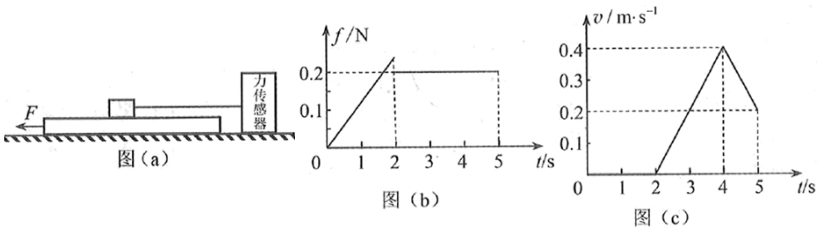
A.10m　　B.20m　　C.25m　　D.5om

【答案】C

【解析】

汽车做匀减速运动，根据 $v_0^2=2ax$ 解得 $x=\frac{v_0^2}{2a}=25m$，故选 C.

2.(2019•全国III卷•T7)如图(a)，物块和木板叠放在实验台上，物块用一不可伸长的细绳与固定在实验台上的力传感器相连，细绳水平。t=0 时，木板开始受到水平外力 F 的作用，在 t=4s 时撤去外力。细绳对物块的拉力 f 随时间 t 变化的关系如图(b)所示，木板的速度 v 与时间 t 的关系如图(c)所示。木板与实验台之间的摩擦可以忽略。重力加速度取 g=10m/s²。由题给数据可以得出



A. 木板的质量为 1kg

B. 2s~4s 内，力 F 的大小为 0.4N

C. 0~2s 内，力 F 的大小保持不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

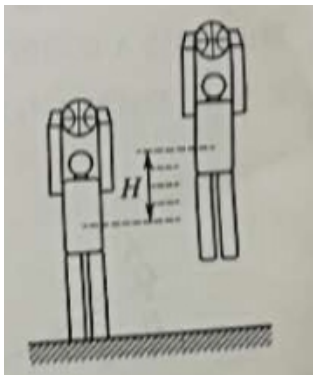
D. 物块与木板之间的动摩擦因数为 0.2

【答案】AB

【解析】

结合两图像可判断出 0-2s 物块和木板还未发生相对滑动，它们之间的摩擦力为静摩擦力，此过程力 F 等于 f，故 F 在此过程中是变力，即 C 错误；2-5s 内木板与物块发生相对滑动，摩擦力转变为滑动摩擦力，由牛顿运动定律，对 2-4s 和 4-5s 列运动学方程，可解出质量 m 为 1kg，2-4s 内的力 F 为 0.4N，故 A、B 正确；由于不知道物块的质量，所以无法计算它们之间的动摩擦因数 μ，故 D 错误.

3.(2019•全国Ⅰ卷•T5)如图，篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮，离地后重心上升的最大高度为 H。上升第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_1，第四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_2。不计空气阻力，则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足



A. $1<\frac{t_2}{t_1}<2$　　B. $2<\frac{t_2}{t_1}<3$　　C. $3<\frac{t_2}{t_1}<4$　　D. $4<\frac{t_2}{t_1}<5$

【答案】C

【解析】

运动员起跳到达最高点的瞬间速度为零，又不计空气阻力，故可逆向处理为自由落体运动。则根据初速度为零匀加速运动，相等相邻位移时间关系 $1:\left(\sqrt{2}-1\right):\left(\sqrt{3}-\sqrt{2}\right):\left(2-\sqrt{3}\right):\left(\sqrt{5}-2\right)....$，可知 $\frac{t_2}{t_1}=\frac{1}{2-\sqrt{3}}=2+\sqrt{3}$，即 $3<\frac{t_2}{t_1}<4$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，故本题选 C。

4.(2018·浙江卷)某驾驶员使用定速巡航，在高速公路上以时速 110 公里行驶了 200 公里，其中“时速 110 公里”、“行驶 200 公里”分别是指

A. 速度、位移　　B. 速度、路程　　C. 速率、位移　　D. 速率、路程

【答案】D

【解析】行驶 200 公里指的是经过的路程的大小，时速为 110 公里是某一个时刻的速度，是瞬时速度的大小，故 D 正确，A、B、C 错误； 故选 D。

5.(2018·新课标 I 卷)高铁列车在启动阶段的运动可看作初速度为零的均加速直线运动，在启动阶段列车的动能

A. 与它所经历的时间成正比　　B. 与它的位移成正比

C. 与它的速度成正比　　D. 与它的动量成正比

【答案】B

【解析】本题考查匀变速直线运动规律、动能、动量及其相关的知识点。

根据初速度为零匀变速直线运动规律可知，在启动阶段，列车的速度与时间成正比，

即 v＝at，由动能公式 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$，可知列车动能与速度的二次方成正比，与时间的二次成正比，选项 AC 错误；

由 $v^2=2ax$，可知列车动能与位移 x 成正比，选项 B 正确;由动量公式 P=mv，可知列车 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$，即与列车的动量二次方成正比，选项 D 错误。

6.(2018·浙江卷)如图所示，竖直井中的升降机可将地下深处的矿石快速运送到地面。某一竖井的深度约为 104m，升降机运行的最大速度为 8m/s，加速度大小不

超过 1m/s²，假定升降机到井口的速度为零，则将矿石从井底提升到井口的最短时间是

A. 13s　　B. 16s　　C. 21s　　D. 26s

【答案】C

【解析】升降机先做加速运动，后做匀速运动，最后做减速运动，在加速阶段，所需时间 $t_1=\frac{v}{a}=8s$ ，通过的位移为 $x_1=\frac{v^2}{2a}=32m$ ，在减速阶段与加速阶段相同，在匀速阶段所需时间为： $t_2=\frac{x-2x_1}{v}=5s$ ，总时间为： $t=2t_1+t_2=21s$ ，故 C 正确，A、B、D 错误；

故选 C。

7.(2011·安徽卷)一物体作匀加速直线运动，通过一段位移△x 所用的时间为 t_1，紧接着通过下一段位移△x 所用时间为 t_2。则物体运动的加速度为

A. $\frac{2\Delta x(t_1-t_2)}{t_1t_2(t_1+t_2)}$　　B. $\frac{\Delta x(t_1-t_2)}{t_1t_2(t_1+t_2)}$　　C. $\frac{2\Delta x(t_1+t_2)}{t_1t_2(t_1-t_2)}$　　D. $\frac{\Delta x(t_1+t_2)}{t_1t_2(t_1-t_2)}$

【答案】A

【解析】物体作匀加速直线运动在前一段△x 所用的时间为 t_1，平均速度为：$\overline{v_1}=\frac{\Delta x}{t_1}$，即为 $\frac{t_1}{2}$ 时刻的瞬时速度；物体在后一段△x 所用的时间为 t_2，平均速度为： $\overline{v_2}=\frac{\Delta x}{t_2}$ ，即为 $\frac{t_2}{2}$ 时刻的瞬时速度.速度由 $\overline{v_1}$ 变化到 $\overline{v_2}$ 的时间为： $\Delta t=\frac{t_1+t_2}{2}$ ，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

所以加速度为：$a=\frac{\overline{v_2}-\overline{v_1}}{\Delta t}=\frac{2\Delta x\left(t_1-t_2\right)}{t_1t_2\left(t_1+t_2\right)}$。

8.(2011·重庆卷)某人估测一竖直枯井深度，从井口静止释放一石头并开始计时，经 2s 听到石头落地声，由此可知井深约为(不计声音传播时间，重力加速度 g 取 10m/s^2)

A.10m　　B.20m　　C.30m　　D.40m

【答案】B

【解析】石头做自由落体运动，根据位移公式 h＝$\frac{1}{2}$gt^2＝0.5×10×4m＝20m。

9.(2011·天津卷)质点做直线运动的位移 x 与时间 t 的关系为 x＝5t＋t^2(各物理量均采用国际单位制单位)，则该质点

A.第 1s 内的位移是 5m　　B.前 2s 内的平均速度是 6m/s

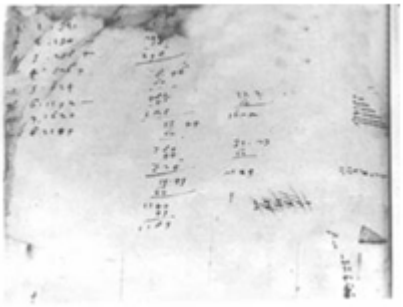
C.任意相邻 1s 内的位移差都是 1m　　D.任意 1s 内的速度增量都是 2m/s

【答案】D

【解析】第 15 内的位移只需将 t＝1s 代入即可求出 x＝6m，A 错误;前 25 内的平均速度为$\bar{v}=\frac{s_1}{2}=7m/s$，B 错;由题中表达式可以求得加速度为 a＝2m/s^2，$\Delta x=aT^2=2m$，C 错;由加速度的定义可知，D 选项正确。

10.(2013·新课标全国卷I)如图是伽利略 1604 年做斜面实验时的一页手稿照片，照片左上角的三列数据如下表。表中第二列是时间，第三列是物体沿斜面运动的距离，第一列是伽利略在分析实验数据时添加的。根据表中的数据。伽利略可以得出的结论是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



1	1	32
4	2	130
9	3	298
16	4	526
25	5	824
36	6	1192
49	7	1600
64	8	2104

A.物体具有惯性

B.斜面倾角一定时，加速度与质量无关

C.物体运动的距离与时间的平方成正比

D.物体运动的加速度与重力加速度成正比

【答案】C

【解析】伽利略通过斜面实验得出：如果物体的初速度为 0，而且速度的变化是均匀的，即 $v \propto t$，则它通过的位移就与所用时间的二次方成正比，即 $v \propto t^2$。由题中所给的数据可以分析出物体运动的距离与时间的平方成正比，所以 C 选项正确。

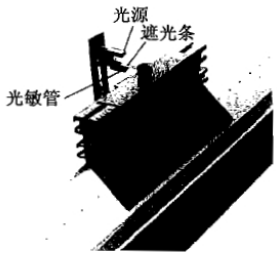
11.(2014·海南卷)将一物体以某一初速度竖直上抛。物体在运动过程中受到一大小不变的空气阻力作用，它从抛出点到最高点的运动时间为 t_1，再从最高点回到抛出点的运动时间为 t_2，如果没有空气阻力作用，它从抛出点到最高点所用的时间为 t_0。则

A.$t_1>t_0$，$t_2<t_1$　　B.$t_1<t_0$，$t_2>t_1$　　C.$t_1>t_0$，$t_2>t_1$　　D.$t_1<t_0$，$t_2<t_1$

【答案】B

【解析】由题可知，空气阻力大小不变，故三段时间均为匀变速直线运动，根据匀变速直线运动的特点，将三个过程均看成初速度为零的匀变速直线运动，由 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 可知，加速度大的用时短，故正确答案为 B。

12.(2015·浙江卷·T15)如图所示，气垫导轨上滑块经过光电门时，其上的遮光条将光遮住，电子计时器可自动记录遮光时间△t，测得遮光条的宽度为△x，用 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 近似代表滑块通过光电门时的瞬时速度，为使 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 更接近瞬时速度，正确的措施是



A.换用宽度更窄的遮光条　　B.提高测量遮光条宽度的精确度

C.使滑块的释放点更靠近光电门　　D.增大气垫导轨与水平面的夹角

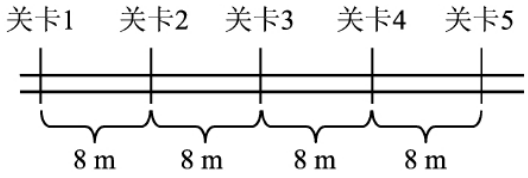
【答案】A

【解析】平均速度近似等于瞬时速度，应用了极限思想，即在△t→0 的情况下 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 近似看做平均速度，所以要使得 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 更接近通过光电门的瞬时速度，需要缩短通过时间，即换用宽度更窄的遮光条，A 正确；提高测量遮光条宽度的精确度，不能缩短 Δt，B 错误；使滑块的释放点更靠近光电门，则 Δt 变长，C 错误；增大气垫导轨与水平面的夹角，在滑块的释放点距离光电门比较近的情况下，不能明显缩短 Δt，D 不可行。

13.(2015·江苏卷·T5)如图所示，某“闯关游戏”的笔直通道上每隔8m设有一个关卡，各关卡同步放行和关闭，放行和关闭的时间分别为5s和2s。关卡刚放行时，一同学立即在关卡1处以加速度2m/s ^{2}由静止加速到2m/s，然后匀速向前，则最先挡住他前进的关卡是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

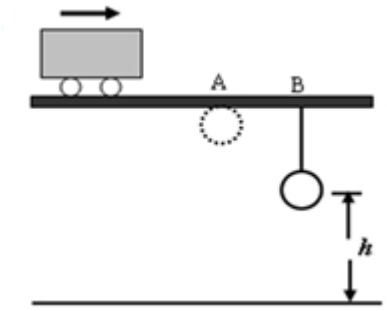
A.关卡2　B.关卡3　C.关卡4　D.关卡5



【答案】C

【解析】由题意知，该同学先加速后匀速，速度增大到 2m/s 用时 t_1=1s，在加速时间内通过的位移 $x=\frac{1}{2}at_1^2=1m$，t_2=4s，x_2=vt_2=8m，已过关卡 2，t_3=2s 时间内 x_3=4m，关卡打开，t_4=5s，x_4=vt_4=10m，此时关卡关闭，距离关卡 4 还有 1m，到达关卡 4 还需 t_5=1/2s，小于 2s，所以最先挡在面前的是关卡 4，故 C 正确。

14.(2015·山东卷·T14)距地面高 5m 的水平直轨道 A、B 两点相距 2m，在 B 点用细线悬挂一小球，离地高度为 h，如图。小车始终以 4m/s 的速度沿轨道匀速运动，经过 A 点时将随车携带的小球由轨道高度自由卸下，小车运动至 B 点时细线被轧断，最后两球同时落地。不计空气阻力，取重力加速度的大小 g=10m/s^2。可求得 h 等于



A.1.25m　B.2.25m　C.3.75m　D.4.75m

【答案】A

【解析】小车上的物体落地的时间 $t_1=\sqrt{\frac{2H}{g}}$，小车从 A 到 B 的时间 $t_2=\frac{d}{v}$;小球下落的时间 $t_3=\sqrt{\frac{2h}{g}}$;根据题意可得时间关系为 $t_1=t_2+t_3$，即 $\sqrt{\frac{2H}{g}}=\frac{d}{v}+\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 解得 h=125m，选项 A 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

15.(2013·广东卷)某航母跑道长 200m 飞机在航母上滑行的最大加速度为 6m/s^2，起飞需要的最低速度为 50m/s。那么，飞机在滑行前，需要借助弹射系统获得的最小初速度为

A.5m/s　　B.10m/s　　C.15m/s　　D.20m/s

【答案】B

【解析】由运动学公式 $v^2-v_0^2=2as$ 可知 $v_0=10$m/s，故选 B 正确。

16.(2016·上海卷)物体做匀加速直线运动，相继经过两段距离为 16 m 的路程，第一段用时 4 s，第二段用时 2 s，则物体的加速度是

A.$\frac{2}{3}$ m/s^2　　B.$\frac{4}{3}$ m/s^2　　C.$\frac{8}{9}$ m/s^2　　D.$\frac{16}{9}$ m/s^2

【答案】B

【解析】根据题意，物体做匀加速直线运动，t 时间内的平均速度等于$\frac{t}{2}$时刻的瞬时速度，在第一段内中间时刻的瞬时速度为：$v_1=\bar{v}_1=\frac{16}{4}$ m/s=4 m/s；在第二段内中间时刻的瞬时速度为：$v_2=\bar{v}_2=\frac{16}{2}$ m/s=8 m/s；则物体加速度为：$a=\frac{v_2-v_1}{t}=\frac{8-4}{3}\text{m/s}=\frac{4}{3}\text{m/s}$，故选项 B 正确。

17.(2016·全国新课标卷III)一质点做速度逐渐增大的匀加速直线运动，在时间间隔 t 内位移为 s，动能变为原来的 9 倍。该质点的加速度为

A.$\frac{s}{t^2}$　　B.$\frac{3s}{2t^2}$　　C.$\frac{4s}{t^2}$　　D.$\frac{8s}{t^2}$

【答案】A

【解析】设初速度为v_1，末速度为v_2，根据题意可得$9\cdot\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}mv_2^2$，解得$v_2=3v_1$，根据$v=v_0+at$，可得$3v_1=v_1+at$，解得$v_1=\frac{at}{2}$，代入$s=v_1t+\frac{1}{2}at^2$可得$a=\frac{s}{t^2}$，故 A 正确。

18.(2012·上海卷)小球每隔 0.2s 从同一高度抛出，做初速为 6m/s 的竖直上抛运动，设它们在空中不相碰。第 1 个小球在抛出点以上能遇到的小球个数为(g 取 10m/s^2)

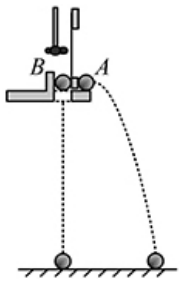
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.三个　　B.四个　　C.五个　　D.六个

【答案】C

【解析】小球做竖直上抛运动，从抛出到落地的整个过程是匀变速运动，根据位移时间关系公式，有：$x=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$，代入数据，有：$0=6t-\frac{1}{2}\times10\times t^2$，解得：t＝0(舍去)或 t＝1.2s。每隔 0.2s 抛出一个小球，故第一个小球在抛出点以上能遇到的小球数为：$N=\frac{t}{T}-1=5$。

19.(2014·江苏卷)(多选题)为了验证平抛运动的小球在竖直方向上做自由落体运动，用如图所示的装置进行实验。小锤打击弹性金属片，A 球水平抛出，同时 B 球被松开，自由下落。关于该实验，下列说法中正确的有



A.两球的质量应相等　　B.两球应同时落地

C.应改变装置的高度，多次实验　　D.实验也能说明 A 球在水平方向上做匀速直线运动

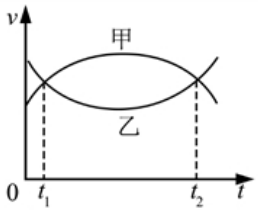
【答案】BC

【解析】在该实验中，是用 B 球的运动与 A 球竖直方向的运动相对照，从而达到实验目的的，在竖直方向上，两球做自由落体运动，根据自由落体运动规律可知 $h=\frac{1}{2}gt^2$，由于两球同时从同一高度开始下落，因此在任意相等的时间内，两球下落的高度相同，显然至落地，两球下落的高度相同，时间也相同，故选项 B 正确；做自由落体运动的物体运动规律相同，与质量无关，故选项 A 错误；为了减小实验误差，因此采用多次测量的方法，同时为了使该实验具有普遍性，需改变小球的初始高度，故选项 C 正确；在水平方向上，没有物体的运动与 A 球

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

水平方向的运动相对照，因此无法说明小球 A 在水平方向上的运动规律，故选项 D 错误。

20.(2018·全国 II 卷)(多选)甲、乙两汽车同一条平直公路上同向运动，其速度－时间图像分别如图中甲、乙两条曲线所示。已知两车在 t_2 时刻并排行驶，下列说法正确的是



A. 两车在 t_1 时刻也并排行驶

B. t_1 时刻甲车在后，乙车在前

C. 甲车的加速度大小先增大后减小

D. 乙车的加速度大小先减小后增大

【答案】BD

【解析】

AB，v－t 图像中图像包围的面积代表运动走过的位移，两车在 t_2 时刻并排行驶，利用逆向思维并借助于面积可知在 t_1 时刻甲车在后，乙车在前，故 A 错误，B 正确;

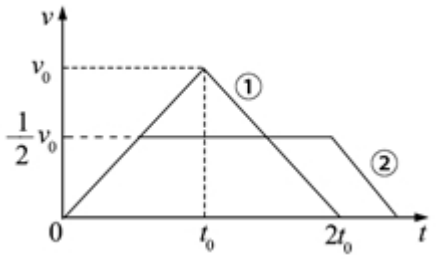
CD、图像的斜率表示加速度，所以甲的加速度先减小后增大，乙的加速度也是先减小后增大，故 C 错 D 正确；

故选 BD

21.(2018·全国 III 卷)(多选)地下矿井中的矿石装在矿车中，用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图所示，其中图线①②分别描述两次不同的提升过程，它们变速阶段加速度的大小都相同；两

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

次提升的高度相同，提升的质量相等。不考虑摩擦阻力和空气阻力。对于第①次和第②次提升过程，



A. 矿车上升所用的时间之比为 4:5

B. 电机的最大牵引力之比为 2:1

C. 电机输出的最大功率之比为 2:1

D. 电机所做的功之比为 4:5

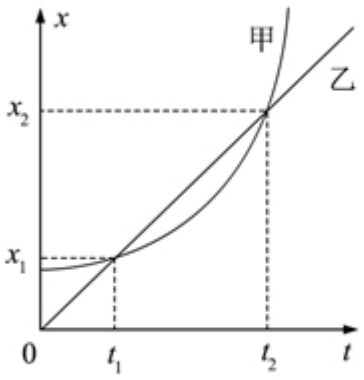
【答案】AC

【解析】试题分析　本题考查速度图像，牛顿运动定律、功和功率及其相关的知识点。

解析　设第②次所用时间为 t，根据速度图象的面积等于位移(此题中为提升的高度)可知，$\frac{1}{2}\times 2t_0\times v_0=\frac{1}{2}\times(t+3t_0/2)\times\frac{1}{2}v_0$，解得：$t=5t_0/2$，所以第①次和第②次提升过程所用时间之比为 $2t_0:5t_0/2=4:5$，选项 A 正确；由于两次提升变速阶段的加速度大小相同，在匀加速阶段，由牛顿第二定律，F-mg=ma，可得提升的最大牵引力之比为 1:1，选项 B 错误；由功率公式，P=Fv，电机输出的最大功率之比等于最大速度之比，为 2:1，选项 C 正确；加速上升过程的加速度 $a_1=\frac{v_0}{t_0}$，加速上升过程的牵引力 $F_1=ma_1+mg=m(\frac{v_0}{t_0}+g)$，减速上升过程的加速度 $a_2=-\frac{v_0}{t_0}$，减速上升过程的牵引力 $F_2=ma_2+mg=m(g-\frac{v_0}{t_0})$，匀速运动过程的牵引力 $F_3=mg$。第①次提升过程做功 $W_1=F_1\times\frac{1}{2}\times t_0\times v_0+F_2\times\frac{1}{2}\times t_0\times v_0=mg\,v_0t_0$；第②次提升过程做功 $W_2=F_1\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}t_0\times\frac{1}{2}v_0+F_3\times\frac{1}{2}v_0\times 3t_0/2+F_2\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}t_0\times\frac{1}{2}v_0=mg\,v_0t_0$；两次做功相同，选项 D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

22.(2018·全国 III 卷)(多选)甲乙两车在同一平直公路上同向运动，甲做匀加速直线运动，乙做匀速直线运动。甲乙两车的位置 x 随时间 t 的变化如图所示。下列说法正确的是



A. 在 t_1 时刻两车速度相等

B. 从 0 到 t_1 时间内，两车走过的路程相等

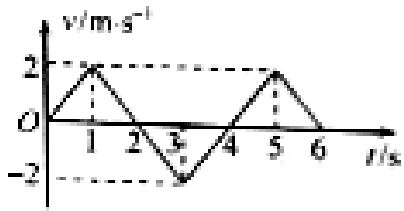
C. 从 t_1 到 t_2 时间内，两车走过的路程相等

D. 从 t_1 到 t_2 时间内的某时刻，两车速度相等

【答案】CD

【解析】根据位移图象的物理意义可知，在 t_1 时刻两车的位置相同，速度不相等，乙车的速度大于甲车的速度，选项 A 错误;从 0 到 t_1 时间内，乙车走过的路程大于甲车，选项 B 错误，从 t_1 到 t_2 时间内，两车都是从 x_1 位置走到 x_2 位置，两车走过的路程相等，选项 C 正确;根据位移图像的斜率等于速度可知，从 t_1 到 t_2 时间内的某时刻，两车速度相等，选项 D 正确。

23.(2014·天津卷)质点做直线运动的速度—时间图象如图所示，该质点



A.在第 1 秒末速度方向发生了改变　　B.在第 2 秒末加速度方向发生了改变

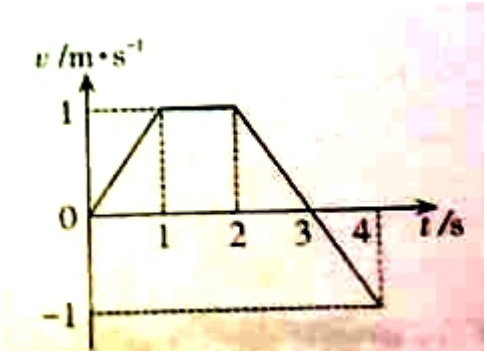
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.在前 2 秒内发生的位移为零　　D.第 3 秒和第 5 秒末的位置相同

【答案】D

【解析】速度图象的正负表示速度的方向，而在前 2s 内，运动方向没有变化，故 A 错；图象的斜率表示加速度，第 2 秒末斜率不变，所以加速度不变，故 B 错；前两秒内图象都在时间轴上方，故质点位移为图线与坐标轴所围成的面积，C 错；同理，由图象面积可以知道，第 4 秒内和第 5 秒内的位移大小相同、方向相反，故 D 正确。

24.(2014·广东卷)如图所示是物体做直线运动的 v－t 图象，由图可知，该物体



A.第 1s 内和第 3s 内的运动方向相反　　B.第 3s 内和第 4s 内的加速度相同

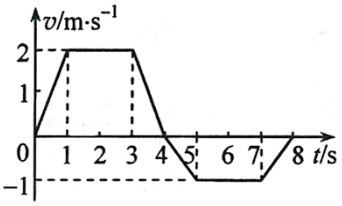
C.第 1s 内和第 4s 内的位移大小不相等　　D.0－2s 和 0－4s 内的平均速度大小相等

【答案】B

【解析】0-1s 向正方向做加速度为 1m/s² 的匀加速直线运动；1-2s 向正方向做匀速直线运动；2-3s 向正方向做加速度为 1m/s² 的匀减速直线运动；3-4s 以 1m/s² 的加速度向相反方向做匀加速直线运动，故选项 A 错误，B 正确；据速度—时间图象中图线与时间轴围成的面积大小表示位移大小，可知，第 1s 内和第 4s 内的位移大小均为 0.5m，选项 C 错误；0-2s 内与 0-4s 内位移大小相等，但[]时间不同，故平均速度大小不相等，选项 D 错误。

25.(2014·全国大纲卷)—质点沿 x 轴做直线运动，其 v-t 图象如图所示。质点在 t＝0 时位于 x＝5m 处，开始沿 x 轴正向运动。当 t＝8s 时，质点在 x 轴上的位置为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

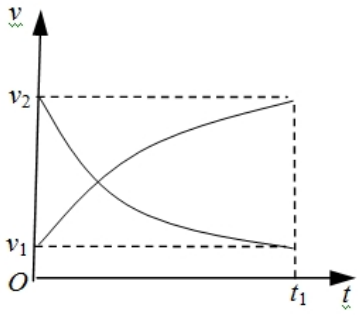


A.x＝3m　　B.x＝8m　　C.x＝9m　　D.x＝14m

【答案】B

【解析】在 v-t 图象中图线与时间轴所围的面积表示了质点的位移，由 v-t 图象可知，在 0～4s 内图线位于时间轴的上方，表示质点沿 x 轴正方向运动，其位移为正，在 4～8s 内图线位于时间轴的下方，表示质点沿 x 轴负方向运动，其位移为负，8s 内质点的位移为：6m－3m＝3m，又由于在 t＝0 时质点位于 x＝5m 处，因此 t＝8s 时，质点在 x 轴上的位置为 x＝8m，故选项 B 正确。

26.(2014·新课标全国卷II) 甲乙两汽车在一平直公路上同向行驶。在 t=0 到 $t=t_1$ 的时间内，它们的 v-t 图象如图所示。在这段时间内



A.汽车甲的平均速度比乙大

B.汽车乙的平均速度等于 $\frac{v_1+v_2}{2}$

C.甲乙两汽车的位移相同

D.汽车甲的加速度大小逐渐减小，汽车乙的加速度大小逐渐增大

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

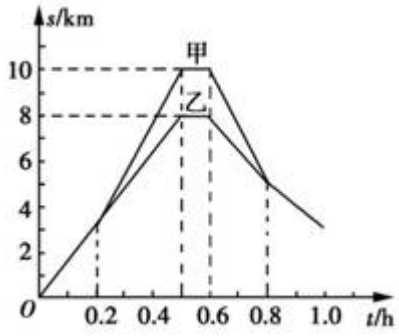
【解析】因为图线与坐标轴所夹的面积是物体的位移，故在 0-t_1 时间内，甲车的位移大于乙车，故根据 $\overline{v}=\frac{x}{t}$ 可知，甲车的平均速度大于乙车，选项 A 正确，C 错误；因为乙车做变减速运动故平均速度不等于 $\frac{v_1+v_2}{2}$，选项 B 错误；因为图线的切线的斜率等于物体的加速度，故甲乙两车的加速度均逐渐减小，选项 D 错误。

27.(2014·江苏卷)一汽车从静止开始做匀加速直线运动，然后刹车做匀减速直线运动，直到停止。下列速度 v 和位移 x 的关系图象中，能描述该过程的是

【答案】A

【解析】开始时汽车做匀加速直线运动，根据匀变速直线运动速度位移关系有：$v=\sqrt{2a_1x}$，故选项 C、D 错误；刹车后做匀减速直线运动，有：$v=\sqrt{v_m^2-2a_2(x-x_1)}$，故选项 A 正确；选项 B 错误。

28.(2015·广东·13)甲、乙两人同时同地出发骑自行车做直线运动，前 1 小时内的位移-时间图像如图所示，下列表述正确的是



A.0.2～0.5 小时内，甲的加速度比乙的大　　B.0.2～0.5 小时内，甲的速度比乙的大

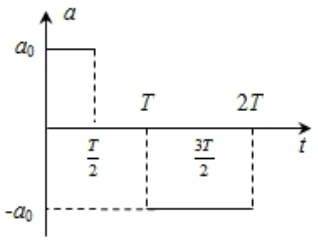
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.0.6～0.8 小时内，甲的位移比乙的小　　D.0.8 小时内，甲、乙骑车的路程相等

【答案】B

【解析】在 s-t 图象中，图线的斜率表示了物体运动的速度，由图 3 可知，在 0.2～0.5 小时内，甲、乙均做匀速直线运动，且甲的图线斜率较大，即甲的速度比乙的大，故选项 A 错误；选项 B 正确；在 0.6 时时刻，甲的位置坐标为 10km，乙的位置坐标为 8km，在 0.8 时时刻，两者到达同一坐标位置，因此根据位移的定义可知，在 0.6～0.8 小时内，甲的位移比乙的大，故选项 C 错误；路程是指物体运动轨迹线的长度，在 0～0.8 小时内，甲先从 0 坐标位置运动至 10km 坐标位置，乙先从 0 坐标位置运动至 8km 坐标位置，两者再返回至同一位置，显然两者运动的路程不等，甲运动的路程比乙的大 4km，故选项 D 错误。

29.(2013·海南卷)一物体做直线运动，其加速度随时间变化的 a-t 图象如图所示。下列 v-t 图象中，可能正确描述此物体运动的是

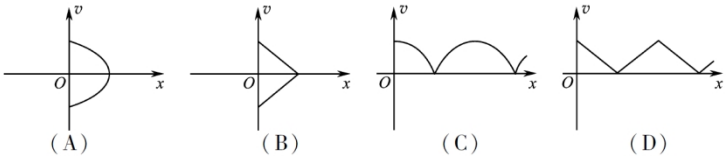


【答案】D

【解析】由 a-t 图象知，0～0.5T 时间内的加速度与 T～2T 时间内的加速度大小相等，方向相反，而对应时间内的 v-t 图象的斜率的绝对值相等，正负不同，可得 D 正确。

30.(2016·江苏卷)小球从一定高度处由静止下落，与地面碰撞后回到原高度再次下落，重复上述运动，取小球的落地点为原点建立坐标系，竖直向上为正方向，下列速度 v 和位置 x 的关系图象中，能描述该过程的是

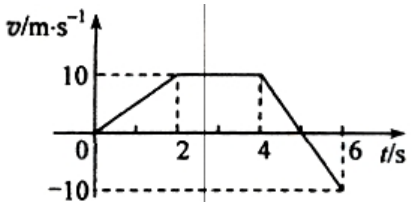
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】A

【解析】由题意知小球在下落的过程中速度方向向下，与题中规定的正方向相反，故为负值，所以 C、D 错误；小球的运动为匀变速运动，根据 $v^2-v_0^2=2ax$ 可知速度与时间的关系式为二次函数，故 A 正确，B 错误。

31.(2011·海南卷)一物体自 t=0 时开始做直线运动，其速度图线如图所示。下列选项正确的是



A.在 0～6s 内，物体离出发点最远为 30m

B.在 0～6s 内，物体经过的路程为 40m

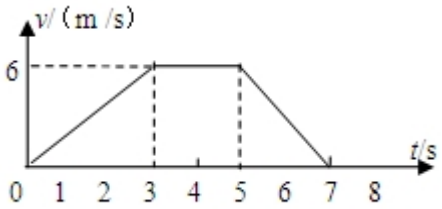
C.在 0～4s 内，物体的平均速率为 7.5m/s

D. 5～6s 内，物体所受的合外力做负功

【答案】BC

【解析】0-5s，物体向正向运动，5-6s 向负向运动，故 5s 末离出发点最远，故 A 错误；由面积法求出 0-5s 的位移 s_1=35m，5-6s 的位移 s_2=-5m，总路程为：40m，故 B 正确；由面积法求出 0-4s 的位移 s=30m，平度速度为：$v=\frac{s}{t}=7.5m/s$，故 C 正确；由图象知 5～6s 过程物体做匀加速，合力和位移同向，合力做正功，故 D 错误.

32.(2012·山东卷)将地面上静止的货物竖直向上吊起，货物由地面运动至最高点的过程中，v－t 图像如图所示。以下判断正确的是



A.前 3s 内货物处于超重状态

B.最后 2s 内货物只受重力作用

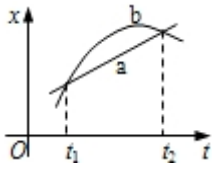
C.前 3s 内与最后 2s 内货物的平均速度相同

D.第 3s 末至第 5s 末的过程中，货物的机械能守恒

【答案】AC

【解析】前 3s 内货物向上做匀加速直线运动，加速度的方向是向上，所以处于超重状态，故 A 正确；最后 2s 内货物的加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{0-6}{2}=-3m/s^2<g$，所以还受到绳子的拉力，故 B 错误；前 3s 内的平均速度 $\bar{v}=\frac{0+6}{2}=3m/s$，最后 2s 内货物的平均速度 $\bar{v}=\frac{0+6}{2}=3m/s$，所以前 3s 内与最后 2s 内货物的平均速度相同，故 C 正确；第 3s 末至第 5s 末的过程中，货物匀速运动，绳子的拉力等于重力，绳子的拉力做正功，机械能不守恒，故 D 错误.

33.(2013·新课标全国卷I)如图，直线 a 和曲线 b 分别是在平直公路上行驶的汽车 a 和 b 的位置－时间(x－t)图线，由图可知



A.在时刻 t_1，a 车追上 b 车

B.在时刻 t_2，a、b 两车运动方向相反

C.在 t_1 到 t_2 这段时间内，b 车的速率先减少后增加

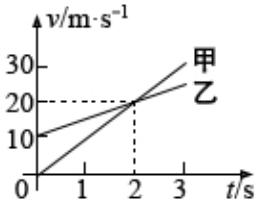
D.在 t_1 到 t_2 这段时间内，b 车的速率一直比 a 车大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】BC

【解析】由 x－t 图象可知，在 0～t_1 时间内，b 追 a，t_1 时刻相遇，所以 A 错误，在时刻 t_2，b 的斜率为负，则 b 的速度与 x 方向相反，所以 B 正确；b 图象在最高点的斜率为零，所以速度为零，故 b 的速度先减小为零，再反向增大，所以 C 正确，D 错误。

34.(2016·全国新课标I卷)甲、乙两车在平直公路上同向行驶，其 v–t 图像如图所示。已知两车在 t=3 s 时并排行驶，则



A.在 t=1 s 时，甲车在乙车后

B.在 t=0 时，甲车在乙车前 7.5 m

C.两车另一次并排行驶的时刻是 t=2 s

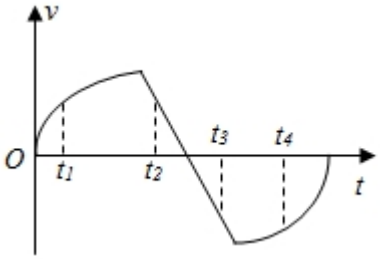
D.甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 40 m

【答案】BD

【解析】根据 x－t 图像，可以判断在 t＝1s 时，甲车和乙车并排行驶，故 AC 错误;在 t＝0 时，甲车在乙车前的距离 $\Delta x=\frac{(10+5)\times 1}{2}m=7.5m$，故 B 正确;甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离也就是从第 1s 末到第 3s 末两车运动的位移 $\Delta x'=\frac{(10+30)\times 2}{2}m=40m$，故 D 正确。

35.(2014·山东卷)一质点在外力作用下做直线运动，其速度 v 随时间 t 变化的图象如图。在图中标出的时刻中，质点所受合外力的方向与速度方向相同的有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.t_1　　B.t_2　　C.t_3　　D.t_4

【答案】AC

【解析】如果质点所受合力的方向与速度方向相同，物体做加速运动；合力的方向与速度方向相反，物体做减速运动。在 t_1、t_3 时刻，速度都在不断增加，因此合力的方向与速度方向相同，A、C 正确；而在 t_2、t_4 时刻，速度在不断减小，合力的方向与速度方向相反，B、D 错误。

36.(2015·上海卷·T19)一颗子弹以水平速度 v_0 穿透一块在光滑水平面上迎面滑来的木块后，二者运动感方向均不变。设子弹与木块间相互作用力恒定，木块最后速度为 v，则

A.v_0 越大，v 越大

B.v_0 越小，v 越大

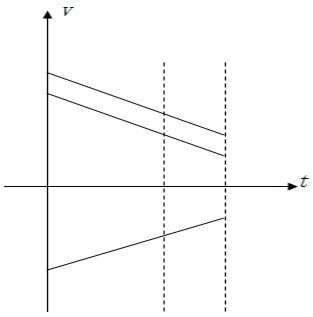
C.子弹质量越大，v 越大

D.木块质量越小，v 越大

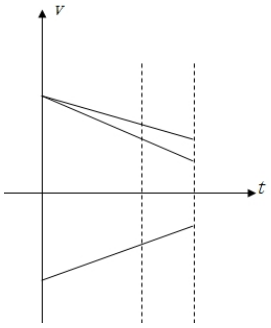
【答案】AC

【解析】子弹穿透木块过程中，作用力不变，两者都做匀减速运动，子弹的位移与木块的位移之和等于木块的厚度，保持不变，若质量不变，由加速速度也不变，当子弹的初速度 v_0 越大时，如下图所示，

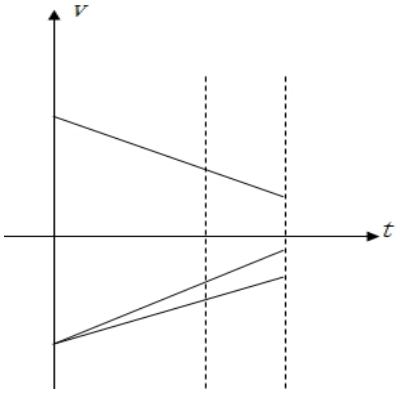
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



子弹位移也越大，木块的位移就越小，而木块的初速度和加速度不变，所以末速度 v 就越大，故 A 正确，B 错误；子弹的质量越大，加速度越小，初速度一定，位移越大，如下图所示



木块的位移就越小，而木块的初速度和加速度不变，所以末速度 v 就越大，故 C 正确；木块的质量越小，加速度越大，初速度不变，末速度越小，如下图所示，故 D 错误。



37.(2010•广东卷•T17)图 6 是某质点运动的速度图像，由图像得到的正确结果是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

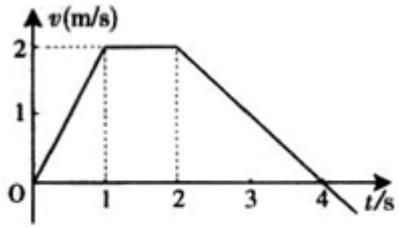


图 6

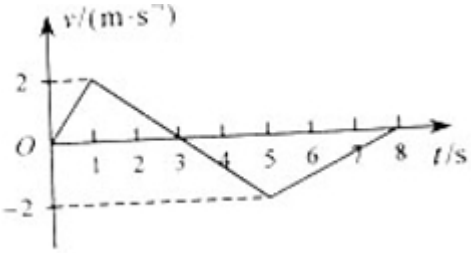
A.0~1s 内的平均速度是 2m/s　　B.0~2s 内的位移大小是 3m

C.0~1s 内的加速度大于 2~4s 内的加速度　　D.0~1s 内的运动方向与 2~4s 内的运动方向相反

【答案】BC

【解析】选项 A 错误，0～1s 内的平均速度应该是 1m/s；选项 D 错误，速度皆为正同方向。

38.(2010·天津卷·T3)质点做直线运动的 v—t 图象如图所示，规定向右为正方向，则该质点在前 8s 内平均速度的大小和方向分别为



A.0.25m/s　向右

B.0.25m/s　向左

C.1m/s　　向右

D.1m/s　　向左

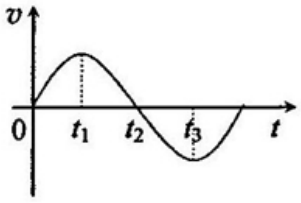
【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查的是运动学图像问题。看坐标轴可知是 v-t 图像，图像与坐标轴围成的面积表示位移，可算出是 x＝-2m，所以前 8 秒内的平均速度

$v=\frac{x}{t}=-0.25m/s$，方向与规定的正方向相反，向左，B 项正确。

39.(2010·新课标Ⅰ卷·T16)如图所示，在外力作用下某质点运动的 v－t 图象为正弦曲线。从图中可以判断



A.在 0～t_1 时间内，外力做正功　　B.在 0～t_1 时间内，外力的功率逐渐增大

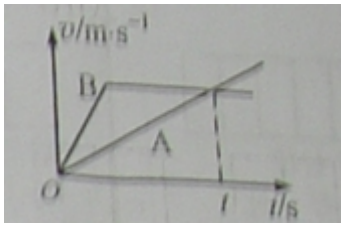
C.在 t_2 时刻，外力的功率最大　　D.在 t_1～t_3 时间内，外力做的总功为零

【答案】AD

【解析】本题考查速度－时间图像，功与功率的计算。由图象知 0～t_1 时间内，物体做加速运动，速度－时间图像知斜率表示加速度的大小，则在 0～t_1 时间内的加速度越来越小，F＝ma 知外力在减小，虽然外力在减小，但物体仍然在加速，即外力与速度和位移方向相同，所以外力做正功，A 项正确；由图像知在 t＝0 时物体的速度为 0，t＝t_1 时，a＝0，F＝0，P＝Fv＝0，因此外力做功的功率变化情况应该是先变大后变小，B 项错误；t_2 时刻 v＝0，所以功率为零，C 项错误；v－t 图像与坐标轴所围成的面积表示位移的大小，因此 t_1－t_2 和 t_2－t_3 两段时间内的位移大小相等，方向相反，则从 t_1－t_3 物体发生的总位移为零，外力做的总功为零；D 项正确。

40.(2010·上海卷·T18)如图为质量相等的两个质点 A、B 在同一直线上运动的 v－t 图像，由图可知

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.在 t 时刻两个质点在同一位置

B.在 t 时刻两个质点速度相等

C.在 0—t 时间内质点 B 比质点 A 位移大

D.在 0—t 时间内合外力对两个质点做功相等

【答案】BCD

【解析】首先，B 正确；根据位移由 v—t 图像中面积表示，在 0—t 时间内质点 B 比质点 A 位移大，C 正确而 A 错误；根据动能定理，合外力对质点做功等于动能的变化，D 正确；本题选 BCD。

本题考查 v—t 图象的理解和动能定理。对 D，如果根据 W=Fs 则难判断。

难度：中等。

非选择题：

41.(2019•全国Ⅱ卷•T12)一质量为 m=2000 kg 的汽车以某一速度在平直公路上匀速行驶。行驶过程中，司机忽然发现前方 100 m 处有一警示牌。立即刹车。刹车过程中，汽车所受阻力大小随时间变化可简化为图(a)中的图线。图(a)中，0~t_1 时间段为从司机发现警示牌到采取措施的反应时间(这段时间内汽车所受阻力已忽略，汽车仍保持匀速行驶)，t_1=0.8 s；t_1~t_2 时间段为刹车系统的启动时间，t_2=1.3 s；从 t_2 时刻开始汽车的刹车系统稳定工作，直至汽车停止，已知从 t_2 时刻开始，汽车第 1 s 内的位移为 24 m，第 4 s 内的位移为 1 m。

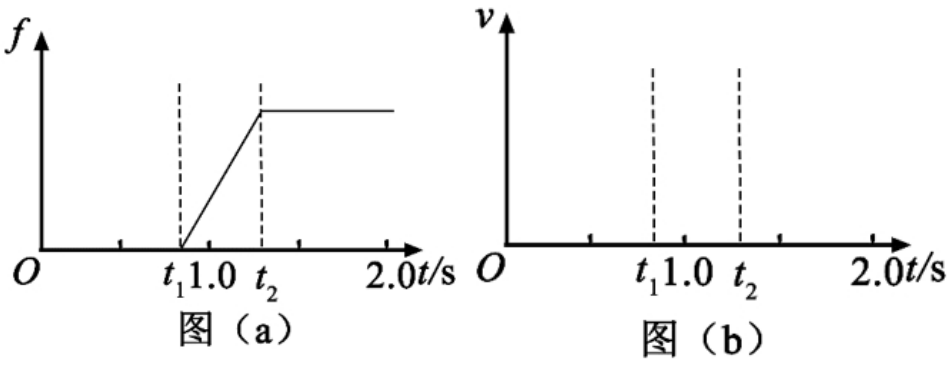
(1)在图(b)中定性画出从司机发现警示牌到刹车系统稳定工作后汽车运动的 v-t 图线；

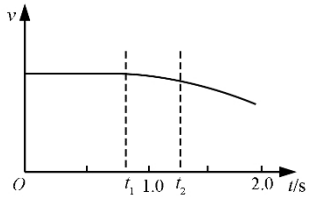
(2)求 t_2 时刻汽车的速度大小及此后的加速度大小；

(3)求刹车前汽车匀速行驶时的速度大小及 t_1~t_2 时间内汽车克服阻力做的功；司机发现警示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

牌到汽车停止，汽车行驶的距离约为多少(以 t_1~t_2 时间段始末速度的算术平均值替代这段时间内汽车的平均速度)？

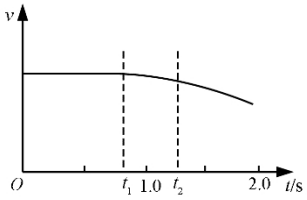


【答案】(1) 

(2)$8\ \mathrm{m/s^2}$， 28 m/s 或者 $\frac{288}{25}\ \mathrm{m/s^2}$，29.76 m/s；(3)30 m/s； 1.16×10^5 J ； 87.5 m

【解析】

【详解】解：(1)*v*-*t* 图像如图所示。



(2)设刹车前汽车匀速行驶时的速度大小为 v_1，则 t_1 时刻的速度也为 v_1，t_2 时刻的速度也为 v_2，在 t_2 时刻后汽车做匀减速运动，设其加速度大小为 a，取 Δt=1s，设汽车在 t2+n-1Δt 内的位移为 sn，n=1,2,3,…。

若汽车在 t_2+3Δt~t_2+4Δt 时间内未停止，设它在 t_2+3Δt 时刻的速度为 v_3，在 t_2+4Δt 时刻的速度为 v_4，由运动学有

$$s_1 - s_4 = 3a(\Delta t)^2 \ ①$$

$$s_1 = v_2\Delta t - \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \ ②$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$v_4 = v_2 - 4a\Delta t$ ③

联立①②③式，代入已知数据解得

$v_4 = -\frac{17}{6}$ m/s ④

这说明在 $t_2+4\Delta t$ 时刻前，汽车已经停止。因此，①式不成立。

由于在 $t_2+3\Delta t$~$t_2+4\Delta t$ 内汽车停止，由运动学公式

$v_3 = v_2 - 3a\Delta t$ ⑤

$2as_4 = v_3^2$ ⑥

联立②⑤⑥，代入已知数据解得

$a = 8\ \text{m/s}^2$，v_2=28 m/s⑦

或者 $a = \frac{288}{25}\ \text{m/s}^2$，$v_2$=29.76 m/s⑧

(3)设汽车的刹车系统稳定工作时，汽车所受阻力的大小为 f_1，由牛顿定律有：$f_1=ma$⑨

在 t_1~t_2 时间内，阻力对汽车冲量的大小为：$I=\frac{1}{2}f_1(t_2-t_1)$ ⑩

由动量定理有：$I' = mv_1 - m_2$ ⑪

由动量定理，在 t_1~t_2 时间内，汽车克服阻力做的功为：$W = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$ ⑫

联立⑦⑨⑩⑪⑫式，代入已知数据解得

v_1=30 m/s⑬

$W = 1.16\times10^5$ J ⑭

从司机发现警示牌到汽车停止，汽车行驶的距离 s 约为

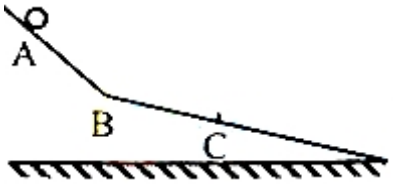
$s = v_1t_1 + \frac{1}{2}(v_1+v_2)(t_2-t_1) + \frac{v_2^2}{2a}$ ⑮

联立⑦⑬⑮，代入已知数据解得

s=87.5 m⑯

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

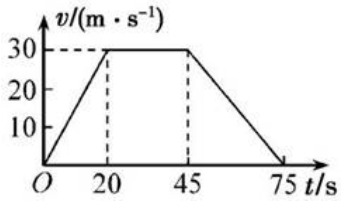
42.(2014·上海卷)如图，两光滑斜面在 B 处链接，小球由 A 处静止释放，经过 B、C 两点时速度大小分别为 3m/s 和 4m/s，AB=BC。设球经过 B 点前后的速度大小不变，则球在 AB、BC 段的加速度大小之比为_____，球由 A 运动到 C 的过程中平均速率为_____m/s。



【答案】9：7　　2.1

【解析】小球在 AB 段和 BC 段均为匀加速直线运动，根据 $v^2-v_0^2=2ax$，可得两段加速度分别为 $a_1=\frac{3^2-0^2}{2X_{AB}}$，$a_2=\frac{4^2-3^2}{2X_{BC}}$，可得加速度之比 $\frac{a_1}{a_2}=9:7$，设两个阶段的路程均为 X，则有 $\frac{3+0}{2}t_1=x$，$\frac{3+4}{2}t_2=x$，可得 $t_1+t_2=(\frac{2}{3}+\frac{2}{7})x$，所以两段的平均速率即 $\bar{v}=\frac{2x}{t_1+t_2}=2.1m/s$。

43.(2015·福建卷·T20)一摩托车由静止开始在平直的公路上行驶，其运动过程的 v-t 图像如图所示，求：



(1)摩托车在 0-20s 这段时间的加速度大小 a；

(2)摩托车在 0-75s 这段时间的平均速度大小 $\bar{v}$。

【答案】(1)1.5m/s^2　(2)20 m/s

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由图知，在 0～20s 内做匀加速运动，根据 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$，可求加速度 a＝1.5m/s^2，

(2)根据 v－t 图像与坐标轴围面积表示位移可求在 0～75s 时间内位移为 x＝1500m，所以平均速度为 $v=\frac{x}{t}=20m/s$。

44.(2011·辽宁卷)甲乙两辆汽车都从静止出发做加速直线运动，加速度方向一直不变。在第一段时间间隔内，两辆汽车的加速度大小不变，汽车乙的加速度大小是甲的两倍；在接下来的相同时间间隔内，汽车甲的加速度大小增加为原来的两倍，汽车乙的加速度大小减小为原来的一半。求甲乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比。

【答案】$\frac{s}{s'}=\frac{5}{7}$

【解析】设汽车甲在第一段时间间隔末(时刻 t_0)的速度为 v，第一段时间间隔内行驶的路程为 s_1，加速度为 a；在第二段时间间隔内行驶的路程为 s_2，由运动学公式得

$v=at_0$① $s_1=\frac{1}{2}at_0^2$② $s_2=vt_0+\frac{1}{2}(2a)t_0^2$③

将①代入③得 $s_2=2at_0^2$ ④

由②＋④得 $s=s_1+s_2=\frac{5}{2}at_0^2$

设乙车在时间 t_0 的速度为 v'，在第一、二段时间间隔内行驶的路程分别为 s_1'、s_2'

.同样有 $v'=(2a)\ t_0$⑤ $s_1'=\frac{1}{2}(2a)t_0^2$ ⑥ $s_2'=v't_0+\frac{1}{2}at_0^2$⑦

将⑤代入⑦得 $s_2'=\frac{5}{2}at_0^2$⑧

由⑥+⑧得 $s'=s_1'+s_2'=\frac{7}{2}at_0^2$

所以甲、乙两车各自行驶的总路程之比为 $\frac{s}{s'}=\frac{5}{7}$⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

45.(2011·四川卷)随着机动车数量的增加，交通安全问题日益凸显。分析交通违法事例，将警示我们遵守交通法规，珍惜生命。一货车严重超载后的总质量为 49t，以 54km/h 的速率匀速行驶。发现红灯时司机刹车，货车即做匀减速直线运动，加速度的大小为 2.5m/s²(不超载时则为 5m/s²)。

(1)若前方无阻挡，问从刹车到停下来此货车在超载及不超载时分别前进多远？

(2)若超载货车刹车时正前方 25m 处停着总质量为 1t 的轿车，两车将发生碰撞，设相互作用 0.1s 后获得相同速度，问货车对轿车的平均冲力多大？

【答案】(1) $S_2 = 22.5m$ (2) $f = 9.8\times10^4 N$

【解析】(1)货车刹车时的初速是 $v_0 = 15m/s$，末速是 0，加速度分别是 2.5m/s² 和 5m/s²，根据位移推论式 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 得：$S = \frac{v_0^2}{2a}$

代入数据解得：超载时的位移 $S_1 = 45m$

不超载是的位移 $S_2 = 22.5m$

(2)根据位移推论式 $v^2 - v_0^2 = 2aS$

可求出货车与轿车相撞时的速度为 $v = \sqrt{v_0^2 - 2aS} = 10m/s$

相撞时两车的内力远远大于外力，动量守恒，根据 $Mv=(M+m)v_{共}$

得：$v_{共}=9.8m/s$，以轿车为研究对象，根据动量定理有 $ft=mv_{共}$

解得：$f=9.8\times10^4N$。

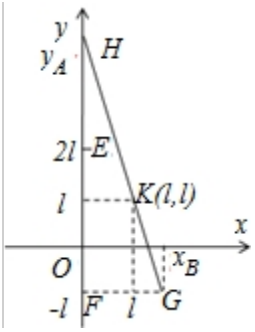
46.(2013·新课标全国I卷)水平桌面上有两个玩具车 A 和 B，两者用一轻质细橡皮筋相连，在橡皮筋上有一红色标记 R。在初始时橡皮筋处于拉直状态，A、B 和 R 分别位于直角坐标系中的(0，2l)、(0，-l)和(0，0)点。已知 A 从静止开始沿 y 轴正向做加速度大小为 a 的匀加速运动：B 平行于 x 轴朝 x 轴正向匀速运动。在两车此后运动的过程中，标记 R 在某时刻通过点(l，l)。假定橡皮筋的伸长是均匀的，求 B 运动速度的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$v_B=\frac{1}{4}\sqrt{6al}$

【解析】由题意画出 xOy 坐标轴及 A、B 位置，设 B 车的速度为v_B,此时 A、B 的位置分别为 H、G，H 的纵坐标为分别为 y_A，G 的横坐标为 x_B，则

$y_A=2l+\frac{1}{2}at^2$ ①　　$x_B=v_Bt$ ②



在开始运动时 R 到 A 和 B 距离之比为 2:1，即$OE:OF=2:1$

由于橡皮筋的伸长是均匀的，所以在以后任意时刻 R 到 A 和 B 的距离之比都为 2：1。因此，在时刻 t 有 HK：KG＝2：1③

由于△FGH～△IGK，有 HG：KG＝x_B：(x_B－l)＝3：1④

HG：KG＝(y_A＋l)：2 l＝3：1⑤

所以$x_B=\frac{3}{2}l$　　⑥y_A＝5l　　⑦

联立①②⑥⑦解得$v_B=\frac{1}{4}\sqrt{6al}$

47.(2014·海南卷)短跑运动员完成 100m 赛跑的过程可简化为匀加速运动和匀减速运动两个阶段。一次比赛中，某运动员用 11.00s 跑完全程。已知运动员在加速阶段的第 2s 内通过的距离为 7.5m，求该运动员的加速度及在加速阶段通过的距离。

【答案】10m

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据题意，在第 1s 和第 2s 内运动员都做匀加速运动。设运动员在匀加速阶段的加速度为 a，在第 1s 和第 2s 内通过的位移分别为s_1和s_2，由运动学规律得

$$s_1=\frac{1}{2}at_0^2 \qquad ①$$

$$s_1+s_2=\frac{1}{2}a(2t_0)^2 \qquad ②$$

式中$t_0=1\text{s}$。联立①②两式并代入已知条件，得

$$a=5\text{m/s}^2 \qquad ③$$

设运动员做匀加速运动的时间为t_1，匀速运动时间为t_2，匀速运动的速度为 v；跑完全程的时间为 t，全程的距离为 s。依题意及运动学规律，得

$$t=t_1+t_2 \qquad ④$$

$$v=at_1 \qquad ⑤$$

$$s=\frac{1}{2}at_1^2+vt_2 \qquad ⑥$$

设加速阶段通过的距离为 s'，则

$$s'=\frac{1}{2}at_1^2 \qquad ⑦$$

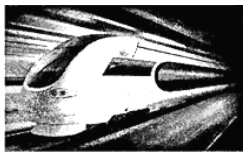
联立③④⑤⑥⑦式，并代入数据得

$$s'=10\text{m}$$

48.(2015·四川卷·T9)严重的雾霾天气，对国计民生已造成了严重的影响，汽车尾气是形成雾霾的重要污染源，“铁腕治污”已成为国家的工作重点，地铁列车可实现零排放，大力发展地铁，可以大大减少燃油公交车的使用，减少汽车尾气排放。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

若一地铁列车从甲站由静止启动后做直线运动，先匀加速运动 20s 达到最高速度 72km/h，再匀速运动 80s，接着匀减速运动 15s 到达乙站停住。设列车在匀加速运动阶段牵引力为 1×10^6N，匀速阶段牵引力的功率为 6×10^3kW，忽略匀减速运动阶段牵引力所做的功。



(1)求甲站到乙站的距离；

(2)如果燃油公交车运行中做的功与该列车从甲站到乙站牵引力做的功相同，求公交车排放气体污染物的质量。(燃油公交车每做 1 焦耳功排放气体污染物 3×10^{-6} 克)

【答案】(1)s＝1950m；(2)m＝2.04kg

【解析】(1)根据匀变速直线运动规律可知，地铁列车匀加速运动的位移为：$s_1=\frac{1}{2}vt_1$ ①

匀减速运动的位移为：$s_3=\frac{1}{2}vt_3$ ②

根据匀速运动规律可知，地铁列车匀速运动的位移为：$s_2=vt_2$ ③

根据题意可知，甲站到乙站的距离为：$s=s_1+s_2+s_3$ ④

由①②③④式联立，并代入数据解得：s＝1950m

(2)地铁列车在从甲站到乙站的过程中，牵引力做的功为：$W_1=Fs_1+Pt_2$ ⑤

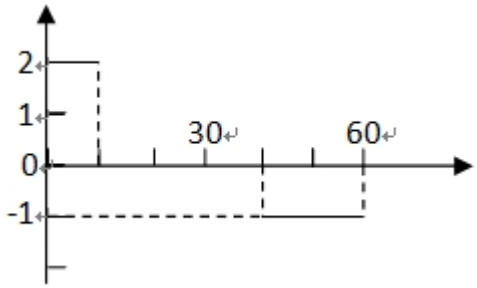
根据题意可知，燃油公交车运行中做的功为：$W_2=W_1$ ⑥

由①⑤⑥式联立，并代入数据解得：$W_2=6.8\times10^8$J

所以公交车排放气体污染物的质量为：$m=3\times10^{-9}\times6.8\times10^8$kg＝2.04kg

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

49.(2010·全国Ⅰ卷·T24)汽车由静止开始在平直的公路上行驶，0～60s 内汽车的加速度随时间变化的图线如右图所示。

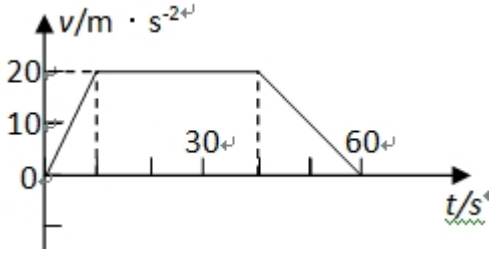


⑴画出汽车在 0~60s 内的 v-t 图线；

⑵求在这 60s 内汽车行驶的路程。

【答案】⑴速度图像为右图。　　⑵900m

【解析】由加速度图像可知前 10s 汽车匀加速，后 20s 汽车匀减速恰好停止，因为图像的面积表示速度的变化，此两段的面积相等。最大速度为 20m/s。所以速度图像为右图。然后利用速度图像的面积求出位移。



⑵汽车运动的面积为匀加速、匀速、匀减速三段的位移之和。

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 10\times10 + 30\times20 + 10\times20 = 900\,\text{m}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 03　相互作用

1.（2020·新课标Ⅰ卷）行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零，关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（　　）

A. 增加了司机单位面积的受力大小

B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量

C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能

D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

【答案】D

【解析】A．因安全气囊充气后，受力面积增大，故减小了司机单位面积的受力大小，故 A 错误；

B．有无安全气囊司机初动量和末动量均相同，所以动量的改变量也相同，故 B 错误；

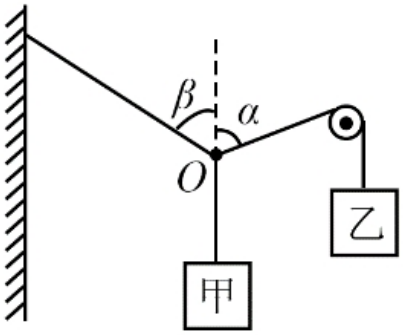
C．因有安全气囊的存在，司机和安全气囊接触后会有一部分动能转化为气体的内能，不能全部转化成汽车的动能，故 C 错误；

D．因为安全气囊充气后面积增大，司机的受力面积也增大，在司机挤压气囊作用过程中由于气囊的缓冲故增加了作用时间，故 D 正确。

故选 D。

2.（2020·新课标Ⅲ卷）如图，悬挂甲物体的细线拴牢在一不可伸长的轻质细绳上 O 点处；绳的一端固定在墙上，另一端通过光滑定滑轮与物体乙相连。甲、乙两物体质量相等。系统平衡时，O 点两侧绳与竖直方向的夹角分别为 α 和 β。若 $\alpha=70°$，则 β 等于（　　）

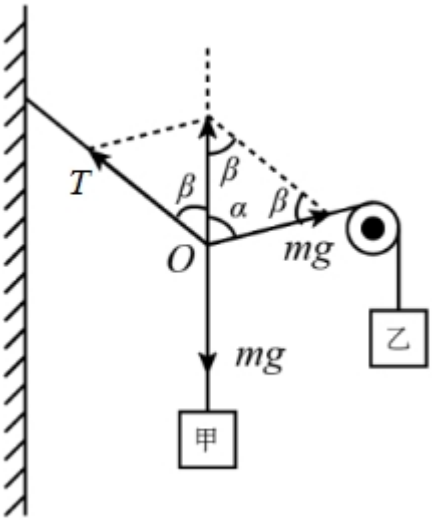
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. 45°　　B. 55°　　C. 60°　　D. 70°

【答案】B

【解析】甲物体是拴牢在 O 点，且甲、乙两物体的质量相等，则甲、乙绳的拉力大小相等，O 点处于平衡状态，则左侧绳子拉力的方向在甲、乙绳子的角平分线上，如图所示

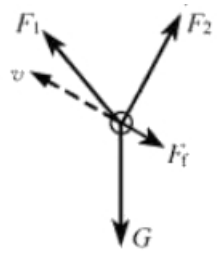


根据几何关系有$180^\circ = 2\beta + \alpha$，解得$\beta = 55^\circ$。故选 B。

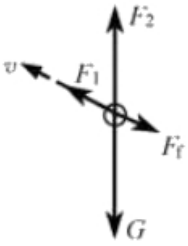
3. （2020·浙江卷）矢量发动机是喷口可向不同方向偏转以产生不同方向推力的一种发动机。当歼 20 隐形战斗机以速度 v 斜向上飞行时，其矢量发动机的喷口如图所示。已知飞机受到重力 G、发动机推力 F_1、与速度方向垂直的升力 F_2 和与速度方向相反的空气阻力 F_f。下列受力分析示意图可能正确的是（　　）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

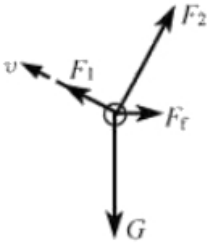
A.



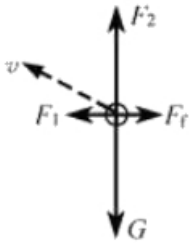
B.



C.



D.



【答案】A

【解析】由题意可知所受重力 G 竖直向下，空气阻力 F_f 与速度方向相反，升力 F_2 与速度方向垂直，发动机推力 F_1 的方向沿喷口的反方向，对比图中选项可知只有 A 选项符合题意。故选 A。

4. （2020·浙江卷）如图是“中国天眼”500m 口径球面射电望远镜维护时的照片。为不损伤望远镜球面，质量为 m 的工作人员被悬在空中的氦气球拉着，当他在离底部有一定高度的望远镜球面上缓慢移动时，氦气球对其有大小为 $\frac{5}{6}mg$ 、方向竖直向上的拉力作用，使其有“人类在月球上行走”的感觉，若将人视为质点，此时工作人员（　　）

A. 受到的重力大小为 $\frac{1}{6}mg$

B. 受到的合力大小为$\frac{1}{6}mg$

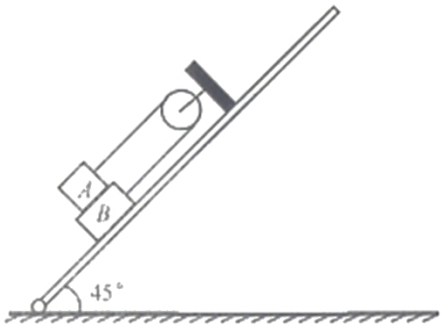
C. 对球面的压力大小为$\frac{1}{6}mg$

D. 对球面的作用力大小为$\frac{1}{6}mg$

【答案】D

【解析】A．工作人员的质量为m，则工作人员受到的重力$G=mg$，A 错误；B．工作人员在球面上缓慢行走，处于平衡状态，合力为 0，B 错误；C．工作人员站在的球面位置不水平，对球面的压力不等于$\frac{1}{6}mg$，C 错误；D．由平衡条件可得球面对工作人员的作用力F满足$F=mg-\frac{5}{6}mg=\frac{1}{6}mg$，再由牛顿第三定律可得，工作人员对球面的作用力大小为$F'=\frac{1}{6}mg$，D 正确。故选 D。

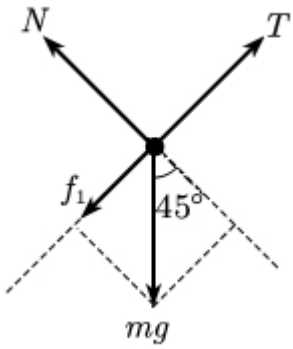
5. （2020·山东卷）如图所示，一轻质光滑定滑轮固定在倾斜木板上，质量分别为 m 和 $2m$ 的物块 A、B，通过不可伸长的轻绳跨过滑轮连接，A、B 间的接触面和轻绳均与木板平行。A 与 B 间、B 与木板间的动摩擦因数均为μ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。当木板与水平面的夹角为 45°时，物块 A、B 刚好要滑动，则μ的值为（　　）



A. $\frac{1}{3}$　　B. $\frac{1}{4}$　　C. $\frac{1}{5}$　　D. $\frac{1}{6}$

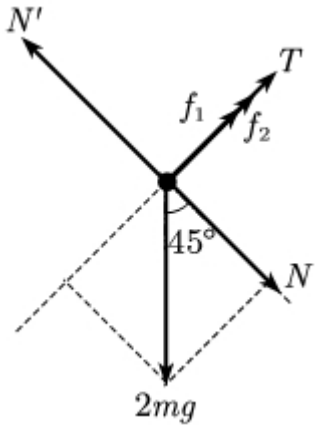
【答案】C

【解析】当木板与水平面的夹角为$45°$时，两物块刚好滑动，对 A 物块受力分析如图



沿斜面方向，A、B 之间的滑动摩擦力 $f_1=\mu N=\mu mg\cos 45°$，根据平衡条件可知

$T=mg\sin 45°+\mu mg\cos 45°$，对 B 物块受力分析如图



沿斜面方向，B 与斜面之间的滑动摩擦力 $f_2=\mu N'=\mu\cdot 3mg\cos 45°$，根据平衡条件可知

$2mg\sin 45°=T+\mu mg\cos 45°+\mu\cdot 3mg\cos 45°$，两式相加，可得

$2mg\sin 45°=mg\sin 45°+\mu mg\cos 45°+\mu mg\cos 45°+\mu\cdot 3mg\cos 45°$，解得 $\mu=\frac{1}{5}$，

ABD 错误，C 正确。故选 C。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 03 相互作用

选择题：

1.(2019•天津卷•T2)2018 年 10 月 23 日，港珠澳跨海大桥正式通车。为保持以往船行习惯，在航道处建造了单面索(所有钢索均处在同一竖直面内)斜拉桥，其索塔与钢索如图所示。下列说法正确的是

A. 增加钢索的数量可减小索塔受到的向下的压力

B. 为了减小钢索承受的拉力，可以适当降低索塔的高度

C. 索塔两侧钢索对称且拉力大小相同时，钢索对索塔的合力竖直向下

D. 为了使索塔受到钢索的合力竖直向下，索塔两侧的钢索必须对称分布

【答案】C

【解析】

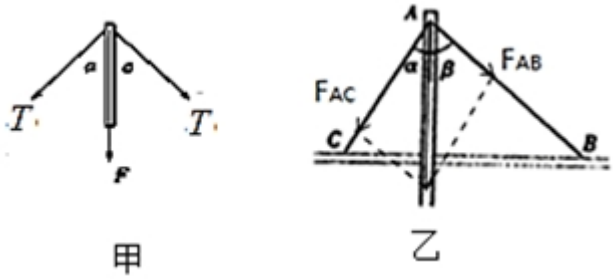
【详解】A、以桥身为研究对象，钢索对桥身的拉力的合力与桥身的重力等大反向，则钢索对索塔的向下的压力数值上等于桥身的重力，增加钢索的数量钢索对索塔的向下的压力数值不变，故 A 错误；

B、由图甲可知 $2T\cos\alpha = Mg$，当索塔高度降低后，α 变大，$\cos\alpha$ 变小，故 T 变大，故 B 错误

C、由 B 的分析可知，当钢索对称分布时，$2T\cos\alpha = Mg$，钢索对索塔的合力竖直向下，故 C 正确

D、受力分析如图乙，由正弦定理可知，只要 $\frac{F_{AB}}{\sin\alpha} = \frac{F_{AC}}{\sin\beta}$，钢索 AC、AB 的拉力 F_{AC}、F_{AB} 进行合成，合力竖直向下，钢索不一定要对称分布，故 D 错误；综上分析：答案为 C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



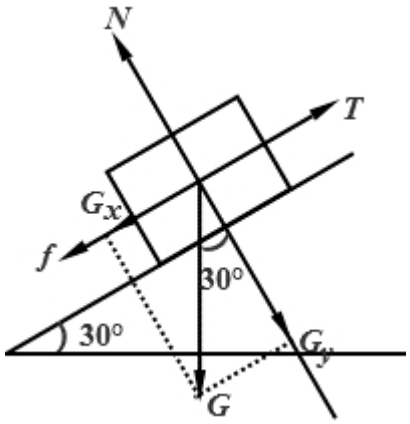
2.(2019•全国Ⅱ卷•T3)物块在轻绳的拉动下沿倾角为30°的固定斜面向上匀速运动，轻绳与斜面平行。已知物块与斜面之间的动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{3}$，重力加速度取10m/s²。若轻绳能承受的最大张力为1 500 N，则物块的质量最大为

A. 150kg　　B. $100\sqrt{3}$ kg　　C. 200 kg　　D. $200\sqrt{3}$ kg

【答案】A

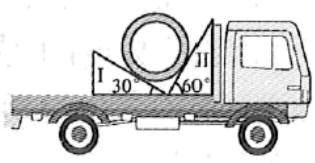
【解析】

【详解】



$T=f+mg\sin\theta$，$f=\mu N$，$N=mg\cos\theta$，带入数据解得：m=150kg，故A选项符合题意

3.(2019•全国Ⅲ卷•T3)用卡车运输质量为m的匀质圆筒状工件，为使工件保持固定，将其置于两光滑斜面之间，如图所示。两斜面Ⅰ、Ⅱ固定在车上，倾角分别为30°和60°。重力加速度为g。当卡车沿平直公路匀速行驶时，圆筒对斜面Ⅰ、Ⅱ压力的大小分别为F_1、F_2，则



A. $F_1=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$，$F_2=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

B. $F_1=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$，$F_2=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

C. $F_1=\frac{1}{2}mg$，$F_2=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

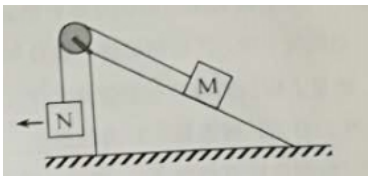
D. $F_1=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$，$F_2=\frac{1}{2}mg$

【答案】D

【解析】

对圆筒进行受力分析知圆筒处于三力平衡状态，由几何关系容易找出两斜面对圆筒支持力与重力的关系，由牛顿第三定律知斜面对圆筒的支持力与圆筒对斜面的压力大小相同。

4.(2019•全国Ⅰ卷•T6)如图，一粗糙斜面固定在地面上，斜面顶端装有一光滑定滑轮。一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块 *N*。另一端与斜面上的物块 *M* 相连，系统处于静止状态。现用水平向左的拉力缓慢拉动 *N*，直至悬挂 *N* 的细绳与竖直方向成 45°。已知 *M* 始终保持静止，则在此过程中



A. 水平拉力的大小可能保持不变

B. *M* 所受细绳的拉力大小一定一直增加

C. *M* 所受斜面的摩擦力大小一定一直增加

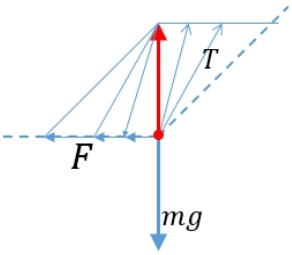
D. *M* 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增加

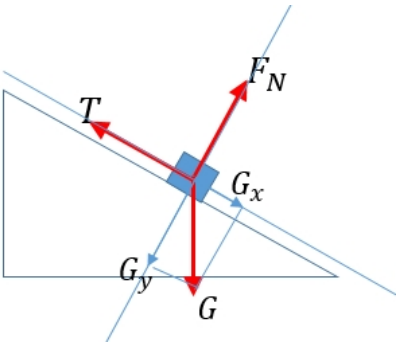
【答案】BD

【解析】

如图所示，以物块 N 为研究对象，它在水平向左拉力 F 作用下，缓慢向左移动直至细绳与竖直方向夹角为 45°的过程中，水平拉力 F 逐渐增大，绳子拉力 T 逐渐增大；

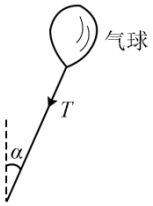
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





对 M 受力分析可知，若起初 M 受到的摩擦力 f 沿斜面向下，则随着绳子拉力 T 的增加，则摩擦力 f 也逐渐增大；若起初 M 受到的摩擦力 f 沿斜面向上，则随着绳子拉力 T 的增加，摩擦力 f 可能先减小后增加。故本题选 BD。

5.(2019•江苏卷•T2)如图所示，一只气球在风中处于静止状态，风对气球的作用力水平向右.细绳与竖直方向的夹角为 α，绳的拉力为 T，则风对气球作用力的大小为



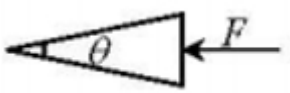
A. $\frac{T}{\sin\alpha}$　　B. $\frac{T}{\cos\alpha}$　　C. $T\sin\alpha$　　D. $T\cos\alpha$

【答案】C

【解析】

对气球受力分析，由水平方向平衡条件可得：$F_{风}=T\sin\alpha$，故 C 正确。

6.(2018·天津卷)(多选)明朝谢肇淛《五杂组》中记载：“明姑苏虎丘寺庙倾侧，议欲正之，非万缗不可。一游僧见之，曰：无烦也，我能正之。”游僧每天将木楔从塔身倾斜一侧的砖缝间敲进去，经月余扶正了塔身。假设所用的木楔为等腰三角形，木楔的顶角为 θ，现在木楔背上加一力 F，方向如图所示，木楔两侧产生推力 F_N，则



A. 若 F 一定，θ 大时 F_N 大

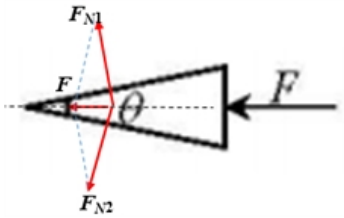
B. 若 F 一定，θ 小时 F_N 大

C. 若 θ 一定，F 大时 F_N 大

D. 若 θ 一定，F 小时 F_N 大

【答案】BC

【解析】选木楔为研究对象，木楔受到的力有：水平向右的 F、和两侧给它的与木楔的斜面垂直的弹力，由于木楔处于平衡状态，所以两侧给木楔的斜面垂直的弹力与 F 沿两侧分解的推力是相等的，力 F 的分解如图：



则 $F=F_{N1}\cos\left(90°-\frac{\theta}{2}\right)+F_{N2}\cos\left(90°-\frac{\theta}{2}\right)=2F_{N1}\cos\left(90°-\frac{\theta}{2}\right)=2F_{N1}\sin\frac{\theta}{2}$，

$F_N=F_{N1}=F_{N2}$，故解得 $F_N=\frac{F}{2\sin\frac{\theta}{2}}$，所以 F 一定时， θ 越小， F_N 越大； θ 一定时，F 越大， F_N 越大，BC 正确；

7.(2016·江苏卷)一轻质弹簧原长为 8 cm，在 4 N 的拉力作用下伸长了 2 cm，弹簧未超出弹性限度，则该弹簧的劲度系数为

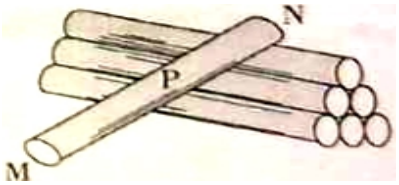
A.40 m/N　　B.40 N/m　　C.200 m/N　　D.200 N/m

【答案】D

【解析】由题意知，弹簧的弹力为 4N 时，弹簧伸长 2cm，根据胡克定律 F=kx，代入数据可得弹簧的劲度系数 k=200 N/m，所以 A、B、C 错误，D 正确。

8.(2014·广东卷)如图所示，水平地面上堆放着原木，关于原木 P 在支撑点 M、N 处受力的方向，下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



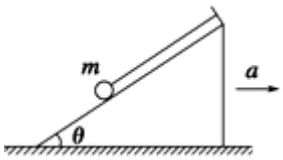
A.M 处受到的支持力竖直向上　　B.N 处受到的支持力竖直向上

C.M 处受到的静摩擦力沿 MN 方向　　D.N 处受到的静摩擦力沿水平方向

【答案】A

【解析】M 处支持力方向与支持面(地面)垂直，即竖直向上，选项 A 正确；N 处支持力与支持面(原木接触面)垂直，即垂直 MN 向上，故选项 B 错误；摩擦力与接触面平行，故选项 C、D 错误。

9.(2013·安徽卷)如图所示，细线的一端系一质量为 m 的小球，另一端固定在倾角为 θ 的光滑斜面体顶端，细线与斜面平行。在斜面体以加速度 a 水平向右做匀加速直线运动的过程中，小球始终静止在斜面上，小球受到细线的拉力 T 和斜面的支持力为 F_N 分别为(重力加速度为 g)



A.T=m(gsinθ+acosθ)，F_N=m(gcosθ-asinθ)

B.T=m(gsinθ+acosθ)，F_N=m(gsinθ-acosθ)

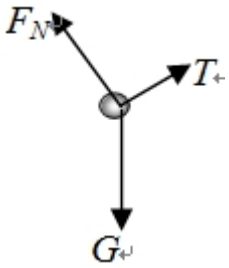
C.T=m(acosθ-gsinθ)，F_N=m(gcosθ+asinθ)

D.T=m(asinθ-gcosθ)，F_N=m(gsinθ+acosθ

【答案】A

【解析】对球受力分析如图所示，沿水平方向和竖直方向正交分解：

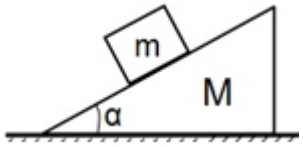
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



水平方向：$T\cos\theta-F_N\sin\theta=ma$；竖直方向：$T\sin\theta+F_N\cos\theta=mg$。

联立两式，解得：$T=m(g\sin\theta+a\cos\theta)$，$F_N=m(g\cos\theta-a\sin\theta)$，故 A 正确。

10.(2013·北京卷)倾角为 α、质量为 M 的斜面体静止在水平桌面上，质量为 m 的木块静止在斜面体上。下列结论正确的是



A.木块受到的摩擦力大小是 mgcosα

B.木块对斜面体的压力大小是 mg sinα

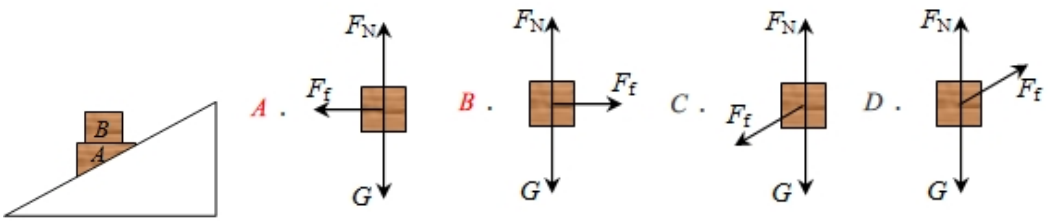
C.桌面对斜面体的摩擦力大小是 mg sin αcosα

D.桌面对斜面体的支持力大小是(M+m)g

【答案】D

【解析】对 m 进行受力分析可知，木块受到的 f=mgsinα，A 错误；斜而对木块的支持力 N=mgcosα，B 错误；将木块与斜面体做为一个整体，可知桌面对斜面体的摩擦力为零，支持力大小等于(M+m)g，C 错误，D 正确。

11.(2012·上海卷)如图，光滑斜面固定于水平面，滑块 A、B 叠放后一起冲上斜面，且始终保持相对静止，A 上表面水平。则在斜面上运动时，B 受力的示意图为



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】整体向上做匀减速直线运动，加速度方向沿斜面向下，则 B 的加速度方向沿斜面向下。根据牛顿第二定律知，B 的合力沿斜面向下，则 B 一定受到水平向左的摩擦力以及重力和支持力。故 A 正确，B、C、D 错误。

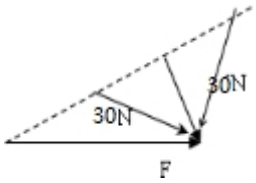
12.(2012·上海卷)已知两个共点力的合力为 50N，分力 F_1 的方向与合力 F 的方向成 30°角，分力 F_2 的大小为 30N。则

A.F_1 的大小是唯一的　　B.F_2 的力向是唯一的

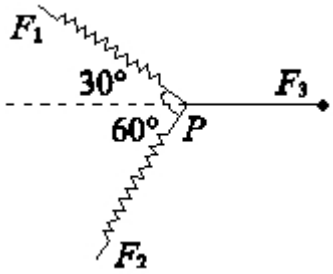
C.F_2 有两个可能的方向　　D.F_2 可取任意方向

【答案】C

【解析】已知一个分力有确定的方向，与 F 成 30°夹角，知另一个分力的最小值为 $Fsin30° = 25N$，而另一个分力大小大于 25N 小于 30N，所以分解的组数有两组解。如图，故 C 正确，ABD 错误



13.(2011·广东卷)如图所示的水平面上，橡皮绳一端固定，另一端连接两根弹簧，连接点 P 在 F_1、F_2 和 F_3 三力作用下保持静止。下列判断正确的是

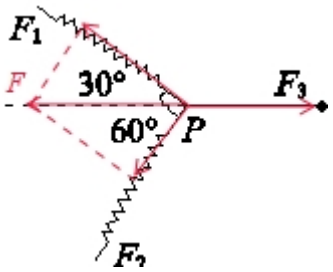


A.$F_1 > F_2 > F_3$　　B. $F_3 > F_1 > F_2$　　C. $F_2 > F_3 > F_1$　　D. $F_3 > F_2 > F_1$

【答案】B

【解析】对 P 点受力分析，如图

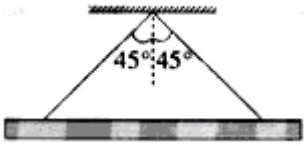
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



根据共点力平衡条件 $F_1 = F_3 cos30° = \frac{\sqrt{3}}{2} F_3$， $F_2 = F_3 sin30° = \frac{1}{2} F_3$

因而 $F_3 > F_1 > F$，B 正确

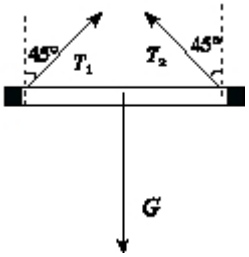
14.(2012 广东卷)如图所示，两根等长的轻绳将日光灯悬挂在天花板上，两绳与竖直方向的夹角都为 45°，日光灯保持水平，所受重力为 G，左右两绳的拉力大小分别为



A. G 和 G　　B. $\frac{\sqrt{2}}{2} G$ 和 $\frac{\sqrt{2}}{2} G$　　C. $\frac{1}{2} G$ 和 $\frac{\sqrt{3}}{2} G$　　D. $\frac{1}{2} G$ 和 $\frac{1}{2} G$

【答案】B

【解析】日光灯受力如图所示，



将 T_1、T_2 分别向水平方向和竖直方向分解，则有：$T_1 \cos 45^0 = T_2 \cos 45^0$

$T_1 sin45° + T_2 sin45° = G$

解得：$T_1 = T_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} G$，故选 B。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

15.(2014·山东卷)如图，用两根等长轻绳将木板悬挂在竖直木桩上等高的两点，制成一简易秋千。某次维修时将两轻绳剪去一小段，但仍保持等长且悬挂点不变。木板静止时，F_1 表示木板所受合力的大小，F_2 表示单根轻绳对木反拉力的大小，则维修后

A.F_1 不变，F_2 变大　　B.F_1 不变，F_2 变小

C.F_1 变大，F_2 变大　　D.F_1 变小，F_2 变小

【答案】A

【解析】前后两次木板始终处于静止状态，因此前后两次木板所受合力 F_1 都等于零，保持不变，C、D 错误；绳子剪去一段后长度变短，悬挂木板时绳子与竖直方向夹角 θ 变大，将力沿水平方向和竖直方向正交分解，在竖直方向上，$2F_2\cos\theta=mg$，而物体的重力不变，因此单根绳的拉力 F_2 变大，A 正确，B 错误。

16.(2017·新课标III卷)一根轻质弹性绳的两端分别固定在水平天花板上相距 80cm 的两点上，弹性绳的原长也为 80 cm。将一钩码挂在弹性绳的中点，平衡时弹性绳的总长度为 100 cm；再将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点，则弹性绳的总长度变为(弹性绳的伸长始终处于弹性限度内)

A.86 cm　　B. 92 cm　　C. 98 cm　　D.104 cm

【答案】B

【解析】设弹性绳的劲度系数为 k，左、右两半段绳的伸长量

$\Delta L=\dfrac{100cm-80cm}{2}=10cm$，由共点力的平衡条件可知，钩码的重力

$G=2k\Delta L\dfrac{\sqrt{100^2+80^2}}{100}=1.2k\Delta L$，将弹性绳的两端缓慢移至天花板上同一点时，钩码的重力 G=2k△L'，解得△L'＝0.6△L＝6cm，则强性绳的兑长度变为 80cm＋2△L'＝92cm，故选 B。

17.(2012·海南卷)下列关于摩擦力的说法，正确的是

A.作用在物体上的滑动摩擦力只能使物体减速，不可能使物体加速

B.作用在物体上的静摩擦力只能使物体加速，不可能使物体减速

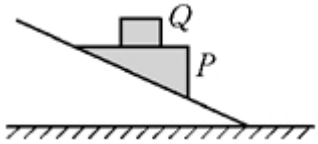
C.作用在物体上的滑动摩擦力既可能使物体减速，也可能使物体加速

D.作用在物体上的静摩擦力既可能使物体加速，也可能使物体减速

【答案】CD

【解析】作用在物体上的滑动摩擦力方向，若与物体的运动方向相同时，能使物体加速，比如物体轻轻放在水平匀速传动的传送带上时物体受到滑动摩擦力而加速.故 A 错误；当静摩擦力与物体的运动方向相反时，物体可能做减速运动.故 B 错误；当滑动摩擦力方向与物体的运动方向相同时，物体可能做加速运动；当滑动摩擦力方向与物体的运动方向相反时，物体可能做减速运动.故 C 正确；当静摩擦力方向与物体的运动方向相同时，物体可能做加速运动；当静摩擦力方向与物体的运动方向相反时，物体可能做减速运动.故 D 正确；故选 CD。

18.(2013·广东卷)如图所示，物体 P 静止于固定的斜面上，P 的上表面水平。现把物体 Q 轻轻地叠放在 P 上，则



A.P 向下滑动　　B.P 静止不动

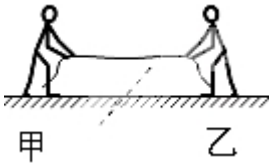
C.P 所受的合外力增大　　D.P 与斜面间的静摩擦力增大

【答案】BD

【解析】由于物体 Q 轻轻地叠放在 p 上，相当于增大物体 p 重力，整体法分析受力知，p 仍静止不动，p 与斜面间的静摩擦力增大，故 B、D 正确。

19.(2011·浙江卷)如图所示，甲、乙两人在冰面上“拔河”。两人中间位置处有一分界线，约定先使对方过分界线者为赢。若绳子质量不计，冰面可看成光滑，则下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.甲对绳的拉力与绳对甲的拉力是一对平衡力

B.甲对绳的拉力与乙对绳的拉力是作用力与反作用力

C.若甲的质量比乙大，则甲能赢得“拔河”比赛的胜利

D.若乙收绳的速度比甲快，则乙能赢得“拔河”比赛的胜利

【答案】C

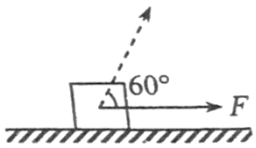
【解析】甲对绳的拉力与绳对甲的拉力是作用力和反作用力，故 A 错误；

甲对绳的拉力与乙对绳的拉力的一对平衡力，故 B 错误；

若甲的质量比乙大，则甲的加速度比乙的小，可知乙先到分界线，故甲能赢得“拔河”比赛的胜利，故 C 正确；

收绳速度的快慢并不有决定“拔河”比赛的输赢，故 D 错误。

20.(2017·新课标Ⅱ卷)如图，一物块在水平拉力 F 的作用下沿水平桌面做匀速直线运动。若保持 F 的大小不变，而方向与水平面成 60°角，物块也恰好做匀速直线运动。物块与桌面间的动摩擦因数为



A. $2-\sqrt{3}$　　B. $\frac{\sqrt{3}}{6}$　　C. $\frac{\sqrt{3}}{3}$　　D. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

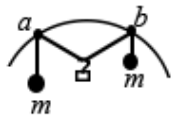
【答案】C

【解析】F 水平时：$F=\mu mg$；当保持 F 的大小不变，而方向与水平面成 60°角时，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$F\cos 60° = \mu(mg - F\sin 60°)$，联立解得：$\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$，故选 C。

21.(2016·全国新课标Ⅲ卷)如图，两个轻环 a 和 b 套在位于竖直面内的一段固定圆弧上；一细线穿过两轻环，其两端各系一质量为 m 的小球。在 a 和 b 之间的细线上悬挂一小物块。平衡时，a、b 间的距离恰好等于圆弧的半径。不计所有摩擦。小物块的质量为

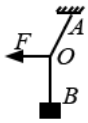


A.$\frac{m}{2}$　　B.$\frac{\sqrt{3}}{2}m$　　C.m　　D.2m

【答案】C

【解析】根据题意设悬挂小物块的点为 O'，圆弧的圆心为 O，由于 ab＝R，所以三角形 Oab 为等边三角形，根据几何知识可得∠Ao'b=120°，而一条绳子上的拉力相等，故 T=mg，小物块受到两条绳子的拉力作用且两力大小相等，夹角为 120°，故受到的拉力的合力等于 mg，因为小物块受到绳子的拉力和重力作用，处于静止状态，故拉力的合力等于小物块的重力，为 mg，所以小物块的质量为 m，所以 C 正确。

22.(2016·全国新课标Ⅱ卷)质量为 m 的物体用轻绳 AB 悬挂于天花板上。用水平向左的力 F 缓慢拉动绳的中点 O，如图所示。用 T 表示绳 OA 段拉力的大小，在 O 点向左移动的过程中



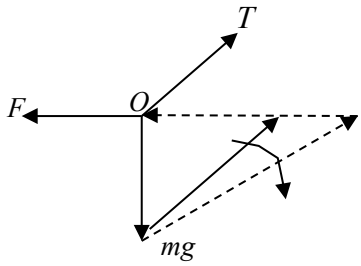
A.F 逐渐变大，T 逐渐变大　　B.F 逐渐变大，T 逐渐变小

C.F 逐渐变小，T 逐渐变大　　D.F 逐渐变小，T 逐渐变小

【答案】A

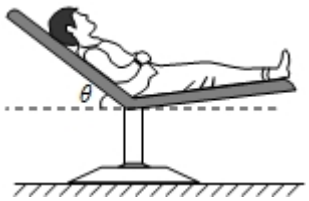
公众号"真题备考"，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】对结点 O 受力分析，重力的大小和方向均不变，水平拉力 F 的方向不变，绳拉力在转动，满足三力平衡的动态平衡，如图所示：



可得，水平拉力 F 逐渐增大，绳的拉力逐渐增大，故选 A。

23.(2013·重庆卷)如题图所示，某人静躺在椅子上，椅子的靠背与水平面之间有固定倾斜角θ。若此人所受重力为 G，则椅子各部分对他的作用力的合力大小为



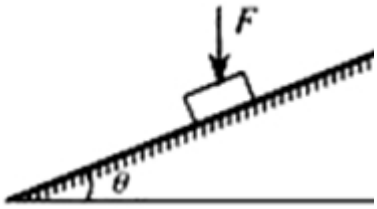
A.G　　B.Gsinθ　　C.Gcosθ　　D.Gtanθ

【答案】A

【解析】该人处于静止状态，椅子各部分对他的作用力的合力与其重力等大反向，所以该合力等于 G。

【考点定位】受力分析、共点力的平衡

24.(2011·安徽卷)一质量为 m 的物块恰好静止在倾角为θ的斜面上。现对物块施加一个竖直向下的恒力 F，如图所示。则物块



A.仍处于静止状态

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.沿斜面加速下滑

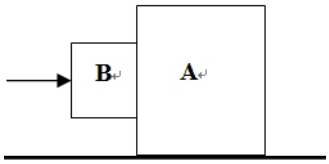
C.受到的摩擦力不便

D.受到的合外力增大

【答案】A

【解析】由于质量 m 的物块恰好静止在倾角为 θ 的斜面上，说明斜面对物块的作用力与物块的重力平衡，斜面与物块的动摩擦因数 μ＝tanθ。对物块施加一个竖直向下的恒力 F，使得合力仍然为零，故物块仍处于静止状态，A 正确 BD 错误；摩擦力由 mgsinθ 增大到 (F+mg)sinθ，C 错误。

25.(2015·山东卷·T16)如图，滑块 A 置于水平地面上，滑块 B 在一水平力作用下紧靠滑块 A(A、B 接触面竖直)，此时 A 恰好不滑动，B 刚好不下滑。已知 A 与 B 间的动摩擦因数为 μ_1，A 与地面间的动摩擦因数为 μ_2，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。A 与 B 的质量之比为



A. $\frac{1}{\mu_1\mu_2}$　　B. $\frac{1-\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$　　C. $\frac{1+\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$　　D. $\frac{2+\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$

【答案】B

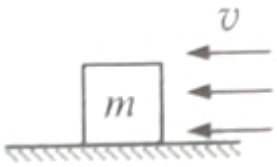
【解析】物体 AB 整体在水平方向受力平衡，由平衡条件可得：$F=\mu_2(m_A+m_B)g$；对物体 B 在竖直方向平衡有：$\mu_1F=m_Bg$；联立解得：$\frac{m_A}{m_B}=\frac{1-\mu_1\mu_2}{\mu_1\mu_2}$，选项 B 正确.

【考点定位】共点力平衡条件.

26.(2015·上海卷·T14)如图，一质量为 m 的正方体物块置于风洞内的水平面上，其一面与风速垂直，当风速为 v_0 时刚好能推动该物块。已知风对物块的推力 F 正比于 Sv^2，其中 v 为风速、S 为物块迎风面积。当风速变为 2 v_0 时，刚好能推动用同一材料做成的另一正方体物块，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则该物块的质量为

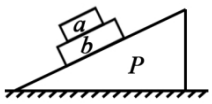


A.4m　　B.8m　　C.32m　　D.64m

【答案】D

【解析】一质量为 m 的正方体的边长为 a，刚好被推动，在水平方向上受到风力和最大静摩擦力，最大静摩擦力与正压力成正比的，设比例系数为 μ，且二力大小相等，$\mu mg = kSv_0^2$，得：$\mu a^3 g = ka^2 v_0^2$ 同理另一块质量为 m′正方形的边长为 b，刚好被推动时，有 $\mu b^3 g = kb^2 v_0^2$，解得 b=4a，所以质量为 m′正方形的体积是质量为 m 正方形体积的 64 倍，所以 m′=64m，故 D 正确，A、B、C 错误。

27.(2016·海南卷)如图，在水平桌面上放置一斜面体 P，两长方体物块 a 和 b 叠放在 P 的斜面上，整个系统处于静止状态。若将 a 和 b、b 与 P、P 与桌面之间摩擦力的大小分别用 f_1、f_2 和 f_3 表示。则



A.$f_1=0$，$f_2\neq0$，$f_3\neq0$　　B.$f_1\neq0$，$f_2=0$，$f_3=0$

C.$f_1\neq0$，$f_2\neq0$，$f_3=0$　　D.$f_1\neq0$，$f_2\neq0$，$f_3\neq0$

【答案】C

【解析】对整体受力分析可知，整体相对地面没有相对运动趋势，故 $f_3=0$;再将 a 和 b 看成一个整体，a、b 整体有相对斜面向下运动的趋势，故 b 与 P 之间有摩擦力，即 $f_2\neq0$，再对 a 受力分析可知，a 相对于 b 有向下运动的趋势，a 和 b 之间存在摩擦力作用，即 $f_1\neq0$。选项 C 正确。

28.(2016·浙江卷)如图所示为一种常见的身高体重测量仪。测量仪顶部向下发射波速为 v 的超

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

声波，超声波经反射后返回，被测量仪接收，测量仪记录发射和接收的时间间隔。质量为M_0的测重台置于压力传感器上，传感器输出电压与作用在其上的压力成正比。当测重台没有站人时，测量仪记录的时间间隔为t_0，输出电压为U_0，某同学站上测重台，测量仪记录的时间间隔为t，输出电压为U，则该同学身高和质量分别为

A.$v(t_0-t)$，$\frac{M_0}{U_0}U$　　B.$\frac{1}{2}v(t_0-t)$，$\frac{M_0}{U_0}U$

C. $v(t_0-t)$，$\frac{M_0}{U_0}(U-U_0)$　　D. $\frac{1}{2}v(t_0-t)$，$\frac{M_0}{U_0}(U-U_0)$

【答案】D

【解析】当测重台没有站人时，$2x=vt_0$；站人时，$2(x-h)=vt$；解得 $h=\frac{1}{2}v(t_0-t)$；无人站立时：$U_0=KM_0g$；有人时，$U=k(M_0g+mg)$，解得：$m=\frac{M_0}{U_0}(U-U_0)$；故选 D。

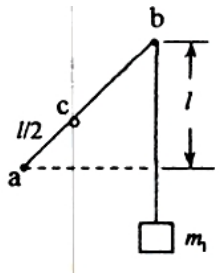
【考点定位】物体的平衡；传感器及速度的计算问题

【名师点睛】此题以身高体重测量仪为背景，考查了物体的平衡、传感器及速度的计算问题。解本题的关键是搞清测量的原理，然后联系物理知识列方程解答；此题难度不大，但是题目新颖，有创新，能较好地考查学生分析问题、处理问题的能力。

29.(2011·海南卷)如图，墙上有两个钉子 a 和 b，它们的连线与水平方向的夹角为 45°，两者的高度差为 l。一条不可伸长的轻质细绳一端固定于 a 点，另一端跨过光滑钉子 b 悬挂一质量为 m_1 的重物。在绳子距 a 端 $\frac{l}{2}$ 得 c 点有一固定绳圈。若绳圈上悬挂质量为 m_2 的钩码，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

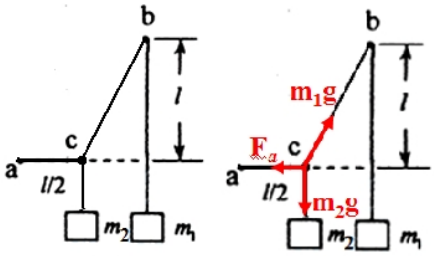
平衡后绳的 ac 段正好水平，则重物和钩码的质量比 $\frac{m_1}{m_2}$ 为



A. $\sqrt{5}$　　B.2　　C. $\frac{\sqrt{5}}{2}$　　D. $\sqrt{2}$

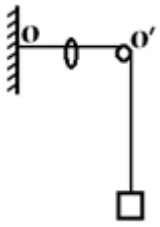
【答案】C

【解析】挂上质量为 m_2 的钩码后，依题意得，c 点变成在如图 1 所示位置，对 c 处的绳圈受力分析如图 2 所示，由共点力平衡条件与几何关系可得：



$\frac{m_1 g}{m_2 g}=\frac{\sqrt{l^2+(\frac{l}{2})^2}}{l}=\frac{\sqrt{5}}{2}$，选 C。

30.(2014·海南卷)如图，一不可伸长的光滑轻绳，其左端固定于O点，右端跨过位于O'点的固定光滑轴悬挂一质量为M的物体；OO'段水平，长度为L；绳上套一可沿绳滑动的轻环。现在轻环上悬挂一钩码，平衡后，物体上升L。则钩码的质量为



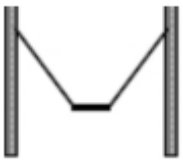
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}M$　　B. $\frac{\sqrt{3}}{2}M$　　C. $\sqrt{2}M$　　D. $\sqrt{3}M$

【答案】D

【解析】假设平衡后轻环位置为P，平衡后，物体上升L，说明此时POO'恰好构成一个边长为L的正三角形，绳中张力处处相等，均为Mg，故钩码的重力恰好与PO'、PO拉力的合力等大反向，由三角函数关系可知，钩码的重力为$\sqrt{3}Mg$，故其质量为$\sqrt{3}M$，选D。

31.(2014·山东卷)如图，用两根等长轻绳将木板悬挂在竖直木桩上等高的两点，制成一简易秋千。某次维修时将两轻绳剪去一小段，但仍保持等长且悬挂点不变。木板静止时，F_1表示木板所受合力的大小，F_2表示单根轻绳对木反拉力的大小，则维修后



A.F_1不变，F_2变大　　B.F_1不变，F_2变小　　C.F_1变大，F_2变大　　D.F_1变小，F_2变小

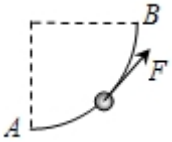
【答案】A

【解析】前后两次木板始终处于静止状态，因此前后两次木板所受合力F_1都等于零，保持不变，C、D错误；

绳子剪去一段后长度变短，悬挂木板时绳子与竖直方向夹角θ变大，将力沿水平方向和竖直方向正交分解，在竖直方向上，$2F_2\cos\theta=mg$，而物体的重力不变，因此单根绳的拉力F_2变大，故A正确，B错误。

32.(2014·上海卷)如图，光滑的四分之一圆弧轨道A、B固定在竖直平面内，A端与水平面相切，穿在轨道上的小球在拉力F的作用下，缓慢地由A向B运动，F始终沿轨道的切线方向，轨道对球的弹力为N。在运动过程中

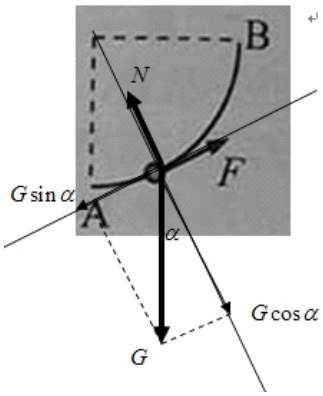
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



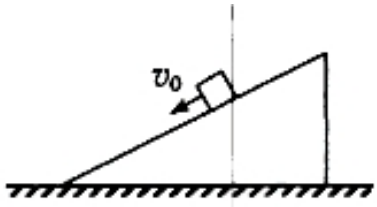
(A)F增大，N减小　(B)F减小，N减小　(C)F增大，N增大　(D)F减小，N增大

【答案】A

【解析】受力分析如下图，设小球所在位置的半径与竖直方向夹角为α，沿半径和切线方向对受力进行正交分解，小球缓慢运动，两个方向均受力平衡，所以半径方向N=Gcosα，切线方向F=Gsinα，随小球缓慢移动，α逐渐变大，N变小，F增大，选项A对。



33.(2011·海南卷)如图，粗糙的水平地面上有一斜劈，斜劈上一物块正在沿斜面以速度 v_0 匀速下滑，斜劈保持静止，则地面对斜劈的摩擦力



A.等于零

B.不为零，方向向右

C.不为零，方向向左

D.不为零，v_0 较大时方向向左，v_0 较小时方向向右

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由于物块匀速下滑，结合共点力平衡条件对物块进行受力分析，斜劈对物块的静摩擦力作用沿斜面向上，则物块对斜劈的静摩擦力作用沿斜面向下(即沿左下方)，则地面对斜劈的静摩擦力必须沿水平向右才能保证斜劈静止，所以答案选 B。

34.(2012·新课标卷)如图，一小球放置在木板与竖直墙面之间。设墙面对球的压力大小为 N_1，球对木板的压力大小为 N_2。以木板与墙连接点所形成的水平直线为轴，将木板从图示位置开始缓慢地转到水平位置。不计摩擦，在此过程中

A.N_1 始终减小，N_2 始终增大

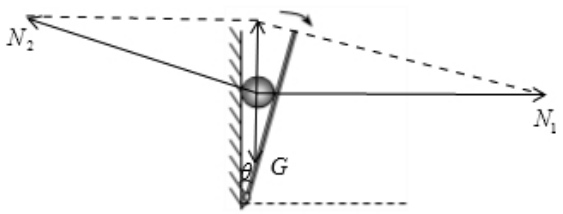
B.N_1 始终减小，N_2 始终减小

C.N_1 先增大后减小，N_2 始终减小

D.N_1 先增大后减小，N_2 先减小后增大

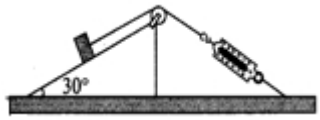
【答案】B

【解析】以小球为研究对象，分析受力情况：重力 G、墙面的支持力 N_1'和木板的支持力 N_2'。根据牛顿第三定律得知，$N_1=N_1'$， $N_2=N_2'$。根据平衡条件得：$N_1'=Gcot\theta$，$N_2'=\frac{G}{sin\theta}$，将木板从图示位置开始缓慢地转到水平位置的过程中，θ 增大，cotθv 减小，sinθ 增大，则 N_1'和 N_2'都始终减小，故 N_1 和 N_2 都始终减小，故选 B。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

35.(2012·浙江卷)如图所示，与水平面夹角为 30°的固定斜面上有一质量 m=1.0kg 的物体。细绳的一端摩擦不计的定滑轮与固定的弹簧秤相连。物体静止在斜面上，弹簧秤的示数为4.9N。关于物体受力的判断(取 g=9.8m/s²)，下列说法正确的是



A.斜面对物体的摩擦力大小为零

B.斜面对物体的摩擦力大小为 4.9N，方向沿斜面向上

C.斜面对物体的摩擦力大小为 4.9N，方向沿斜面向上

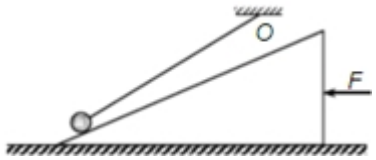
D.斜面对物体的摩擦力大小为 4.9N，方向垂直斜面向上

【答案】A

【解析】物体重力沿斜面方向下的分力 $G_x = mgsin30° = 4.9N$，与弹簧的弹力相等，根据共点力平衡，知物体不受摩擦力作用.故 A 正确，B 错误；根据共点力平衡得，

$N = mgcos30° = 4.9\sqrt{3}N$，方向垂直于斜面向上.故 C、D 错误；故选 A.

36.(2013·天津卷)如图所示，小球用细绳系住，绳的另一端固定于 O 点，现用水平 F 缓慢推动斜面体，小球在斜面上无摩擦地滑动，细绳始终处于直线状态，当小球升到接近斜面顶端时细绳接近水平，此过程中斜面对小球的支持力 F_N，以及绳对小球的拉力 F_T 的变化情况是(　　)



A.F_N 保持不变，F_T 不断增大　　B.F_N 不断增大，F_T 不断减小

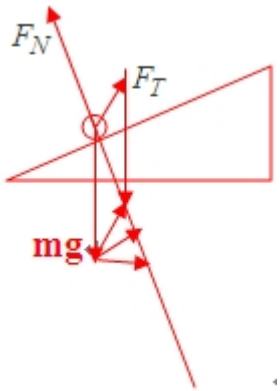
C.F_N 保持不变，F_T 先增大后减小　　D.F_N 不断增大，F_T 先减小后增大

【答案】D

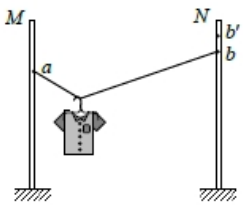
【解析】小球受力情况如图所示，重力和 F_T 的合力与 F_N 平衡，在用水平力 F 缓慢推动斜面

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

体过程中，代表 F_T 的矢量箭头先变小后变大，代表重力和 F_T 的合力的线段一直增大，故 D 正确。



37.(2017·天津卷)如图所示，轻质不可伸长的晾衣绳两端分别固定在竖直杆 M、N 上的 a、b 两点，悬挂衣服的衣架钩是光滑的，挂于绳上处于静止状态。如果只人为改变一个条件，当衣架静止时，下列说法正确的是



A.绳的右端上移到 b’，绳子拉力不变

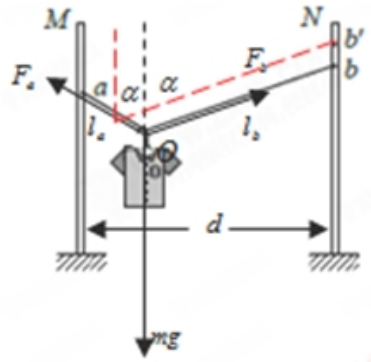
B.将杆 N 向右移一些，绳子拉力变大

C.绳的两端高度差越小，绳子拉力越小

D.若换挂质量更大的衣服，则衣架悬挂点右移

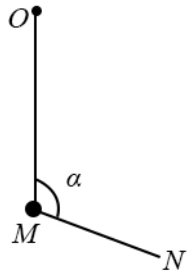
【答案】AB

【解析】设两杆间距离为 d，绳长为 l，Oa、Ob 段长度分别为 l_a 和 l_b，则 $l=l_a+l_b$，两部分绳子与竖直方向夹角分别为 α 和 β，受力分析如图所示。



绳子中各部分张力相等，$F_a=F_b=F$，则 α=β。满足 2Fcosα=mg，$d=l_a\sin\alpha+l_b\sin\alpha=l\sin\alpha$，即 $\sin\alpha=\frac{d}{l}$，$F=\frac{mg}{2\cos\alpha}$，d 和 l 均不变，则 sinα 为定值，α 为定值，cosα 为定值，绳子的拉力保持不变，衣服的位置不变，故 A 正确，CD 错误;将杆 N 向右移一些，d 增大，则 sinα 增大，cosα 减小，绳子的拉力增大，故 B 正确。

38.(2017·新课标I卷)如图，柔软轻绳 ON 的一端 O 固定，其中间某点 M 拴一重物，用手拉住绳的另一端 N。初始时，OM 竖直且 MN 被拉直，OM 与 MN 之间的夹角为 $\alpha\left(\alpha>\frac{\pi}{2}\right)$。现将重物向右上方缓慢拉起，并保持夹角 α 不变。在 OM 由竖直被拉到水平的过程中



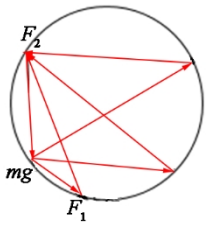
A.MN 上的张力逐渐增大　　B.MN 上的张力先增大后减小

C.OM 上的张力逐渐增大　　D.OM 上的张力先增大后减小

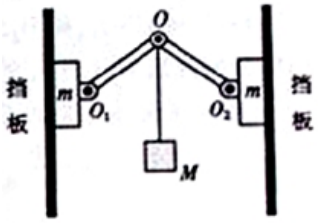
【答案】AD

【解析】以重物为研究对象，受重力 mg，OM 绳上拉力 F_2，MN 上拉力 F_1，由题意知，三个力合力始终为零，矢量三角形如图所示，在 F_2 转至水平的过程中，MN 上的张力 F_1 逐渐增大，OM 上的张力 F_2 先增大后减小，所以 AD 正确，BC 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



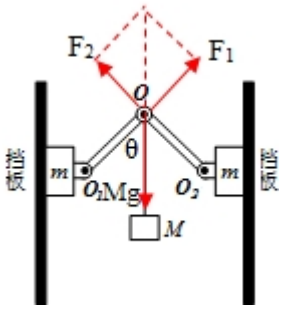
39.(2012·山东卷)如图所示，两相同轻质硬杆 OO_1、OO_2 可绕其两端垂直纸面的水平轴 O、O_1、O_2 转动，在 O 点悬挂一重物 M，将两相同木块 m 紧压在竖直挡板上，此时整个系统保持静止。F_f 表示木块与挡板间摩擦力的大小，F_N 表示木块与挡板间正压力的大小。若挡板间的距离稍许增大后，系统仍静止且 O_1、O_2 始终等高，则



A.F_f 变小　　B.F_f 不变　　C.F_N 变小　　D.F_N 变大

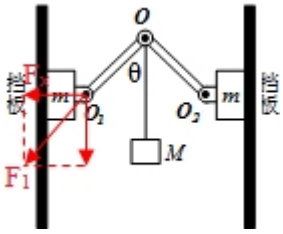
【答案】BD

【解析】先对三个物体以及支架整体受力分析，受重力$(2m+M)g$，2 个静摩擦力，两侧墙壁对整体有一对支持力，根据平衡条件，有：$2F_f=(M+2m)g$，解得 $F_f=\frac{1}{2}(M+2m)g$，故静摩擦力不变，故 A 错误，B 正确；将细线对 O 的拉力按照效果正交分解，如图



设两个杆夹角为 θ，则有 $F_1=F_2=\frac{Mg}{2\cos\theta}$，再将杆对滑块 m 的推力 F_1 按照效果分解，如图

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



根据几何关系，有

$F_x = F_1 \cdot sin\theta$

故 $F_x = \frac{Mg}{2cos\theta} \cdot sin\theta = \frac{Mgtan\theta}{2}$，若挡板间的距离稍许增大后，角 θ 变大，$F_x$ 变大，故滑块 m 对墙壁的压力变大，故 C 错误，D 正确；故选：BD.

40.(2015·广东卷·T19)如图 7 所示，三条绳子的一端都系在细直杆顶端，另一端都固定在水平面上，将杆竖直紧压在地面上，若三条绳长度不同，下列说法正确的有

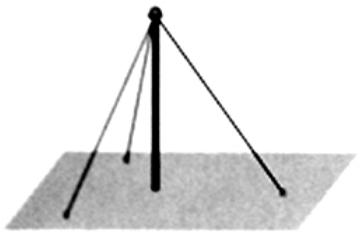


图 7

A.三条绳中的张力都相等　　B.杆对地面的压力大于自身重力

C.绳子对杆的拉力在水平方向的合力为零　　D.绳子拉力的合力与杆的重力是一对平衡力.

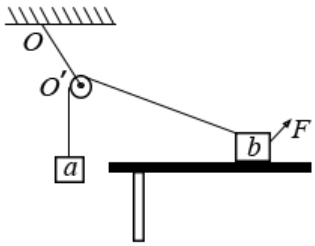
【答案】BC

【解析】因为杆静止，受力平衡，所以在水平、竖直面内的合力分别为零，故选项 C 正确；由于三条绳长度不同，因此三条绳与直杆间夹角不同，若三条绳中的张力都相等，在同一水平面内的分量因夹角不同而不同，所以水平面内杆受力不能平衡，故选项 A 错误；又因绳中拉力在竖直方向的分量均竖直向下，所以地面对杆的支持力大于杆的重力，根据牛顿第三定律可知，杆对地面的压力大于自身重力，故选项 B 正确；绳子拉力的合力与杆自身重力无关，属于杆受到的外力，在竖直方向上，它们的总合力与地面对杆的支持力为平衡力，故选项 D 错误。

41.(2016·全国新课标I卷)如图，一光滑的轻滑轮用细绳 OO'悬挂于 O 点；另一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块 a，另一端系一位于水平粗糙桌面上的物块 b。外力 F 向右上方拉 b，整个

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

系统处于静止状态。若 F 方向不变，大小在一定范围内变化，物块 b 仍始终保持静止，则



A.绳 OO'的张力也在一定范围内变化

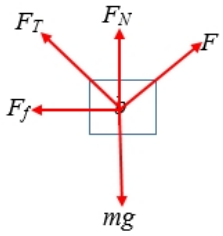
B.物块 b 所受到的支持力也在一定范围内变化

C.连接 a 和 b 的绳的张力也在一定范围内变化

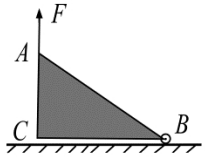
D.物块 b 与桌面间的摩擦力也在一定范围内变化

【答案】BD

【解析】物块 b 始终保持静止，可知物块 a 也始终保持静止，滑轮两侧绳子的夹角也不变，可知连接物块 a 和 b 的绳的张力等于物块 a 的重力，所以连接物块 a 和 b 的绳的张力保持不变，夹角不变，所以，绳 OO'的张力也不变，故 A、C 错误；对物块 b 进行受力分析如图所示，可知，若 F 方向不变，大小在一定范围内变化时，重力 mg 和绳子的拉力 F_T 保持不变，所以，物块 b 所受到的支持力也在一定范围内变化，物块 b 与桌面间的摩擦力也在一定范围内变化，故 B、D 正确



42.(2016·上海卷)如图，始终竖直向上的力 F 作用在三角板 A 端，使其绕 B 点在竖直平面内缓慢地沿顺时针方向转动一小角度，力 F 对 B 点的力矩为 M，则转动过程中



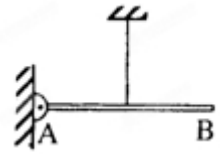
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.M 减小，F 增大　　B.M 减小，F 减小　　C.M 增大，F 增大　　D.M 增大，F 减小

【答案】A

【解析】根据题意，对三角板受力分析受到重力、支持力和拉力，由于缓慢转动，三角板近似平衡，所以有：G=N+F，在转动过程中，支持力减小而拉力 F 在增加；力矩是力与力到作用点的距离的乘积，应用极端思维法，当三角板竖直时，力与转动轴的距离为零，此时力矩为零，故此过程中力矩在减小，选项 A 正确。

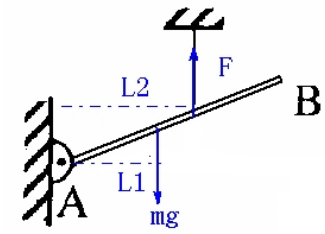
43.(2012·上海卷)如图，竖直轻质悬线上端固定，下端与均质硬棒 AB 中点连接，棒长为线长二倍。棒的 A 端用铰链固定在墙上，棒处于水平状态。改变悬线长度，使线与棒的连接点逐渐右移，并保持棒仍处于水平状态。则悬线拉力



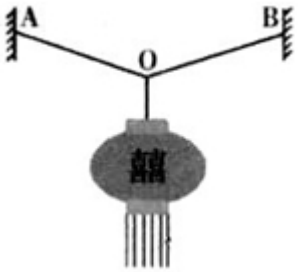
A.逐渐减小　　B.逐渐增大　　C.先减小后增大　　D.先增大后减小

【答案】A

【解析】如图所示根据力距平衡条件：$mg\times L_1=F\times L_2$ 由于线与棒的连接点逐渐右移，则 L_1 与 L_2 的比值越来越大，因此悬线拉力 F 越来越小。



44.(2010·广东卷·T13)图 2 为节日里悬挂灯笼的一种方式，A、B 点等高，O 为结点，轻绳 AO、BO 长度相等，拉力分别为 F_A、F_B，灯笼受到的重力为 G，下列表述正确的是



A.F_A 一定小于 G　　B.F_A 与 F_B 大小相等

C.F_A 与 F_B 是一对平衡力　　D.F_A 与 F_B 大小之和等于 G

【答案】B

【解析】由等高等长知，左右力对称，选项 B 正确。选项 A 错误，有可能大于；选项 D 错误，不是大小之和而是矢量之和。选项 C 错误，这两个力的矢量和与重力是平衡力。

45.(2010•广东卷•T20)下列关于力的说法正确的是

A.作用力和反作用力作用在同一物体上

B.太阳系中的行星均受到太阳的引力作用

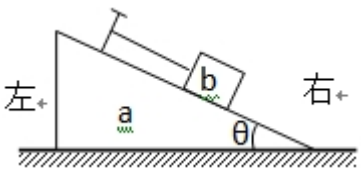
C 运行的人造地球卫星所受引力的方向不变

D.伽利略的理想实验说明了力不是维持物体运动的原因

【答案】BD

【解析】选项 A 错误，应该是两个物体上；选项 C 错误，方向是变化的。

46.(2010·海南卷·T5)如右图，水平地面上有一楔形物块 a，其斜面上有一小物块 b，b 与平行于斜面的细绳的一端相连，细绳的另一端固定在斜面上.a 与 b 之间光滑，a 和 b 以共同速度在地面轨道的光滑段向左运动.当它们刚运行至轨道的粗糙段时



A.绳的张力减小，b 对 a 的正压力减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

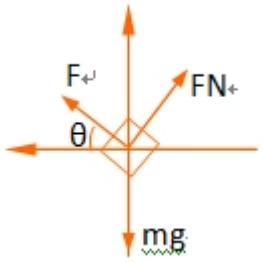
B.绳的张力增加，斜面对 b 的支持力增加

C.绳的张力减小，地面对 a 的支持力增加

D.绳的张力增加.地面对 a 的支持力减小

【答案】C

【解析】



在光滑段运动时，系统及物块 b 处于平衡状态，因此有 $F\cos\theta - F_N\sin\theta = 0$，$F\sin\theta + F_N\cos\theta - mg = 0$；当它们刚运行至轨道的粗糙段时，系统有水平向右的加速度，此时有两种可能，一是物块 b 仍相对静止，竖直方向加速度为零，则 $F\sin\theta + F_N\cos\theta - mg = 0$ 仍成立，但 $F\cos\theta - F_N\sin\theta = ma < 0$，因此绳的张力 F 将减小，而地面对 a 的支持力不变；二是物块 b 相对于 a 向上滑动，具有向上的加速度，是超重，因此绳的张力减小，地面对 a 的支持力增大，C 正确。

47.(2010·新课标Ⅰ卷·T15)一根轻质弹簧一端固定，用大小为 F_1 的力压弹簧的另一端，平衡时长度为 l_1；改用大小为 F_2 的力拉弹簧，平衡时长度为 l_2。弹簧的拉伸或压缩均在弹性限度内，该弹簧的劲度系数为

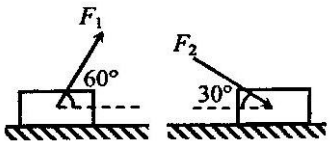
A. $\dfrac{F_2 - F_1}{l_2 - l_1}$　　B. $\dfrac{F_2 + F_1}{l_2 + l_1}$　　C. $\dfrac{F_2 + F_1}{l_2 - l_1}$　　D. $\dfrac{F_2 - F_1}{l_2 + l_1}$

【答案】C

【解析】本题考查胡克定律的计算。F＝kx，式中 x 为形变量，设弹簧原长为 l_0，则有 $F_1 = k(l_0 - l_1)$，$F_2 = (l_2 - l_0)$，连列方程组可以解得 $k = \dfrac{F_2 + F_1}{l_2 - l_1}$，C 项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

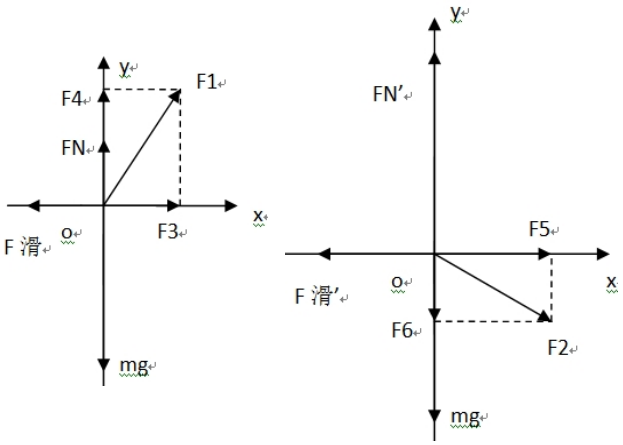
48.(2010·新课标Ⅰ卷·T18)如图所示，一物块置于水平地面上。当用与水平方向成60°角的力F_1拉物块时，物块做匀速直线运动；当改用与水平方向成30°角的力F_2推物块时，物块仍做匀速直线运动。若F_1和F_2的大小相等，则物块与地面之间的动摩擦因数为



A. $\sqrt{3}-1$　　B. $2-\sqrt{3}$　　C. $\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{1}{2}$　　D. $1-\frac{\sqrt{3}}{2}$

【答案】B

【解析】本题考查受力分析、动摩擦因数的计算。受力分析如图：

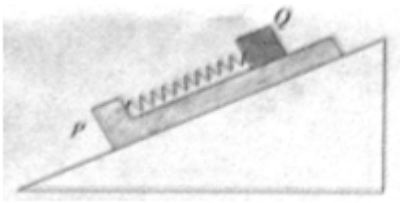


将F_1分解为F_3和F_4，F_2分解为F_5和F_6，则有：$F_{滑}=F_3$，$mg=F_4+F_N$；$F_{滑'}=F_5$，$mg+F_6=F_{N'}$，

而$F_{滑}=\mu F_N$，则有$F_1\cos60°=\mu(mg-F_1\sin60°)$，$F_2\cos30°=\mu(mg+F2\sin30°)$，$F_1=F_2$，解方程组得：$\mu=2-\sqrt{3}$，B项正确。

49.(2010·安徽卷·T19)L型木板P(上表面光滑)放在固定斜面上，轻质弹簧一端固定在木板上，另一端与置于木板上表面的滑块Q相连，如图所示。若P、Q一起沿斜面匀速下滑，不计空气阻力。则木板P 的受力个数为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



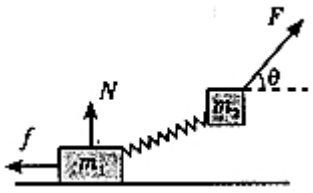
A.3　　B.4

C.5　　D.6

【答案】C

【解析】本题考查物体的受力分析，锻炼学生的思维严密性。P 物体首先受重力及斜面的支持力作用，然后对 P、Q 及弹簧组成的系统整体分析，能匀速下滑，说明斜面一定是粗糙的，则物体 P 要受斜面的摩擦力作用。再隔离 Q 物体，与重力沿斜面方向的分力平衡的是弹簧的弹力，此时弹簧处于压缩状态，对 P 也有弹力作用，另外还有 Q 对 P 的压力作用，共 5 个力。

50.(2010·山东卷·T17)如图所示，质量分别为 m_1、m_2 两个物体通过轻弹簧连接，在力 F 的作用下一起沿水平方向做匀速直线运动(m_1 在地面，m_2 在空中)，力 F 与水平方向成 θ 角。则 m_1 所受支持力 N 和摩擦力 f 正确的是



A.$N=m_1g+m_2g-F\sin\theta$

B.$N=m_1g+m_2g-F\cos\theta$

C.$f=F\cos\theta$

D.$f=F\sin\theta$

【答案】AC

【解析】本题考查共点力的平衡，主要考查考生的理解能力。选 m_1、m_2 整体受力分析，受重力$(m_1+m_2)g$、支持力 F_N、拉力 F 和摩擦力 F_f 作用。由共点力的平衡：水平方向 $F\cos\theta=$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

F_f，竖直方向 $F\sin\theta+F_N=(m_1+m_2)g$ 可解得 $F_N=(m_1+m_2)g-F\sin\theta$，故正确的选项为 AC。

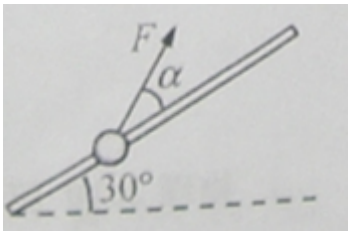
51.(2010·江苏卷·T3)如图所示，置于水平地面的三脚架上固定着一质量为 m 的照相机，三脚架的三根轻质支架等长，与竖直方向均成 $30°$ 角，则每根支架中承受的压力大小为

(A)$\frac{1}{3}mg$ (B)$\frac{2}{3}mg$ (C)$\frac{\sqrt{3}}{6}mg$ (D)$\frac{2\sqrt{3}}{9}mg$

【答案】D　难度：中等　本题考查力的平衡或力的合成。

【解析】$3F\cos 30^0=mg, F=\frac{2\sqrt{3}}{9}mg$。选 D

52.(2010·上海卷·T25)如图，固定于竖直面内的粗糙斜杆，在水平方向夹角为 30°，质量为 m 的小球套在杆上，在大小不变的拉力作用下，小球沿杆由底端匀速运动到顶端，为使拉力做功最小，拉力 F 与杆的夹角 a=____，拉力大小 F=_____。



【解析】$\begin{cases}F\sin\alpha=mg\cos 30^0\\ F\cos\alpha=mg\sin 30^0\end{cases}$，$\alpha=60^0$，$F=\sqrt{3}mg$，$W=mgh$。因为没有摩擦力，拉力做功最小。

本题考查力的分解，功等。难度：中等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 04　牛顿运动定律

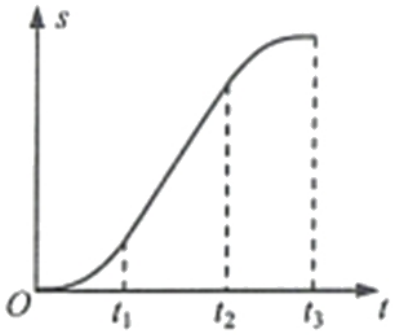
1. （2020·江苏卷）中欧班列在欧亚大陆开辟了“生命之路”，为国际抗疫贡献了中国力量。某运送防疫物资的班列由 40 节质量相等的车厢组成，在车头牵引下，列车沿平直轨道匀加速行驶时，第 2 节对第 3 节车厢的牵引力为 F。若每节车厢所受摩擦力、空气阻力均相等，则倒数第 3 节对倒数第 2 节车厢的牵引力为（　　）

A. F　　B. $\frac{19F}{20}$　　C. $\frac{F}{19}$　　D. $\frac{F}{20}$

【答案】C

【解析】根据题意可知第 2 节车厢对第 3 节车厢的牵引力为 F，因为每节车厢质量相等，阻力相同，故第 2 节对第 3 节车厢根据牛顿第二定律有 $F-38f=38ma$，设倒数第 3 节车厢对倒数第 2 节车厢的牵引力为 F_1，则根据牛顿第二定律有 $F_1-2f=2ma$，联立解得 $F_1=\frac{F}{19}$。故选 C。

2. （2020·山东卷）一质量为 m 的乘客乘坐竖直电梯下楼，其位移 s 与时间 t 的关系图像如图所示。乘客所受支持力的大小用 F_N 表示，速度大小用 v 表示。重力加速度大小为 g。以下判断正确的是（　　）



A. 0~t_1 时间内，v 增大，$F_N>mg$　　B. t_1~t_2 时间内，v 减小，$F_N<mg$

C. t_2~t_3 时间内，v 增大，$F_N<mg$　　D. t_2~t_3 时间内，v 减小，$F_N>mg$

【答案】D

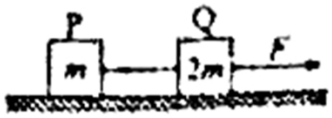
【解析】A．由于 s-t 图像的斜率表示速度，可知在 0~t_1 时间内速度增加，即乘客的加速度向下，处于失重状态，则 $F_N<mg$，选项 A 错误；B．在 t_1~t_2 时间内速度不变，即乘客的匀速下降，则 $F_N=mg$，选项 B 错误；CD．在 t_2~t_3 时间内速度减小，即乘客的减速下降，超重，则 $F_N>mg$，选项 C 错误，D 正确；故选 D。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 04 牛顿运动定律的应用

选择题

1.(2019•海南卷•T5)如图，两物块 P、Q 置于水平地面上，其质量分别为 m、$2m$，两者之间用水平轻绳连接。两物块与地面之间的动摩擦因数均为 μ，重力加速度大小为 g，现对 Q 施加一水平向右的拉力 F，使两物块做匀加速直线运动，轻绳的张力大小为



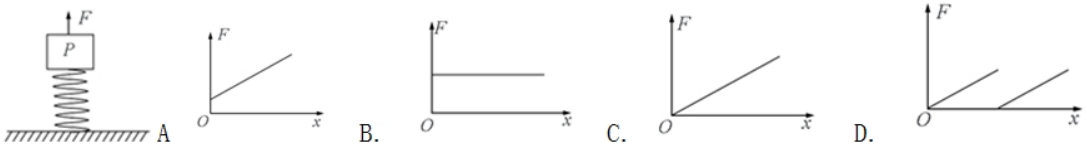
A. $F-2\mu mg$　　B. $\frac{1}{3}F+\mu mg$　　C. $\frac{1}{3}F-\mu mg$　　D. $\frac{1}{3}F$

【答案】D

【解析】

根据牛顿第二定律，对 PQ 的整体:F－μ·3mg＝3ma；对物体 P:T－μmg＝ma；解得 $T=\frac{1}{3}F$，故选 D.

2.(2018·新课标 I 卷)如图，轻弹簧的下端固定在水平桌面上，上端放有物块 P，系统处于静止状态，现用一竖直向上的力 F 作用在 P 上，使其向上做匀加速直线运动，以 x 表示 P 离开静止位置的位移，在弹簧恢复原长前，下列表示 F 和 x 之间关系的图像可能正确的是



【答案】A

【解析】本题考查牛顿运动定律、匀变速直线运动规律、力随位移变化的图线及其相关的知识点。

由牛顿运动定律，F-mg+$F_{弹}$=ma，$F_{弹}$=k(x_0-x),kx_0=mg，联立解得 F=ma+ kx，对比题给的四个图象，可能正确的是 A。

3.(2012·海南卷)根据牛顿第二定律，下列叙述正确的是

A.物体加速度的大小跟它的质量和速度大小的乘积成反比

B.物体所受合力必须达到一定值时，才能使物体产生加速度

C.物体加速度的大小跟它所受作用力中任一个的大小成正比

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.当物体质量改变但其所受合力的水平分力不变时，物体水平加速度大小与其质量成反比

【答案】D

【解析】根据牛顿第二定律得知：物体加速度的大小跟质量成反比，与速度无关，故 A 错误；

力是产生加速度的原因，只要有力，就产生加速度，力与加速度是瞬时对应的关系，故 B 错误；

物体加速度的大小跟物体所受的合外力成正比，而不是跟它的所受作用力中的任一个的大小成正比，故 C 错误；

当物体质量改变但其所受合力的水平分力不变时，根据牛顿第二定律 F=ma 可知，物体水平加速度大小与其质量成反比。故 D 正确。故选 D

4.(2014·北京卷)应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使物理学习更加有趣和深入，例如平伸手掌托起物体，由静止开始竖直向上运动，直至将物体抛出。对此现象分析正确的是

A.受托物体向上运动的过程中，物体始终处于超重状态

B.受托物体向上运动的过程中，物体始终处于失重状态

C.在物体离开手的瞬间，物体的加速度大于重力加速度

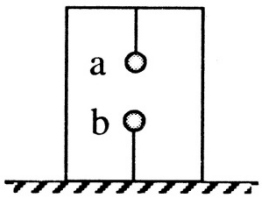
D.在物体离开手的瞬间，手的加速度大于重力加速度

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】受托物体向上运动，开始阶段一定先向上加速，加速度向上，物体处于超重状态，但后面的运动是不确定的，可以是加速的，减速的，也可以是匀速的，不一定处于超重状态，A、B 均错误；物体离开手的瞬间或之后，物体的加速度等于重力加速度，C 错误；在物体离开手的瞬间，手的速度变化一定比物体快，所以其加速度一定大于物体的加速度，即大于重力加速度，D 正确。

5.(2011·上海卷)如图，在水平面上的箱子内，带异种电荷的小球a、b用绝缘细线分别系于上、下两边，处于静止状态。地面受到的压力为N，球b所受细线的拉力为F。剪断连接球b的细线后，在球b上升过程中地面受到的压力

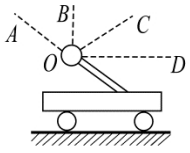


A.小于N　　B.等于N　　C.等于N+F　　D.大于N+F

【答案】D

【解析】以箱子和 a 合在一起为研究对象，设其质量为 M，剪断连接球 b 的细线前，则 $N=Mg-F+F_e$，其中 F_e 表示 b 对 a 的库仑力，也即为 b 对 a 和箱子整体的库仑力；剪断连接球 b 的细线后，则 $N'=Mg+F_e'$，又由于在球 b 上升过程中库仑力变大(距离变近)，所以 $N'>N+F$，所以 D 正确；

6.(2016·上海卷)如图，顶端固定着小球的直杆固定在小车上，当小车向右做匀加速运动时，球所受合外力的方向沿图中的



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.OA 方向　　B.OB 方向　　C.OC 方向　　D.OD 方向

【答案】D

【解析】据题意可知，小车向右做匀加速直线运动，由于球固定在杆上，而杆固定在小车上，则三者属于同一整体，根据整体法和隔离法的关系分析可知，球和小车的加速度相同，所以球的加速度也应该向右，故选项 D 正确。

7.(2012·新课标全国卷)伽利略根据小球在斜面上运动的实验和理想实验，提出了惯性的概念，从而奠定了牛顿力学的基础。早期物理学家关于惯性有下列说法，其中正确的是

A.物体抵抗运动状态变化的性质是惯性

B.没有力作用，物体只能处于静止状态

C.行星在圆周轨道上保持匀速率运动的性质是惯性

D.运动物体如果没有受到力的作用，将继续以同一速度沿同一直线运动

【答案】AD

【解析】任何物体都有保持原来运动状态的性质，叫着惯性，所以物体抵抗运动状态变化的性质是惯性，故 A 正确；

没有力作用，物体可以做匀速直线运动，故 B 错误；

惯性是保持原来运动状态的性质，圆周运动速度是改变的，故 C 错误；

运动的物体在不受力时，将保持匀速直线运动，故 D 正确；故选 AD。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

8.(2016·全国新课标卷Ⅰ)一质点做匀速直线运动，现对其施加一恒力，且原来作用在质点上的力不发生改变，则

A.质点速度的方向总是与该恒力的方向相同

B.质点速度的方向不可能总是与该恒力的方向垂直

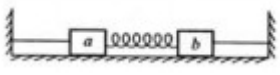
C.质点加速度的方向总是与该恒力的方向相同

D.质点单位时间内速率的变化量总是不变

【答案】BC

【解析】因为原来质点做匀速直线运动，合外力为 0，现在施加一恒力，质点所受的合力就是这个恒力，所以质点可能做匀变速直线运动，也有可能做匀变速曲线运动，这个过程中加速度不变，速度的变化率不变。但若做匀变速曲线运动，单位时间内速率的变化量是变化的。故 C 正确，D 错误。若做匀变速曲线运动，则质点速度的方向不会总是与该恒力的方向相同，故 A 错误；不管做匀变速直线运动，还是做匀变速曲线运动，质点速度的方向不可能总是与该恒力的方向垂直，故 B 正确。

9.(2011·山东卷)如图所示，将两相同的木块 a、b 置于粗糙的水平地面上，中间用一轻弹簧连接，两侧用细绳固定于墙壁。开始时 a、b 均静止。弹簧处于伸长状态，两细绳均有拉力，a 所受摩擦力 $F_{fa}\neq 0$，b 所受摩擦力 $F_{fb}=0$，现将右侧细绳剪断，则剪断瞬间



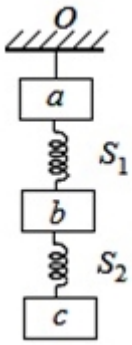
A.F_{fa} 大小不变　　B.F_{fa} 方向改变　　C.F_{fb} 仍然为零　　D.F_{fb} 方向向右

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AD

【解析】将右侧细绳剪断，则剪断瞬间，弹簧的弹力的大小不变，速度不能突变，故 b 仍静止，弹簧对木块 b 作用力方向向左，所以 b 所受摩擦力 F_{fb} 方向应该向右；由于弹簧弹力不能发生突变，剪断瞬间，弹簧弹力不变，a 的受力的情况不变，所受摩擦力也不变，所以选项 AD 正确。

10.(2015·海南卷·T8)如图所示，物块 a、b 和 c 的质量相同，a 和 b、b 和 c 之间用完全相同的轻弹簧 S_1 和 S_2 相连，通过系在 a 上的细线悬挂于固定点 O；整个系统处于静止状态；现将细绳剪断，将物块 a 的加速度记为 a_1，S_1 和 S_2 相对原长的伸长分别为△l_1 和△l_2，重力加速度大小为 g，在剪断瞬间



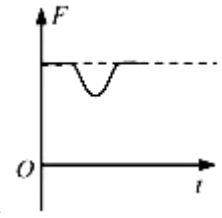
A.a_1=3g　　B.a_1=0　　C.△l_1=2△l_2　　D.△l_1=△l_2

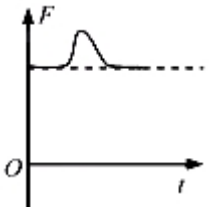
【答案】AC

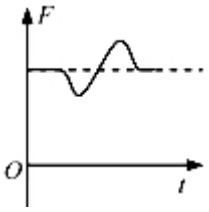
【解析】设物体的质量为 m，剪断细绳的瞬间，绳子的拉力消失，弹簧还没有来得及改变，所以剪断细绳的瞬间 a 受到重力和弹簧 S_1 的拉力 T_1，剪断前对 bc 和弹簧组成的整体分析可知 $T_1=2mg$，故 a 受到的合力 $F=mg+T_1=mg+2mg=3mg$，故加速度 $a_1=\frac{F}{m}=3g$，A 正确，B 错误；设弹簧 S_2 的拉力为 T_2，则 $T_2=mg$，根据胡克定律 $F=k\Delta x$ 可得 $\Delta l_1=2\Delta l_2$，C 正确，D 错误。

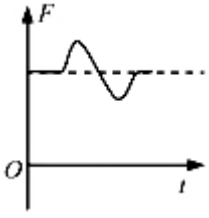
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

11.(2014·浙江卷)如图所示，小芳在体重计上完成下蹲动作，下列 F-t 图像能反应体重计示数随时间变化的是

A. 

B. 

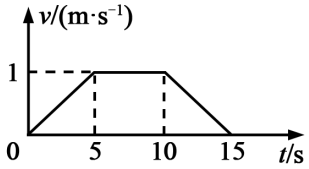
C. 

D. 

【答案】C

【解析】对人的运动过程分析可知，人下蹲的过程可以分成两段：人在加速下蹲的过程中，有向下的加速度，处于失重状态，此时人对传感器的压力小于人的重力的大小；在减速下蹲的过程中，加速度方向向上，处于超重状态，此时人对传感器的压力大于人的重力的大小，故 C 正确，A、B、D 错误。故选 C。

12.(2016·海南卷)沿固定斜面下滑的物体受到与斜面平行向上的拉力 F 的作用，其下滑的速度–时间图线如图所示。已知物体与斜面之间的动摩擦因数为常数，在 0～5 s、5～10 s、10～15 s 内 F 的大小分别为 F_1、F_2 和 F_3，则



A.$F_1<F_2$　　B.$F_2>F_3$　　C.$F_1>F_3$　　D.$F_1=F_3$

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由 v－t 图象可知，0～5 s 内加速度 $a_1=0.2\ m/s^2$，沿斜面向下，根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta-f-F_1=ma_1$，$F_1=mg\sin\theta-f-0.2m$;5～10 s 内加速度 $a_2=0$，根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta-f-F_2=ma_2$，$F_2=mg\sin\theta-f$;10～15 s 内加速度 $a_3=-0.2\ m/s^2$，沿斜面向上，根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta-f-F_3=ma_3$，$F_3=mg\sin\theta-f+0.2m$。故可得：$F_3>F_2>F_1$，选项 A 正确。

13.(2013·浙江卷)如图所示，水平板上有质量 m=1.0kg 的物块，受到随时间 t 变化的水平拉力 F 作用，用力传感器测出相应时刻物块所受摩擦力 F_f 的大小。取重力加速度 $g=10m/s^2$。下列判断正确的是

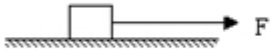
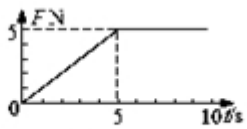
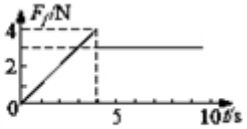


图1



图甲



图乙

图2

A.5s 内拉力对物块做功为零

B.4s 末物块所受合力大小为 4.0N

C.物块与木板之间的动摩擦因数为 0.4

D.6s-9s 内物块的加速度的大小为 $2.0m/s^2$

【答案】D

【解析】根据图像，最大静摩擦力为 4N。4s 后，物体受到拉力为 F 大于 4N，开始运动，所以 5s 内拉力做功不为零，A 错误；

4s 末，物体所受合力为零，B 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

物体所说滑动摩擦力为 F_f=3N，质量 m＝1.0kg，根据滑动摩擦力公式求出物体与长木板间的动摩擦因数 $\mu=\frac{F-F_f}{mg}=0.3$，C 选项错误；

6－9s 内，物体的加速度 $a=\frac{F-F_f}{m}=2.0m/s^2$，D 正确。

14.(2013·重庆卷)图 1 为伽利略研究自由落体运动实验的示意图，让小球由倾角为 θ 的光滑斜面滑下，然后在不同的 θ 角条件下进行多次实验，最后推理出自由落体运动是一种匀加速直线运动。分析该实验可知，小球对斜面的压力、小球运动的加速度和重力加速度与各自最大值的比值 y 随 θ 变化的图像分别对应题 4 图 2 中的

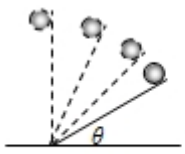


图 1

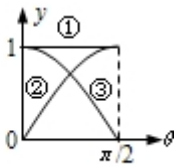


图 2

A.①、②和③　　B.③、②和①　　C.②、③和①　　D.③、①和②

【答案】B

【解析】小球对斜面的压力 F＝mgcosθ，该压力的最大值为 F_{max}＝mg，所以压力与其最大值的比值 y＝cosθ，压力的 y－θ 图象对应图线③；

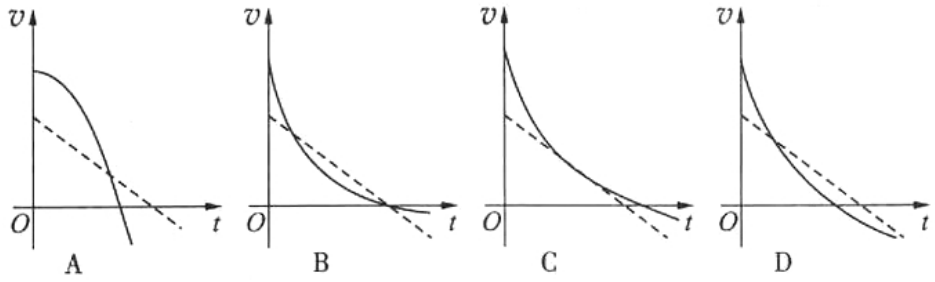
小球运动的加速度 a＝gsinθ，其最大值 a_{max}＝g，所以该加速度与其最大值的比值 y＝sinθ，其 y－θ 图象对应图线②；

重力加速度 g 始终恒定不变，其对应的 y=l，所以重力加速度的 y－θ 图象对应于图线①。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

本题答案为 B。

15.(2014·重庆卷)以不同初速度将两个物体同时竖直向上抛出并开始计时，一个物体所受空气阻力可忽略，另一物体所受空气阻力大小与物体速率成正比，下列用虚线和实线描述两物体运动的$v-t$图像可能正确的是

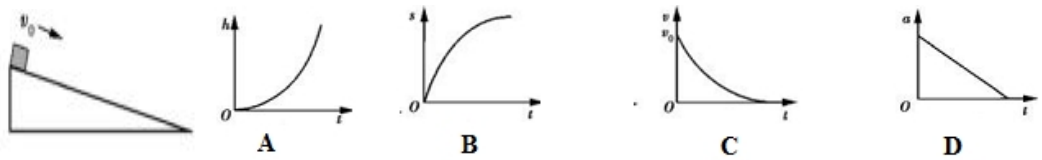


【答案】D

【解析】竖直上抛运动不受空气阻力，做向上匀减速直线运动至最高点再向下自由落体运动，v－t 图象时倾斜向下的直线，四个选项均正确表示；考虑阻力 f＝kv 的上抛运动，上升中 $a_{上}=\frac{mg+kv}{m}$，随着 v 减小，$a_{上}$减小，对应 v－t 图象的斜率减小，选项 A 错误。下降中 $a_{下}=\frac{mg-kv}{m}$，随着随着 v 增大，$a_{下}$继续减小。而在最高点时 v＝0，a＝g，对应 v－t 图与 t 轴的交点，其斜率应该等于 g(此时与竖直上抛的最高点相同的加速度)，即过交点的切线应该与竖直上抛运动的直线平行，只有 D 选项满足。故选 D。

16.(2014·安徽卷)如右图，滑块以初速度v_0沿表面粗糙且足够长的固定斜面，从顶端下滑，直至速度为零。对于该运动过程，若用h、s、v、a分别表示滑块的下降高度、位移、速度和加速度的大小，t表示时间，则下列图象最能正确描述这一运动规律的是

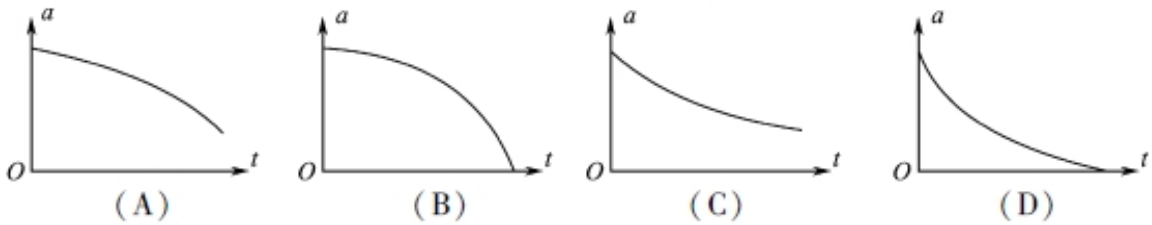
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】B

【解析】由题意知，在下滑的过程中，根据牛顿第二定律可得：－mgsinθ＋μmgcosθ＝ma，故加速度保持不变，物块做匀减速运动，所以C、D错误；根据匀变速运动的规律 $x=v_0t-\frac{1}{2}at^2$，可得B正确；下降的高度h=xsinθ，所以A错误。

17.(2012·江苏卷)将一只皮球竖直向上抛出，皮球运动时受到空气阻力的大小与速度的大小成正比。下列描绘皮球在上升过程中加速度大小 a 与时间 t 关系的图象，可能正确的是



【答案】C

【解析】由 $f=kv$，$v=v_0-at$，$ma=f+mg$ 得到 $a=(kv_0+mg)/(m+kt)$，所以 C 正确

解析改为：皮球竖直向上抛出，受到重力和向下的空气阻力，根据牛顿第二定律，有：mg+f=ma

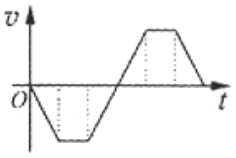
根据题意，空气阻力的大小与速度的大小成正比，有：f=kv；联立解得：$a=g+\frac{kv}{m}$

由于速度不断减小，故加速度不断减小，到最高点速度为零，阻力为零，加速度为 g，不为零，故 BD 均错误；

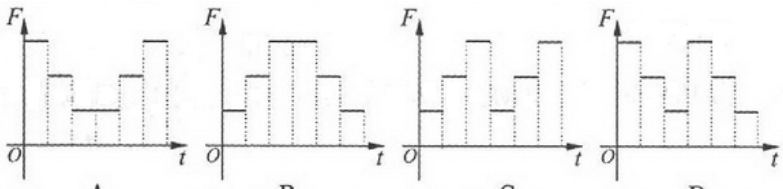
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据 $a=g+\frac{kv}{m}$，有 $\frac{\Delta a}{\Delta t}\propto\frac{\Delta v}{\Delta t}$，由于加速度减小，故 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 也减小，故 $\frac{\Delta a}{\Delta t}$ 也减小，故 a-t 图象的斜率不断减小，故 A 错误，C 正确；

18.(2015·重庆卷·T5)若货物随升降机运动的 v－t 图像如题 5 图所示(竖直向上为正)，则货物受到升降机的支持力 F 与时间 t 关系的图像可能是



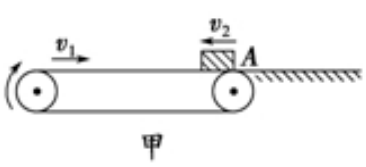
题 5 图



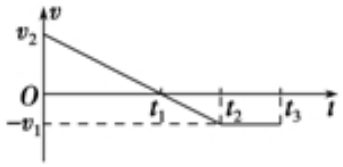
【答案】B

【解析】由 v－t 图知：过程①为向下匀加速直线运动(加速度向下，失重，F<mg)；过程②为向下匀速直线(平衡，F＝mg)；过程③为向下匀减速直线运动(加速度向上，超重，F>mg)；过程④为向上匀加速直线运动(加速度向上，超重，F>mg)；过程⑤为向上匀速直线运动(平衡，F＝mg)；过程⑥为向上匀减速直线运动(加速度向下，失重，F<mg)；综合各个过程可知 B 选项正确。

19.(2011·福建卷)如图所示，绷紧的水平传送带始终以恒定速率 v_1 运行.初速度大小为 v_2 的小物块从与传送带等高的光滑水平地面上的 A 处滑上传送带.若从小物块滑上传送带开始计时，小物块在传送带上运动的 v－t 图象(以地面为参考系)如图乙所示.已知 $v_2>v_1$，则



甲



乙

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.t_2 时刻，小物块离 A 处的距离达到最大

B.t_2 时刻，小物块相对传送带滑动的距离达到最大

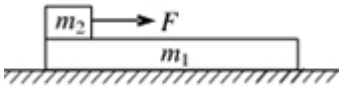
C.0～ t_2 时间内，小物块受到的摩擦力方向先向右后向左

D.0～ t_3 时间内，小物块始终受到大小不变的摩擦力作用

【答案】B

【解析】当小物块速度为零时，小物块离 A 处的距离达到最大，为 t_1 时刻，选项 A 错误；t_2 时刻，小物块相对传送带滑动的距离达到最大，选项 B 正确；0～ t_2 时间内，小物块受到的摩擦力方向一直向右，选项 C 错误；0～ t_2 时间内，小物块始终受到大小不变的滑动摩擦力作用，t_2～ t_2 时间内，由于小物块与传送带速度相同，二者相对静止，小物块不受摩擦力作用，选项 D 错误。

20.(2011·新课标全国卷)如图，在光滑水平面上有一质量为 m_1 的足够长的木板，其上叠放一质量为 m_2 的木块。假定木块和木板之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。现给木块施加一随时间 t 增大的水平力 F=kt(k 是常数)，木板和木块加速度的大小分别为 a_1 和 a_2，下列反映 a_1 和 a_2 变化的图线中正确的是

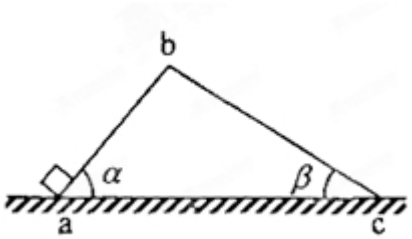


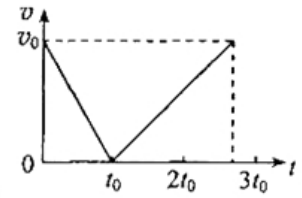
【答案】A

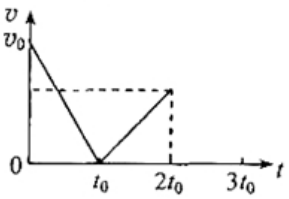
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

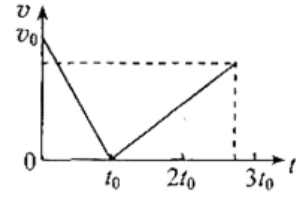
【解析】水平力 F 小于木块和木板之间的最大静摩擦力时，木块和木板以相同的加速度 $a=\frac{F}{m_1+m_2}=\frac{kt}{m_1+m_2}$ 一起运动，且加速度增大；水平力 F 大于木块和木板之间的最大静摩擦力后，木板做匀加速运动 $a_1=\frac{f_{滑}}{m_1}=\frac{f_{静max}}{m_1}=am_{max}$，C 错误，木块做加速度增大的加速运动 $a_2=\frac{kt-f_{滑}}{m_2}>am_{max}$，BD 错误，A 正确。

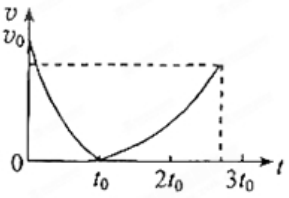
21.(2012·海南卷)如图，表面处处同样粗糙的楔形木块 abc 固定在水平地面上，ab 面和 bc 面与地面的夹角分别为 α 和 β，且 α>β.一初速度为 v_0 的小物块沿斜面 ab 向上运动，经时间 t0 后到达顶点 b 时，速度刚好为零；然后让小物块立即从静止开始沿斜面 bc 下滑。在小物块从 a 运动到 c 的过程中，可能正确描述其速度大小 v 与时间 t 的关系的图像是



A.


B.


C.


D.


【答案】C

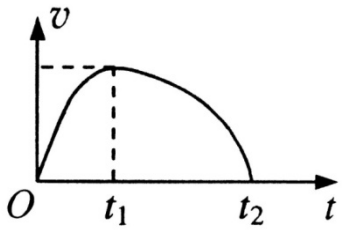
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设物块上滑与下滑的加速度大小分别为 a_1 和 a_2.根据牛顿第二定律得：

$mgsin\alpha+\mu mgcos\alpha=ma_1$，$mgsin\beta-\mu mgcos\beta=ma_2$，

得 $a_1=gsin\alpha+\mu gcos\alpha$，$a_2=gsin\beta-\mu gcos\beta$，则知 $a_1>a_2$，而 v－t 图象的斜率等于加速度，所以上滑段图线的斜率大于下滑段图线的斜率。上滑过程的位移大小较小，而上滑的加速度较大，由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 知，上滑过程时间较短；因上滑过程中，物块做匀减速运动，下滑过程做匀加速直线运动，两段图象都是直线；由于物体克服摩擦力做功，机械能不断减小，所以物体到达 c 点的速度小于 v_0.故 C 正确，ABD 错误.

22.(2011·上海卷)受水平外力F作用的物体，在粗糙水平面上作直线运动，其 $v-t$ 图线如图所示，则



A.在0～t_1秒内，外力F大小不断增大

B.在t_1时刻，外力F为零

C.在t_1～t_2秒内，外力F大小可能不断减小

D.在t_1～t_2秒内，外力F大小可能先减小后增大

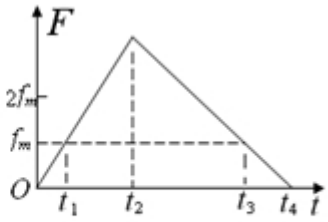
【答案】CD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据加速度可以用 v-t 图线的斜率表示，所以在 0～t_1 秒内，加速度为正并不断减小，根据加速度 $a=\frac{F-\mu mg}{m}$，所以外力 F 大小不断减小，A 错误;在 t_1 时刻，加速度为零，所以外力 F 等于摩擦力，不为零，B 错误；在 t_1～t_2 秒内，加速度为负并且不断变大，根据加速度的大小 $a=\frac{\mu mg-F}{m}$，外力 F 大小可能不断减小，C 正确；如果在 F 先减小一段时间后的某个时刻，F 的方向突然反向，根据加速度的大小 $a=\frac{\mu mg+F}{m}$，F 后增大，因为 v－t 图线后一段的斜率比前一段大，所以外力 F 大小先减小后增大是可能的，故 D 正确。

23.(2012·天津卷)如图甲所示，静止在水平地面的物块 A，受到水平向右的拉力 F 作用，F 与时间 t 的关系如图乙所示，设物块与地面的静摩擦力最大值 f_m 与滑动摩擦力大小相等，则

图甲



图乙

A.0～t_1 时间内 F 的功率逐渐增大

B.t_2 时刻物块 A 的加速度最大

C.t_2 时刻后物块 A 做反向运动

D.t_3 时刻物块 A 的动能最大

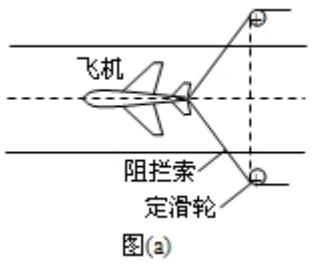
【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

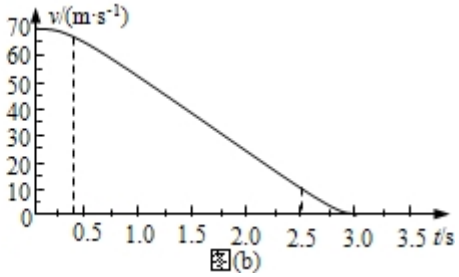
【解析】0～t_1 时间内 $F<f_m$，物体没有运动，A 错误。t_2 时刻 F 最大，物块 A 所受合力最大，加速度最大，B 错误；

t_2 时刻后 $F>f_m$，物体 A 仍做加速运动，运动方向没变。t_3 时刻后 $F<f_m$，物块 A 将做减速运动，所以 t_3 时刻物块 A 的动能最大，D 正确。

24.(2013·新课标全国卷I)2012 年 11 月，“歼 15”舰载机在“辽宁号”航空母舰上着舰成功。图(a)为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图。飞机着舰并成功钩住阻拦索后，飞机的动力系统立即关闭，阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力，使飞机在甲板上短距离滑行后停止，某次降落，以飞机着舰为计时零点，飞机在 t=0.4s 时恰好钩住阻拦索中间位置，其着舰到停止的速度一时间图线如图(b)所示。假如无阻拦索，飞机从着舰到停止需要的滑行距离约为 1000m。已知航母始终静止，重力加速度的大小为 g。则



图(a)



图(b)

A.从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 1/10

B.在 0.4s－2.5s 时间内，阻拦索的张力几乎不随时间变化

C.在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小会超过 2.5 g

D.在 0.4s－2.5s 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率几乎不变

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

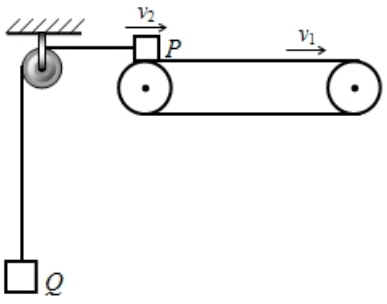
【解析】由图象可知，从着舰到停止，飞机在甲板上滑行的距离即为图象与时间所构成的面积，即约为$\frac{70\times3}{2}m=105m$，而无阻拦索的位移为 1000m，因此飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的$\frac{1}{10}$，故 A 正确，

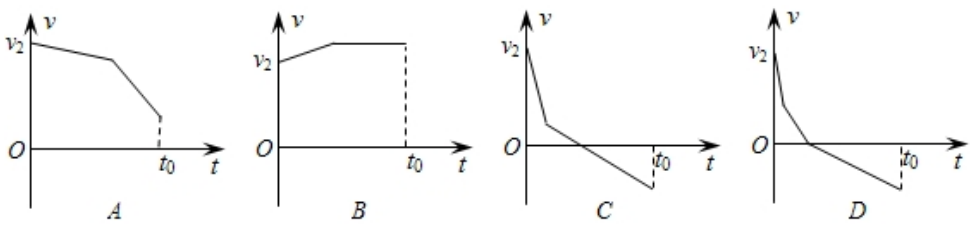
在 0.4s～2.5s 时间内，速度与时间的图象的斜率不变，则加速度也不变，所以合力也不变，因止阻拦索的张力的合力几乎不随时间变化，但阻拦索的张力是变化的，故 B 错误；

在滑行过程中，飞行员所承受的加速度大小为$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=26.2m/s^2>2.5g$，故 C 正确；

在 0.4s～2.5s 时间内，阻拦系统对飞机做功的功率 P＝Fv，虽然 F 不变，但 v 是渐渐变小，所以其变化的，故 D 错误；故选 AC。

25.(2014·四川卷)如图所示，水平传送带以速度 v_1 匀速运动，小物体 P、Q 由通过定滑轮且不可伸长的轻绳相连，t＝0 时刻 P 在传送带左端具有速度 v_2，P 与定滑轮间的绳水平，t＝t_0 时刻 P 离开传送带。不计定滑轮质量和摩擦，绳足够长。正确描述小物体 P 速度随时间变化的图象可能是



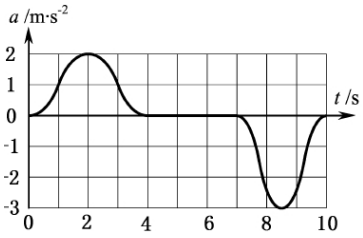


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】BC

【解析】若 $v_1 = v_2$，小物体 P 可能受到的静摩擦力等于绳的拉力，一直相对传送带静止匀速向右运动若最大静摩擦力小于绳的拉力，则小物体 P 先向右匀减速运动，减速到零后反向匀加速直到离开传送带，由牛顿第二定律知 $m_Q g - \mu m_P g = (m_Q + m_P)a$，加速度不变；若 $v_1 > v_2$，小物体 P 先向右匀加速直线运动，由牛顿第二定律知 $\mu m_P g - m_Q g = (m_Q + m_P)a$，到小物体 P 加速到与传送带速度 v_1 相等后匀速，故 B 选项可能；若 $v_1 < v_2$，小物体 P 先向右匀减速直线运动，由牛顿第二定律知 $m_Q g - \mu m_P g = (m_Q + m_P)a_1$，到小物体 P 减速到与传送带速度 v_1 相等后继续向右加速但滑动摩擦力方向改向，此时匀减速运动的加速度为 $m_Q g + \mu m_P g = (m_Q + m_P)a_2$，到加速为零后，又反向以 a_2 加速度匀加速运动，而 $a_2 > a_1$，故 C 选项，A、D 选项错误。

26.(2015·江苏卷·T6)一人乘电梯上楼，在竖直上升过程中加速度a随时间t变化的图线如图所示，以竖直向上为a的正方向，则人对地板的压力



A.t=2s时最大　　B.t=2s时最小　C.t=8.5s时最大　　D.t=8.5s时最小

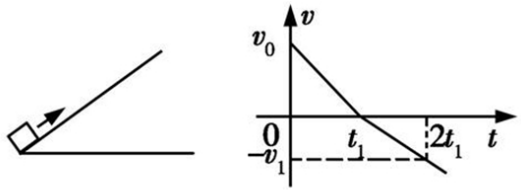
【答案】AD

【解析】由题意知在上升过程中：F－mg=ma，所以向上的加速度越大，人对电梯的压力就越大，故A正确，B错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由图知，7s以后加速度向下，由mg－F＝ma知，向下的加速度越大，人对电梯的压力就越小，所以C错误，D正确。

27.(2015·全国新课标I卷·T20)如图(a)，一物块在 t=0 时刻滑上一固定斜面，其运动的 v－t 图线如图(b)所示。若重力加速度及图中的 v_0、v_1、t_1 均为已知量，则可求出



图(a)　　图(b)

A.斜面的倾角

B.物块的质量

C.物块与斜面间的动摩擦因数

D.物块沿斜面向上滑行的最大高度

【答案】ACD

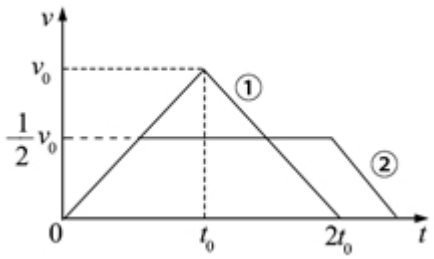
【解析】小球滑上斜面的初速度 v_0 已知，向上滑行过程为匀变速直线运动，末速度 0，那么平均速度即 $\frac{v_0}{2}$，所以沿斜面向上滑行的最远距离 $s=\frac{v_0}{2}t_1$，根据牛顿第二定律，向上滑行过程 $\frac{v_0}{t_1}=g\sin\theta+\mu g\cos\theta$，向下滑行 $\frac{v_1}{t_1}=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$，整理可得 $g\sin\theta=\frac{v_0+v_1}{2t_1}$，从而可计算出斜面的倾斜角度 θ 以及动摩擦因数，选项 AC 对。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据斜面的倾斜角度可计算出向上滑行的最大高度

$s\sin\theta=\frac{v_0}{2}t_1\times\frac{v_0+v_1}{2gt_1}=v_0\frac{v_0+v_1}{4g}$，选项 D 对。仅根据速度时间图像，无法找到物块质量，选项 B 错。

28.(2014·全国卷 III)(多选)地下矿井中的矿石装在矿车中，用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图所示，其中图线①②分别描述两次不同的提升过程，它们变速阶段加速度的大小都相同；两次提升的高度相同，提升的质量相等。不考虑摩擦阻力和空气阻力。对于第①次和第②次提升过程，



A. 矿车上升所用的时间之比为 4:5

B. 电机的最大牵引力之比为 2:1

C. 电机输出的最大功率之比为 2:1

D. 电机所做的功之比为 4:5

【答案】AC

【解析】试题分析　本题考查速度图像，牛顿运动定律、功和功率及其相关的知识点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设第②次所用时间为 t，根据速度图象的面积等于位移(此题中为提升的高度)可知，$\frac{1}{2}\times 2t_0\times v_0=\frac{1}{2}\times(t+3t_0/2)\times\frac{1}{2}v_0$，解得：$t=5t_0/2$，所以第①次和第②次提升过程所用时间之比为 $2t_0:5t_0/2=4:5$，选项 A 正确；

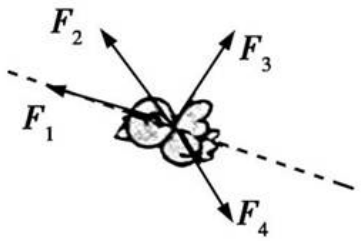
由于两次提升变速阶段的加速度大小相同，在匀加速阶段，由牛顿第二定律，F-mg=ma，可得提升的最大牵引力之比为 1：1，选项 B 错误；

由功率公式，P=Fv，电机输出的最大功率之比等于最大速度之比为 2：1，选项 C 正确；

加速上升过程的加速度 $a_1=\frac{v_0}{t_0}$，加速上升过程的牵引力 $F_1=ma_1+mg=m(\frac{v_0}{t_0}+g)$，减速上升过程的加速度 $a_2=-\frac{v_0}{t_0}$，减速上升过程的牵引力 $F_2=ma_2+mg=m(g-\frac{v_0}{t_0})$，匀速运动过程的牵引力 $F_3=mg$。

第①次提升过程做功 $W_1=F_1\times\frac{1}{2}\times t_0\times v_0+F_2\times\frac{1}{2}\times t_0\times v_0=mgv_0t_0$，第②次提升过程做功 $W_2=F_1\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}t_0\times\frac{1}{2}v_0+F_3\times\frac{1}{2}v_0\times\frac{3t_0}{2}+F_2\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}t_0\times\frac{1}{2}v_0=mgv_0t_0$；两次做功相同，选项 D 错误。

29.(2015·上海卷·T3)如图，鸟沿虚线斜向上加速飞行，空气对其作用力可能是

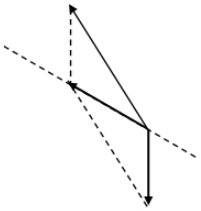


A. F_1　　B. F_2　　C. F_3　　D. F_4

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

【解析】小鸟沿虚线斜向上加速飞行，说明合外力方向沿虚线斜向上，小鸟受两个力的作用，空气的作用力和重力，如下图所示：



30.(2013·海南卷)一质点受多个力的作用，处于静止状态，现使其中一个力的大小逐渐减小到零，再沿原方向逐渐恢复到原来的大小。在此过程中，其他力保持不变，则质点的加速度大小 a 和速度大小 v 的变化情况是

A.a 和 v 都始终增大　　B.a 和 v 都先增大后减小

C.a 先增大后减小，v 始终增大　　D.a 和 v 都先减小后增大

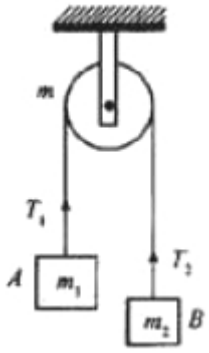
【答案】C

【解析】初始状态质点所受合力为零，当其中一个力的大小逐渐减小到零时，质点合力逐渐增大到最大，a 逐渐增大到最大，质点加速，当该力的大小再沿原方向逐渐恢复到原来的大小时，质点合力逐斩减小到零，a 逐渐减小到零，质点仍然加速。可见，a 先增大后减小，由于 a 和速度 v 始终同向，质点一直加速，v 始终增大，故 C 正确。

31.(2011·福建卷)如图，一不可伸长的轻质细绳跨过滑轮后，两端分别悬挂质量为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B。若滑轮有一定大小，质量为 m 且分布均匀，滑轮转动

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

时与绳之间无相对滑动，不计滑轮与轴之间的磨擦。设细绳对 A 和 B 的拉力大小分别为 T_1 和 T_2，已知下列四个关于 T_1 的表达式中有一个是正确的，请你根据所学的物理知识，通过一定的分析判断正确的表达式是



A. $T_1=\dfrac{(m+2m_2)m_1g}{m+2(m_1+m_2)}$　　B. $T_1=\dfrac{(m+2m_1)m_2g}{m+4(m_1+m_2)}$

C. $T_1=\dfrac{(m+4m_2)m_1g}{m+2(m_1+m_2)}$　　D. $T_1=\dfrac{(m+4m_1)m_2g}{m+4(m_1+m_2)}$

【答案】C

【解析】若 $m_1=m_2$，系统将处于静止状态，由已有物理知识可知 $T_1=m_1g$。将 $m_1=m_2$ 代入四个表达式中，满足 $T_1=m_1g$ 的即为正确的。据此可判断表达式 C 正确。

【考点定位】牛顿第二定律

32.(2011·天津卷)如图所示，A、B 两物块叠放在一起，在粗糙的水平面上保持相对静止地向右做匀减速直线运动，运动过程中 B 受到的摩擦力

A.方向向左，大小不变　　B.方向向左，逐渐减小

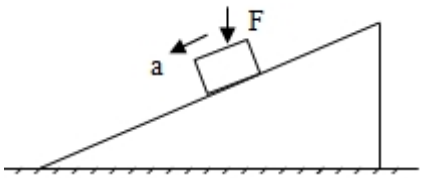
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.方向向右，大小不变　　D.方向向右，逐渐减小

【答案】A

【解析】A、B 两物块叠放在一起共同向右做匀减速直线运动，对 A、B 整体根据牛顿第二定律有 $a=\frac{\mu(m_A+m_B)g}{m_A+m_B}=\mu g$，然后隔离 B，根据牛顿第二定律有 $f_{AB}=m_Ba=\mu m_Bg$ 大小不变，物体 B 做速度方向向右的匀减速运动，故而加速度方向向左，摩擦力向左。

33.(2012·安徽卷)如图所示，放在固定斜面上的物块以加速度 a 沿斜面匀加速下滑，若在物块上再施加一竖直向下的恒力 F，则



A.物块可能匀速下滑

B.物块仍以加速度 a 匀加速下滑

C.物块将以大于 a 的加速度匀加速下滑

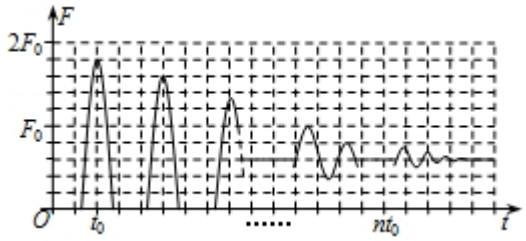
D.物块将以小于 a 的加速度匀加速下滑

【答案】C

【解析】分析斜面上物体受力，将重力沿斜面忽然垂直斜面方向分解，由牛顿第二定律可得，$mgsin\theta-\mu mgcos\theta=ma$，再施加一竖直向下的恒力 F，设加速度为 a’，

由牛顿第二定律可得，$(F+mg)sin\theta-\mu(F+mg)cos\theta=ma'$，由此可知，a'>a，物块将以大于 a 的加速度匀加速下滑，选项 C 正确。

34.(2011·北京卷)“蹦极”就是跳跃者把一端固定的长弹性绳绑在踝关节等处，从几十米高处跳下的一种极限运动。某人做蹦极运动，所受绳子拉力F的大小随时间t变化的情况如图所示。将蹦极过程近似为在竖直方向的运动，重力加速度为g。据图可知，此人在蹦极过程中最大加速度约为

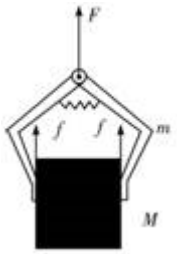


A.g　　B.2g　　C.3g　　D.4g

【答案】B

【解析】由题图可知：绳子拉力 F 的最大值为 $9F_0/5$，最终静止时绳子拉力为 $3F_0/5=mg$，根据牛顿第二定律得：$9F_0/5-3F_0/5=ma$，所以 a=2g。B 正确，A、C、D 错误。

35.(2012·江苏卷)如图所示，一夹子夹住木块，在力F作用下向上提升. 夹子和木块的质量分别为m、M，夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为f。若木块不滑动，力F的最大值是



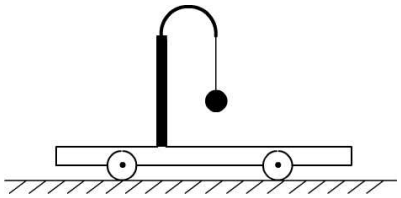
A.2f(m+M) /M　　B.2f(m+M) /m

C.2f(m+M)/ M -(m+M)g　　D.2f(m+M) /m +(m+M)g

【答案】A

【解析】夹子与木块两侧间的最大静摩擦力均为 f，则木块向上运动的最大加速度为 $a=\frac{2f-mg}{m}$，对整体受力分析可知，若保证木块不滑动，力 F 的最大值由：F－(M＋m)g＝(M＋m)a，整理可得：$F=\frac{2f(M+m)}{M}$，A 正确。

36.(2014·全国新课标I卷)如图，用橡皮筋将一小球悬挂在小车的架子上，系统处于平衡状态。现使小车从静止开始向左加速，加速度从零开始逐渐增大到某一值，然后保持此值，小球稳定的偏离竖直方向某一角度(橡皮筋在弹性限度内)。与稳定在竖直位置时相比，小球高度



A.一定升高　　B.一定降低

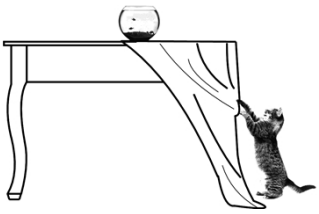
C.保持不变　　D.升高或降低由橡皮筋的劲度系数决定

【答案】A

【解析】竖直平衡时 $kx_1=mg$，加速时，令橡皮筋与竖直方向夹角为 θ，则 $kx_2\cos\theta=mg$，可得 $x_1=x_2\cos\theta$；静止时，球到悬点的竖直距离 $h_1=x_1+l_0$，加速时，球到悬点的竖直距离 $h_2=x_2\cos\theta+l_o\cos\theta$，比较可得，$h_2<h_1$，选项 A 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

37.(2016·江苏卷)如图所示，一只猫在桌边猛地将桌布从鱼缸下拉出，鱼缸最终没有滑出桌面.若鱼缸、桌布、桌面两两之间的动摩擦因数均相等，则在上述过程中



A.桌布对鱼缸摩擦力的方向向左

B.鱼缸在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等

C.若猫增大拉力，鱼缸受到的摩擦力将增大

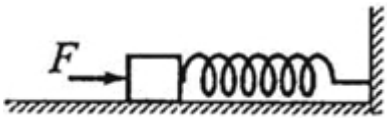
D.若猫减小拉力，鱼缸有可能滑出桌面

【答案】BD

【解析】由题图知在拉动桌布的过程中鱼缸相对桌布向左运动，故鱼缸受到桌布对其向右的摩擦力作用，所以 A 错误；因鱼缸、桌布、桌面两两之间的动摩擦因数均相等，鱼缸在桌布上与在桌面上运动时所受摩擦力大小相等，加速度大小相等，鱼缸先在桌布上加速，然后在桌面上减速到停止，所以根据 v=at 知鱼缸在桌布上的滑动时间和在桌面上的相等，所以 B 正确；若猫增大拉力，鱼缸受到的摩擦力将不变，所以 C 错误；若猫减小拉力，桌布的加速度减小，鱼缸与桌布可能相对滑动也可能相对静止，鱼缸在桌面运动的时间都会变长，所以鱼缸可能滑出桌面，所以 D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

38.(2012·四川卷)如图所示，劲度系数为 k 的轻弹簧的一端固定在墙上，另一端与置于水平面上质量为 m 的物体接触(未连接)，弹簧水平且无形变。用水平力 F 缓慢推动物体，在弹性限度内弹簧长度被压缩了 x_0，此时物体静止。撤去 F 后，物体开始向左运动，运动的最大距离为 $4x_0$。物体与水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g。则



A.撤去 F 后，物体先做匀加速运动，再做匀减速运动

B.撤去 F 后，物体刚运动时的加速度大小为 $\frac{kx_0}{m}-\mu g$

C.物体做匀减速运动的时间为 $2\sqrt{\frac{x_0}{\mu g}}$

D.物体开始向左运动到速度最大的过程中克服摩擦力做的功为 $\mu mg(x_0-\frac{\mu mg}{k})$

【答案】BD

【解析】撤去 F 后，在物体离开弹簧的过程中，弹簧弹力是变力，物体先做变加速运动，离开弹簧之后做匀变速运动，故 A 错；刚开始时，由 $kx_0-\mu mg=ma$ 可知 B 正确；离开弹簧之后做匀减速运动，减速时间满足 $3x_0=a_1t^2/2$，$a_1=\mu g$ 则 $t=\sqrt{6x_0/\mu g}$，从而 C 错；速度最大时合力为零，此时弹簧弹力 $F=\mu mg=kx$，$x=\mu mg/k$，所以物体开始向左运动到速度最大的过程中克服摩擦力做的功为 $W_f=\mu mg(x_0-x)=\mu mg\left(x_0-\frac{\mu mg}{k}\right)$，D 正确。正确答案：BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

39.(2013·浙江卷)如图所示，总质量为 460kg 的热气球，从地面刚开始竖直上升时的加速度为 0.5m/s^2，当热气球上升到 180m 时，以 5m/s 的速度向上匀速运动。若离开地面后热气球所受浮力保持不变，上升过程中热气球总质量不变，重力加速度 g=10m/s^2 。关于热气球，下列说法正确的是

A.所受浮力大小为 4830N

B.加速上升过程中所受空气阻力保持不变

C.从地面开始上升 10s 后的速度大小为 5m/s

D.以 5m/s 匀速上升时所受空气阻力大小为 230N

【答案】AD

【解析】

A、从地面刚开始竖直上升时，速度为零，故阻力为零，气球受重力和浮力，根据牛顿第二粒，有：$F_{浮}$-mg=ma 解得：$F_{浮}$=m(g+a)=460×(10+0.5)N=4830N，故 A 正确；

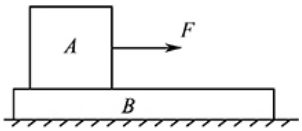
B、气球受重力、浮力和空气阻力，若阻力不变，合力不变，气球匀加速上升，矛盾，故 B 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C、刚开始竖直上升时的加速度为 0.5m/s^2，气球是变加速运动，加速度逐渐减小，故 10s 后的速度大小小于 5m/s，故 C 错误；

D、以 5m/s 匀速上升时，根据平衡条件，有：$F_{浮}$=mg+f，解得 f=230N，故 D 正确；

40.(2014·江苏卷)如图所示，A、B 两物块的质量分别为 2m 和 m，静止叠放在水平地面上。A、B 间的动摩擦因数为 μ，B 与地面间的动摩擦因数为$\frac{\mu}{2}$。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g。现对 A 施加一水平拉力 F，则



A.当 F＜2μmg 时，A、B 都相对地面静止

B.当 F＝$\frac{5}{2}\mu mg$ 时，A 的加速度为$\frac{1}{3}\mu g$

C.当 F＞3μmg 时，A 相对 B 滑动

D.无论 F 为何值，B 的加速度不会超过$\frac{1}{2}\mu g$

【答案】BCD

【解析】根据题意可知，B 与地面间的最大静摩擦力为：$f_{Bm}=\frac{3}{2}\mu mg$，因此要使 B 能够相对地面滑动，A 对 B 所施加的摩擦力至少为：$f_{AB}=f_{Bm}=\frac{3}{2}\mu mg$，A、B 间的最大静摩擦力为：$f_{ABm}$＝2μmg，因此，根据牛顿第二定律可知当满足：$\frac{F-f_{AB}}{2m}=\frac{2f_{AB}-3\mu mg}{2m}$，且$\frac{3}{2}\mu mg\le f_{AB}<2\mu mg$，即$\frac{3}{2}\mu mg\le F<3\mu mg$ 时，A、B 将一起向右加速滑动，故选项 A 错误；当 F≥3μmg 时，A、B 将以不同的加速度向右滑动，根据牛顿第二定律有：F－2μmg＝2ma_A，2μmg－$\frac{3}{2}\mu mg$ ＝ma_B，解得：$a_A=\frac{F}{2m}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

－μg，$a_B=\frac{1}{2}\mu g$，故选项 C、D 正确；当 $F=\frac{5}{2}\mu mg$ 时，$a_A=a_B=\frac{5-3}{6}\mu g=\frac{1}{3}\mu g$，故选项 B 正确。

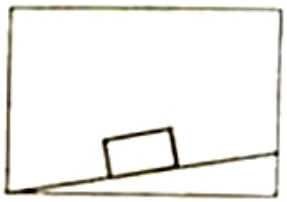
41.(2015·全国新课标II卷·T20)在一东西向的水平直铁轨上，停放着一列已用挂钩链接好的车厢。当机车在东边拉着这列车厢一大小为 a 的加速度向东行驶时，链接某两相邻车厢的挂钩 P 和 Q 间的拉力大小为 F；当机车在西边拉着这列车厢一大小为$\frac{2}{3}$a 的加速度向东行驶时，链接某两相邻车厢的挂钩 P 和 Q 间的拉力大小仍为 F。不计车厢与铁轨间的摩擦，每节车厢质量相同，则这列车厢的节数可能为

A.8　　B.10　　C.15　　D.18

【答案】BC

试题分析：由设这列车厢的节数为 n，P、Q 挂钩东边有 m 节车厢，每节车厢的质量为 m，由牛顿第二定律可知：$\frac{F}{km}=\frac{2}{3}\frac{F}{(n-k)m}$，解得：$k=\frac{2}{5}n$，$k$ 是正整数，n 只能是 5 的倍数，故 B、C 正确，A、D 错误

42.(2015·海南卷·T9)如图所示，升降机内有一固定斜面，斜面上放一物体，开始时升降机做匀速运动，物块相对斜面匀速下滑，当升降机加速上升时



A.物块与斜面间的摩擦力减小

B.物块与斜面间的正压力增大

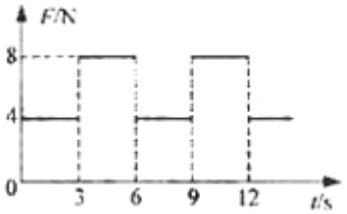
C.物块相对于斜面减速下滑

D.物块相对于斜面匀速下滑

【答案】BD

【解析】当升降机加速上升时，物体有竖直向上的加速度，则物块与斜面间的正压力增大，根据滑动摩擦力公式 $F_f = \mu F_N$ 可知接触面间的正压力增大，物体与斜面间的摩擦力增大，故 A 错误，B 正确；设斜面的倾角为 θ，物体的质量为 m，当匀速运动时有 $mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$，即 $\sin\theta = \mu\cos\theta$，假设物体以加速度 a 向上运动时，有 $N = m(g+a)\cos\theta$，$f = \mu m(g+a)\cos\theta$，因为 $\sin\theta = \mu\cos\theta$，所以 $m(g+a)\sin\theta = \mu m(g+a)\cos\theta$，故物体仍做匀速下滑运动，C 错误，D 正确。

43.(2010·福建卷·T16)质量为 2kg 的物体静止在足够大的水平地面上，物体与地面间的动摩擦因数为 0.2，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等。从 t=0 时刻开始，物体受到方向不变、大小呈周期性变化的水平拉力 F 的作用，F 随时间 t 的变化规律如图所示。重力加速度 g 取 10m/s^2，则物体在 t=0 到 t=12s 这段时间的位移大小为



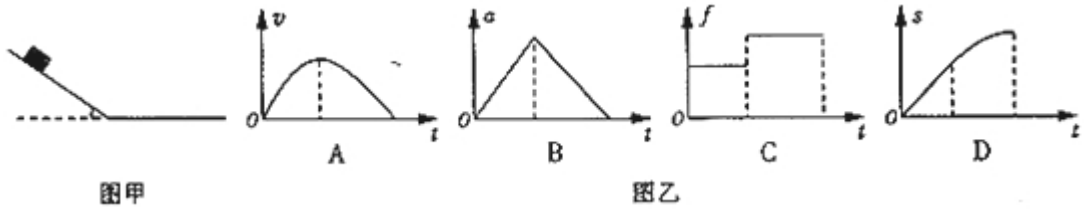
A. 18m　　B. 54m　　C. 72m　　D. 198m

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查牛顿第二定律的应用和考生理解能力，应用数学知识处理物理问题的能力。物体运动过程中的摩擦力 f＝μmg＝4N，当接力为 8N 时，加速度 $a=\frac{F-f}{m}=2m/s^2$。t＝0 到 t＝12s 时间内，物体可认为一直匀加速运动了 t_1＝6s，位移 $x_1=\frac{1}{2}at_1^2=36m$，匀速运动了 t_2＝3s，位移 $x_2=vt_2=(a\frac{t_1}{2})t_2=18m$，总位移 x ＝$x_1$＋$x_2$＝54m，故正确的选项为 B。

44.(2010·山东卷·T16)如图所示，物体沿斜面由静止滑下，在水平面上滑行一段距离停止，物体与斜面和水平面间的动摩擦因数相同，斜面与水平面平滑连接。图乙中 和 分别表示物体速度大小、加速度大小、摩擦力大小和路程。图乙中正确的是



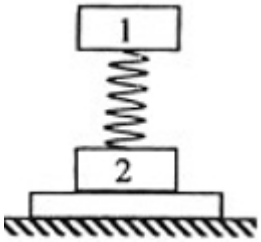
【答案】C

【解析】本题考查匀变速运动的规律、图像、牛顿第二定律及考生的理解能力、推理能力。物体沿斜面下滑时受摩擦力 $F_{f1}=\mu mg\cos\theta$，在水平面上受摩擦力 $F_{f2}=\mu mg$ 且 $F_{f1}<F_{f2}$；由牛顿第二定律，$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_1$，在水平面上 $\mu mg=ma$，故物体先沿斜面下滑时做匀加速直线运动，后在水平面上做匀减速直线运动，故正确的选项为 C。

45.(2010·全国Ⅰ卷·T15)如右图，轻弹簧上端与一质量为 m 的木块 1 相连，下端与另一质量为 M 的木块 2 相连，整个系统置于水平放置的光滑木板上，并处于

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

静止状态。现将木板沿水平方向突然抽出，设抽出后的瞬间，木块 1、2 的加速度大小分别为 a_1、a_2。重力加速度大小为 g。则有



A. $a_1=g$， $a_2=g$　　B. $a_1=0$， $a_2=g$

C. $a_1=0$， $a_2=\frac{m+M}{M}g$　　D. $a_1=g$， $a_2=\frac{m+M}{M}g$

【答案】C

【解析】在抽出木板的瞬时，弹簧对 1 的支持力和对 2 的压力并未改变。对 1 物体受重力和支持力，mg=F,a_1=0. 对 2 物体受重力和压力，根据牛顿第二定律

$$a=\frac{F+Mg}{M}=\frac{M+m}{M}g$$

【命题意图与考点定位】本题属于牛顿第二定律应用的瞬时加速度问题，关键是区分瞬时力与延时力。

46.(2010·海南卷·T3)下列说法正确的是

A.若物体运动速率始终不变，则物体所受合力一定为零

B.若物体的加速度均匀增加，则物体做匀加速直线运动

C.若物体所受合力与其速度方向相反，则物体做匀减速直线运动

D.若物体在任意的相等时间间隔内位移相等，则物体做匀速直线运动

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】物体运动速率不变但方向可能变化，因此合力不一定为零，A 错；物体的加速度均匀增加，即加速度在变化，是非匀加速直线运动，B 错；物体所受合力与其速度方向相反，只能判断其做减速运动，但加速度大小不可确定，C 错；若物体在任意的相等时间间隔内位移相等，则物体做匀速直线运动，D 对。

47.(2010·海南卷·T6)在水平的足够长的固定木板上，一小物块以某一初速度开始滑动，经一段时间 t 后停止.现将该木板改置成倾角为 45°的斜面，让小物块以相同的初速度沿木板上滑.若小物块与木板之间的动摩擦因数为 μ.则小物块上滑到最高位置所需时间与 t 之比为

A. $\frac{\sqrt{2}\mu}{1+\mu}$　　B. $\frac{\mu}{1+\sqrt{2}\mu}$　　C. $\frac{\mu}{\sqrt{2}+\mu}$　　D. $\frac{1+\mu}{\sqrt{2}\mu}$

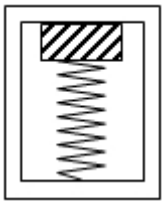
【答案】A

【解析】木板水平时，小物块的加速度 $a_1=\mu g$，设滑行初速度为 v_0，则滑行时间为 $t=\frac{v_0}{\mu g}$；木板改成后，小物块上滑的加速度

$a_2=\frac{mg\sin 45°+\mu mg\cos 45°}{m}=\frac{(1+\mu)\sqrt{2}g}{2}$，滑行时间 $t'=\frac{v_0}{a_2}=\frac{v_0}{(1+\mu)\sqrt{2}g}$，因此 $\frac{t'}{t}=\frac{a_1}{a_2}=\frac{\sqrt{2}\mu}{1+\mu}$，A 项正确。

48.(2010·海南卷·T8)如右图，木箱内有一竖直放置的弹簧，弹簧上方有一物块：木箱静止时弹自由落体处于压缩状态且物块压在箱顶上.若在某一段时间内，物块对箱顶刚好无压力，则在此段时间内，木箱的运动状态可能为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

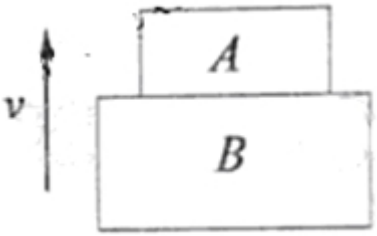


A.加速下降　B.加速上升　C.减速上升　D.减速下降

【答案】BD

【解析】木箱静止时物块对箱顶有压力，则物块受到顶向下的压力，当物块对箱顶刚好无压力时，表明系统有向上的加速度，是超重，BD 正确。

49.(2010·浙江卷·T14)如图所示，A、B 两物体叠放在一起，以相同的初速度上抛(不计空气阻力)。下列说法正确的是



A.在上升和下降过程中 A 对 B 的压力一定为零

B.上升过程中 A 对 B 的压力大于 A 物体受到的重力

C.下降过程中 A 对 B 的压力大于 A 物体受到的重力

D.在上升和下降过程中 A 对 B 的压力等于 A 物体受到的重力

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题是对力和运动问题的考查，考查考生对连接体问题的正确分析。因两物体一起运动，加速度相同，都等于重力加速度，故两物体之间没有作用力，A项正确。

50.(2010·上海卷·T11)将一个物体以某一速度从地面竖直向上抛出，设物体在运动过程中所受空气阻力大小不变，则物体

A.刚抛出时的速度最大　　B.在最高点的加速度为零

C.上升时间大于下落时间　　D.上升时的加速度等于下落时的加速度

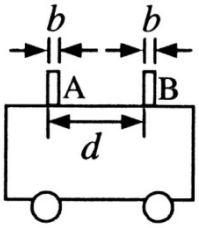
【解析】$a_{上}=g+\frac{f}{m}$，$a_{下}=g-\frac{f}{m}$，所以上升时的加速度大于下落时的加速度，D错误；

根据$h=\frac{1}{2}gt^2$，上升时间小于下落时间，C错误，B也错误，本题选A。

本题考查牛顿运动定律和运动学公式。难度：中。

51.(2011·上海卷)如图，为测量作匀加速直线运动小车的加速度，将宽度均为b的挡光片A、B固定在小车上，测得二者间距为d。

(1)当小车匀加速经过光电门时，测得两挡光片先后经过的时间Δt_1和Δt_2，则小车加速度$a=$__.



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)(多选题)为减小实验误差，可采取的方法是

A.增大两挡光片宽度b　　B.减小两挡光片宽度b

C.增大两挡光片间距d　　D.减小两挡光片间距d

【答案】(1)$a=\frac{b^2}{2d}[\frac{1}{(\Delta t_2)^2}-\frac{1}{(\Delta t_1)^2}]$(2)BC

【解析】(1)根据$a=\frac{v_2^2-v_1^2}{2d}$，得$a=[(\frac{b}{\Delta t_2})^2-(\frac{b}{\Delta t_1})^2]/2d$

(2)b 越小，所测的平均速度越接近瞬时速度，d 越大初速度、与末速度差距越大，速度平方差越大，相对误差越小.

52.(2010·上海卷·T12)降落伞在匀速下降过程中遇到水平方向吹来的风，若风速越大，则降落伞

A.下落的时间越短　　B.下落的时间越长

C.落地时速度越小　　D.落地时速度越大

【解析】根据$H=\frac{1}{2}gt^2$，下落的时间不变；

根据$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$，若风速越大，v_y越大，则降落伞落地时速度越大；

本题选 D。

本题考查运动的合成和分解。

难度：中等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

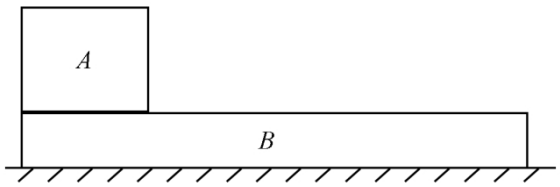
非选择题：

53.(2019•江苏卷•T22)如图所示，质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边缘对齐.A 与 B、B 与地面间的动摩擦因数均为 μ。先敲击 A，A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。接着敲击 B，B 立即获得水平向右的初速度，A、B 都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下.最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g.求：

(1)A 被敲击后获得的初速度大小 v_A；

(2)在左边缘再次对齐的前、后，B 运动加速度的大小 a_B、a_B'；

(3)B 被敲击后获得的初速度大小 v_B.



【答案】(1) $v_A=\sqrt{2\mu gL}$；(2)$a_B=3\mu g$，$a_B'=\mu g$；(3) $v_B=2\sqrt{2\mu gL}$

【解析】

(1)由牛顿运动定律知，A 加速度的大小 $a_A=\mu g$

匀变速直线运动 $2a_AL=v_A^2$

解得 $v_A=\sqrt{2\mu gL}$

(2)设 A、B 的质量均为 m

对齐前，B 所受合外力大小 $F=3\mu mg$

由牛顿运动定律 $F=ma_B$，得 $a_B=3\mu g$

对齐后，A、B 所受合外力大小 $F'=2\mu mg$

由牛顿运动定律 $F'=2ma_B'$，得 $a_B'=\mu g$

(3)经过时间 t，A、B 达到共同速度 v，位移分别为 x_A、x_B，A 加速度的大小等于 a_A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则 $v=a_At$，$v=v_B-a_Bt$

$x_A=\frac{1}{2}a_At^2$，$x_B=v_Bt-\frac{1}{2}a_Bt^2$

且 $x_B-x_A=L$

解得 $v_B=2\sqrt{2\mu gL}$ 。

54.(2019•天津卷•T12)完全由我国自行设计、建造的国产新型航空母舰已完成多次海试，并取得成功。航母上的舰载机采用滑跃式起飞，故甲板是由水平甲板和上翘甲板两部分构成，如图 1 所示。为了便于研究舰载机的起飞过程，假设上翘甲板 BC 是与水平甲板 AB 相切的一段圆弧，示意如图 2，AB 长 $L_1=150\ \text{m}$，BC 水平投影 $L_2=63\ \text{m}$，图中 C 点切线方向与水平方向的夹角 $\theta=12°$ $(\sin 12°\approx 0.21)$。若舰载机从 A 点由静止开始做匀加速直线运动，经 $t=6\ \text{s}$ 到达 B 点进入 BC。已知飞行员的质量 $m=60\ \text{kg}$，$g=10\ \text{m/s}^2$，求

图 1

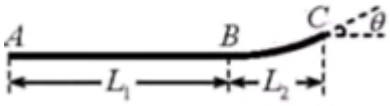


图 2

(1)舰载机水平运动的过程中，飞行员受到的水平力所做功 W；

(2)舰载机刚进入 BC 时，飞行员受到竖直向上的压力 F_N 多大。

【答案】(1) $W=7.5\times10^4\ \text{J}$；(2) $F_N=1.1\times10^3\ \text{N}$

【解析】

【详解】(1)舰载机由静止开始做匀加速直线运动，设其刚进入上翘甲板时的速度为 υ，则有

$$\frac{\upsilon}{2}=\frac{L_1}{t} \qquad ①$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据动能定理，有

$$W=\frac{1}{2}m\upsilon^2-0 \qquad ②$$

联立①②式，代入数据，得

$$W=7.5\times10^4\ \mathrm{J} \qquad ③$$

(2)设上翘甲板所对应的圆弧半径为R，根据几何关系，有

$$L_2=R\sin\theta \qquad ④$$

由牛顿第二定律，有

$$F_{\mathrm{N}}-mg=m\frac{\upsilon^2}{R} \qquad ⑤$$

联立①④⑤式，代入数据，得

$$F_{\mathrm{N}}=1.1\times10^3\ \mathrm{N} \qquad ⑥$$

55.(2014·上海卷)牛顿第一定律表明，力是物体_____发生变化的原因；该定律引出的一个重要概念是_____。

【答案】运动状态；惯性

【解析】牛顿第一定律内容即一切物体在不受力的作用时总保持静止或匀速直线运动状态，即不受力时运动状态不变，所以力才是物体运动状态发生变化的原因，据此引出的概念即物体保持原来运动状态不变的性质，惯性。

56.(2010·海南卷·T12)雨摘下落时所受到的空气阻力与雨滴的速度有关，雨滴速度越大，它受到的空气阻力越大：此外，当雨滴速度一定时，雨滴下落时所受到的空气阻力还与雨滴半径的α次方成正比(1≤α≤2)。假设一个大雨滴和一个小雨滴

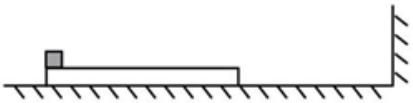
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

从同一云层同时下落，最终它们都_____(填“加速”、“减速”或”匀速”)下落._____(填“大”或“小”)雨滴先落到地面；接近地面时，_____(填“大”或“小”)雨滴的速度较小.

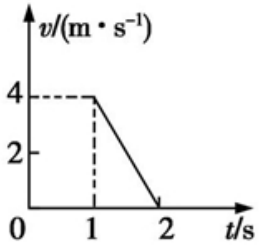
【答案】匀速(2 分) 大(1 分) 小(1 分)

【解析】由于雨滴受到的空气阻力与速度有关，速度越大阻力越大，因此最终当阻力增大到与重力平衡时都做匀速运动；设雨滴半径为r，则当雨滴匀速下落时受到的空气阻力$f \propto r^{\alpha}$，而重力$mg = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$，由于$1 \leqslant \alpha \leqslant 2$，因此半径大的匀速运动的速度大，先落地且落地速度大，小雨滴落地速度小。

57.(2015·全国新课标I卷·T25)一长木板置于粗糙水平地面上，木板左端放置一小物块，在木板右方有一墙壁，木板右端与墙壁的距离为 4.5m，如图(a)所示。它＝零时刻开始，小物块与木板一起以共同速度向右运动，直至 t＝1s 时木板与墙壁碰撞(碰撞时间极短)。碰撞前后木板速度大小不变，方向相反；运动过程中小物块始终未离开木板。已知碰撞后 1s 时间内小物块的 v－t 图线如图(b)所示。木板的质量是小物块质量的 15 倍，重力加速度大小 g 取 10m/s^2。求



图(a)



图(b)

(1)木板与地面间的动摩擦因数 μ_1 及小物块与木板间的动摩擦因数 μ_2；

(2)木板的最小长度；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)木板右端离墙壁的最终距离。

【答案】(1)μ_1=0.1　μ_2=0.4　　(2)6m　　(3)6.5m

【解析】(1)根据图像可以判定碰撞前木块与木板共同速度为$v=4m/s$

碰撞后木板速度水平向左，大小也是$v=4m/s$

木块受到滑动摩擦力而向右做匀减速，根据牛顿第二定律有$\mu_2 g=\frac{4m/s-0m/s}{1s}$

解得$\mu_2=0.4$

木板与墙壁碰撞前，匀减速运动时间$t=1s$，位移$x=4.5m$，末速度$v=4m/s$

其逆运动则为匀加速直线运动可得$x=vt+\frac{1}{2}at^2$

代入可得$a=1m/s^2$

木块和木板整体受力分析，滑动摩擦力提供合外力，即$\mu_1 g=a$

可得$\mu_1=0.1$

(2)碰撞后，木板向左匀减速，依据牛顿第二定律有$\mu_1(\mathrm{M}+m)\mathrm{g}+\mu_2 mg=Ma_1$

可得$a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

对滑块，则有加速度$a_2=4m/s^2$

滑块速度先减小到 0，此时碰后时间为$t_1=1s$

此时，木板向左的位移为$x_1=vt_1-\frac{1}{2}a_1t_1^2=\frac{10}{3}m$ 末速度$v_1=\frac{8}{3}m/s$

滑块向右位移$x_2=\frac{4m/s+0}{2}t_1=2m$

此后，木块开始向左加速，加速度仍为$a_2=4m/s^2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

木块继续减速，加速度仍为 $a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

假设又经历 t_2 二者速度相等，则有 $a_2t_2=v_1-a_1t_2$

解得 $t_2=0.5s$

此过程，木板位移 $x_3=v_1t_2-\frac{1}{2}a_1t_2^2=\frac{7}{6}m$ 末速度 $v_3=v_1-a_1t_2=2m/s$

滑块位移 $x_4=\frac{1}{2}a_2t_2^2=\frac{1}{2}m$

此后木块和木板一起匀减速。

二者的相对位移最大为 $\Delta x=x_1+x_3+x_2-x_4=6m$

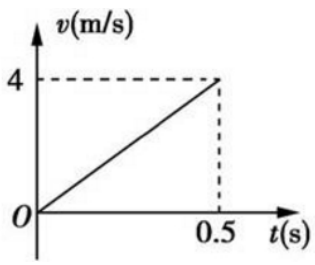
滑块始终没有离开木板，所以木板最小的长度为 $6m$

(3)最后阶段滑块和木板一起匀减速直到停止，整体加速度 $a=\mu_1g=1m/s^2$

位移 $x_5=\frac{v_3^2}{2a}=2m$

所以木板右端离墙壁最远的距离为 $x_1+x_3+x_5=6.5m$

58.(2012·安徽卷)质量为 0.1 kg 的弹性球从空中某高度由静止开始下落，该下落过程对应的 v-t 图象如图所示。球与水平地面相碰后离开地面时的速度大小为碰撞前的 3/4。该球受到的空气阻力大小恒为 f，取 g =10 m/s^2，求：



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)弹性球受到的空气阻力 f 的大小；

(2)弹性球第一次碰撞后反弹的高度 h。

【答案】(1)0.2N　(2)$\frac{3}{8}m$

【解析】(1)设弹性球第一次下落过程中的加速度大小为 a_1，由图知

$$a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{4}{0.5}m/s^2=8m/s^2 \qquad ①$$

根据牛顿第二定律，得

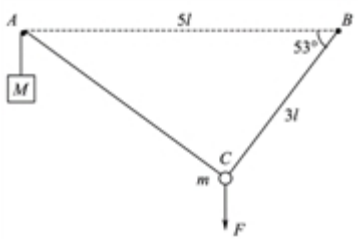
$$mg-f=ma_1 \qquad ②$$

$$f=m(g-a_1)=0.2N \qquad ③$$

(2)由速度时间图象可知，弹性球第一次到达地面的速度为 v＝4m/s，则弹性球第一次离开地面时的速度大小为 v’＝3m/s，离开地面 $a'=\frac{mg+f}{m}=12m/s^2$，根据 0－v’^{2}＝2a’h，

解得：h＝$\frac{3}{8}m$。

59.(2018·江苏卷)如图所示，钉子 A、B 相距 5l，处于同一高度.细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B.质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 3l.用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53°。松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动.忽略一切摩擦，重力加速度为 g，取 sin53°=0.8，cos53°=0.6.求：



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)小球受到手的拉力大小 F；

(2)物块和小球的质量之比 M：m；

(3)小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T。

【答案】(1) $F=\frac{5}{3}Mg-mg$　(2) $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$

(3) $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T=\frac{48}{55}mg$ 或 $T=\frac{8}{11}Mg$)

【解析】(1)设小球受 AC、BC 的拉力分别为 F_1、F_2

$F_1\sin53°=F_2\cos53°$　$F+mg=F_1\cos53°+F_2\sin53°$ 且 $F_1=Mg$

解得 $F=\frac{5}{3}Mg-mg$

(2)小球运动到与 A、B 相同高度过程中

小球上升高度 $h_1=3l\sin53°$，物块下降高度 $h_2=2l$

机械能守恒定律 $mgh_1=Mgh_2$

解得 $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$

(3)根据机械能守恒定律，小球回到起始点.设此时 AC 方向的加速度大小为 a，重物受到的拉力为 T

牛顿运动定律 $Mg-T=Ma$　小球受 AC 的拉力 $T'=T$

牛顿运动定律 $T'-mg\cos53°=ma$

解得 $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T=\frac{48}{55}mg$ 或 $T=\frac{8}{11}Mg$)

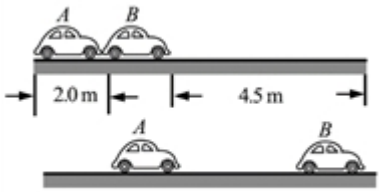
60.(2018·全国 II 卷)汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B。两车碰撞时和两车都完全停止

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m，A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为2.0×10^3kg 和1.5×10^3kg，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小$g=10\text{m/s}^2$.求

(1)碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；

(2)碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。



【答案】(1)$v_{B'}=3.0\ m/s$　　(2)$v_A=4.3\ m/s$

【解析】试题分析：两车碰撞过程动量守恒，碰后两车在摩擦力的作用下做匀减速运动，利用运动学公式可以求得碰后的速度，然后在计算碰前 A 车的速度。

(1)设 *B* 车质量为 m_B，碰后加速度大小为 a_B，根据牛顿第二定律有

$$\mu m_B g=m_B a_B \quad ①$$

式中 μ 是汽车与路面间的动摩擦因数。

设碰撞后瞬间 *B* 车速度的大小为$v_{B'}$，碰撞后滑行的距离为s_B。由运动学公式有

$$v_{B,2}=2a_B s_B \quad ②$$

联立①②式并利用题给数据得

$$v_B'=3.0\ \text{m/s} \quad ③$$

(2)设 A 车的质量为 m_A，碰后加速度大小为 a_A。根据牛顿第二定律有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\mu m_A g = m_A a_A$ ④

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为v_A'，碰撞后滑行的距离为s_A。由运动学公式有

$v_{A'}{}^2 = 2a_A s_A$ ⑤

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为v_A，两车在碰撞过程中动量守恒，有

$m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$ ⑥

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

$$v_A = 4.3\ \mathrm{m/s}$$

61.(2018·天津卷)我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程，假设飞机在水平跑道上的滑跑是初速度为零的匀加速直线运动，当位移 x=1.6×10³ m 时才能达到起飞所要求的速度 v=80 m/s，已知飞机质量 m=7.0×10⁴ kg，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度取$g = 10\ \mathrm{m/s^2}$，求飞机滑跑过程中

(1)加速度 a 的大小；

(2)牵引力的平均功率 P。

【答案】(1)a=2m/s² (2)P=8.4×10⁶ W

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】试题分析：飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，结合速度位移公式求解加速度；对飞机受力分析，结合牛顿第二定律，以及$P=Fv$求解牵引力的平均功率；

(1)飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，有 $v^2=2ax$①，解得 $a=2m/s^2$②

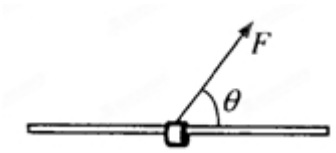
(2)设飞机滑跑受到的阻力为$F_{阻}$，根据题意可得$F_{阻}=0.1mg$③

设发动机的牵引力为 F，根据牛顿第二定律有$F-F_{阻}=ma$④；

设飞机滑跑过程中的平均速度为$\bar{v}$，有$\bar{v}=\frac{v}{2}$⑤

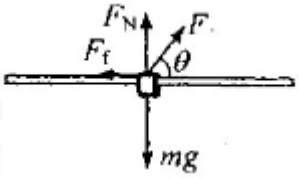
在滑跑阶段，牵引力的平均功率$P=F\bar{v}$⑥，联立②③④⑤⑥得 $P=8.4\times10^6W$.

62.(2012·上海卷)如图，将质量 m=0.1kg 的圆环套在固定的水平直杆上。环的直径略大于杆的截面直径。环与杆间动摩擦因数 μ=0.8。对环施加一位于竖直平面内斜向上，与杆夹角 θ=53°的拉力 F，使圆环以 $a=4.4m/s^2$ 的加速度沿杆运动，求 F 的大小。



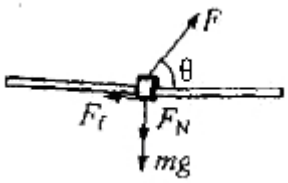
【答案】9N

【解析】令 $Fsin53°=mg$，$F=1.25N$，当 $F<1.25N$ 时，杆对环的弹力向上，受力如图



由牛顿定律 $Fcosq-mF_N=ma$，$F_N+Fsinq=mg$，

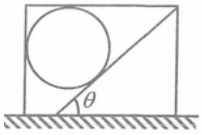
得 $F=1N$，当 $F>1.25N$ 时，杆对环的弹力向下，受力如图



由牛顿定律 $Fcosq-mF_N=ma$，$Fsinq=mg+F_N$，

解得 F=9N

63.(2014·上海卷)如图，水平地面上的矩形箱子内有一倾角为θ的固定斜面，斜面上放一质量为 m 的光滑球。静止时，箱子顶部与球接触但无压力。箱子由静止开始向右做匀加速运动，然后改做加速度大小为 a 的匀减速运动直至静止，经过的总路程为 s，运动过程中的最大速度为 v。



(1)求箱子加速阶段的加速度大小 a'。

(2)若 a>g tanθ，求减速阶段球受到箱子左壁和顶部的作用力。

【答案】(1) $a'=\dfrac{av^2}{2as-v^2}$ (2)左壁作用力为 0，顶部作用力 $ma\cot\theta-mg$

【考点】匀变速直线运动规律、牛顿第二定律

【解析】(1)设加速过程中加速度为 a‘，由匀变速运动公式

$s_1=\dfrac{v^2}{2a'}$，$s_2=\dfrac{v^2}{2a}$，$s=s_1+s_2=\dfrac{v^2}{2a'}+\dfrac{v^2}{2a}$，解得 $a'=\dfrac{av^2}{2as-v^2}$

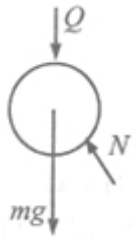
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设球不受车厢作用，应满足

$N\sin\theta = ma$，$N\cos\theta = mg$，解得 $a = g\tan\theta$

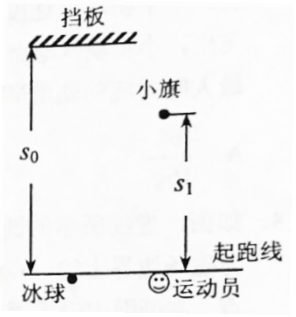
减速时加速度由斜面支持力 N 与左壁支持力 P 共同决定，当 $a > g\tan\theta$ 时 P＝0

球受力如图。



由牛顿定律：$\begin{cases} N\sin\theta = ma, \\ N\cos\theta - Q = mg \end{cases}$，解得 $Q = m(a\cot\theta - g)$

64.(2017·新课标II卷)为提高冰球运动员的加速能力，教练员在冰面上与起跑线距离 s_0 和 $s_1(s_1<s_0)$处分别设置一个挡板和一面小旗，如图所示。训练时，让运动员和冰球都位于起跑线上，教练员将冰球以初速度 v_0 击出，使冰球在冰面上沿垂直于起跑线的方向滑向挡板；冰球被击出的同时，运动员垂直于起跑线从静止出发滑向小旗。训练要求当冰球到达挡板时，运动员至少到达小旗处。假定运动员在滑行过程中做匀加速运动，冰球到达挡板时的速度为 v_1。重力加速度大小为 g。求



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)冰球与冰面之间的动摩擦因数；

(2)满足训练要求的运动员的最小加速度。

【答案】(1)$\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$　(2)$\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$

【解析】(1)设冰球与冰面间的动摩擦因数为 μ，则冰球在冰面上滑行的加速度 $a_1=\mu g$①

由速度与位移的关系知$-2a_1s_0=v_1^2-v_0^2$②

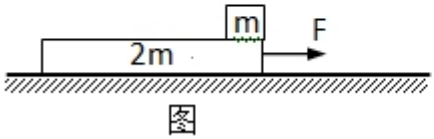
联立①②得 $\mu=\frac{a_1}{g}=\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$③

(2)设冰球运动的时间为 t，则 $t=\frac{v_0-v_1}{\mu g}$④

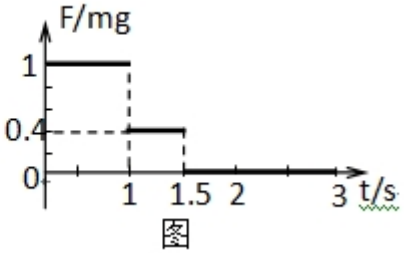
又 $s_1=\frac{1}{2}at^2$⑤

由③④⑤得 $a=\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$⑥

65.(2010·海南卷·T16)图 1 中，质量为 m 的物块叠放在质量为 2m 的足够长的木板上方右侧，木板放在光滑的水平地面上，物块与木板之间的动摩擦因数为 μ＝0.2.在木板上施加一水平向右的拉力 F，在 0~3s 内 F 的变化如图 2 所示，图中 F 以 mg 为单位，重力加速度 $g=10m/s^2$，整个系统开始时静止.。



图



图

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求 1s、1.5s、2s、3s 末木板的速度以及 2s、3s 末物块的速度；

(2)在同一坐标系中画出 0~3s 内木板和物块的 v－t 图象，据此求 0~3s 内物块相对于木板滑过的距离。

【答案】(1)(2)

【解析】(1)设木板和物块的加速度分别为 a 和 a'，在 t 时刻木板和物块的速度分别为 v_t 和 v_t'，木板和物块之间摩擦力的大小为 f，依牛顿第二定律、运动学公式和摩擦定律得

$$f = ma' \qquad ①$$

$$f = \mu mg，当 v_t' < v_t \qquad ②$$

$$v_{t_2}' = v_{t_1}' + a'(t_2 - t_1) \qquad ③$$

$$F - f = (2m)a \qquad ④$$

$$v_{t_2} = v_{t_1} + a(t_2 - t_1) \qquad ⑤$$

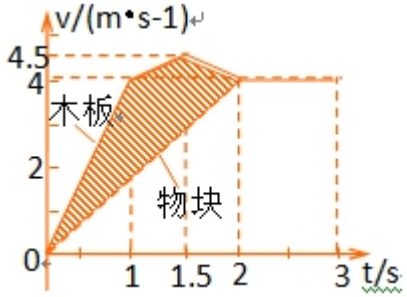
由①②③④⑤式与题给条件得

$$v_1 = 4\,\text{m/s}, v_{1.5} = 4.5\,\text{m/s}, v_2 = 4\,\text{m/s}, v_3 = 4\,\text{m/s} \qquad ⑥$$

$$v_2' = 4\,\text{m/s}, v_3' = 4\,\text{m/s} \qquad ⑦$$

(2)由⑥⑦式得到物块与木板运动的 $v-t$ 图象，如右图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



在 0～3s 内物块相对于木板的距离 Δs 等于木板和物块 $v-t$ 图线下的面积之差，即图中带阴影的四边形面积，该四边形由两个三角形组成，上面的三角形面积为 0.25(m)，下面的三角形面积为 2(m)，因此

$$\Delta s = 2.25\,\mathrm{m} \qquad ⑧$$

66.(2010·四川卷·T23)质量为 M 的拖拉机拉着耙来耙地，由静止开始做匀加速直线运动，在时间 t 内前进的距离为 s。耙地时，拖拉机受到的牵引力恒为 F，受到地面的阻力为自重的 k 倍，把所受阻力恒定，连接杆质量不计且与水平面的夹角 θ 保持不变。求：

(1)拖拉机的加速度大小。

(2)拖拉机对连接杆的拉力大小。

(3)时间 t 内拖拉机对耙做的功。

【答案】(1) $a=\dfrac{2s}{t^2}$ (2) $f'=f=\dfrac{1}{\cos\theta}[F-M(kg+\dfrac{2s}{t^2})]$ (3)

$W=[F-M(kg+\dfrac{2s}{t^2})]s$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题主要考查了牛顿定律、力对物体做功和受力分析等知识点，很容易。对考生能用物理知识解决实际问题的能力的考查。

(1)由匀变速运动的公式：$s=\frac{1}{2}at^2$①得$a=\frac{2s}{t^2}$②

(2)设连接杆对拖拉机的拉力为 f，由牛顿第二定律得：$F-kMg-f\cos\theta=Ma$③

根据牛顿第三定律，联立②③式，解得拖拉机对连接杆的拉力大小为：

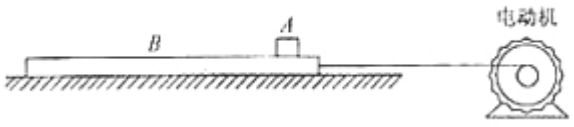
$f'=f=\frac{1}{\cos\theta}[F-M(kg+\frac{2s}{t^2})]$④

(3)拖拉机对耙做的功：$W=f's\cos\theta$ ⑤

联立④⑤式，解得

$W=[F-M(kg+\frac{2s}{t^2})]s$ ⑥

67.(2010·福建卷·T22)如图所示，物体 A 放在足够长的木板 B 上，木板 B 静止于水平面。t=0 时，电动机通过水平细绳以恒力 F 拉木板 B，使它做初速度为零，加速度 aB=1.0m/s2 的匀加速直线运动。已知 A 的质量 mA 和 B 的质量 mg 均为 2.0kg,A、B 之间的动摩擦因数 μ_1=0.05，B 与水平面之间的动摩擦因数 μ_2=0.1，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等，重力加速度 g 取 10m/s2。求



(1)物体 A 刚运动时的加速度 aA

(2)t=1.0s 时，电动机的输出功率 P；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)若 t=1.0s 时，将电动机的输出功率立即调整为 P`=5W，并在以后的运动过程中始终保持这一功率不变, t=3.8s 时物体 A 的速度为 1.2m/s。则在 t=1.0s 到 t=3.8s 这段时间内木板 B 的位移为多少？

【答案】(1) $a_A = 0.5m/s^2$ (2) 7W (3) $s = s_1 + s_2 = 3.03m$(或取$s = 3.0m$)

(1)物体 A 在水平方向上受到向右的摩擦力，由牛顿第二定律的

$$\mu_1 m_A g = m_A a_A \qquad ①$$

由①并代入数据解得

$$a_A = 0.5m/s^2 \qquad ②$$

(2)$t_1 = 1.0s$ 时，木板 B 的速度大小为

$$v_1 = a_B t_1 \qquad ③$$

木板 B 所受拉力 F，由牛顿第二定律有

$$F - \mu_1 m_A g - \mu_2 (m_A + m_B) g = m_B a_B \qquad ④$$

电动机输出功率

$$P_1 = F v_1 \qquad ⑤$$

由③④⑤并代入数据解得 P_1=7W ⑥

(3)电动机的输出功率调整为 5W 时，设细绳对木板 B 的拉力为 F'，则

$$P' = F' v_1 \qquad ⑦$$

代入数据解得 $F' = 5N$ ⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

木板 B 受力满足 $F^{'}-\mu_1 m_A g-\mu_2(m_A+m_B)g=0$ ⑨

所以木板 B 将做匀速直线运动，而物体 A 则继续在 B 上做匀速直线运动直到 A、B 速度相等。设这一过程实际为 $t^{'}$，有

$v_1=a_A(t_1+t^{'})$ ⑩

这段时间内 B 的位移 $s_1=v_1 t^{'}$ ⑪

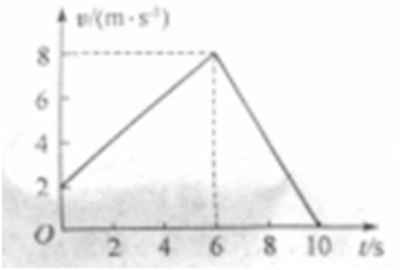
B 速度相同后，由于 $F>\mu_2(m_A+m_B)g$ 且电动机输出功率恒定，A、B 将一起做加速逐渐减小的变加速运动。由动能定理得

$$P^{'}(t_2-t^{'}-t_1)-\mu_2(m_A+m_B)gs_2=\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_A^2-\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_1^2$$ ⑫

由②③⑩⑪⑫并代入数据解得

木板 B 在 $t=1.0s$ 到 $t=3.8s$ 这段时间的位移 $s=s_1+s_2=3.03m$(或取 $s=3.0m$)

68.(2010·安徽卷·T22)质量为 $2kg$ 的物体在水平推力 F 的作用下沿水平面作直线运动，一段时间后撤去 F，其运动的 $v-t$ 图像如图所示。g 取 $10\,m/s^2$，求：



(1)物体与水平面间的运动摩擦系数 μ；

(2)水平推力 F 的大小；

(3)$0-10s$ 内物体运动位移的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题是关于运用牛顿定律解决运动学问题的一道题。

解：(1)设物体做匀减速直线运动的时间为Δt_2、初速度为v_{20}、

末速度为v_{2t}、加速度为a_2，则

$$a_2=\frac{v_{2t}-v_{20}}{\Delta t_2}=-2m/s^2 \qquad ①$$

设物体所受的摩擦力为F_f，根据牛顿第二定律，有

$$F_f=ma_2 \qquad ②$$

$$F_f=-\mu mg \qquad ③$$

联立②③得

$$\mu=\frac{-a^2}{g}=0.2 \qquad ④$$

(2)设物体做匀加速直线运动的时间为Δt_1、初速度为v_{10}、末速度为v_{1t}、加速度为a_1，则

$$a_1=\frac{v_{1t}-v_{10}}{\Delta t_1}=1m/s^2 \qquad ⑤$$

根据牛顿第二定律，有

$$F+F_f=ma_1 \qquad ⑥$$

联立③⑥，得：

$$F=\mu mg+ma_1=6N$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

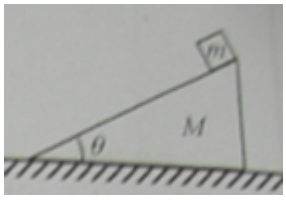
(3)解法一：由匀速直线运动位移公式，得

$$x=x_1+x_2=v_{10}\Delta t_1+\frac{1}{2}a_1\mathrm{V}t_1^2+v_{20}\Delta t_2+\frac{1}{2}a_2\Delta t_2^2=46m$$

解法二：根据$v-t$图象围成的面积，得

$$x=(\frac{v_{10}+v_{1t}}{2}\times\mathrm{V}t_1+\frac{1}{2}\times v_{20}\times\mathrm{V}t_2)=46m$$

69.(2010·上海卷·T31)倾角$\theta=37^0$，质量 M=5kg 的粗糙斜面位于水平地面上，质量 m=2kg 的木块置于斜面顶端，从静止开始匀加速下滑，经 t=2s 到达底端，运动路程 L=4m，在此过程中斜面保持静止($\sin 37^\circ=0.6,\cos 37^\circ=0.8,g$取$10\mathrm{m}/s^2$)，求：



(1)地面对斜面的摩擦力大小与方向；

(2)地面对斜面的支持力大小

(3)通过计算证明木块在此过程中满足动能定理。

【解析】(1)隔离法：

对木块：$mg\sin\theta-f_1=ma$，$mg\cos\theta-N_1=0$

因为$s=\frac{1}{2}at_2$，得$a=2m/s$

所以，$f_1=8N$，$N_1=16N$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

对斜面：设摩擦力 f 向左，则 $f = N_1 \sin\theta - f_1 \cos\theta = 3.2N$，方向向左。

(如果设摩擦力 f 向右，则 $f = -N_1 \sin\theta + f_1 \cos\theta = -3.2N$，同样方向向左。)

(2)地面对斜面的支持力大小 $N = f = N_1 cos\theta + f_1 \sin\theta = 67.6N$

(3)木块受两个力做功。

重力做功：$W_G = mgh = mgs\sin\theta = 48J$

摩擦力做功：$W_f = -fs = -32J$

合力做功或外力对木块做的总功：$W = W_G + W_f = 16J$

动能的变化 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \bullet (at)^2 = 16J$

所以，合力做功或外力对木块做的总功等于动能的变化(增加)，证毕。

70.(2010·新课标Ⅰ卷·T24.)短跑名将博尔特在北京奥运会上创造了 100m 和 200m 短跑项目的新世界纪录，他的成绩分别是 9.69 s 和 l9.30 s。假定他在 100 m 比赛时从发令到起跑的反应时间是 0.15 S，起跑后做匀加速运动，达到最大速率后做匀速运动。200 m 比赛时，反应时间及起跑后加速阶段的加速度和加速时间与 l00 m 比赛时相同，但由于弯道和体力等因素的影响，以后的平均速率只有跑 l00 m 时最大速率的 96%。求：

(1)加速所用时间和达到的最大速率；

(2)起跑后做匀加速运动的加速度。

(结果保留两位小数)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) v＝11.24m/s　　(2) $8.71m/s^2$

【解析】(l)设加速所用时间为 t(以 s 为单位)，迅速运动的速度为 v(以 m/s 为单位)，

则有 $\frac{1}{2}vt+(9.69-0.15-t)=100$　　①

$\frac{1}{2}vt+(19.30-0.15-t)\times 0.96v=200$　　②

由①②式得 t＝1.29s　　③　　v＝11.24m/s　　④

(2)设加速度大小为 a，则 $a=\frac{v}{t}=8.71m/s^2$　　⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 05　曲线运动

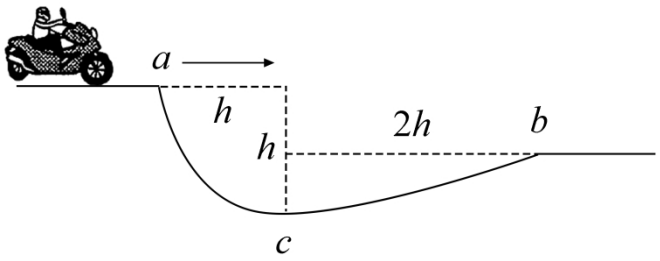
1. （2020·新课标I卷）如图，一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 10 m，该同学和秋千踏板的总质量约为 50 kg。绳的质量忽略不计，当该同学荡到秋千支架的正下方时，速度大小为 8 m/s，此时每根绳子平均承受的拉力约为（　　）

A. 200 N　　B. 400 N　　C. 600 N　　D. 800 N

【答案】B

【解析】在最低点由 $2T-mg=\frac{mv^2}{r}$，知 T=410N，即每根绳子拉力约为 410N，故选 B。

2. （2020·新课标 II 卷）如图，在摩托车越野赛途中的水平路段前方有一个坑，该坑沿摩托车前进方向的水平宽度为 $3h$，其左边缘 a 点比右边缘 b 点高 $0.5h$。若摩托车经过 a 点时的动能为 E_1，它会落到坑内 c 点。c 与 a 的水平距离和高度差均为 h；若经过 a 点时的动能为 E_2，该摩托车恰能越过坑到达 b 点。$\frac{E_2}{E_1}$ 等于（　　）

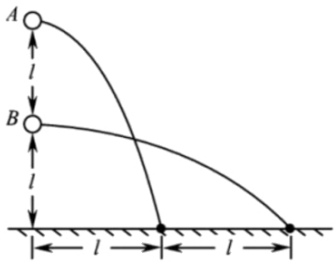


A. 20　　B. 18　　C. 9.0　　D. 3.0

【答案】B

【解析】有题意可知当在 a 点动能为 E_1 时，有 $E_1=\frac{1}{2}mv_1^2$，根据平抛运动规律有 $h=\frac{1}{2}gt_1^2$，$h=v_1t_1$，当在 a 点时动能为 E_2 时，有 $E_2=\frac{1}{2}mv_2^2$，根据平抛运动规律有 $\frac{1}{2}h=\frac{1}{2}gt_2^2$，$3h=v_2t_2$，联立以上各式可解得 $\frac{E_2}{E_1}=18$，故选 B。

3.（2020·江苏卷）如图所示，小球 A、B 分别从 $2l$ 和 l 的高度水平抛出后落地，上述过程中 A、B 的水平位移分别为 l 和 $2l$。忽略空气阻力，则（　　）



A. A 和 B 的位移大小相等

B. A 的运动时间是 B 的 2 倍

C. A 的初速度是 B 的 $\frac{1}{2}$

D. A 的末速度比 B 的大

【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】A．位移为初位置到末位置的有向线段，如图所示可得

$s_{\mathrm{A}}=\sqrt{l^2+(2l)^2}=\sqrt{5}l$ ，$s_{\mathrm{B}}=\sqrt{l^2+(2l)^2}=\sqrt{5}l$，A 和 B 的位移大小相等，A 正确；B．平抛运动运动的时间由高度决定，即 $t_{\mathrm{A}}=\sqrt{\frac{2\times 2l}{g}}=\sqrt{2}\times\sqrt{\frac{2l}{g}}$ ，$t_{\mathrm{B}}=\sqrt{\frac{2\times l}{g}}=\sqrt{\frac{2l}{g}}$，则 A 的运动时间是 B 的 $\sqrt{2}$ 倍，B 错误；C．平抛运动，在水平方向上做匀速直线运动，则 $v_{\mathrm{xA}}=\frac{l}{t_{\mathrm{A}}}=\frac{\sqrt{gl}}{2}$ ，$v_{\mathrm{xB}}=\frac{2l}{t_{\mathrm{B}}}=\sqrt{2gl}$，则 A 的初速度是 B 的 $\frac{1}{2\sqrt{2}}$，C 错误；D．小球 A、B 在竖直方向上的速度分别为 $v_{\mathrm{yA}}=2\sqrt{gl}$，$v_{\mathrm{yB}}=\sqrt{2gl}$，所以可得 $v_{\mathrm{A}}=\frac{\sqrt{17gl}}{2}$ $v_{\mathrm{B}}=2\sqrt{gl}=\frac{\sqrt{16gl}}{2}$，即 $v_{\mathrm{A}}>v_{\mathrm{B}}$，D 正确。故选 AD。

4. （2020·浙江卷）如图所示，底部均有 4 个轮子的行李箱 a 竖立、b 平卧放置在公交车上，箱子四周有一定空间。当公交车（　　）

A. 缓慢起动时，两只行李箱一定相对车子向后运动

B. 急刹车时，行李箱 a 一定相对车子向前运动

C. 缓慢转弯时，两只行李箱一定相对车子向外侧运动

D. 急转弯时，行李箱 b 一定相对车子向内侧运动

【答案】B

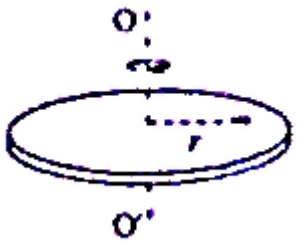
【解析】A．有题意可知当公交车缓慢启动时，两只箱子与公交车之间的有可能存在静摩擦使箱子与公交车一起运动，故 A 错误；B．急刹车时，由于惯性，行李箱 a 一定相对车子向前运动，故 B 正确；C．当公交车缓慢转弯时，两只箱子与车之间的摩擦力可能提供向心力，与车保持相对静止，故 C 错误；D．当公交车急转弯时，由于需要向心力大，行李箱一定相对车子向外侧运动，故 D 错误。故选 B。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 05 曲线运动

选择题：

1.(2019•海南卷•T6)如图，一硬币(可视为质点)置于水平圆盘上，硬币与竖直转轴 OO’的距离为 r，已知硬币与圆盘之间的动摩擦因数为 μ(最大静摩擦力等于滑动摩擦力)，重力加速度大小为 g。若硬币与圆盘一起 OO’轴匀速转动，则圆盘转动的最大角速度为



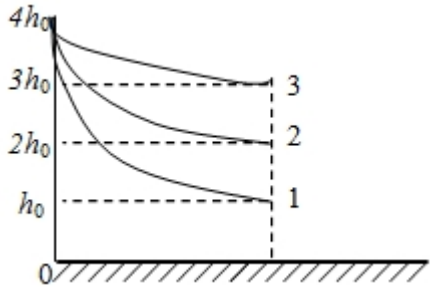
A. $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$　　B. $\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$　　C. $\sqrt{\frac{2\mu g}{r}}$　　D. $2\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

【答案】B

【解析】

硬币做圆周运动的向心力由静摩擦力提供，则 μmg＝mω²r，解得 $\omega=\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$，即圆盘转动的最大角速度为 $\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$，故选 B。

2.(2019•海南卷•T10)三个小物块分别从 3 条不同光滑轨道的上端由静止开始滑下。已知轨道 1、轨道 2、轨道 3 的上端距水平地面的高度均为 $4h_0$；它们的下端水平，距地面的高度分别为 $h_1=h_0$、$h_2=2h_0$、$h_3=3h_0$，如图所示。若沿轨道 1、2、3 下滑的小物块的落地点到轨道下端的水平距离分别记为 s_1、s_2、s_3，则



A. $s_1>s_2$　　B. $s_2>s_3$　　C. $s_1=s_3$　　D. $s_2=s_3$

【答案】BC

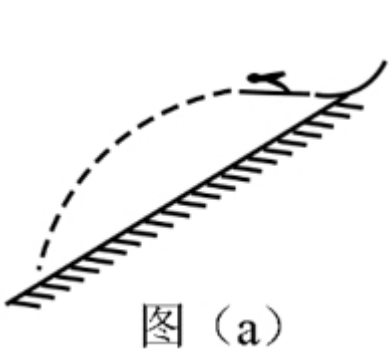
【解析】

根据 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$ 得小滑块离开轨道时的水平速度 $v=\sqrt{2gh}$，轨道 1、2、3 下滑的小物块的初速度之比为 $\sqrt{3}$：$\sqrt{2}$：1，由 $h=\frac{1}{2}gt^2$，可知 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，轨道 1、2、3 下滑的小物块的时间之比为 1：$\sqrt{2}$：$\sqrt{3}$，根据 x=vt 可知，小物块的落地点到轨道下端的水平距离之比 s_1：s_2：s_3=$\sqrt{3}$：2：$\sqrt{3}$，故 BC 正确，AD 错误；

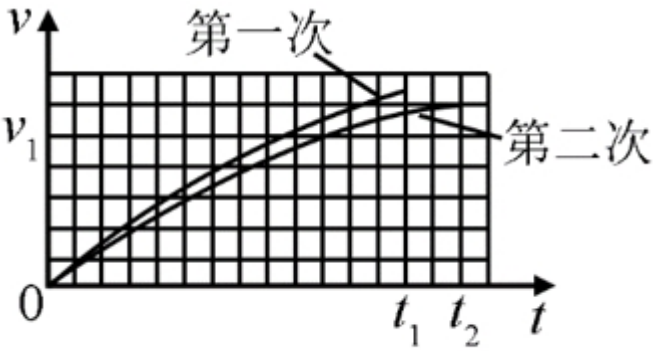
故选：BC。

3.(2019•全国 II 卷•T6)如图(a)，在跳台滑雪比赛中，运动员在空中滑翔时身体的姿态会影响其下落的速度和滑翔的距离。某运动员先后两次从同一跳台起跳，每次都从离开跳台开始计时，用 v 表示他在竖直方向的速度，其 v-t 图像如图(b)所示，t_1 和 t_2 是他落在倾斜雪道上的

时刻。则



图（a）



图（b）

A. 第二次滑翔过程中在竖直方向上的位移比第一次的小

B. 第二次滑翔过程中在水平方向上的位移比第一次的大

C. 第一次滑翔过程中在竖直方向上的平均加速度比第一次的大

D. 竖直方向速度大小为 v_1 时，第二次滑翔在竖直方向上所受阻力比第一次的大

【答案】BD

【解析】

【详解】A.由 *v-t* 图面积易知第二次面积大于等于第一次面积，故第二次竖直方向下落距离大于第一次下落距离，所以，A 错误；

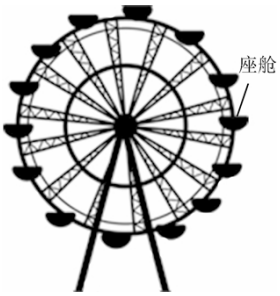
B.由于第二次竖直方向下落距离大，由于位移方向不变，故第二次水平方向位移大，故 B 正确

C.由于 *v-t* 斜率知第一次大、第二次小，斜率越大，加速度越大，或由 $\bar{a}=\frac{v-v_0}{t}$ 易知 $a_1>a_2$，故 C 错误

D.由图像斜率，速度为 v_1 时，第一次图像陡峭，第二次图像相对平缓，故 $a_1>a_2$，由 $G-f_y=ma$，可知，$f_{y1}<f_{y2}$，故 D 正确

4.(2019•江苏卷•T6)如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动.座舱的质量为 *m*，运动半径为 *R*，角速度大小为 *ω*，重力加速度为 *g*，则座舱

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.运动周期为$\frac{2\pi R}{\omega}$

B.线速度的大小为ωR

C.受摩天轮作用力的大小始终为mg

D.所受合力的大小始终为mω²R

【答案】BD

【解析】

由于座舱做匀速圆周运动，由公式$\omega=\frac{2\pi}{T}$，解得：$T=\frac{2\pi}{\omega}$，故A错误；由圆周运动的线速度与角速度的关系可知，$v=\omega R$，故B正确；由于座舱做匀速圆周运动，所以座舱受到摩天轮的作用力是变力，不可能始终为mg，故C错误；由匀速圆周运动的合力提供向心力可得：$F_{合}=m\omega^2R$，故D正确。

5.(2018·江苏卷)某弹射管每次弹出的小球速度相等.在沿光滑竖直轨道自由下落过程中，该弹射管保持水平，先后弹出两只小球.忽略空气阻力，两只小球落到水平地面的

A. 时刻相同，地点相同

B. 时刻相同，地点不同

C. 时刻不同，地点相同

D. 时刻不同，地点不同

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

【解析】本题考查合运动与分运动的关系及时刻和位置的概念，意在考查考生的理解能力。弹射管在竖直方向做自由落体运动，所以弹出小球在竖直方向运动的时间相等，因此两球应同时落地，由于两小球先后弹出，且弹出小球的初速度相同，所以小球在水平方向运动的时间不等，因小球在水平方向做匀速运动，所以水平位移相等，因此落点不相同，故选项 B 正确。

6.(2018·北京卷)根据高中所学知识可知，做自由落体运动的小球，将落在正下方位置。但实际上，赤道上方 200m 处无初速下落的小球将落在正下方位置偏东约 6cm 处，这一现象可解释为，除重力外，由于地球自转，下落过程小球还受到一个水平向东的“力”，该“力”与竖直方向的速度大小成正比，现将小球从赤道地面竖直上抛，考虑对称性，上升过程该“力”水平向西，则小球

A. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均为零

B. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均不为零

C. 落地点在抛出点东侧

D. 落地点在抛出点西侧

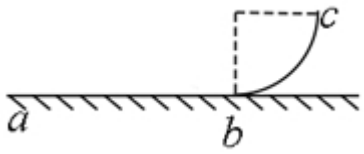
【答案】D

【解析】AB、上升过程水平方向向西加速，在最高点竖直方向上速度为零，水平方向上有向西的水平速度，且有竖直向下的加速度，故 AB 错；

CD、下降过程向西减速，按照对称性落至地面时水平速度为 0，整个过程都在向西运动，所以落点在抛出点的西侧，故 C 错，D 正确；故选 D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

7.(2018·新课标 I 卷)如图，abc 是竖直面内的光滑固定轨道，ab 水平，长度为 2R：bc 是半径为 R 的四分之一的圆弧，与 ab 相切于 b 点。一质量为 m 的小球。始终受到与重力大小相等的水平外力的作用，自 a 点处从静止开始向右运动，重力加速度大小为 g。小球从 a 点开始运动到其他轨迹最高点，机械能的增量为(　　)



A. 2mgR　　B. 4mgR　　C. 5mgR　　D. 6mgR

【答案】C

【解析】

设小球运动到 c 点的速度大小为 v_C，则对小球由 a 到 c 的过程，由动能定理得：$F\cdot 3R-mgR=\frac{1}{2}mv_c^2$，又 F=mg，解得：$v_c^2=4gR$，小球离开 c 点后，在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，竖直方向在重力作用力下做匀减速直线运动，由牛顿第二定律可知，小球离开 c 点后水平方向和竖直方向的加速度大小均为 g，则由竖直方向的运动可知，小球从离开 c 点到其轨迹最高点所需的时间为：$t=v_C/g=2\sqrt{\frac{g}{R}}$，小球在水平方向的加速度 a=g，在水平方向的位移为 $x=\frac{1}{2}at^2=2R$。由以上分析可知，小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的过程中，水平方向的位移大小为 5R，则小球机械能的增加量△E=F·5R=5mgR，选项 C 正确 ABD 错误。

8.(2016·海南卷)在地面上方某点将一小球以一定的初速度沿水平方向抛出，不计空气阻力，则小球在随后的运动中

A.速度和加速度的方向都在不断变化

B.速度与加速度方向之间的夹角一直减小

C.在相等的时间间隔内，速率的改变量相等

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.在相等的时间间隔内，动能的改变量相等

【答案】B

【解析】由于物体只受重力作用，做平抛运动，故加速度不变，速度大小和方向时刻在变化，选项 A 错误；

设某时刻速度与竖直方向夹角为 θ，则 $\tan\theta=\frac{v_0}{v_y}=\frac{v_0}{gt}$，随着时间 t 变大，tanθ 变小，θ 变小，故选项 B 正确；

根据加速度定义式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=g$，则△v＝g△t，即在相等的时间间隔内，速度的改变量相等，故选项 c 错误；

根据动能定理，在相等的时间间隔内，动能的改变量等于重力做的功，即 $W_G=mgh$，对于平抛运动，由于在竖直方向上，在相等时间间隔内的位移不相等，故选项 D 错误。

9.(2015·广东卷·T14)如图所示，帆板在海面上以速度 v 朝正西方向运动，帆船以速度 v 朝正北方向航行，以帆板为参照物

A.帆船朝正东方向航行，速度大小为 v

B.帆船朝正西方向航行，速度大小为 v

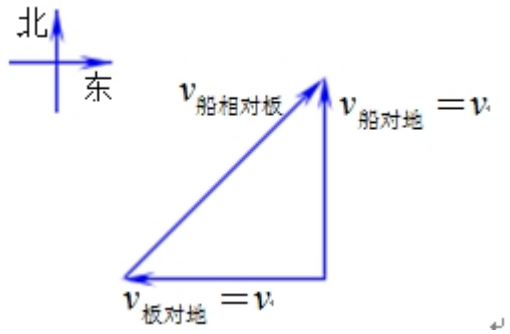
C.帆船朝南偏东 45°方向航行，速度大小为 $\sqrt{2}$ v

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

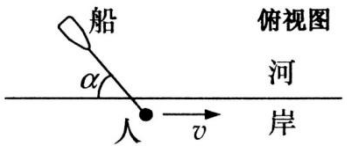
D.帆船朝北偏东 45°方向航行，速度大小为$\sqrt{2}$ v

【答案】D

【解析】若以帆板为参照物，求帆船的运动，即求帆船相对帆板运动情况，根据伽利略变换可知，此时帆船相对帆板的速度$v_{船相对板} = v_{船对地} - v_{板对地}$，画出其对应矢量示意图如下图所示，根据图中几何关系解得：$v_{船相对板} = \sqrt{2}v$，方向为北偏东 45°，故选项 D 正确。



10.(2011·上海卷)如图，人沿平直的河岸以速度v行走，且通过不可伸长的绳拖船，船沿绳的方向行进，此过程中绳始终与水面平行。当绳与河岸的夹角为α，船的速率为

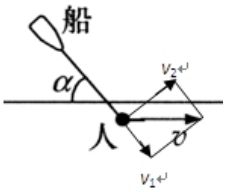


A. $v\sin\alpha$　　B. $\frac{v}{\sin\alpha}$　　C. $v\cos\alpha$　　D. $\frac{v}{\cos\alpha}$

【答案】C

【解析】把人的速度 v 沿着绳子方向和垂直于速度方向分解。如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



其中 $v_1=v\cos\alpha$，所以船的速度等于 $v\cos\alpha$，因此 C 选项正确。

11.(2014·四川卷)有一条两岸平直、河水均匀流动、流速恒为 v 的大河。小明驾着小船渡河，去程时船头指向始终与河岸垂直，回程时行驶路线与河岸垂直。去程与回程所用时间的比值为 k，船在静水中的速度大小相同，则小船在静水中的速度大小为(　　)

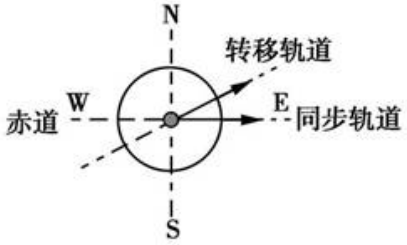
A. $\frac{kv}{\sqrt{k^2-1}}$　　B. $\frac{v}{\sqrt{1-k^2}}$　　C. $\frac{kv}{\sqrt{1-k^2}}$　　D. $\frac{v}{\sqrt{k^2-1}}$

【答案】B

【解析】设小船相对静水的速度为 v_c，去程时过河的时间为 $t_1=\frac{d}{v_c}$，回程的时间 $t_2=\frac{d}{\sqrt{v_c^2-v^2}}$，由题意知 $\frac{t_1}{t_2}=k$，解得 $v_c=\frac{v}{\sqrt{1-k^2}}$，故选项 B 正确。

12.(2015·全国新课标II卷·T16)由于卫星的发射场不在赤道上，同步卫星发射后需要从转移轨道经过调整再进入地球同步轨道。当卫星在转移轨道上飞经赤道上空时，发动机点火，给卫星一附加速度，使卫星沿同步轨道运行。已知同步卫星的环绕速度约为 3.1×10^3/s，某次发射卫星飞经赤道上空时的速度为 1.55×10^3/s，此时卫星的高度与同步轨道的高度相同，转移轨道和同步轨道的夹角为 30°，如图所示，发动机给卫星的附加速度的方向和大小约为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

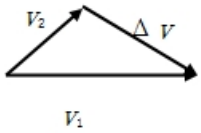


A.西偏北方向，1.9×10^3m/s　　B.东偏南方向，1.9×10^3m/s

C.西偏北方向，2.7×10^3m/s　　D.东偏南方向，2.7×10^3m/s

【答案】B

【解析】如下图所示：



由余弦定理，可知$\Delta v=\sqrt{v_1^2+v_2^2-2v_1v_2\cos30°}=1.9\times10^3\,\text{m/s}$，方向：东偏南方向，故 B 正确，A、B、C 错误。

13.(2013·海南卷)关于物体所受合外力的方向，下列说法正确的是

A.物体做速率逐渐增加的直线运动时，其所受合外力的方向一定与速度方向相同

B.物体做变速率曲线运动时，其所受合外力的方向一定改变

C.物体做变速率圆周运动时，其所受合外力的方向一定指向圆心

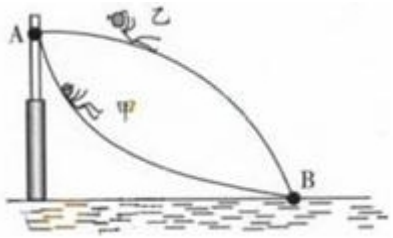
D.物体做匀速率曲线运动时，其所受合外力的方向总是与速度方向垂直

【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查考生的辨析理解能力。物体做速率逐渐增加的直线运动时，其加速度跟速度方向一致，故其所受合外力的方向一定与速度方向相同，A 正确；物体做变速率曲线运动时，其所受合外力的方向不一定改变，如做平抛运动的物体，B 错误；物体只有在做匀速率圆周运动时，合外力才全部充当向心力，物体做变速率圆周运动时，只是合外力有指向圆心的分量，但其所受合外力的方向不指向圆心，故 C 错误；物体做匀速率曲线运动时，据动能定理可知合外力不做功，故物体所受合外力的方向总是与速度方向垂直，D 正确。本题选 AD。

14.(2013·广东卷)如图所示，游乐场中，从高处 A 到水面 B 处有两条长度相等的光滑轨道。甲、乙两小孩沿不同轨道同时从 A 处自由滑向 B 处，下列说法正确的有



A.甲的切向加速度始终比乙的大

B.甲、乙在同一高度的速度大小相等

C.甲、乙在同一时刻总能到达同一高度

D.甲比乙先到达 B 处

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】分析受力结合牛顿第二定律可知，甲的切向加速度先比乙的大，后比乙的小，故 A 错误；由机械能守恒定律可知，B 正确；v－t 图象可知，C 错，D 对。易错选项 D，不好想。

15.(2018·全国 III 卷)在一斜面顶端，将甲乙两个小球分别以 v 和 $\frac{v}{2}$ 的速度沿同一方向水平抛出，两球都落在该斜面上。甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时速率的

A. 2 倍　　B. 4 倍　　C. 6 倍　　D. 8 倍

【答案】A

【解析】试题分析　本题考查平抛运动规律、机械能守恒定律及其相关的知识点。

设甲球落至斜面时的速率为 v_1，乙落至斜面时的速率为 v_2，由平抛运动规律，x=vt，$y=gt^2$，设斜面倾角为 θ，由几何关系，tanθ=y/x，小球由抛出到落至斜面，由机械能守恒定律，$mv^2+mgy=mv_1^2$，联立解得：$v_1=\sqrt{1+tan^2\theta}\cdot v$，即落至斜面时的速率与抛出时的速率成正比。同理可得，$v_2=\sqrt{1+tan^2\theta}\cdot v/2$，所以甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时的速率的 2 倍，选项 A 正确。

16.(2017·新课标I卷)发球机从同一高度向正前方依次水平射出两个速度不同的乒乓球(忽略空气的影响)。速度较大的球越过球网，速度较小的球没有越过球网；其原因是

A.速度较小的球下降相同距离所用的时间较多

B.速度较小的球在下降相同距离时在竖直方向上的速度较大

C.速度较大的球通过同一水平距离所用的时间较少

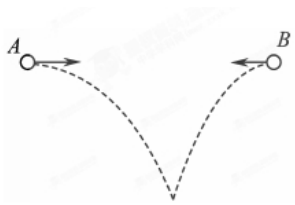
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.速度较大的球在相同时间间隔内下降的距离较大

【答案】C

【解析】由题意知，速度大的球先过球网，即同样的时间速度大的球水平位移大，或者同样的水平距离速度大的球用时少，故 C 正确，ABD 错误。

17.(2017·江苏卷)如图所示，A、B 两小球从相同高度同时水平抛出，经过时间 t 在空中相遇，若两球的抛出速度都变为原来的 2 倍，则两球从抛出到相遇经过的时间为



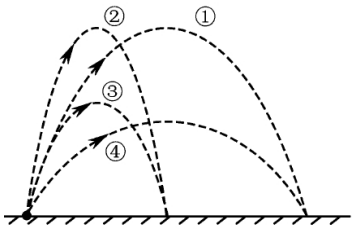
(A)t (B)$\frac{\sqrt{2}}{2}t$ (C)$\frac{t}{2}$ (D)$\frac{t}{4}$

【答案】C

【解析】设第一次抛出时 A 球的速度为 v_1，B 球的速度为 v_2，则 A、B 间的水平距离 $x=(v_1+v_2)t$，第二次两球的速度为第一次的 2 倍，但两球间的水平距离不变，则 $x=2(v_1+v_2)T$，联立得 $T=t/2$，所以 C 正确；ABD 错误.

18.(2016·江苏卷)有 A、B 两小球，B 的质量为 A 的两倍.现将它们以相同速率沿同一方向抛出，不计空气阻力.图中①为 A 的运动轨迹，则 B 的运动轨迹是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

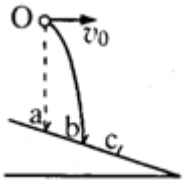


A.① B.② C.③ D.④

【答案】A

【解析】由题意知 A、B 两小球抛出的初速度相同，由牛顿第二定律知，两小球运动的加速度相同，所以运动的轨迹相同，故 A 正确；B、C、D 错误.

19.(2012·上海卷)如图，斜面上 a、b、c 三点等距，小球从 a 点正上方 O 点抛出，做初速为 v_0 的平抛运动，恰落在 b 点。若小球初速变为 v，其落点位于 c，则

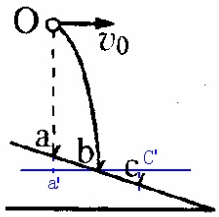


A.$v_0< v <2v_0$ B.$v=2v_0$ C.$2v_0< v <3v_0$ D.$v>3v_0$

【答案】A

【解析】过 b 做一条水平线，如图所示其中 a'在 a 的正下方，而 C'在 C 的正上方，这样 a'b=bc'，此题相当于第一次从 a'正上方 O 点抛出恰好落到 b 点，第二次还是从 O 点抛出若落到 C 点，一定落到 C'的左侧，第二次的水平位移小于第一次的 2 倍，显然第二次的速度应满足：$v_0< v <2v_0$

公众号"真题备考"，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



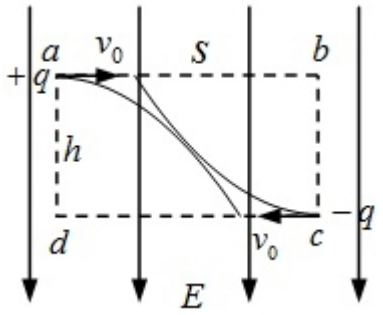
20.(2014·上海卷)在离地高 h 处，沿竖直方向同时向上和向下抛出两个小球，她们的初速度大小均为 v，不计空气阻力，两球落地的时间差为

A. $\frac{2v}{g}$　　B. $\frac{v}{g}$　　C. $\frac{2h}{v}$　　D. $\frac{h}{v}$

【答案】A

【解析】不计空气阻力，根据动能定理有竖直向上抛出的小球 $mgh=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv^2$，竖直向下抛出的小球 $mgh=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv^2$，整理可得两个小球落地的末速度 $v_1=v_2$。不计空气阻力，两个小球都是匀变速直线运动，加速度都等于重力加速度，以竖直向下为正，对竖直向上抛出的小球有 $t_1=\frac{v_1-(-v)}{g}$，对竖直向下抛出的小球有 $t_2=\frac{v_2-v}{g}$，整理可得 $t_1-t_2=\frac{2v}{g}$。

21.(2014·山东卷)如图，场强大小为 E、方向竖直向下的匀强电场中有一矩形区域 $abcd$，水平边 ab 长为 s，竖直边 ad 长为 h。质量均为 m、带电荷量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的两粒子，由 a、c 两点先后沿 ab 和 cd 方向以速率 v_0 进入矩形区(两粒子不同时出现在电场中)。不计重力，若两粒子轨迹恰好相切，则 v_0 等于

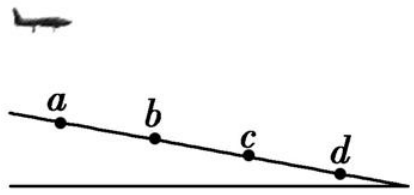


A. $\frac{s}{2}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$　　B. $\frac{s}{2}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$　　C. $\frac{s}{4}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$　　D. $\frac{s}{4}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$

【答案】B

【解析】两个粒子都做类平抛运动，轨迹相切时，速度方向恰好相反，即在该点，速度方向与水平方向夹角相同 $\frac{v_0}{at_1}=\frac{v_0}{at_2}$，而 $Eq=ma$，两个粒子都做类平抛运动，水平方向：$v_0t_1+v_0t_2=s$，竖直方向：$\frac{1}{2}at_1^2+\frac{1}{2}at_2^2=h$，由以上各式整理得：$v_0=\frac{s}{2}\sqrt{\frac{Eq}{mh}}$，因此 B 正确，ACD 错误。

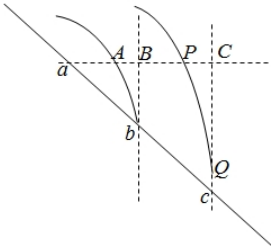
22.(2015·上海卷卷·T16)如图，战机在斜坡上方进行投弹演练。战机水平匀速飞行，每隔相等时间释放一颗炸弹，第一颗落在 a 点，第二颗落在 b 点。斜坡上 c、d 两点与 a、b 共线，且 ab=bc=cd，不计空气阻力。第三颗炸弹将落在



A.bc 之间　　B.c 点　　C.cd 之间　　D.d 点

【答案】A

【解析】如图所示



假设第二颗炸弹的轨迹经过 a、b，第三颗炸弹的轨迹经过 P、Q；a、A、B、P、C 在同一水平线上，由题意可知，设 $aA=AP=x_0$，$ab=bc=L$，斜面的倾角为 θ，三颗炸弹到达 a 所在水平面的竖直速度为 v_y，水平速度为 v_0，

对第二颗炸弹：水平方向：$x_1 = L\cos\theta - x_0 = v_0 t_1$，竖直方向：$y_1 = v_y t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2$

对第三颗炸弹：水平方向：$x_2 = 2L\cos\theta - 2x_0 = v_0 t_2$，竖直方向：$y_2 = v_y t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2$

解得：$t_2=2t_1$；$y_2>2y_1$；所以 Q 点在 c 点的下方，也就是第三颗炸弹将落在 bc 之间，故 A 正确，B、C、D 错误。

23.(2015·浙江卷·T17)如图所示为足球球门，球门宽为 L，一个球员在球门中心正前方距离球门 s 处高高跃起，将足球顶入球门的左下方死角(图中 P 点)。球员顶球点的高度为 h。足球做平抛运动(足球可看做质点，忽略空气阻力)则

A.足球位移大小 $x = \sqrt{\frac{L^2}{4} + s^2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.足球初速度的大小 $v_0=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)}$

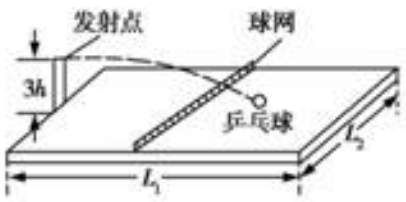
C.足球末速度的大小 $v=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)+4gh}$

D.足球初速度的方向与球门线夹角的正切值 $\tan\theta=\frac{L}{2s}$

【答案】B

【解析】根据几何知识可得足球的位移为 $x=\sqrt{h^2+s^2+\frac{L^2}{4}}$，A 错误；足球做平抛运动，在水平方向上有 $x'=v_0t$，在竖直方向上有 $h=\frac{1}{2}gt^2$，联立解得 $v_0=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)}$，B 正确；根据运动的合成可得足球末速度的大小 $v=\sqrt{v_0^2+(gt)^2}$，结合 $h=\frac{1}{2}gt^2$，$v_0=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)}$，解得 $v=\sqrt{\frac{g}{2h}\left(\frac{L^2}{4}+s^2\right)+2gh}$，C 错误；足球初速度的方向与球门线夹角等于足球做平抛运动过程张水平方向上的位移与球门线的夹角，故根据几何知识可知 $\tan\theta=\frac{s}{\frac{L}{2}}=\frac{2s}{L}$，D 错误。

24.(2015·全国新课标I卷·T18)一带有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示。水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2，中间球网高度为 h。发射机安装于台面左侧边缘的中点，能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 3h。不计空气的作用，重力加速度大小为 g。若乒乓球的发射速率为 v 在某范围内，通过选择合适的方向，就能使乒乓球落到球网右侧台面上，则 v 的最大取值范围是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

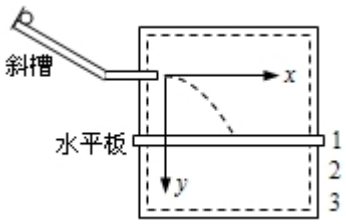
A. $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}<v<L_2\sqrt{\frac{g}{6h}}$　　B. $\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}<v<\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$

C. $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}<v<\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$　　D. $\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}}<v<\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2+L_2^2)g}{6h}}$

【答案】D

【解析】发射机无论向哪个方向水平发射，乒乓球都是平抛运动，竖直高度决定了运动的时间 $t=\sqrt{\frac{2\times 3h}{g}}=\sqrt{\frac{6h}{g}}$，水平方向匀速直线运动，水平位移最小即沿中线方向水平发射恰好过球网，此时从发球点到球网，下降高度为 $3h-h=2h$，水平位移大小为 $\frac{L_1}{2}$，可得运动时间 $t=\sqrt{\frac{2\times 2h}{g}}=\sqrt{\frac{4h}{g}}$ 对应的最小初速度 $v=\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{4h}}$。水平位移最大即斜向对方台面的两个角发射，根据几何关系此时的位移大小为 $\frac{1}{2}\sqrt{4L_1^2+L_2^2}$，所以平抛的初速度 $\frac{L_1}{2}\times\sqrt{\frac{g}{4h}}\le v\le\frac{1}{2}\sqrt{4L_1^2+L_2^2}\times\sqrt{\frac{g}{6h}}$，对照选项 D 对。

25.(2013·北京卷)在实验操作前应该对实验进行适当的分析。研究平抛运动的实验装置示意如图。小球每次都从斜槽的同一位置无初速度释放，并从斜槽末端水平飞出。改变水平板的高度，就改变了小球在板上落点的位置，从而可描绘出小球的运动轨迹。某同学设想小球先后三次做平抛，将水平板依次放在如图 1、2、3 的位置，且 1 与 2 的间距等于 2 与 3 的间距。若三次实验中，小球从抛出点到落点的水平位移依次是 x_1，x_2，x_3，机械能的变化量依次为$\triangle E_1$，$\triangle E_2$，$\triangle E_3$，忽略空气阻力的影响，下面分析正确的是



A.$x_2- x_1= x_3-x_2$，$\triangle E_1=\triangle E_2=\triangle E_3$

B.$x_2- x_1>x_3- x_2$，$\triangle E_1=\triangle E_2=\triangle E_3$

C.$x_2- x_1>x_3- x_2$，，$\triangle E_1<\triangle E_2<\triangle E_3$

D.$x_2- x_1< x_3.x_2$，$\triangle E_1<\triangle E_2<\triangle E_3$

【答案】B

【解析】物体下落时机械能守恒，下落过程中，机械能保持不变，即机械能的变化为零；而平抛运动中，小球在竖直方向小球做自由落体运动，下落相同的高度，时间越来越短，水平方向上做匀速运动，水平位移越来越小，因此 B 正确，A、C、D 错误。

26.(2013·安徽卷)由消防水龙带的喷嘴喷出水的流量是 0.28m^3/min，水离开喷口时的速度大小为 $16\sqrt{3}$ m/s，方向与水平面夹角为 60°，在最高处正好到达着火位置，忽略空气阻力，则空中水柱的高度和水量分别是(重力加速度 g 取 10m/s^2)

A.28.8m　$1.12\times10^{-2}m^3$　　B.28.8m　$0.672m^3$

C.38.4m　$1.29\times10^{-2}m^3$　　D.38.4m　$0.776m^3$

【答案】A

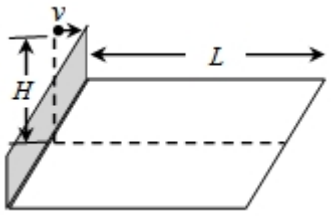
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】水速的竖直分量$V_Y = V\sin 60 = 24\text{m/s}$，空中水柱的高度$\text{h} = \frac{VY^2}{2g} = 28.8\text{m}$，

水在空中的时间$\text{t} = \frac{2V_Y}{g} = 4.8S$，空中水柱的水量是$0.28\text{m}^3/\text{min}\times 4.8\text{s}=1.12\times 10^{-2}\text{m}^3$，

故 A 对，B、C、D 错。

27.(2011·广东卷)如图所示，在网球的网前截击练习中，若练习者在球网正上方距地面 H 处，将球以速度 v 沿垂直球网的方向击出，球刚好落在底线上，已知底线到网的距离为 L，重力加速度取 g，将球的运动视作平抛运动，下列表述正确的是



A.球的速度 v 等于 $\text{L}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

B.球从击出至落地所用时间为$\sqrt{\frac{2H}{g}}$

C.球从击球点至落地点的位移等于 L

D.球从击球点至落地点的位移与球的质量有关

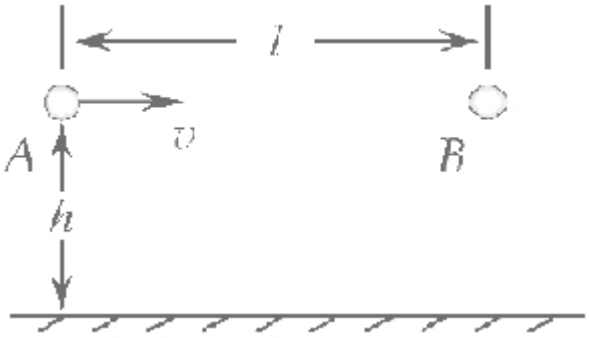
【答案】AB

【解析】网球做的是平抛运动，在水平方向上匀速直线运动：$L = Vt$，在竖直方向上，小球做自由落体运动：$H = \frac{1}{2}gt^2$，代入数据解得：$v = L\sqrt{\frac{g}{2H}}$，$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

所以 AB 正确；位移是指从初位置到末位置的有向线段，初位置是在球网正上方距地面 H 处，末位置是在底线上，所以位移的大小为$\sqrt{H^2+L^2}$，与球的质量无关，所以 CD 错误.

28.(2012·江苏卷)如图所示，相距l的两小球A、B位于同一高度h(l，h 均为定值)。将A 向B水平抛出的同时， B自由下落。A、B与地面碰撞前后，水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反。不计空气阻力及小球与地面碰撞的时间，则



A.A、B在第一次落地前能否相碰，取决于A的初速度

B.A、B在第一次落地前若不碰，此后就不会相碰

C.A、B不可能运动到最高处相碰

D.A、B一定能相碰

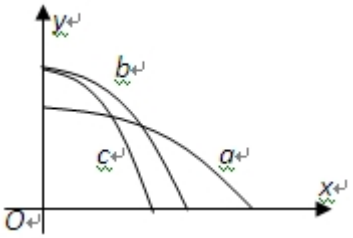
【答案】AD

【解析】A、B 在竖直方向的运动情况相同，始终处于相同的高度，小球在空中运动的时间由$h=\frac{1}{2}gt^2, t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，当$l=v_0t$时，两球相遇，h 一定，所以 A、B 在第一次落地前能否相碰,取决于 A 的初速度，A 项正确，A、B 与地面碰撞后,竖直分速度大小不变、方向相反，因此 A、B 竖直方向的运动情况仍然相同，始终处

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

于相同的高度，水平速度不变，A 会继续向右做抛体运动，当 $l = v_0 t$ 时，AB 相碰，可能发生在最高处，C 项错，A、B 一定能相碰，D 项正确。

29.(2012·新课标全国卷)如图，x 轴在水平地面内，y 轴沿竖直方向。图中画出了从 y 轴上沿 x 轴正向抛出的三个小球 a、b 和 c 的运动轨迹，其中 b 和 c 是从同一点抛出的，不计空气阻力，则



A.a 的飞行时间比 b 的长

B.b 和 c 的飞行时间相同

C.a 的水平速度比 b 的小

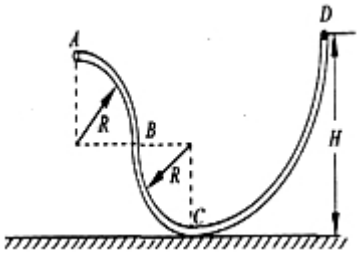
D.b 的初速度比 c 的大

【答案】BD

【解析】由图象可以看出，bc 两个小球的抛出高度相同，a 的抛出高度最小，根据 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 可知，a 的运动时间最短，bc 运动时间相等，故 A 错误，B 正确；由图象可以看出，abc 三个小球的水平位移关系为 a 最大，c 最小，根据 $x = v_0 t$ 可知，$v_0 = \frac{x}{t}$，所以 a 的初速度最大，c 的初速度最小，故 C 错误，D 正确；故选 BD。

30.(2012·浙江卷)由光滑细管组成的轨道如图所示，其中 AB 段是半径为 R 的四分之一圆弧，轨道固定在竖直平面内。一质量为 m 的小球，从距离水平地面高

为 H 的管口 D 处静止释放，最后能够从 A 端水平抛出落到地面上。下列说法正确的是



A.小球落到地面相对于 A 点的水平位移值为 $2\sqrt{RH-2R^2}$

B.小球落到地面相对于 A 点的水平位移值为 $2\sqrt{2RH-4R^2}$

C.小球能从细管 A 端水平抛出的条件是 H>2R

D.小球能从细管 A 端水平抛出的最小高度 $H_{\min}=\frac{5}{2}R$

【答案】BC

【解析】从 A 到 D 运动过程中只有重力做功，机械能守恒，根据机械能守恒定律得：

$\frac{1}{2}mv_A^2+mg2R=mgH$，解得：$v_A=\sqrt{2gH-4gR}$ 。

从 A 点抛出后做平抛运动，则 $2R=\frac{1}{2}gt^2$，得 $t=\sqrt{\frac{4R}{g}}$，则 $x=v_At=2\sqrt{2RH-4R^2}$ 故 A 错误，B 正确；细管可以提供支持力，所以到达 A 点的速度大于零即可，即 $v_A=\sqrt{2gH-4gR}>0$，解得：$H>2R$，故 C 正确，D 错误。

31.(2018·江苏卷)(多选)火车以 60 m/s 的速率转过一段弯道，某乘客发现放在桌面上的指南针在 10 s 内匀速转过了约 10°。在此 10 s 时间内，火车(　　)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 运动路程为 600 m

B. 加速度为零

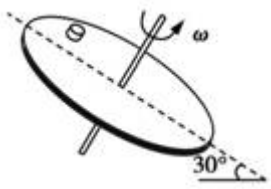
C. 角速度约为 1 rad/s

D. 转弯半径约为 3.4 km

【答案】AD

【解析】圆周运动的弧长 s=vt=60×10m=600m，选项 A 正确；火车转弯是圆周运动，圆周运动是变速运动，所以合力不为零，加速度不为零，故选项 B 错误；由题意得圆周运动的角速度$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{10}{180\times10}\times3.14$rad/s=$\frac{3.14}{180}$ rad/s，又$v=\omega r$，所以$r=\frac{v}{\omega}=\frac{60}{3.14}\times180$m=3439m，故选项 C 错误、D 正确。

32.(2014·安徽卷·T19)如图所示，一倾斜的匀质圆盘垂直于盘面的固定对称轴以恒定的角速度 ω 转动，盘面上离转轴距离 2.5m 处有一小物体与圆盘始终保持相对静止，物体与盘面间的动摩擦因数为$\frac{\sqrt{3}}{2}$。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力)，盘面与水平面间的夹角为 30°，g 取 10m/s^2。则 ω 的最大值是



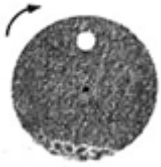
A.$\sqrt{5}$ rad/s　　B.$\sqrt{3}$ rad/s　　C.1.0rad/s　　D.0.5rad/s

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】随看角速度的增大，小物体最先相对于圆盘发生相对滑动的位置为转到最低点时，此时对小物体有 $\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = m\omega^2 r$，解得 $\omega = 1.0rad/s$，此即为小物体在最低位置发生相对滑动的临界角速度。故选 C。

33.(2014·上海卷)如图，带有一白点的黑色圆盘，可绕过其中心，垂直于盘面的轴匀速转动，每秒沿顺时针方向旋转 30 圈。在暗室中用每秒闪光 31 次的频闪光源照射圆盘，观察到白点每秒沿



A.顺时针旋转 31 圈　　B.逆时针旋转 31 圈

C.顺时针旋转 1 圈　　D.逆时针旋转 1 圈

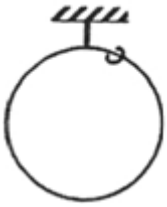
【答案】D

【解析】白点每隔 $\frac{1}{30}s$ 回到出发点，而闪光灯每隔 $\frac{1}{31}s$ 闪光一次，假设至少经过 ts 白点刚好回到出发点而闪光灯刚好闪光，即刚好是 $\frac{1}{30}s$ 和 $\frac{1}{31}s$ 的最小公倍数则有 $t = 1s$，所以观察到白点每秒钟转 1 圈，选项 AB 错。其实相当于两个质点以不同的角速度做匀速圆周运动，再次处在同一半径时，即观察到白点转动一周，由于白点的角速度小于以 $\frac{1}{31}s$ 的周期做匀速圆周运动角速度，所以观察到白点向后即逆时针方向运动。

34.(2014·新课标全国II卷·T17)如图，一质量为 M 的光滑大圆环，用一细轻杆固定在竖直平面内；套在大圆环上的质量为 m 的小环(可视为质点)，从大圆环的最

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

高处由静止滑下，重力加速度为 g。当小圆环滑到大圆环的最低点时，大圆环对轻杆拉力的大小为

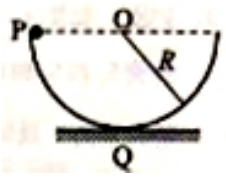


A.Mg-5mg　　B. Mg+mg　　C. Mg+5mg　　D. Mg+10mg

【答案】C

根据机械能守恒，小圆环到达大圆环低端时：$mg\cdot 2R=\frac{1}{2}mv^2$，对小圆环在最低点，由牛顿定律可得：$F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$；对大圆环，由平衡可知：$F_T=Mg+F_N$，解得 $F_T=Mg+5mg$，选项 C 正确。

35.(2015·海南卷·T4)如图，一半径为 R 的半圆形轨道竖直固定放置，轨道两端登高。质量为 m 的质点自轨道端点 P 由静止开始滑下，滑到最低点 Q 时，对轨道的正压力为 2mg，重力加速度大小为 g，质点自 P 滑到 Q 的过程中，克服摩擦力所做的功为

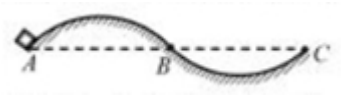


A.$\frac{1}{4}mgR$　　B.$\frac{1}{3}mgR$　　C.$\frac{1}{2}mgR$　　D.$\frac{\pi}{4}mgR$

【答案】C

【解析】在 Q 点质点受到竖直向下的重力，和竖直向上的支持力，两力的合力充当向心力，所以有 $N-mg=m\frac{v^2}{R}$， $N=2mg$，联立解得 $v=\sqrt{gR}$，下落过程中重力做正功，摩擦力做负功，根据动能定理可得 $mgR-W_f=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $W_f=\frac{1}{2}mgR$，所以克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$，C 正确。

36.(2015·福建卷·T17)如图，在竖直平面内，滑到 ABC 关于 B 点对称，且 A、B、C 三点在同一水平线上。若小滑块第一次由 A 滑到 C，所用的时间为 t_1，第二次由 C 滑到 A，所用时间为 t_2，小滑块两次的初速度大小相同且运动过程始终沿着滑道滑行，小滑块与滑道的动摩擦因数恒定，则



A.$t_1<t_2$　　B.$t_1=t_2$　　C.$t_1>t_2$　　D.无法比较 t_1、t_2 的大小

【答案】A

【解析】在 AB 段，根据牛顿第二定律 $mg-F_N=m\frac{v^2}{R}$，速度越大，滑块受支持力越小，摩擦力就越小，在 BC 段，根据牛顿第二定律 $F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$，速度越大，滑块受支持力越大，摩擦力就越大，由题意知从 A 运动到 C 相比从 C 到 A，在 AB 段速度较大，在 BC 段速度较小，所以从 A 到 C 运动过程受摩擦力较小，用时短，所以 A 正确。

37.(2013 北京卷)某原子电离后其核外只有一个电子，若该电子在核的经典力作用下绕核做匀速圆周运动，那么电子运动

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.半径越大，加速度越大　　B.半径越小，周期越大

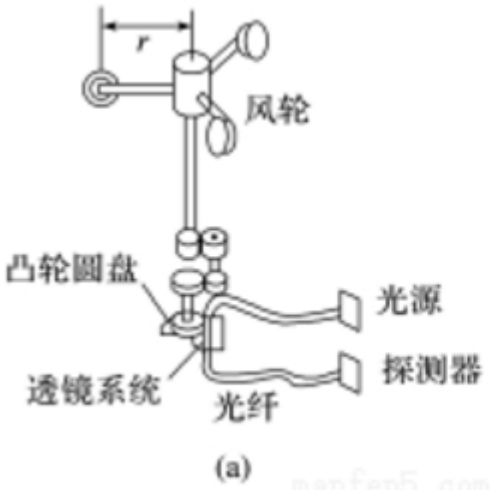
C.半径越大，角速度越小　　D.半径越小，线速度越小

【答案】C

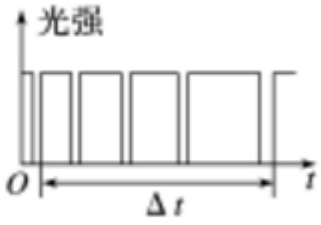
【解析】根据题意，库仑力提供核外电子的向心力，即

$k\frac{Qq}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2=mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$，C 正确，A、B、D 错误。

38.(2016·上海卷·T16)风速仪结构如图(a)所示。光源发出的光经光纤传输，被探测器接收，当风轮旋转时，通过齿轮带动凸轮圆盘旋转，当圆盘上的凸轮经过透镜系统时光被挡住。已知风轮叶片转动半径为 r，每转动 n 圈带动凸轮圆盘转动一圈。若某段时间 Δt 内探测器接收到的光强随时间变化关系如图(b)所示，则该时间段内风轮叶片



(a)



(b)

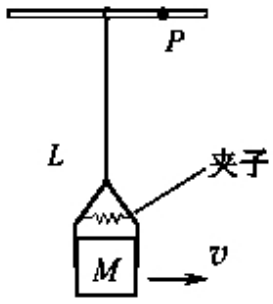
A.转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{4\pi nr}{\Delta t}$　　B.转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{8\pi nr}{\Delta t}$

C.转速逐渐增大，平均速率为$\frac{4\pi nr}{\Delta t}$　　D.转速逐渐增大，平均速率为$\frac{8\pi nr}{\Delta t}$

【答案】B

【解析】据题意，从 b 图可以看出，在△t 时间内，探测器接收到光的时间在增长，圆盘凸轮的挡光时间也在增长，可以确定圆盘凸轮的转动速度在减小；在△t 时间内可以从图看出有 4 次挡光，即圆盘转动 4 周，则风轮叶片转动了 4n 周，风轮叶片转过的弧长为 $l=4n\times 2\pi r$，叶片转动速率为：$v=\frac{8n\pi rv}{\Delta t}$，故选项 B 正确。

39.(2017·江苏卷·T5)如图所示，一小物块被夹子夹紧，夹子通过轻绳悬挂在小环上，小环套在水平光滑细杆上，物块质量为 M，到小环的距离为 L，其两侧面与夹子间的最大静摩擦力均为 F。小环和物块以速度 v 向右匀速运动，小环碰到杆上的钉子 P 后立刻停止，物块向上摆动。整个过程中，物块在夹子中没有滑动.小环和夹子的质量均不计，重力加速度为 g。下列说法正确的是



A.物块向右匀速运动时，绳中的张力等于 2F

B.小环碰到钉子 P 时，绳中的张力大于 2F

C.物块上升的最大高度为$\frac{2v^2}{g}$

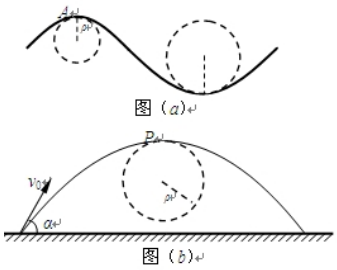
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.速度 v 不能超过 $\sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$

【答案】D

【解析】由题意知，F 为夹子与物块间的最大静摩擦力，但在实际运动过程中，夹子与物块间的静摩擦力没有达到最大，故物块向右匀速运动时，绳中的张力等于 Mg，不等于 $2F$，A 错误；环碰到钉子时，物块做圆周运动，$F_T-Mg=M\frac{v^2}{L}$，绳上的拉力大于物块的重力 Mg，当绳上拉力大于 2F 时，物块将从夹子中滑出，即 $2F-Mg=M\frac{v^2}{L}$，此时速度 $v=\sqrt{\frac{(2F-Mg)L}{M}}$，故 B 错误；D 正确；滑块能上升的最大高度，$h=\frac{v^2}{2g}$，所以 C 错误。

40.(2011·安徽卷)一般的曲线运动可以分成很多小段，每小段都可以看成圆周运动的一部分，即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图(a)所示，曲线上的 A 点的曲率圆定义为：通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做 A 点的曲率圆，其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。现将一物体沿与水平面成 α 角的方向已速度 υ_0 抛出，如图(b)所示。则在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是



A. $\frac{v_0^2}{g}$　　B. $\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}$　　C. $\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$　　D. $\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g\sin\alpha}$

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】物体在其轨迹最高点 P 处只有水平速度，其水平速度大小为$v_0cos\alpha$，在最高点，把物体的运动看成圆周运动的一部分，物体的重力作为向心力，由向心力的公式得$mg=m\frac{(v_0cos\alpha)^2}{\rho}$，所以在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是

$\rho=\frac{v_0^2cos^2\alpha}{g}$，故 C 正确.

41.(2016·全国新课标III卷)如图，一固定容器的内壁是半径为 R 的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为 m 的质点 P。它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为 W。重力加速度大小为 g。设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小为 a，容器对它的支持力大小为 N，则

A. $a=\frac{2(mgR-W)}{mR}$　B. $a=\frac{2mgR-W}{mR}$　C. $N=\frac{3mgR-2W}{R}$　D. $N=\frac{2(mgR-W)}{R}$

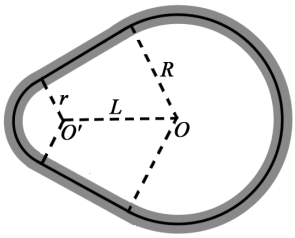
【答案】AC

【解析】质点 P 下滑过程中，重力和摩擦力做功，根据动能定理可得

$mgR-W=\frac{1}{2}mv^2$，根据公式$a=\frac{v^2}{R}$，联立可得$a=\frac{2(mgR-W)}{mR}$，A 正确，B 错误；在最低点重力和支持力的合力充当向心力，摩擦力水平，不参与向心力，故根据牛顿第二定律可得$N-mg=ma$，代入可得$N=\frac{3mgR-2W}{R}$，C 正确，D 错误。

42.(2016·浙江卷·T20)如图所示为赛车场的一个水平“梨形”赛道，两个弯道分别为半径 R=90 m 的大圆弧和 r=40 m 的小圆弧，直道与弯道相切。大、小圆弧圆心 O、

O'距离 L=100 m。赛车沿弯道路线行驶时，路面对轮胎的最大径向静摩擦力是赛车重力的 2.25 倍。假设赛车在直道上做匀变速直线运动，在弯道上做匀速圆周运动，要使赛车不打滑，绕赛道一圈时间最短(发动机功率足够大，重力加速度 g=10 m/s^2，π=3.14)，则赛车



A.在绕过小圆弧弯道后加速

B.在大圆弧弯道上的速率为 45 m/s

C.在直道上的加速度大小为 5.63 m/s^2

D.通过小圆弧弯道的时间为 5.85 s

【答案】AB

【解析】

试题分析：在弯道上做匀速圆周运动时，根据牛顿定律 $kmg=m\frac{v_m^2}{r}$，故当弯道半径 时，在弯道上的最大速度是一定的，且在大弯道上的最大速度大于小湾道上的最大速度，故要想时间最短，故可在绕过小圆弧弯道后加速，选项 A 正确；

在大圆弧弯道上的速率为 $v_{mR}=\sqrt{kgR}=\sqrt{2.25\times10\times90}m/s=45m/s$，选项 B 正确；

直道的长度为 $x=\sqrt{L^2-(R-r)^2}=50\sqrt{3}m$，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

在小弯道上的最大速度：$v_{mr}=\sqrt{kgr}=\sqrt{2.25\times10\times40}m/s=30m/s$，

故在在直道上的加速度大小为：$a=\frac{v_{mR}^2-v_{mr}^2}{2x}=\frac{45^2-30^2}{2\times50\sqrt{3}}m/s^2\approx6.50m/s^2$，选项C错误；

由几何关系可知，小圆弧轨道的长度为$\frac{2\pi r}{3}$，通过小圆弧弯道的时间为$t=\frac{\frac{2\pi r}{3}}{v_{mr}}\approx2.80s$，选项D错误；故选AB。

43.(2012·广东卷)图是滑到压力测试的示意图，光滑圆弧轨道与光滑斜面相切，滑到底部B处安装一个压力传感器，其示数N表示该处所受压力的大小。某滑块从斜面上不同高度h处由静止下滑，通过B是，下列表述正确的有

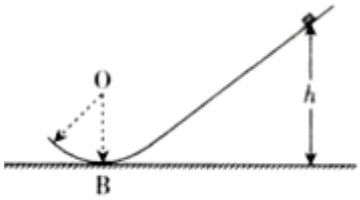


图4

A.N小于滑块重力

B.N大于滑块重力

C.N越大表明h越大

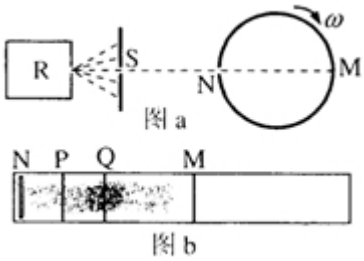
D.N越大表明h越小

【答案】BC

【解析】滑块从光滑斜面上由静止下滑，机械能守恒，则$mgh=\frac{1}{2}mv^2$，滑块在圆弧轨道上做圆周运动，在B处，$N'-mg=\frac{mv^2}{R}$，所以

$N' = mg + \frac{mv^2}{R} = mg(1 + \frac{2h}{R}) > G$，h 越大，N'越大，由于 N=N'，所以 BC 项正确，AD 项错误。

44.(2012·上海卷)图 a 为测量分子速率分布的装置示意图。圆筒绕其中心匀速转动，侧面开有狭缝 N，内侧贴有记录薄膜，M 为正对狭缝的位置。从原子炉 R 中射出的银原子蒸汽穿过屏上 S 缝后进入狭缝 N，在圆筒转动半个周期的时间内相继到达并沉积在薄膜上。展开的薄膜如图 b 所示，NP，PQ 间距相等。则



A.到达 M 附近的银原子速率较大

B.到达 Q 附近的银原子速率较大

C.位于 PQ 区间的分子百分率大于位于 NP 区间的分子百分率

D.位于 PQ 区间的分子百分率小于位于 NP 区间的分子百分率

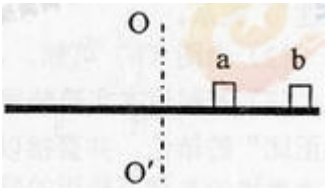
【答案】AC

【解析】从原子炉 R 中射出的银原子向右做匀速直线运动，同时圆筒匀速转动，在转动半圈的过程中，银原子依次全部到达最右端并打到记录薄膜上，形成了薄膜图象；从图象可以看出，打在薄膜上 M 点附近的银原子先到达最右端，所以

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

速率较大，故 A 正确，B 错误；从薄膜图的疏密程度可以看出，打到薄膜上 PQ 区间的分子百分率大于位于 NP 区间的分子百分率，故 C 正确。

45.(2014·新课标全国 I 卷·T20)如图，两个质量均为 m 的小木块 a 和 b(可视为质点)放在水平圆盘上，a 与转轴 OO′的距离为 l，b 与转轴的距离为 2l。木块与圆盘的最大静摩擦力为木块所受重力的 k 倍，重力加速度大小为 g。若圆盘从静止开始绕转轴缓慢地加速转动，用 ω 表示圆盘转动的角速度，下列说法正确的是



A.b 一定比 a 先开始滑动

B.a、b 所受的摩擦力始终相等

C.$\omega=\sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 是 b 开始滑动的临界角速度

D.当 $\omega=\sqrt{\frac{2kg}{3l}}$ 时，a 所受摩擦力的大小为 kmg

【答案】AC

【解析】两物块共轴转动，角速度相等，b 的转动半径是 a 的 2 倍，所以 b 物块最先达到最大静摩擦，最先滑动，A 对的；

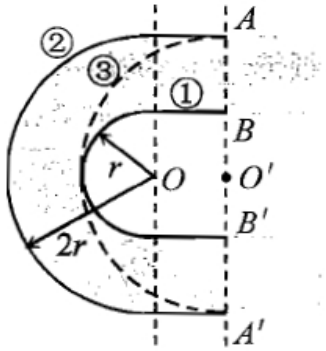
两物块的向心力由静摩擦力提供的，由于半径不等，所以向心力不等，B 错误的；

当 b 要滑动时 $kmg=m\omega^2\cdot 2L$，所以 C 对的；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

同理 b 要滑动时，$kmg=m\omega^2\cdot L$，解得其临界角速度，显然实际角速度小于临界角速度，b 还没达到最大静摩擦力，D 错误的。

46.(2015·浙江卷·T19)如图所示为赛车场的一个水平“U”形弯道，转弯处为圆心在 O 点的半圆，内外半径分别为 r 和 2r。一辆质量为 m 的赛车通过 AB 线经弯道到达 A’B’线，有如图所示的①②③三条路线，其中路线③是以 O’为圆心的半圆，OO’=r。赛车沿圆弧路线行驶时，路面对轮胎的最大径向静摩擦力为 F_{max}。选择路线，赛车以不打滑的最大速率通过弯道(所选路线内赛车速率不变，发动机功率足够大)，则



A.选择路线①，赛车经过的路程最短

B.选择路线②，赛车的速率最小

C.选择路线③，赛车所用时间最短

D.①②③三条路线的圆弧上，赛车的向心加速度大小相等

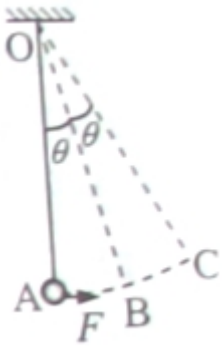
【答案】ACD

【解析】路线①的路程为 $s_1=2r+\frac{1}{2}\cdot 2\pi r=2r+\pi r$，路线②的路程为 $s_2=2r+\frac{1}{2}\cdot 2\pi\cdot 2r=2r+2\pi r$，路线③的路程为 $s_3=2\pi r$，故选择路线①，赛车

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

经过的路程最短，A 正确；因为运动过程中赛车以不打滑的最大速率通过弯道，即最大径向静摩擦力充当向心力，所以有 $F_{max}=ma$，所以运动的相信加速度相同，根据公式 $F_{max}=m\frac{v^2}{R}$ 可得 $v=\sqrt{\frac{F_{max}R}{m}}$，即半径越大，速度越大，路线①的速率最小，B 错误 D 正确；因为 $s_1<s_3<s_2$，$v_1<v_3=v_2$，结合 $v=\sqrt{\frac{F_{max}R}{m}}$，根据公式 $t=\frac{s}{v}$ 可得选择路线③，赛车所用时间最短，C 正确；

47.(2015·上海卷·T18)如图，质量为 m 的小球用轻绳悬挂在 O 点，在水平恒力 $F=mg\tan\theta$ 作用下，小球从静止开始由 A 经 B 向 C 运动。则小球



A.先加速后减速　　B.在 B 点加速度为零

C.在 C 点速度为零　　D.在 C 点加速度为 $g\tan\theta$

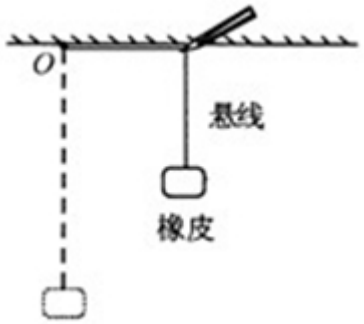
【答案】ACD

【解析】根据动能定理：$(mgtan\theta)Lsin2\theta-mgL(l-cos2\theta)=\frac{1}{2}mv_C^2-0$，解得 $v_C=0$，所以小球先加速，后减速运动，故 A、C 正确；

小球做圆周运动在 B 点有向心加速度，故 B 错误；

在 C 点时，因为速度为 0，所以向心力为零，即指向圆心方向的合力为 0，沿切线方向的合力 $F_t=mgsin2\theta-mgtan\theta cos2\theta=mgtan\theta$，所以在 C 点的加速度为 $gtan\theta$，故 D 正确。

48.(2010·江苏卷·T1)如图所示，一块橡皮用细线悬挂于 O 点，用铅笔靠着线的左侧水平向右匀速移动，运动中始终保持悬线竖直，则橡皮运动的速度



(A)大小和方向均不变

(B)大小不变，方向改变

(C)大小改变，方向不变

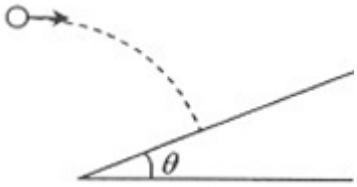
(D)大小和方向均改变

【答案】选 A　难度：中等　考查运动的合成。

【解析】橡皮在水平方向匀速运动，在竖直方向匀速运动，合运动是匀速运动

49.(2010·全国Ⅰ卷·T18)一水平抛出的小球落到一倾角为 θ 的斜面上时，其速度方向与斜面垂直，运动轨迹如右图中虚线所示。小球在竖直方向下落的距离与在水平方向通过的距离之比为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

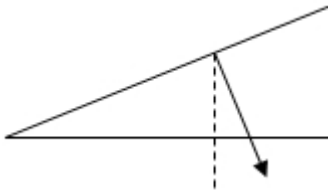


A. $\frac{1}{\tan\theta}$　　B. $\frac{1}{2\tan\theta}$

C. $\tan\theta$　　D. $2\tan\theta$

【答案】D

【解析】如图平抛的末速度与竖直方向的夹角等于斜面倾角 θ，根据有：$\tan\theta=\frac{v_0}{gt}$。则下落高度与水平射程之比为 $\frac{y}{x}=\frac{gt^2}{2v_0t}=\frac{gt}{2v_0}=\frac{1}{2\tan\theta}$，D 正确。

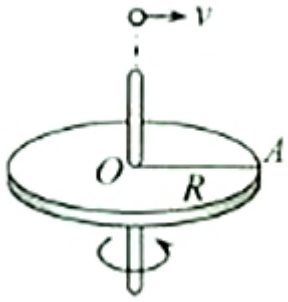


【命题意图与考点定位】平抛速度和位移的分解

非选择题：

50.(2014·天津卷)半径为 R 的水平圆盘绕过圆心 O 的竖直轴匀速转动，A 为圆盘边缘上一点，在 O 的正上方有一个可视为质点的小球以初速度 v 水平抛出时，半径 OA 方向恰好与 v 的方向相同，如图所示，若小球与圆盘只碰一次，且落在 A 点，重力加速度为 g，则小球抛出时距 O 的高度为 h＝_____，圆盘转动的角速度大小为 ω＝_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$\frac{gR^2}{2v^2}$、$\frac{2n\pi v}{R},\left(n\in \mathrm{N}^+\right)$

【解析】小球平抛落到 A 点，可知平抛的水平位移等于圆盘半径，由平抛规律可知

$R=vt$，$h=\frac{1}{2}gt^2$

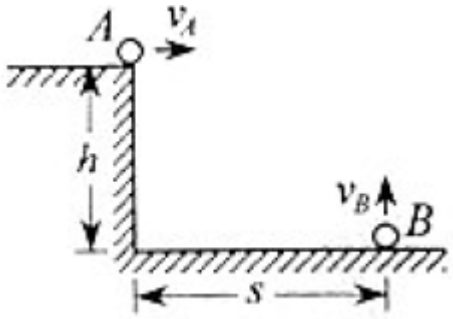
解得 $h=\frac{gR^2}{2v^2}$

由题可知 $t=nT=n\cdot\frac{2\pi}{\omega}$

解得 $\omega=\frac{2n\pi v}{R},\left(n\in N^+\right)$

51.(2010·天津卷·T9)(1)如图所示，在高为 h 的平台边缘抛出小球 A，同时在水平地面上距台面边缘水平距离为 s 处竖直上抛小球 B，两球运动轨迹在同一竖直平面内，不计空气阻力，重力加速度为 g。若两球能在空中相遇，则小球 A 的初速度 v_A 应大于_____，A、B 两球初速度之比 $\frac{v_A}{v_B}$ 为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1) $s\sqrt{\frac{g}{2h}}$ $\frac{s}{h}$

【解析】(1)本题考查的是平抛运动的有关特点及规律。两球若相遇，则必定在球 B 的正上方且是在落地前，有 $v_A t>s$① $h=\frac{1}{2}gt^2$ ②二式联立可解得 $v_A>s\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ；又设从开始到相遇时间为 t_0，水平方向有 $v_A t_0=s$ ③竖直方向有 $\frac{1}{2}gt_0^2+v_B t_0\frac{1}{2}gt_0^2=h$ ④，连立③④式可得 $\frac{v_A}{v_B}=\frac{s}{h}$。

52.(2010·全国Ⅰ卷·T22)图 1 是利用激光测转的原理示意图，图中圆盘可绕固定轴转动，盘边缘侧面上有一小段涂有很薄的反光材料。当盘转到某一位置时，接收器可以接收到反光涂层所反射的激光束，并将所收到的光信号转变成电信号，在示波器显示屏上显示出来(如图 2 所示)。

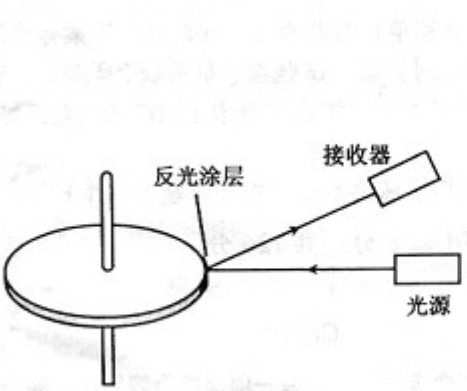


图 1

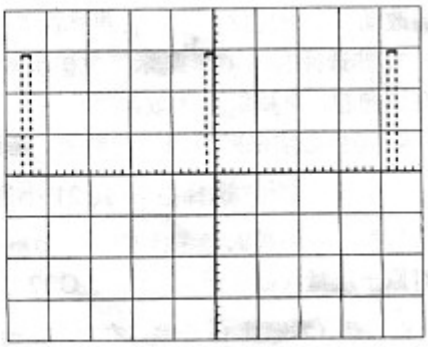


图 2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)若图 2 中示波器显示屏横向的每大格(5 小格)对应的时间为 5.00×10^{-2} s，则圆盘的转速为_____转/s。(保留 3 位有效数字)

(2)若测得圆盘直径为 10.20 cm，则可求得圆盘侧面反光涂层的长度为 _____ cm。(保留 3 位有效数字)

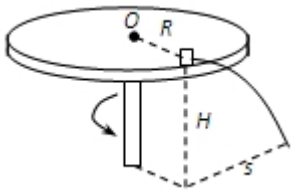
【答案】⑴4.55 转/s　　⑵2.91cm

【解析】⑴从图 2 可知圆盘转一圈的时间在横坐标上显示 22 格，由题意知图 2 中横坐标上每格表示 1.00×10^{-2}s，所以圆盘转动的周期是 0.22s，则转速为 4.55 转 /s

⑵反光引起的电流图像在图 2 中横坐标上每次一格，说明反光涂层的长度占圆盘周长的 22 分之一为 $\frac{2\pi r}{22}=\frac{2\times3.14\times10.20}{22}=2.91\,\text{cm}$。

【命题意图与考点定位】匀速圆周运动的周期与转速的关系,以及对传感器所得图像的识图。

53.(2012·福建卷)如图，置于圆形水平转台边缘的小物块随转台加速转动，当转速达到某一数值时，物块恰好滑离转台开始做平抛运动。现测得转台半径 R=0.5 m，离水平地面的高度 H=0.8m，物块平抛落地过程水平位移的大小 s=0.4m。设物块所受的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 求：



(1)物块做平抛运动的初速度大小 v_0；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)物块与转台间的动摩擦因数 μ。

【答案】1m/s　0.2

【解析】(1)物体下落时间为 t;自由落体运动有：$h=\frac{1}{2}gt^2$

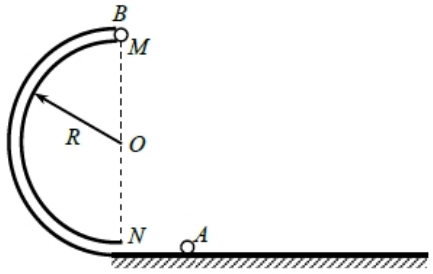
水平方向有：$x=vt$

解得：$v=1m/s$。

(2)物块离开转台时，最大静摩擦力提供向心力，有 $f_m=\frac{mv_0^2}{R}$，$f_m=\mu N=\mu mg$，

解得 $\mu=\frac{v_0^2}{gR}=0.2$。

54.(2011·天津卷)如图所示，圆管构成的半圆形竖直轨道固定在水平地面上，轨道半径为 R，MN 为直径且与水平面垂直，直径略小于圆管内径的小球 A 以某一初速度冲进轨道，到达半圆轨道最高点 M 时与静止于该处的质量与 A 相同的小球 B 发生碰撞，碰后两球粘在一起飞出轨道，落地点距 N 为 2R。重力加速度为 g，忽略圆管内径，空气阻力及各处摩擦均不计，求：



(1)粘合后的两球从飞出轨道到落地的时间 t；

(2)小球 A 冲进轨道时速度 v 的大小。

【答案】(1)$t=2\sqrt{\frac{R}{g}}$ (2)$v=2\sqrt{2gR}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)粘合后的两球飞出轨道后做平抛运动，竖直方向分运动为自由落体运动，

有 $2R=\frac{1}{2}gt^2$ …①

解得 $t=2\sqrt{\frac{R}{g}}$ …②

(2)设球 A 的质量为 m，碰撞前速度大小为 v_1，把球 A 冲进轨道最低点时的重力势能定为 0，由机械能守恒定律知 $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+2mgR$ …③

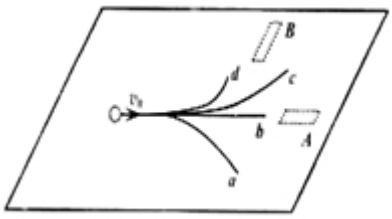
设碰撞后粘合在一起的两球速度大小为 v_2，则 $v_2=\frac{2R}{t}=\sqrt{gR}$

由动量守恒定律知 $mv_1=2mv_2$ …④

飞出轨道后做平抛运动，水平方向分运动为匀速直线运动，有 $2R=v_2t$ …⑤

综合②③④⑤式得 $v=2\sqrt{2gR}$

55.(2014·四川卷)小文同学在探究物体做曲线运动的条件时，将一条形磁铁放在桌面的不同位置，让小钢珠在水平桌面上从同一位置以相同初速度 v_0 运动，得到不同轨迹。图中 a、b、c、d 为其中四条运动轨迹，磁铁放在位置 A 时，小钢珠的运动轨迹是_____(填轨迹字母代号)，磁铁放在位置 B 时，小钢珠的运动轨迹是_____(填轨迹字母代号)。实验表明，当物体所受合外力的方向跟它的速度方向_____(选填“在”或“不在”)同一直线上时，物体做曲线运动。

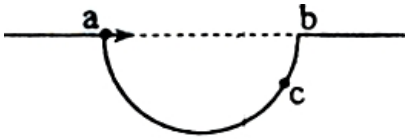


【答案】b　c　不在

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

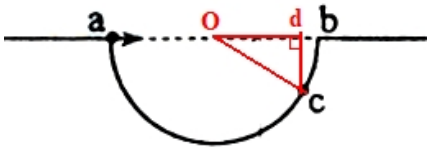
【解析】由于 A 处磁力与直线 b 在同一条直线上，故小钢珠做直线运动，运动轨迹为 b，由于 B 处磁力斜向上，故选择轨迹 c，d 轨迹不合理，从而验证了物体做曲线运动的条件是物体所受合外力的方向跟它的速度方向不在同一条直线上。

56.(2011·海南卷)如图，水平地面上有一个坑，其竖直截面为半圆。ab 为沿水平方向的直径。若在 a 点以初速度 v_0 沿 ab 方向抛出一小球， 小球会击中坑壁上的 c 点。已知 c 点与水平地面的距离为圆半径的一半，求圆的半径。



【答案】$R=\frac{(28-16\sqrt{3})v_0^2}{g}$

【解析】在 a 点以初速度 v_0 沿 ab 方向抛出一小球，小球做平抛运动，做如图所示辅助线：



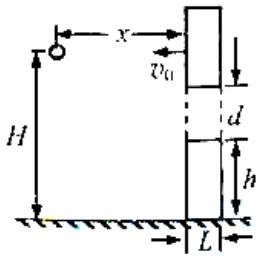
在竖直方向上，下落高度 $h_{cd}=\frac{R}{2}=\frac{1}{2}gt^2$

在水平方向上，运动位移 $x_{ad}=R+x_{od}=(1+\frac{\sqrt{3}}{2})R=v_0t$

解得圆的半径 $R=\frac{(28-16\sqrt{3})v_0^2}{g}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

57.(2014·上海卷·T24)如图，宽为 L 的竖直障碍物上开有间距 d=0.6m 的矩形孔，其下沿离地高 h=1.2m，离地高 H=2m 的质点与障碍物相距 x。在障碍物以 v_0=4m/s 匀速向左运动的同时，质点自由下落。为使质点能穿过该孔，L 的最大值为____ m；若 L=0.6m，x 的取值范围是_____m。(取 g=10m/s^2)



【答案】0.8m　　$0.8m \le x \le 1m$

【解析】以障碍物为参考系，相当于质点以 v_0 的初速度，向右平抛，当 L 最大时从抛出点经过孔的左上边界飞到孔的右下边界时,L 最大

$$t_1 = \sqrt{\frac{2(H-d-h)}{g}} = 0.2s,\quad x = v_0 t_1 = 0.8m$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = 0.4s,\quad L = v_0 t_2 - x = 0.8m;$$

从孔的左上边界飞入临界的 x 有最小值为 0.8m

从孔的右下边界飞出时, x 有最大值：$x = v_0 t_2 - L = 1m$

所以 $0.8m \le x \le 1m$

58.(2011·上海卷)以初速为v_0，射程为s 的平抛运动轨迹制成一光滑轨道。一物体由静止开始从轨道顶端滑下，当其到达轨道底部时，物体的速率为_____，其水平方向的速度大小为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$v=\frac{gs}{v_0}$，$v_x=\frac{v_0}{\sqrt{1+(\frac{v_0^2}{gs})^2}}$

【解析】由平抛运动规律知：水平方向：$s=v_0t$，竖直方向：$h=\frac{1}{2}gt^2$，解得轨道的高度为：$h=\frac{gs^2}{2v_0^2}$；当物体沿轨道下滑时，根据机械能守恒定律得：

$\frac{1}{2}mv^2=mgh$，解得物体到达轨道底部时的速率为：$v=\frac{g^2s^2}{v_0^2}=\frac{gs}{v_0}$.

设 θ 是轨道的切线与水平方向的夹角，即为平抛运动末速度与水平方向的夹角，α 是平抛运动位移方向与水平方向的夹角，根据平抛运动的结论有：

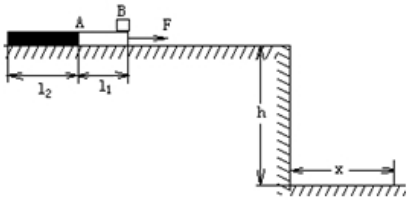
$tan\theta=2tan\alpha$，

又因 $tan\alpha=\frac{h}{s}=\frac{gs}{2v_0^2}$，所以 $\tan\theta=\frac{gs}{v_0^2}$，由三角函数基本关系式得：

$\cos\theta=\frac{v_0^2}{\sqrt{(gs)^2+(v_0^2)^2}}$，

则把 cosθ 代入水平方向速度大小的关系式 $v_x=vcos\theta$ 得：$v_x=\frac{v_0}{\sqrt{1+(\frac{v_0^2}{gs})^2}}$

59.(2011·山东卷)如图所示，在高出水平地面 $h=1.8m$ 的光滑平台上放置一质量 $M=2kg$、由两种不同材料连接成一体的薄板 A，其右段长度 $l_1=0.2$m 且表面光滑，左段表面粗糙。在 A 最右端放有可视为质点的物块 B，其质量 m＝1kg。B 与 A 左段间动摩擦因数 μ=0.4。开始时二者均静止，现对 A 施加 F=20N 水平向右的恒力，待 B 脱离 A(A 尚未露出平台)后，将 A 取走。B 离开平台后的落地点与平台右边缘的水平距离 x=1.2m。(取 g=10m/s²)求：



(1)B 离开平台时的速度 v_B。

(2)B 从开始运动到刚脱离 A 时，B 运动的时间 t_B 和位移 x_B。

(3)A 左端的长度 l_2。

【答案】(1)v_B=2m/s(2)t_B=0.5s，x_B=0.5m(3)l_2=1.5m

【解析】(1)设物块平抛运动的时间为 t，由平抛运动规律得 $h=\frac{1}{2}gt^2$，$x=v_Bt$

联立解得 v_B=2m/s。

(2)设 B 的加速度为 a_B，由牛顿第二定律，$\mu mg=ma_B$，

由匀变速直线运动规律，$v_B=a_Bt_B$，$x_B=\frac{1}{2}a_Bt_B^2$，

联立解得 t_B=0.5s，x_B=0.5m。

(3)设 B 刚好开始运动时 A 的速度为 v，由动能定理得 $Fl_2=\frac{1}{2}Mv_1^2$

设 B 运动后 A 的加速度为 aA，由牛顿第二定律和运动学的知识得

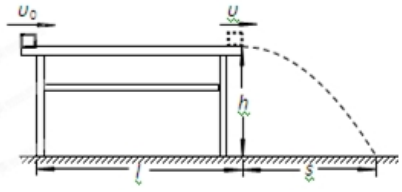
$F-\mu mg=Ma_A$，$(l_2+x_B)=v_1t_B+\frac{1}{2}a_At_B^2$，

联立解得 l_2=1.5m。

60.(2012·北京卷)如图所示，质量为 m 的小物块在粗糙水平桌面上做直线运动，经距离 l 后以速度 υ 飞离桌面，最终落在水平地面上.已知 l=1.4m，υ=3.0 m/s，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

m=0.10kg，物块与桌面间的动摩擦因数 μ=0.25，桌面高 h=0.45m，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s².求：



(1)小物块落地点距飞出点的水平距离 s；

(2)小物块落地时的动能 E_k；

(3)小物块的初速度大小 v_0.

【答案】(1) $s=0.9m$ ；(2) $E_K=0.9J$ ；(3) $v_0=4m/s$

【解析】(1)物块飞出桌面后做平抛运动，竖直方向：$h=\frac{1}{2}gt^2$，解得：$t=0.3s$，

水平方向：$s=vt=0.9m$。

(2)对物块从飞出桌面到落地，由动能定理得：$mgh=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2$,

落地动能 $E_K=mgh+\frac{1}{2}mv_1^2=0.9J$ 。

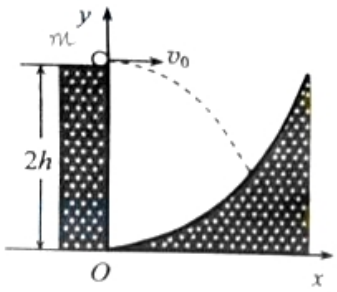
(3)对滑块从开始运动到飞出桌面，由动能定理得：$-\mu mgl=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,

解得：$v_0=4m/s$。

61.(2012·大纲全国卷)一探险队员在探险时遇到一山沟，山沟的一侧竖直，另一侧的坡面呈抛物线形状。此队员从山沟的竖直一侧，以速度 v_0 沿水平方向跳向另一侧坡面。如图所示，以沟底的 O 点为原点建立坐标系 Oxy。已知，山沟竖直一

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

侧的高度为 2h，坡面的抛物线方程为 $y=\frac{1}{2h}x^2$，探险队员的质量为 m。人视为质点，忽略空气阻力，重力加速度为 g。



(1)求此人落到坡面时的动能；

(2)此人水平跳出的速度为多大时，他落在坡面时的动能最小？动能的最小值为多少？

【答案】(1) $E_k=\frac{1}{2}m(\frac{4g^2h^2}{v_0^2+gh}+v_0^2)$；　(2) $E_{min}=\frac{3mgh}{2}$，$v_0=\sqrt{gh}$

【解析】(1)由平抛运动规律，$x=v_0t$，$2h-y=\frac{1}{2}gt^2$，

又 $y=\frac{1}{2h}x^2$，联立解得 $y=\frac{2hv_0^2}{v_0^2+gh}$。

由动能定理，$mg(2h-y)=E_k-\frac{1}{2}mv_0^2$，

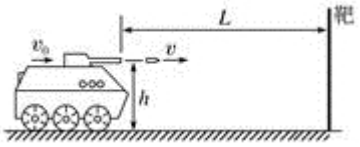
解得 $E_k=mg(2h-\frac{2hv_0^2}{v_0^2+gh})+\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}m(\frac{4g^2h^2}{v_0^2+gh}+v_0^2)$。

(2)由 $E_K=\frac{1}{2}mv_0^2+\frac{2mg^2h^2v}{v_0^2+gh}$，令 $v_0^2=ngh$，则 $E_K=\frac{n}{2}mgh+\frac{2mgh}{n+1}=mgh(\frac{n}{2}+\frac{2}{n+1})$，当 n＝1 时，即 $v_0^2=gh$，探险队员的动能最小，最小值为 $E_{min}=\frac{3mgh}{2}$，$v_0=\sqrt{gh}$。

62.(2014·浙江卷·T23)如图所示，装甲车在水平地面上以速度 v_0=20m/s 沿直线前进，车上机枪的枪管水平，距地面高为 h=1.8m。在车正前方竖直一块高为两米的长方形靶，其底边与地面接触。枪口与靶距离为 L 时，机枪手正对靶射出第一发

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

子弹，子弹相对于枪口的初速度为 v=800m/s。在子弹射出的同时，装甲车开始匀减速运动，行进 s=90m 后停下。装甲车停下后，机枪手以相同方式射出第二发子弹。(不计空气阻力，子弹看成质点，重力加速度 g=10m/s^2)



(1)求装甲车匀减速运动时的加速度大小；

(2)当 L=410m 时，求第一发子弹的弹孔离地的高度，并计算靶上两个弹孔之间的距离；

(3)若靶上只有一个弹孔，求 L 的范围。

【答案】(1) $a=\frac{v_0^2}{2s}=\frac{20}{9}m/s^2$ (2)0.45m(3) $492\text{m}<L\le 570\text{m}$

【解析】(1)装甲车的加速度 $a=\frac{v_0^2}{2s}=\frac{20}{9}\text{m/s}^2$

(2)第一发子弹飞行的时间 $t_1=\frac{L}{v+v_0}=0.5\text{s}$

弹孔离地高度 $h_1=h-\frac{1}{2}gt_1^2=0.55\text{m}$

第二发子弹离地的高度 $h_2=h-\frac{1}{2}g\left(\frac{L-s}{v}\right)^2=1.0\text{m}$

两弹孔之间的距离 $\Delta h=h_2-h_1=0.45\text{m}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)第一发子弹打到靶的下沿时，装甲车离靶的距离为 L_1：

$$L_1=(v_0+v)\sqrt{\frac{2h}{g}}=492m$$

第二发子弹打到靶的下沿时，装甲车离靶的距离为 L_2：$L_2=v\sqrt{\frac{2h}{g}}+s=570m$

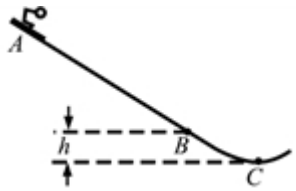
L 的范围 492m<L≤570m

63.(2018·北京卷)2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 h=10 m，C 是半径 R=20 m 圆弧的最低点，质量 m=60 kg 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a=4.5 m/s^2，到达 B 点时速度 v_B=30 m/s。取重力加速度 g=10 m/s^2。

(1)求长直助滑道 AB 的长度 L；

(2)求运动员在 AB 段所受合外力的冲量的 I 大小；

(3)若不计 BC 段的阻力，画出运动员经过 C 点时的受力图，并求其所受支持力 F_N 的大小。



【答案】(1)100m　　(2)1800N·s　　(3)3900 N

【解析】(1)已知 AB 段的初末速度，则利用运动学公式可以求解斜面的长度，

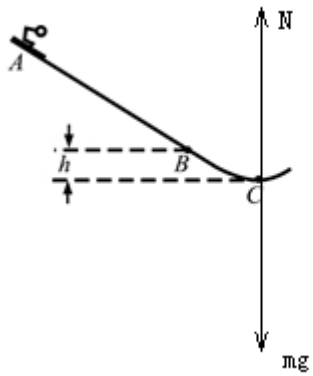
即$v^2-v_0^2=2aL$

可解得：$L=\frac{v^2-v_0^2}{2a}=100m$

(2)根据动量定理可知合外力的冲量等于动量的该变量所以：$I=mv_B$

$$-0=1800N\cdot s$$

(3)小球在最低点的受力如图所示。



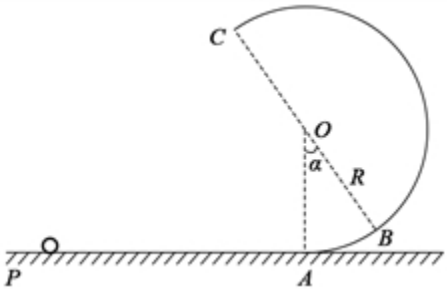
由牛顿第二定律可得：$N-mg=m\frac{v_C^2}{R}$

从 B 运动到 C 由动能定理可知：$mgh=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$

解得：$N=3900\text{N}$

64.(2018·全国 III 卷·T12)如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 和水平轨道 PA 在 A 点相切。BC 为圆弧轨道的直径。O 为圆心，OA 和 OB 之间的夹角为 α，$\sin\alpha=\frac{3}{5}$，一质量为 m 的小球沿水平轨道向右运动，经 A 点沿圆弧轨道通过 C 点，落至水平轨道；在整个过程中，除受到重力及轨道作用力外，小球还一直受到一水平恒力的作用，已知小球在 C 点所受合力的方向指向圆心，且此时小球对轨道的压力恰好为零。重力加速度大小为 g。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小；

(2)小球到达 A 点时动量的大小；

(3)小球从 C 点落至水平轨道所用的时间。

【答案】(1) $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$　　(2) $\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ (3) $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

【解析】(1)设水平恒力的大小为 F_0，小球到达 C 点时所受合力的大小为 F。由力的合成法则有 $\frac{F_0}{mg}=\tan\alpha$ ①　　$F^2=(mg)^2+F_0^2$ ②

设小球到达 C 点时的速度大小为 v，由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{R}$ ③

由①②③式和题给数据得 $F_0=\frac{3}{4}mg$ ④　　$v=\frac{\sqrt{5gR}}{2}$ ⑤

(2)设小球到达 A 点的速度大小为 v_1，作 CD⊥PA，交 PA 于 D 点，

由几何关系得：DA＝Rsinα⑥　　CD=R(1+cosα)⑦

由动能定理有：$-mg\cdot CD-F_0\cdot DA=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑧

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得，小球在 A 点的动量大小为：$p=mv_1=\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)小球离开 C 点后在竖直方向上做初速度不为零的匀加速运动加速度大小为 g。

设小球在竖直方向的初速度为 $v_{\perp}$，从 C 点落至水平轨道上所用时间为 t。

由运动学公式有：$v_{\perp}t+\frac{1}{2}gt^2=CD$ ⑩　　$v_{\perp}=v\sin\alpha$ ⑪

由⑤⑦⑩⑪式和题给数据得：$t=\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$ ⑫

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 06　万有引力定律与航天

1. （2020·新课标I卷）火星的质量约为地球质量的$\frac{1}{10}$，半径约为地球半径的$\frac{1}{2}$，则同一物体在火星表面与在地球表面受到的引力的比值约为（　　）

A. 0.2　　B. 0.4　　C. 2.0　　D. 2.5

【答案】B

【解析】设物体质量为 m，则在火星表面有 $F_1 = G\frac{M_1 m}{R_1^2}$，在地球表面有 $F_2 = G\frac{M_2 m}{R_2^2}$，由题意知有 $\frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{10}$，$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$，故联立以上公式可得 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{M_1 R_2^2}{M_2 R_1^2} = \frac{1}{10} \times \frac{4}{1} = 0.4$，故选 B。

2. （2020·新课标II卷）若一均匀球形星体的密度为 ρ，引力常量为 G，则在该星体表面附近沿圆轨道绕其运动的卫星的周期是（　　）

A. $\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$　　B. $\sqrt{\frac{4\pi}{G\rho}}$　　C. $\sqrt{\frac{1}{3\pi G\rho}}$　　D. $\sqrt{\frac{1}{4\pi G\rho}}$

【答案】A

【解析】卫星在星体表面附近绕其做圆周运动，则 $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，$V = \frac{4}{3}\pi R^3$，$\rho = \frac{M}{V}$，知卫星该星体表面附近沿圆轨道绕其运动的卫星的周期 $T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$。

3. （2020·新课标III卷）“嫦娥四号”探测器于 2019 年 1 月在月球背面成功着陆，着陆前曾绕月球飞行，某段时间可认为绕月做匀速圆周运动，圆周半径为月球半

径的 K 倍。已知地球半径 R 是月球半径的 P 倍，地球质量是月球质量的 Q 倍，地球表面重力加速度大小为 g。则“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率为（　　）

A. $\sqrt{\frac{RKg}{QP}}$　　B. $\sqrt{\frac{RPKg}{Q}}$　　C. $\sqrt{\frac{RQg}{KP}}$　　D. $\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$

【答案】D

【解析】假设在地球表面和月球表面上分别放置质量为 m 和 m_0 的两个物体，则在地球和月球表面处，分别有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，$G\frac{\frac{M}{Q}m_0}{\left(\frac{R}{P}\right)^2}=m_0g'$，解得 $g'=\frac{P^2}{Q}g$，设嫦娥四号卫星的质量为 m_1，根据万有引力提供向心力得 $G\frac{\frac{M}{Q}m_1}{\left(K\frac{R}{P}\right)^2}=m_1\frac{v^2}{K\frac{R}{P}}$，解得 $v=\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$，故选 D。

4. （2020·江苏卷）甲、乙两颗人造卫星质量相等，均绕地球做圆周运动，甲的轨道半径是乙的 2 倍。下列应用公式进行的推论正确的有（　　）

A. 由 $v=\sqrt{gR}$ 可知，甲的速度是乙的 $\sqrt{2}$ 倍

B. 由 $a=\omega^2r$ 可知，甲的向心加速度是乙的 2 倍

C. 由 $F=G\frac{Mm}{r^2}$ 可知，甲的向心力是乙的 $\frac{1}{4}$

D. 由 $\frac{r^3}{T^2}=k$ 可知，甲的周期是乙的 $2\sqrt{2}$ 倍

【答案】CD

【解析】卫星绕地球做圆周运动，万有引力提供向心力，则 $F_{向}=\frac{GMm}{r^2}=\frac{mv^2}{r}=m\omega^2r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$，A．因为在不同轨道上 g 是不一样的，

故不能根据$v=\sqrt{gR}$得出甲乙速度的关系，卫星的运行线速$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，代入数据可得$\frac{v_{甲}}{v_{乙}}=\sqrt{\frac{r_{乙}}{r_{甲}}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，故A错误；

B．因为在不同轨道上两卫星的角速度不一样，故不能根据$a=\omega^2 r$得出两卫星加速度的关系，卫星的运行加速度$a=\frac{GM}{r^2}$，代入数据可得$\frac{a_{甲}}{a_{乙}}=\frac{r_{乙}^{\ 2}}{r_{甲}^{\ 2}}=\frac{1}{4}$，故B错误；

C．根据$F_{向}=\frac{GMm}{r^2}$，两颗人造卫星质量相等，可得$\frac{F_{向甲}}{F_{向乙}}=\frac{r_{乙}^{\ 2}}{r_{甲}^{\ 2}}=\frac{1}{4}$，故C正确；

D．两卫星均绕地球做圆周运动，根据开普勒第三定律$\frac{r^3}{T^2}=k$，可得$\frac{T_{甲}}{T_{乙}}=\sqrt{\frac{r_{甲}^{\ 3}}{r_{乙}^{\ 3}}}=2\sqrt{2}$，故D正确。

故选CD。

5. （2020·山东卷）我国将在今年择机执行“天问1号”火星探测任务。质量为m的着陆器在着陆火星前，会在火星表面附近经历一个时长为t_0、速度由v_0减速到零的过程。已知火星的质量约为地球的0.1倍，半径约为地球的0.5倍，地球表面的重力加速度大小为g，忽略火星大气阻力。若该减速过程可视为一个竖直向下的匀减速直线运动，此过程中着陆器受到的制动力大小约为（　　）

A. $m\left(0.4g-\frac{v_0}{t_0}\right)$　　B. $m\left(0.4g+\frac{v_0}{t_0}\right)$　　C. $m\left(0.2g-\frac{v_0}{t_0}\right)$　　D. $m\left(0.2g+\frac{v_0}{t_0}\right)$

【答案】B

【解析】忽略星球的自转，万有引力等于重力 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$，则 $\frac{g_{火}}{g_{地}}=\frac{M_{火}}{M_{地}}\cdot\frac{R_{地}^2}{R_{火}^2}=0.1\times\frac{1}{0.5^2}=0.4$，解得 $g_{火}=0.4g_{地}=0.4g$，着陆器做匀减速直线运动，根据运动学公式可知 $0=v_0-at_0$，解得 $a=\frac{v_0}{t_0}$，匀减速过程，根据牛顿第二定律得 $f-mg=ma$，解得着陆器受到的制动力大小为 $f=mg+ma=m(0.4g+\frac{v_0}{t_0})$，ACD 错误，B 正确。故选 B。

6. （2020·天津卷）北斗问天，国之夙愿。我国北斗三号系统的收官之星是地球静止轨道卫星，其轨道半径约为地球半径的 7 倍。与近地轨道卫星相比，地球静止轨道卫星（　　）

A. 周期大　　B. 线速度大　　C. 角速度大　　D. 加速度大

【答案】A

【解析】卫星有万有引力提供向心力有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$，可解得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，$a=\frac{GM}{r^2}$，可知半径越大线速度，角速度，加速度都越小，周期越大；故与近地卫星相比，地球静止轨道卫星周期大，故 A 正确，BCD 错误。故选 A。

7. （2020·浙江卷）火星探测任务“天问一号”的标识如图所示。若火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动，火星公转轨道半径与地球公转轨道半径之比为 3:2，则火星与地球绕太阳运动的（　　）

A. 轨道周长之比为 2:3

B. 线速度大小之比为$\sqrt{3}:\sqrt{2}$

C. 角速度大小之比为$2\sqrt{2}:3\sqrt{3}$

D. 向心加速度大小之比为 9:4

【答案】C

【解析】A．由周长公式可得$C_{地}=2\pi r_{地}$，$C_{火}=2\pi r_{火}$，则火星公转轨道与地球公转轨道周长之比为$\frac{C_{火}}{C_{地}}=\frac{2\pi r_{火}}{2\pi r_{地}}=\frac{3}{2}$，A 错误；BCD．由万有引力提供向心力，可得$G\frac{Mm}{r^2}=ma=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r$，则有$a=\frac{GM}{r^2}$，$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，即$\frac{a_{火}}{a_{地}}=\frac{r_{地}^2}{r_{火}^2}=\frac{4}{9}$，$\frac{v_{火}}{v_{地}}=\frac{\sqrt{r_{地}}}{\sqrt{r_{火}}}=\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$，$\frac{\omega_{火}}{\omega_{地}}=\frac{\sqrt{r_{地}^3}}{\sqrt{r_{火}^3}}=\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}}$，BD 错误，C 正确。故选 C。

8．（2020·湖南省高二学业考试）天琴计划是中国为了探测引力波而提出的项目，该计划具体为 2035 年前后在距离地球约 10 万千米的轨道上，部署 3 颗卫星，构成边长约为 17 万千米的等边三角形编队，在太空中建成一个引力波天文台，探测引力波。则这三颗卫星（　　）

A．向心加速度大小不同　　B．加速度大小不同

C．线速度大小不同　　D．周期相同

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】A．根据$\frac{GmM}{r^2}=ma$，得$a=\frac{GM}{r^2}$，由于三颗卫星到地球的距离相等，则它们的向心加速与加速度大小相等，故 AB 错误；C．由公式$a_n=\frac{v^2}{r}$可知，由于三颗卫星到地球的距离相等，则三颗卫星线速度大小相同，故 C 错误；D．由公式$a_n=\frac{4\pi^2}{T^2}r$可知，由于三颗卫星到地球的距离相等，则三颗卫星周期相同，故 D 正确。故选 D。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 06 万有引力定律与航天

选择题：

1.(2019•海南卷•T4)2019 年 5 月，我国第 45 颗北斗卫星发射成功。已知该卫星轨道距地面的高度约为 36000km，是“天宫二号”空间实验室轨道高度的 90 倍左右，则

A.该卫星的速率比“天宫二号”的大

B.该卫星的周期比“天宫二号”的大

C.该卫星的角速度比“天宫二号”的大

D.该卫星的向心加速度比“天宫二号”的大

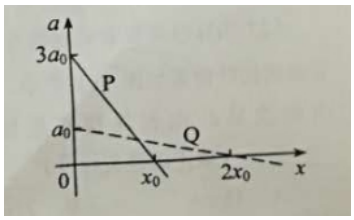
【答案】B

【解析】

根据$G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2=m\frac{4\pi^2}{T^2}=m\frac{v^2}{r}=ma$解得$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，$a=\frac{GM}{r^2}$，因北斗卫星的运转半径大于天宫二号的轨道半径，可知该卫星的速率比“天宫二号”的小；该卫星的周期比“天宫二号”的大；该卫星的角

速度比“天宫二号”的小；该卫星的向心加速度比“天宫二号”的小；故选项 B 正确，ACD 错误。

2.(2019•全国Ⅰ卷•T8)在星球 M 上将一轻弹簧竖直固定在水平桌面上，把物体 P 轻放在弹簧上端，P 由静止向下运动，物体的加速度 a 与弹簧的压缩量 x 间的关系如图中实线所示。在另一星球 N 上用完全相同的弹簧，改用物体 Q 完成同样的过程，其 a–x 关系如图中虚线所示，假设两星球均为质量均匀分布的球体。已知星球 M 的半径是星球 N 的 3 倍，则



A. M 与 N 的密度相等

B. Q 的质量是 P 的 3 倍

C. Q 下落过程中的最大动能是 P 的 4 倍

D. Q 下落过程中弹簧的最大压缩量是 P 的 4 倍

【答案】AC

【解析】

A、由 a-x 图象可知，加速度沿竖直向下方向为正方向，根据牛顿第二定律有：$mg-kx=ma$，变形式为：$a=g-\frac{k}{m}x$，该图象的斜率为$-\frac{k}{m}$，纵轴截距为重力加速度 g。根据图象的纵轴截距可知，两星球表面的重力加速度之比为：$\frac{g_M}{g_N}=\frac{3a_0}{a_0}=\frac{3}{1}$；又因为在某星球表面上的物体，所受重力和万有引力相等，即：$G\frac{Mm'}{R^2}=m'g$，即该星球的质量 $M=\frac{gR^2}{G}$。又因为：$M=\rho\frac{4\pi R^3}{3}$，联立得 $\rho=\frac{3g}{4\pi RG}$。故两星球的密度之比为：$\frac{\rho_M}{\rho_N}=\frac{g_M}{g_N}\cdot\frac{R_N}{R_M}=1:1$，故 A 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B、当物体在弹簧上运动过程中，加速度为 0 的一瞬间，其所受弹力和重力二力平衡，$mg=kx$，即：$m=\frac{kx}{g}$；结合 a-x 图象可知，当物体 P 和物体 Q 分别处于平衡位置时，弹簧的压缩量之比为：$\frac{x_P}{x_Q}=\frac{x_0}{2x_0}=\frac{1}{2}$，故物体 P 和物体 Q 的质量之比为：$\frac{m_P}{m_Q}=\frac{x_p}{x_Q}\cdot\frac{g_N}{g_M}=\frac{1}{6}$，故 B 错误；

C、物体 P 和物体 Q 分别处于各自的平衡位置(a=0)时，它们的动能最大；根据 $v^2=2ax$，结合 a-x 图象面积的物理意义可知：物体 P 的最大速度满足 $v_P^2=2\cdot\frac{1}{2}\cdot 3a_0\cdot x_0=3a_0x_0$，物体 Q 的最大速度满足：$v_Q^2=2a_0x_0$，则两物体的最大动能之比：$\frac{E_{kQ}}{E_{kP}}=\frac{\frac{1}{2}m_Qv_Q^2}{\frac{1}{2}m_Pv_P^2}=\frac{m_Q}{m_P}\cdot\frac{v_Q^2}{v_P^2}=4$，C 正确；

D、物体 P 和物体 Q 分别在弹簧上做简谐运动，由平衡位置(a=0)可知，物体 P 和 Q 振动的振幅 A 分别为 x_0 和 $2x_0$，即物体 P 所在弹簧最大压缩量为 $2x_0$，物体 Q 所在弹簧最大压缩量为 $4x_0$，则 Q 下落过程中，弹簧最大压缩量时 P 物体最大压缩量的 2 倍，D 错误；

故本题选 AC。

3.(2019•北京卷•T6)2019 年 5 月 17 日，我国成功发射第 45 颗北斗导航卫星，该卫星属于地球静止轨道卫星(同步卫星)。该卫星

A. 入轨后可以位于北京正上方

B. 入轨后的速度大于第一宇宙速度

C. 发射速度大于第二宇宙速度

D. 若发射到近地圆轨道所需能量较少

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

由同步卫星的特点和卫星发射到越高的轨道所需的能量越大解答。

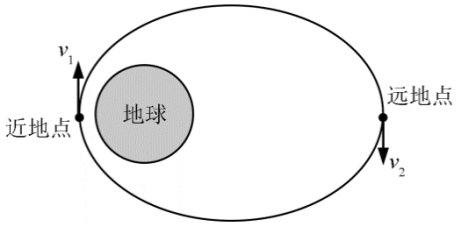
由于卫星为同步卫星，所以入轨后一定只能与赤道在同一平面内，故 A 错误；

由于第一宇宙速度为卫星绕地球运行的最大速度，所以卫星入轨后的速度一定小于第一宇宙速度，故 B 错误；

由于第二宇宙速度为卫星脱离地球引力的最小发射速度，所以卫星的发射速度一定小于第二宇宙速度，故 C 错误；

将卫星发射到越高的轨道克服引力所作的功越大，所以发射到近地圆轨道所需能量较小，故 D 正确。

4.(2019•江苏卷•T4)1970 年成功发射的“东方红一号”是我国第一颗人造地球卫星，该卫星至今仍沿椭圆轨道绕地球运动.如图所示，设卫星在近地点、远地点的速度分别为 v_1、v_2，近地点到地心的距离为 r，地球质量为 M，引力常量为 G.则



A. $v_1 > v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$　　B. $v_1 > v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

C. $v_1 < v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$　　D. $v_1 < v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

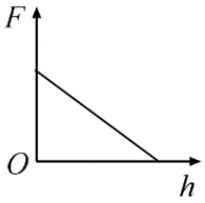
【答案】B

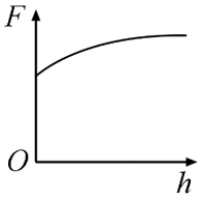
【解析】

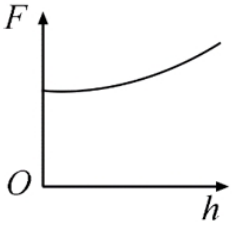
“东方红一号”从近地点到远地点万有引力做负功，动能减小，所以 $v_1 > v_2$，过近地点圆周运动的速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$，由于“东方红一号”在椭圆上运动，所以 $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$，故 B 正确。

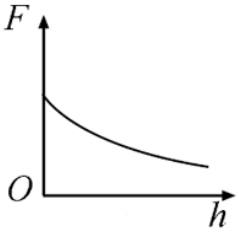
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

5.(2019•全国Ⅱ卷•T1)2019 年 1 月，我国嫦娥四号探测器成功在月球背面软着陆，在探测器奔向”月球的过程中，用 h 表示探测器与地球表面的距离，F 表示它所受的地球引力，能够描 F 随 h 变化关系的图像是

A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】D

【解析】

【详解】根据万有引力定律可得：$F=\dfrac{GMm}{(R+h)^2}$ ，h 越大，F 越大，故选项 D 符合题意；

6.(2019•天津卷•T1)2018 年 12 月 8 日，肩负着亿万中华儿女探月飞天梦想的嫦娥四号探测器成功发射，“实现人类航天器首次在月球背面巡视探测，率先在月背刻上了中国足迹”。已知月球的质量为 M、半径为 R，探测器的质量为 m，引力常量为 G，嫦娥四号探测器围绕月球做半径为 r 的匀速圆周运动时，探测器的

A. 周期为 $\sqrt{\dfrac{4\pi^2 r^3}{GM}}$

B. 动能为 $\dfrac{GMm}{2R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C. 角速度为$\sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$　　D. 向心加速度为$\frac{GM}{R^2}$

【答案】C

【解析】

【详解】由万有引力提供向心力可得$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=m\omega^2r=m\frac{v^2}{r}=ma$，可得$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，故A正确；解得$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，由于$E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{GMm}{2r}$，故B错误；解得$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，故C错误；解得$a=\frac{GM}{r^2}$，故D错误。综上分析，答案为A

7.(2018·北京卷·T5)若想检验“使月球绕地球运动的力”与“使苹果落地的力”遵循同样的规律，在已知月地距离约为地球半径60倍的情况下，需要验证

A. 地球吸引月球的力约为地球吸引苹果的力的$1/60^2$

B. 月球公转的加速度约为苹果落向地面加速度的$1/60^2$

C. 自由落体在月球表面的加速度约为地球表面的1/6

D. 苹果在月球表面受到的引力约为在地球表面的1/60

【答案】B

【解析】A、设月球质量为$M_{月}$，地球质量为M，苹果质量为m

则月球受到的万有引力为：$F_{月}=\frac{GMM_{月}}{(60r)^2}$；苹果受到的万有引力为：$F=\frac{GMm}{r^2}$

由于月球质量和苹果质量之间的关系未知，故二者之间万有引力的关系无法确定，故选项A错误；

B、根据牛顿第二定律：$\frac{GMM_{月}}{(60r)^2}=M_{月}a_{月}$，$\frac{GMm}{r^2}=ma$

整理可以得到：$a_{月}=\frac{1}{60^2}a$，故选项B正确；

C、在月球表面处：$G\frac{M_{月}m}{r_{月}^2}=ma_{月}$，由于月球本身的半径大小未知，故无法求出月球表面和地面表面重力加速度的关系，故选项 C 错误；

D、苹果在月球表面受到引力为：$F'=G\frac{M_{月}m}{r_{月}^2}$，由于月球本身的半径大小未知，故无法求出苹果在月球表面受到的引力与地球表面引力之间的关系，故选项 D 错误。

8.(2016·全国新课标III卷)关于行星运动的规律，下列说法符合史实的是

A.开普勒在牛顿定律的基础上，导出了行星运动的规律

B.开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律

C.开普勒总结出了行星运动的规律，找出了行星按照这些规律运动的原因

D.开普勒总结出了行星运动的规律，发现了万有引力定律

【答案】B

【解析】开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了开普勒天体运动三定律，找出了行星运动的规律，而牛顿发现了万有引力定律，ACD 错误，B 正确。

9.(2017·北京卷)利用引力常量 G 和下列某一组数据，不能计算出地球质量的是

A.地球的半径及重力加速度(不考虑地球自转)

B.人造卫星在地面附近绕地球做圆周运动的速度及周期

C.月球绕地球做圆周运动的周期及月球与地球间的距离

D.地球绕太阳做圆周运动的周期及地球与太阳间的距离

【答案】D

【解析】在地球表面附近，在不考虑地球自转的情况下，物体所受重力等于地球对物体的万有引力，有$\frac{GMm}{R^2}=mg$，可得$M=\frac{gR^2}{G}$，A 能求出地球质量。根据万

有引力提供卫星、月球、地球做圆周运动的向心力，由$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$，$vT=2\pi R$，解得$M=\frac{v^3T}{2\pi G}$；由$\frac{GMm_{月}}{r^2}=m_{月}(\frac{2\pi}{T_{月}})^2r$，解得$M=\frac{4\pi^2r^3}{GT_{月}^2}$；由$\frac{GM_{日}M}{r_{日}^2}=M(\frac{2\pi}{T_{日}})^2r_{日}$，会消去两边的 M；故 BC 能求出地球质量，D 不能求出。

10.(2012·福建卷)一卫星绕某一行星表面附近做匀速圆周运动，其线速度大小为v_0假设宇航员在该行星表面上用弹簧测力计测量一质量为 m 的物体重力，物体静止时，弹簧测力计的示数为N_0，已知引力常量为 G，则这颗行星的质量为

A.$\frac{mv^2}{GN}$　　B.$\frac{mv^4}{GN}$　　C.$\frac{Nv^2}{Gm}$　　D.$\frac{Nv^4}{Gm}$

【答案】B

【解析】设星球半径为 R，星球质量为 M，卫星质量为m_1，卫星做圆周运动向心力由万有引力提供即$\frac{GMm_1}{R^2}=m_1\frac{v^2}{R}$，而星球表面物体所受的重力等于万有引力即：$N=mg=\frac{GMm}{R^2}$;结合两式可解的星球质量为$\frac{v^4m}{GN}$所以选 B。

11.(2012·新课标全国卷·T7)假设地球是一半径为 R、质量分布均匀的球体。一矿井深度为 d。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿井底部和地面处的重力加速度大小之比为

A.$1-\frac{d}{R}$　　B.$1+\frac{d}{R}$　　C.$(\frac{R-d}{R})^2$　　D.$(\frac{R}{R-d})^2$

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】在地球表面 $mg=G\frac{M}{R^2}m$，又 $M=\rho\frac{4}{3}\pi R^3$，所以 $g=G\frac{M}{R^2}=\frac{4}{3}\pi G\rho R$，因为球壳对球内物体的引力为零，所以在深为 d 的矿井内 $mg'=G\frac{M}{(R-d)^2}m$，得 $g'=G\frac{M}{(R-d)^2}=\frac{4}{3}\pi G\rho(R-d)$，所以 $\frac{g'}{g}=\frac{R-d}{R}=1-\frac{d}{R}$。

12.(2014·新课标全国卷Ⅱ)假设地球可视为质量均匀分布的球体，已知地球表面的重力加速度在两极的大小为 g_0，在赤道的大小为 g；地球自转的周期为 T，引力常数为 G，则地球的密度为

A. $\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0-g}{g_0}$　B. $\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0}{g_0-g}$　C. $\frac{3\pi}{GT^2}$　D. $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0}{g}$

【答案】B

【解析】由万有引力定律可知：$G\frac{Mm}{R^2}=mg_0$，在地球的赤道上：

$G\frac{Mm}{R^2}-mg=m(\frac{2\pi}{T})^2R$，地球的质量：$M=\frac{4}{3}\pi R^3\rho$，联立三式可得:

$\rho=\frac{3\pi}{GT^2}\frac{g_0}{g_0-g}$，选项 B 正确；

13.(2014·安徽卷)在科学研究中，科学家常将未知现象同已知现象进行比较，找出其共同点，进一步推测未知现象的特性和规律。法国物理学家库仑在研究异种电荷的吸引力问题时，曾将扭秤的振动周期与电荷间距离的关系类比单摆的振动周期与摆球到地心距离的关系。已知单摆摆长为 l，引力常量为 G，地球质量为 M，摆球到地心的距离为 r，则单摆振动周期 T 与距离 r 的关系式为

A. $T=2\pi r\sqrt{\frac{GM}{l}}$　B. $T=2\pi r\sqrt{\frac{l}{GM}}$　C. $T=\frac{2\pi}{r}\sqrt{\frac{GM}{l}}$　D. $T=2\pi l\sqrt{\frac{r}{GM}}$

【答案】B

【解析】单摆的周期为$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，其中摆球所在处的重力加速度为$g=G\frac{M}{r^2}$，

联立两式可得$T=2\pi r\sqrt{\frac{l}{GM}}$，B 正确。

14.(2014·海南卷)设地球自转周期为 T，质量为 M。引力常量为 G。假设地球可视为质量均匀分布的球体，半径为 R。同一物体在南极和赤道水平面上静止时所受到的支持力之比为

A.$\frac{GMT^2}{GMT^2-4\pi^2R^3}$　B.$\frac{GMT^2}{GMT^2+4\pi^2R^3}$　C.$\frac{GMT^2-4\pi^2R^3}{GMT^2}$　D.$\frac{GMT^2+4\pi^2R^3}{GMT^2}$

【答案】A

【解析】假设物体质量为 m，物体在南极受到的支持力为 N_1，则$N_1=\frac{GMm}{R^2}$；

假设物体在赤道受到的支持力为 N_2，则$\frac{GMm}{R^2}-N_2=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$；联立可得

$\frac{N_1}{N_2}=\frac{GMT^2}{GMT^2-4\pi^2R^3}$，故选 A。

15.(2015·重庆卷·T2)宇航员王亚平在“天宫 1 号”飞船内进行了我国首次太空授课，演示了一些完全失重状态下的物理现象。若飞船质量为 m，距地面高度为 h，地球质量为 M，半径为 R，引力常量为 G，则飞船所在处的重力加速度大小为

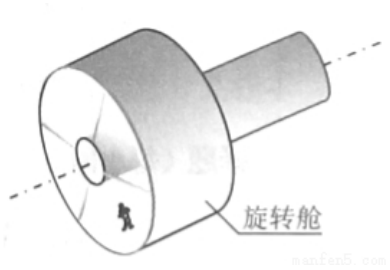
A.0　B.$\frac{GM}{(R+h)^2}$　C.$\frac{GMm}{(R+h)^2}$　D.$\frac{GM}{h^2}$

【答案】B

【解析】对飞船受力分析知，所受到的万有引力提供匀速圆周运动的向心力，等于飞船所在位置的重力，即$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=mg$，可得飞船的重力加速度为

$g=\frac{GM}{(R+h)^2}$，故选 B。

16.(2015·天津卷·T4)未来的星际航行中，宇航员长期处于零重力状态，为缓解这种状态带来的不适，有人设想在未来的航天器上加装一段圆柱形“旋转仓”如图所示，当旋转舱绕其轴线匀速旋转时，宇航员站在旋转舱内圆柱形侧壁上，可以受到与他站在地球表面时相同大小的支持力，为达到目的，下列说法正确的是



A.旋转舱的半径越大，转动的角速度就应越大

B.旋转舱的半径越大，转动的角速度就应越小

C.宇航员质量越大，旋转舱的角速度就应越大

D.宇航员质量越大，旋转舱的角速度就应越小

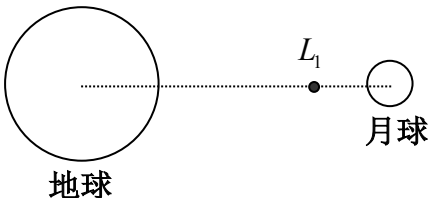
【答案】B

【解析】在外太空，宇航员处于完全失重状态，所以在旋转仓中我们不需要考虑地球引力作用；宇航员在旋转仓中做圆周运动所需要的向心力由侧壁支持力提供，根据题意有 $F_N = mg = m\omega^2 r$，故可知 $\omega \propto \sqrt{\frac{1}{r}}$，与宇航员质量无关，所以选项 CD 错误； 旋转半径越大，转运角速度就越小，故选项 A 正确、B 错误；

【考点定位】万有引力定律

17.(2015·山东卷·T15)如图，拉格朗日点 L_1 位于地球和月球连线上，处在该点的物体在地球和月球引力的共同作用下，可与月球一起以相同的周期绕地球运动。据此，科学家设想在拉格朗日点 L_1 建立空间站，使其与月球同周期绕地球运动。以 a_1、a_2 分别表示该空间站和月球向心加速度的大小，a_3 表示地球同步卫星向心加速度的大小。以下判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. $a_2 > a_3 > a_1$　　B. $a_2 > a_1 > a_3$　　C. $a_3 > a_1 > a_2$　　D. $a_3 > a_2 > a_1$

【答案】D

【解析】因空间站建在拉格朗日点，故周期等于月球的周期，根据 $a = \frac{4\pi^2}{T^2} r$ 可知，$a_2 > a_1$；对空间站和地球的同步卫星而言，因同步卫星周期小于空间站的周期则，同步卫星的轨道半径较小，根据 $a = \frac{GM}{r'^2}$ 可知 $a_3 > a_2$，故选项 D 正确。

【考点定位】万有引力定律的应用.

18.(2015·海南卷·T6)若在某行星和地球上相对于各自水平地面附近相同的高度处、以相同的速率平抛一物体，它们在水平方向运动的距离之比为 $2:\sqrt{7}$。已知该行星质量约为地球的 7 倍，地球的半径为 R，由此可知，该行星的半径为

A. $\frac{1}{2}R$　　B. $\frac{7}{2}R$　　C.2R　　D. $\frac{\sqrt{7}}{2}R$

【答案】C

【解析】平抛运动在水平方向上做匀速直线运动，即 $x = v_0 t$，在竖直方向上做自由落体运动，即 $h = \frac{1}{2}gt^2$，所以 $x = v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$，两种情况下，抛出的速度相同，高度相同，所以 $\frac{g_{行}}{g_{地}} = \frac{7}{4}$，根据公式 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$ 可得 $g = \frac{GM}{R^2}$，故 $\frac{g_{行}}{g_{地}} = \frac{\frac{M_{行}}{R_{行}^2}}{\frac{M_{地}}{R_{地}^2}} = \frac{7}{4}$，解得 $R_{行} = 2R$，故 C 正确。

【考点定位】平抛运动，万有引力定律

19.(2016·海南卷·T7)通过观测冥王星的卫星，可以推算出冥王星的质量。假设卫星绕冥王星做匀速圆周运动，除了引力常量外，至少还需要两个物理量才能计算出冥王星的质量。这两个物理量可以是

A.卫星的速度和角速度　　B.卫星的质量和轨道半径

C.卫星的质量和角速度　　D.卫星的运行周期和轨道半径

【答案】AD

【解析】根据线速度和角速度可以求出半径$r=\frac{v}{\omega}$，根据万有引力提供向心力则有$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，整理可得$M=\frac{v^3}{G\omega}$，故选项 A 正确；由于卫星的质量 m 可约掉，故选项 BC 错误；若知道卫星的运行周期和轨道半径，则$\frac{GMm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$，整理得$M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$，故选项 D 正确。

【考点定位】万有引力定律的应用

【名师点睛】解决本题的关键掌握万有引力提供向心力这一理论，知道线速度、角速度、周期、向心加速度与轨道半径的关系。

20.(2015·广东卷·T20)在星球表面发射探测器，当发射速度为 v 时，探测器可绕星球表面做匀速圆周运动；当发射速度达到$\sqrt{2}$ v 时，可摆脱星球引力束缚脱离该星球，已知地球、火星两星球的质量比约为 10∶1，半径比约为 2∶1，下列说法正确的有

A.探测器的质量越大，脱离星球所需的发射速度越大

B.探测器在地球表面受到的引力比在火星表面的大

C.探测器分别脱离两星球所需要的发射速度相等

D.探测器脱离星球的过程中势能逐渐变大

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】探测器绕星球表面做匀速圆周运动的向心力由星球对它的万有引力提供，设星球质量为 M，探测器质量为 m，运行轨道半径为 r，星球半径为 R，根据万有引力定律有：F＝$G\frac{Mm}{r^2}$，在星球表面时 r＝R，所以探测器在地球表面和在火星表面受到的引力之比为：$\frac{F_{地}}{F_{火}}=\frac{M_{地}}{M_{火}}\cdot\frac{R_{火}^2}{R_{地}^2}=\frac{5}{2}$，故选项 B 正确；根据向心力公式有：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，解得：v＝$\sqrt{\frac{GM}{r}}$，与探测器的质量 m 无关，探测器绕地球表面和绕火星表面做匀速圆周运动的速度大小之比为：$\frac{v_{地}}{v_{火}}=\sqrt{\frac{M_{地}}{M_{火}}\cdot\frac{R_{火}}{R_{地}}}=\sqrt{5}$，又因为发射速度达到$\sqrt{2}$ v 时，探测器可摆脱星球引力束缚脱离该星球，故选项 A、C 错误；探测器脱离星球的过程中，高度逐渐增大，其势能逐渐变大，故选项 D 正确。

【考点定位】万有引力定律的应用。

21.(2011·浙江卷)为了探测 X 星球，载着登陆舱的探测飞船在该星球中心为圆心，半径为 r_1 的圆轨道上运动，周期为 T_1，总质量为 m_1。随后登陆舱脱离飞船，变轨到离星球更近的半径为 r_2 的圆轨道上运动，此时登陆舱的质量为 m_2 则

A. X 星球的质量为 $M=\frac{4\pi^2 r_1}{GT_1^2}$

B. X 星球表面的重力加速度为 $g_X=\frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}$

C. 登陆舱在 r_1 与 r_2 轨道上运动是的速度大小之比为 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{m_1 r_2}{m_2 r_1}}$

D. 登陆舱在半径为 r_2 轨道上做圆周运动的周期为 $T_2=T_1\sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}}$

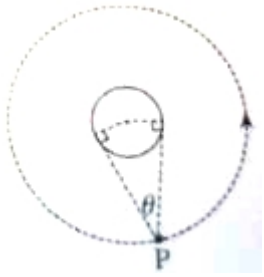
【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据 $G\frac{Mm_1}{r_1^2}=m_1r_1\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2$、$G\frac{Mm_2}{r_2^2}=m_2r_2\left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2$，可得 $M=\frac{4\pi^2r_1}{GT_1^2}$、$T_2=T_1\sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}}$，故 A、D 正确；登陆舱在半径为 r_1 的圆轨道上运动的向心加速度 $a=r_1\omega_1^2=\frac{4\pi^2r_1}{T_1^2}$，此加速度与 X 星球表面的重力加速度并不相等，故 C 错误；根据 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，则 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$，故 C 错误。

【考点定位】万有引力定律

22.(2014·广东卷·T21)如图所示，飞行器 P 绕某星球做匀速圆周运动。星球相对飞行器的张角为 θ。下列说法正确的是



A.轨道半径越大，周期越长

B.轨道半径越大，速度越大

C.若测得周期和张角，可得到星球的平均密度

D.若测得周期和轨道半径，可得到星球的平均密度

【答案】AC

【解析】根据 $\frac{GMm}{R^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2R=\frac{mv^2}{R}$ 可得，$T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$，$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，故半径越大，周期越大，速度越小，选项 A 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

如果测量出周期，则有 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$，如果知道张角 θ，则该星球半径为：r=Rsinθ

，

所以 $M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}=\frac{4}{3}\pi r^3\rho=\frac{4}{3}\pi(R\sin\theta)^3\rho$，故选项 C 正确，而选项 D 无法计算星球半径，则无法求出星球密度，选项 D 错误。

【考点定位】本题考查万有引力定律

23.(2018·全国 II 卷·T3)2018 年 2 月，我国 500 m 口径射电望远镜(天眼)发现毫秒脉冲星“J0318+0253”，其自转周期 T=5.19 ms，假设星体为质量均匀分布的球体，已知万有引力常量为$6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$。以周期 T 稳定自转的星体的密度最小值约为

A. $5\times10^{9}\,\mathrm{kg/m^3}$　　B. $5\times10^{12}\,\mathrm{kg/m^3}$

C. $5\times10^{15}\,\mathrm{kg/m^3}$　　D. $5\times10^{18}\,\mathrm{kg/m^3}$

【答案】C

【解析】试题分析：在天体中万有引力提供向心力，即$\frac{GMm}{R^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2R$，天体的密度公式$\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$，结合这两个公式求解。

设脉冲星值量为 M，密度为 ρ

根据天体运动规律知：$\frac{GMm}{R^2}\geq m(\frac{2\pi}{T})^2R$

$\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$

代入可得：$\rho\approx5\times10^{15}\ kg/m^3$，故 C 正确；

24.(2018·全国 III 卷)为了探测引力波，“天琴计划”预计发射地球卫星 P，其轨道半径约为地球半径的 16 倍；另一地球卫星 Q 的轨道半径约为地球半径的 4 倍。P 与 Q 的周期之比约为

A. 2:1　　B. 4:1　　C. 8:1　　D. 16:1

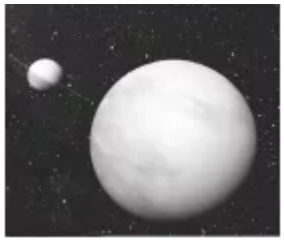
【答案】C

【解析】试题分析　本题考查卫星的运动、开普勒定律及其相关的知识点。

解析　设地球半径为 R，根据题述，地球卫星 P 的轨道半径为 R_P=16R，地球卫星 Q 的轨道半径为 R_Q=4R，根据开普勒定律，$\frac{T_P^2}{T_Q^2}=\frac{R_P^3}{R_Q^3}$=64，所以 P 与 Q 的周期之比为 T_P∶T_Q=8∶1，选项 C 正确。

点睛　此题难度不大，解答此题常见错误是：把题述的卫星轨道半径误认为是卫星距离地面的高度，陷入误区。

25.(2018·浙江卷)土星最大的卫星叫“泰坦”(如图)，每 16 天绕土星一周，其公转轨道半径约为1.2×10^6km，已知引力常量$G=6.67\times10^{-11}N\cdot m^2/kg^2$，则土星的质量约为



A. $5\times10^{17}kg$　　B. $5\times10^{26}kg$　　C. $7\times10^{33}kg$　　D. $4\times10^{36}kg$

【答案】B

【解析】卫星绕土星运动，土星的引力提供卫星做圆周运动的向心力设土星质量为 M：$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，解得$M=\frac{4\pi^2R^2}{GT^2}$

带入计算可得：$M=\frac{4\times3.14^2\times(1.2\times10^6\times10^3)^3}{6.67\times10^{-11}\times(16\times24\times3600)^2}\approx5\times10^{26}kg$，故 B 正确，A、C、D 错误；

26.(2018·新课标 I 卷)(多选)2017 年，人类第一次直接探测到来自双中子星合并的引力波。根据科学家们复原的过程，在两颗中子星合并前约 100 s 时，它们相距约 400 km，绕二者连线上的某点每秒转动 12 圈，将两颗中子星都看作是质量均

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

匀分布的球体，由这些数据、万有引力常量并利用牛顿力学知识，可以估算出这一时刻两颗中子星

A. 质量之积

B. 质量之和

C. 速率之和

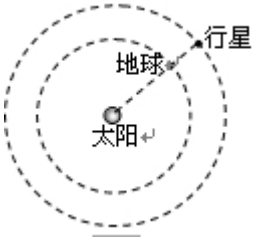
D. 各自的自转角速度

【答案】BC

【解析】本题考查天体运动、万有引力定律、牛顿运动定律及其相关的知识点。双中子星做匀速圆周运动的频率 f=12Hz(周期 T=1/12s)，由万有引力等于向心力，可得，$G\frac{m_1m_2}{r^2}=m_1r_1(2\pi f)^2$，$G\frac{m_1m_2}{r^2}=m_2r_2(2\pi f)^2$，$r_1+r_2=r=40km$，联立解得：$(m_1+m_2)=(2\pi f)^2Gr^3$，选项 B 正确 A 错误；由 $v_1=\omega r_1=2\pi f r_1$，$v_2=\omega r_2=2\pi f r_2$，联立解得：$v_1+v_2=2\pi f r$，选项 C 正确；不能得出各自自转的角速度，选项 D 错误。

【点睛】此题以最新科学发现为情景，考查天体运动、万有引力定律等。

27.(2011·重庆卷)某行星和地球绕太阳公转的轨道均可视为圆。每过 N 年，该行星会运行到日地连线的延长线上，如图所示。该行星与地球的公转半径比为



A. $(\frac{N+1}{N})^{\frac{2}{3}}$　　B. $(\frac{N}{N-1})^{\frac{2}{3}}$　　C. $(\frac{N+1}{N})^{\frac{3}{2}}$　　D. $(\frac{N}{N-1})^{\frac{3}{2}}$

【答案】B

【解析】由图可知行星的轨道半径大周期长。每过 N 年，该行星会运行到日地连线的延长线上，说明从最初在日地连线的延长线上开始，每一年地球都在行星的前面比行星多转圆周的 N 分之一，N 年后地球转 N 圈，比行星多转 1 圈，即

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

行星转拉力 N－1 圈从而再次在日地连线的延长线上。所行星的周期是 $\frac{N}{N-1}$ 年，根据开普勒第三定律有 $\frac{r_{地}^3}{r_{行}^3}=\frac{T_{地}^2}{T_{行}^2}$，则答案是 B。

【考点定位】开普勒第三定律

28.(2014·浙江卷)长期以来“卡戎星(Charon)”被认为是冥王星唯一的卫星，它的公转轨道半径 r_1=19600km，公转周期 T_1=6.39 天。2006 年 3 月，天文学家新发现两颗冥王星的小卫星，其中一颗的公转轨道半径 r_2=48000km，则它的公转周期 T_2 最接近于(　　)

A.15 天　　B.25 天　　C.35 天　　D.45 天

【答案】B

【解析】根据开普勒行星三定律的周期定律 $\frac{r_1^3}{r_2^3}=\frac{T_1^2}{T_2^2}$，代入数据可求 T_2 最接近于 25 天，所以 B 选项正确；A、C、D 错误。

【考点定位】天体运动、开普勒定律

29.(2011·四川卷)据报道，天文学家近日发现了一颗距地球 40 光年的“超级地球”，名为“55Cancri e”，该行星绕母星(中心天体)运行的周期约为地球绕太阳运行周期的 1/480，母星的体积约为太阳的 60 倍。假设母星与太阳密度相同，“55 Cancri e”与地球均做匀速圆周运动，则“55 Cancri e”与地球的

A.轨道半径之比约为 $\sqrt[3]{\frac{60}{480}}$　　B.轨道半径之比约为 $\sqrt[3]{\frac{60}{480^2}}$

C.向心加速度之比约为 $\sqrt[3]{60\times480^2}$　　D.向心加速度之比约为 $\sqrt[3]{60\times480}$

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据牛顿第二定律和万有引力定律得 $m(\frac{2\pi}{T})^2 r = G\frac{m\times\rho V}{r^2}$，变形得

$\frac{r^3}{VT^2} = \frac{\rho g}{4\pi^2}$

轨道半径之比为 $(\frac{r_1}{r_2})^3 = \frac{V_1}{V_2}\times(\frac{T_1}{T_2})^2 = 60\times\frac{1}{480^2}$，A 错误 B 正确；

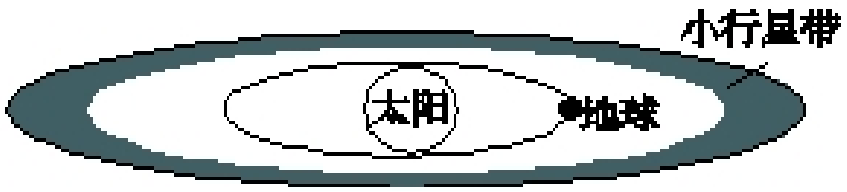
向心加速度 $a = G\frac{\rho V}{r^2}$，所以向心加速度之比约为

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{V_1}{V_2}\times(\frac{r_1}{r_2})^2 = 60\times(\sqrt[3]{60\times\frac{1}{480^2}})^2$，故 CD 错误。

【考点定位】牛顿第二定律和万有引力定律

30.(2012·浙江卷)如图所示，在火星与木星轨道之间有一小行星带.假设该带中的小行星

只受到太阳的引力，并绕太阳做匀速圆周运动.下列说法正确的是(　　)



A.太阳对各小行星的引力相同

B.各小行星绕太阳运动的周期均小于一年

C.小行星带内侧小行星的向心加速度大于外侧小行星的向心加速度值

D.小行星带内各小行星圆周运动的线速度值大于地球公转的线速度值

【答案】C

【解析】由于各小行星的质量不同，所以太阳对各小行星的引力可能不同，故 A 错误；根据万有引力提供向心力得：$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$，$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，离太阳越远，周期越大，所以各小行星绕太阳运动的周期大于地球的公转周期，故 B 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据万有引力提供向心力得：$G\frac{Mm}{r^2}=ma$，　$a=\frac{GM}{r^2}$，所以小行星带内侧小行星的向心加速度大于外侧小行星的向心加速度值，故 C 正确；根据万有引力提供向心力得：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，　$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 所以小行星带内各小行星圆周运动的线速度值小于地球公转的线速度值，故 D 错误.

【考点定位】本题考查万有引力定律及其相关知识

31.(2012·重庆卷·T18)冥王星与其附近的另一星体卡戎可视为双星系统，质量比约为 7∶1，同时绕它们连线上某点 O 做匀速圆周运动.由此可知，冥王星绕 O 点运动的(　　)

A.轨道半径约为卡戎的$\frac{1}{7}$　　B.角速度大小约为卡戎的$\frac{1}{7}$

C.线速度大小约为卡戎的 7 倍　　D.向心力大小约为卡戎的 7 倍

【答案】A

【解析】冥王星与其附近的另一星体卡戎可视为双星系统。所以冥王星和卡戎周期是相等的，角速度也是相等的。它们之间的万有引力提供各自的向心力得：$m\omega^2r=M\omega^2R$，质量比约为 7：1，所以冥王星绕 O 点运动的轨道半径约为卡戎的$\frac{1}{7}$，故 A 正确；

冥王星和卡戎周期是相等的，角速度也是相等的，故 B 错误；

根据线速度 $v=\omega r$ 得冥王星线速度大小约为卡戎的$\frac{1}{7}$，故 C 错误；

它们之间的万有引力提供各自的向心力，冥王星和卡戎向心力大小相等，故 D 错误。

【考点定位】本题考查双星问题及其相关知识

32.(2014·福建卷)若有一颗“宜居”行星，其质量为地球的 p 倍，半径为地球的 q 倍，则该行星卫星的环绕速度是地球卫星环绕速度的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. $\sqrt{pq}$ 倍　　B. $\sqrt{\frac{q}{p}}$ 倍　　C. $\sqrt{\frac{p}{q}}$ 倍　　D. $\sqrt{pq^3}$ 倍

【答案】C

【解析】根据万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$，可得卫星的环绕速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，故 $\frac{v_{行卫}}{v_{地卫}}=\sqrt{\frac{M_{行}}{M_{地}}\cdot\frac{R_{地}}{R_{行}}}=\sqrt{\frac{p}{q}}$，选项 C 正确。

【考点定位】本题考查天体运动

33.(2015·江苏卷·T3)过去几千年来，人类对行星的认识与研究仅限于太阳系内，行星“51 peg　b”的发现拉开了研究太阳系外行星的序幕。“51 peg　b”绕其中心恒星做匀速圆周运动，周期约为4天，轨道半径约为地球绕太阳运动半径为1/20，该中心恒星与太阳的质量比约为

A.1/10　　B.1　　C.5　　D.10

【答案】B

【解析】由题意知，根据万有引力提供向心力，$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，可得恒星质量与太阳质量之比为 81:80，所以 B 正确。

【考点】天体运动

34.(2015·四川卷·T5)登上火星是人类的梦想，“嫦娥之父”欧阳自远透露：中国计划于 2020 年登陆火星。地球和火星公转视为匀速圆周运动，忽略行星自转影响。根据下表，火星和地球相比

行星	半径/m	质量/kg	轨道半径/m
地球	6.4×10^6	6.0×10^{24}	1.5×10^{11}
火星	3.4×10^6	6.4×10^{23}	2.3×10^{11}

A.火星的公转周期较小　　B.火星做圆周运动的加速度较小

C.火星表面的重力加速度较大　　D.火星的第一宇宙速度较大

【答案】B

【解析】火星与地球都是绕太阳，由太阳对它们的万有引力提供其做圆周运动的向心力，设太阳的质量为 M，即有：$\frac{GMm}{r^2}=ma_n=m(\frac{2\pi}{T})^2r$，

解得：$a_n=G\frac{M}{r^2}\propto\frac{1}{r^2}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}\propto\sqrt{r^3}$，由表格数据可知，火星轨道半径较大，因此向心加速度 a_n 较小，故选项 B 正确；

公转周期 T 较大，故选项 A 错误；

在表面处时，根据 $m'g=G\frac{mm'}{R^2}$，可得：$g\propto\frac{m}{R^2}$。即

$\frac{g_{火}}{g_{地}}=\frac{m_{火}}{m_{地}}\cdot(\frac{R_{地}}{R_{火}})^2=\frac{6.4\times10^{23}}{6.0\times10^{24}}\times\frac{6.4^2\times10^{12}}{3.4^2\times10^{12}}<1$，所以火星表面的重力加速度较小，故选项 C 错误；

由第一宇宙速度公式 $v_1=\sqrt{\frac{GM}{R}}$ 可知，$\frac{v_{1火}}{v_{1地}}=\sqrt{\frac{6.4\times10^{23}}{6.0\times10^{24}}\times\frac{6.4\times10^{6}}{3.4\times10^{6}}}<1$，所以火星的第一宇宙速度较小，故选项 D 错误。

【考点定位】万有引力定律的应用和分析数据、估算的能力。

35.(2015·北京卷·T16)假设地球和火星都绕太阳做匀速圆周运动，已知地球到太阳的距离小于火星到太阳的距离，那么

A.地球公转周期大于火星的公转周期

B.地球公转的线速度小于火星公转的线速度

C.地球公转的加速度小于火星公转的加速度

D.地球公转的角速度大于火星公转的角速度

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】两天体运动均为万有引力提供向心力，即

$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mw^2r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$，解得$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，$w=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$，$a=\frac{GM}{r^2}$.因此，轨道半径越大、线速度 v 越小、角速度 ω 越小、周期 T 越大、向心加速度 a 越小，而$r_{火}>r_{地}$，可得选项 D 正确。

【考点定位】万有引力定律的应用。

【名师点睛】掌握万有引力定律求中心天体的质量和密度、环绕天体的线速度、角速度、周期、加速度(高轨低速大周期)；主要利用$F_{引}=F_{向}=mg$。

36.(2013 福建卷·T13)设太阳质量为 M，某行星绕太阳公转周期为 T，轨道可视作为 r 的圆，已知万有引力常量为 G，则描述该行星运动的上述物理量满足

A. $GM=\frac{4\pi^2r^3}{T^2}$　　B. $GM=\frac{4\pi^2r^2}{T^2}$

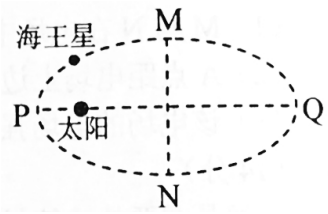
C. $GM=\frac{4\pi^2r^2}{T^3}$　　D. $GM=\frac{4\pi r^3}{T^2}$

【答案】A

【解析】：行星绕太阳做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，有

$\frac{GMm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$，所以$GM=\frac{4\pi^2r^3}{T^2}$，选项 A 正确。

37.(2017·新课标Ⅱ卷·T19)如图，海王星绕太阳沿椭圆轨道运动，P 为近日点，Q 为远日点，M、N 为轨道短轴的两个端点，运行的周期为T_0。若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从 P 经过 M、Q 到 N 的运动过程中



A.从 P 到 M 所用的时间等于 $T_0/4$

B.从 Q 到 N 阶段，机械能逐渐变大

C.从 P 到 Q 阶段，速率逐渐变小

D.从 M 到 N 阶段，万有引力对它先做负功后做正功

【答案】CD

【解析】从 P 到 Q 的时间为 $\frac{1}{2}T_0$，根据开普勒行星运动第二定律可知，从 P 到 M 运动的速率大于 M 到 Q 运动的速率，可知 P 到 M 所用时间小于 $\frac{1}{4}T_0$，选项 A 错误；

海王星在运动过程中只受太阳的引力作用，故机械能守恒，选项 B 错误；

根据开普勒行星运动第二定律可知，从 P 到 Q 阶段，速率逐渐变小，选项 C 正确；

从 M 到 N 阶段，万有引力对它先做负功后做正功，选项 D 正确；故选 CD。

【考点定位】开普勒行星运动定律；机械能守恒的条件

【名师点睛】此题主要考查学生对开普勒行星运动定律的理解；关键是知道离太阳越近的位置行星运动的速率越大；远离太阳运动时，引力做负功，动能减小，引力势能增加，机械能不变。

38.(2014·新课标全国卷Ⅰ)太阳系个行星几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动，当地球恰好运行到某个行星和太阳之间，且三者几乎成一条直线的现象，天文学成为“行星冲日”据报道，2014 年各行星冲日时间分别是：1 月 6 日，木星冲日，4 月 9 日火星冲日，6 月 11 日土星冲日，8 月 29 日，海王星冲日，10 月 8 日，天王星冲日，已知地球轨道以外的行星绕太阳运动的轨道半径如下表所示，则下列判断正确的是

	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

轨道半径(AU)	1.0	1.5	5.2	9.5	19	30

A.各点外行星每年都会出现冲日现象

B.在 2015 年内一定会出现木星冲日

C.天王星相邻两次的冲日的时间是土星的一半

D.地外行星中海王星相邻两次冲日间隔时间最短

【答案】BD

【解析】试题分析：相邻两次行星冲日的时间间隔就是地球比该行星多运动一周的时间，根据开普勒第三定律可得根据万有引力提供向心力$\frac{GMm}{R^2}=mR\frac{4\pi^2}{T^2}$，周期$T=\sqrt{\frac{4\pi^2R^3}{GM}}$，相邻两次行星冲日的时间间隔$t=\frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T_{地}}-\frac{2\pi}{T_{行}}}=\frac{T_{地}T_{行}}{T_{行}-T_{地}}=\frac{T_{地}}{1-\frac{T_{地}}{T_{行}}}>T_{地}$，即相邻两次行星冲日的时间间隔大于 1 年，所以选项 A 错，根据木星轨道半径是地球的 5.2 倍，木星周期大于 11 年，小于 12 年，所以木星冲日的时间间隔大于$\frac{12}{11}$年小于 1.1 年，由于今年的冲日时间是 1 月 6 日，所以下次木星冲日在 2015 年，选项 B 对。由于木星相邻两次冲日的时间间隔的一半还不到一年，而所有行星冲日的相邻间隔都超过 1 年，所以天王星相邻两次的冲日的时间不可能是土星的一半，选项 C 错。根据海王星的轨道半径最大，周期最大，根据相邻两次冲日的时间间隔$t=\frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T_{地}}-\frac{2\pi}{T_{行}}}=\frac{T_{地}T_{行}}{T_{行}-T_{地}}=\frac{T_{地}}{1-\frac{T_{地}}{T_{行}}}$可判断海王星的时间间隔最短，选项 D 对。

【考点定位】万有引力与航天

39.(2018·江苏卷·T1)我国高分系列卫星的高分辨对地观察能力不断提高.今年 5 月 9 日发射的“高分五号”轨道高度约为 705km，之前已运行的“高分四号”轨道高度约为 36000km，它们都绕地球做圆周运动.与“高分四号冶相比，下列物理量中“高分五号”较小的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 周期

B. 角速度

C. 线速度

D. 向心加速度

【答案】A

【解析】本题考查人造卫星运动特点，意在考查考生的推理能力。设地球质量为 M，人造卫星质量为 m，人造卫星做匀速圆周运动时，根据万有引力提供向心力有

$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r=ma$，得$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，$a=\frac{GM}{r^2}$，因为“高分四号”的轨道半径比“高分五号”的轨道半径大，所以选项 A 正确，BCD 错误。

点睛：本题考查人造卫星运动特点，解题时要注意两类轨道问题分析方法：一类是圆形轨道问题，利用万有引力提供向心力，即$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2r=ma$求解；一类是椭圆形轨道问题，利用开普勒定律求解。

40.(2018·天津卷)(多选)2018 年 2 月 2 日，我国成功将电磁监测试验卫星“张衡一号”发射升空，标志我国成为世界上少数拥有在轨运行高精度地球物理场探测卫星的国家之一。通过观测可以得到卫星绕地球运动的周期，并已知地球的半径和地球表面的重力加速度。若将卫星绕地球的运动看作是匀速圆周运动，且不考虑地球自转的影响，根据以上数据可以计算出卫星的

A. 密度　　B. 向心力的大小　　C. 离地高度　　D. 线速度的大小

【答案】CD

【解析】根据题意，已知卫星运动的周期 T，地球的半径 R，地球表面的重力加速度 g，卫星受到的外有引力充当向心力，故有$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，卫星的质量被抵消，则不能计算卫星的密度，更不能计算卫星的向心力大小，AB 错误；由$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$解得$r=\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$，而$r=R+h$，故可计算卫星距离地球表面的高度，C 正确；根据公式$v=\frac{2\pi r}{T}$，轨道半径可以求出，周期已知，故可以计算出卫星绕地球运动的线速度，D 正确；

【点睛】解决本题的关键掌握万有引力定律的两个重要理论：1、万有引力等于重力(忽略自转)，2、万有引力提供向心力，并能灵活运用。

41.(2011·福建卷)“嫦娥二号”是我国月球探测第二期工程的先导星.若测得‘嫦娥二号”在月球(可视为密度均匀的球体)表面附近圆形轨道运行的周期 T，已知引力常数 G，半径为 R 的球体体积公式$V=\frac{4}{3}\pi R^3$，则可估算月球的(　　)

A.密度　　B.质量　　C.半径　　D.自转周期

【答案】A

【解析】此题考查万有引力定律、牛顿第二定律、密度和卫星运行等知识点。“嫦娥二号”在月球(可视为密度均匀的球体)表面附近圆形轨道运行，其轨道半径可视为等于月球半径，由$\frac{GMm}{R^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2R$，月球质量$M=\frac{4\pi^2R^3}{GT^2}$，由于月球半径 R 未知，不能估算月球质量，选项 BCD 错误。也不能由题中信息得到月球半径和自转周期。由密度公式，ρ=－M/V 得月球密度$\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$，选项 A 正确。

【考点定位】万有引力定律

42.(2017·新课标Ⅲ卷·T14)2017 年 4 月，我国成功发射的天舟一号货运飞船与天宫二号空间实验室完成了首次交会对接，对接形成的组合体仍沿天宫二号原来的轨道(可视为圆轨道)运行。与天宫二号单独运行时相比，组合体运行的

A.周期变大　　B.速率变大

C.动能变大　　D.向心加速度变大

【答案】C

【解析】根据万有引力提供向心力有$\frac{GMm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r=\frac{mv^2}{r}=ma$，可得周期$T=2\pi\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，速率$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，向心加速度$a=\frac{GM}{r^2}$对接前后，轨道半径不变，则周期、速率、向已加速度均不变，质量变大，则动能变大，C 正确，ABD 错误。

【考点定位】万有引力定律的应用、动能

【名师点睛】万有引力与航天试题，涉及的公式和物理量非常多，理解万有引力提供做圆周运动的向心力，适当选用公式$\frac{GMm}{r^2}=m\omega^2r=m(\frac{2\pi}{T})^2r=\frac{mv^2}{r}=ma$，是解题的关键。要知道周期、线速度、角速度、向心加速度只与轨道半径有关，但动能还与卫星的质量有关。

43.(2011·全国卷)我国“嫦娥一号”探月卫星发射后，先在“24 小时轨道”上绕地球运行(即绕地球一圈需要 24 小时)；然后，经过两次变轨依次到达“48 小时轨道”和“72 小时轨道”；最后奔向月球。如果按圆形轨道计算，并忽略卫星质量的变化，则在每次变轨完成后与变轨前相比

A.卫星动能增大，引力势能减小　　B.卫星动能增大，引力势能增大

C.卫星动能减小，引力势能减小　　D.卫星动能减小，引力势能增大

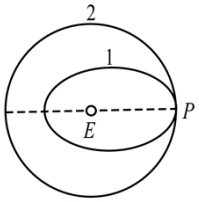
【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由 $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2 r$ 得：$r=\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$，周期变长，轨道半径 r 变大，又由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ 得：$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，轨道半径 r 变大，速度减小，动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 减小；轨道半径 r 变大，引力做负功，引力势能增大，D 正确。

【考点定位】万有引力定律

44.(2016·北京卷)如图所示，一颗人造卫星原来在椭圆轨道 1 绕地球 E 运行，在 P 点变轨后进入轨道 2 做匀速圆周运动。下列说法正确的是



A.不论在轨道 1 还是轨道 2 运行，卫星在 P 点的速度都相同

B.不论在轨道 1 还是轨道 2 运行，卫星在 P 点的加速度都相同

C.卫星在轨道 1 的任何位置都具有相同加速度

D.卫星在轨道 2 的任何位置都具有相同动量

【答案】B

【解析】从轨道 1 变轨到轨道 2，需要加速逃逸，故 A 错误；根据公式 $G\frac{Mm}{R^2}=ma$ 可得 $a=G\frac{M}{R^2}$，故只要半径相同，加速度就相同，由于卫星在轨道 1 做椭圆运动，运动半径在变化，所以运动过程中的加速度在变化，B 正确，C 错误；卫星在轨道 2 做匀速圆周运动，运动过程中的速度方向时刻在变，所以动量方向不同，D 错误。

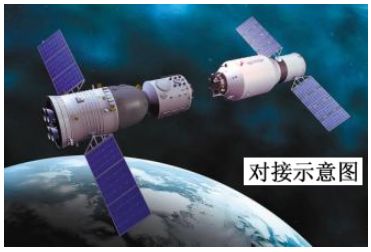
【考点定位】考查了万有引力定律的应用

【方法技巧】在万有引力这一块，涉及的公式和物理量非常多，掌握公式 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r=m\frac{4\pi^2 r}{T^2}=ma$，在做题的时候，首先明确过程中的向心力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，然后弄清楚各个物理量表示的含义，最后选择合适的公式分析解题，另外这一块的计算量非常大的，所以需要细心计算。

45.(2016·天津卷)我国即将发射“天宫二号”空间实验室，之后发生“神舟十一号”飞船与“天宫二号”对接。假设“天宫二号”与“神舟十一号”都围绕地球做匀速圆周运动，为了实现飞船与空间实验室的对接，下列措施可行的是



A.使飞船与空间实验室在同一轨道上运行，然后飞船加速追上空间实验室实现对接

B.使飞船与空间实验室在同一轨道上运行，然后空间实验室减速等待飞船实现对接

C.飞船先在比空间实验室半径小的轨道上加速，加速后飞船逐渐靠近空间实验室，两者速度接近时实现对接

D.飞船先在比空间实验室半径小的轨道上减速，减速后飞船逐渐靠近空间实验室，两者速度接近时实现对接

【答案】C

【解析】若使飞船与空间实验室在同一轨道上运行，飞船加速会进入较高的轨道，空间实验室减速会进入较低的轨道，都不能实现对接，选项 AB 错误，要想实现对接，可使飞船在比空间实验室半径较小的轨道上加速，然后飞船将进入较高的空间实验室轨道，逐斩靠近空间站后，两者速度接近时实现对接，选项 C 正确，选项 D 错误。

【考点定位】变轨问题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】此题考查了卫星的变轨问题；关键是知道卫星在原轨道上加速时，卫星所受的万有引力不足以提供向心力而做离心运动，卫星将进入较高轨道；同理如果卫星速度减小，卫星将做近心运动而进入较低轨道。

46.(2012·安徽卷)我国发身的“天宫一号”和“神州八号”在对接前，“天宫一号”的运行轨道高度为 350km，“神州八号”的运行轨道高度为 343km.它们的运行轨道均视为圆周，则

A.“天宫一号”比“神州八号”速度大

B.“天宫一号”比“神州八号”周期长

C.“天宫一号”比“神州八号”角速度大

D.“天宫一号”比“神州八号”加速度大

【答案】B

【解析】由万有引力等于向心力可得出轨道半径越大，速度越小，角速度越小，周期越大，选项 B 正确 AC 错误；由 $G\frac{Mm}{R^2}=ma$ 可知，“天宫一号”比“神州八号”加速度小，选项 D 错误。

【考点定位】此题考查万有引力定律和卫星的运动。

47.(2012·山东卷)2011 年 11 月 3 日，“神州八号”飞船与“天宫一号”目标飞行器成功实施了首次交会对接。任务完成后“天宫一号”经变轨升到更高的轨道，等待与“神州九号”交会对接。变轨前和变轨完成后“天宫一号”的运行轨道均可视为圆轨道，对应的轨道半径分别为 R_1、R_2，线速度大小分别为 $\boldsymbol{v}_1$、$\boldsymbol{v}_2$。则 $\frac{\boldsymbol{v}_1}{\boldsymbol{v}_2}$ 等于

A. $\sqrt{\frac{\boldsymbol{R}_1^3}{\boldsymbol{R}_2^3}}$　　B. $\sqrt{\frac{\boldsymbol{R}_2}{\boldsymbol{R}_1}}$　　C. $\frac{\boldsymbol{R}_2^2}{\boldsymbol{R}_1^2}$　　D. $\frac{\boldsymbol{R}_2}{\boldsymbol{R}_1}$

【答案】B

【解析】“神舟八号”飞船与“天宫一号”绕地球做匀速圆周运动，靠万有引力提供向心力：$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$ 得：$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，故 $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$.故 B 正确、ACD 错误。

【考点定位】本题考查万有引力定律及其卫星的运动相关知识

48.(2012·天津卷)一人造地球卫星绕地球做匀速圆周运动，假如该卫星变轨后仍做匀速圆周运动，动能减小为原来的$\frac{1}{4}$，不考虑卫星质量的变化，则变轨前后卫星的

A.向心加速度大小之比为 4：1

B.角速度大小之比为 2：1C.周期之比为 1：8

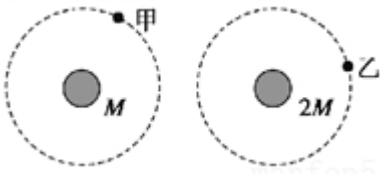
D.轨道半径之比为 1：2

【答案】C

【解析】根据向心加速度表达式$a=\frac{mv^2}{R}$知在动能减小时势能增大，地球卫星的轨道半径增大，则向心加速度之比大于 4；根据万有引力和牛顿第二定律有$m\frac{v^2}{R}=G\frac{Mm}{R^2}$化简为$Rv^2=GM$，知在动能减小速度减小则轨道半径增大到原来的 4 倍；同理有$m(\frac{2\pi}{T})^2R=G\frac{Mm}{R^2}$化简为$\frac{R^3}{T^2}=\frac{GM}{4\pi^2}$，则周期的平方增大到 8 倍；根据角速度关系式$\omega=\frac{2\pi}{T}$，角速度减小为$\frac{1}{8}$。答案 C。

【考点定位】本题考查圆周运动、万有引力及其相关知识

49.(2013·广东卷)如图所示，甲、乙两颗卫星以相同的轨道半径分别绕质量为 M 和 2M 的行星做匀速圆周运动，下列说法正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.甲的向心加速度比乙的小　　B.甲的运行周期比乙的小

C.甲的角速度比乙的大　　D.甲的线速度比乙的大

【答案】A

【解析】由万有引力提供向心力，$G\frac{Mm}{r^2}=ma=mr(\frac{2\pi}{T})^2=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2$，可得

$a=\frac{GM}{r^2}$，$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^2}}$，$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，可见，当卫星做圆周运动的轨道半径相同时，中心天体的质量越大，卫星的向心加速度、角速度和线速度越大，周期越小，因此只有 A 正确。

【考点定位】万有引力定律、匀速圆周运动、牛顿第二定律。

50.(2013·安徽卷)质量为 m 的人造地球卫星与地心的距离为 r 时，引力势能可表示为$E_p=-\frac{GMm}{r}$，其中 G 为引力常量，M 为地球质量。该卫星原来的在半径为 R_1 的轨道上绕地球做匀速圆周运动，由于受到极稀薄空气的摩擦作用，飞行一段时间后其圆周运动的半径变为 R_2，此过程中因摩擦而产生的热量为

A. $GMm\left(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1}\right)$　　B. $GMm\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

C. $\frac{GMm}{2}\left(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1}\right)$　　D. $\frac{GMm}{2}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$

【答案】C

【解析】卫星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，可得质量为 m 的人造地球卫星与地心的距离为 r 时的动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{GMm}{2r}$，结合题意，此时卫星的机械能$E=E_k+E_p=-\frac{GMm}{2r}$；根据能量守恒定律，该卫星因摩擦而产生的热量等于卫星损失的机械能，所以

$Q=E_1-E_2=-\frac{GMm}{2R_1}-(-\frac{GMm}{2R_2})=\frac{GMm}{2}(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1})$，选项 C 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】能量守恒定律、万有引力定律。

51.(2014·江苏卷·T2)已知地球的质量约为火星质量的 10 倍，地球的半径约为火星半径的 2 倍，则航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的速率约为

A.3.5km/s　　B.5.0km/s　　C.17.7km/s　　D.35.2km/s

【答案】A、

【解析】航天器在星球表面飞行的速度即其第一宇宙速度 $\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}$ 解得

$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$

所以 $\frac{v_{火}}{v_{地}}=\sqrt{\frac{M_{火}R_{地}}{M_{地}R_{火}}}=\sqrt{\frac{1}{5}}$，$v_{火}=\sqrt{\frac{1}{5}}v_{地}=\sqrt{\frac{1}{5}}\times 7.9km/s\approx 3.5km/s$，A 项正确。

【考点定位】万有引力定律

52.(2014·山东卷)2013 年我国相继完成“神十”与“天宫”对接、“嫦娥”携“玉兔”落月两大航天工程。某航天爱好者提出“玉兔”回家的设想：如图，将携带“玉兔”的返回系统由月球表面发射到 h 高度的轨道上，与在该轨道绕月球做圆周运动的飞船对接，然后由飞船送“玉兔”返回地球。设“玉兔”质量为 m，月球半径为 R，月面的重力加速度为 $g_{月}$。以月面为零势能面，“玉兔”在 h 高度的引力势能可表示为 $E_P=\frac{GMmh}{R(R+h)}$，其中 G 为引力常量，M 为月球质量。若忽略月球的自转，从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为

A. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+2R)$　　B. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\sqrt{2}R)$

C. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{\sqrt{2}}{2}R)$　　D. $\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{1}{2}R)$

【答案】D

【解析】在月球表面上，$\frac{GMm}{R^2}=mg_{月}$，而在距离月球表面 h 高处时，

$\frac{GMm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}$

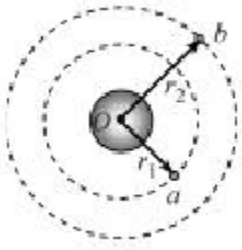
在高 h 处玉兔的动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{GMm}{2(R+h)}=\frac{mg_{月}R^2}{2(R+h)}$，而将玉兔发送到该处时，

对它做的功应等于它在该处的机械能，即对它做的功为 W=$E_{\mathrm{k}}+E_{\mathrm{p}}=$

$\frac{mg_{月}R}{(R+h)}(h+\frac{1}{2}R)$，因此 D 正确，ABC 错误。

【考点定位】万有引力与航天，机械能守恒及其应用

53.(2015·福建卷·T14)如图，若两颗人造卫星 a 和 b 均绕地球做匀速圆周运动，a、b 到地心 O 的距离分别为 r_1、r_2，线速度大小分别为 v_1、v_2。则(　　)



$A.\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$　　B. $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$　　C. $\frac{v_1}{v_2}=(\frac{r_2}{r_1})^2$　　C. $\frac{v_1}{v_2}=(\frac{r_1}{r_2})^2$

【答案】A

【解析】由题意知，两颗人造卫星绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，根据$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，得：$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，所以$\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$，故 A 正确，B、C、D 错误。

【考点定位】万有引力定律

54.(2017·江苏卷)“天舟一号”货运飞船于 2017 年 4 月 20 日在文昌航天发射中心成功发射升空，与“天宫二号”空间实验室对接前，“天舟一号”在距离地面约 380 km 的圆轨道上飞行，则其

(A)角速度小于地球自转角速度

(B)线速度小于第一宇宙速度

(C)周期小于地球自转周期

(D)向心加速度小于地面的重力加速度

【答案】BCD

【解析】根据$G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2=ma$知，“天舟一号”的角速度大于同步卫星的角速度，而同步卫星的角速度等于地球自转的角速度，所以“天舟一号”的角速度大于地球自转角的速度，周期小于地球自转的周期，故 A 错误；C 正确；第一宇宙速度为最大的环绕速度，所以“天舟一号”的线速度小于第一宇宙速度，B 正确；地面重力加速度为$g=\frac{GM}{R^2}$，故“天舟一号”的向心加速度 a 小于地面的重力加速度 g，故 D 正确.

【考点定位】天体运动

【名师点睛】卫星绕地球做圆周运动，考查万有引力提供向心力.与地球自转角速度、周期的比较，要借助同步卫星，天舟一号与同步卫星有相同的规律，而同步卫星与地球自转的角速度相同.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

55.(2011·天津卷)质量为 m 的探月航天器在接近月球表面的轨道上飞行，其运动视为匀速圆周运动。已知月球质量为 M，月球半径为 R，月球表面重力加速度为 g，引力常量为 G，不考虑月球自转的影响，则航天器的

A.线速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$　　B.角速度 $\omega=\sqrt{gR}$

C.运行周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$　　D.向心加速度 $a=\frac{GM}{R^2}$

【答案】AC

【解析】根据万有引力提供卫星做圆周运动的向心力和万有引力等于重力得出：

$\frac{GMm}{R^2}=\frac{mv^2}{R}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，故 A 正确；$mg=m\omega^2R\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{g}{R}}$，故 B 错误；

$mg=m\frac{4\pi^2}{T^2}R\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$，故 C 正确；$\frac{GMm}{R^2}=ma\Rightarrow a=\frac{GM}{R^2}$，故 D 错误。

【考点定位】万有引力定律

56.(2012·广东卷)如图 6 所示，飞船从轨道 1 变轨至轨道 2。若飞船在两轨道上都做匀速圆周运动，不考虑质量变化，相对于在轨道 1 上，飞船在轨道 2 上的

图 6

A.动能大　　B.向心加速度大　　C.运行周期长　　D.角速度小

【答案】CD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据 $G\frac{Mm}{R^2}=ma$， $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$， $G\frac{Mm}{R^2}=m\omega^2R$， $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2R}{T^2}$ 得，

$a=\frac{GM}{R^2}$，

$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$， $\omega=\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$， $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ 由这些关系可以看出， r 越大， a、v、ω 越小，而 T 越大，故 A、B 错误，C、D 正确。

【考点定位】本题考查了万有引力定律的应用

57.(2012·江苏卷)2011 年8 月，“嫦娥二号冶成功进入了环绕“日地拉格朗日点冶的轨道，我国成为世界上第三个造访该点的国家. 如图所示，该拉格朗日点位于太阳和地球连线的延长线上，一飞行器处于该点，在几乎不消耗燃料的情况下与地球同步绕太阳做圆周运动，则此飞行器的

A.线速度大于地球的线速度

B.向心加速度大于地球的向心加速度

C.向心力仅由太阳的引力提供

D.向心力仅由地球的引力提供

【答案】AB

【解析】因为角速度相同，飞行器的半径大，所以线速度大，A 正确。向心加速度 $a=\omega^2\times R$，飞行器的半径大，所以加速度大，B 正确。项仅由地球或太阳提供向心力无法完成此运动，应该是两者合力提供向心力，所以 CD 错误。

【考点定位】本题考查及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

58.(2013 新课标全国卷Ⅰ)2012 年 6 曰 18 日，神州九号飞船与天宫一号目标飞行器在离地面 343km 的近圆轨道上成功进行了我国首次载人空间交会对接。对接轨道所处的空间存在极其稀薄的大气，下面说法正确的是

A.为实现对接，两者运行速度的大小都应介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间

B.如不加干预，在运行一段时间后，天宫一号的动能可能会增加

C.如不加干预，天宫一号的轨道高度将缓慢降低

D.航天员在天宫一号中处于失重状态，说明航天员不受地球引力作用

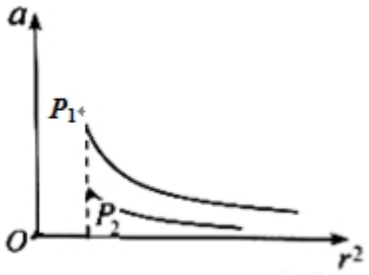
【答案】BC

【解析】又第一宇宙速度为最大环绕速度，天宫一号的线速度一定小于第一宇宙速度.故 A 错误；根据万有引力提供向心力有：$\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，得轨道高度降低，卫星的线速度增大，故动能将增大，所以 B 正确；卫星本来满足万有引力提供向心力即 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，由于摩擦阻力作用卫星的线速度减小，提供的引力大于卫星所需要的向心力故卫星将做近心运动，即轨道半径将减小，故 C 正确；失重状态说明航天员对悬绳或支持物体的压力为 0，而地球对他的万有引力提供他随天宫一号围绕地球做圆周运动的向心力，所以 D 错误，故选 BC.

【考点定位】万有引力定律、匀速圆周运动、失重和超重.

59.(2015·天津卷·T8)P_1、P_2 为相距遥远的两颗行星，距各自表面相同高度处各有一颗卫星 s_1、s_2 做匀速圆周运动，图中纵坐标表示行星对周围空间各处物体的引力产生的加速度 a，横坐标表示物体到行星中心的距离 r 的平方，两条曲线分别表示 P_1、P_2 周围的 a 与 r^2 的反比关系，它们左端点横坐标相同，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.P_1 的平均密度比 P_2 的大

B.P_1 的第一宇宙速度比 P_2 的小

C.s_1 的向心加速度比 s_2 的大

D.s_1 的公转周期比 s_2 的大

【答案】AC

【解析】由图可知，两行星的球体半径相同，对行星周围空间各处物体来说，万有引力提供加速度，故有 $\frac{GMm}{r^2}=ma$，故可知 P_1 的质量比 P_2 的大，即 P_1 的平均密度比 P_2 的大，所以选项 A 正确；

由图可知，P_1 表面的重力加速比 P_2 的大，由 $v=\sqrt{g'r}$ 可知，P_1 的第一宇宙速度比 P_2 的大，所以选项 B 错误；

对卫星而言，万有引力提供向心加速度，即 $a=\frac{GM}{r^2}$，故可知，s_1 的向心加速度比 s_2 的大，所以选项 C 正确；

根据 $\frac{GMm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$ 可知，s_1 的公转周期比 s_2 的小，所以选项 D 错误，

【考点定位】天体与万有引力定律

60.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T21)我国发射的“嫦娥三号”登月探测器靠近月球后，先在月球表面附近的近似圆轨道上绕月运行；然后经过一系列过程，在离月面 4m 高处做一次悬停(可认为是相对于月球静止)；最后关闭发动机，探测器自由下落。已知探测器的质量约为 1.3×10^9kg，地球质量约为月球的 81 倍，地球半径为月球的 3.7 倍，地球表面的重力加速度大小约为 9.8m/s^2。则次探测器

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.在着陆前瞬间，速度大小约为 8.9m/s

B.悬停时受到的反冲作用力约为 2×10^3N

C.从离开近月圆轨道到着陆这段时间内，机械能守恒

D.在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度

【答案】BD

【解析】星球表面万有引力提供重力即 $\frac{GMm}{R^2}=mg$，重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}$，地球表面 $g=\frac{GM}{R^2}=9.8m/s^2$，则月球表面 $g'=\frac{G\frac{1}{81}M}{(\frac{1}{3.7}R)^2}=\frac{3.7\times3.7}{81}\times\frac{GM}{R^2}=\frac{1}{6}g$，则探测器重力 $G=mg'=1300kg\times\frac{1}{6}\times9.8N/kg\approx2000N$，选项 B 对，探测器自由落体，末速度 $v=\sqrt{2g'h}\approx\sqrt{\frac{4}{3}\times9.8}\neq8.9$，选项 A 错。关闭发动机后，仅在月球引力作用下机械能守恒，而离开近月轨道后还有制动悬停，所以机械能不守恒，选项 C 错。近月轨道即万有引力提供向心力 $v=\sqrt{\frac{G\frac{1}{81}M}{\frac{1}{3.7}R}}=\sqrt{\frac{3.7GM}{81R}}<\sqrt{\frac{GM}{R}}$，小于近地卫星线速度，选项 D 对。

【考点定位】万有引力与航天

61.(2011·北京卷)由于通讯和广播等方面的需要，许多国家发射了地球同步轨道卫星，这些卫星的

A.质量可以不同　　B.轨道半径可以不同

C.轨道平面可以不同　　D.速率可以不同

【答案】A

【解析】地球同步轨道卫星轨道必须在赤道平面内，离地球高度相同的同一轨道上，角速度、线速度、周期一定，与卫星的质量无关。A 正确，B、C、D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】同步卫星

62.(2012·北京卷·T18)关于环绕地球卫星的运动，下列说法正确的是

A.分别沿圆轨道和椭圆轨道运行的两颗卫星，不可能具有相同的周期

B.沿椭圆轨道运行的一颗卫星，在轨道不同位置可能具有相同的速率

C.在赤道上空运行的两颗地球同步卫星，它们的轨道半径有可能不同

D.沿不同轨道经过北京上空的两颗卫星，它们的轨道平面一定会重合

【答案】B

【解析】分别沿圆轨道和椭圆轨道运行的两颗卫星，可能具有相同的周期，故 A 错误；

沿椭圆轨道运行的一颗卫星，在轨道对称的不同位置具有相同的速率，故 B 正确；

根据万有引力提供向心力，列出等式：$\frac{GMm}{(R+h)^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2(R+h)$，其中，为地球半径，h 为同步卫星离地面的高度。由于同步卫星的周期必须与地球自转周期相同，所以 T 为一定值，根据上面等式得出：同步卫星离地面的高度 h 也为一定值，故 C 错误；

沿不同轨道经过北京上空的两颗卫星，它们的轨道平面不一定重合，但圆心都在地心，故 D 错误。故选 B.

【考点定位】万有引力定律

63.(2016·四川卷)国务院批复，自 2016 年起将 4 月 24 日设立为“中国航天日”。1970 年 4 月 24 日我国首次成功发射的人造卫星东方红一号，目前仍然在椭圆轨道上运行，其轨道近地点高度约为 440 km，远地点高度约为 2 060 km；1984 年 4 月 8 日成功发射的东方红二号卫星运行在赤道上空 35 786 km 的地球同步轨道上。设东方红一号在远地点的加速度为 a_1，东方红二号的加速度为 a_2，固定在地球赤道

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

上的物体随地球自转的加速度为 a_3，则 a_1、a_2、a_3 的大小关系为

A.$a_2>a_1>a_3$　　B.$a_3>a_2>a_1$　　C.$a_3>a_1>a_2$　　D.$a_1>a_2>a_3$

【答案】D

【解析】东方红二号和固定在地球赤道上的物体转动的角速度相同，根据 $a=\omega^2 r$ 可知，$a_2>a_3$；根据 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$ 可知 $a_1>a_2$；故选 D。

考点：同步卫星；万有引力定律的应用

【名师点睛】此题主要考查同步卫星的特点及万有引力定律的应用；要知道同步卫星与地球具有相同的角速度和周期；这里放到赤道上的物体和卫星两者受力情况是不同的，要区别对待，不能混淆.

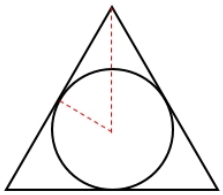
64.(2016·全国新课标Ⅰ卷)利用三颗位置适当的地球同步卫星，可使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯，目前，地球同步卫星的轨道半径为地球半径的 6.6 倍，假设地球的自转周期变小，若仍仅用三颗同步卫星来实现上述目的，则地球自转周期的最小值约为

A.1h　　B.4h　　C.8h　　D.16h

【答案】B

【解析】设地球的半径为 R，周期 T=24h，地球自转周期的最小值时，三颗同步卫星的位置如图所示，所以此时同步卫星的半径 $r_1=2R$，由开普勒第三定律得：$\frac{r^3}{T^2}=k$，可得 $T_1=T\sqrt{\frac{(2R)^3}{(6.6R)^3}}\approx 4\,\mathrm{h}$，故 A、C、D 错误，B 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】万有引力定律、开普勒第三定律、同步卫星

【名师点睛】本题主要考查万有引力定律、开普勒第三定律、同步卫星。重点是掌握同步卫星的特点，知道同步卫星的周期等于地球的自转周期。本题关键是要知道地球自转周期最小时，三个同步卫星的位置。

65.(2011·全国新课标卷·T19)卫星电话信号需要通过地球同步卫星传送。如果你与同学在地面上用卫星电话通话，则从你发出信号至对方接收到信号所需最短时间最接近于(可能用到的数据：月球绕地球运动的轨道半径约为 3.8×10^5km)

A.0.1s　　B.0.25s　　C.0.5s　　D.1s

【答案】B

解析：主要考查开普勒第三定律。月球、地球同步卫星绕地球做匀速圆周运动，根据开普勒第三定律有 $\frac{r_2^3}{r_1^3}=\frac{T_2^2}{T_1^2}$ 解得 $r_2=r_1\cdot\sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2}}$，代入数据求得 $r_2=4.2\times10^7$ m.如图所示，发出信号至对方接收到信号所需最短时间为 $t=\frac{s}{v}=\frac{2\sqrt{R^2+r_2^2}}{C}$，代入数据求得 t=0.28s.所以正确答案是 B。

【考点定位】万有引力定律

66.(2012·四川卷)今年 4 月 30 日，西昌卫星发射中心发射的中圆轨道卫星，其轨道半径为 2.8×10^7m，它与另一颗同质量的同步轨道卫星(轨道半径为 4.2×10^7m)相比

A.向心力较小　B.动能较大　C.发射速度都是第一宇宙速度　D.角速度较小

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据万有引力定律 F 可知，半径越小万有引力越大，A 错误。卫星绕地球做圆周运动，则，可得卫星的线速度 v，半径越小线速度越大，则动能越大，B 正确。第一宇宙速度是最小发射速度，以第一宇宙速度发射的卫星轨道半径为地球半径6.4×km，中圆轨道卫星和同步卫星发射速度都大于第一宇宙速度，C 错误。由，可得卫星的角速度，半径越小角速度越大，D 错误。

【考点定位】本题考查万有引力定律的实际应用及其相关知识

67.(2014·天津卷)研究表明，地球自转在逐渐变慢，3 亿年前地球自转的周期约为 22 小时。假设这种趋势会持续下去，地球的其他条件都不变，未来人类发射的地球同步卫星与现在的相比

A.距地面的高度变大　　B.向心加速度变大

C.线速度变大　　D.角速度变大

【答案】A

【解析】同步卫星的周期等于地球的自转周期，根据万有引力定律和牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 可知，卫星的周期越大，轨道半径越大，所以地球自转变慢后，同步卫星需要在更高的轨道上运行，选项 A 正确；而此时万有引力减小，所以向心加速度减小、线速度减小，角速度减小，故选项 B、C、D 错误。

【考点定位】万有引力定律及应用

68.(2013·海南卷·T5)“北斗”卫星屏声息气定位系统由地球静止轨道卫星(同步卫星)、中轨道卫星和倾斜同步卫星组成。地球静止轨道卫星和中轨道卫星都在圆轨道上运行，它们距地面的高度分别约为地球半径的 6 倍和 3.4 倍，下列说法中正确的是

A.静止轨道卫星的周期约为中轨道卫星的 2 倍

B.静止轨道卫星的线速度大小约为中轨道卫星的 2 倍

C.静止轨道卫星的角速度大小约为中轨道卫星的 1/7

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.静止轨道卫星的向心加速度大小约为中轨道卫星的 1/7

【答案】A

【解析】由万有引力提供向心力可知$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2=mr(\frac{2\pi}{T})^2=ma$，整理可得周期$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$，线速度$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，角速度$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，向心加速度$a=\frac{GM}{r^2}$，设地球的半径为 R，由题意知静止轨道卫星的运行半径是r_1=7R，中轨道卫星的运行半径是r_2=4.4R，由比例关系可得静止轨道卫星的周期约为中轨道卫星的$\sqrt{\frac{7^3}{4.4^3}}\approx 2$倍，故 A 正确；同理可判断出选项 BCD 均错误。

69.(2011·广东卷)已知地球质量为 M，半径为 R，自转周期为 T，地球同步卫星质量为 m，引力常量为 G。有关同步卫星，下列表述正确的是

A.卫星距离地面的高度为$\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$

B.卫星的运行速度小于第一宇宙速度

C.卫星运行时受到的向心力大小为$G\frac{Mm}{R^2}$

D.卫星运行的向心加速度小于地球表面的重力加速度

【答案】BD

【解析】根据$G\frac{Mm}{(R+H)^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2(R+H)$，A 错，由$G\frac{Mm}{(R+H)^2}=m\frac{v^2}{R+H}$，B 正确，由$G\frac{Mm}{(R+H)^2}=mg$，C 错，D 对。

【考点定位】万有引力定律

70.(2011·山东卷)甲、乙为两颗地球卫星，其中甲为地球同步卫星，乙的运行高度低于甲的运行高度，两卫星轨道均可视为圆轨道。以下判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.甲的周期大于乙的周期

B.乙的速度大于第一宇宙速度

C.甲的加速度小于乙的加速度

D.甲在运行时能经过北极的正上方

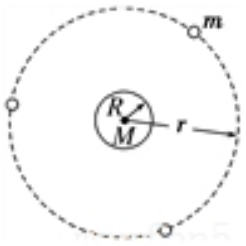
【答案】AC

【解析】由于卫星运行高度越大，周期越大，速度越小，所以甲的周期大于乙的周期，乙的速度小干第一宇宙速度，A 正确 B 错误；

卫星越高，加速度越小，甲的加速度小于乙的加速度，C 正确；

同步卫星只能运行在赤道上方特定轨道上，甲的运行时不能经过北极的正上方，D 错误。

71.(2013·浙江卷)如图所示，三颗质量均为 m 的地球同步卫星等间隔分布在半径为 r 的圆轨道上，设地球质量为 M，半径为 R。下列说法正确的是



A.地球对一颗卫星的引力大小为 $\frac{GMm}{(r-R)^2}$

B.一颗卫星对地球的引力大小为 $\frac{GMm}{r^2}$

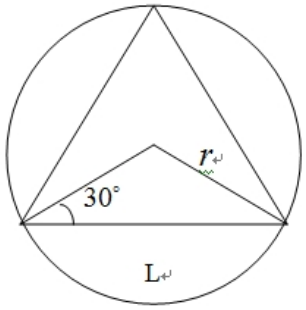
C.两颗卫星之间的引力大小为 $\frac{Gm^2}{3r^2}$

D.三颗卫星对地球引力的合力大小为 $\frac{3GMm}{r^2}$

【答案】BC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据万有引力定律可知：地球对一个卫星的引力大小为$\frac{GMm}{r^2}$，A 选项错误；



物体间的万有引力是相互作用力，所以一个卫星对地球的引力大小也为$\frac{GMm}{r^2}$，B 选项正确；

如图所示，两颗卫星之间的距离 L=$\sqrt{3}$r，所以两颗卫星之间的引力大小为

$\frac{Gm^2}{L^2}=\frac{Gm^2}{3r^2}$，C 选项正确；

三颗卫星处在圆轨道的内接正三角形顶角上，根据三力平衡知识可知，对地球引力的合力大小为零，D 错误。

【考点定位】万有引力定律。

72.(2010·重庆卷·T16)月球与地球质量之比约为 1：80，有研究者认为月球和地球可视为一个由两质点构成的双星系统，他们都围绕月地连线上某点 O 做匀速圆周运动.据此观点，可知月球与地球绕 O 点运动的线速度大小之比约为

A.1:6400　　B.1:80

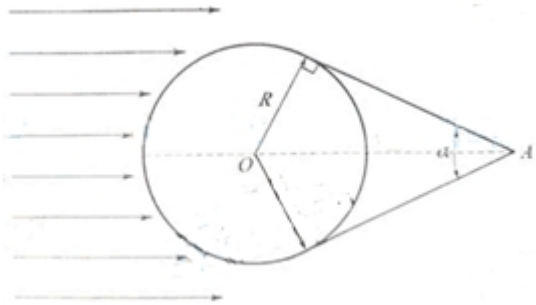
C.80:1　　D.6400:1

【答案】C

【解析】本题考查天体运动中的双星运动模型和圆周运动的知识。由万有引力提供双星的向心力，且双星的角速度相同，则有$m_1\omega^2r_1=m_2\omega^2r_2$，轨道半径和质量成反比，又 v=ωr，那么双星的线速度和质量也成反比，C 项对。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

73.(2010·浙江卷·T20)宇宙飞船以周期为 T 绕地地球作圆周运动时，由于地球遮挡阳光，会经历“日全食”过程，如图所示。已知地球的半径为 R，地球质量为 M，引力常量为 G，地球处置周期为 T_0，太阳光可看作平行光，宇航员在 A 点测出的张角为 α，则



A.飞船绕地球运动的线速度为 $\frac{2\pi R}{T\sin(a/2)}$

B.一天内飞船经历“日全食”的次数为 T/T_0

C.飞船每次“日全食”过程的时间为 $aT_0/(2\pi)$

D.飞船周期为 $T=\frac{2\pi R}{\sin(a/2)}\sqrt{\frac{R}{GM\sin(a/2)}}$

【答案】AD

【解析】

【解析】本题考查天体运动的知识，考查考生对规律及公式的熟练运用能力。根据图可知，飞船的轨道半径为 $r=\frac{R}{\sin\frac{\alpha}{2}}$，根据线速度公式 $v=\frac{2\pi r}{T}$ 可知 A 项正确；飞船的周期是 T，一天的时间是 T_0，故一天内，飞船经历“日全食”的次数是 $\frac{T_0}{T}$，B 项错误；根据图可知日全食经过的弧所对的圆心角为 α，故日全食的时间为 $\frac{\alpha T}{2\pi}$，故 C 项错误；根据 $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2 r$，解得 D 项正确.

74.(2010·天津卷·T6)探测器绕月球做匀速圆周运动，变轨后在周期较小的轨道上仍做匀速圆周运动，则变轨后与变轨前相比

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.轨道半径变小　　B.向心加速度变小

C.线速度变小　　D.角速度变小

【答案】A

【解析】本题考查的是万有引力与航天，这是每年高考必考内容。周期变小，根据 $G\frac{Mm}{r^2}=\frac{4\pi^2}{T^2}rm$ 可知轨道半径减小，A 项正确，又由

$G\frac{Mm}{r^2}=ma_n=\frac{mv^2}{r}=mr\omega^2$ 可知线速度、角速度及相信加速度都是变大的。

75.(2010·福建卷·T14)火星探测项目是我国继神舟载人航天工程、嫦娥探月工程之后又一个重大太空探索项目。假设火星探测器在火星表面附近圆轨道运行的周期为 T_1，神舟飞船在地球表面附近的圆形轨道运行周期为 T_2，火星质量与地球质量之比为 p，火星半径与地球半径之比为 q，则 T_1 与 T_2 之比为

A. $\sqrt{pq^3}$　　B. $\sqrt{\frac{1}{pq^3}}$　　C. $\sqrt{\frac{p}{q^3}}$　　D. $\sqrt{\frac{q^3}{p}}$

【答案】D

【解析】本题考查万有引力定律应用及考生的理解能力、推理能力。由万有引力提供向心力 $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2r$ 知，周期 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^2}{GM}}$。代入数据可解得

$\frac{T_1}{T_2}=\frac{\sqrt{\frac{r_1^3}{M_1}}}{\sqrt{\frac{r_2^3}{M_2}}}=\sqrt{\frac{q^3}{p}}$，正确的选项为 D。

76.(2010·安徽卷·T17)为了对火星及其周围的空间环境进行探测，我国预计于 2011 年 10 月发射第一颗火星探测器“萤火一号”。假设探测器在离火星表面高度分别为 h_1 和 h_2 的圆轨道上运动时，周期分别为 T_1 和 T_2。火星可视为质量分布均

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

匀的球体，且忽略火星的自转影响，万有引力常量为 G。仅利用以上数据，可以计算出

A.火星的密度和火星表面的重力加速度

B.火星的质量和火星对“萤火一号”的引力

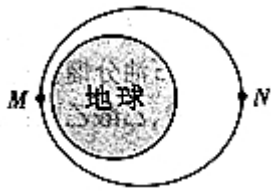
C.火星的半径和“萤火一号”的质量

D.火星表面的重力加速度和火星对“萤火一号”的引力

【答案】A

【解析】本题考查万有引力与航天的内容。火星对“萤火一号” 探测器的万有引力提供了其绕火星作圆周运动的向心力。设火星质量为 M，探测器质量为 m，探测器的轨道半径为 r，有 $\frac{GMm}{r^2}=ma$,等式中的 m 就约掉了，所以 m 是求不出来的，也就无法求出火星对火星探测器的万有引力，所以 B、C、D 项错。只有 A 项正确。以下是 A 项的求解过程：设火星半径为 R，有 $\frac{GMm}{(R+h_1)^2}=\frac{4\pi^2}{T_1^2}m(R+h_1)$ ① $\frac{GMm}{(R+h_2)^2}=\frac{4\pi^2}{T_2^2}m(R+h_2)$ ②，①②中只有 M 和 R 是未知量，建立方程组可求出。火星密度及表面的重力加速度可分别由 $\rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ 和 $g=\frac{GMm}{R^2}$ 求出。

77.(2010·山东卷·T18)1970 年 4 月 24 日，我国自行设计、制造的第一颗人造地球卫星“东方红一号”发射成功，开创了我国航天事业的新纪元。“东方红一号”的运行轨道为椭圆轨道，其近地点的 M 和远地点的 N 的高度分别为 439km 和 2384km，则



A.卫星在 M 点的势能大于 N 点的势能

B.卫星在 M 点的角速度大于 N 点的角速度

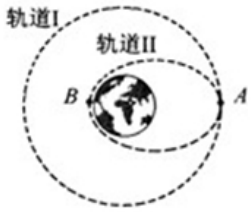
C.卫星在 M 点的加速度大于 N 点的加速度

D.卫星在 N 点的速度大于 7.9km/s

【答案】BC

【解析】本题考查万有引力定律及其应用、考生的理解能力和推理能力。卫星在 N 点时的高度大于 M 点，故在 N 点势能大。由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$ 知，近地点离地心的距离 r 小，根据开普勒的第二定律卫星在近地点时线速度大，离地心近，角速度大，故近地点角速度大；由 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$，卫星在 M 点时加速度大。7.9km/s 为卫星的第一宇宙速度，所有卫星的环绕速度均小于第一宇宙速度，故正确的答案为 BC。

78.(2010·江苏卷·T6)2009 年 5 月，航天飞机在完成对哈勃空间望远镜的维修任务后，在 A 点从圆形轨道Ⅰ进入椭圆轨道Ⅱ，B 为轨道Ⅱ上的一点，如图所示，关于航天飞机的运动，下列说法中正确的有



(A)在轨道Ⅱ上经过 A 的速度小于经过 B 的速度

(B)在轨道Ⅱ上经过 A 的动能小于在轨道Ⅰ上经过 A 的动能

(C)在轨道Ⅱ上运动的周期小于在轨道Ⅰ上运动的周期

(D)在轨道Ⅱ上经过 A 的加速度小于在轨道Ⅰ上经过 A 的加速度

【答案】ABC

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.根据开普勒定律，近地点的速度大于远地点的速度，A 正确；

B.由 I 轨道变到 II 轨道要减速，所以 B 正确；

C.根据开普勒定律，$\frac{R^3}{T^2}=c$，$R_2<R_1$，所以$T_2<T_1$。C 正确；

D.根据$a=\frac{GM}{R^2}$，应等于，D 错误；

本题选 ABC。本题考查万有引力和开普勒定律。难度：中等。

79.(2010·北京卷·T16)一物体静置在平均密度为ρ的球形天体表面的赤道上。已知万有引力常量为 G，若由于天体自转使物体对天体表面压力恰好为零，则天体自转周期为

A.$\left(\frac{4\pi}{3G\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$　　B.$\left(\frac{3}{4\pi G\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$　　C.$\left(\frac{\pi}{G\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$　　D.$\left(\frac{3\pi}{G\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$

【答案】D

【解析】赤道表面的 物体对天体表面的压力为零，说明天体对物体的万有引力恰好等于物体随天体转动所需要的向心力，有$\frac{G\frac{4}{3}\pi R^3 m}{R^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2 R$，化简得$T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$，正确答案为 D 。

80.(2010·海南卷·T10)火星直径约为地球的一半，质量约为地球的十分之一，它绕太阳公转的轨道半径约为地球公转半径的 1.5 倍。根据以上数据，以下说法正确的是

A.火星表面重力加速度的数值比地球表面小

B.火星公转的周期比地球的长

C.火星公转的线速度比地球的大

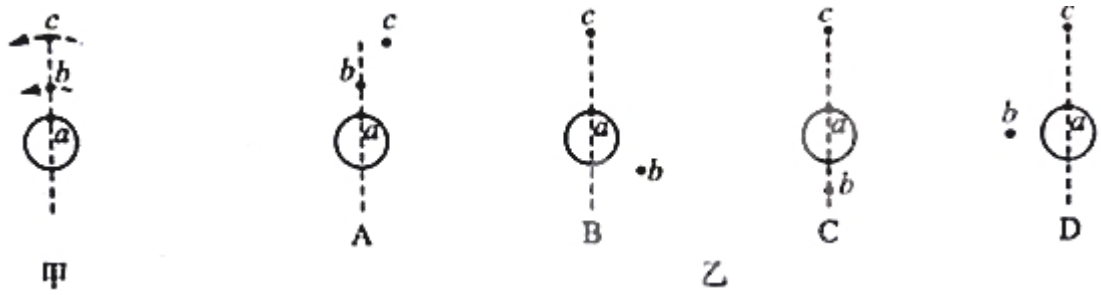
D.火星公转的向心加速度比地球的大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AB

【解析】由 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ 得 $g=G\frac{M}{R^2}$，计算得火星表面的重力加速度约为地球表面的 $\frac{2}{5}$，A 正确；由 $G\frac{Mm}{r^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2R$ 得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，公转轨道半径大的周期长，B 对；周期长的线速度小，(或由 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 判断轨道半径大的线速度小)，C 错；公转向心加速度 $a=G\frac{M}{r^2}$，D 错。

81.(2010·四川卷·T17)a 是地球赤道上一栋建筑，b 是在赤道平面内作匀速圆周运动、距地面 9.6×10^6m 的卫星，c 是地球同步卫星，某一时刻 b、c 刚好位于 a 的正上方(如图甲所示)，经 48h，a、b、c 的大致位置是图乙中的(取地球半径 $R=6.4\times10^6$m，地球表面重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$，$\pi=\sqrt{10}$)



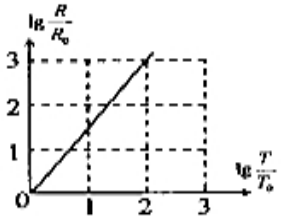
【答案】C

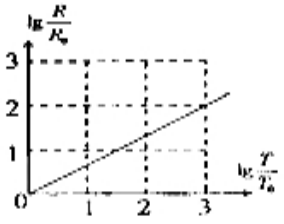
【解析】选 C。由于 a 和同步卫星 c 的周期均为 24h，所以 48h 后两物体又回到原位置，A 选项错误；又因为卫星所需的向心力由万有引力提供，轨道半径 r=R+h=16×106m，设 b 的周期为 T，则 $G\frac{Mm}{r2}=m(\frac{2\pi}{T})2r$，$m0g=G\frac{Mm0}{R2}$，联立解得 $T=\frac{2\pi r}{R}\sqrt{\frac{r}{g}}=2.0\times104s=5.6h$，而 $\frac{48}{5.6}\approx8.6$，B 选项正确，选项 C、D 错误。

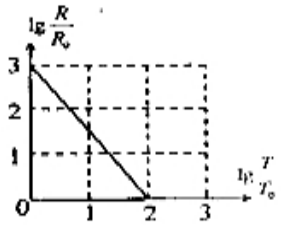
82.(2010·新课标Ⅰ卷·T20)太阳系中的 8 大行星的轨道均可以近似看成圆轨道。下列 4 幅图是用来描述这些行星运动所遵从的某一规律的图像。图中坐标系的横

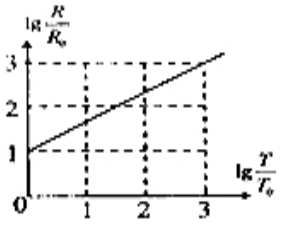
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

轴是$\lg(T/T_O)$，纵轴是$\lg(R/R_O)$；这里 T 和 R 分别是行星绕太阳运行的周期和相应的圆轨道半径，T_0和R_0分别是水星绕太阳运行的周期和相应的圆轨道半径。下列 4 幅图中正确的是

A.


B.


C.


D.


【答案】B

【解析】本题考查数学对数函数的计算和开普勒第三定律。开普勒第三定律的表达式为$\frac{R^3}{T^2}=k$，或者$\frac{R^3}{T^2}=\frac{R_0^{\ 3}}{T_0^{\ 2}}$，即$\left(\frac{R}{R_0}\right)^3=\left(\frac{T}{T_0}\right)^2$，根据对数函数的运算法则，只要满足$\lg\left(\frac{R}{R_0}\right)^3=\lg\left(\frac{T}{T_0}\right)^2$，即满足$3\lg\frac{R}{R_0}=2\lg\frac{T}{T_0}$即可，以$\lg\frac{R}{R_0}$为纵坐标，$\lg\frac{T}{T_0}$为横坐标，图线是一条经过原点的倾斜直线，且斜率为 2/3。因此 B 项正确。

83.(2010·全国Ⅱ卷·T21)已知地球同步卫星离地面的高度约为地球半径的 6 倍。若某行星的平均密度为地球平均密度的一半，它的同步卫星距其表面的高度是其半径的 2.5 倍，则该行星的自转周期约为

A.6 小时　　B.12 小时　　C.24 小时　　D.36 小时

【答案】B

【解析】地球的同步卫星的周期为T_1=24 小时，轨道半径为$r_1=7R_1$，密度ρ_1。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

某行星的同步卫星周期为 T_2，轨道半径为 $r_2=3.5R_2$，密度 ρ_2。

根据牛顿第二定律和万有引力定律分别有：

$$\frac{Gm_1\rho_1\frac{4}{3}\pi R_1^3}{r_1^2}=m_1r_1\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 \qquad \frac{Gm_2\rho_2\frac{4}{3}\pi R_2^3}{r_2^2}=m_2r_2\left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2$$

两式化简解得：$T_2=T_1/2=12$ 小时。故选 B。

84.(2010·上海卷·T15)月球绕地球做匀速圆周运动的向心加速度大小为 a，设月球表面的重力加速度大小为 g_1，在月球绕地球运行的轨道处由地球引力产生的加速度大小为 g_2，则

A. $g_1=a$　　B. $g_2=a$　　C. $g_1+g_2=a$　　D. $g_2-g_1=a$

【答案】B

【解析】

根据月球绕地球做匀速圆周运动的向心力由地球引力提供，选 B。

本题考查万有引力定律和圆周运动。难度：中等。这个题出的好。

非选择题：

85.(2016·上海卷)两颗卫星绕地球运行的周期之比为 27:1，则它们的角速度之比为_____，轨道半径之比为_____。

【答案】1:27；9:1

【解析】根据题意，卫星绕地球做匀速圆周运动，卫星的运行角速度与周期关系为：$\omega=\frac{2\pi}{T}$，即角速度与周期成反比，则 $\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{27}$；两颗卫星做匀速圆周运

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

动，由万有引力提供向心力，则有：$G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2$，即$r=\sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}}$，所以有：

$\frac{r_1}{r_2}=\sqrt[3]{\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}}=\frac{9}{1}$。

【考点定位】圆周运动关系、万有引力定律

【方法技巧】先通过圆周运动关系$\omega=\frac{2\pi}{T}$分析两颗卫星的角速度关系，再通过万有引力关系$G\frac{Mm}{r^2}=mr\omega^2$，计算轨道半径关系。

86.(2011·上海卷)人造地球卫星在运行过程中由于受到微小的阻力，轨道半径将缓慢减小。在此运动过程中，卫星所受万有引力大小将_____(填“减小”或“增大”)；其动能将_____(填“减小”或“增大”).

【答案】增大、增大

【解析】根据万有引力定律$F=G\frac{Mm}{r^2}$，因 r 减小，F 增大；根据$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，动能$E_k=\frac{1}{2}mv^2=G\frac{Mm}{2r}$，因 r 减小，$E_k$增大.

【考点定位】万有引力定律

87.(2012·上海卷)人造地球卫星做半径为 r，线速度大小为 v 的匀速圆周运动。当其角速度变为原来的$\frac{\sqrt{2}}{4}$倍后，运动半径为_____，线速度大小为_____。

【答案】2r，$\frac{\sqrt{2}}{2}$v

【解析】根据$\frac{GMm}{r^2}=m\omega^2r$，$\frac{GMm}{r'^2}=m(\frac{\sqrt{2}\omega}{4})^2r'$整理得：$r'=2r$；

$v=\omega r$；则$v'=\frac{\sqrt{2}\omega}{4}\times2r=\frac{\sqrt{2}}{2}v$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查万有引力定律及其相关知识，

88.(2017·天津卷)我国自主研制的首艘货运飞船“天舟一号”发射升空后，与已经在轨运行的“天宫二号”成功对接形成组合体。假设组合体在距地面高度为 h 的圆形轨道上绕地球做匀速圆周运动，已知地球的半径为 R，地球表面处重力加速度为 g，且不考虑地球自转的影响。则组合体运动的线速度大小为_____，向心加速度大小为_____。

【答案】$R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$　$\frac{gR^2}{(R+h)^2}$

【解析】在地球表面附近，物体所受重力和万有引力近似相等，有：$G\frac{Mm}{R^2}=mg$，航天器绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，有：$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}=ma$，解得：线速度$v=R\sqrt{\frac{g}{R+h}}$，向心加速度$a=\frac{gR^2}{(R+h)^2}$。

【考点定位】万有引力定律的应用

【名师点睛】本题难度不大，应知道在地球表面附近物体所受重力和万有引力近似相等，即“黄金代换”。

89.(2012·海南卷)地球同步卫星到地心的距离 r 可用地球质量 M、地球自转周期 T 与引力常量 G 表示为 r=_____。

【答案】$\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$

【解析】设地球同步卫星质量为 m，由万有引力定律和牛顿第二定律，

$G\frac{Mm}{r^2}=mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$，解得$r=\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$。

【考点定位】本题考查万有引力定律、卫星的运动及其相关知识

90.(2011·海南卷)2011 年 4 月 10 日，我国成功发射第 8 颗北斗导航卫星，建成以后北斗导航卫星系统将包含多颗地球同步卫星，这有助于减少我国对 GPS 导航系统的依赖，GPS 由运行周期为 12 小时的卫星群组成，设北斗星的同步卫星和 GPS 导航的轨道半径分别为R_1和R_2，向心加速度分别为a_1和a_2，则R_1：R_2=_____，a_1：a_2=_____(可用根式表示)

【答案】$\sqrt[3]{4}$；$\frac{1}{\sqrt[3]{16}}$

【解析】设地球同步卫星的周期为T_1，GPS 卫星的周期为T_2，由题意有：$\frac{T_1}{T_2}=2$

由万有引力定律的公式和向心的公式有：$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R=ma$

由以上两式可得：$R=\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}},a=\frac{GM}{R^2}$，因而：$\frac{R_1}{R_2}=(\frac{T_1}{T_2})^{\frac{2}{3}}=\sqrt[3]{4}$

$\frac{a_1}{a_2}=(\frac{R_1}{R_2})^{-2}=\frac{1}{\sqrt[3]{16}}$

【考点定位】万有引力定律的应用

91.(2015·上海·T22B)两靠得较近的天体组成的系统成为双星，它们以两者连线上某点为圆心做匀速圆周运动，因而不至于由于引力作用而吸引在一起。设两天体的质量分布为 m_1 和 m_2，则它们的轨道半径之比$R_{m_1}:R_{m_2}$=_____；速度之比$v_{m_1}:v_{m_2}$=_____。

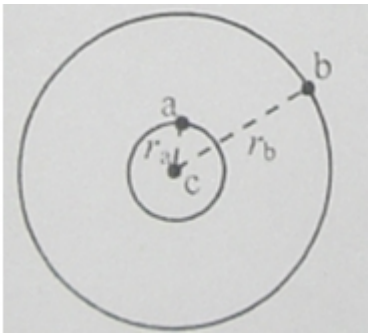
【答案】m_1：m_2；m_1：m_2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】双星角速度相同。向心力由万有引力提供，大小也相等，所以有：$G\frac{Mm}{L^2}=m_1\omega^2R_{m_1}=m_2\omega^2R_{m_2}$，所以$R_{m_1}:R_{m_2}=m_2:m_1$，角速度一定，线速度与半径成正比，所以速度之比$v_{m_1}:v_{m_2}=R_{m_1}:R_{m_2}=m_2:m_1$。

【考点定位】万有引力定律；圆周运动

92.(2010·上海卷·T24)如图，三个质点 a、b、c 质量分别为 m_1、m_2、M(M？ m_1,M？ m_2).在 C 的万有引力作用下，a、b 在同一平面内绕 c 沿逆时针方向做匀速圆周运动，轨道半径之比$r_a:r_b=1:4$，则它们的周期之比$T_a:T_b=$_____；从图示位置开始，在 b 运动一周的过程中，a、b、c 共线了____次。



【解析】根据$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，得$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{GM}}$，所以$\frac{T_a}{T_b}=\frac{1}{8}$，

在 b 运动一周的过程中，a 运动 8 周，所以 a、b、c 共线了 8 次。

本题考查万有引力和圆周运动。难度：中等。

93.(2011 安徽卷)(1)开普勒行星运动第三定律指出：行星绕太阳运动的椭圆轨道的半长轴 a 的三次方与它的公转周期 T 的二次方成正比，即$\frac{a^3}{T^2}=k$，k 是一个对所有行星都相同的常量。将行星绕太阳的运动按圆周运动处理，请你推导出太阳系中该常量 k 的表达式。已知引力常量为 G，太阳的质量为 $M_{太}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)开普勒定律不仅适用于太阳系，它对一切具有中心天体的引力系统(如地月系统)都成立。经测定月地距离为 3.84×10^{8}m，月球绕地球运动的周期为 2.36×10^{6}s，试计算地球的质 $M_{地}$。($G=6.67\times10^{-11}N\cdot m^2/kg^2$，结果保留一位有效数字)

【答案】(1) $k=\frac{G}{4\pi^2}M_{太}$ (2) $M_{地}=6\times10^{24}kg$

【解析】(1)因行星绕太阳作匀速圆周运动，于是轨道的半长轴 a 即为轨道半径 r.根据万有引力定律和牛顿第二定律有 $G\frac{m_{行}M_{太}}{r^2}=m_{行}(\frac{2\pi}{T})^2r$ ①

于是有 $\frac{r^3}{T^2}=\frac{G}{4\pi^2}M_{太}$ ②

即 $k=\frac{G}{4\pi^2}M_{太}$ ③

(2)在月地系统中，设月球绕地球运动的轨道半径为 R，周期为 T，由②式可得

$\frac{R^3}{T^2}=\frac{G}{4\pi^2}M_{地}$ ④

解得 $M_{地}=6\times10^{24}kg$ ⑤

【考点定位】万有引力定律，牛顿第二定律，开普勒定律

94.(2013 天津卷)(1)“嫦娥一号”和“嫦娥二号”卫星相继完成了对月球的环月飞行，标志着我国探月工程的第一阶段已经完成。设“嫦娥二号”卫星环绕月球的运动为匀速圆周运动，它距月球表面的高度为 h，已知月球的质量为 M、半径为 R，引力常量为 G，则卫星绕月球运动的向心加速度 a=_____，线速度 v=_____。

【答案】 $\frac{GM}{(R+h)^2}$； $\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

【解析】万有引力提供卫星绕月球圆周运动的向心力，所以有：$\frac{GmM}{r^2}=ma$

得嫦娥二号的向心加速度 $a=\frac{GM}{r^2}=\frac{GM}{(R+h)^2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)$\frac{GmM}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$得嫦娥二号的线速度$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}=\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

【考点定位】万有引力定律的应用。

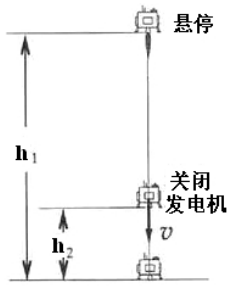
95.(2014·上海卷)动能相等的两人造地球卫星 A、B 的轨道半径之比$R_A:R_B=1:2$，它们的角速度之比$\omega_A:\omega_B=$____，质量之比$m_A:m_B=$_____。

【答案】$2\sqrt{2}:1$　　$1:2$

【解析】人造卫星万有引力提供向心力即$\frac{GMm}{R^2}=mR\omega^2$，可得角速度$\omega=\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$，所以可得$\omega_A:\omega_B=\sqrt{\frac{R_B^3}{R_A^3}}=2\sqrt{2}:1$。线速度之比$v_A:v_B=\omega_AR_A:\omega_BR_B=\sqrt{2}:1$，动能$E_k=\frac{1}{2}mv^2$，可得$\frac{m_A}{m_B}=\frac{2E_k}{v_A^{\ 2}}:\frac{2E_k}{v_B^{\ 2}}=1:2$.

【考点定位】万有引力与航天

96.(2014·重庆卷)如图为“嫦娥三号”探测器在月球上着陆最后阶段的示意图.首先在发动机作用下，探测器受到推力在距月球高度为h_1处悬停(速度为 0，h_1远小于月球半径)；接着推力改变，探测器开始竖直下降，到达距月面高度为h_2处的速度为v，此后发动机关闭，探测器仅受重力下落至月面.已知探测器总质量为m(不包括燃料)，地球和月球的半径比为k_1，质量比为k_2，地球表面附近的重力加速度为g，求：



题7图

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)月球表面附近的重力加速度大小及探测器刚接触月面时的速度大小；

(2)从开始竖直下降到刚接触月面时，探测器机械能的变化。

【答案】(1)$\frac{k_1^2}{k_2}g$，$\sqrt{v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$；(2)$\Delta E=\frac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)-\frac{1}{2}mv^2$

【解析】(1)设地球质量和半径分别为M和R，月球的质量、半径和表面附近的重力加速度分别为M'、R'、和g'，探测器刚接触月面时的速度大小为v_1.

在星球表面根据万有引力近似等于重力，即：$mg'=G\frac{M'm}{R'^2}$

$mg=G\frac{Mm}{R^2}$

解得：$g'=\frac{k_1^2}{k_2}g$

由根据速度位移公式：$v_1^2-v^2=2g'h_2$

解得：$v_1=\sqrt{v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$

(2)设机械能变化量为ΔE，动能变化量为ΔE_k，重力势能变化量为ΔE_P.

由能量守恒定律：$\Delta E=\Delta E_k+\Delta E_P$

有$\Delta E=\frac{1}{2}m(v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2})-m\frac{k_1^2}{k_2}gh_1$

解得：$\Delta E=\frac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)-\frac{1}{2}mv^2$

【考点定位】本题考查了万用引力定律及其应用、自由落体运动、能量守恒定律。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

97.(2014·全国大纲卷)已知地球的自转周期和半径分别为T和R，地球同步卫星A的圆轨道半径为h。卫星B沿半径为r(r＜h)的圆轨道在地球赤道的正上方运行，其运行方向与地球自转方向相同。求：

(1)卫星B做圆周运动的周期；

(2)卫星A和B连续地不能直接通讯的最长时间间隔(信号传输时间可忽略)。

【答案】(1)$(\frac{r}{h})^{3/2}T$；(2)$\frac{r^{3/2}}{\pi(h^{3/2}-r^{3/2})}(\arcsin\frac{R}{h}+\arcsin\frac{R}{r})T$

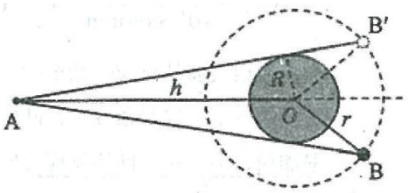
【解析】(1)设卫星B绕地心转动的周期为T'，根据开普勒第三定律有

$$\frac{h^3}{T^2}=\frac{r^3}{T'^2}$$

$$T'=(\frac{r}{h})^{\frac{3}{2}}T$$

(2)设卫星A和B连续地不能直接通讯的最长时间间隔t，在时间间隔t内，卫星A和B绕地心转过的角度分别为α和β，则：$\alpha=\frac{t}{T}\times2\pi$，$\beta=\frac{t}{T'}\times2\pi$④

若不考虑卫星A的公转，两卫星不能直接通讯时，卫星B的位置应在下图中B点和B′点之间，图中内圆表示地球的赤道。



由图中几何关系得：$\angle BOB'=2(\arcsin\frac{R}{h}+\arcsin\frac{R}{r})$⑤

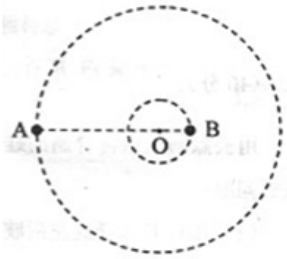
由③式知，当r＜h时，卫星B比卫星A转得快，考虑卫星A的公转后应有：β－α＝∠BOB′⑥

由③④⑤⑥式联立解得：$t=\frac{r^{3/2}}{\pi(h^{3/2}-r^{3/2})}(\arcsin\frac{R}{h}+\arcsin\frac{R}{r})T$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题主要考查了万有引力定律的应用和空间想象能力问题，属于中档偏高题。

98.(2010·全国Ⅰ卷·T25)如右图，质量分别为 m 和 M 的两个星球 A 和 B 在引力作用下都绕 O 点做匀速周运动，星球 A 和 B 两者中心之间距离为 L。已知 A、B 的中心和 O 三点始终共线，A 和 B 分别在 O 的两侧。引力常数为 G。



(1)求两星球做圆周运动的周期。

(2)在地月系统中，若忽略其它星球的影响，可以将月球和地球看成上述星球 A 和 B，月球绕其轨道中心运行为的周期记为 T_1。但在近似处理问题时，常常认为月球是绕地心做圆周运动的，这样算得的运行周期 T_2。已知地球和月球的质量分别为 5.98×10^{24}kg 和 7.35×10^{22}kg 。求 T_2 与 T_1 两者平方之比。(结果保留 3 位小数)

【答案】(1)$T=2\pi\sqrt{\dfrac{L^3}{G(M+m)}}$　　(2)1.01

【解析】(1)A 和 B 绕 O 做匀速圆周运动，它们之间的万有引力提供向心力，则 A 和 B 的向心力相等。且 A 和 B 和 O 始终共线，说明 A 和 B 有相同的角速度和周期。因此有

$m\omega^2 r=M\omega^2 R$，$r+R=L$，连立解得 $R=\dfrac{m}{m+M}L$，$r=\dfrac{M}{m+M}L$

对 A 根据牛顿第二定律和万有引力定律得 $\dfrac{GMm}{L^2}=m(\dfrac{2\pi}{T})^2\dfrac{M}{M+m}L$

化简得　$T=2\pi\sqrt{\dfrac{L^3}{G(M+m)}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

⑵将地月看成双星，由⑴得 $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(M+m)}}$

将月球看作绕地心做圆周运动，根据牛顿第二定律和万有引力定律得

$$\frac{GMm}{L^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 L$$

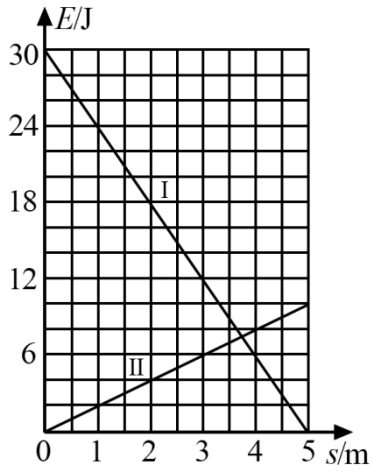
化简得　$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$

所以两种周期的平方比值为 $(\frac{T_2}{T_1})^2 = \frac{m+M}{M} = \frac{5.98\times10^{24} + 7.35\times10^{22}}{5.98\times10^{24}} = 1.01$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 07 功和能

1．（2020·全国高考课标 1 卷）一物块在高 3.0 m、长 5.0 m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑，其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线Ⅰ、Ⅱ所示，重力加速度取 10 m/s^2。则（　　）



A．物块下滑过程中机械能不守恒

B．物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5

C．物块下滑时加速度的大小为 6.0 m/s^2

D．当物块下滑 2.0 m 时机械能损失了 12 J

【答案】AB

【解析】

A．下滑 5m 的过程中，重力势能减少 30J，动能增加 10J，减小的重力势能并不等与增加的动能，所以机械能不守恒，A 正确；

B．斜面高 3m、长 5m，则斜面倾角为 $\theta=37°$。令斜面底端为零势面，则物块在斜面顶端时的重力势能

$$mgh=30\text{J}$$

可得质量

$$m=1\text{kg}$$

下滑 5m 过程中，由功能原理，机械能的减少量等于克服摩擦力做的功

$$\mu mg\cdot\cos\theta\cdot s=20\text{J}$$

求得

$$\mu=0.5$$

B 正确；

C．由牛顿第二定律

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$$

求得

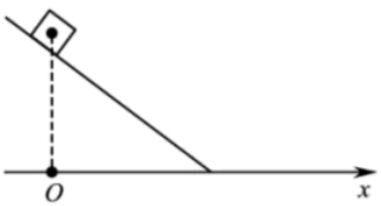
$$a=2\text{m/s}^2$$

C 错误；

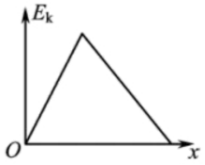
D．物块下滑 2.0m 时，重力势能减少 12J，动能增加 4J，所以机械能损失了 8J，D 选项错误。

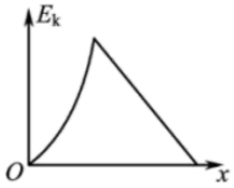
故选 AB。

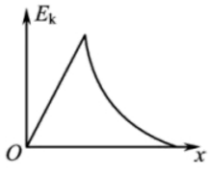
2．（2020·江苏省高考真题）如图所示，一小物块由静止开始沿斜面向下滑动，最后停在水平地面上。斜面和地面平滑连接，且物块与斜面、物块与地面间的动摩擦因数均为常数。该过程中，物块的动能 E_k 与水平位移 x 关系的图象是（　　）

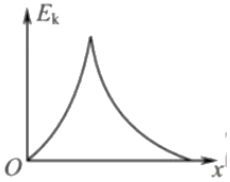


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A． 

B． 

C． 

D． 

【答案】A

【解析】由题意可知设斜面倾角为 θ，动摩擦因数为 μ，则物块在斜面上下滑水平距离 x 时根据动能定理有

$$mgx\tan\theta-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{x}{\cos\theta}=E_k$$

整理可得

$$\left(mg\tan\theta-\mu mg\right)x=E_k$$

即在斜面上运动时动能与 x 成线性关系；当小物块在水平面运动时有

$$\mu mgx=E_k$$

即在水平面运动时动能与 x 也成线性关系；综上分析可知 A 正确。

故选 A。

3．（2020·天津高考真题）复兴号动车在世界上首次实现速度 350km/h 自动驾驶功能，成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车，初速度为 v_0，以恒定功率 P 在平直轨道上运动，经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_m，设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内（　　）

A．做匀加速直线运动　　B．加速度逐渐减小

C．牵引力的功率$P=Fv_{\mathrm{m}}$　　D．牵引力做功$W=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}{}^{2}-\frac{1}{2}mv_{0}{}^{2}$

【答案】BC

【解析】

AB．动车的功率恒定，根据$P=F_{牵}v$可知动车的牵引力减小，根据牛顿第二定律得

$$F_{牵}-F=ma$$

可知动车的加速度减小，所以动车做加速度减小的加速运动，A 错误，B 正确；

C．当加速度为 0 时，牵引力等于阻力，则额定功率为

$$P=Fv_{\mathrm{m}}$$

C 正确；

D．动车功率恒定，在t时间内，牵引力做功为

$$W=Pt$$

根据动能定理得

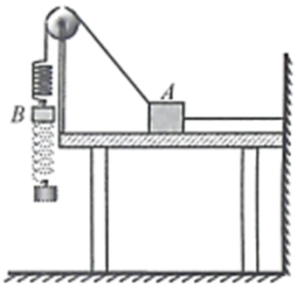
$$Pt-Fs=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^{2}-\frac{1}{2}mv_{0}^{2}$$

D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

故选 BC。

4．（2020·山东省高考真题）如图所示，质量为 M 的物块 A 放置在光滑水平桌面上，右侧连接一固定于墙面的水平轻绳，左侧通过一倾斜轻绳跨过光滑定滑轮与一竖直轻弹簧相连。现将质量为 m 的钩码 B 挂于弹簧下端，当弹簧处于原长时，将 B 由静止释放，当 B 下降到最低点时（未着地），A 对水平桌面的压力刚好为零。轻绳不可伸长，弹簧始终在弹性限度内，物块 A 始终处于静止状态。以下判断正确的是（　　）



A．$M<2m$

B．$2m<M<3m$

C．在 B 从释放位置运动到最低点的过程中，所受合力对 B 先做正功后做负功

D．在 B 从释放位置运动到速度最大的过程中，B 克服弹簧弹力做的功等于 B 机械能的减少量

【答案】ACD

【解析】

AB．由题意可知 B 物体可以在开始位置到最低点之间做简谐振动，故在最低点时有弹簧弹力 $T=2mg$；对 A 分析，设绳子与桌面间夹角为 θ，则依题意有

$$2mg\sin\theta = Mg$$

故有 $M<2m$，故 A 正确，B 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C．由题意可知 B 从释放位置到最低点过程中，开始弹簧弹力小于重力，物体加速，合力做正功；后来弹簧弹力大于重力，物体减速，合力做负功，故 C 正确；

D．对于 B，在从释放到速度最大过程中，B 机械能的减少量等于弹簧弹力所做的负功，即等于 B 克服弹簧弹力所做的功，故 D 正确。

5．（2020·浙江省高考真题）如图所示，系留无人机是利用地面直流电源通过电缆供电的无人机，旋翼由电动机带动。现有质量为20kg、额定功率为5kW的系留无人机从地面起飞沿竖直方向上升，经过200s到达100m高处后悬停并进行工作。已知直流电源供电电压为400V，若不计电缆的质量和电阻，忽略电缆对无人机的拉力，则（　　）

A．空气对无人机的作用力始终大于或等于200N

B．直流电源对无人机供电的额定电流为12.5A

C．无人机上升过程中消耗的平均功率为100W

D．无人机上升及悬停时均有部分功率用于对空气做功

【答案】BD

【解析】

A．无人机先向上加速后减速，最后悬停，则空气对无人机的作用力先大于200N 后小于 200N，最后等于 200N，选项 A 错误；

B．直流电源对无人机供电的额定电流

$$I=\frac{P}{U}=\frac{5000}{400}\text{A}=12.5\text{A}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

选项 B 正确；

C．若空气对无人机的作用力为

$$F=mg=200\text{N}$$

则无人机上升过程中消耗的平均功率

$$\overline{P}=\frac{Fh}{t}=\frac{200\times100}{200}=100\text{W}$$

但是由于空气对无人机向上的作用力不是一直为 200N，则选项 C 错误；

D．无人机上升及悬停时，螺旋桨会使周围空气产生流动，则会有部分功率用于对空气做功，选项 D 正确。

故选 BD。

6．（2020·江苏省高考真题）质量为$1.5\times10^3\text{kg}$的汽车在水平路面上匀速行驶，速度为20m/s，受到的阻力大小为$1.8\times10^3\text{N}$。此时，汽车发动机输出的实际功率是（　　）

A．90W　　B．30kW　　C．36kW　　D．300kW

【答案】C

【解析】汽车匀速行驶，则牵引力与阻力平衡

$$F=f=1.8\times10^3\text{N}$$

汽车发动机的功率

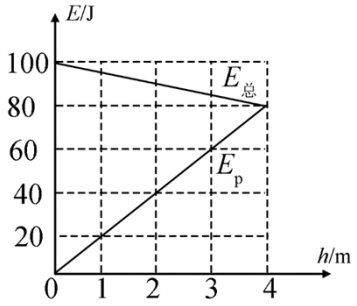
$P=Fv=1.8\times10^3\times20\text{W}=36\text{kW}$，故选 C。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 07 功、能

选择题：

1.(2019•全国Ⅱ卷•T5)从地面竖直向上抛出一物体，其机械能 $E_{总}$ 等于动能 E_k 与重力势能 E_p 之和。取地面为重力势能零点，该物体的 $E_{总}$ 和 E_p 随它离开地面的高度 h 的变化如图所示。重力加速度取 10 m/s^2。由图中数据可得



A. 物体的质量为 2 kg

B. h=0 时，物体的速率为 20 m/s

C. h=2 m 时，物体的动能 E_k=40 J

D. 从地面至 h=4 m，物体的动能减少 100 J

【答案】AD

【解析】

【详解】A.E_p-h 图像知其斜率为 G，故 $G=\frac{80J}{4m}$ =20N，解得 m=2kg，故 A 正确

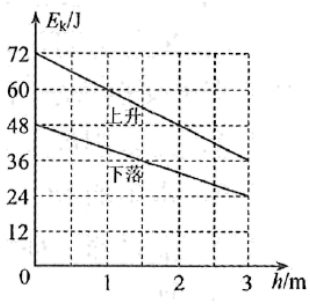
B.h=0 时，E_p=0，$E_k=E_{机}-E_p$=100J-0=100J，故 $\frac{1}{2}mv^2$=100J，解得：v=10m/s，故 B 错误；

C.h=2m 时，E_p=40J，$E_k=E_{机}-E_p$=85J-40J=45J，故 C 错误

D.h=0 时，$E_k=E_{机}-E_p$=100J-0=100J，h=4m 时，$E_k'=E_{机}-E_p$=80J-80J=0J，故 E_k-E_k'=100J，故 D 正确

2.(2019•全国Ⅲ卷•T4)从地面竖直向上抛出一物体，物体在运动过程中除受到重力外，还受到一大小不变、方向始终与运动方向相反的外力作用。距地面高度 h 在 3m 以内时，物体上升、下落过程中动能 E_k 随 h 的变化如图所示。重力加速度取 10m/s^2。该物体的质量为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



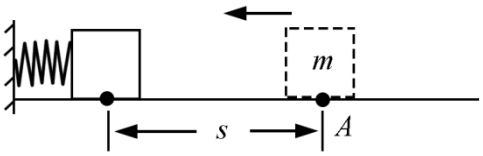
A. 2kg　　B. 1.5kg　　C. 1kg　　D. 0.5kg

【答案】C

【解析】

对上升过程，由动能定理，$-(F+mg)h=E_k-E_{k0}$，得 $E_k=E_{k0}-(F+mg)h$，即 $F+mg=12\text{N}$；下落过程，$(mg-F)(6-h)=E_k$，即 $mg-F=k'=8\text{N}$，联立两公式，得到 $m=1\text{kg}$、$F=2\text{N}$。

3.(2019•江苏卷•T8)如图所示，轻质弹簧的左端固定，并处于自然状态.小物块的质量为 m，从 A 点向左沿水平地面运动，压缩弹簧后被弹回，运动到 A 点恰好静止.物块向左运动的最大距离为 s，与地面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g，弹簧未超出弹性限度.在上述过程中



A.弹簧的最大弹力为 μmg

B.物块克服摩擦力做的功为 $2\mu mgs$

C.弹簧的最大弹性势能为 μmgs

D.物块在 A 点的初速度为 $\sqrt{2\mu gs}$

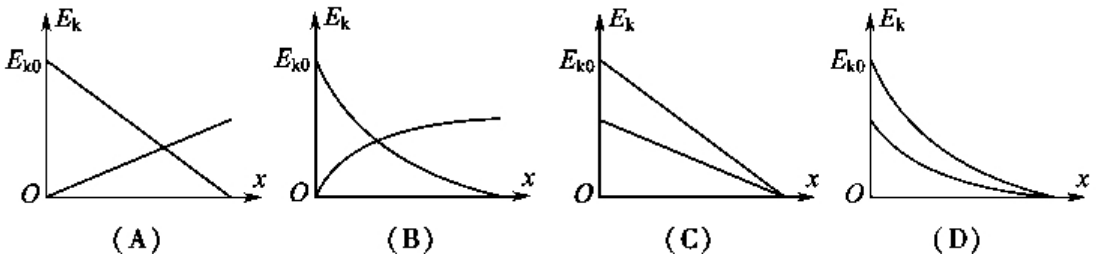
【答案】BC

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

小物块压缩弹簧最短时有 $F_{弹}>\mu mg$，故 A 错误；全过程小物块的路程为 2s，所以全过程中克服摩擦力做的功为：$\mu mg\cdot 2s$，故 B 正确；小物块从弹簧压缩最短处到 A 点由能量守恒得：$E_{P\max}=\mu mgs$，故 C 正确；小物块从 A 点返回 A 点由动能定理得：$-\mu mg\cdot 2s=0-\frac{1}{2}mv_0^2$，解得：$v_0=2\sqrt{\mu gs}$，故 D 错误。

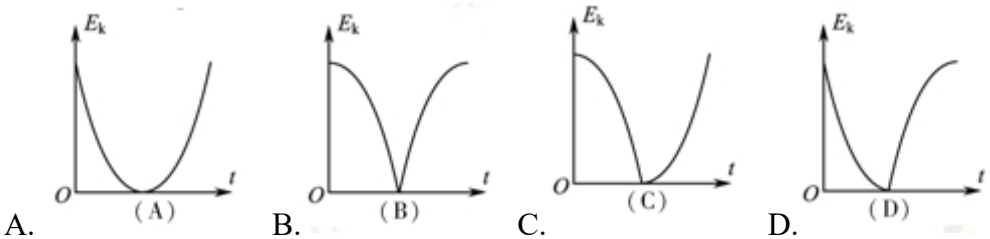
4.(2017·江苏卷·T3)一小物块沿斜面向上滑动，然后滑回到原处.物块初动能为 E_{k0}，与斜面间的动摩擦因数不变，则该过程中，物块的动能 E_k 与位移 x 的关系图线是



【答案】C

【解析】向上滑动的过程中，根据动能定理：$0-E_{k0}=-(mg+F_F)x$，同理，下滑过程，由动能定理可得：$E_k-0=(mg-F_F)x$，故 C 正确；A、B、D 错误。

5.(2018·江苏卷)从地面竖直向上抛出一只小球，小球运动一段时间后落回地面.忽略空气阻力，该过程中小球的动能 E_k 与时间 t 的关系图像是



【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查动能的概念和 E_k－t 图象，意在考查考生的推理能力和分析能力。小球做竖直上抛运动时，速度 $v=v_0-gt$，根据动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 得

$E_k=\frac{1}{2}m(v_0-gt)^2$，故图象 A 正确。

点睛：本题以竖直上抛运动为背景考查动能的概念和 E_k－t 图象，解题的方法是先根据竖直上抛运动物体的速度特点写出速度公式，在根据动能的概念写出函数方程，最后根据函数方程选择图象。

6.(2018·全国 II 卷·T2)高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的撞击时间约为 2 ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为

A. 10 N　　B. 10^2 N　　C. 10^3 N　　D. 10^4 N

【答案】C

【解析】试题分析：本题是一道估算题，所以大致要知道一层楼的高度约为 3m，可以利用动能定理或者机械能守恒求落地时的速度，并利用动量定理求力的大小。

设鸡蛋落地瞬间的速度为 v，每层楼的高度大约是 3m，

由动能定理可知：$mgh=\frac{1}{2}mv^2$ ，

解得：$v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times10\times3\times25}=10\sqrt{15}m/s$

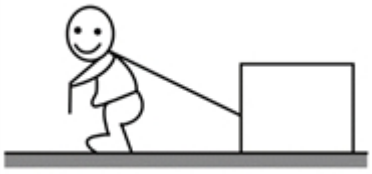
落地时受到自身的重力和地面的支持力，规定向上为正，

由动量定理可知：$(N-mg)t=0-(-mv)$ ，解得：$N\approx1000N$ ，

根据牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为 10^3 N，故 C 正确

7.(2018·全国 II 卷·T1)如图，某同学用绳子拉动木箱，使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度，木箱获得的动能一定

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. 小于拉力所做的功

B. 等于拉力所做的功

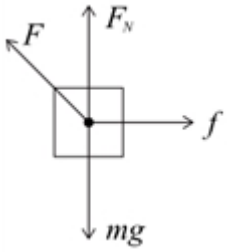
C. 等于克服摩擦力所做的功

D. 大于克服摩擦力所做的功

【答案】A

【解析】试题分析：受力分析，找到能影响动能变化的是那几个物理量，然后观测这几个物理量的变化即可。

木箱受力如图所示：



木箱在移动的过程中有两个力做功，拉力做正功，摩擦力做负功，

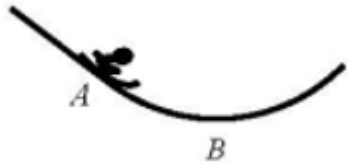
根据动能定理可知即：$W_F - W_f = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，所以动能小于拉力做的功，故 A 正确；无法比较动能与摩擦力做功的大小，CD 错误。

故选 A

点睛：正确受力分析，知道木箱在运动过程中有那几个力做功且分别做什么功，然后利用动能定理求解末动能的大小。

8.(2018·天津卷)滑雪运动深受人民群众的喜爱，某滑雪运动员(可视为质点)由坡道进入竖直面内的圆弧形滑道 AB，从滑道的 A 点滑行到最低点 B 的过程中，由于摩擦力的存在，运动员的速率不变，则运动员沿 AB 下滑过程中

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. 所受合外力始终为零

B. 所受摩擦力大小不变

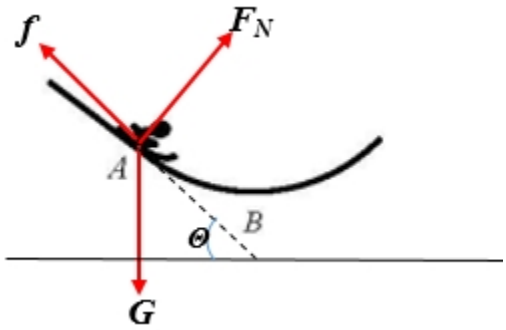
C. 合外力做功一定为零

D. 机械能始终保持不变

【答案】C

【解析】试题分析：根据曲线运动的特点分析物体受力情况，根据牛顿第二定律求解出运动员与曲面间的正压力变化情况，从而分析运动员所受摩擦力变化；根据运动员的动能变化情况，结合动能定理分析合外力做功；根据运动过程中，是否只有重力做功来判断运动员的机械能是否守恒；

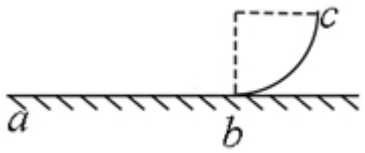
因为运动员做曲线运动，所以合力一定不为零，A 错误；运动员受力如图所示，重力垂直曲面的分力与曲面对运动员的支持力的合力充当向心力，故有$F_N-mg\cos\theta=m\frac{v^2}{R}\Rightarrow F_N=m\frac{v^2}{R}+mg\cos\theta$，运动过程中速率恒定，且$\theta$在减小，所以曲面对运动员的支持力越来越大，根据$f=\mu F_N$可知摩擦力越来越大，B 错误；运动员运动过程中速率不变，质量不变，即动能不变，动能变化量为零，根据动能定理可知合力做功为零，C 正确；因为克服摩擦力做功，机械能不守恒，D 错误；



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【点睛】考查了曲线运动、圆周运动、动能定理等；知道曲线运动过程中速度时刻变化，合力不为零；在分析物体做圆周运动时，首先要弄清楚合力充当向心力，然后根据牛顿第二定律列式，基础题，难以程度适中

9.(2018·全国 I 卷)如图，abc 是竖直面内的光滑固定轨道，ab 水平，长度为 2R：bc 是半径为 R 的四分之一的圆弧，与 ab 相切于 b 点。一质量为 m 的小球。始终受到与重力大小相等的水平外力的作用，自 a 点处从静止开始向右运动，重力加速度大小为 g。小球从 a 点开始运动到其他轨迹最高点，机械能的增量为



A. 2mgR

B. 4mgR

C. 5mgR

D. 6mgR

【答案】C

【解析】本题考查了运动的合成与分解、动能定理等知识，意在考查考生综合力学规律解决问题的能力。

设小球运动到 c 点的速度大小为 v_C，则对小球由 a 到 c 的过程，由动能定理得：$F\cdot 3R-mgR=\frac{1}{2}mv_c^2$，又 F=mg，解得：$v_c^2=4gR$，小球离开 c 点后，在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动，竖直方向在重力作用力下做匀减速直线运动，由牛顿第二定律可知，小球离开 c 点后水平方向和竖直方向的加速度大小均为 g，则由竖直方向的运动可知，小球从离开 c 点到其轨迹最高点所需的时间为 $:t=v_C/g=2\sqrt{\frac{g}{R}}$，小球在水平方向的加速度 a=g，在水平方向的位移为 $x=\frac{1}{2}at^2=2R$。由以上分析可知，小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的过程中，水平方向的位移大小为 5R，则小球机械能的增加量△E=F·5R=5mgR，选项 C 正确 ABD 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【点睛】此题将运动的合成与分解、动能定理有机融合，难度较大，能力要求较高。

10.(2018·江苏卷·T7)(多选)如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端连接一小物块，O 点为弹簧在原长时物块的位置.物块由 A 点静止释放，沿粗糙程度相同的水平面向右运动，最远到达 B 点.在从 A 到 B 的过程中，物块

A. 加速度先减小后增大

B. 经过 O 点时的速度最大

C. 所受弹簧弹力始终做正功

D. 所受弹簧弹力做的功等于克服摩擦力做的功

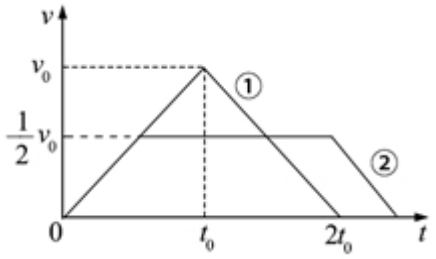
【答案】AD

【解析】本题考查力与运动的关系和功能关系，意在考查学生的综合分析能力。物体从 A 点到 O 点过程，弹力逐渐减为零，刚开始弹簧弹力大于摩擦力，故可分为弹力大于摩擦力过程和弹力小于摩擦力过程；弹力大于摩擦力过程，合力向右，加速度也向右，由于弹力减小，摩擦力不变，小球所受合力减小加速度减小，弹力等于摩擦力时速度最大，此位置在 A 点与 O 点之间；弹力小于摩擦力过程，合力方向与运动方向相反，弹力减小，摩擦力大小不变，物体所受合力增大，物体的加速度随弹簧形变量的减小而增加，物体作减速运动；从 O 点到 B 点的过程弹力增大，合力向左，加速度继续增大，选项 A 正确、选项 B 错误；从 A 点到 O 点过程，弹簧由压缩恢复原长弹力做正功，从 O 点到 B 点的过程，弹簧伸长，弹力做负功，故选项 C 错误；从 A 到 B 的过程中根据动能定理弹簧弹力做的功等于物体克服摩擦力做的功，故选项 D 正确。

11.(2018·全国 III 卷·T6)(多选)地下矿井中的矿石装在矿车中，用电机通过竖井运送至地面。某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图所示，其中图线①②分别描述两次不同的提升过程，它们变速阶段加速度的大小都相同；两

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

次提升的高度相同，提升的质量相等。不考虑摩擦阻力和空气阻力。对于第①次和第②次提升过程，



A. 矿车上升所用的时间之比为 4:5

B. 电机的最大牵引力之比为 2:1

C. 电机输出的最大功率之比为 2:1

D. 电机所做的功之比为 4:5

【答案】AC

【解析】试题分析：本题考查速度图像，牛顿运动定律、功和功率及其相关的知识点。

设第次所用时间为 t，根据速度图象的面积等于位移(此题中为提升的高度)可知，×2t_0×v_0=×(t+3t_0/2)×v_0，解得：t=5t_0/2，所以第次和第次提升过程所用时间之比为 2t_0∶5t_0/2=4∶5，选项 A 正确；由于两次提升变速阶段的加速度大小相同，在匀加速阶段，由牛顿第二定律，F－mg=ma，可得提升的最大牵引力之比为 1∶1，选项 B 错误；由功率公式，P=Fv，电机输出的最大功率之比等于最大速度之比，为 2∶1，选项 C 正确；加速上升过程的加速度 a_1=，加速上升过程的牵引力 F_1=ma_1+mg=m(+g)，减速上升过程的加速度 a_2=－，减速上升过程的牵引力 F_2=ma_2+mg=m(g －)，匀速运动过程的牵引力 F_3=mg。第次提升过程做功 W_1=F_1××t_0×v_0+ F_2××t_0×v_0=mg v_0t_0；第次提升过程做功 W_2=F_1××t_0×v_0+ F_3×v_0×3t_0/2+ F_2××t_0×v_0 =mg v_0t_0；两次做功相同，选项 D 错误。

点睛　此题以速度图像给出解题信息。解答此题常见错误主要有四方面：一是对速度图像面积表示位移掌握不到位；二是运用牛顿运动定律求解牵引力错误；三是不能找出最大功率；四是不能得出两次提升电机做功。实际上，可以根据两次提升的高度相同，提升的质量相同，利用功能关系得出两次做功相同。

12.(2015·浙江卷·T14)下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.电流通过导体的热功率与电流大小成正比

B.力对物体所做的功与力的作用时间成正比

C.电容器所带电荷量与两极板间的电势差成正比

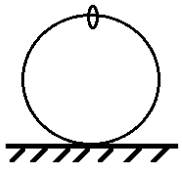
D.弹性限度内，弹簧的劲度系数与弹簧伸长量成正比

【答案】C

【解析】根据公式$P=I^2R$可得在电阻一定时，电流通过导体的发热功率与电流的平方成正比，A 错误；根据公式$W=Fs$可得力对物体所做的功与力的作用时间无关，B 错误；根据公式$C=\frac{Q}{U}$可得电容器所带电荷量与两极板间的电势差成正比，C 正确；弹簧的劲度系数与弹簧的伸长量无关，和弹簧的材料等自身因素有关，D 正确；

【考点定位】电功率，功，电容，胡克定律

13.(2017·新课标Ⅱ卷·T14)如图，一光滑大圆环固定在桌面上，环面位于竖直平面内，在大圆环上套着一个小环。小环由大圆环的最高点从静止开始下滑，在小环下滑的过程中，大圆环对它的作用力



A.一直不做功　　B.一直做正功

C.始终指向大圆环圆心　　D.始终背离大圆环圆心

【答案】A

【解析】大圆环光滑，则大圆环对小环的作用力总是沿半径方向，与速度方向垂直，故大圆环对小环的作用力一直不做功，选项 A 正确，B 错误，开始时大圆环对小环的作用力背离圆心，最后指向圆心，故选项 CD 错误；故选 A。

【考点定位】圆周运动；功

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】此题关键是知道小圆环在大圆环上的运动过程中，小圆环受到的弹力方向始终沿大圆环的半径方向，先是沿半径向外，后沿半径向里。

14.(2014·重庆卷)某车以相同的功率在两种不同的水平路面上行驶，受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分别为 v_1 和 v_2，则

A. $v_2 = k_1 v_1$　　B. $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$　　C. $v_2 = \frac{k_2}{k_1} v_1$　　D. $v_2 = k_2 v_1$

【答案】B

【解析】汽车的阻力分别为 $f_1 = k_1 mg$，$f_2 = k_2 mg$，当汽车以相同功率启动达到最大速度时，有 $F = f$，故由 $P = Fv$ 可知最大速度 $v = \frac{P}{F} = \frac{P}{f}$，则 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{k_2}{k_1}$，有 $v_2 = \frac{k_1}{k_2} v_1$，故选 B.

【考点定位】本题考查了机车的启动规律、瞬时功率的计算.

15.(2015·海南卷·T3)假设摩托艇受到的阻力的大小正比于它的速率。如果摩托艇发动机的输出功率变为原来的 2 倍，则摩托艇的最大速率变为原来的

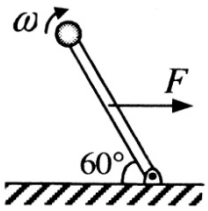
A.4 倍　　B.2 倍　　C. $\sqrt{3}$ 倍　　D. $\sqrt{2}$ 倍

【答案】D

【解析】设 $f = kv$，当阻力等于牵引力时，速度最大，输出功率变化前，有 $P = Fv = fv = kv \cdot v = kv^2$，变化后有 $2P = F'v' = kv' \cdot v' = kv'^2$，联立解得 $v' = \sqrt{2}v$，D 正确。

【考点定位】功率的计算。

16.(2011·上海卷)如图，一长为 L 的轻杆一端固定在光滑铰链上，另一端固定一质量为 m 的小球。一水平向右的拉力作用于杆的中点，使杆以角速度 ω 匀速转动，当杆与水平方向成60°时，拉力的功率为



A. $mgL\omega$　　B. $\frac{\sqrt{3}}{2}mgL\omega$　C. $\frac{1}{2}mgL\omega$　　D. $\frac{\sqrt{3}}{6}mgL\omega$

【答案】C

【解析】匀速转动，动能不变，拉力的功率在数值上应等于重力的功率。为此，将线速度分解，分解为水平速度和竖直速度，重力的功率

$P=-mg\omega L\sin 30^0=-\frac{1}{2}mg\omega L$，所以拉力的功率 $P'=-P=\frac{1}{2}mg\omega L$

【考点定位】功率的计算。

17.(2011·四川卷)如图是“神舟”系列航天飞船返回舱返回地面的示意图，假定其过程可简化为：打开降落伞一段时间后，整个装置匀速下降，为确保安全着陆，需点燃返回舱的缓冲火箭，在火箭喷气过程中返回舱做减速直线运动，则

A.火箭开始喷气瞬间伞绳对返回舱的拉力变小

B.返回舱在喷气过程中减速的主要原因是空气阻力

C.返回舱在喷气过程中所受合外力可能做正功

D.返回舱在喷气过程中处于失重状态

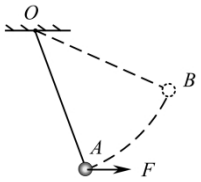
【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】在火箭喷气过程中返回舱做减速直线运动，加速度方向向上，返回舱处于超重状态，动能减小，返回舱所受合外力做负功，返回舱在喷气过程中减速的主要原因是缓冲火箭向下喷气而获得向上的反冲力。火箭开始喷气前匀速下降拉力等于重力减去返回舱受到的空气阻力，火箭开始喷气瞬间反冲力直接对返回舱作用因而伞绳对返回舱的拉力变小。

【考点定位】功的计算，牛顿第二定律

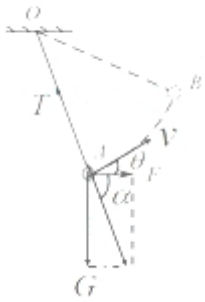
18.(2012·江苏卷) 如图所示，细线的一端固定于O点，另一端系一小球。在水平拉力作用下，小球以恒定速率在竖直平面内由A点运动到B点。在此过程中拉力的瞬时功率变化情况是



A.逐渐增大　　B.逐渐减小　C.先增大，后减小　　D.先减小，后增大

【答案】A

【解析】小球以恒定速率在竖直平面内由 A 点运动到 B 点，小球处在动态平衡中，对小球



受力分析如图，$F=mgc\tan\alpha$，由 $P=Fv\cos\theta$，$\alpha+\theta=\frac{\pi}{2}$，可得，$P=mgv\sin\theta$，θ 逐渐变大，功率 P 逐渐变大，A 项正确。

【考点定位】本题考查受力分析、功率公式及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

19.(2012·上海卷·T15)质量相等的均质柔软细绳 A、B 平放于水平地面，绳 A 较长。分别捏住两绳中点缓慢提起，直至全部离开地面，两绳中点被提升的高度分别为 h_A、h_B，上述过程中克服重力做功分别为 W_A、W_B。若 （　　）

A.$h_A=h_B$，则一定有 $W_A=W_B$　　B.$h_A>h_B$，则可能有 $W_A<W_B$

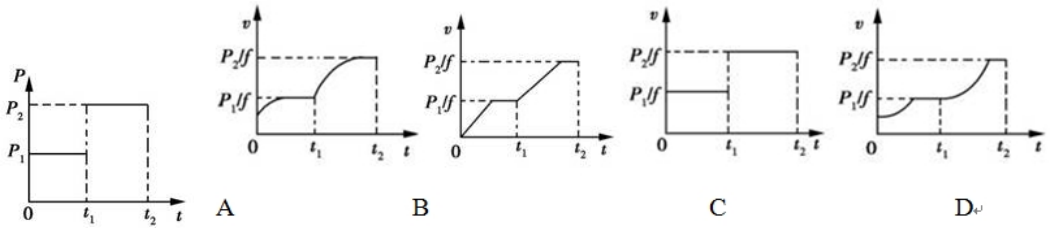
C.$h_A<h_B$，则可能有 $W_A=W_B$　　D.$h_A>h_B$，则一定有 $W_A>W_B$

【答案】D

解析：设绳长为 L，由于捏住两绳中点缓慢提起，因此重心在距最高点 L/4 位置处，因绳 A 较长。若 $h_A=h_B$ ，A 的重心较低，$W_A<W_B$ 因此 A 选项不对；若 $h_A>h_B$ 两根绳子重心无法知道谁高谁低，因此可能 $W_A<W_B$，也可能 $W_A>W_B$，因此 BC 错误；若 $h_A<h_B$ ，则一定是 A 的重心低，因此一定是 $W_A<W_B$ 因此 D 正确。

【考点定位】本题考查重力做功与重力势能变化的关系及其相关知识

20.(2015·全国新课标Ⅱ卷·T17)一汽车在平直公路上行驶。从某时刻开始计时，发动机的功率 P 随时间 t 的变化如图所示。假定汽车所受阻力的大小 f 恒定不变。下列描述该汽车的速度 v 随时间 t 变化的图像中，可能正确的是



【答案】A

【解析】由图可知，汽车先以恒定功率 P_1 起动，所以刚开始做加速度减小的加速度运动，后以更大功率 P_2 运动，所以再次做加速度减小的加速运动，故 A 正确，B、C、D 错误。

【考点定位】机车起动问题

【方法技巧】本题主要是机车起动问题，不过本题是两次恒定功率启动问题。但实质是一样的。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

21.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T19)两实心小球甲和乙由同一种材质制成，甲球质量大于乙球质量。两球在空气中由静止下落，假设它们运动时受到的阻力与球的半径成正比，与球的速率无关。若它们下落相同的距离，则

A.甲球用的时间比乙球长

B.甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小

C.甲球加速度的大小小于乙球加速度的大小

D.甲球克服阻力做的功大于乙球克服阻力做的功

【答案】BD

【解析】两球的质量 $m=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi r^3$，对两球由牛顿第二定律

$a=\frac{mg-f}{m}=g-\frac{kr}{\rho\cdot\frac{4}{3}\pi r^3}=g-\frac{k}{\rho\cdot\frac{4}{3}\pi r^2}$，可得 $a_{甲}>a_{乙}$，由 $h=\frac{1}{2}gt^2$ 知甲球的运动时间较短，选项 A、C 错误；

由 $v=\sqrt{2ah}$ 得 $v_{甲}>v_{乙}$，故选项 B 正确；

因 $f_{甲}>f_{乙}$，由 $W_f=f\cdot h$ 知阻力对甲球做功较大，选项 D 正确。故选 BD。

【考点定位】牛顿第二定律、匀变速直线运动

【名师点睛】此题主要考查牛顿第二定律的应用；首先应该根据牛顿第二定律找到物体的加速度与小球的半径的关系，然后比较加速度，再结合运动公式来讨论其他物理量；此题意在考查考生综合分析的能力及对基础知识的运用能力。

22.(2011·海南卷)一质量为 1kg 的质点静止于光滑水平面上，从 t=0 时起，第 1 秒内受到 2N 的水平外力作用，第 2 秒内受到同方向的 1N 的外力作用.下列判断正确的是

A.0～2s 内外力的平均功率是 $\frac{9}{4}$ W

B.第 2 秒内外力所做的功是 $\frac{5}{4}$ J

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.第 2 秒末外力的瞬时功率最大

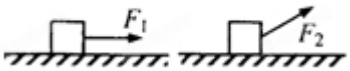
D.第 1 秒内与第 2 秒内质点动能增加量的比值是$\frac{4}{5}$

【答案】AD

【解析】第 1s 内，质点的加速度$a_1=\frac{F_1}{m}=\frac{2\text{N}}{1\text{kg}}=2\text{m/s}^2$，位移$s_1=\frac{1}{2}a_1t^2=\frac{1}{2}\times2\times1^2\text{m}=1\text{m}$，1s 末的速度 $v_1=a_1t=2\text{m/s}$，第 1s 内质点动能增加量$\Delta E_{k1}=\frac{1}{2}mv_1^2-0=\frac{1}{2}\times1\times2^2\text{J}=2\text{J}$；第 2s 内，质点的加速度$a_2=\frac{F_2}{m}=\frac{1\text{N}}{1\text{kg}}=1\text{m/s}^2$，位移$s_2=v_1t+\frac{1}{2}a_2t^2=2\times1\text{m}+\frac{1}{2}\times1\times1^2\text{m}=2.5\text{m}$，2s 末的速度 $v_2=v_1+a_2t=3\text{m/s}$，第 2s 内质点动能增加量$\Delta E_{k2}=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=2.5\text{J}$；第 1 秒内与第 2 秒内质点动能增加量的比值$\frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}}=\frac{2}{2.5}=\frac{4}{5}$，D 选项正确；第 2 秒末外力的瞬时功率 $P_2=F_2v_2=3\text{W}$，第 1 秒末外力的瞬时功率 $P_1=F_1v_1=4\text{W}$，C 选项错误；第 2 秒内外力所做的功 $W_2=F_2s_2=2.5\text{J}$，B 选项错误；0～2s 内外力的平均功率$\overline{P}=\frac{W_1+W_2}{2t}=\frac{2\times1+2.5}{2}=\frac{4.5}{2}W=\frac{9}{4}W$，A 选项正确。

【考点定位】功和功率的计算、牛顿第二定律

23.(2012·上海卷·T18)位于水平面上的物体在水平恒力 F_1 作用下，做速度为 v_1 的匀速运动；若作用力变为斜向上的恒力 F_2，物体做速度为 v_2 的匀速运动，且 F_1 与 F_2 功率相同。则可能有 (　　)



A.$F_2=F_1$，$v_1>v_2$　　B.$F_2=F_1$，$v_1<v_2$

C.$F_2>F_1$，$v_1>v_2$　　D.$F_2<F_1$，$v_1<v_2$

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解析：水平恒力 F_1 作用下的功率 P1= $F_1 v_1$，F_2 作用下的功率 P2= $F_2 v_2 \cos\theta$

现 $P_1=P_2$，若 $F_2=F_1$，一定有 $v_1<v_2$，因此 B 正确，A 不对；

由于两次都做匀速度直线运动，因此而第一次的摩擦力 $f_1=\mu mg=F_1$ 而第二次的摩擦力 $f_2=\mu(mg-F_2\sin\theta)=F_2\cos\theta$ 显然 $f_2<f_1$，即：$F_2\cos\theta<F_1$ 因此无论 $F_2>F_1$ 还是 $F_2<F_1$ 都会有 $v_1<v_2$ 因此 D 正确而 C 不对

24.(2015·浙江卷·T18)我国科学教正在研制航母舰载机使用的电磁弹射器。舰载机总质量为 $3\times10^4\,\text{kg}$，设起飞过程中发动机的推力恒为 $1.0\times10^5\,\text{N}$；弹射器有效作用长度为 100m，推力恒定。要求舰载机在水平弹射结束时速度大小达到 80m/s。弹射过程中舰载机所受总推力为弹射器和发动机推力之和，假设所受阻力为总推力的 20%，则

A.弹射器的推力大小为 $1.1\times10^6\,\text{N}$

B.弹射器对舰载机所做的功为 $1.1\times10^8\,\text{J}$

C.弹射器对舰载机做功的平均功率为 $8.8\times10^7\,\text{W}$

D.舰载机在弹射过程中的加速度大小为 $32\,\text{m/s}^2$

【答案】ABD

【解析】设发动机的推力为 F_1，弹射器的推力为 F_2，则阻力为 $f=0.2(F_1+F_2)$，根据动能定理可得 $\left[0.2(F_1+F_2)-0.2(F_1+F_2)\right]s=\frac{1}{2}mv^2$，$F_1=1.0\times10^5\,\text{N}$，故解得 $F_2=1.1\times10^6\,\text{N}$，A 正确；弹射器对舰载机所做的功为 $W_{F_2}=F_2s=1.1\times10^8\,\text{J}$，B 正确；舰载机在弹射过程中的加速度大小为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$a=\frac{0.2(F_1+F_2)-0.2(F_1+F_2)}{m}=32\mathrm{m/s^2}$，根据公式$s=\frac{1}{2}at^2$可得运动时间为$t=\sqrt{\frac{2s}{a}}=2.5\mathrm{s}$，所以弹射器对舰载机做功的平均功率为$P_{F_2}=\frac{W_{F_2}}{t}=4.4\times10^7\mathrm{W}$，故 C 错误，D 正确。

【考点定位】动能定理，牛顿第二定律，运动学公式，功率和功的计算

25.(2016·四川卷)韩晓鹏是我国首位在冬奥会雪上项目夺冠的运动员。他在一次自由式滑雪空中技巧比赛中沿“助滑区”保持同一姿态下滑了一段距离，重力对他做功 1 900 J，他克服阻力做功 100 J。韩晓鹏在此过程中

A.动能增加了 1 900 J　　B.动能增加了 2 000 J

C.重力势能减小了 1 900 J　　D.重力势能减小了 2 000J

【答案】C

【解析】根据动能定理可知，动能的增加量等于合外力做功，即动能的增加量为 1 900 J－100 J=1 800 J，选项 AB 错误；重力做功等于重力势能的变化量，故重力势能减小了 1 900 J，选项 C 正确，D 错误。

考点：功能关系

【名师点睛】此题是对功能关系的考查；关键是搞清功与能的对应关系：合外力的功等于动能的变化量；重力做功等于重力势能的变化量；除重力以外的其它力做功等于机械能的变化量.

26.(2012·浙江卷)功率为 10W 的发光二极管(LED 灯)的亮度与功率 60W 的白炽灯相当。根据国家节能战略，2016 年前普通白炽灯应被淘汰。假设每户家庭有二只 60W 的白炽灯，均用 10w 的 LED 灯替代，估算出全国一年节省的电能最接近

A.8╳10^8kW·h　　B. 8╳10^{10}kW·h　　C. 8╳10^{11}kW·h　　D. 8╳10^{13}kW·h

【答案】B

【解析】全国一年节省的电能最接近

$W = Pt = 2(0.06\text{kW}-0.01\text{kW})\times 5.5\times 10^8\times 4\text{h}\times 365=8.03\times 10^{10}\text{kW}\cdot\text{h}$，故选 B.

【考点定位】本题考查功能估算及其相关知识

27.(2016·上海卷)在今年上海的某活动中引入了全国首个户外风洞飞行体验装置，体验者在风力作用下漂浮在半空。若减小风力，体验者在加速下落过程中

A.失重且机械能增加　　B.失重且机械能减少

C.超重且机械能增加　　D.超重且机械能减少

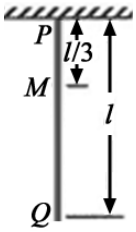
【答案】B

【解析】据题意，体验者漂浮时受到的重力和风力平衡；在加速下降过程中，风力小于重力，即重力对体验者做正功，风力做负功，体验者的机械能减小；加速下降过程中，加速度方向向下，体验者处于失重状态，故选项 B 正确。

【考点定位】平衡条件、机械能变化与外力做功关系、超重和失重

【方法技巧】通过体验者加速度方向判断超重和失重，通过除重力外其他力做正功机械能增加，其他力做负功机械能减少判断机械能变化情况。

28.(2017·新课标Ⅲ卷)如图，一质量为 m，长度为 l 的均匀柔软细绳 PQ 竖直悬挂。用外力将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，M 点与绳的上端 P 相距 $\frac{1}{3}l$。重力加速度大小为 g。在此过程中，外力做的功为



A. $\frac{1}{9}mgl$　　B. $\frac{1}{6}mgl$　　C. $\frac{1}{3}mgl$　　D. $\frac{1}{2}mgl$

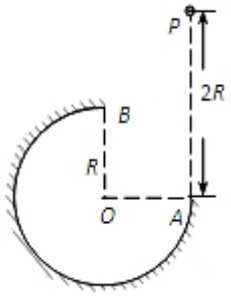
【答案】A

【解析】将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，PM 段绳的机械能不变，MQ 段绳的机械能的增加量为 $\Delta E=\frac{2}{3}mg(-\frac{1}{6}l)-\frac{2}{3}mg(-\frac{1}{3}l)=\frac{1}{9}mgl$，由功能关系可知，在此过程中，外力做的功 $W=\frac{1}{9}mgl$，故选 A。

【考点定位】重力势能、功能关系

【名师点睛】重点理解机械能变化与外力做功的关系，本题的难点是过程中重心高度的变化情况。

29.(2012·安徽卷·T16)如图所示，在竖直平面内有一半径为 R 的圆弧轨道，半径 OA 水平、OB 竖直，一个质量为 m 的小球自 A 的正上方 P 点由静止开始自由下落，小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力。已知 AP=2R，重力加速度为 g，则小球从 P 到 B 的运动过程中



A.重力做功 2mgR　　B.机械能减少 mgR

C.合外力做功 mgR　　D.克服摩擦力做功 $\frac{1}{2}mgR$

【答案】D

【解析】重力做功与路径无关，只与初末位置有关，故 P 到 B 过程，重力做功为 $W_G=mgR$，故 A 错误；

小球沿轨道到达最高点 B 时恰好对轨道没有压力，根据牛顿第二定律，有 $mg=m\frac{v_B^2}{R}$，解得 $v_B=\sqrt{gR}$；从 P 到 B 过程，重力势能减小量为 mgR，动能增加

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

量为$\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mgR$，故机械能减小量为：$mgR-\frac{1}{2}mgR=\frac{1}{2}mgR$，故 B 错误，

从 P 到 B 过程，合外力做功等于动能增加量为，$\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mgR$，故 C 错误；

D、从 P 到 B 过程，弧摩擦力做功等于机械能减小量，故为$mgR-\frac{1}{2}mgR=\frac{1}{2}mgR$，故 D 正确。

【考点定位】此题考查动能定理、竖直面内的圆周运动及其相关知识

30.(2014·全国大纲卷)地球表面附近某区域存在大小为 150N/C、方向竖直向下的电场。一质量为 1.00×10^{-4}kg、带电量为-1.00×10^{-7}C 的小球从静止释放，在电场区域内下落 10.0m。对此过程，该小球的电势能和动能的改变量分别为(重力加速度大小取 9.80m/s^2，忽略空气阻力)

A.-1.50×10^{-4}J 和 9.95×10^{-3}J　　B.1.50×10^{-4}J 和 9.95×10^{-3}J

C.-1.50×10^{-4}J 和 9.65×10^{-3}J　　D.1.50×10^{-4}J 和 9.65×10^{-3}J

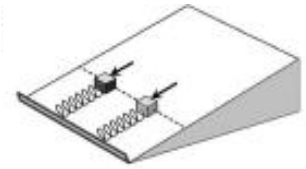
【答案】D

【解析】根据功能关系可知，小球的电势能的改变量由电场力做的功决定，有：$\Delta E_p=-W_E=-qEh=-(-1.00\times10^{-7})\times150\times10.0$ J$=1.50\times10^{-4}$J，故选项 A、C 错误；小球动能的改变量由总功决定，有：$\Delta E_k=mgh+W_E=mgh+qEh=1.00\times10^{-4}\times9.80\times10.0J+(-1.00\times10^{-7})\times150\times10.0$ J$=9.65\times10^{-3}$J，故选项 C 错误；选项 D 正确。

【考点定位】本题主要考查了功能关系的应用问题，属于中档题。

31.(2014·福建卷)如图，两根相同的轻质弹簧，沿足够长的光滑斜面放置，下端固定在斜面底部挡板上，斜面固定不动。质量不同、形状相同的两物块分别置于两弹簧上端。现用外力作用在物块上，使两弹簧具有相同的压缩量，若撤去外力后，两物块由静止沿斜面向上弹出并离开弹簧，则从撤去外力到物块速度第一次减为零的过程，两物块

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.最大速度相同　　B.最大加速度相同

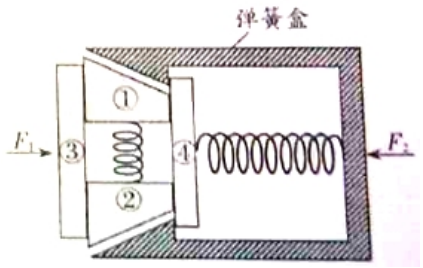
C.上升的最大高度不同　　D.重力势能的变化量不同

【答案】C

【解析】当加速度等于零，即 $kx = mg\sin\theta$ 时，速度最大，又两物块的质量不同，故速度最大的位置不同，最大速度也不同，所以 A 错误；在离开弹簧前加速度先减小后增大，离开弹簧后不变，刚开始运动时，根据牛顿第二定律 $kx - mg\sin\theta = ma$，弹力相同，质量不同，故加速度不同，离开弹簧后加速度相同，故 B 错误；根据能量守恒 $E_P = mgh$，弹性势能相同，质量不同，故上升的最大高度不同，故 C 正确；重力势能的变化量等于弹性势能的减少，故是相同的，所以 D 错误。

【考点定位】本题考查牛顿第二定律、能量守恒

32.(2014·广东卷)如图所示是安装在列车车厢之间的摩擦缓冲器结构图。图中①和②为楔块，③和④为垫板，楔块与弹簧盒、垫板间均有摩擦。在车厢相互撞击使弹簧压缩的过程中



A.缓冲器的机械能守恒

B.摩擦力做功消耗机械能

C.垫板的动能全部转化为内能

D.弹簧的弹性势能全部转化为动能

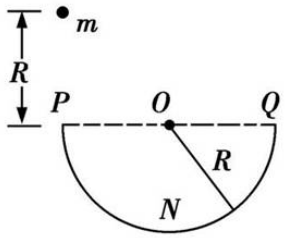
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

【解析】由于楔块与弹簧盒、垫板间有摩擦力，即摩擦力做负功，则机械能转化为内能，故选项 A 错误，而选项 B 正确；[垫板动能转化为内能和弹性势能，故选项 C 错误；弹簧的弹性势能转化为动能和内能，故选项 D 错误。

【考点定位】本题考查能量转化和机械能守恒的条件。

33.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T17)如图所示，一半径为 R，粗糙程度处处相同的半圆形轨道竖直固定放置,直径 POQ 水平。一质量为 m 的质点自 P 点上方高度 R 处由静止开始下落，恰好从 P 点进入轨道。质点滑到轨道最低点 N 时，对轨道的压力为 4mg，g 为重力加速度的大小。用 W 表示质点从 P 点运动到 N 点的过程中客服摩擦力所做的功。则



A. $W=\frac{1}{2}mgR$，质点恰好可以到达 Q 点

B. $W>\frac{1}{2}mgR$，质点不能到达 Q 点

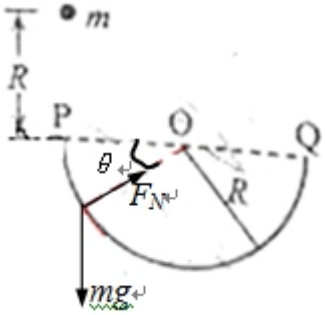
C. $W=\frac{1}{2}mgR$，质点到达 Q 后，继续上升一段距离

D. $W<\frac{1}{2}mgR$，质点到达 Q 后，继续上升一段距离

【答案】C

【解析】根据动能定理可得 P 点动能 $E_{Kp}=mgR$，经过 N 点时，半径方向的合力提供向心力，可得 $4mg-mg=m\frac{v^2}{R}$，所以 N 点动能为 $E_{KN}=\frac{3mgR}{2}$，从 P 点到 N 点根据动能定理可得 $mgR+w=\frac{3mgR}{2}-mgR$，即摩擦力做功 $w=-\frac{mgR}{2}$。质点运

动过程，半径方向的合力提供向心力即 $F_N - mg\sin\theta = ma = m\frac{v^2}{R}$，根据左右对称，在同一高度，由于摩擦力做功导致右半幅的速度小，轨道弹力变小，滑动摩擦力 $f = \mu F_N$ 变小，所以摩擦力做功变小，那么从 N 到 Q，根据动能定理，Q 点动能 $E_{KQ} = \frac{3mgR}{2} - mgR - w'$，由于 $w' < \frac{\text{mgR}}{2}$，所以 Q 点速度仍然没有减小到 0，仍会继续向上运动一段距离，对照选项 C 对。



【考点定位】功能关系

【方法技巧】动能定理分析摩擦力做功是基础，对于滑动摩擦力一定要注意压力的变化，最大的误区是根据对称性误认为左右两部分摩擦力做功相等。

34.(2012·海南卷)下列关于功和机械能的说法，正确的是

A.在有阻力作用的情况下，物体重力势能的减少不等于重力对物体所做的功

B.合力对物体所做的功等于物体动能的改变量

C.物体的重力势能是物体与地球之间的相互作用能，其大小与势能零点的选取有关

D.运动物体动能的减少量一定等于其重力势能的增加量

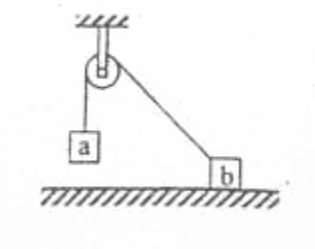
【答案】BC

【解析】重力做功是重力势能变化的量度，即任何情况下重力做功都等于重力势能的减小量，故 A 错误；根据动能定理，有合力对物体所做的功等于物体动能的改变量，故 B 正确；重力势能具有系统性和相对性，即物体的重力势能是物

体与地球之间的相互作用能，其大小与势能零点的选取有关，故 C 正确；只有机械能守恒时，才有动能的减少量等于重力势能的增加量，故 D 错误；故选 BC

【考点定位】本题考查重力做功、重力势能、动能定理及其相关知识

35.(2014·海南卷)如图，质量相同的两物体 a、b，用不可伸长的轻绳跨接在一光滑的轻质定滑轮两侧，a 在水平桌面的上方，b 在水平粗糙桌面上，初始时用力压住 b 使 a、b 静止，撤去此压力后，a 开始运动。在 a 下降的过程中，b 始终未离开桌面。在此过程中



A.a 的动能小于 b 的动能

B.两物体机械能的变化量相等

C.a 的重力势能的减小量等于两物体总动能的增加量

D.绳的拉力对 a 所做的功与对 b 所做的功的代数和为零

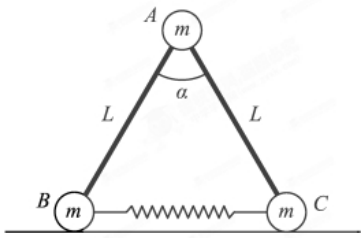
【答案】AD

【解析】轻绳两端沿绳方向的速度分量大小相等，故可知 a 的速度等于 b 的速度沿绳方向的分量，动能比 b 小，A 对；因为 b 与地面有摩擦力，运动时有热量产生，所以该系统机械能减少，而 B、C 两项均为系统机械能守恒的表现，故错误；轻绳不可伸长，两端分别对 a、b 做功大小相等，符号相反，D 正确。

考点：能量守恒定律、运动的合成与分解

36.(2017·江苏卷·T9)如图所示，三个小球 A、B、C 的质量均为 m，A 与 B、C 间通过铰链用轻杆连接，杆长为 L，B、C 置于水平地面上，用一轻质弹簧连接，弹簧处于原长.现 A 由静止释放下降到最低点，两轻杆间夹角 α 由 60°变为 120°，A、B、C 在同一竖直平面内运动，弹簧在弹性限度内，忽略一切摩擦，重力加速度为 g.则此下降过程中

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(A)A 的动能达到最大前，B 受到地面的支持力小于$\frac{3}{2}$mg

(B)A 的动能最大时，B 受到地面的支持力等于$\frac{3}{2}$mg

(C)弹簧的弹性势能最大时，A 的加速度方向竖直向下

(D)弹簧的弹性势能最大值为$\frac{\sqrt{3}}{2}$mgL

【答案】AB

【解析】A 球动能最大时，速度最大，受合外力为零，以 ABC 整体为研究对象。

在竖直方向：向下的重力 3mg，向上的 B、C 两球受地面的支持力 F_N，即 $2F_N$＝3mg，所以 B、C 受到地面的支持力等于$\frac{3}{2}mg$，故 B 正确；

A 的动能达到最大前，有向下的加速度，所以整体向下的合力小于 3mg，故 B、C 受到地面的支持力小于$\frac{3}{2}mg$，所以 A 正确；

当 A 下降至最低点，弹簧形变量最大，弹性势能最大，此时 A 的加速度向上，故 C 错误；

弹簧的最大弹性势能等于 A 球下降至最低点时减少的重力势能，即

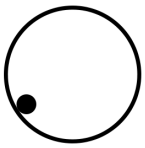
$E_p = mg(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2})L$，D 错误。

【考点定位】物体的平衡　能量守恒　牛顿第二定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题的重点是当 A 球的动能最大时，受合外力为零，在竖直方向整体加速度为零，选择整体为研究对象，分析 AB 两个选项；弹性势能最大对应 A 球下降至最低点，根据能量守恒定律，可求最大的弹性势能.

37.(2016·海南卷·T3)如图，光滑圆轨道固定在竖直面内，一质量为 m 的小球沿轨道做完整的圆周运动。已知小球在最低点时对轨道的压力大小为 N_1，在高点时对轨道的压力大小为 N_2。重力加速度大小为 g，则 $N_1–N_2$ 的值为



A.3mg　　B.4mg　　C.5mg　　D.6mg

【答案】D

【解析】设小球在最低点时速度为 v_1，在最高点时速度为 v_2，根据牛顿第二定律有，在最低点：$N_1–mg=\frac{mv_1^2}{R}$，在最高点：$N_2+mg=\frac{mv_2^2}{R}$；从最高点到最低点，根据动能定理有 $mg\cdot 2R=\frac{mv_1^2}{2}-\frac{mv_2^2}{2}$，联立可得：$N_1–N_2=6mg$，故选项 D 正确。

【考点定位】牛顿第二定律、动能定理

【名师点睛】解决本题的关键知道向心力的来源，知道最高点的临界情况，通过动能定理和牛顿第二定律进行求解。

38.(2014·新课标全国卷Ⅱ)一物体静止在粗糙水平地面上，现用一大小为 F_1 的水平拉力拉动物体，经过一段时间后其速度变为 v，若将水平拉力的大小改为 F_2，物体从静止开始经过同样的时间后速度变为 2v，对于上述两个过程，用 W_{F1}、W_{F2} 分别表示拉力 F_1、F_2 所做的功，W_{f1}、W_{f2} 分别表示前后两次克服摩擦力所做的功，则

A. $W_{F2}>4W_{F1}$，$W_{f2}>2W_{f1}$　　B. $W_{F2}>4W_{F1}$，$W_{f2}=2W_{f1}$

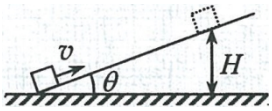
C. $W_{F2}<4W_{F1}$，$W_{f2}=2W_{f1}$　　D. $W_{F2}<4W_{F1}$，$W_{f2}<2W_{f1}$

【答案】C

【解析】两次物体均做匀加速运动，由于时间相等，两次的末速度之比为 1∶2，则由 v=at 可知两次的加速度之比为 1∶2，$\frac{F_{1合}}{F_{2合}}=\frac{1}{2}$，故两次的平均速度分别为$\frac{v}{2}$、v，两次的位移之比为 1∶2，由于两次的摩擦阻力相等，故由 $W_f=fx$ 可知，$W_{2f}=2W_{1f}$；$\frac{W_{1合}}{W_{2合}}=\frac{F_{1合}x_1}{F_{2合}x_2}=\frac{1}{4}$；因为 $W_{合}=W_F-W_f$，故 $W_F=W_{合}+W_f$；故 $W_{F2}=W_{2合}+W_{2f}=4W_{1合}+2W_{1f}<4W_{1合}+4W_{1f}=4W_{F1}$，选项 C 正确。

【考点定位】动能定理；牛顿第二定律。

39.(2014·全国大纲卷·T19)一物块沿倾角为 θ 的斜坡向上滑动。当物块的初速度为 v 时，上升的最大高度为 H，如图所示；当物块的初速度为$\frac{v}{2}$时，上升的最大高度记为 h。重力加速度大小为 g。物块与斜坡间的动摩擦因数和 h 分别为



A.tanθ 和$\frac{H}{2}$　B.$(\frac{v^2}{2gH}-1)$tanθ 和$\frac{H}{2}$　C.tanθ 和$\frac{H}{4}$　D.$(\frac{v^2}{2gH}-1)$tanθ 和$\frac{H}{4}$

【答案】D

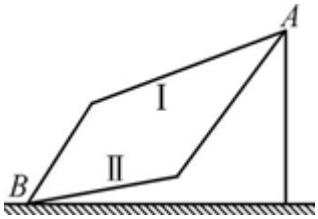
运动学中速度位移公式：$0-v^2=-2a\frac{H}{\sin\theta}$，$0-(\frac{v}{2})^2=-2a\frac{h}{\sin\theta}$，$h=H/4$,；物块受到三个力作用为重力、支持力和滑动摩擦力，牛顿第二定律：$mg\sin\theta+f=ma$，联立速度位移公式可求出摩擦力，弹力 $F_N=mg\cos\theta$，动摩擦因数：

$\mu=\frac{f}{F_N}=(\frac{v^2}{2gh}-1)\tan\theta$，D 正确。

【考点定位】本题主要考查了对动能定理(或功能关系)的理解与应用问题，属于中档题。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

40.(2014·上海卷)如图所示，竖直平面内的轨道Ⅰ和Ⅱ都由两段细直杆连接而成，两轨道长度相等。用相同的水平恒力将穿在轨道最低点的B静止小球，分别沿Ⅰ和Ⅱ推至最高点A，所需时间分别为t_1、t_2；动能增量分别为ΔE_{k1}、ΔE_{k2}。假定球在经过轨道转折点前后速度的大小不变，且球与Ⅰ、Ⅱ轨道间的动摩擦因数相等，则



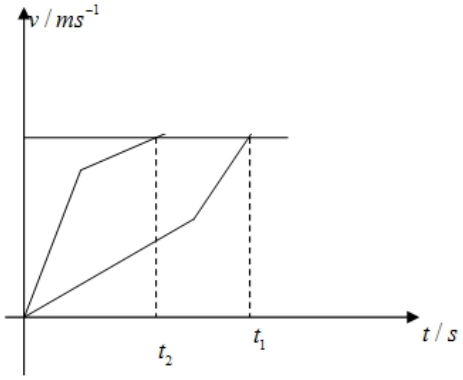
A. $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$；$t_1 > t_2$　　B. $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$；$t_1 > t_2$

C. $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$；$t_1 < t_2$　　D. $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$；$t_1 < t_2$

【答案】B

【解析】运动过程包括两个阶段，均为匀加速直线运动。第一个过程和第二个过程运动的位移相等，所以恒力做功相等为Fs，高度相等重力做功相等为mgh，设斜面倾角为α，斜面长度为s，则摩擦力做功为$\mu mg\cos\alpha \times s$，而$s \times \cos\alpha$即斜面对应的水平位移，两个过程 的水平位移相等，而μmg也相等，所以摩擦力做功相等，整理可得合外力做功相等，根据动能定理，合外力做功等于动能变化量，所以动能变化量相等即$\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$，选项AC错。前一个过程加速度先小后大，后一个过程加速度先大后小，做速度时间图像如下，既要末速度相同，又要位移相同，即末速度相同，与时间轴围成的面积相等，根据图像可判断$t_1 > t_2$，对照选项B对。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】动能定理　匀变速直线运动

41.(2015·四川卷·T1)在同一位置以相同的速率把三个小球分别沿水平、斜向上、斜向下方向抛出，不计空气阻力，则落在同一水平地面时的速度大小

A.一样大　　B.水平抛的最大　　C.斜向上抛的最大　　D.斜向下抛的最大

【答案】A

试题分析：三个小球被抛出后，均仅在重力作用下运动，三球从同一位置落至同一水平地面时，设其下落高度为 h，并设小球的质量为 m，根据动能定理有：$mgh=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，解得小球的末速度大小为：$v=\sqrt{v_0^2+2gh}$，与小球的质量无关，即三球的末速度大小相等，故选项 A 正确。

考点：抛体运动特点、动能定理(或机械能守恒定律)的理解与应用。

【考点定位】抛体运动特点、动能定理(或机械能守恒定律)的理解与应用。

42.(2016·天津卷·T8)我国高铁技术处于世界领先水平，和谐号动车组是由动车和拖车编组而成，提供动力的车厢叫动车，不提供动力的车厢叫拖车。假设动车组各车厢质量均相等，动车的额定功率都相同，动车组在水平直轨道上运行过程中阻力与车重成正比。某列动车组由 8 节车厢组成，其中第 1、5 节车厢为动车，其余为拖车，则该动车组

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.启动时乘客受到车厢作用力的方向与车运动的方向相反

B.做匀加速运动时，第 5、6 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 3:2

C.进站时从关闭发动机到停下来滑行的距离与关闭发动机时的速度成正比

D.与改为 4 节动车带 4 节拖车的动车组最大速度之比为 1:2

【答案】BD

【解析】列车启动时，乘客随车厢加速运动，加速度方向与车的运动方向相同，故乘客受到车厢的作用力方向与车运动方向相同，选项 A 错误。

动车组运动的加速度 $a=\frac{2F-8kmg}{8m}=\frac{F}{4m}-kg$，对第 6、7、8 节车厢整体：$F_{56}=3ma+3kmg=0.75F$；对第 7、8 节车厢整体：$F_{67}=2ma+2kmg=0.5F$；故第 5、6 节车厢与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 3：2，选项 B 正确。

根据动能定理 $\frac{1}{2}Mv^2=kMgs$，解得：$s=\frac{v^2}{2kg}$，可知进站时从关闭发动机到停下来滑行的距离与关闭发动机时速度的平方成正比，选项 C 错误；

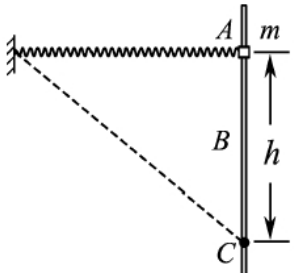
8 节车厢有 2 节动车时的最大速度为 $v_{m1}=\frac{2P}{8kmg}$；8 节车厢有 4 节动车时的最大速度为 $v_{m2}=\frac{4P}{8kmg}$，则 $\frac{v_{m1}}{v_{m2}}=\frac{1}{2}$，选项 D 正确。

【考点定位】牛顿第二定律、功率、动能定理

【名师点睛】此题是力学综合问题，考查牛顿第二定律、功率以及动能定理等知识点；解题时要能正确选择研究对象，灵活运用整体法及隔离法列方程；注意当功率一定时，牵引力等于阻力的情况，速度最大。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

43.(2015·江苏卷·T9)如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与质量为m、套在粗糙竖直固定杆A处的圆环相连，弹簧水平且处于原长。圆环从A处由静止开始下滑，经过B处的速度最大，到达C处的速度为零，AC=h。圆环在C处获得一竖直向上的速度v，恰好能回到A；弹簧始终在弹性限度之内，重力加速度为g，则圆环



A.下滑过程中，加速度一直减小

B.下滑过程中，克服摩擦力做功为$\frac{1}{4}mv^2$

C.在C处，弹簧的弹性势能为$\frac{1}{4}mv^2-mgh$

D.上滑经过B的速度大于下滑经过B的速度

【答案】BD

【解析】由题意知，圆环从月到C先加速后减速，到达B处的加速度减小为零，故加速度先减小后增大，故A错误；

从A到C，根据能量守恒：mgh＝W_f＋E_p，从C到A$\frac{1}{2}mv^2+E_p=mgh+W_f$，联立解得：$W_f=\frac{1}{4}mv^2$，$E_p=mgh-\frac{1}{4}mv^2$，所以B正确，C错误；

从A到B：$mgh_1=\frac{1}{2}mv_{B1}{}^2+\Delta E_{p1}+W_{f1}$，从C到A：$\frac{1}{2}mv^2+E_{p2}=\frac{1}{2}mv_{B2}{}^2+W_{f2}+mgh_2$，$\frac{1}{2}mv^2+E_p=mgh+W_f$，联立可得$v_{B2}>v_{B1}$，所以D正确。

【考点定位】能量守恒、动能定理

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

44.(2016·浙江卷)如图所示为一滑草场。某条滑道由上下两段高均为 h，与水平面倾角分别为 45°和 37°的滑道组成，滑草车与草地之间的动摩擦因数为 μ。质量为 m 的载人滑草车从坡顶由静止开始自由下滑，经过上、下两段滑道后，最后恰好静止于滑道的底端(不计滑草车在两段滑道交接处的能量损失，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$)。则

A.动摩擦因数 $\mu=\frac{6}{7}$

B.载人滑草车最大速度为 $\sqrt{\frac{2gh}{7}}$

C.载人滑草车克服摩擦力做功为 mgh[

D.载人滑草车在下段滑道上的加速度大小为 $\frac{3}{5}g$

【答案】AB

【解析】由动能定理可知：$mg\cdot 2h-\mu mg\cos 45°\cdot\frac{h}{\sin 45°}-\mu mg\cos 37°\cdot\frac{h}{\sin 37°}=0$，解得 $\mu=\frac{6}{7}$，选项 A 正确； 对前一段滑道，根据动能定理有 $mgh-\mu mg\cos 45°\cdot\frac{h}{\sin 45°}=\frac{1}{2}mv^2$，解得：$v=\sqrt{\frac{2gh}{7}}$，则选项 B 正确；载人滑草车克服摩擦力做功为 2mgh，选项 C 错误；载人滑草车在下段滑道上的加速度大小为 $a=\frac{mg\sin 37°-\mu mg\cos 37°}{m}=-\frac{3}{35}g$，选项 D 错误；故选 AB。

【考点定位】动能定理；牛顿第二定律的应用

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】此题以娱乐场中的滑草场为背景，考查了牛顿第二定律的综合应用及动能定理。解本题的关键是分析物体运动的物理过程及受力情况，正确选择合适的物理规律列出方程解答。此题难度中等，考查学生利用物理知识解决实际问题的能力。

45.(2018·全国 III 卷·T4)在一斜面顶端，将甲乙两个小球分别以 v 和$\frac{v}{2}$的速度沿同一方向水平抛出，两球都落在该斜面上。甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时速率的

A. 2 倍　　B. 4 倍　　C. 6 倍　　D. 8 倍

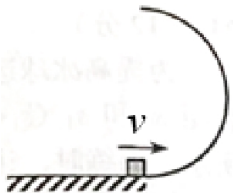
【答案】A

【解析】试题分析　本题考查平抛运动规律、机械能守恒定律及其相关的知识点。

解析　设甲球落至斜面时的速率为 v_1，乙落至斜面时的速率为 v_2，由平抛运动规律，$x=vt$，$y=gt^2$，设斜面倾角为 θ，由几何关系，$\tan\theta=y/x$，小球由抛出到落至斜面，由机械能守恒定律，　$mv^2+mgy=mv_1^2$，联立解得：$v_1=\sqrt{1+tan^2\theta}\cdot v$，即落至斜面时的速率与抛出时的速率成正比。同理可得，$v_2=\sqrt{1+tan^2\theta}\cdot v/2$，所以甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时的速率的 2 倍，选项 A 正确。

点睛　此题将平抛运动、斜面模型、机械能守恒定律有机融合，综合性强。对于小球在斜面上的平抛运动，一般利用平抛运动规律和几何关系列方程解答。

46.(2017·新课标 II 卷)如图，半圆形光滑轨道固定在水平地面上，半圆的直径与地面垂直。一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道，并从轨道上端水平飞出，小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关，此距离最大时。对应的轨道半径为(重力加速度大小为 g)



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. $\frac{v^2}{16g}$　　B. $\frac{v^2}{8g}$　　C. $\frac{v^2}{4g}$　　D. $\frac{v^2}{2g}$

【答案】B

【解析】物块由最低点到最高点有：$\frac{1}{2}mv^2=2mgr+\frac{1}{2}mv_1^2$；物块做平抛运动：$x=v_1t$；$t=\sqrt{\frac{4r}{g}}$；联立解得：$x=\sqrt{\frac{4v^2}{g}r-16r^2}$，由数学知识可知，当 $r=\frac{\frac{4v^2}{g}}{2\times16}=\frac{v^2}{8g}$ 时，x 最大，故选 B。

【考点定位】机械能守恒定律；平抛运动

【名师点睛】此题主要是对平抛运动的考查；解题时设法找到物块的水平射程与圆轨道半径的函数关系，即可通过数学知识讨论；此题同时考查学生运用数学知识解决物理问题的能力。

47.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T16)小球 P 和 Q 用不可伸长的轻绳悬挂在天花板上，P 球的质量大于 Q 球的质量，悬挂 P 球的绳比悬挂 Q 球的绳短。将两球拉起，使两绳均被水平拉直，如图所示。将两球由静止释放，在各自轨迹的最低点，

A.P 球的速度一定大于 Q 球的速度

B.P 球的动能一定小于 Q 球的动能

C.P 球所受绳的拉力一定大于 Q 球所受绳的拉力

D.P 球的向心加速度一定小于 Q 球的向心加速度

【答案】C

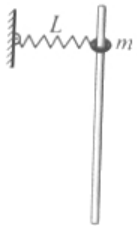
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

小球摆动至最低点由动能定理：$mgL=\frac{1}{2}mv^2$，可得：$v=\sqrt{2gL}$，因 $L_P>L_Q$，故 $v_P<v_Q$，选项 A 错误；由 $E_k=mgL$，因 $m_P>m_Q$，则动能无法比较，选项 B 错误；在最低点，，可得 $F_T=3mg$ $mgL=\frac{1}{2}mv^2$ ，选项 C 正确；$a=\frac{v^2}{L}=2g$，两球的向心加速度相等，选项 D 错误，故选 C。

【考点定位】圆周运动、机械能、向心力

【名师点睛】此题考查机械能守恒定律及牛顿第二定律的应用；解题时要通过选择合适的物理规律列出方程找到要讨论的物理量，然后根据题目的条件来分析结论；此题意在考查考生对基本规律的掌握情况。

48.(2015·天津卷·T5)如图所示，固定的竖直光滑长杆上套有质量为 m 的小圆环，圆环与水平状态的轻质弹簧一端连接，弹簧的另一端连接在墙上，并且处于原长状态，现让圆环由静止开始下滑，已知弹簧原长为 L，圆环下滑到最大距离时弹簧的长度变为 2L(未超过弹性限度)，则在圆环下滑到最大距离的过程中



A.圆环的机械能守恒

B.弹簧弹性势能变化了 $\sqrt{3}mgL$

C.圆环下滑到最大距离时，所受合力为零

D.圆环重力势能与弹簧弹性势能之和保持不变

【答案】B

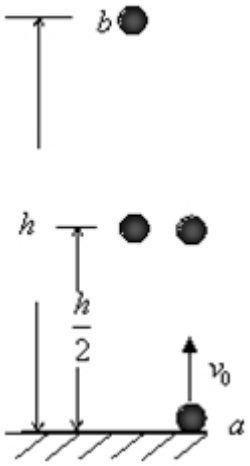
【解析】圆环在下滑过程中，弹簧对其做负功，故圆环机械能减小 ，选项 A 错误；

圆环下滑到最大的距离时，由几何关系可知，圆环下滑的距离为$\sqrt{3}L$，圆环的速度为零，由能量守恒定律可知，弹簧弹性势能增加量等于圆环重力势能的减小量，为$\sqrt{3}L$ mg，故选项 B 正确；

圆环下滑过程中，所受合力为零时，加速度为零，速度最大，而下滑至最大距离时，物体速度为零，加速度不为零，所以选项 C 错误；

在下滑过程中，圆环的机械能与弹簧弹性势能之和保持不变，即系统机械有狩恒，所以选项 D 错误。

49.(2011·山东卷)如图所示，将小球 a 从地面以初速度 v_0 竖直上抛的同时，将另一相同质量的小球 b 从距地面 h 处由静止释放，两球恰在$\frac{h}{2}$ 处相遇(不计空气阻力)。则



A.两球同时落地

B.相遇时两球速度大小相等

C.从开始运动到相遇，球a 动能的减少量等于球b动能的增加量

D.相遇后的任意时刻，重力对球a 做功功率和对球b做功功率相等

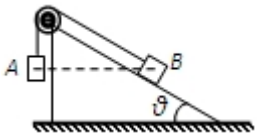
【答案】C

【解析】由于两球运动时机械能守恒，两球恰在$\frac{h}{2}$处相遇，从开始运动到相遇，球 a 动能的减少量等于球 b 动能的增加量，选项 C 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】机械能守恒

50.(2012·福建卷·T17)如图，表面光滑的固定斜面顶端安装一定滑轮，小物块 A、B 用轻绳连接并跨过滑轮(不计滑轮的质量和摩擦)。初始时刻，A、B 处于同一高度并恰好静止状态。剪断轻绳后 A 下落、B 沿斜面下滑，则从剪断轻绳到物块着地，两物块



A.速率的变化量不同

B.机械能的变化量不同

C.重力势能的变化量相同

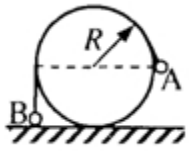
D.重力做功的平均功率相同

【答案】D

【解析】： 由平衡知识可知 $m_A g = m_B g \sin\theta$ 则两者质量不等 所以重力势能变化量不等答案 BC 错，由机械能守恒可知两物块落地时速度 $v = \sqrt{2gh}$ 大小相等，所以 A 错，再由功率 $p_A = m_A g v$ 和 $p_B = m_B g v \sin\theta$ 可知重力的瞬时功率相等; 答案 D 正确。

【考点定位】：物体的平衡，机械能守恒定律及瞬时功率等，偏难。

51.(2012·上海卷)如图，可视为质点的小球 A、B 用不可伸长的细软轻线连接，跨过固定在地面上、半径为 R 的光滑圆柱，A 的质量为 B 的两倍。当 B 位于地面时，A 恰与圆柱轴心等高。将 A 由静止释放，B 上升的最大高度是 ( )



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.2R　　B.5R/3　　C.4R/3　　D.2R/3

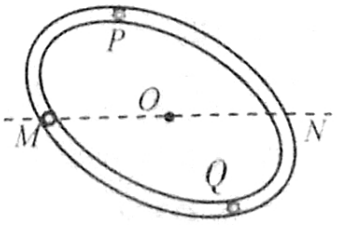
【答案】C

【解析】当 A 下落至地面时，B 恰好上升到与圆心等高位置，这个过程中机械能守恒，即：$2mgR-mgR=\frac{1}{2}\times 3mv^2$，接下来，B 物体做竖直上抛运动，再上升的高度 $h=\frac{v^2}{2g}$，两式联立得 $h=\frac{R}{3}$

这样 B 上升的最大高度 $H=h+R=4R/3$。

【考点定位】本题考查机械能守恒定律、竖直上抛运动等相关知识

52.(2014·安徽卷)如图所示，有一内壁光滑的闭合椭圆形管道，置于竖直平面内，MN 是通过椭圆中心 O 点的水平线。已知一小球从 M 点出发，初速率为 v_0，沿管道 MPN 运动，到 N 点的速率为 v_1，所需时间为 t_1；若该小球仍由 M 点以出速率 v_0 出发，而沿管道 MQN 运动，到 N 点的速率为 v_2，所需时间为 t_2。则

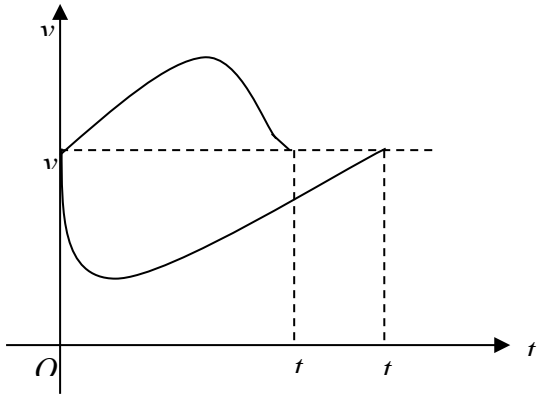


A.$v_1=v_2$，$t_1>t_2$　B. $v_1<v_2$，$t_1>t_2$　C. $v_1=v_2$，$t_1<t_2$　D. $v_1<v_2$，$t_1<t_2$

【答案】A

【解析】小球在运动过程中机械能守恒，故两次到达 N 点的速度大小相同，且均等于初速度，即 $v_1=v_2=v_0$；两小球的运动过程分别为先加速后减速和先减速后加速，定性做出小球运动的速率—时间图象如下图：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



则图线与坐标轴所围成的面积表示小球的运动路程，小球两次的路程相等，故两次图线与坐标轴所围面积相同，由图可知，$t_1 > t_2$，A 正确。

【考点定位】机械能守恒定律、运动的图象

53.(2014·新课标全国卷Ⅱ·T15)取水平地面为重力势能零点。一物块从某一高度水平抛出，在抛出点其动能与重力势能恰好相等。不计空气阻力，该物块落地时的速度方向与水平方向的夹角为(　　)

A.$\frac{\pi}{6}$　　B.$\frac{\pi}{4}$　　C.$\frac{\pi}{3}$　　D.$\frac{5\pi}{12}$

【答案】B

【解析】建立平抛运动模型，设物体水平抛出的初速度为 v_0，抛出时的高度为 h。根据题意，由 $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$，有 $v_0 = \sqrt{2gh}$；由于竖直方向物体做自由落体运动，则落地的竖直速度 $v_y = \sqrt{2gh}$。所以落地时速度方向与水平方向的夹角 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{2gh}} = 1$，则 $\theta = \frac{\pi}{4}$，选项 B 正确。

【解题点拨】切忌在竖直方向使用动能定理，因为动能定理是一个标量式。

【考点定位】平抛运动的规律；机械能守恒定律。

54.(2011·辽宁卷)一蹦极运动员身系弹性蹦极绳从水面上方的高台下落，到最低点时距水面还有数米距离。假定空气阻力可忽略，运动员可视为质点，下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.运动员到达最低点前重力势能始终减小

B.蹦极绳张紧后的下落过程中，弹性力做负功，弹性势能增加

C.蹦极过程中，运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒

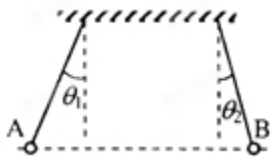
D.蹦极过程中，重力势能的改变与重力势能零点的选取有关

【答案】ABC

【解析】在运动的过程中，运动员一直下降，则重力势能减小.故 A 正确；蹦极绳张紧后的下落过程中，弹性力做负功，弹性势能增加.故 B 正确；蹦极的过程中，系统只有重力做功，所以运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒，故 C 正确；重力势能的变化量与零势能点的选取无关.故 D 错误

【考点定位】机械能守恒

55.(2012·上海卷)如图，质量分别为 m_A 和 m_B 的两小球带有同种电荷，电荷量分别为 q_A 和 q_B，用绝缘细线悬挂在天花板上。平衡时，两小球恰处于同一水平位置，细线与竖直方向间夹角分别为 θ_1 与 $\theta_2(\theta_1>\theta_2)$。两小球突然失去各自所带电荷后开始摆动，最大速度分别 v_A 和 v_B，最大动能分别为 E_{kA} 和 E_{kB}。则(　　)



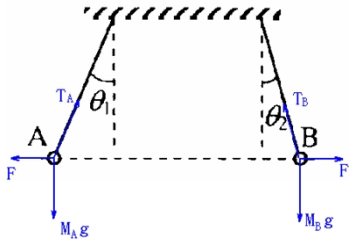
A.m_A 一定小于 m_B　　B.q_A 一定大于 q_B

C.v_A 一定大于 v_B　　D.E_{kA} 一定大于 E_{kB}

【答案】ACD

【解析】分别对 A、B 进行受力分析，如图所示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



两球间的库仑斥力是作用力与反作用力总是大小相等，与带电量的大小无关，因此 B 选项不对，对于 A 球：$T_A \sin\theta_1 = F$，$T_A \cos\theta_1 = M_A g$

对于 B 球：$T_B \sin\theta_2 = F$，$T_B \cos\theta_2 = M_B g$

联立得：F=$M_A g \tan\theta_1 = M_B g \tan\theta_2$，又 $\theta_1 > \theta_2$ 可以得出:$m_A < m_B$，A 选项正确；

在两球下摆的过程中根据机械能守恒：$M_A g L_A(1-\cos\theta_1) = \frac{1}{2} M_A v_A^2$，可得：

$v_A = \sqrt{2gL_A(1-\cos\theta_1)}$

$M_B g L_B(1-\cos\theta_2) = \frac{1}{2} M_B v_B^2$，可得：$v_B = \sqrt{2gL_B(1-\cos\theta_2)}$

开始 A、B 两球在同一水平面上，$L_A \cos\theta_1 = L_B \cos\theta_2$

由于 $\theta_1 > \theta_2$ 可以得出: $L_A > L_B$

这样代入后可知：$v_A > v_B$，C 选项正确。

A 到达最低点的动能：

$$\frac{1}{2} M_A v_A^2 = M_A g L_A(1-\cos\theta_1) = \frac{F}{\tan\theta_1} L_A(1-\cos\theta_1) = FL_A \cos\theta_1 \frac{1-\cos\theta_1}{\sin\theta_1} = FL_A \cos\theta_1 \tan\frac{\theta_1}{2}$$

B 到达最低点的动能：

$$\frac{1}{2} M_B v_B^2 = M_B g L_B(1-\cos\theta_2) = \frac{F}{\tan\theta_2} L_B(1-\cos\theta_2) = FL_B \cos\theta_2 \frac{1-\cos\theta_2}{\sin\theta_2} = FL_B \cos\theta_2 \tan\frac{\theta_2}{2}$$

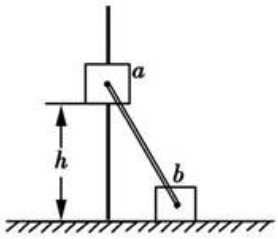
由于 $\theta_1 > \theta_2$ 可知，$\tan\frac{\theta_1}{2} > \tan\frac{\theta_2}{2}$，又：$L_A \cos\theta_1 = L_B \cos\theta_2$，可得：$\frac{1}{2} M_A v_A^2 > \frac{1}{2} M_B v_B^2$

因此 D 也正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查机械能守恒、库仑定律等相关知识

56.(2015·全国新课标Ⅱ·21)如图，滑块 a、b 的质量均为 m，a 套在固定直杆上，与光滑水平地面相距 h，b 放在地面上，a、b 通过铰链用刚性轻杆连接。不计摩擦，a、b 可视为质点，重力加速度大小为 g。则



A.a 落地前，轻杆对 b 一直做正功

B.a 落地时速度大小为$\sqrt{2gh}$

C.a 下落过程中，其加速度大小始终不大于 g

D.a 落地前，当 a 的机械能最小时，b 对地面的压力大小为 mg

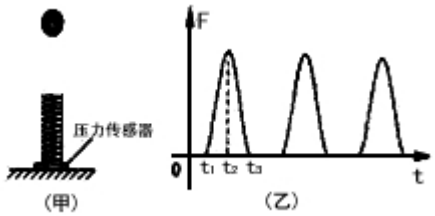
【答案】BD

【解析】当 a 物体刚释放时，两者的速度都为 0，当 a 物体落地时，没杆的分速度为 0，由机械能守恒定律可知，a 落地时速度大小为$v_a=\sqrt{2gh}$ 故 B 正确；b 物体的速度也是为 0，所以轻杆对 b 先做正功，后做负功，故 A 错误；a 落地前，当 a 的机械能最小时，b 的速度最大，此时杆对 b 作用力为 0，这时，b 对地面的压力大小为 mg，a 的加速度为 g，故 C 错误，D 正确。

【考点定位】机械能守恒定律；运动的合成与分解

57.(2010·福建卷·T17)如图(甲)所示，质量不计的弹簧竖直固定在水平面上，t=0 时刻，将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放，小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点，然后又被弹起离开弹簧，上升到一定高度后再下落，如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器，测出这一过程弹簧弹力F 随时间t 变化的图像如图(乙)如示，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.t_1时刻小球动能最大

B.t_2 时刻小球动能最大

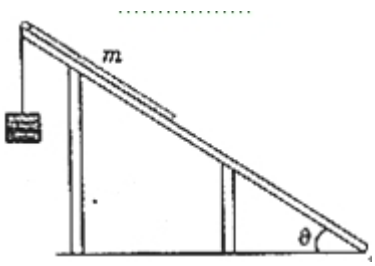
C.t_2 ～t_3 这段时间内，小球的动能先增加后减少

D.t_2 ～t_3 这段时间内，小球增加的动能等于弹簧减少的弹性势能

【答案】C

【解析】由题意和图象知 t_1 时刻物体与弹簧接触，弹簧弹力为零。 t_2 时刻弹簧弹力最大，小球压缩弹簧至最低点。t_1 到 t_2 的过程，小球开始时重力大于弹力，小球做加速度减小的加速运动，当重力等于弹力时，速度最大动能最大，此后弹力大于重力，小球做加速度增大的减速运动，t_2 时刻小球运动到最低点，速度为零。同理 t_2 到 t_3 过程中小球先做加速后减速，动能先增加后减小，由机械能守恒可知，减少的弹性势能转化为小球的重力势能和动能，故正确的选项为 C。

58.(2010·山东卷·T22)如图所示，倾角 θ＝30°的粗糙斜面固定在地面上，长为 l、质量为 m、粗细均匀、质量分布均匀的软绳至于斜面上，其上端与斜面顶端齐平。用细线将物块与软绳连接，物块由静止释放后向下运动，直到软绳刚好全部离开斜面(此时物块未到达地面)，在此过程中



A.物块的机械能逐渐增加

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.软绳重力势能共减少了$\frac{1}{4}mgl$

C.物块重力势能的减少等于软绳摩擦力所做的功

D.软绳重力势能的减少小于其动能增加与客服摩擦力所做功之和

【答案】BD

【解析】

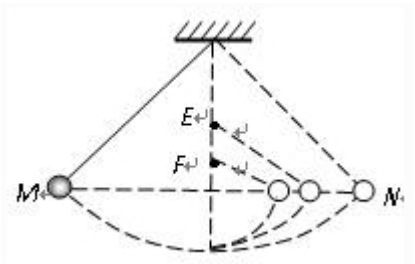
A.因物块受细线的拉力做负功，所以物块的机械能逐渐减小，A 错误；

B.软绳重力势能共减少$mg(-\frac{1}{2}l\sin\theta-\frac{1}{2}l)=\frac{1}{4}mgl$，B 正确；

C.物块和软绳组成的系统受重力和摩擦力，重力做功(包括物块和软绳)减去软绳摩擦力所做的功等于系统(包括物块和软绳)动能的增加，设物块质量为 M，即$W_M+W_m-W_f=\Delta E_{KM}+\Delta E_{Km}$，物块重力势能的减少等于 W_M，所以 C 错误；

D.对软绳，$W_m-W_f+W_F=\Delta E_{Km}$，F 表示细线对软绳的拉力，软绳重力势能的减少等于 W_m，小于其动能增加与克服摩擦力所做功之和，D 正确。

59.(2010·安徽卷·T14)伽利略曾设计如图所示的一个实验，将摆球拉至 M 点放开，摆球会达到同一水平高度上的 N 点。如果在 E 或 F 处钉子，摆球将沿不同的圆弧达到同一高度的对应点；反过来，如果让摆球从这些点下落，它同样会达到原水平高度上的 M 点。这个实验可以说明，物体由静止开始沿不同倾角的光滑斜面(或弧线)下滑时，其末速度的大小



A.只与斜面的倾角有关

B.只与斜面的长度有关

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.只与下滑的高度有关

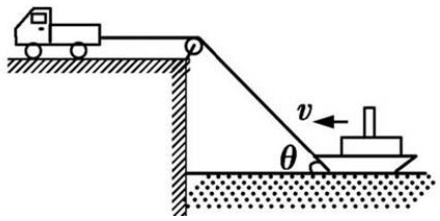
D.只与物体的质量有关

【答案】C

【解析】本题涉及的知识点是能量守恒，考查考生的根据事实分析推理的能力。从图中很明显地可以看出右侧弧线的倾角与长度不同，只是距最低点的高度相同，但最后都能到达同一高度，根据能量守恒说明在最低点速度大小者相同。A、B 项错，C 项正确；实验即使换一个小球结果也是如此，故 D 项错。

非选择题：

60.(2015·上海卷·T23)如图，汽车在平直路面上匀速运动，用跨过光滑定滑轮的轻绳牵引轮船，汽车与滑轮间的绳保持水平。当牵引轮船的绳与水平方向成θ角时，轮船速度为 v，绳的拉力对船做功的功率为 P，此时绳对船的拉力为_____。若汽车还受到恒定阻力 f，则汽车发动机的输出功率为_____。



【答案】$\frac{P}{v\cos\theta}$；$fv\cos\theta+P$

【解析】由功率公式：$P=Fv\cos\alpha$；解得绳对船的拉力$F_T=\frac{P}{v\cos\theta}$；此时汽车的速度$v_{汽}=v_{船}\cos\theta$，所以，汽车匀速运动，所以汽车发动机的输出功率

$P_{出}=P_f+P_T=fv\cos\theta+P$。

【考点定位】功率；速度的合成与分解

【名师点睛】本题重点是掌握运动的合成与分解，功率的计算。重点理解：因为绳不可伸长，沿绳方向的速度大小相等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

61.(2011·浙江卷)节能混合动力车是一种可以利用汽油及所储存电能作为动力来源的汽车。有一质量 m=1000kg 的混合动力轿车，在平直公路上以 v_1=90km/h 匀速行驶，发动机的输出功率为 P=50kW。当驾驶员看到前方有 80km/h 的限速标志时，保持发动机功率不变，立即启动利用电磁阻尼带动的发电机工作给电池充电，使轿车做减速运动，运动 L=72m 后，速度变为 v_2=72km/h。此过程中发动机功率的$\frac{1}{5}$用于轿车的牵引，$\frac{4}{5}$用于供给发电机工作，发动机输送给发电机的能量最后有 50%转化为电池的电能。假设轿车在上述运动过程中所受阻力保持不变。求

(1)轿车以 90km/h 在平直公路上匀速行驶时，所受阻力 $F_{阻}$的大小；

(2)轿车从 90km/h 减速到 72km/h 过程中，获得的电能 $E_{电}$；

(3)轿车仅用其在上述减速过程中获得的电能 $E_{电}$维持 72km/h 匀速运动的距离 L’。

【答案】(1) $2\times10^3 N$ (2) $6.3\times10^4 J$ (3) $31.5m$

【解析】(1)汽车牵引力与输出功率的关系 $P=F_{牵}v$

将 $P=50kW$，$v_1=90km/h=25m/s$ 代入得 $F_{牵}=\frac{P}{v_1}=2\times10^3 N$

当轿车匀速行驶时，牵引力与阻力大小相等，有 $F_{阻}=2\times10^3 N$

(2)在减速过程中，注意到发动机只有$\frac{1}{5}$P 用于汽车的牵引，

根据动能定理有 $\frac{1}{5}Pt=F_{阻}L=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$，

代入数据得 Pt＝1.575×10^5J

电源获得的电能为 $E_{电}=0.5\times\frac{4}{5}Pt=6.3\times10^4 J$

(3)根据题设，轿车在平直公路上匀速行驶时受到的阴力仍为 $F_{阻}$=2×10^3N。此过程中，由能量转化及守恒定律可知，仅有电能用于克服阴力做功 $E_{电}=F_{阻}L'$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

代入数据得 L’=31.5m

【考点定位】动能定理，功和功率的计算

62.(2011·天津卷·T12)我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程，假设飞机在水平跑道上的滑跑是初速度为零的匀加速直线运动，当位移 $x=1.6\times10^3$ m 时才能达到起飞所要求的速度 v=80 m/s，已知飞机质量 $m=7.0\times10^4$ kg，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度取$g=10\,\mathrm{m/s^2}$，求飞机滑跑过程中

(1)加速度 a 的大小；

(2)牵引力的平均功率 P。

【答案】(1)$a=2\mathrm{m/s^2}$(2)$P=8.4\times10^6$ W

【解析】试题分析：飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，结合速度位移公式求解加速度；对飞机受力分析，结合牛顿第二定律，以及 P=Fv 求解牵引力的平均功率；

(1)飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，有 $v^2=2ax$①，解得 $a=2\mathrm{m/s^2}$②

(2)设飞机滑跑受到的阻力为 $F_{阻}$，根据题意可得 $F_{阻}=0.1mg$③

设发动机的牵引力为 F，根据牛顿第二定律有 $F-F_{阻}=ma$④；

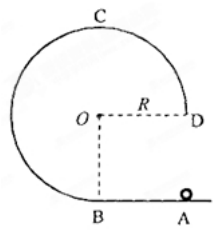
设飞机滑跑过程中的平均速度为$\bar{v}$，有$\bar{v}=\frac{v}{2}$⑤

在滑跑阶段，牵引力的平均功率$P=F\bar{v}$⑥，联立②③④⑤⑥得 $P=8.4\times10^6$W.

63.(2012·海南卷·T15)如图，在竖直平面内有一固定光滑轨道，其中 AB 是长为 R 的水平直轨道，BCD 是圆心为 O、半径为 R 的 3/4 圆弧轨道，两轨道相切于 B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点。在外力作用下，一小球从 A 点由静止开始做匀加速直线运动，到达 B 点时撤除外力。已知小球刚好能沿圆轨道经过最高点 C，重力加速度为 g。求：



(1)小球在 AB 段运动的加速度的大小；

(2)小球从 D 点运动到 A 点所用的时间。

【答案】$a=\frac{5}{2}g$，$t=(\sqrt{5}-\sqrt{3})\sqrt{\frac{R}{g}}$

【解析】(1)小滑块恰好通过最高点，则有：$mg=m\frac{v_C^{\ 2}}{R}$ 解得：$v_C=\sqrt{gR}$

从 B 到 C 的过程中运用动能定理得：$\frac{1}{2}mv_C^{\ 2}-\frac{1}{2}mv_B^{\ 2}=-mg\cdot 2R$ 解得：$v_B=\sqrt{5gR}$

根据位移速度公式得：$2aR=v_B^{\ 2}$

解得：$a=\frac{5}{2}g$

⑵设小球在 D 处的速度大小为 v_D，下落到 A 点时的速度大小为 v，

由机械能守恒有：$\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mv_D^2+mgR$ ⑥ $\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mv^2$ ⑦

设从 D 点运动到 A 点所用时间为 t，由运动学公式得：$gt=v-v_D$ ⑧

由④⑤⑥⑦⑧式得 $t=(\sqrt{5}-\sqrt{3})\sqrt{\frac{R}{g}}$ ⑨

64.(2018·北京卷)2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 h=10 m，C 是半径 R=20 m 圆弧的最低点，质量 m=60 kg 的运动

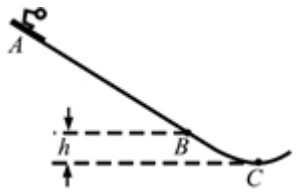
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a=4.5 m/s^2，到达 B 点时速度 v_B=30 m/s。取重力加速度 g=10 m/s^2。

(1)求长直助滑道 AB 的长度 L；

(2)求运动员在 AB 段所受合外力的冲量的 I 大小；

(3)若不计 BC 段的阻力，画出运动员经过 C 点时的受力图，并求其所受支持力 F_N 的大小。



【答案】(1)100 m(2)1 800 N · s(3)3 900 N

【解析】(1)已知 AB 段的初末速度，则利用运动学公式可以求解斜面的长度，即

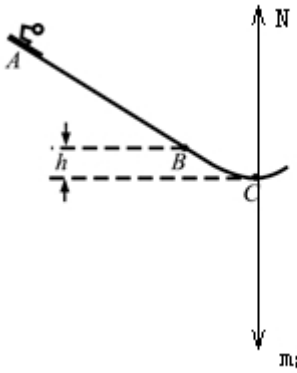
$$v^2 - v_0^2 = 2aL$$

可解得:$L = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = 100m$

(2)根据动量定理可知合外力的冲量等于动量的该变量所以

$$I = mv_B - 0 = 1800N \cdot s$$

(3)小球在最低点的受力如图所示



由牛顿第二定律可得：$N - mg = m\frac{v_C^2}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

从 B 运动到 C 由动能定理可知：

$$mgh=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$$

解得;$N=3900\text{N}$

故本题答案是：$(1)L=100m$ $(2)I=1800N\cdot s$ $(3)N=3900N$

点睛: 本题考查了动能定理和圆周运动，会利用动能定理求解最低点的速度，并利用牛顿第二定律求解最低点受到的支持力大小。

65.(2017·新课标Ⅰ卷)一质量为8.00×10^4 kg的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度1.60×10^5 m处以7.50×10^3 m/s的速度进入大气层，逐渐减慢至速度为100 m/s时下落到地面。取地面为重力势能零点，在飞船下落过程中，重力加速度可视为常量，大小取为9.8 m/s^2。(结果保留2位有效数字)

(1)分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能；

(2)求飞船从离地面高度600 m处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功，已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的2.0%。

【答案】(1)(1)4.0×10^8 J 2.4×10^{12} J (2)9.7×10^8 J

【解析】(1)飞船着地前瞬间的机械能为$E_0=\frac{1}{2}mv_0^2+0$①

式中，m和v_0分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得

$E_0=4.0\times10^8$ J②

设地面附近的重力加速度大小为g，飞船进入大气层时的机械能为

$E_h=\frac{1}{2}mv_h^2+mgh$③

式中，v_h是飞船在高度1.6×10^5 m处的速度大小。由③式和题给数据得

$E_h=2.4\times10^{12}$ J④

(2)飞船在高度h'=600 m处的机械能为$E_{h'}=\frac{1}{2}m(\frac{2.0}{100}v_h)^2+mgh'$⑤

由功能原理得$W = E_{h'} - E_0$⑥

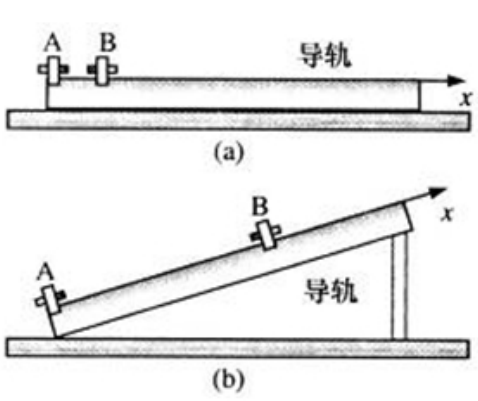
式中，W 是飞船从高度 600 m 处至着地瞬间的过程中克服阻力所做的功。由②⑤⑥式和题给数据得

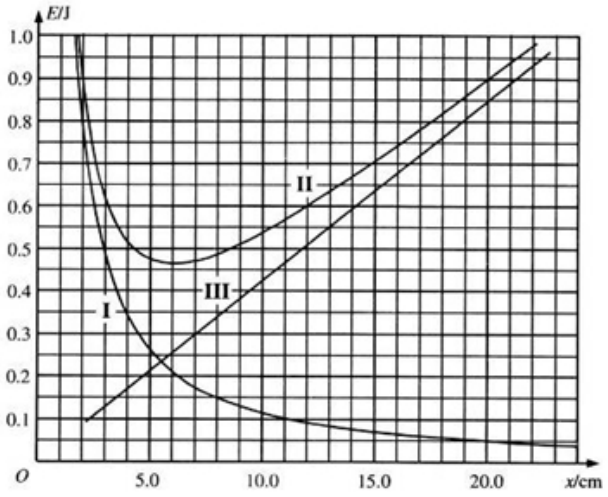
W=9.7×10^8 J⑦

【考点定位】机械能、动能定理

【名师点睛】本题主要考查机械能及动能定理，注意零势面的选择及第(2)问中要求的是克服阻力做功。

66.(2011·上海卷·T33)如图(a)，磁铁A、B的同名磁极相对放置，置于水平气垫导轨上。A固定于导轨左端，B的质量m=0.5kg，可在导轨上无摩擦滑动。将B在A附近某一位置由静止释放，由于能量守恒，可通过测量B在不同位置处的速度，得到B的势能随位置x的变化规律，见图(c)中曲线I。若将导轨右端抬高，使其与水平面成一定角度(如图(b)所示)，则B的总势能曲线如图(c)中II所示，将B在$x = 20.0cm$处由静止释放，求：(解答时必须写出必要的推断说明。取$g = 9.8m/s^2$)





(1)B在运动过程中动能最大的位置；

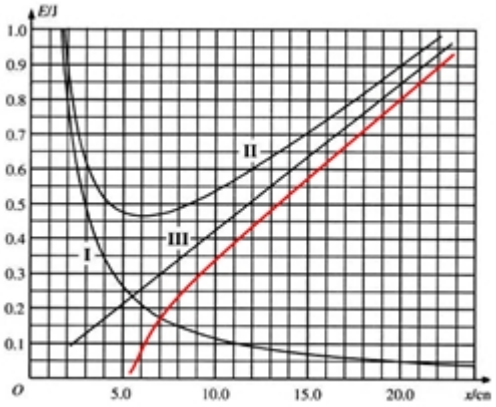
(2)运动过程中B的最大速度和最大位移。

(3)图(c)中直线III为曲线II的渐近线，求导轨的倾角。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)若A、B异名磁极相对放置，导轨的倾角不变，在图(c)上画出B的总势能随x的变化曲线.

【答案】(1)6.1(cm)(在 5.9～6.3cm 间均视为正确)(2)1.31m/s (v_m 在 1.29～1.33 m / s 间均视为正确)，18.0cm (△x 在 17.9~18.1cm 间均视为正确)(3)59.7^0(θ 在 59°～61°间均视为正确)(4)如图所示



【解析】(1)势能最小处动能最大由图线 II 得 x=6.1cm(在 5.9～6.3cm 间均视为正确)

故 B 在运动过程中动能最大的位置为 x=6.1cm.

(2)由图读得释放处(x=20.0cm 处)势能 E_p=0.90J，此即 B 的总能量.由于运动中总能量守恒，因此在势能最小处动能最大，由图象得最小势能为 0.47J，则最大动能为 $E_{km}=0.9-0.47=0.43$ J

(E_{km} 在 0.42～0.44J 间均视为正确)

最大速度为 $v_m=\sqrt{\frac{2E_{km}}{m}}=\sqrt{\frac{2\times0.43}{0.5}}=1.31(m/s)$ (v_m 在 1.29～1.33 m/s 间均视为正确)，x=20.0cm 处的总能量为 0.90J，最大位移由 E=0.90J 的水平直线与曲线 II 的左侧交点确定，由图中读出(左侧)交点位置为 x=2.0cm，因此，最大位移△x=20.0－2.0=18.0cm(△x 在 17.9～18.1cm 间均视为正确)

故运动过程中 B 的最大速度为 1.31m/s，最大位移为 18.0cm.

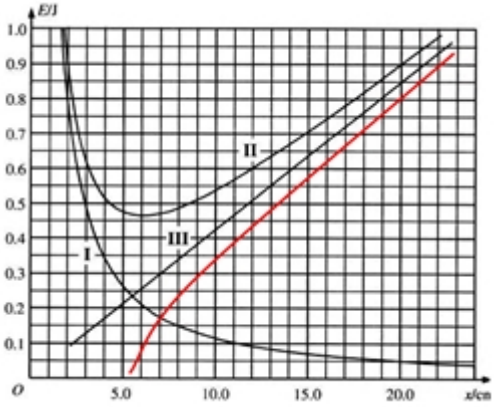
(3)渐近线 III 表示 B 的重力势能随位置变化关系，即 $E_{Pg}=mgxsin\theta=kx$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\therefore sin\theta=\frac{k}{mg}$，由图读出直线斜率 $k=\frac{0.85-0.30}{20.0-7.0}=4.23\times10^{-2}\left(J/cm\right)$

$\theta=sin^{-1}(\frac{k\times10^2}{mg})=sin^{-1}\frac{4.23}{0.5\times9.8}$=59.7°(θ 在 59°～61°间均视为正确)故导轨的倾角为 59.7^0。

(4)若异名磁极相对放置，A，B 间相互作用势能为负值，总势能如图中红线所示，



【考点定位】能量守恒定律

67.(2012·四川卷)四川省“十二五”水利发展规划指出，若按现有供水能力测算，我省供水缺口极大，蓄引提水是目前解决供水问题的重要手段之一。某地要把河水抽高 20m，进入蓄水池，用一台电动机通过传动效率为 80%的皮带，带动效率为 60%的离心水泵工作。工作电压为 380V，此时输入电动机的电功率为 19kW，电动机的内阻为 0.4Ω。已知水的密度为 $1\times10^3kg/m^3$，重力加速度取 $10m/s^2$。求：

(1)电动机内阻消耗的热功率；

(2)将蓄水池蓄水 $864m^3$ 的水需要的时间(不计进、出水口的水流速度)。

【答案】(l)$P_r=1\times10^3W$；(2)$t=2\times10^4s$

【解析】(l)设电动机的电功率为 P，则 P=UI

设电动机内阻 r 上消耗的热功率为 P_r，则 $P_r=I^2r$

代入数据解得 $P_r=1\times10^3W$

(2)设蓄水总质量为 M，所用抽水时间为 t.已知抽水高度为 h，容积为 V，水的密度为 ρ，则 M=ρV

设质量为 M 的河水增加的重力势能为 ΔEp，则 $\Delta E_p=Mgh$

设电动机的输出功率为 P_0，则 $P_0=P-P_r$

根据能量守恒定律得 $P_0t\times60\%\times80\%=\Delta E_p$

代人数据解得 $t=2\times10^4s$。

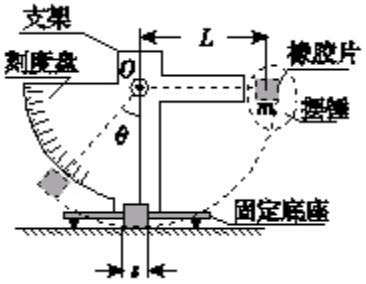
【考点定位】本题考查电功率、热功率、能量守恒定律及其相关知识

68.(2012·重庆卷)如图所示为一种摆式摩擦因数测量仪，可测量轮胎与地面间动摩擦因数，基主要部件有：底部固定有轮胎橡胶片的摆锤和连接摆锤的轻质细杆。摆锤的质量为 m，细杆可绕轴 O 在竖直平面内自由转动，摆锤重心到 O 点距离为 L。测量时，测量仪固定于水平地面，将摆锤从与 O 等高的位置处静止释放。摆锤到最低点附近时，橡胶片紧压地面擦过一小段距离 s(s<L)，之后继续摆至与竖直方向成 θ 角的最高位置。若摆锤对地面的压力可视为大小为 F 的恒力，重力加速度为 g，求

(1)摆锤在上述过程中损失的机械能；

(2)在上述过程中摩擦力对摆锤所做的功；

(3)橡胶片与地面之间的动摩擦因数。



【答案】(1) $mgLcos\theta$；(2) $W_f=-mgLcos\theta$；(3) $\mu=\frac{mgLcos\theta}{Fs}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)摆锤在上述过程中动能变化为零，重力势能减小，损失的机械能为减小的重力势能。所以摆锤在上述过程中减小的重力势能为 $mgh = mgLcos\theta$ 。所以损失的机械能是 $mgLcos\theta$ ；

(2)上述过程中 $\Delta E = -mgLcos\theta$ ，根据除了重力以外的力做功量度机械能的变化得在上述过程中摩擦力对摆锤所做的功 $W_f = -mgLcos\theta$ 。

(3)摆锤对地面的压力可视为大小为 F 的恒力，所以摩擦力 $f = \mu F$ ，

$W_f = -mgLcos\theta = -\mu Fs$ ， $\mu = \frac{mgLcos\theta}{Fs}$ 。

【考点定位】本题考查功和能之间的关系及其相关知识

69.(2013·北京卷·T23)蹦床比赛分成预备运动和比赛动作。最初，运动员静止站在蹦床上在预备运动阶段，他经过若干次蹦跳，逐渐增加上升高度，最终达到完成比赛动作所需的高度；此后，进入比赛动作阶段。

把蹦床简化为一个竖直放置的轻弹簧，弹力大小 F=kx (x 为床面下沉的距离，k 为常量)。质量 m=50kg 的运动员静止站在蹦床上，床面下沉 x_0=0.10m；在预备运动中，假设运动员所做的总共 W 全部用于其机械能；在比赛动作中，把该运动员视作质点，其每次离开床面做竖直上抛运动的腾空时间均为△t=2.0s，设运动员每次落下使床面压缩的最大深度均为 x_1。取重力加速度 g=10m/s^2，忽略空气阻力的影响。

(1)求常量 k，并在图中画出弹力 F 随 x 变化的示意图；

(2)求在比赛动作中，运动员离开床面后上升的最大高度 h_m；

(3)借助 F－x 图像可以确定弹性做功的规律，在此基础上，求 x_1 和 W 的值

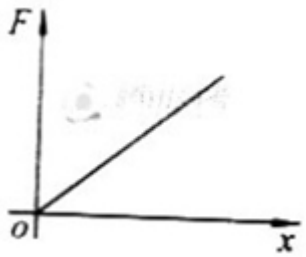
【答案】(1)k=5000N/m (2)5m (3)W=2525J

【解析】(1)床面下沉 $x_0 = 0.1\text{m}$ 时，运动员受力平衡，

有 $mg = kx_0$ ，解得 $k = \frac{mg}{x_0} = 5\times10^3\ \text{N/m}$,

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

F-x 图线如图所示。



(2)运动员从 x=0 处离开床面，开始腾空，由运动的对称性知其上升、下落的时间相等，

$h_m=\frac{1}{2}g(\frac{\Delta t}{2})^2$，解得 $h_m=5.0\text{m}$。

(3)参照由速度时间图线求位移的方法可知 F-x 图线下的面积等于弹力做的功，从 x 处到 x=0 处，弹力做的功 $W_T=\frac{1}{2}xkx=\frac{1}{2}kx^2$，

运动员从 x_1 处上升到最大高度 h_m 的过程，根据动能定理可得

$\frac{1}{2}kx_1^2-mg(x_1+h_m)=0$，解得 x_1=1.1m

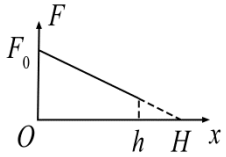
对整个预备运动过程分析，由题设条件以及功和能的关系，有

$W+\frac{1}{2}kx_0^2=mg(x_0+h_m)$

解得 W=2525J.

【考点定位】机械能守恒定律，功和能的关系

70.(2016·上海卷·T25)地面上物体在变力 F 作用下由静止开始竖直向上运动，力 F 随高度 x 的变化关系如图所示，物体能上升的最大高度为 h，h<H。当物体加速度最大时其高度为_____，加速度的最大值为_____。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】0 或 h；$\frac{gh}{2H-h}$

【解析】据题意，从图可以看出力 F 是均匀减小的，可以得出力 F 随高度 x 的变化关系：$F=F_0-kx$，而 $k=\frac{F_0}{H}$，可以计算出物体到达 h 处时力 $F=F_0-\frac{F_0}{H}h$；物体从地面到 h 处的过程中，力 F 做正功，重力 G 做负功，由动能定理可得：$\bar{F}h=mgh$，而 $\bar{F}=\frac{F_0+F}{2}=F_0-\frac{F_0}{2H}h$，可以计算出：$F_0=\frac{2mgH}{2H-h}$，则物体在初位置加速度为：$F_0-mg=ma$，计算得：$a=\frac{gh}{2H-h}$；当物体运动到 h 处时，加速度为：$mg-F=ma$，而 $F=\frac{2mgH}{2H-h}-\frac{2mgh}{2H-h}$，计算处理得：$a=\frac{gh}{2H-h}$，即加速度最大的位置是 0 或 h 处。

【考点定位】动能定理、牛顿第二定律

【方法技巧】首先结合图像分析物体从静止上升过程中加速度最大的位置，再通过图像找出变力 F 与高度 x 的关系 $F=F_0-kx$，通过动能定理计算出变力，最后根据牛顿第二定律计算加速度。

71.(2011上海卷)如图，在竖直向下，场强为E的匀强电场中，长为l的绝缘轻杆可绕固定轴O在竖直面内无摩擦转动，两个小球A、B固定于杆的两端，A、B的质量分别为m_1和m_2($m_1<m_2$)，A带负电，电量为q_1，B带正电，电量为q_2.杆从静止开始由水平位置转到竖直位置，在此过程中电场力做功_____，在竖直位置处两球的总动能_____。

【答案】$\frac{(q_1+q_2)El}{2}$、$\frac{1}{2}\left[(q_1+q_2)E+(m_2-m_1)g\right]l$

【解析】因为杆及 AB 受力的合力矩为顺时针，所以系统沿顺时针转动到竖直位置，电场力对 A 和 B 都做正功，电场力对 A、B 做总功为：$W=Eq_1\times\frac{l}{2}+Eq_2\times\frac{l}{2}=\frac{(q_1+q_2)El}{2}$.在此过程中重力对 A 做正功，对 B 做负功，设两球总动能为 E_k，由用动能定理得：$\frac{1}{2}(m_2-m_1)gl+\frac{1}{2}(q_1+q_2)El=E_k-0$

所以两球总动能为：$\frac{1}{2}\left[(q_1+q_2)E+(m_2-m_1)g\right]l$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】功，动能定理

72.(2012·北京卷·T23)摩天大楼中一部直通高层的客运电梯，行程超过百米.电梯的简化模型如图 1 所示.考虑安全、舒适、省时等因素，电梯的加速度 a 是随时间 t 变化的，已知电梯在 t=0 时由静止开始上升，a—t 图像如图 2 所示.电梯总质量 m=2.0×10³kg.忽略一切阻力，重力加速度 g 取 10m/s².

(1)求电梯在上升过程中受到的最大拉力 F_1 和最小拉力 F_2；

(2)类比是一种常用的研究方法.对于直线运动，教科书中讲解了由 υ—t 图像求位移的方法.请你借鉴此方法，对比加速度和速度的定义，根据图 2 所示 a—t 图像，求电梯在第 1s 内的速度改变量 $\Delta\upsilon_1$ 和第 2s 末的速率 υ_2；

(3)求电梯以最大速率上升时，拉力做功的功率 P；再求在 0—11s 时间内，拉力和重力对电梯所做的总功 W.

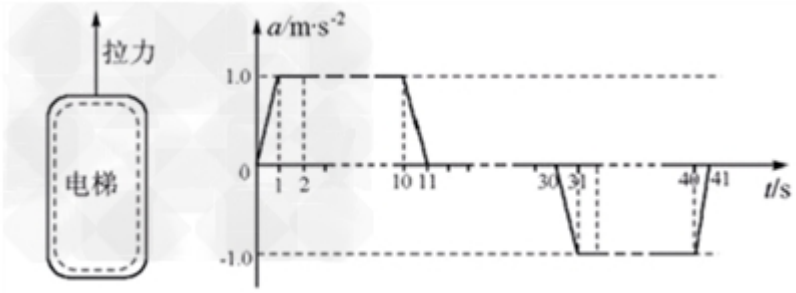


图1　　图2

【答案】(1) $F_1 = 2.2\times10^4 N$，　$F_2 = 1.8\times10^4 N$；

(2) $v_2 = 1.5m/s$；(3) $W = 1.0\times10^5 J$

【解析】；(1)由牛顿第二定律，有 $F - mg = ma$，由 a—t 图象可知，F_1 和 F_2 对应的加速度分别是 $a_1 = 1.0m/s^2$，$a_2 = -1.0m/s^2$，则：

$$F_1 = m(g + a_1) = 2.0\times10^3 \times(10+1.0)\ N = 2.2\times10^4 N$$

$$F_2 = m(g + a_2) = 2.0\times10^3 \times(10-1.0)\ N = 1.8\times10^4 N$$

(2)通过类比可得，电梯的速度变化量等于第 1s 内 a—t 图线下的面积。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

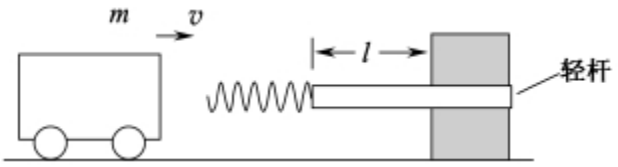
$\Delta v_1 = 0.50m/s$，同理可得，$\Delta v_2 = v_2 - v_0 = 1.5m/s$，$v_0 = 0$，第 2s 末的速率 $v_2 = 1.5m/s$ (3)由 a—t 图象可知，$11s$~$30s$ 内速率最大，其值等于 0~11s 内 a—t 图线下的面积，有 $v_m = 10m/s$，此时电梯做匀速运动，拉力 F 等于重力 mg，所求功率：

$$P = Fv_m = mg \bullet v_m = 2.0\times10^3 \times10\times10W = 2.0\times10^5 W$$

由动能定理，总功 $W = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mv_m^{\ 2} - 0 = \frac{1}{2}\times2.0\times10^3\times10^2 J = 1.0\times10^5 J$。

【考点定位】本题考查了牛顿第二定律和动能定理相关知识

73.(2012·江苏卷)某缓冲装置的理想模型如图所示，劲度系数足够大的轻质弹簧与轻杆相连，轻杆可在固定的槽内移动，与槽间的滑动摩擦力恒为 f。轻杆向右移动不超过 l 时，装置可安全工作。一质量为 m 的小车若以速度 v_0 撞击弹簧，将导致轻杆向右移动 l/4。轻杆与槽间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，且不计小车与地面的摩擦.



(1)若弹簧的劲度系数为 k，求轻杆开始移动时，弹簧的压缩量 x；

(2)求为使装置安全工作，允许该小车撞击的最大速度v_m；

(3)讨论在装置安全工作时，该小车弹回速度v'和撞击速度v的关系.

【答案】(1) $x = f/k$ (2) $v_m = \sqrt{v_o^{\ 2} + \frac{3fl}{2m}}$

(3)当 $v < \sqrt{v_0^{\ 2} - \frac{fl}{2m}}$ 时，$v' = v$，当 $\sqrt{v_0^{\ 2} - \frac{fl}{2m}} \le v \le \sqrt{v_0^{\ 2} + \frac{3fl}{2m}}$ 时，$v' = \sqrt{v_0^{\ 2} - \frac{fl}{2m}}$

【解析】(1)轻杆开始移动时，弹簧的弹力 $F = kx$ ①

且 $F = f$ ②

解得 $x = f/k$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设轻杆移动前小车对弹簧所做的功为W，则小车从撞击到停止的过程

中动能定理：$-f\frac{l}{4}-W=0-\frac{1}{2}mv_0^2$ ④

同理，小车以v_m撞击弹簧时 $-fl-W=0-\frac{1}{2}mv_m^2$ ⑤[

解得 $v_m=\sqrt{v_0^2+\frac{3fl}{2m}}$ ⑥

(3)设轻杆恰好移动时，小车撞击速度为v_1 则$\frac{1}{2}mv_1^2=W$ ⑦

由④⑦解得$v_1=\sqrt{{v_0}^2-\frac{fl}{2m}}$

当$v<\sqrt{{v_0}^2-\frac{fl}{2m}}$时，$v'=v$，

当$\sqrt{{v_0}^2-\frac{fl}{2m}}\le v\le\sqrt{{v_0}^2+\frac{3fl}{2m}}$时，$v'=\sqrt{{v_0}^2-\frac{fl}{2m}}$

【考点定位】本题考查动能定理及其相关知识

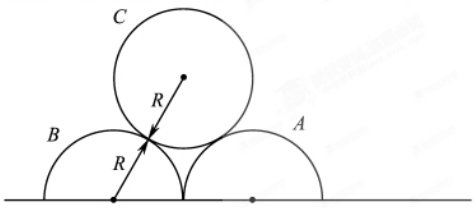
74.(2017·江苏卷·T14)如图所示，两个半圆柱 A、B 紧靠着静置于水平地面上，其上有一光滑圆柱 C，三者半径均为 R.C 的质量为 m，A、B 的质量都为$\frac{m}{2}$，与地面的动摩擦因数均为 μ.现用水平向右的力拉 A，使 A 缓慢移动，直至 C 恰好降到地面.整个过程中 B 保持静止.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g.求：

(1)未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小 F；

(2)动摩擦因数的最小值 μ_{min}；

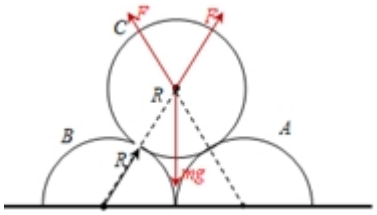
(3)A 移动的整个过程中，拉力做的功 W.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



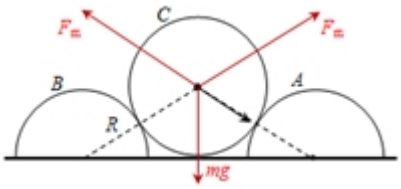
【答案】(1) $F=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ (2) $\mu_{min}=\frac{\sqrt{3}}{2}$ (3) $W=(2\mu-1)(\sqrt{3}-1)mgR$

(1)对 C 受力平衡，如图所示根据平衡条件可得：2Fcos30°=mg，



解得 C 受到 B 作用力的大小为： $F=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；

(2)C 恰好降落到地面时，B 对 C 支持力最大为 F_m，如图所示，



则根据力的平衡可得：$2F_m\cos60°=mg$，

解得：$F_m=mg$；

所以最大静摩擦力至少为： $f_m=F_m cos30°=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ ，

B 对的地面的压力为： $F_N=m_Bg+\frac{1}{2}m_Cg=mg$

B 受地面的摩擦力为：f=μmg，

根据题意有：$f_m=f$，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得：$\mu=\frac{\sqrt{3}}{2}$，所以动摩擦因数的最小值为：$\mu_{min}=\frac{\sqrt{3}}{2}$

(3)C 下降的高度为：$h=(\sqrt{3}-1)R$，A 的位移为：$x=2(\sqrt{3}-1)R$，

摩擦力做功的大小为：$W_f=f_x=2(\sqrt{3}-1)\mu mgR$，

整体根据动能定理有：$W-W_f+mgh=0$，解得：$W=(2\mu-1)(\sqrt{3}-1)mgR$。

【考点定位】物体的平衡 动能定理

【名师点睛】本题的重点的 C 恰好降落到地面时，B 物体受力的临界状态的分析，此为解决第二问的关键，也是本题分析的难点.

75.(2018·新课标 I 卷)一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空，当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E，且均沿竖直方向运动。爆炸时间极短，重力加速度大小为 g，不计空气阻力和火药的质量，求

(1)烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；

(2)爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度

【答案】(1)$t=\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$；(2)$h=\frac{2E}{mg}$

【解析】本题主要考查机械能、匀变速直线运动规律、动量守恒定律、能量守恒定律及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决实际问题的的能力。

(1)设烟花弹上升的初速度为v_0，由题给条件有

$$E=\frac{1}{2}mv_0^2 \qquad ①$$

设烟花弹从地面开始上升到火药爆炸所用的时间为t，由运动学公式有

$$0-v_0=-gt \qquad ②$$

联立①②式得

$t=\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$ ③

(2)设爆炸时烟花弹距地面的高度为h_1，由机械能守恒定律有

$E=mgh_1$ ④

火药爆炸后，烟花弹上、下两部分均沿竖直方向运动，设炸后瞬间其速度分别为v_1和v_2。由题给条件和动量守恒定律有

$\frac{1}{4}mv_1^2+\frac{1}{4}mv_2^2=E$ ⑤

$\frac{1}{2}mv_1+\frac{1}{2}mv_2=0$ ⑥

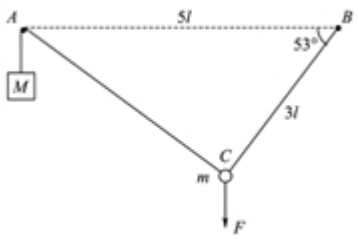
由⑥式知，烟花弹两部分的速度方向相反，向上运动部分做竖直上抛运动。设爆炸后烟花弹上部分继续上升的高度为h_2，由机械能守恒定律有

$\frac{1}{4}mv_1^2=\frac{1}{2}mgh_2$ ⑦

联立④⑤⑥⑦式得，烟花弹上部分距地面的最大高度为

$h=h_1+h_2=\frac{2E}{mg}$ ⑧

76.(2018·江苏卷)如图所示，钉子 A、B 相距 5l，处于同一高度.细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B.质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 3l.用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53°.松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动.忽略一切摩擦，重力加速度为 g，取 sin53°=0.8，cos53°=0.6.求：



(1)小球受到手的拉力大小 F；

(2)物块和小球的质量之比 M:m；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T.

【答案】(1) $F=\frac{5}{3}Mg-mg$　(2) $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$

(3) $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T=\frac{48}{55}mg$ 或 $T=\frac{8}{11}Mg$)

【解析】(1)设小球受 AC、BC 的拉力分别为 F_1、F_2

$F_1\sin53°=F_2\cos53°$　$F+mg=F_1\cos53°+F_2\sin53°$ 且 $F_1=Mg$

解得 $F=\frac{5}{3}Mg-mg$

(2)小球运动到与 A、B 相同高度过程中

小球上升高度 $h_1=3l\sin53°$，物块下降高度 $h_2=2l$

机械能守恒定律 $mgh_1=Mgh_2$

解得 $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$

(3)根据机械能守恒定律，小球回到起始点。设此时 AC 方向的加速度大小为 a，重物受到的拉力为 T

牛顿运动定律 Mg－T=Ma，小球受 AC 的拉力 T=T

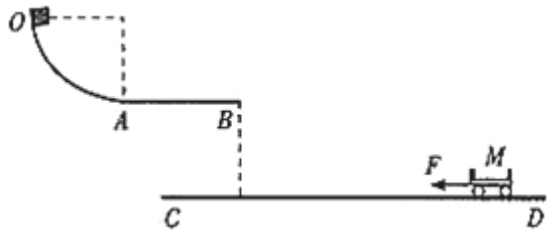
牛顿运动定律 T－mgcos53θ＝ma

解得 $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T=\frac{48}{55}mg$ 或 $T=\frac{8}{11}Mg$)

点睛：本题考查力的平衡、机械能守恒定律和牛顿第二定律。解答第(1)时，要先受力分析，建立竖直方向和水平方向的直角坐标系，再根据力的平衡条件列式求解；解答第(2)时，根据初、末状态的特点和运动过程，应用机械能守恒定律求解，要注意利用几何关系求出小球上升的高度与物块下降的高度；解答第(3)时，要注意运动过程分析，弄清小球加速度和物块加速度之间的关系，因小球下落过程做的是圆周运动，当小球运动到最低点时速度刚好为零，所以小球沿 AC 方向的加速度(切向加速度)与物块竖直向下加速度大小相等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

77.(2010·山东卷·T24)如图所示、四分之一圆轨道 OA 与水平轨道 AB 相切，它们与另一水平轨道 CD 在同一竖直面内，圆轨道 OA 的半径 R=0.45m，水平轨道 AB 长 S_1＝3m，OA 与 AB 均光滑。一滑块从 O 点由静止释放，当滑块经过 A 点时，静止在 CD 上的小车在 F=1.6N 的水平恒力作用下启动，运动一段时间后撤去 F。当小车在 CD 上运动了 S_2＝3.28m 时速度 v=2.4m/s，此时滑块恰好落入小车中。已知小车质量 M=0.2kg，与 CD 间的动摩擦因数 μ ＝0.4。(取 g=10m/s^2)求



(1)恒力 F 的作用时间 t；(2)AB 与 CD 的高度差 h。

【答案】(1) $t=1s$ (2) h=0.8m

【解析】

(1)设小车在轨道 CD 上加速的距离为 S，由动能定理得

$$Fs-\mu Mgs_2=\frac{1}{2}Mv^2 \qquad ①$$

设小车在轨道 CD 上做加速运动时的加速度为 a，由牛顿运动定律得

$$F-\mu Mg=Ma \qquad ②$$

$$s=\frac{1}{2}at^2 \qquad ③$$

联立①②③式，代入数据得

$$t=1s \qquad ④$$

(2)设小车在轨道 CD 上做加速运动的末速度为 v'，撤去力 F 后小车做减速运动时的加速度为 a'，减速时间为 t'，由牛顿运动定律得

$$v'=at \qquad ⑤$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$-\mu Mg = Ma'$ ⑥

$v = v' + a't'$ ⑦

设滑块的质量为 m，运动到 A 点的速度为 v_A，，由动能定理得

$MgR=\frac{1}{2}mv_A^2$ ⑧

设滑块由 A 点运动到 B 点的时间为 t 由运动学公式得

$S_1=V_At_1$ ⑨

设滑块做平抛运动的时间为 t_1'，则

$t_1'=t+t'-t_1$ ⑩

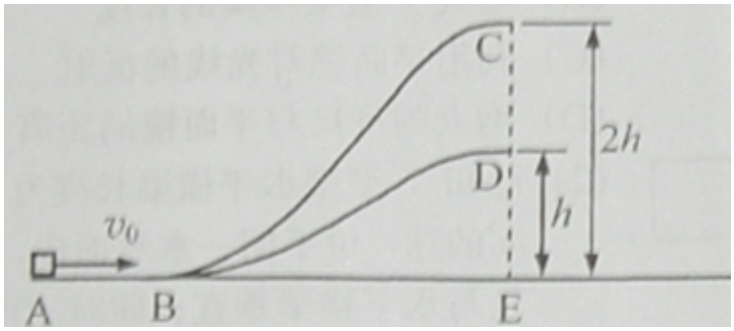
由平抛规律得

$h=\frac{1}{2}g\,t_1'^2$ ⑪

联立②④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪式，代入数据得

h=0.8m ⑫

78.(2010·上海卷·T30)如图，ABC 和 ABD 为两个光滑固定轨道，A、B、E 在同一水平面，C、D、E 在同一竖直线上，D 点距水平面的高度 h，C 点高度为 2h，一滑块从 A 点以初速度 v_0 分别沿两轨道滑行到 C 或 D 处后水平抛出。



(1)求滑块落到水平面时，落点与 E 点间的距离 S_C 和 S_D .

(2)为实现 $S_C < S_D$ ， v_0 应满足什么条件？

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)根据机械能守恒：$\frac{1}{2}mv_0^2=2mgh+\frac{1}{2}mv_C^2$，$\frac{1}{2}mv_0^2=mgh+\frac{1}{2}mv_D^2$

根据平抛运动规律：$2h=\frac{1}{2}gt_c^2$，$h=\frac{1}{2}gt_D^2$

$S_c=v_ct_c$，$S_D=v_Dt_D$

综合得 $S_C=\sqrt{\frac{4v_0^2h}{g}-16h^2}$，$S_D=\sqrt{\frac{2v_0^2h}{g}-4h^2}$

(2)为实现 $S_C<S_D$，即 $\sqrt{\frac{4v_0^2h}{g}-16h^2}<\sqrt{\frac{2v_0^2h}{g}-4h^2}$，得 $v_0<\sqrt{6gh}$

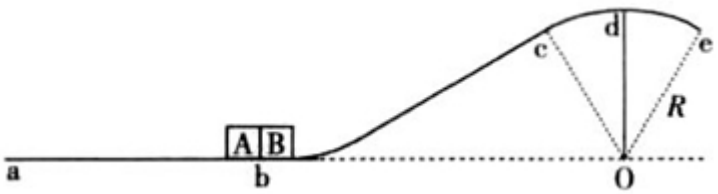
但滑块从 A 点以初速度 v_0 分别沿两轨道滑行到 C 或 D 处后水平抛出，要求 $v_0>\sqrt{2gh}$，

所以 $\sqrt{2gh}<v_0<\sqrt{6gh}$。

本题考查根据机械能守恒和平抛运动规律以及用数学工具处理物理问题的能力。

难度：难。

79.(2010•广东卷•T35)如图 15 所示，一条轨道固定在竖直平面内，粗糙的 ab 段水平，bcde 段光滑，cde 段是以 O 为圆心、R 为半径的一小段圆弧。可视为质点的物块 A 和 B 紧靠在一起，静止于 b 处，A 的质量是 B 的 3 倍。两物块在足够大的内力作用下突然分离，分别向左、右始终沿轨道运动。B 到 b 点时速度沿水平方向，此时轨道对 B 的支持力大小等于 B 所受重力的$\frac{3}{4}$，A 与 ab 段的动摩擦因数为 μ，重力加速度 g，求：



(1)物块 B 在 d 点的速度大小;(2)物块 A 滑行的距离 s。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)B 在 d 点，根据向心力公式有 $mg-\frac{3}{4}mg=m\frac{v^2}{R}$ 解得 $v=\frac{\sqrt{gR}}{2}$

(2)质点 B 从 b 到 d 的过程中，机械能守恒，$\therefore\frac{1}{2}mv_0^2=mgR+\frac{1}{2}mv^2$ ……①

质点 A 与 B 分离的过程中，动量守恒，$\therefore 3mv_A=mv_B^{'}$ ……②

A 匀减速直线运动，用动能定理得，$0-\frac{1}{2}3mv_A^2=-\mu 3mgs$ ……③

联立①②③，解得：$s=\frac{R}{8\mu}$

80.(2010·浙江卷·T22)在一次国际城市运动会中，要求运动员从高为 H 的平台上 A 点由静止出发，沿着动摩擦因数为 μ 的滑道向下运动到 B 点后水平滑出，最后落在水池中。设滑道的水平距离为 L，B 点的高度 h 可由运动员自由调节(取 g=10m/s2)。求：

(1)运动员到达 B 点的速度与高度 h 的关系；

(2)运动员要达到最大水平运动距离，B 点的高度 h 应调为多大？对应的最大水平距离 S_{max} 为多少？

(3)若图中 H＝4m，L＝5m，动摩擦因数 μ＝0.2，则水平运动距离要达到 7m，h 值应为多少？

【解析】本题是直线运动与平抛运动的组合问题，主要考查考生对动能定理、平抛运动知识的掌握及利用数学知识处理物理问题的能力。

解：(1)设斜面长度 L_1，斜面倾角为 α，根据动能定理得

$\mathrm{mg}(H-h)-\mu mgL_1\cos a=\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

即 $\mathrm{mg}(H-h)=\mu mgL=+\frac{1}{2}mv_0^2$ ②

$v_0=\sqrt{2g(H-h-\mu L)}$ ③

(2)根据平抛运动公式

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$x=v_0t$ ④

$h=\frac{1}{2}gt^2$ ⑤

由③④⑤式得 $x=2\sqrt{(H-\mu L-h)}$ ⑥

由⑥式可得，当

$h=\frac{1}{2}(H-\mu L)$

$S_{Max}=L+H-\mu L$

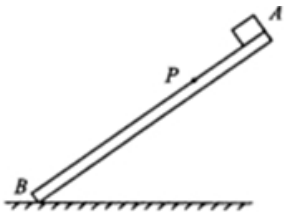
(3)在⑥式中令 x=2m,H=4m,L=5m,μ=0.2

则可得到： $-h^2+3h-1=0$

求出 $h_1=\frac{3+\sqrt{5}}{2}=2.62(m)$ $h_2=\frac{3-\sqrt{5}}{2}=0.38(m)$

【方法提炼】解决多过程问题，首先要根据运动性质的不同将整个过程分成不同阶段，在每一阶段中选用合适的规律列方程，最后再对全过程综合考虑。在解决的过程中要特别注意在不同阶段的转折点物体运动的速度方向及满足的临界条件等。熟练运用数学知识是解决本题后两问的关键。

81.(2010·江苏卷·T8)如图所示，平直木板 AB 倾斜放置，板上的 P 点距 A 端较近，小物块与木板间的动摩擦因数由 A 到 B 逐渐减小，先让物块从 A 由静止开始滑到 B。然后，将 A 着地，抬高 B，使木板的倾角与前一过程相同，再让物块从 B 由静止开始滑到 A。上述两过程相比较，下列说法中一定正确的有



A.物块经过 P 点的动能，前一过程较小

B.物块从顶端滑到 P 点的过程中因摩擦产生的热量，前一过程较少

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.物块滑到底端的速度，前一过程较大

D.物块从顶端滑到底端的时间，前一过程较长

【答案】AD

【解析】

加速度 a＝gsinθ－μgcosθ，开始，$\mu_1>\mu_2$，所以 $a_1<a_2$(下标为 1 表示前一过程，下标为 2 表示后一过程)，前一过程，μ 逐渐减小，a 逐渐增大；后一过程，μ 逐渐增大，a 逐渐减小，

A.根据 $v^2=2as$，$E_k=\frac{1}{2}mv^2$，因 s 较小，所以 $\mu_1>\mu_2$，$a_1<a_2$，得物块经过 P 点的动能，前一过程较小，故 A 正确；

B.根据 Q＝μmgcosθ·s，因为 $\mu_1>\mu_2$，所以，物块从顶端滑到 P 点的过程中因摩擦产生的热量，前一过程较多，故 B 错误；

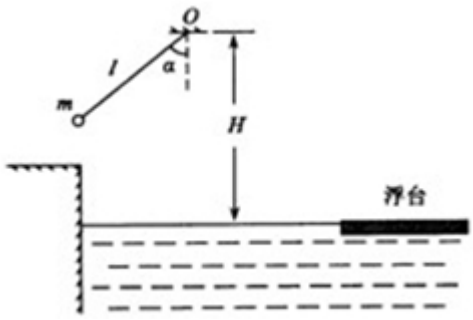
C.根据 $\frac{1}{2}mv^2=mgh-\mu mg\cos\theta\cdot S$，因 S 为全部木板长，物块滑到底端的速度，应该一样大，故 C 错误，

D.因为前一过程，加速度先小后大，后一过程，加速度先大后小，物块从顶端滑到底端的时间，前一过程较长，故 D 正确；

本题选 AD。本题考查力的分析，功，动能定理等，分析和综合能力。

82.(2010·江苏卷·T14)在游乐节目中，选手需要借助悬挂在高处的绳飞越到水面的浮台上，小明和小阳观看后对此进行了讨论。如图所示，他们将选手简化为质量 m＝60kg 的指点， 选手抓住绳由静止开始摆动，此事绳与竖直方向夹角 α＝53°，绳的悬挂点 O 距水面的高度为 H＝3m。不考虑空气阻力和绳的质量，浮台露出水面的高度不计，水足够深。取中立加速度 $g=10m/s^2$， $\sin53^\circ=0.8$，$\cos53^\circ=0.6$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



$\frac{mg(H-l\cos\alpha)}{f_1+f_2-mg}$

(1)求选手摆到最低点时对绳拉力的大小 F；

(2)若绳长 l＝2m，选手摆到最高点时松手落入手中。设水碓选手的平均浮力 $f_1=800N$，平均阻力 $f_2=700N$，求选手落入水中的深度 d；

(3)若选手摆到最低点时松手， 小明认为绳越长，在浮台上的落点距岸边越远；小阳认为绳越短，落点距岸边越远，请通过推算说明你的观点。

【答案】(1) 1080　(2) 1.2m　(3) 如解析

【解析】(1)机械能守恒 $mgl(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}mv^2$　①

圆周运动　F′－mg＝m$\frac{v^2}{l}$

解得　F′＝(3－2cosα)mg

人对绳的拉力　F＝F′

则　F＝1080N

(2)动能定理　mg(H－$l$cosα＋d)－(f_1＋f_2)d＝0

则 d＝$\frac{mg(H-l\cos\alpha)}{f_1+f_2-mg}$

解得 d＝1.2m；

(3)选手从最低点开始做平抛运动　x＝vt

H－l＝$\frac{1}{2}gt^2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

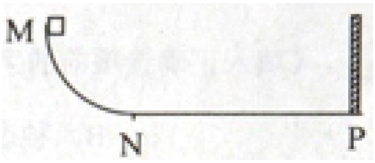
且有①式

解得 $x=2\sqrt{l(H-l)(1-\cos\alpha)}$

当 $l=\frac{H}{2}$ 时，x 有最大值，解得 l=1.5m

因此，两人的看法均不正确，当绳长越接近 1.5m 时，落点距岸边越远。

83.(2010·全国Ⅱ卷·T24)如图，MNP 为竖直面内一固定轨道，其圆弧段 MN 与水平段 NP 相切于 N、P 端固定一竖直挡板。M 相对于 N 的高度为 h，NP 长度为 s。一木块自 M 端从静止开始沿轨道下滑，与挡板发生一次完全弹性碰撞后停止在水平轨道上某处。若在 MN 段的摩擦可忽略不计，物块与 NP 段轨道间的滑动摩擦因数为 μ，求物块停止的地方与 N 点距离的可能值。



【答案】物块停止的位置距 N 的距离可能为 $2s-\frac{h}{\mu}$ 或 $\frac{h}{\mu}-2s$

【解析】

根据功能原理，在物块从开始下滑到停止在水平轨道上的过程中，物块的重力势能的减少 ΔE_P 与物块克服摩擦力所做功的数值相等。

$\Delta E_P=W$ ①

设物块的质量为 m，在水平轨道上滑行的总路程为 s′，则

$\Delta E_P=mgh$ ②

$W=\mu mgs'$ ③

连立①②③化简得

$$s'=\frac{h}{\mu} \qquad ④$$

第一种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，在 N 前停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

$$d=2s-s'=2s-\frac{h}{\mu} \qquad ⑤$$

第一种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，可再一次滑上光滑圆弧轨道，滑下后在水平轨道上停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

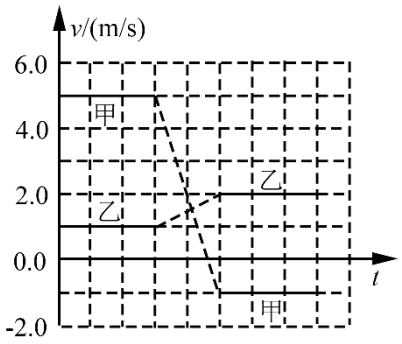
$$d=s'-2s=\frac{h}{\mu}-2s \qquad ⑥$$

所以物块停止的位置距 N 的距离可能为$2s-\frac{h}{\mu}$或$\frac{h}{\mu}-2s$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 08 动量

1．（2020·新课标全国 3 卷）甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 1kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为（　　）



A．3 J　　B．4 J　　C．5 J　　D．6 J

【答案】A

【解析】

由 *v-t* 图可知，碰前甲、乙的速度分别为 $v_{甲}=5\mathrm{m/s}$，$v_{乙}=1\mathrm{m/s}$；碰后甲、乙的速度分别为 $v'_{甲}=-1\mathrm{m/s}$，$v'_{乙}=2\mathrm{m/s}$，甲、乙两物块碰撞过程中，由动量守恒得

$$m_{甲}v_{甲}+m_{乙}v_{乙}=m_{甲}v'_{甲}+m_{乙}v'_{乙}$$

解得

$$m_{乙}=6\mathrm{kg}$$

则损失的机械能为

$$\Delta E=\frac{1}{2}m_{甲}v_{甲}^{2}+\frac{1}{2}m_{乙}v_{乙}^{2}-\frac{1}{2}m_{甲}v_{甲}'^{2}-\frac{1}{2}m_{乙}v_{乙}'^{2}$$

解得

$$\Delta E=3\mathrm{J}$$

故选 A。

2. （2020·新课标全国 1 卷）行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零，关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（　　）

A. 增加了司机单位面积的受力大小

B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量

C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能

D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

【答案】D

【解析】

A. 因安全气囊充气后，受力面积增大，故减小了司机单位面积的受力大小，故 A 错误；

B. 有无安全气囊司机初动量和末动量均相同，所以动量的改变量也相同，故 B 错误；

C．因有安全气囊的存在，司机和安全气囊接触后会有一部分动能转化为气体的内能，不能全部转化成汽车的动能，故 C 错误；

D．因为安全气囊充气后面积增大，司机的受力面积也增大，在司机挤压气囊作用过程中由于气囊的缓冲故增加了作用时间，故 D 正确。

故选 D。

3．（2020·新课标全国 2 卷）水平冰面上有一固定的竖直挡板，一滑冰运动员面对挡板静止在冰面上，他把一质量为 4.0 kg 的静止物块以大小为 5.0 m/s 的速度沿与挡板垂直的方向推向挡板，运动员获得退行速度；物块与挡板弹性碰撞，速度反向，追上运动员时，运动员又把物块推向挡板，使其再一次以大小为 5.0 m/s 的速度与挡板弹性碰撞。总共经过 8 次这样推物块后，运动员退行速度的大小大于 5.0 m/s，反弹的物块不能再追上运动员。不计冰面的摩擦力，该运动员的质量可能为

A．48 kg　　B．53 kg　　C．58 kg　　D．63 kg

【答案】BC

【解析】

设运动员和物块的质量分别为m、m_0规定运动员运动的方向为正方向，运动员开始时静止，第一次将物块推出后，运动员和物块的速度大小分别为v_1、v_0，则根据动量守恒定律

$$0 = mv_1 - m_0v_0$$

解得

$$v_1 = \frac{m_0}{m} v_0$$

物块与弹性挡板撞击后，运动方向与运动员同向，当运动员再次推出物块

$$mv_1 + m_0 v_0 = mv_2 - m_0 v_0$$

解得

$$v_2 = \frac{3m_0}{m} v_0$$

第 3 次推出后

$$mv_2 + m_0 v_0 = mv_3 - m_0 v_0$$

解得

$$v_3 = \frac{5m_0}{m} v_0$$

依次类推，第 8 次推出后，运动员的速度

$$v_8 = \frac{15m_0}{m} v_0$$

根据题意可知

$$v_8 = \frac{15m_0}{m} v_0 > 5\text{m/s}$$

解得

$$m < 60\text{kg}$$

第 7 次运动员的速度一定小于 5m/s，则

$$v_7 = \frac{13m_0}{m} v_0 < 5\text{m/s}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得

$$m > 52\text{kg}$$

综上所述，运动员的质量满足

$$52\text{kg} < m < 60\text{kg}$$

AD 错误，BC 正确。

故选 BC。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 08 动量

选择题

1.(2019•全国Ⅰ卷•T3)最近，我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机联试成功，这标志着我国重型运载火箭的研发取得突破性进展。若某次实验中该发动机向后喷射的气体速度约为 3 km/s，产生的推力约为 4.8×10^6 N，则它在 1 s 时间内喷射的气体质量约为

A. 1.6×10^2 kg　　B. 1.6×10^3 kg　　C. 1.6×10^5 kg　　D. 1.6×10^6 kg

【答案】B

【解析】

设该发动机在 ts 时间内，喷射出的气体质量为 m，根据动量定理，$Ft = mv$，可知，在 1s 内喷射出的气体质量 $m_0 = \frac{m}{t} = \frac{F}{v} = \frac{4.8\times10^6}{3000}kg = 1.6\times10^3 kg$，故本题选 B。

2.(2019•江苏卷•T12)质量为 M 的小孩站在质量为 m 的滑板上，小孩和滑板均处于静止状态，忽略滑板与地面间的摩擦.小孩沿水平方向跃离滑板，离开滑板时的速度大小为 v，此时滑板的速度大小为

A. $\frac{m}{M}v$　　B. $\frac{M}{m}v$　　C. $\frac{m}{m+M}v$　　D. $\frac{M}{m+M}v$

【答案】B

【解析】

设滑板的速度为u，小孩和滑板动量守恒得：$0=mu-Mv$，解得：$u=\frac{M}{m}v$，故 B 正确。

3.(2018·全国 II 卷·T2)高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的撞击时间约为 2 ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为

A. 10 N　　B. 10^2 N　　C. 10^3 N　　D. 10^4 N

【答案】C

【解析】试题分析：本题是一道估算题，所以大致要知道一层楼的高度约为 3m，可以利用动能定理或者机械能守恒求落地时的速度，并利用动量定理求力的大小。

设鸡蛋落地瞬间的速度为 v，每层楼的高度大约是 3m，

由动能定理可知：$mgh=\frac{1}{2}mv^2$，

解得：$v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times10\times3\times25}=10\sqrt{15}m/s$

落地时受到自身的重力和地面的支持力，规定向上为正，

由动量定理可知：$(N-mg)t=0-(-mv)$，解得：$N\approx1000N$，

根据牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为 10^3 N，故 C 正确

由动量定理可知：$(N-mg)t=0-(-mv)$，解得：$N\approx1000N$，

根据牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为 10^3 N，故 C 正确

故选 C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点睛：利用动能定理求出落地时的速度，然后借助于动量定理求出地面的接触力

4.(2018·全国 I 卷)高铁列车在启动阶段的运动可看作初速度为零的均加速直线运动，在启动阶段列车的动能

A. 与它所经历的时间成正比

B. 与它的位移成正比

C. 与它的速度成正比

D. 与它的动量成正比

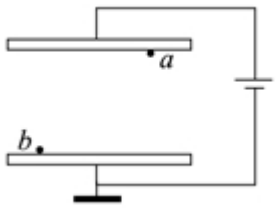
【答案】B

【解析】本题考查匀变速直线运动规律、动能、动量及其相关的知识点。

根据初速度为零匀变速直线运动规律可知，在启动阶段，列车的速度与时间成正比，即 $v=at$，由动能公式 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$，可知列车动能与速度的二次方成正比，与时间的二次方成正比，选项 AC 错误；由 $v^2=2ax$，可知列车动能与位移 x 成正比，选项 B 正确；由动量公式 $p=mv$，可知列车动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$，即与列车的动量二次方成正比，选项 D 错误。

5.(2018·全国 III 卷·T8)(多选)如图，一平行板电容器连接在直流电源上，电容器的极板水平，两微粒 a、b 所带电荷量大小相等、符号相反，使它们分别静止于电容器的上、下极板附近，与极板距离相等。现同时释放 a、b，它们由静止开始运动，在随后的某时刻 t，a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面，a、b 间的相互作用和重力可忽略。下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. a 的质量比 b 的大

B. 在 t 时刻，a 的动能比 b 的大

C. 在 t 时刻，a 和 b 的电势能相等

D. 在 t 时刻，a 和 b 的动量大小相等

【答案】BD

【解析】试题分析　本题考查电容器、带电微粒在电场中的运动、牛顿运动定律、电势能、动量定理及其相关的知识点。

解析　根据题述可知，微粒 a 向下加速运动，微粒 b 向上加速运动，根据 a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面，可知 a 的加速度大小大于 b 的加速度大小，即 $a_a>a_b$。对微粒 a，由牛顿第二定律， $qE=m_aa_a$，对微粒 b，由牛顿第二定律，$qE=m_ba_b$，联立解得：$\frac{qE}{m_a}>\frac{qE}{m_b}$，由此式可以得出 a 的质量比 b 小，选项 A 错误；在 a、b 两微粒运动过程中，a 微粒所受合外力大于 b 微粒，a 微粒的位移大于 b 微粒，根据动能定理，在 t 时刻，a 的动能比 b 大，选项 B 正确；由于在 t 时刻两微粒经过同一水平面，电势相等，电荷量大小相等，符号相反，所以在 t 时刻，a 和 b 的电势能不等，选项 C 错误；由于 a 微粒受到的电场力(合外力)等于 b 微粒受到的电场力(合外力)，根据动量定理，在 t 时刻，a 微粒的动量等于 b 微粒，选项 D 正确。

6.(2017·新课标Ⅰ卷)将质量为 1.00 kg 的模型火箭点火升空，50 g 燃烧的燃气以大小为 600 m/s 的速度从火箭喷口在很短时间内喷出。在燃气喷出后的瞬间，火箭的动量大小为(喷出过程中重力和空气阻力可忽略)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.30 kg·m/s　　B.5.7×10² kg·m/s

C.6.0×10² kg·m/s　　D.6.3×10² kg·m/s

【答案】A

【解析】设火箭的质量(不含燃气)为 m_1，燃气的质量为 m_2，根据动量守恒，$m_1v_1=m_2v_2$，解得火箭的动量为：$p=m_1v_1=m_2v_2=30$ kg·m/s，所以 A 正确，BCD 错误。

【考点定位】动量、动量守恒

【名师点睛】本题主要考查动量即反冲类动量守恒问题，只要注意动量的矢量性即可，比较简单。

7.(2015·重庆卷·T3)高空作业须系安全带.如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落，从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前人下落的距离为 h(可视为自由落体运动)。此后经历时间 t 安全带达到最大伸长，若在此过程中该作用力始终竖直向上，则该段时间安全带对人的平均作用力大小为

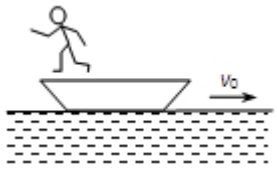
A. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t}+mg$　　B. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t}-mg$　　C. $\frac{m\sqrt{gh}}{t}+mg$　　D. $\frac{m\sqrt{gh}}{t}-mg$

【答案】A

试题分析：人下落 h 高度为自由落体运动，由运动学公式 $v^2=2gh$，可知 $v=\sqrt{2gh}$；缓冲过程(取向上为正)由动量定理得 $(\bar{F}-mg)t=0-(-mv)$，解得：$\bar{F}=\frac{m\sqrt{2gh}}{t}+mg$，故选 A。

【考点定位】运动学公式、动量定理

8.(2012·福建卷)如图，质量为 M 的小船在静止水面上以速率 v_0 向右匀速行驶，一质量为 m 的救生员站在船尾，相对小船静止。若救生员以相对水面速率 v 水平向左跃入水中，则救生员跃出后小船的速率为



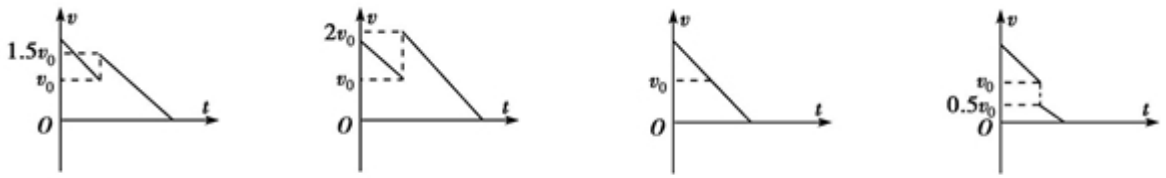
A. $v_0+\frac{m}{M}v$　　B. $v_0-\frac{m}{M}v$　　C. $v_0+\frac{m}{M}(v_0+v)$　　D. $v_0+\frac{m}{M}(v_0-v)$

【答案】C

【解析】人在跃出的过程中船人组成的系统水平方向动量守恒，规定向右为正方向：$(M+m)v_0=Mv'-mv$，$v'=v_0+\frac{m}{M}(v_0+v)$。

【考点定位】本题动量守恒相关知识

9.(2012·重庆卷)质量为 m 的人站在质量为 2m 的平板小车上，以共同的速度在水平地面上沿直线前行，车所受地面阻力的大小与车对地面压力的大小成正比。当车速为 v_0 时，人从车上以相对于地面大小为 v_0 的速度水平向后跳下。跳离瞬间地面阻力的冲量忽略不计，则能正确表示车运动的 v—t 图象为



【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】人和车以共同的速度在水平地面上沿直线前行，做匀减速直线运动，当车速为v_0时，人从车上以相对于地面大小为v_0的速度水平向后跳下，跳离前后系统动量守恒，规定车的速度方向为正方向，则有：$(m+2m)v_0=2mv+(-mv_0)$，得：$v=2v_0$，人跳车后做匀减速直线运动，车所受地面阻力的大小与车对地面压力的大小成正比，所以人跳车前后车的加速度不变，所以能正确表示车运动的$v-t$图象 B。

【考点定位】本题考查动量守恒定律及其相关知识.

10.(2013·天津卷)我国女子短道速滑队在今年世锦赛上实现女子 3000m 接力三连冠。观察发现，“接棒”的运动员甲提前站在“交棒”的运动员乙前面，并且开始向前滑行，待乙追上甲时，乙猛推甲一把，使甲获得更大的速度向前冲出。在乙推甲的过程中，忽略运动员与冰面间在水平方向上的相互作用，则(　　)

A.甲对乙的冲量一定等于乙对甲的冲量

B.甲、乙的动量变化一定大小相等方向相反

C.甲的动能增加量一定等于乙的动能减少量

D.甲对乙做多少负功，乙对甲就一定做多少正功

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】冲量是矢量，甲乙相互作用时，冲量大小相等方向相反，故 A 错误；由动量守恒定律知，甲乙动量变化量大小相等方向相反，故 B 正确；甲乙相互作用时是非弹性碰撞，动能不守恒，甲的动能增加量和乙动能的减少量不相等，故 C 错误；因甲的动能增加量和乙动能的减少量不相等，由动能定理知，甲对乙做功的绝对值和乙对甲做功的绝对值不相等，故 D 错误。

【考点定位】本题考查冲量、动量、动量守恒定律和动能定理，意在考查考生的推理能力。

11.(2014·福建卷)一枚火箭搭载着卫星以速率 v_0 进入太空预定位置，由控制系统使箭体与卫星分离。已知前部分的卫星质量为 m_1，后部分的箭体质量为 m_2，分离后箭体以速率 v_2 沿火箭原方向飞行，若忽略空气阻力及分离前后系统质量的变化，则分离后卫星的速率 v_1 为

A.v_0-v_2　　B.v_0+v_2　　C.$v_1 = v_0 - \frac{m_2}{m_1}v_2$　　D.$v_1 = v_0 + \frac{m_2}{m_1}(v_0 - v_2)$

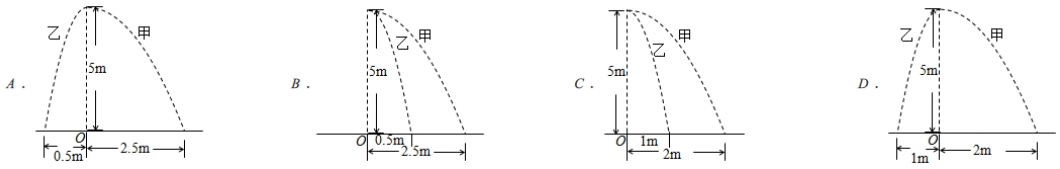
【答案】D

【解析】系统分离前后，动量守恒：$(m_1 + m_2)v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$，解得：

$v_1 = v_0 + \frac{m_2}{m_1}(v_0 - v_2)$，故 A、B、C 错误，D 正确。

【考点定位】本题考查动量守恒定律

12.(2014·重庆卷)一弹丸在飞行到距离地面 5m 高时仅有水平速度$v=2m/s$，爆炸成为甲、乙两块水平飞出，甲、乙的质量比为 3∶1.不计质量损失，取重力加速$g=10m/s^2$，则下列图中两块弹片飞行的轨迹可能正确的是



【答案】B

规定向右为正，设弹丸的质量为 4m，则甲的质量为 3m，乙的质量为 m，炮弹到达最高点时爆炸时，爆炸的内力远大于重力(外力)，遵守动量守恒定律，则有：$4mv_0=3mv_1+mv_2$ 得 $8=3v_1+v_2$

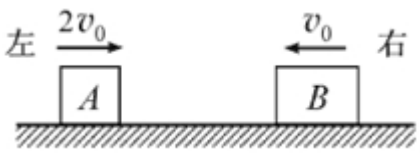
两块弹片都做平抛运动，高度一样，则运动时间相等，$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times5}{10}}=1s$

水平方向做匀速运动，$x_1=v_1t=v_1$，$x_2=v_2t=v_2$，则 $8=3x_1+x_2$

结合图象可知，B 的位移满足上述表达式，故 B 正确。

【考点定位】本题考查了平抛运动规律、爆炸问题、动量守恒定律.

13.(2015·福建卷·T30(2))如图，两滑块 A、B 在光滑水平面上沿同一直线相向运动，滑块 A 的质量为 m，速度为 $2v_0$，方向向右，滑块 B 的质量为 2m，速度大小为 v_0，方向向左，两滑块发生弹性碰撞后的运动状态是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.A 和 B 都向左运动　　B.A 和 B 都向右运动

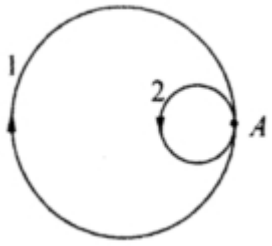
C.A 静止，B 向右运动　　D.A 向左运动，B 向右运动

【答案】D

【解析】取向右为正方向，根据动量守恒：$m2v_0 - 2mv_0 = mv_A + 2mv_B$，知系统总动量为零，所以碰后总动量也为零，即 A、B 的运动方向一定相反，所以 D 正确；A、B、C 错误。

【考点定位】原子结构和原子核

14.(2015·北京卷·T17)实验观察到，静止在匀强磁场中 A 点的原子核发生 β 衰变，衰变产生的新核与电子恰在纸面内匀速圆周运动，运动方向和轨迹示意如图，则（　　）



A.轨迹 1 是电子的，磁场方向垂直纸面向外

B.轨迹 2 是电子的，磁场方向垂直纸面向外

C.轨迹 1 是新核的，磁场方向垂直纸面向里

D.轨迹 2 是新核的，磁场方向垂直纸面向里

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】静止的核发生 β 衰变(${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e$)由内力作用，满足动量守恒，则新核 Y 和电子的动量等大反向，垂直射入匀强磁场后均做匀速圆周运动，由 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 可知 $r = \frac{mv}{qB}$，则两个新核的运动半径与电量成反比，即 $\frac{r_e}{r_Y} = \frac{z+1}{1}$，则新核为小圆，电子为大圆；而新核带正电，电子带负电，由左手定则可知磁场方向垂直纸面向里，选项 D 正确。

【考点定位】衰变、动量守恒定律、带电粒子在磁场中的运动、左手定则。

15.(2013·福建卷·T30(2))将静置在地面上，质量为 M(含燃料)的火箭模型点火升空，在极短时间内以相对地面的速度 v_0 竖直向下喷出质量为 m 的炽热气体。忽略喷气过程重力和空气阻力的影响，则喷气结束时火箭模型获得的速度大小是

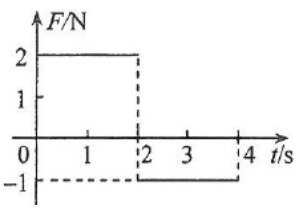
A. $\frac{mv_0}{M}$　　B. $\frac{Mv_0}{m}$　　C. $\frac{Mv_0}{M-m}$　　D. $\frac{mv_0}{M-m}$

【答案】D

(2)根据动量守恒定律得：$(M-m)v - mv_0 = 0$，所以火箭模型获得的速度大小是 $v = \frac{mv_0}{M-m}$，选项 D 正确。

【考点定位】反冲运动，动量守恒定律

16.(2017·新课标III卷)一质量为 2 kg 的物块在合外力 F 的作用下从静止开始沿直线运动。F 随时间 t 变化的图线如图所示，则



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.t=1 s 时物块的速率为 1 m/s

B.t=2 s 时物块的动量大小为 4 kg·m/s

C.t=3 s 时物块的动量大小为 5 kg·m/s

D.t=4 s 时物块的速度为零

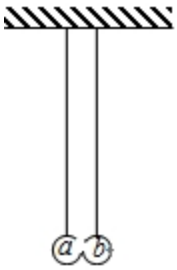
【答案】AB

【解析】由动量定理有 Ft=mv，解得 $v=\frac{Ft}{m}$，t=1 s 时物块的速率 $v=\frac{Ft}{m}=1\ \text{m/s}$，A 正确；F–t 图线与时间轴所围面积表示冲量，所以 t=2 s 时物块的动量大小为 $p=2\times2\ \text{kg}\cdot\text{m/s}=4\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$，B 正确；t=3 s 时物块的动量大小为 $p'=(2\times2-1\times1)\ \text{kg}\cdot\text{m/s}=3\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$，C 错误；t=4 s 时物块的动量大小为 $p''=(2\times2-1\times2)\ \text{kg}\cdot\text{m/s}=2\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$，速度不为零，D 错误。

【考点定位】动量定理

【名师点睛】求变力的冲量是动量定理应用的重点，也是难点。F–t 图线与时间轴所围面积表示冲量。

17.(2012·大纲全国卷·T24)如图，大小相同的摆球 a 和 b 的质量分别为 m 和 3m，摆长相同，并排悬挂，平衡时两球刚好接触，现将摆球 a 向左边拉开一小角度后释放，若两球的碰撞是弹性的，下列判断正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.第一次碰撞后的瞬间，两球的速度大小相等

B.第一次碰撞后的瞬间，两球的动量大小相等

C.第一次碰撞后，两球的最大摆角不相同

D.发生第二次碰撞时，两球在各自的平衡位置

【答案】AD

两球在碰撞前后，水平方向不受外力，故水平两球组成的系统动量守恒，由动量守恒定律有：$mv_0 = mv_1 + 3mv_2$；又两球碰撞是弹性的，故机械能守恒，即：$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}3mv_2^2$，解两式得：$v_1 = -\frac{v_0}{2}, v_2 = \frac{v_0}{2}$，可见第一次碰撞后的瞬间，两球的速度大小相等，选项 A 正确；因两球质量不相等，故两球碰后的动量大小不相等，选项 B 错；两球碰后上摆过程，机械能守恒，故上升的最大高度相等，另摆长相等，故两球碰后的最大摆角相同，选项 C 错；由单摆的周期公式$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，可知，两球摆动周期相同，故经半个周期后，两球在平衡位置处发生第二次碰撞，选项 D 正确。

【考点定位】本题考查弹性碰撞、单摆运动的等时性及其相关知识

此题将小球在竖直面内的圆周运动、受力分析、动量、斜下抛运动有机结合，经典创新。

18.(2017·天津卷)“天津之眼”是一座跨河建设、桥轮合一的摩天轮，是天津市的地标之一。摩天轮悬挂透明座舱，乘客随座舱在竖直面内做匀速圆周运动。下列叙述正确的是

A.摩天轮转动过程中，乘客的机械能保持不变

B.在最高点，乘客重力大于座椅对他的支持力

C.摩天轮转动一周的过程中，乘客重力的冲量为零

D.摩天轮转动过程中，乘客重力的瞬时功率保持不变

【答案】B

【解析】机械能等于动能和重力势能之和，乘容随座舱在竖直面内做匀速圆周运动，动能不变，重力势能时刻发生变化，则机械能在变化，故 A 错误；

在最高点对乘客受力分析，根据牛顿第二定律有：$mg-N=m\frac{v^2}{r}$，座椅对他的支持力 $N=mg-m\frac{v^2}{r}<mg$，故 B 正确；

乘客随座舱转动一周的过程中，动量不变，是所受合力的冲量为零，重力的冲量 $I=mg\cdot t\neq 0$，故 c 错误；

乘客重力的瞬时功率 $P=mgv\cdot\cos\theta$，其中 θ 为线速度和竖直方向的夹角，摩天轮转动过程中，乘客的重力和线速度的大小不变，但 θ 在变化，所以乘容重力的瞬时功率在不断变化，故 D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】机械能，向心力，冲量和动量定理，瞬时功率

【名师点睛】本题的难点在于对动量定理的理解，是“物体所受合力的冲量等于动量的变化”，而学生经常记为“力的冲量等于物体动量的变化”。

19.(2015·北京卷·T18)“蹦极”运动中，长弹性绳的一端固定，另一端绑在人身上，人从几十米高处跳下，将蹦极过程简化为人沿竖直方向的运动。从绳恰好伸直，到人第一次下降至最低点的过程中，下列分析正确的是

A.绳对人的冲量始终向上，人的动量先增大后减小

B.绳对人的拉力始终做负功，人的动能一直减小

C.绳恰好伸直时，绳的弹性势能为零，人的动能最大

D.人在最低点时，绳对人的拉力等于人所受的重力

【答案】A

【解析】A、C、D、绳子从伸直到第一次下降至最低点的过程中，拉力逐渐增大，由牛顿第二定律 $mg-T=ma$ 可得，人先做加速度减小的加速运动，当 $mg=T$ 时加速度减小到 0，人的速度最大，即动量最大，动能也最大。此后人继续向下运动($T>mg$)，人做加速度增大的减速运动，动量一直减小到零，全程拉力向上，其冲量一直向上，选项 A 正确、选项 C 和 D 错误。B、拉力与运动方向相反，一直做负功，但动能先增大后减小，选项 B 错误。故选 A。

【考点定位】牛顿运动定律、动量定理、功能关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

20.(2014·全国大纲卷)一中子与一质量数为A(A＞1)的原子核发生弹性正碰。若碰前原子核静止，则碰撞前与碰撞后中子的速率之比为

A. $\frac{A+1}{A-1}$　　B. $\frac{A-1}{A+1}$　　C. $\frac{4A}{(A+1)^2}$　　D. $\frac{(A+1)^2}{(A-1)^2}$

【答案】A

【解析】设原子核的质量为 m，中子的质量为 m_N，碰撞前与碰撞后中子的速度分别是 v_0 和 v_1，碰撞后原子核的速度为 v_2，由于两者发生弹性正碰，因此有：$m_Nv_0=m_Nv_1+mv_2$，$\frac{1}{2}m_Nv_0^2=\frac{1}{2}m_Nv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$，解得：$v_1=\frac{m_N-m}{m_N+m}v_0$，根据两者质量数可知：$\frac{m_M}{m}=\frac{1}{A}$，解得$|\frac{v_0}{v_1}|=\frac{A+1}{A-1}$，故选项 A 正确。

【考点定位】本题主要考查了动量守恒定律和能量守恒定律的应用问题，属于中档题。

21.(2011·福建卷)在光滑水平面上，一质量为m、速度大小为v的A球与质量为2m的B球碰撞后，A球的速度方向与碰撞前相反。则碰撞后B球的速度大小可能是

A.0.6v　　B.0.4v　　C.0.3v　　D.0.2v

【答案】A

【解析】AB 两球在水平方向上合外力为零，A 球和 B 球碰撞的过程中动量守恒，设 AB 两球碰撞后的速度分别为 v_1、v_2，选 A 原来的运动方向为正方向，由动量守恒定律有 $mv=-mv_1+2mv_2$①

假设碰后 A 球静止，即 $v_1=0$，可得资 $v_2=0.5v$

由题意知球 A 被反弹，所以球 B 的速度有 $v_2>0.5v$②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

AB 两球碰撞过程能量可能有损失，由能量关系有 $\frac{1}{2}mv^2 \geq \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}\times 2mv_2^2$ …③

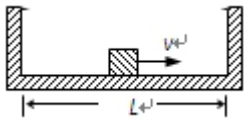
①③两式联立得：$v_2 \leq \frac{2}{3}v$ …④

由②④两式可得：$0.5v < v_2 \leq \frac{2}{3}v$

符合条件的只有 0.6v，所以选项 A 正确，

【考点定位】动量守恒定律的应用

22.(2011·全国卷)质量为 M、内壁间距为 L 的箱子静止于光滑的水平面上，箱子中间有一质量为 m 的小物块，小物块与箱子底板间的动摩擦因数为 μ。初始时小物块停在箱子正中间，如图所示。现给小物块一水平向右的初速度 v，小物块与箱壁碰撞 N 次后恰又回到箱子正中间，并与箱子保持相对静止。设碰撞都是弹性的，则整个过程中，系统损失的动能为



A. $\frac{1}{2}mv^2$　　B. $\frac{1}{2}\frac{mM}{m+M}v^2$　　C. $\frac{1}{2}N\mu mgL$　　D.NμmgL

【答案】BD

【解析】由于箱子 M 放在光滑的水平面上，则由箱子和小物块组成的整体动量始终是守恒的，直到箱子和小物块的速度相同时，小物块不再相对滑动，有

$mv = (m+M)\ v_1$

系统损失的动能是因为摩擦力做负功

$$\Delta E_k = -W_f = \mu mg \times NL = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1^2 = \frac{mMv^2}{2(M+m)}$$

【考点定位】能量守恒定律，动量守恒定律。

23.(2011·四川卷)质量为 m 的带正电小球由空中 A 点无初速度自由下落，在 t 秒末加上竖直向上、范围足够大的匀强电场，再经过 t 秒小球又回到 A 点.不计空气阻力且小球从未落地，则(　　)

A.整个过程中小球电势能变换了$\frac{3}{2}mg^2t^2$

B.整个过程中小球动量增量的大小为 2mgt

C.从加电场开始到小球运动到最低点时小球动能变化了mg^2t^2

D.从 A 点到最低点小球重力势能变化$\frac{3}{2}mg^2t^2$

【答案】BD

【解析】小球先做自由下落，然后受电场力和重力向下做匀减速到速度为 0，再向上做匀加速回到 A 点.设加上电场后小球的加速度大小为 a，规定向下为正方向.整个过程中小球的位移为 0，运用运动学公式：$\frac{1}{2}gt^2+gt\times t-\frac{1}{2}at^2=0$，解得$a=3g$，根据牛顿第二定律：$F_{合}=F_{电}-mg=ma$，所以电场力是重力的 4 倍为$4mg$，根据电场力做功量度电势能的变化

$W_{电}=-\Delta E_p, W_{电}=F_{电}\cdot x=4mg\times\frac{1}{2}gt^2=2mg^2t^2$，所以整个过程中小球电势能减少了 $2mg^2t^2$.故 A 错误；规定向下为正方向，根据动量定理得：

$\Delta p=mgt-3mgt=-2mgt$，所以整个过程中小球动量增量的大小为 2mgt，故 B 正确；小球减速到最低点动能为 0，所以从加电场开始到小球运动到最低点时小球动能变化与从 A 点无初速度自由下落到 t 秒末动能变化相等.小球从 A 点无初速度自由下落到 t 秒末动能变化为$\frac{1}{2}mg^2t^2$，故 C 错误.根据重力做功与重力势能变

化的关系得：从 A 点到最低点重力势能变化了 $mg\times(\frac{1}{2}gt^2+\frac{1}{3}\times\frac{1}{2}gt^2)=\frac{2}{3}mg^2t^2$，故 D 正确.

【考点定位】重力势能的变化与重力做功的关系；匀变速直线运动的公式；动量定理；功能关系；电势能.

24.(2010·福建卷·T29) (2)如图所示，一个木箱原来静止在光滑水平面上，木箱内粗糙的底板上放着一个小木块。木箱和小木块都具有一定的质量。现使木箱获得一个向右的初速度 v_0，则_____。(填选项前的字母)

A. 小木块和木箱最终都将静止

B. 小木块最终将相对木箱静止，二者一起向右运动

C. 小木块在木箱内壁将始终来回往复碰撞，而木箱一直向右运动

D. 如果小木块与木箱的左壁碰撞后相对木箱静止，则二者将一起向左运动

【答案】(2)B

【解析】(2)本题考查的是动量守恒定律的应用和考生的理解能力。把小木块和木箱看成一个系统，该系统所受合外力为零，故系统动量守恒，系统的初动量向右，末动量也应向右。C 项中小木块始终在木箱内做往复运动，因摩擦力的存在，系统的机械能会越来越少，最终停止，这是不可能的。可见，只有 B 项正确。

非选择题：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

25.(2014·上海卷·T22A)动能相等的两物体 A、B 在光滑水平面上沿同一直线相向而行，它们的速度大小之比 $v_1:v_2=2:1$，则动量之比 $p_A:p_B=$____；两者碰后粘在一起运动，其总动量与 A 原来动量大小之比 $p:p_A=$____。

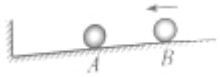
【答案】1:2　　1:1

【考点】动能 $E_K=\frac{1}{2}mv^2$ 和速度的关系：v_A：v_B=2： 1，可知两者质量之比 1：4，所以动量的关系为：1：2；两者碰撞遵循动量守恒，其总动量与 A 的动量等大反向，所以碰后的总动量与 A 原来的动量之比为 1：1。

【解析】根据动量与动能的关系：

【考点定位】动能　动量守恒定律

26.(2015·天津卷·T9(1))如图所示，在光滑水平面的左侧固定一竖直挡板，A 球在水平面上静止放置，B 球向左运动与 A 球发生正碰，B 球碰撞前、后的速率之比为 3：1,A 球垂直撞向挡板，碰后原速率返回，两球刚好不发生碰撞，AB 两球的质量之比为_____，AB 碰撞前、后两球总动能之比为_____。



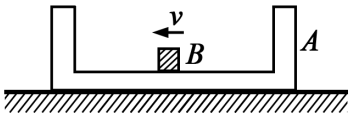
【答案】4：1； 9：5

【解析】因两球刚好不发生碰撞，说明 AB 碰撞后速率大小相同，规定向左为正方向，由动量守恒定律可知 $m_Bv_B=m_Av-m_Bv$，而 $v_B:v=3:1$，解得 $m_A:m_B=4:1$；碰撞前后总动能之比为 $E_1:E_2=\frac{\frac{1}{2}m_Bv_B^2}{\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2}=9:5$ ；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】动量守恒定律

27.(2016·天津卷)如图所示，方盒 A 静止在光滑的水平面上，盒内有一个小滑块 B，盒的质量是滑块质量的 2 倍，滑块与盒内水平面间的动摩擦因数为 μ。若滑块以速度 v 开始向左运动，与盒的左右壁发生无机械能损失的碰撞，滑块在盒中来回运动多次，最终相对盒静止，则此时盒的速度大小为_____，滑块相对于盒运动的路程为_____。



【答案】$\frac{v}{3}$　$\frac{v^2}{3\mu g}$

【解析】设滑块质量为 m，则盒的质量为 2m；对整个过程，由动量守恒定律可得 $mv=3mv_{共}$，解得 $v_{共}=\frac{v}{3}$，由能量守恒定律可知 $\mu mgx=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}\cdot 3m\cdot(\frac{v}{3})^2$，解得 $x=\frac{v^2}{3\mu g}$。

【考点定位】动量守恒定律、能量守恒定律

【名师点睛】此题是对动量守恒定律及能量守恒定律的考查；关键是分析两个物体相互作用的物理过程，选择好研究的初末状态，根据动量守恒定律和能量守恒定律列出方程；注意系统的动能损失等于摩擦力与相对路程的乘积。

28.(2011·上海卷)光滑水平面上两小球 a、b 用不可伸长的松弛细绳相连.开始时 a 球静止，b 球以一定速度运动直至绳被拉紧，然后两球一起运动，在此过程中两球的总动量_____(填“守恒”或“不守恒”)；机械能_____(填“守恒”或“不守恒”).

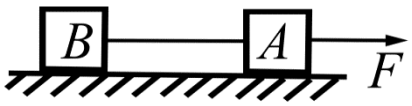
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】守恒，不守恒

【解析】两小球和细绳组成的系统合外力为零，所以动量守恒；细绳拉紧的过程是非弹性碰撞，动能不守恒，即机械能不守恒

【考点定位】机械能守恒

29.(2016·上海卷)如图，粗糙水平面上，两物体 A、B 以轻绳相连，在恒力 F 作用下做匀速运动。某时刻轻绳断开，在 F 牵引下继续前进，B 最后静止。则在 B 静止前，A 和 B 组成的系统动量_____(选填：“守恒”或 “不守恒”)。在 B 静止后，A 和 B 组成的系统动量_____。(选填：“守恒”或“不守恒“)



【答案】守恒；不守恒

【解析】轻绳断开前，A、B 做匀速运动，系统受到的拉力 F 和摩擦力平衡，合外力等于零，即 $F-f_A-f_B=0$，所以系统动量守恒；当轻绳断开 B 静止之前，A、B 系统的受力情况不变，即 $F-f_A-f_B=0$，所以系统的动量依然守恒；当 B 静止后，系统的受力情况发生改变，即 $F-f_A=m_Aa$，系统合外力不等于零，系统动量不守恒。

【考点定位】动量守恒条件

【方法技巧】先通过匀速运动分析 A、B 整体的合外力，再分析轻绳断开后 A、B 整体的合外力，只要合外力为零，系统动量守恒，反之不守恒。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

30.(2012·天津卷)质量为 0.2kg 的小球竖直向下以 6m/s 的速度落至水平地面，再以 4m/s 的速度反向弹回，取竖直向上为正方向，则小球与地面碰撞前后的动量变化为_____kg·m/s。若小球与地面的作用时间为 0.2s，则小球受到地面的平均作用力大小为_____N(取 g =10m/s^2)。

【答案】2； 12

【解析】取竖直向上为正方向 $p=0.2\times4-(-0.2\times6)kg\cdot m/s=2kg\cdot m/s$ ；根据动量定理（$F-mg$）$t=\Delta p$ 得， $F=\frac{\Delta p}{t}+mg=12N$ 。计算时要注意方向性。

【考点定位】本题考查动量变化，动量定理及其相关知识

31.(2015·上海卷·T22A)两小孩在冰面上乘坐“碰碰车”相向运动。A 车总质量为 50kg，以 2m/s 的速度向右运动；B 车总质量为 70kg，以 3m/s 的速度向左运动；碰撞后，A 以 1.5m/s 的速度向左运动，则 B 的速度大小为_____m/s，方向向_____(选填“左”或“右”)

【答案】0.5；左

【解析】由动量守恒定律得：规定向右为正方向， $m_Av_A-m_Bv_B=-m_Av'_A+m_Bv'_B$，解得： $v_B=-0.5m/s$，所以 B 的速度大小是 0.5m/s，方向向左。

【考点定位】动量守恒定律

32.(2012·上海卷)A、B 两物体在光滑水平地面上沿一直线相向而行，A 质量为 5kg，速度大小为 10m/s，B 质量为 2kg，速度大小为 5m/s，它们的总动量大小为_____kg·m/s。两者碰撞后，A 沿原方向运动，速度大小为 4m/s，则 B 的速度大小为_____m/s。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】40， 10

【解析】总动量 P= $P = M_A v_1 - M_B v_2 = 5\times10 - 2\times5 = 40kgm/s$ ；

碰撞过程中满足动量守恒， $M_A v_1 - M_B v_2 = M_A v_1' + M_B v_2'$ 代入数据可得：

$v_B = 10m/s$ 。

【考点定位】本题考查动量守恒定律及其相关知识

33.(2017·江苏卷)甲、乙两运动员在做花样滑冰表演，沿同一直线相向运动，速度大小都是 1 m/s，甲、乙相遇时用力推对方，此后都沿各自原方向的反方向运动，速度大小分别为 1 m/s 和 2 m/s.求甲、乙两运动员的质量之比.

【答案】3：2

【解析】由动量守恒定律得 $m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_2 v_2' - m_1 v_1'$ ， 解得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2 + v_2'}{v_1 + v_1'}$ 代入数据得

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$

【考点定位】动量守恒定律

【名师点睛】考查动量守恒，注意动量的矢量性，比较简单.

34.(2012·山东卷·T38(2))光滑水平轨道上有三个木块 A、B、C, 质量分别为 $m_A = 3m$ m_A=3m、$m_B = m_C = m$， 开始时 B、C 均静止， A 以初速度 v_0 向右运动， A 与 B 相撞后分开，B 又与 C 发生碰撞并粘在一起，此后 A 与 B 间的距离保持不变.求 B 与 C 碰撞前 B 的速度大小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$\frac{6}{5}v_0$

(2)设 AB 碰撞后，A 的速度为，B 与 C 碰撞前 B 的速度为，B 与 V 碰撞后粘在一起的速度为，由动量守恒定律得

对 A、B 木块：$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ①

对 B、C 木块：$m_B v_B = (m_B + m_C)v$ ②

由 A 与 B 间的距离保持不变可知 $v_A = v$ ③

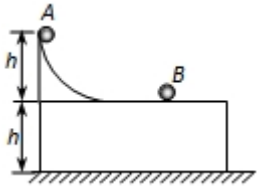
联立①②③式，代入数据得 $v_B = \frac{6}{5}v_0$ ④

【考点定位】本题考查动量守恒定律相关知识

35.(2012 天津卷)如图所示，水平地面上固定有高为 h 的平台，台面上有固定的光滑坡道，坡道顶端距台面高度也为 h，坡道底端与台面相切。小球 A 从坡道顶端由静止开始滑下，到达水平光滑的台面与静止在台面上的小球 B 发生碰撞，并粘连在一起，共同沿台面滑行并从台面边缘飞出，落地点与飞出点的水平距离恰好为台高的一半，两球均可视为质点，忽略空气阻力，重力加速度为 g。求：

(1)小球 A 刚滑至水平台面的速度 v_A；

(2)A、B 两球的质量之比 m_A：m_B。



【答案】(1) $v_A = \sqrt{2gh}$ ；(2) $m_A : m_B = 1:3$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)小球 A 下滑过程中，由动能定理可得：$m_A gh=\frac{1}{2}m_A v_A^2-0$，解得：$v_A=\sqrt{2gh}$；

(2)A、B 两球碰撞时动量守恒，由动量守恒定律可得：$m_A v_A=(m_A+m_B)v$，离开平台后，两球做平抛运动，水平方向：$\frac{h}{2}=vt$，竖直方向：$h=\frac{1}{2}gt^2$，

解得：$m_A:m_B=1:3$；

【考点定位】本题考查动量、能量守恒及其相关知识

36.(2011·山东卷)如图所示，甲、乙两船的总质量(包括船、人和货物)分别为 10m、12m，两船沿同一直线同一方向运动，速度分别为 $2v_0$、v_0。为避免两船相撞，乙船上的人将一质量为 m 的货物沿水平方向抛向甲船，甲船上的人将货物接住，求抛出货物的最小速度。(不计水的阻力)

【答案】$4v_0$

【解析】设抛出货物的速度为 v，由动量守恒定律得：

乙船与货物：$12mv_0=11mv_1-mv$，甲船与货物：$10m\times 2v_0-mv=11mv_2$，

两船不相撞的条件是：$v_2\le v_1$，解得：$v\ge 4v_0$；

【考点定位】动量守恒定律。

37.(2014·江苏卷)牛顿的《自然哲学的数学原理》中记载，A、B 两个玻璃球相碰，碰撞后的分离速度和它们碰撞前的接近速度之比总是约为 15∶16。分离速度是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

指碰撞后 B 对 A 的速度，接近速度是指碰撞前 A 对 B 的速度。若上述过程是质量为 2m 的玻璃球 A 以速度 v_0 碰撞质量为 m 的静止玻璃球 B，且为对心碰撞，求碰撞后 A、B 的速度大小。

【答案】$v_1=\frac{17}{48}v_0$，$v_2=\frac{31}{24}v_0$

【解析】设碰撞后两球的速度分别为 v_1 和 v_2，根据动量守恒定律有：$2mv_0=2mv_1+mv_2$

根据题意有：$\frac{v_2-v_1}{v_0}=\frac{15}{16}$

联立以上两式解得：$v_1=\frac{17}{48}v_0$，$v_2=\frac{31}{24}v_0$

【考点定位】本题主要考查了动量守恒定律的应用问题，属于中档偏低题。

38.(2013·安徽卷·T22)一物体放在水平地面上，如图 1 所示，已知物体所受水平拉力 F 随时间 t 的变化情况如图 2 所示，物体相应的速度 v 随时间 t 的变化关系如图 3 所示。求：

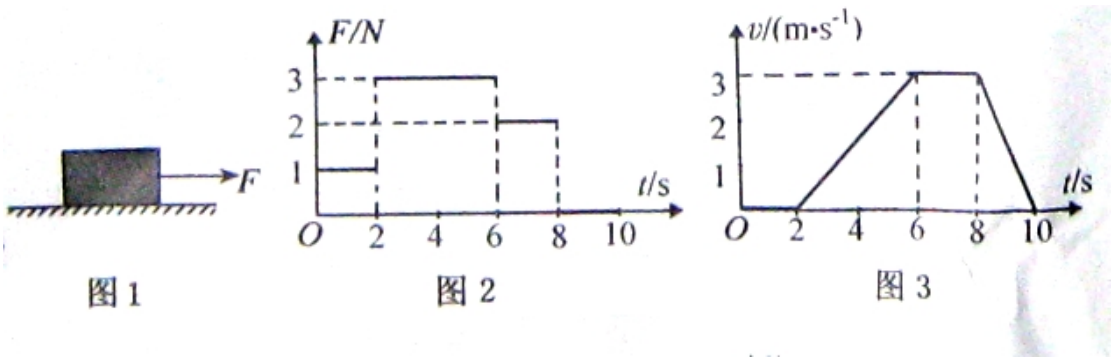


图 1　　图 2　　图 3

(1)0~8s 时间内拉力的冲量；

(2)0~6s 时间内物体的位移；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)0~10s 时间内，物体克服摩擦力所做的功。

【答案】(1)18 N·s　(2)6m　(3)30J

【解析】(1)根据冲量的定义 I＝Ft，可知 F－t 图象与坐标轴围成图形的面积表示冲量，

所以 0～8s 时间内拉力的冲量 $I=F_1\triangle t_1+F_2\triangle t_2+F_3\triangle t_3=18\ N\cdot s$

(2)根据 v－t 图象的“面积”求位移，0～6s 时间内物体的位移为

$$x=\frac{1}{2}\times(6-2)\times3=6m$$

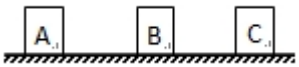
(3)根据题图 3 可知，物体在 6～8s 内做匀速运动，于是有 f＝2N

根据题图 3，物体在 0～10s 时间内的位移为 $s=\frac{1}{2}\times(2+8)\times3=15m$

所以 W=fs=2N×15m=30J。

【考点定位】F—t 图象和 v—t 图象的“面积”的意义，冲量、功的概念。

39.(2013·海南卷·T17(2))如图所示，光滑水平面上有三个物块 A、B 和 C，它们具有相同的质量，且位于同一直线上。开始时，三个物块均静止，先让 A 以一定速度与 B 碰撞，碰后它们粘在一起，然后又一起与 C 碰撞并粘在一起，求前后两次碰撞中损失的动能之比。



【答案】3

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设三个物块的质量均为 m；A 与 B 碰撞前 A 的速度为 v，碰撞后共同速度为 v_1；A、B 与 C 碰撞后的共同速度为 v_2.由动量守恒定律得 $mv = 2mv_1$

$2mv_1 = 3mv_2$

设第一次碰撞中动能的损失为 ΔE_1，设第二次碰撞中动能的损失为 ΔE_2，由能量守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 2mv_1^2 + \Delta E_1 \qquad \frac{1}{2}\cdot 2mv_1^2 = \frac{1}{2}\cdot 3mv_2^2 + \Delta E_2$$

联立以上各式，解得 $\frac{\Delta E_1}{\Delta E_2} = 3$

【考点定位】考查动量守恒和能量守恒定律。

40.(2012·海南卷)(2014·全国大纲卷)冰球运动员甲的质量为 80.0kg。当他以 5.0m/s 的速度向前运动时，与另一质量为 100kg、速度为 3.0m/s 的迎面而来的运动员乙相撞。碰后甲恰好静止。假设碰撞时间极短，求：

(1)碰后乙的速度的大小；

(2)碰撞中总机械能的损失。

【答案】(1)1.0m/s；(2)1400J

【解析】(1)设运动员甲、乙的质量分别为 m、M，碰前速度大小分别为 v_1、v_2，碰后乙的速度大小为 v'_2，由动量守恒定律有：$mv_1 - Mv_2 = Mv'_2$

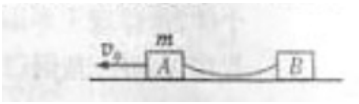
解得：$v'_2 = \frac{m}{M}v_1 - v_2 = 1.0\text{m/s}$

(2)根据能量守恒定律可知，碰撞中总机械能的损失为：$\Delta E = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}Mv_2'^2$

代入数据解得：ΔE＝1400J

【考点定位】本题主要考查了动量守恒定律和能量守恒定律的应用问题，属于中档题。

41.(2014·山东卷)如图，光滑水平直轨道上两滑块 A、B 用橡皮筋连接，A 的质量为 m，，开始时橡皮筋松弛，B 静止，给 A 向左的初速度v_0，一段时间后，B 与 A 同向运动发生碰撞并粘在一起，碰撞后的共同速度是碰撞前瞬间 A 的速度的两倍，也是碰撞前瞬间 B 的速度的一半。求：



(i)B 的质量；

(ii)碰撞过程中 A、B 系统机械能的损失。

【答案】(i)$m_B=2m$；(ii)$\Delta E=\frac{1}{6}mv^2_0$

【解析】(i)以初速度v_0的方向为正方向，设 B 的质量为m_B，A、B 碰撞后共同速度为 v，由题意知；碰撞前瞬间 A 的速度为$\frac{v}{2}$，碰撞前瞬间，B 的速度为 2v，由动量守恒定律得

则：$m\frac{v}{2}+2m_Bv=(m+m_B)v$ ①

由①式得$m_B=2m$ ②

(ii)从开始到碰后的全过程，由动量守恒定律得$mv_0=(m+m_B)v$ ③

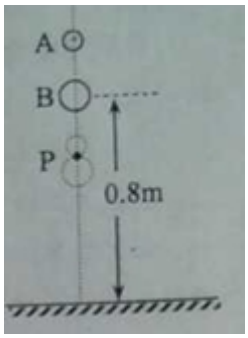
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设碰撞过程 A、B 系统机械能的损失为ΔE，则$\Delta E=\frac{1}{2}mv^2_0-\frac{1}{2}(m+m_B)v^2$ ④

联立②③④式得$\Delta E=\frac{1}{6}mv^2_0$ ⑤

【考点定位】动量守恒定律，能量守恒定律

42.(2014·新课标全国卷Ⅰ)如图，质量分别为m_A、m_B的两个小球 A、B 静止在地面上方，B 球距地面的高度 h=0.8m，A 球在 B 球的正上方。先将 B 球释放，经过一段时间后再将 A 球释放。当 A 球下落 t=0.3s 时，刚好与 B 球在地面上方的 P 点处相碰，碰撞时间极短，碰后瞬间 A 球的速度恰为零。已知$m_B=3m_A$，重力加速度大小为$g=10\text{m/s}^2$，忽略空气阻力及碰撞中的动能损失。



(i)B 球第一次到达地面时的速度；

(ii)P 点距离地面的高度。

【答案】$v_B=4m/s$　　$h_p=0.75m$

【解析】(i)B 球总地面上方静止释放后只有重力做功，根据动能定理有

$m_Bgh=\frac{1}{2}m_Bv_B^2$

可得 B 球第一次到达地面时的速度$v_B=\sqrt{2gh}=4m/s$

(ii)A 球下落过程，根据自由落体运动可得 A 球的速度$v_A=gt=3m/s$

设 B 球的速度为v_B'， 则有碰撞过程动量守恒$m_Av_A+m_Bv_B'=m_Bv_B''$

碰撞过程没有动能损失则有$\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B'^2=\frac{1}{2}m_Bv_B''^2$

解得$v_B'=1\text{m/s}$， $v_B''=2\text{m/s}$

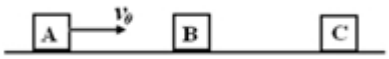
小球 B 与地面碰撞后根据没有动能损失所以 B 离开地面上抛时速度

$v_0=v_B=4m/s$

所以 P 点的高度$h_p=\frac{v_0^2-v_B'^2}{2g}=0.75m$

【考点定位】动量守恒定律 能量守恒

43.(2015·山东卷·T39(2))如图，三个质量相同的滑块 A、B、C，间隔相等地静置于同一水平轨道上。现给滑块 A 向右的初速度 v_0，一段时间后 A 与 B 发生碰撞，碰后 AB 分别以$\frac{1}{8}v_0$、$\frac{3}{4}v_0$的速度向右运动，B 再与 C 发生碰撞，碰后 B、C 粘在一起向右运动。滑块 A、B 与轨道间的动摩擦因数为同一恒定值。两次碰撞时间极短。求 B、C 碰后瞬间共同速度的大小。



【答案】$v=\frac{\sqrt{21}}{16}v_0$

【解析】设滑块是质量都是 m， A 与 B 碰撞前的速度为 v_A，选择 A 运动的方向为正方向，

碰撞的过程中满足动量守恒定律，得：$mv_A=mv_A'+mv_B'$

设碰撞前 A 克服轨道的阻力做的功为 W_A，由动能定理得：$W_A=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_A^2$

设 B 与 C 碰撞前的速度为 v_B'，碰撞前 B 克服轨道的阻力做的功为 W_B，

$$W_B=\frac{1}{2}mv_B'^2-\frac{1}{2}mv_B''^2$$

由于质量相同的滑块 A、B、C，间隔相等地静置于同一水平直轨道上，滑块 A、B 与轨道间的动摩擦因数为同一恒定值，所以：$W_B=W_A$

设 B 与 C 碰撞后的共同速度为 v，由动量守恒定律得：$mv_B'=2mv$

联立以上各表达式，代入数据解得：$v=\frac{\sqrt{21}}{16}v_0$。

【考点定位】动量守恒定律；动能定理.

44.(2015·海南卷·T17(2))运动的原子核 ${}_Z^AX$ 放出 α 粒子后变成静止的原子核 Y。已知 X、Y 和 α 粒子的质量分别是 M、m_1 和 m_2，真空中的光速为 c，α 粒子的速度远小于光速。求反应后与反应前的总动能之差以及 α 粒子的动能。

【答案】$\Delta E_k=(M-m_1-m_2)c^2$，$\frac{M}{M-m_2}(M-m_1-m_2)c^2$

【解析】反应后由于存在质量亏损，所以反应前后总动能之差等于质量亏损而释放出的能量，

故根据爱因斯坦质能方程可得 $\frac{1}{2}m_2v_\alpha^2-\frac{1}{2}Mv_X^2=(M-m_1-m_2)c^2$ ①

反应过程中三个粒子组成的系统动量守恒，故有 $Mv_X=m_2v_\alpha$，②

联立①②可得 $\frac{1}{2}m_2v_\alpha^2=\frac{M}{M-m_2}(M-m_1-m_2)c^2$

【考点定位】质能方程，动量守恒定律

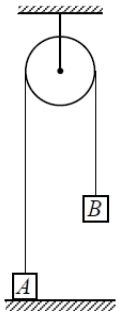
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

45.(2017·天津卷)如图所示，物块 A 和 B 通过一根轻质不可伸长的细绳连接，跨放在质量不计的光滑定滑轮两侧，质量分别为 m_A=2 kg、m_B=1 kg。初始时 A 静止于水平地面上，B 悬于空中。先将 B 竖直向上再举高 h=1.8 m(未触及滑轮)然后由静止释放。一段时间后细绳绷直，A、B 以大小相等的速度一起运动，之后 B 恰好可以和地面接触。取 g=10 m/s^2。空气阻力不计。求：

(1)B 从释放到细绳刚绷直时的运动时间 t；

(2)A 的最大速度 v 的大小；

(3)初始时 B 离地面的高度 H。



【答案】(1) $t=0.6\,\mathrm{s}$　(2) $v=2\,\mathrm{m/s}$　(3) $H=0.6\,\mathrm{m}$

【解析】

试题分析：(1)*B* 从释放到细绳刚绷直前做自由落体运动，有：$h=\frac{1}{2}gt^2$

解得：$t=0.6\mathrm{s}$

(2)设细绳绷直前瞬间 *B* 速度大小为 v_B，有 $v_0=gt=6\,\mathrm{m/s}$

细绳绷直瞬间，细绳张力远大于 *A*、*B* 的重力，*A*、*B* 相互作用，总动量守恒：

$m_Bv_0=(m_A+m_B)v$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

绳子绷直瞬间，A、B 系统获得的速度：$v=2\,\mathrm{m/s}$

之后 A 做匀减速运动，所以细绳绷直瞬间的速度 v 即为最大速度，A 的最大速度为 2 m/s。

(3)细绳绷直后，A、B 一起运动，B 恰好可以和地面接触，说明此时 A、B 的速度为零，这一过程中 A、B 组成的系统机械能守恒，有：

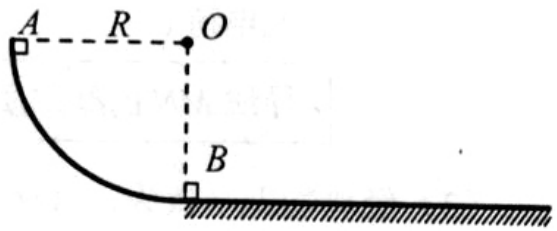
$$\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2+m_BgH=m_AgH$$

解得，初始时 B 离地面的高度 $H=0.6\,\mathrm{m}$

【考点定位】自由落体运动，动量守恒定律，机械能守恒定律

【名师点睛】本题的难点是绳子绷紧瞬间的物理规律——是两物体的动量守恒，而不是机械能守恒。

46.(2014·北京卷)如图所示，竖直平面内的四分之一圆弧轨道下端与水平桌面相切，小滑块 A 和 B 分别静止在圆弧轨道的最高点和最低点。现将 A 无初速度释放，A 与 B 碰撞后结合为一个整体，并沿桌面滑动。已知圆弧轨道光滑，半径 R=0.2m，A 与 B 的质量相等，A 与 B 整体与桌面之间的动摩擦因数 μ=0.2。取重力加速度 g=10m/s^2，求：



(1)碰撞前瞬间 A 的速率 v。

(2)碰撞后瞬间 A 与 B 整体的速度。

(3)A 与 B 整体在桌面上滑动的距离 L。

【答案】(1)2m/s　　(2)1m/s　　(3)0.25m

【解析】(1)对 A 从圆弧最高点到最低点的过程应用机械能守恒定律有：

$$\frac{1}{2}m_A v_A^2 = m_A gR$$

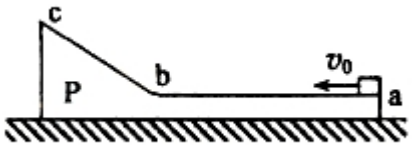
可得 $v = 2\text{m/s}$

(2)A 在圆弧轨道底部和 B 相撞，满足动量守恒，有：$(m_A + m_B)v' = m_A v$，可得 $v' = 1\text{m/s}$

(3)对 AB 一起滑动过程，由动能定理得：$\mu(m_A + m_B)gL = \frac{1}{2}(m_A + m_B)v'^2$ [，可得 L=0.25m

【考点定位】对动能定理和机械能守恒定律的考查

47.(2011·海南卷)一质量为 2m 的物体 P 静止于光滑水平地面上，其截面如图所示。图中 ab 为粗糙的水平面，长度为 L；bc 为一光滑斜面，斜面和水平面通过与 ab 和 bc 均相切的长度可忽略的光滑圆弧连接。现有一质量为 m 的木块以大小为 v_0 的水平初速度从 a 点向左运动，在斜面上上升的最大高度为 h，返回后在到达 a 点前与物体 P 相对静止。重力加速度为 g。求



(i)木块在 ab 段受到的摩擦力 f；

(ii)木块最后距 a 点的距离 s。

【答案】(i) $f=\dfrac{\frac{1}{3}mv_0^2-mgh}{L}$ (ii) $\dfrac{3gh}{v_0^2-3gh}$

【解析】对 P 和木块系统，从开始到木开上升到最高点的运动过程中：由水平方向的动量守恒得： $mv_0=3mv$

由能量守恒得： $\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\cdot 3mv^2+mgh+fL$

解得 $f=\dfrac{\frac{1}{3}mv_0^2-mgh}{L}$

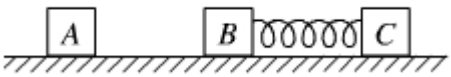
由能量守恒得： $\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}3mv^2+fs_{总}$

解得 $s_{总}=\dfrac{mv_0^2}{3f}=\dfrac{v_0^2}{v_0^2-3gh}L$

木块最后距 a 点的距离 $s=s_{总}-L=\dfrac{v_0^2}{v_0^2-3gh}L-L=\dfrac{3gh}{v_0^2-3gh}$

【考点定位】动量守恒定律，能量守恒定律

48.(2011·辽宁卷)如图，ABC 三个木块的质量均为 m。置于光滑的水平面上，BC 之间有一轻质弹簧，弹簧的两端与木块接触可不固连，将弹簧压紧到不能再压缩时用细线把 BC 紧连，是弹簧不能伸展，以至于 BC 可视为一个整体，现 A 以初速 υ_0 沿 BC 的连线方向朝 B 运动，与 B 相碰并粘合在一起，以后细线突然断开，弹簧伸展，从而使 C 与 A，B 分离，已知 C 离开弹簧后的速度恰为 υ_0，求弹簧释放的势能。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$E_P=\frac{1}{3}mv_0^2$

【解析】设碰后 A、B 和 C 的共同速度的大小为 v，由动量守恒定律得：$mv_0=3mv$

，

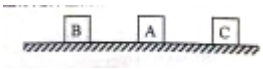
设 C 离开弹簧时，A、B 的速度大小为v_1，由动量守恒得$3mv=2mv_1+mv_0$，解得：$v_1=0$；

(2)设弹簧的弹性势能为E_P，从细线断开到 C 与弹簧分开的过程中机械能守恒，有

$\frac{1}{2}(3m)v^2+E_P=\frac{1}{2}(2m)v_1^2+\frac{1}{2}mv_0^2$，解得：$E_P=\frac{1}{3}mv_0^2$；

【考点定位】动量守恒定律，能量守恒定律。

49.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T35(2))如图，在足够长的光滑水平面上，物体 A、B、C 位于同一直线上，A 位于 B、C 之间。A 的质量为m，B、C 的质量都为M，三者都处于静止状态，现使 A 以某一速度向右运动，求m和M之间满足什么条件才能使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞。设物体间的碰撞都是弹性的。



【答案】$m\geq(\sqrt{5}-2)M$

【解析】设 A 运动的初速度为v

A 向右运动与 C 发生碰撞，根据弹性碰撞可得$mv=mv_1+Mv_2$；

$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}Mv_2^2$

可得$v_1=\frac{m-M}{m+M}v$ $v_2=\frac{2m}{m+M}v$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

要使得 A 与 B 发生碰撞，需要满足 $v_1<0$，即 $m<M$

A 反向向左运动与 B 发生碰撞过程，弹性碰撞 $mv_1=mv_3+Mv_4$

$$\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}mv_3^2+\frac{1}{2}Mv_4^2$$

整理可得：$v_3=\frac{m-M}{m+M}v_1$　　$v_4=\frac{2m}{m+M}v_1$

由于 $m<M$，所以 A 还会向右运动，根据要求不发生第二次碰撞，需要满足 $v_3<v_2$

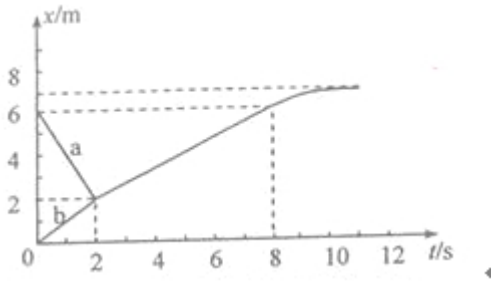
即 $v_2=\frac{2m}{m+M}v>\frac{M-m}{m+M}v_1=(\frac{m-M}{m+M})^2v$

整理可得 $m^2+4Mm>M^2$

解方程可得 $m\geq(\sqrt{5}-2)M$

【考点定位】弹性碰撞

50.(2015·全国新课标 II 卷·T35(2))滑块 a、b 沿水平面上同一条直线发生碰撞；碰撞后两者粘在一起运动；经过一段时间后，从光滑路段进入粗糙路段。两者的位置 x 随时间 t 变化的图像如图所示。求：



(ⅰ)滑块 a、b 的质量之比；

(ⅱ)整个运动过程中，两滑块克服摩擦力做的功与因碰撞而损失的机械能之比。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{8}$；(2)$\frac{W}{\Delta E}=\frac{1}{2}$

【解析】

(1)设 a、b 质量分别为 m_1、m_2，a、b 碰撞前的速度为 v_1、v_2。由题给图像得

$v_1=-2m/s$、$v_2=1m/s$

a、b 发生完全非弹性碰撞，碰撞后两滑块的共同速度为 v，由题给图像可得

$v=\frac{2}{3}m/s$

由动量守恒定律得：$m_1v_1+m_2v_2=(m_1+m_2)v$，解得$\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{8}$

(2)由能量守恒得。两滑块因碰撞而损失的机械能为

$\Delta E=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2-\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2$

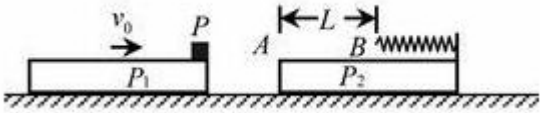
由图像可知，两滑块最后停止运动，

由动能定理得，两滑块克服摩擦力所做的功为$W=\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2$，解得$\frac{W}{\Delta E}=\frac{1}{2}$

【考点定位】动量守恒定律；能量守恒定律

51.(2013·广东卷·T35)如图所示，两块相同平板 P_1、P_2 置于光滑水平面上，质量均为 m。P_2 的右端固定一轻质弹簧，左端 A 与弹簧的自由端 B 相距 L。物体 P 置于 P_1 的最右端，质量为 2m 且可以看作质点。P_1 与 P 以共同速度 v_0 向右运动，与静止的 P_2 发生碰撞，碰撞时间极短，碰撞后 P_1 与 P_2 粘连在一起，P 压缩弹簧后被弹回并停在 A 点(弹簧始终在弹性限度内)。P 与 P_2 之间的动摩擦因数为 μ，求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)P_1、P_2 刚碰完时的共同速度 v_1 和 P 的最终速度 v_2；

(2)此过程中弹簧最大压缩量 x 和相应的弹性势能 E_p。

【答案】(1) $v_1=\frac{v_0}{2}$， $v_2=\frac{3v_0}{4}$ (2) $x=\frac{v_0^2}{32\mu g}-L$， $E_p=\frac{mv_0^2}{16}$

【解析】(1) P_1、P_2 碰撞过程，动量守恒，$mv_0=2mv_1$，解得 $v_1=\frac{v_0}{2}$。

对 P_1、P_2、P 组成的系统，由动量守恒定律，$(m+2m)v_0=4mv_2$，解得 $v_2=\frac{3v_0}{4}$

(2)当弹簧压缩最大时，P_1、P_2、P 三者具有共同速度 v_2，对 P_1、P_2、P 组成的系统，从 P_1、P_2 碰撞结束到 P 压缩弹簧后被弹回并停在 A 点，用能量守恒定律

$$\frac{1}{2}\times 2mv_1^2+\frac{1}{2}\times 2mv_0^2=\frac{1}{2}(m+2m+m)v_2^2+u(2mg)2(L+x)$$

解得 $x=\frac{v_0^2}{32\mu g}-L$

对 P_1、P_2、P 系统从 P_1、P_2 碰撞结束到弹簧压缩量最大，用能量守恒定律

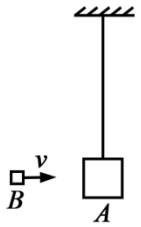
$$\frac{1}{2}2mv_1^2+\frac{1}{2}2mv_0^2=\frac{1}{2}(m+2m+m)v_2^2+u(2mg)(L+x)+E_p$$

最大弹性势能 $E_p=\frac{mv_0^2}{16}$

【考点定位】碰撞模型、动量守恒定律、能量守恒定律、弹性势能、摩擦生热。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

52.(2016·海南卷)如图，物块 A 通过一不可伸长的轻绳悬挂在天花板下，初始时静止；从发射器(图中未画出)射出的物块 B 沿水平方向与 A 相撞，碰撞后两者粘连在一起运动；碰撞前 B 的速度的大小 v 及碰撞后 A 和 B 一起上升的高度 h 均可由传感器(图中未画出)测得。某同学以 h 为纵坐标，v^2 为横坐标，利用实验数据作直线拟合，求得该直线的斜率为 $k=1.92\times10^{-3}\ s^2/m$。已知物块 A 和 B 的质量分别为 $m_A=0.400\ kg$ 和 $m_B=0.100\ kg$，重力加速度大小 $g=9.80\ m/s^2$。



(i)若碰撞时间极短且忽略空气阻力，求 $h-v^2$ 直线斜率的理论值 k_0；

(ii)求 k 值的相对误差 δ($\delta=\frac{|k-k_0|}{k_0}\times100\%$，结果保留 1 位有效数字)。

【答案】(i)$2.04\times10^{-3}\ s^2/m$　(ii)6%

【解析】(i)设物块 A 和 B 碰撞后共同运动的速度为 v'，由动量守恒定律有

$m_Bv=(m_A+m_B)v'$ ①

在碰后 A 和 B 共同上升的过程中，由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}(m_A+m_B)v'^2=(m_A+m_B)gh$$ ②

联立①②式得 $$h=\frac{m_B^2}{2g(m_A+m_B)^2}v^2$$ ③

由题意得 $$k_0=\frac{m_B^2}{2g(m_A+m_B)^2}$$ ④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

代入题给数据得 $k_0=2.04\times10^{-3}\ s^2/m$⑤

(ii)按照定义 $\delta=\frac{|k-k_0|}{k_0}\times100\%$⑥

由⑤⑥式和题给条件得 $\delta=6\%$⑦

【考点定位】动量守恒定律、机械能守恒定律

【名师点睛】本题考查动量守恒定律的应用，要注意正确选择研究对象，并分析系统是否满足动量守恒以及机械能守恒，然后才能列式求解。

53.(2016·全国新课标Ⅰ卷)(10 分)某游乐园入口旁有一喷泉，喷出的水柱将一质量为 M 的卡通玩具稳定地悬停在空中。为计算方便起见，假设水柱从横截面积为 S 的喷口持续以速度 v_0 竖直向上喷出；玩具底部为平板(面积略大于 S)；水柱冲击到玩具底板后，在竖直方向水的速度变为零，在水平方向朝四周均匀散开。忽略空气阻力。已知水的密度为 ρ，重力加速度大小为 g。求

(i)喷泉单位时间内喷出的水的质量；

(ii)玩具在空中悬停时，其底面相对于喷口的高度。

【答案】(i) $\rho v_0 S$　(ii) $\frac{v_0^2}{2g}-\frac{M^2g}{2\rho^2v_0^2S^2}$

【解析】(i)设 Δt 时间内，从喷口喷出的水的体积为 ΔV，质量为 Δm，则

$\Delta m=\rho\Delta V$ ①

$\Delta V=v_0S\Delta t$ ②

由①②式得，单位时间内从喷口喷出的水的质量为 $\frac{\Delta m}{\Delta t}=\rho v_0 S$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)设玩具悬停时其底面相对于喷口的高度为h，水从喷口喷出后到达玩具底面时的速度大小为v。对于Δt时间内喷出的水，有能量守恒得

$$\frac{1}{2}(\Delta m)v^2+(\Delta m)gh=\frac{1}{2}(\Delta m)v_0^2 \quad ④$$

在h高度处，Δt时间内喷射到玩具底面的水沿竖直方向的动量变化量的大小为

$$\Delta p=(\Delta m)v \quad ⑤$$

设水对玩具的作用力的大小为F，根据动量定理有$F\Delta t=\Delta p$ ⑥

由于玩具在空中悬停，由力的平衡条件得$F=Mg$ ⑦

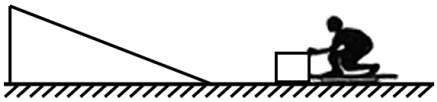
联立③④⑤⑥⑦式得$h=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{M^2g}{2\rho^2v_0^2S^2}$ ⑧

【考点定位】动量定理、机械能守恒定

【名师点睛】本题考查了动量定理的应用，要知道玩具在空中悬停时，受力平衡，合力为零，也就是水对玩具的冲力等于玩具的重力。本题的难点是求水对玩具的冲力，而求这个冲力的关键是单位时间内水的质量，注意空中的水柱并非圆柱体，要根据流量等于初刻速度乘以时间后再乘以喷泉出口的面积 S 求出流量，最后根据 m=ρV 求质量。

54.(2016·全国新课标Ⅱ卷)(10 分)如图，光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体，斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均静止于冰面上。某时刻小孩将冰块以相对冰面 3 m/s 的速度向斜面体推出，冰块平滑地滑上斜面体，在斜面体上上升的最大高度为 h=0.3 m(h 小于斜面体的高度)。已知小孩与滑板的总质量为 m_1=30 kg，冰块的质量为 m_2=10 kg，小孩与滑板始终无相对运动。取重力加速度的大小 g=10 m/s^2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(i)求斜面体的质量；

(ii)通过计算判断，冰块与斜面体分离后能否追上小孩？

【答案】(i)20 kg　(ii)不能

【解析】(i)规定向右为速度正方向。冰块在斜面体上运动到最大高度时两者达到共同速度，设此共同速度为 v，斜面体的质量为 m_3。由水平方向动量守恒和机械能守恒定律得

$m_2v_{20}=(m_2+m_3)v$①

$$\frac{1}{2}m_2v_{20}^2=\frac{1}{2}(m_2+m_3)v^2+m_2gh$$ ②

式中 $v_{20}=-3$ m/s 为冰块推出时的速度。联立①②式并代入题给数据得 $m_3=20$ kg③

(ii)设小孩推出冰块后的速度为 v_1，由动量守恒定律有 $m_1v_1+m_2v_{20}=0$④

代入数据得 $v_1=1$ m/s⑤

设冰块与斜面体分离后的速度分别为 v_2 和 v_3，由动量守恒和机械能守恒定律有

$m_2v_{20}=m_2v_2+m_3v_3$⑥

$$\frac{1}{2}m_2v_{20}^2=\frac{1}{2}m_2v_2^2+\frac{1}{2}m_3v_3^2$$ ⑦

联立③⑥⑦式并代入数据得 $v_2=1$ m/s⑧

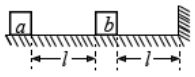
由于冰块与斜面体分离后的速度与小孩推出冰块后的速度相同且处在后方，故冰块不能追上小孩。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】动量守恒定律、机械能守恒定律

【名师点睛】此题是动量守恒定律及机械能守恒定律的综合应用问题；解题关键是要知道动量守恒的条件及两物体相互作用时满足的能量关系，列方程即可；注意动量守恒定律的矢量性，知道符号的含义；此题难度中等，意在考查考生灵活利用物理知识解决问题的能力。

55.(2016·全国新课标III卷)如图，水平地面上有两个静止的小物块 a 和 b，其连线与墙垂直：a 和 b 相距 l；b 与墙之间也相距 l；a 的质量为 m，b 的质量为 $\frac{3}{4}$m。两物块与地面间的动摩擦因数均相同，现使 a 以初速度 v_0 向右滑动。此后 a 与 b 发生弹性碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞，重力加速度大小为 g，求物块与地面间的动摩擦力因数满足的条件。



【答案】$\frac{v_0^2}{2gl} \geq \mu \geq \frac{32v_0^2}{113gl}$

【解析】

试题分析：设物块与地面间的动摩擦因数为 μ，若要物块 a、b 能够发生碰撞，

应有 $\frac{1}{2}mv_0^2 > \mu mgl$　　即 $\mu < \frac{v_0^2}{2gl}$

设在 a、b 发生弹性碰撞前的瞬间，a 的速度大小为 v_1，由能量守恒可得

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \mu mgl$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设在 a、b 碰撞后的瞬间，a、b 的速度大小分别为 v_1'、v_2'，

根据动量守恒和能量守恒可得 $mv_1 = mv_1' + \frac{3}{4}mv_2'$，$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}mv_2'^2$

联立可得 $v_2' = \frac{8}{7}v_1$

根据题意，b 没有与墙发生碰撞，根据功能关系可知，$\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}mv_2'^2 \le \mu\cdot\frac{3m}{4}gl$

故有 $\mu \ge \frac{32v_0^2}{113gl}$，

综上所述，a 与 b 发生碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞的条件是 $\frac{v_0^2}{2gl} \ge \mu \ge \frac{32v_0^2}{113gl}$

【考点定位】考查了动量守恒定律、能量守恒定律的应用

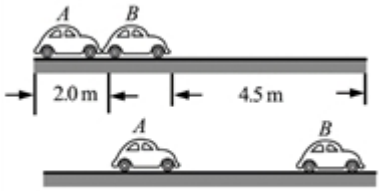
【方法技巧】该题要按时间顺序分析物体的运动过程，知道弹性碰撞过程遵守动量守恒和能量守恒，要结合几何关系分析 b 与墙不相撞的条件。

56.(2018·全国 II 卷)汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B。两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m，A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为2.0×10^3kg 和1.5×10^3kg，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小$g=10\text{m/s}^2$.求

(1)碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；

(2)碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)$v_B' = 3.0\ m/s$　　(2)$v_A = 4.3\ m/s$

【解析】试题分析：两车碰撞过程动量守恒，碰后两车在摩擦力的作用下做匀减速运动，利用运动学公式可以求得碰后的速度，然后在计算碰前 A 车的速度。

(1)设 B 车质量为 m_B，碰后加速度大小为 a_B，根据牛顿第二定律有

$$\mu m_B g = m_B a_B \quad ①$$

式中 μ 是汽车与路面间的动摩擦因数。

设碰撞后瞬间 B 车速度的大小为v_B'，碰撞后滑行的距离为s_B。由运动学公式有

$$v_{B'}^2 = 2a_B s_B \quad ②$$

联立①②式并利用题给数据得

$$v_B' = 3.0\ \mathrm{m/s} \quad ③$$

(2)设 A 车的质量为 m_A，碰后加速度大小为 a_A。根据牛顿第二定律有

$$\mu m_A g = m_A a_A \quad ④$$

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为v_A'，碰撞后滑行的距离为s_A。由运动学公式有

$$v_A'^2 = 2a_A s_A \quad ⑤$$

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为v_A，两车在碰撞过程中动量守恒，有

$$m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B' \quad ⑥$$

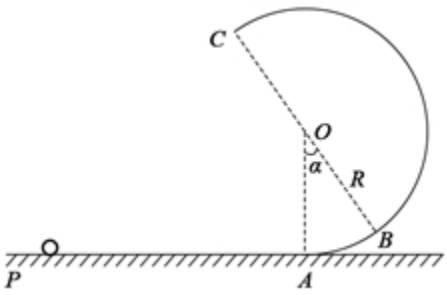
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

$$v_A = 4.3\ \mathrm{m/s}$$

点睛：灵活运用运动学公式及碰撞时动量守恒来解题。

57.(2018·全国 III 卷)如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 和水平轨道 PA 在 A 点相切。BC 为圆弧轨道的直径。O 为圆心，OA 和 OB 之间的夹角为 α，$\sin\alpha=\frac{3}{5}$，一质量为 m 的小球沿水平轨道向右运动，经 A 点沿圆弧轨道通过 C 点，落至水平轨道；在整个过程中，除受到重力及轨道作用力外，小球还一直受到一水平恒力的作用，已知小球在 C 点所受合力的方向指向圆心，且此时小球对轨道的压力恰好为零。重力加速度大小为 g。求：



(1)水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小；

(2)小球到达 A 点时动量的大小；

(3)小球从 C 点落至水平轨道所用的时间。

【答案】(1) $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$　　(2) $\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ (3) $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

【解析】(1)设水平恒力的大小为 F_0，小球到达 C 点时所受合力的大小为 F。由力的合成法则有 $\frac{F_0}{mg}=\tan\alpha$ ①　　$F^2=(mg)^2+F_0^2$ ②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设小球到达 C 点时的速度大小为 v，由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{R}$ ③

由①②③式和题给数据得 $F_0=\frac{3}{4}mg$ ④　　$v=\frac{\sqrt{5gR}}{2}$ ⑤

(2)设小球到达 A 点的速度大小为 v_1，作 CD⊥PA，交 PA 于 D 点，

由几何关系得：DA＝Rsinα⑥　　CD=R(1+cosα)⑦

由动能定理有：$-mg\cdot CD-F_0\cdot DA=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑧

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得, 小球在 A 点的动量大小为：$p=mv_1=\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ ⑨

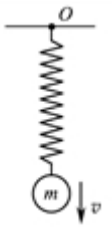
(3)小球离开 C 点后在竖直方向上做初速度不为零的匀加速运动, 加速度大小为 g。

设小球在竖直方向的初速度为 $v_\perp$，从 C 点落至水平轨道上所用时间为 t。

由运动学公式有：$v_\perp t+\frac{1}{2}gt^2=CD$ ⑩　　$v_\perp=v\sin\alpha$ ⑪

由⑤⑦⑩⑪式和题给数据得：$t=\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$ ⑫

58.(2018·江苏卷)如图所示，悬挂于竖直弹簧下端的小球质量为 m，运动速度的大小为 v，方向向下.经过时间 t，小球的速度大小为 v，方向变为向上.忽略空气阻力，重力加速度为 g，求该运动过程中，小球所受弹簧弹力冲量的大小.



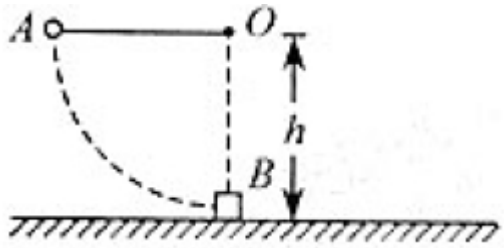
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$I_F=2mv+mgt$

【解析】取向上为正方向，动量定理 mv–(–mv)=I 且 I=(F-mg)t

解得 $I_F=2mv+mgt$

59.(2010·天津卷·T10)如图所示，小球 A 系在细线的一端，线的另一端固定在 O 点，O 点到水平面的距离为 h。物块 B 质量是小球的 5 倍，至于粗糙的水平面上且位于 O 点正下方，物块与水平面间的动摩擦因数为 μ。现拉动小球使线水平伸直，小球由静止开始释放，运动到最低点时与物块发生正碰(碰撞时间极短)，反弹后上升至最高点时到水平面的距离为$\frac{h}{16}$。小球与物块均视为质点，不计空气阻力，重力加速度为 g，求物块在水平面上滑行的时间 t。



【答案】$\frac{\sqrt{2gh}}{4\mu g}$

【解析】本题考查的是碰撞中的动量守恒问题。

设小球的质量为 m，运动到最低点与物块碰撞前的速度大小为v_1，取小球运动到最低点重力势能为零，根据机械能守恒定律，有 $mgh=\frac{1}{2}mv_1^2$

①

得 $v_1=\sqrt{2gh}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设碰撞后小球反弹的速度大小为v_1',同理有$mg\frac{h}{16}=\frac{1}{2}mv_1'^2$ ②

得$v_1'=\sqrt{\frac{gh}{8}}$

设碰后物块的速度大小v_2,取水平向右为正方向,根据动量守恒定律,有

$mv_1=-m\,v_1'+5mv_2$ ③

得$v_2=\sqrt{\frac{gh}{8}}$ ④

物块在水平面上滑行所受摩擦力的大小 $F=5\mu mg$ ⑤

设物块在水平面上滑行的时间为 t,根据动量定律,有$-Ft=0-5mv_2$ ⑥

得 $t=\frac{\sqrt{2gh}}{4\mu g}$ ⑦

【思维拓展】解法二：物块在水平面上滑行时做匀减速直线运动，从⑤式以后可以换为以下内容：

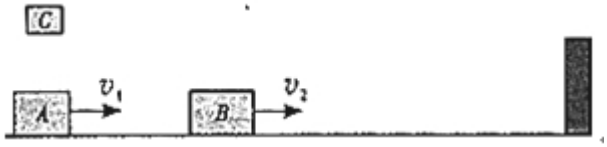
加速度$a=\frac{F}{5m}=-\mu g$

由运动学公式可得 $t=\frac{0-v_2}{a}=\frac{\sqrt{2gh}}{4\mu g}$

60.(2010·山东卷·T38) (2)如图所示，滑块 A、C 质量均为 M，滑块 B 质量为$\frac{3}{2}m$。开始时 A、B 分别以v_1、v_2的速度沿光滑水平轨道向固定在右侧的挡板运动，现 C 将无初速地放在 A 上，并与 A 粘合不再分开，此时 A 与 B 相距较近，B 与挡板

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

碰撞将以原速率反弹，A 与 B 碰撞将粘合在一起。为使 B 能与挡板碰撞两次，v_1、v_2 应满足什么关系？



【答案】$\frac{3}{2}v_2 < v_1 \le 2v_2$ 或 $\frac{1}{2}v_1 \le v_2 < \frac{2}{3}v_1$

【解析】

(2)本题考查动量守恒定律及考生的分析综合能力。

解：设向右为正方向，A 与 C 粘合在一起的共同速度为 v，由动量守恒定律得 $mv_1=2mv'$①

为保证 B 碰挡板前 A 未能追上 B，应满足 $v \le v_2$②

设 A 与 B 碰后的共同速度为 v'，有动量守恒定律得 $2mv'-\frac{3}{2}mv_2=\frac{7}{2}mv'$ ③

为 B 使能与挡板再次碰撞应满足 v'>0④

联立①②③④式得 $\frac{3}{2}v_2 < v_1 \le 2v_2$ 或 $\frac{1}{2}v_1 \le v_2 < \frac{2}{3}v_1$ ⑤

61.(2010·全国Ⅱ卷·T25)小球 A 和 B 的质量分别为 m_A 和 m_B，且 $m_A > m_B$。在某高度处将 A 和 B 先后从静止释放。小球 A 与水平地面碰撞后向上弹回，在释放处的下方与释放处距离为H的地方恰好与正在下落的小球B发生正碰。设所有碰撞都是弹性的，碰撞时间极短。求小球 A、B 碰撞后 B 上升的最大高度。

【答案】$h=(\frac{3m_A-m_B}{m_A+m_B})^2 H$

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

小球 A 与地面的碰撞是弹性的，而且 AB 都是从同一高度释放的，所以 AB 碰撞前的速度大小相等设为 v_0，根据机械能守恒有 $m_A gH = \frac{1}{2} m_A v_0^2$

化简得 $v_0 = \sqrt{2gH}$ ①

设 A、B 碰撞后的速度分别为 v_A 和 v_B，以竖直向上为速度的正方向，根据 A、B 组成的系统动量守恒和机械能守恒得

$m_A v_0 - m_B v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ②

$\frac{1}{2} m_A v_0^2 - \frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$ ③

连立②③化简得 $v_B = \frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0$ ④

设小球 B 能够上升的最大离度为 h，由运动学公式得

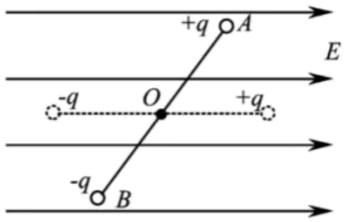
$h = \frac{v_B^2}{2g_0}$ ⑤

$h = (\frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B})^2 H$ ⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 09 静电场

1．（2020·江苏省高考真题）如图所示，绝缘轻杆的两端固定带有等量异号电荷的小球（不计重力）。开始时，两小球分别静止在 A、B 位置。现外加一匀强电场 E，在静电力作用下，小球绕轻杆中点 O 转到水平位置。取 O 点的电势为 0。下列说法正确的有（　　）



A．电场 E 中 A 点电势低于 B 点

B．转动中两小球的电势能始终相等

C．该过程静电力对两小球均做负功

D．该过程两小球的总电势能增加

【答案】AB

【解析】

A．沿着电场线方向，电势降低，A 正确；

B．由于 O 点的电势为 0，根据匀强电场的对称性

$$\varphi_A = -\varphi_B$$

又 $q_A=-q_B$，$E_p=q\varphi$，所以

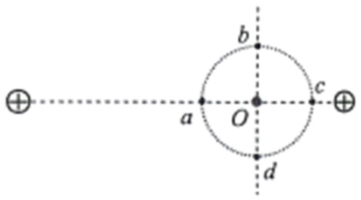
$$E_{PA}=E_{PB}$$

B 正确；

CD．A、B 位置的小球受到的静电力分别水平向右、水平向左，绝缘轻杆逆时针旋转，两小球静电力对两小球均做正功，电场力做正功，电势能减少，CD 错误；

故选 AB。

2．（2020·山东省高考真题）真空中有两个固定的带正电的点电荷，电荷量不相等。一个带负电的试探电荷置于二者连线上的 O 点时，仅在电场力的作用下恰好保持静止状态。过 O 点作两正电荷连线的垂线，以 O 点为圆心的圆与连线和垂线分别交于 a、c 和 b、d，如图所示。以下说法正确的是（　　）



A．a 点电势低于 O 点

B．b 点电势低于 c 点

C．该试探电荷在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能

D．该试探电荷在 c 点的电势能小于在 d 点的电势能

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

A．由题意可知 O 点合场强为零，根据同种电荷之间电场线的分布可知 aO 之间电场线由 a 到 O，故 a 点电势高于 O 点电势，故 A 错误；

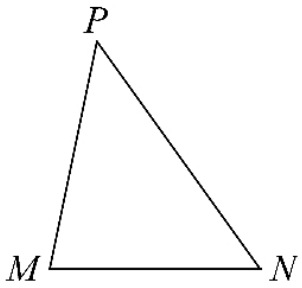
B．同理根据同种电荷电场线分布可知 b 点电视低于 c 点电势，故 B 正确；

C．根据电场线分布可知负电荷从 a 到 b 电场力做负功，电势能增加，即该试探电荷在 a 点的电势能小于在 b 点的电势能，故 C 错误；

D．同理根据电场线分布可知负电荷从 c 点到 d 点电场力做负功，电势能增加，即该试探电荷在 c 点的电势能小于在 d 点的电势能，故 D 正确。

故选 BD。

3．（2020·全国高考课标 3 卷）如图，$\angle M$ 是锐角三角形 PMN 最大的内角，电荷量为 q（q>0）的点电荷固定在 P 点。下列说法正确的是（　　）



A．沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电场强度的大小逐渐增大

B．沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电势先增大后减小

C．正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大

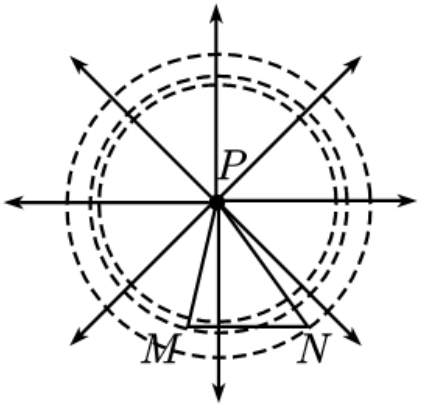
D．将正电荷从 M 点移动到 N 点，电场力所做的总功为负

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】BC

【解析】

A．点电荷的电场以点电荷为中心，向四周呈放射状，如图



$\angle M$ 是最大内角，所以 $PN > PM$，根据点电荷的场强公式 $E = k\frac{Q}{r^2}$（或者根据电场线的疏密程度）可知从 $M \to N$ 电场强度先增大后减小，A 错误；

B．电场线与等势面（图中虚线）处处垂直，沿电场线方向电势降低，所以从 $M \to N$ 电势先增大后减小，B 正确；

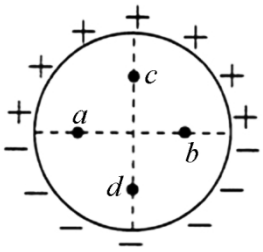
C．M、N 两点的电势大小关系为 $\varphi_M > \varphi_N$，根据电势能的公式 $E_{\mathrm{p}} = q\varphi$ 可知正电荷在 M 点的电势能大于在 N 点的电势能，C 正确；

D．正电荷从 $M \to N$，电势能减小，电场力所做的总功为正功，D 错误。

故选 BC。

4．（2020·全国高考课标 2 卷）如图，竖直面内一绝缘细圆环的上、下半圆分别均匀分布着等量异种电荷。a、b 为圆环水平直径上的两个点，c、d 为竖直直径上的两个点，它们与圆心的距离均相等。则（　　）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



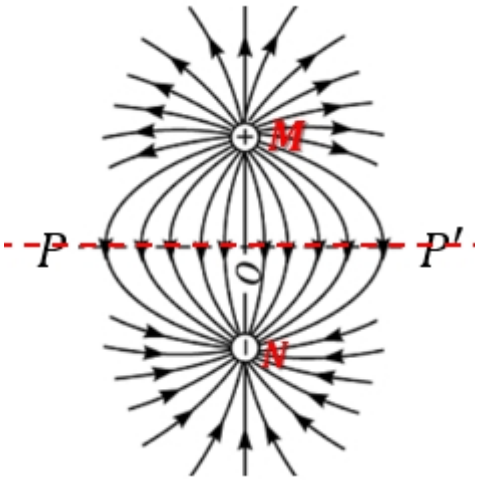
A．a、b 两点的场强相等　　B．a、b 两点的电势相等

C．c、d 两点的场强相等　　D．c、d 两点的电势相等

【答案】ABC

【解析】

BD．如下图所示，为等量异种电荷周围空间的电场分布图。本题的带电圆环，可拆解成这样无数对等量异种电荷的电场，沿竖直直径平行放置。它们有共同的对称轴 PP'，PP' 所在的水平面与每一条电场线都垂直，即为等势面，延伸到无限远处，电势为零。故在 PP' 上的点电势为零，即 $\varphi_a=\varphi_b=0$；而从 M 点到 N 点，电势一直在降低，即 $\varphi_c>\varphi_d$，故 B 正确，D 错误；

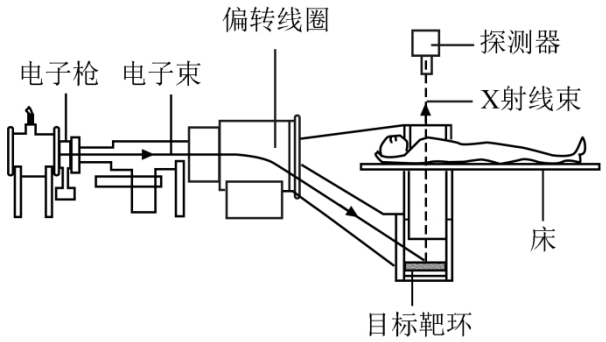


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

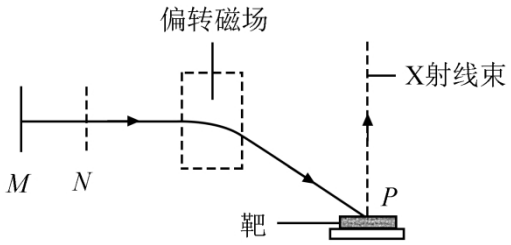
AC．上下两侧电场线分布对称，左右两侧电场线分布也对称，由电场的叠加原理可知 AC 正确；

故选 ABC。

5．（2020·全国高考课标 2 卷）CT 扫描是计算机 X 射线断层扫描技术的简称，CT 扫描机可用于对多种病情的探测。图（a）是某种 CT 机主要部分的剖面图，其中 X 射线产生部分的示意图如图（b）所示。图（b）中 M、N 之间有一电子束的加速电场，虚线框内有匀强偏转磁场；经调节后电子束从静止开始沿带箭头的实线所示的方向前进，打到靶上，产生 X 射线（如图中带箭头的虚线所示）；将电子束打到靶上的点记为 P 点。则（　　）



图（a）



图（b）

A．M 处的电势高于 N 处的电势

B．增大 M、N 之间的加速电压可使 P 点左移

C．偏转磁场的方向垂直于纸面向外

D．增大偏转磁场磁感应强度的大小可使 P 点左移

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

A．由于电子带负电，要在 MN 间加速则 MN 间电场方向由 N 指向 M，根据沿着电场线方向电势逐渐降低可知 M 的电势低于 N 的电势，故 A 错误；

B．增大加速电压则根据

$$eU=\frac{1}{2}mv^2$$

可知会增大到达偏转磁场的速度；又根据在偏转磁场中洛伦兹力提供向心力有

$$evB=m\frac{v^2}{R}$$

可得

$$R=\frac{mv}{eB}$$

可知会增大在偏转磁场中的偏转半径，由于磁场宽度相同，故根据几何关系可知会减小偏转的角度，故 P 点会右移，故 B 错误；

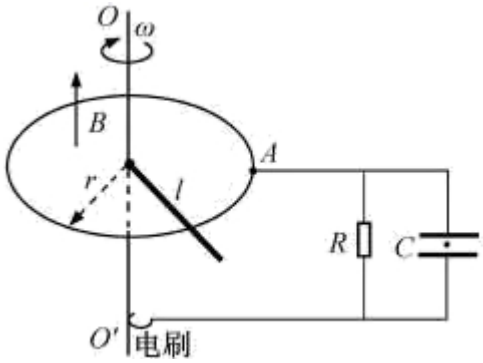
C．电子在偏转电场中做圆周运动，向下偏转，根据左手定则可知磁场方向垂直纸面向里，故 C 错误；

D．由 B 选项的分析可知，当其它条件不变时，增大偏转磁场磁感应强度会减小半径，从而增大偏转角度，使 P 点左移，故 D 正确。

故选 D。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

6. （2020·浙江省高考真题）如图所示，固定在水平面上的半径为 r 的金属圆环内存在方向竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。长为 l 的金属棒，一端与圆环接触良好，另一端固定在竖直导电转轴 OO' 上，随轴以角速度 ω 匀速转动。在圆环的 A 点和电刷间接有阻值为 R 的电阻和电容为 C、板间距为 d 的平行板电容器，有一带电微粒在电容器极板间处于静止状态。已知重力加速度为 g，不计其它电阻和摩擦，下列说法正确的是（　　）



A．棒产生的电动势为 $\frac{1}{2}Bl^2\omega$

B．微粒的电荷量与质量之比为 $\frac{2gd}{Br^2\omega}$

C．电阻消耗的电功率为 $\frac{\pi B^2r^4\omega}{2R}$

D．电容器所带的电荷量为 $CBr^2\omega$

【答案】B

【解析】

A．如图所示，金属棒绕 OO' 轴切割磁感线转动，棒产生的电动势

$$E=Br\cdot\frac{\omega r}{2}=\frac{1}{2}Br^2\omega$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A 错误；

B．电容器两极板间电压等于电源电动势 E，带电微粒在两极板间处于静止状态，则

$$q\frac{E}{d}=mg$$

即

$$\frac{q}{m}=\frac{dg}{E}=\frac{dg}{\frac{1}{2}Br^2\omega}=\frac{2dg}{Br^2\omega}$$

B 正确；

C．电阻消耗的功率

$$P=\frac{E^2}{R}=\frac{B^2r^4\omega^2}{4R}$$

C 错误；

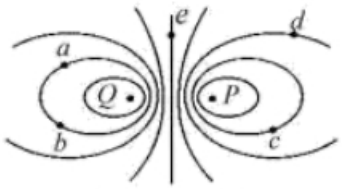
D．电容器所带的电荷量

$$Q=CE=\frac{CBr^2\omega}{2}$$

D 错误。

故选 B。

7．（2020·浙江省高考真题）空间 P、Q 两点处固定电荷量绝对值相等的点电荷，其中 Q 点处为正电荷，P、Q 两点附近电场的等势线分布如图所示，a、b、c、d、e 为电场中的 5 个点，设无穷远处电势为 0，则（　　）



A．e 点的电势大于 0

B．a 点和 b 点的电场强度相同

C．b 点的电势低于 d 点的电势

D．负电荷从 a 点移动到 c 点时电势能增加

【答案】D

【解析】7

A．根据电场线与等势面垂直关系，可判断 P 点处为负电荷，无穷远处电势为 0，e 点在 PQ 连线的中垂线上，则 $\varphi_e = 0$，A 错误；

B．a、b 两点电场强度大小相同，方向不同，则 a、b 两点电场强度不同，B 错误；

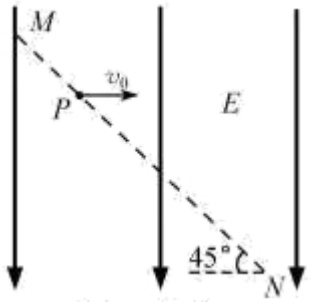
C．从 Q 到 P 电势逐渐降低，则 $\varphi_b > \varphi_d$，C 错误；

D．由 $\varphi_a > \varphi_c$，负电荷从 a 到 c 电场力做负功，电势能增加，D 正确。

故选 D。

8．（2020·浙江省高考真题）如图所示，一质量为 m、电荷量为 q（$q > 0$）的粒子以速度 v_0 从 MN 连线上的 P 点水平向右射入大小为 E、方向竖直向下的匀强

电场中。已知 MN 与水平方向成 45°角，粒子的重力可以忽略，则粒子到达 MN 连线上的某点时（　　）



A．所用时间为 $\frac{mv_0}{qE}$

B．速度大小为 $3v_0$

C．与 P 点的距离为 $\frac{2\sqrt{2}mv_0^2}{qE}$

D．速度方向与竖直方向的夹角为 30°

【答案】C

【解析】

A．粒子在电场中做类平抛运动，水平方向

$$x=v_0t$$

竖直方向

$$y=\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$$

由

$$\tan 45^\circ=\frac{y}{x}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

可得

$$t=\frac{2mv_0}{Eq}$$

故 A 错误；

B．由于

$$v_y=\frac{Eq}{m}t=2v_0$$

故粒子速度大小为

$$v=\sqrt{{v_0}^2+{v_y}^2}=\sqrt{5}v_0$$

故 B 错误；

C．由几何关系可知，到 P 点的距离为

$$L=\sqrt{2}v_0t=\frac{2\sqrt{2}m{v_0}^2}{Eq}$$

故 C 正确；

D．由于平抛推论可知，$\tan\alpha=2\tan\beta$，可知速度正切

$$\tan\alpha=2\tan 45^\circ=2>\tan 60^\circ$$

可知速度方向与竖直方向的夹角小于 30°，故 D 错误。

故选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 09 静电场

选择题

1.(2019•全国Ⅱ卷•T7)静电场中，一带电粒子仅在电场力的作用下自 M 点由静止开始运动，N 为粒子运动轨迹上的另外一点，则

A. 运动过程中，粒子的速度大小可能先增大后减小

B. 在 M、N 两点间，粒子的轨迹一定与某条电场线重合

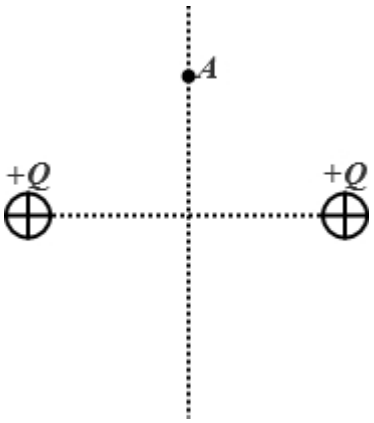
C. 粒子在 M 点的电势能不低于其在 N 点的电势能

D. 粒子在 N 点所受电场力的方向一定与粒子轨迹在该点的切线平行

【答案】AC

【解析】

【详解】A.若电场中由同种电荷形成即由 A 点释放负电荷，则先加速后减速，故 A 正确；



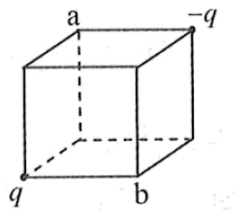
B.若电场线为曲线，粒子轨迹不与电场线重合，故 B 错误。

C.由于 N 点速度大于等于零，故 N 点动能大于等于 M 点动能，由能量守恒可知，N 点电势能小于等于 M 点电势能，故 C 正确

D.粒子可能做曲线运动，故 D 错误；

2.(2019•全国Ⅲ卷•T8)如图，电荷量分别为 q 和 $-q(q>0)$的点电荷固定在正方体的两个顶点上，a、b 是正方体的另外两个顶点。则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. a 点和 b 点的电势相等

B. a 点和 b 点的电场强度大小相等

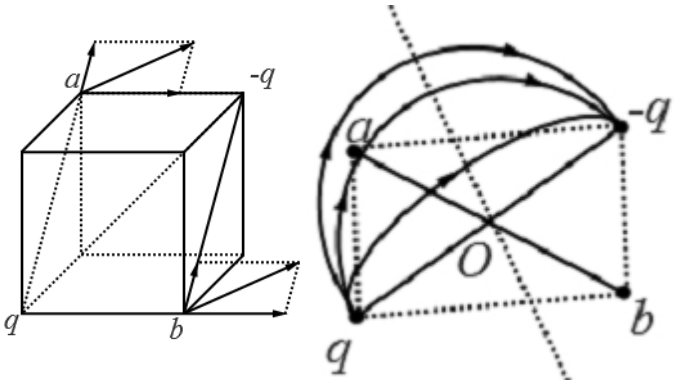
C. a 点和 b 点的电场强度方向相同

D. 将负电荷从 a 点移到 b 点，电势能增加

【答案】BC

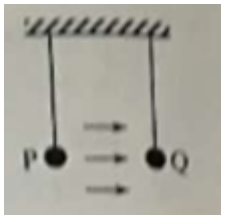
【解析】

由几何关系，



可知 b 的电势大于 a 的电势,故 A 错误,把负电荷从 a 移到 b,电势能减少,故 D 错误;由对称性和电场的叠加原理，可得出 a、b 的合电场强度大小、方向都相同，故 B、C 正确。

3.(2019•全国Ⅰ卷•T2)如图，空间存在一方向水平向右的匀强电场，两个带电小球 P 和 Q 用相同的绝缘细绳悬挂在水平天花板下，两细绳都恰好与天花板垂直，则



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. P 和 Q 都带正电荷　　B. P 和 Q 都带负电荷

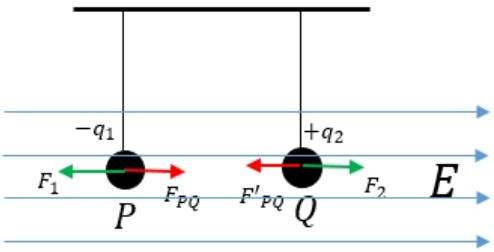
C. P 带正电荷，Q 带负电荷　　D. P 带负电荷，Q 带正电荷

【答案】D

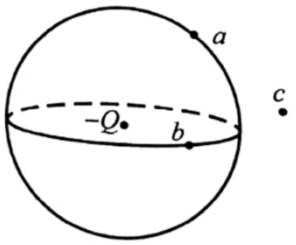
【解析】

AB、受力分析可知，P 和 Q 两小球，不能带同种电荷，AB 错误；

CD、若 P 球带负电，Q 球带正电，如下图所示，恰能满足题意，则 C 错误 D 正确，故本题选 D。



4.(2019•北京卷•T5)如图所示，a、b 两点位于以负点电荷$-Q$(Q>0)为球心的球面上，c 点在球面外，则



A. a 点场强的大小比 b 点大

B. b 点场强的大小比 c 点小

C. a 点电势比 b 点高

D. b 点电势比 c 点低

【答案】D

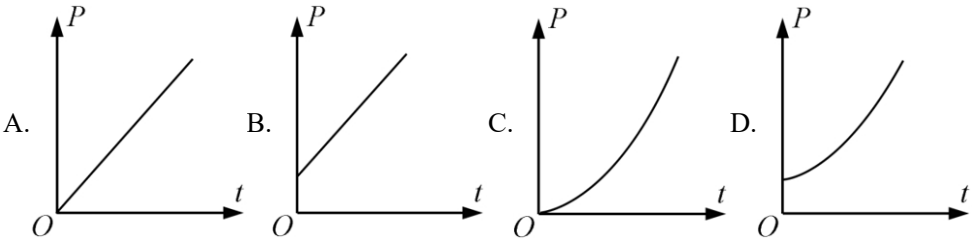
【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由点电荷场强公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 确定各点的场强大小，由点电荷的等势线是以点电荷为球心的球面和沿电场线方向电势逐渐降低确定各点的电势的高低。

由点电荷的场强公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 可知，a、b 两点到场源电荷的距离相等，所以 a、b 两点的电场强度大小相等，故 A 错误；由于 c 点到场源电荷的距离比 b 点的大，所以 b 点的场强大小比 c 点的大，故 B 错误；由于点电荷的等势线是以点电荷为球心的球面，所以 a 点与 b 点电势相等，负电荷的电场线是从无穷远处指向负点电荷，根据沿电场线方向电势逐渐降低，所以 b 点电势比 c 点低，故 D 正确。

5.(2019 江苏卷 5)一匀强电场的方向竖直向上，t=0 时刻，一带电粒子以一定初速度水平射入该电场，电场力对粒子做功的功率为 P，不计粒子重力，则 $P-t$ 关系图象是



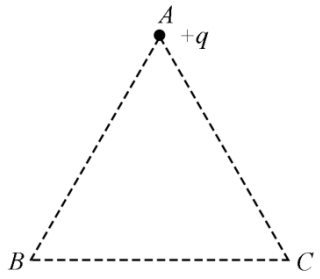
【答案】A

【解析】

由于带电粒子在电场中类平抛运动，在电场力方向上做匀加速直线运动，加速度为 $\frac{qE}{m}$ ，经过时间 t ，电场力方向速度为 $\frac{qE}{m}t$，功率为 $P=Fv=qE\times\frac{qE}{m}t$ ，所以 P 与 t 成正比，故 A 正确。

6.(2019•江苏卷•T9)如图所示，ABC 为等边三角形，电荷量为+q 的点电荷固定在 A 点.先将一电荷量也为+q 的点电荷 Q_1 从无穷远处(电势为 0)移到 C 点，此过程中，电场力做功为−W.再将 Q_1 从 C 点沿 CB 移到 B 点并固定.最后将一电荷量为−2q 的点电荷 Q_2 从无穷远处移到 C 点.下列说法正确的有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.Q_1移入之前，C点的电势为$\frac{W}{q}$

B.Q_1从C点移到B点的过程中，所受电场力做的功为0

C.Q_2从无穷远处移到C点的过程中，所受电场力做的功为$2W$

D.Q_2在移到C点后的电势能为$-4W$

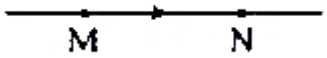
【答案】ABD

【解析】

由题意可知，C点的电势为$\varphi_C=\frac{E_p}{q}=\frac{W}{q}$，故A正确；由于$B$、$C$两点到$A$点(+q)的距离相等，所以$B$、$C$两点的电势相等，所以$Q_1$从$C$点移到$B$点的过程中，电场力做功为0，故B正确；由于$B$、$C$两点的电势相等，所以当在B点固定$Q_1$后，$C$点的电势为$\frac{2W}{q}$,所以$Q_2$从无穷远移到$C$点过程中，电场力做功为：$W=qU=-2q\times\left(0-\frac{2W}{q}\right)=4W$故C错误；

由于C点的电势为$\frac{2W}{q}$，所以电势能为$E_p=-4W$，故D正确。

7.(2019•海南卷•T1)如图，静电场中的一条电场线上有M、N两点，箭头代表电场的方向，则



A.*M* 点的电势比 *N* 点的低

B.*M* 点的场强大小一定比 *N* 点的大

C.电子在 *M* 点的电势能比在 *N* 点的低

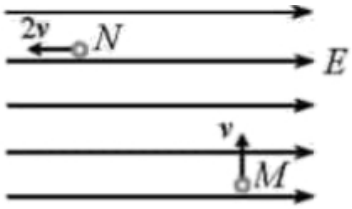
D.电子在 *M* 点受到的电场力大小一定比在 *N* 点的大

【答案】C

【解析】

顺着电场线电势逐渐降低，可知 M 点的电势比 N 点的高，选项 A 错误；一条电场线不能确定疏密，则不能比较 MN 两点场强的大小，也不能比较电子在 MN 两点受电场力的大小，选项 BD 错误；负电荷在高电势点的电势能较低，选项 C 正确；

8.(2019•天津卷•T3)如图所示，在水平向右的匀强电场中，质量为 m 的带电小球，以初速度 v 从 M 点竖直向上运动，通过 N 点时，速度大小为 2v，方向与电场方向相反，则小球从 M 运动到 N 的过程



A. 动能增加 $\frac{1}{2}m\upsilon^2$

B. 机械能增加 $2m\upsilon^2$

C. 重力势能增加 $\frac{3}{2}m\upsilon^2$

D. 电势能增加 $2m\upsilon^2$

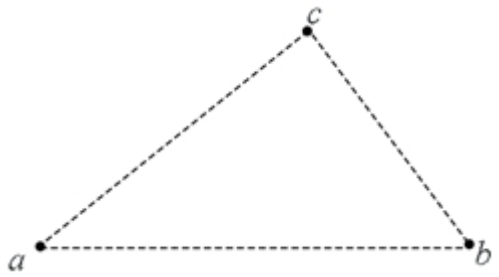
【答案】B

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【详解】由动能的表达式 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 可知带电小球在 M 点的动能为 $E_{kM}=\frac{1}{2}mv^2$，在 N 点的动能为 $E_{kN}=\frac{1}{2}m(2v)=2mv^2$，所以动能的增量为 $\Delta E_k=\frac{3}{2}mv^2$，故 A 错误；带电小球在电场中做类平抛运动，竖直方向受重力做匀减速运动，水平方向受电场力做匀加速运动，由运动学公式有 $v_y=v=gt, v_x=2v=at=\frac{qE}{m}t$，可得 $qE=2mg$，竖直方向的位移 $h=\frac{v}{2}t$，水平方向的位移 $x=\frac{2v}{2}t=vt$，因此有 $x=2h$，对小球写动能定理有 $qEx-mgh=\forall E_k=\frac{3}{2}mv^2$，联立上式可解得 $qEx=2mv^2$，$mgh=\frac{1}{2}mv^2$，因此电场力做正功，机械能增加，故机械能增加 $2mv^2$，电势能减少 $2mv^2$，故 B 正确 D 错误，重力做负功重力势能增加量为 $\frac{1}{2}mv^2$，故 C 错误。

9.(2018·新课标 I 卷·T3)如图，三个固定的带电小球 a、b 和 c，相互间的距离分别为 ab=5 cm，bc=3 cm，ca=4 cm。小球 c 所受库仑力的合力的方向平衡于 a、b 的连线。设小球 a、b 所带电荷量的比值的绝对值为 k，则(　　)



A. a、b 的电荷同号，$k=\frac{16}{9}$

B. a、b 的电荷异号，$k=\frac{16}{9}$

C. a、b 的电荷同号，$k=\frac{64}{27}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D. a、b 的电荷异号，$k=\frac{64}{27}$

【答案】D

【解析】本题考查库仑定律、受力分析及其相关的知识点。

对小球 c 所受库仑力分析，画出 a 对 c 的库仑力和 b 对 c 的库仑力，a 对 c 的库仑力为排斥力，ac 的电荷同号，b 对 c 的库仑力为吸引力，bc 电荷为异号，所以 ab 的电荷为异号。设 ac 与 bc 的夹角为 θ，

利用平行四边形定则和几何关系、库仑定律可得，$F_{ac}=k'\frac{q_aq_c}{4^2}$，$F_{bc}=k'\frac{q_bq_c}{3^2}$，

$\tan\theta=3/4$，$\tan\theta=F_{bc}/F_{ac}$，ab 电荷量的比值 $k=\frac{q_a}{q_b}$，联立解得：k=64/27，选项 D 正确。

【点睛】此题将库仑定律、受力分析、平行四边形定则有机融合，难度不大。

10.(2015·江苏卷·T2)静电现象在自然界中普遍存在，我国早在西汉末年已有对静电现象的记载《春秋纬 考异邮》中有玳瑁吸衣若之说，但下列不属于静电现象的是

A.梳过头发的塑料梳子吸起纸屑

B.带电小球移至不带电金属球附近，两者相互吸引

C.小线圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生电流

D.从干燥的地毯走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉

【答案】C

【解析】梳过头发的塑料梭子吸起纸屑，是因为梳子与头发摩擦起电，静电吸引轻小物体，故A属于静电现象，所以A错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

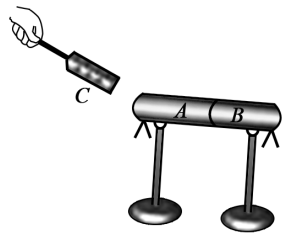
带电小球移至不带电金属球附近，两者相互吸引，是因为先感应起电，然后静电作用力，故B错误；

小钱圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生感应电流是电磁感应现象，不是静电现象，所以C正确；

从干燥的地毯走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉，是因为摩擦起电，所以D错误。

【考点定位】静电现象

11.(2016·浙江卷)如图所示，两个不带电的导体 A 和 B，用一对绝缘柱支持使它们彼此接触。把一带正电荷的物体 C 置于 A 附近，贴在 A、B 下部的金属箔都张开，



A.此时 A 带正电，B 带负电

B.此时 A 电势低，B 电势高

C.移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

D.先把 A 和 B 分开，然后移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

【答案】C

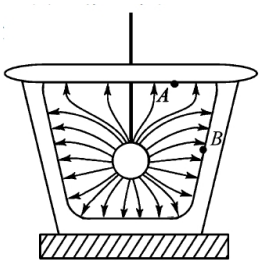
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由静电感应可知，A 的左端带负电，B 的右端带正电，AB 的电势相等，选项 AB 错误；若移去 C，则两端的感应电荷消失，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合，选项 C 正确；先把 A 和 B 分开，然后移去 C，则 A、B 带的电荷仍然存在，故贴在 A、B 下部的金属箔仍张开，选项 D 错误；故选 C。

【考点定位】静电感应

【名师点睛】此题是来自课本上的一个学生实验，考查静电感应问题，只要课本上的实验弄清楚，此题是没难度的。解决类似试题的关键是，知道静电感应的实质是同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引；带电体达到静电平衡时，带电体是一个等势体。

12.(2016·江苏卷·T3)一金属容器置于绝缘板上，带电小球用绝缘细线悬挂于容器中，容器内的电场线分布如图所示.容器内表面为等势面，A、B 为容器内表面上的两点，下列说法正确的是



A.A 点的电场强度比 B 点的大

B.小球表面的电势比容器内表面的低

C.B 点的电场强度方向与该处内表面垂直

D.将检验电荷从 A 点沿不同路径移到 B 点，电场力所做的功不同

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】C

【解析】

试题分析：由图知 *B* 处的电场线比 *A* 处密集，所以 B 点的电场强度比 A 点的大，故 A 错误；根据沿电场线的方向电势降低可知，小球表面的电势比容器内表面的高，所以 B 错误；电场线的方向与等势面垂直，故 C 正确；由于 *A*、*B* 在同一等势面上，将检验电荷从 A 点沿不同路径到 *B* 点，电场力所做的功都为零，所以 D 错误。

【考点定位】考查静电平衡、带电粒子在电场中的运动

【方法技巧】掌握根据电场线的疏密判断电场强弱的方法以及由电场线的方向比较电势的高低，电场线与等势面垂直的关系，在等势面上移动电荷电场力不做功的特点，本题重点考查电场的基本性质，考试的热点，每年必考。

13.(2015·安徽卷·T14)图示是 α 粒子(氦原子核)被重金属原子核散射的运动轨迹，M、N、P、Q 是轨迹上的四点，在散射过程中可以认为重金属原子核静止不动。图中所标出的 α 粒子在各点处的加速度方向正确的是

A.M 点　　B.N 点　　C.P 点　　D.Q 点

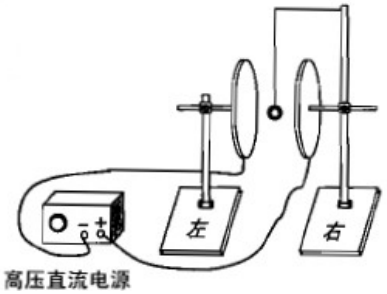
【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由库仑定律，可得两点电荷间的库仑力的方向在两者的两线上，同种电荷相互排斥，由牛顿第二定律，加速度的方向就是合外力的方向，故 C 正确，ABD 错误。

【考点定位】考查库仑定律和牛顿第二定律。

14.(2015·浙江卷·T16)如图所示为静电力演示仪，两金属极板分别固定于绝缘支架上，且正对平行放置。工作时两板分别接高压直流电源的正负极，表面镀铝的乒乓球用绝缘细线悬挂在金属极板中间，则



A.乒乓球的左侧感应出负电荷

B.乒乓球受到扰动后，会被吸在左极板上

C.乒乓球共受到电场力，重力和库仑力三个力的作用

D.用绝缘棒将乒乓球拨到与右极板接触，放开后乒乓球会在两极板间来回碰撞

【答案】D

【解析】从图中可知金属板右侧连接电源正极，所以电场水平向左，故乒乓球上的电子移动到右侧，即乒乓球的右侧感应出负电荷，A 错误；乒乓球右侧带负电，受到的电场力向右，乒乓球左侧带正电，受到的电场力向左，因为左右两侧感应出的电荷量相等，所以受到的电场力相等，乒乓球受到扰动后，最终仍会静止，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

不会吸附到左极板上，B 错误；乒乓球受到重力和电场力作用，库仑力即为电场力，C 错误；用绝缘棒将乒乓球拨到与右极板接触，乒乓球带正电，在电场力作用下，与左极板接触，然后乒乓球带负电，又在电场力作用下，运动到右极板，与右极板接触后乒乓球带正电，在电场力作用下，运动到左极板，如此重复，即乒乓球会在两极板间来回碰撞，D 正确。

【考点定位】考查了库仑力，静电感应

15.(2011·海南卷)三个相同的金属小球 1.2.3.分别置于绝缘支架上，各球之间的距离远大于小球的直径。球 1 的带电量为 q，球 2 的带电量为 nq，球 3 不带电且离球 1 和球 2 很远，此时球 1、2 之间作用力的大小为 F。现使球 3 先与球 2 接触，再与球 1 接触，然后将球 3 移至远处，此时 1、2 之间作用力的大小仍为 F，方向不变。由此可知

A.n=3　　B.n=4　　C.n=5　　D. n=6

【答案】D

【解析】球 3 与 1、2 接触后 1、2 之间作用力的大小仍为 F，方向不变，1、2 之间距离不变，由库仑定律可知，球 3 与 1、2 接触前后，球 1 和球 2 的电荷乘积相等，带电后 3 个小球均带上同种电荷。接触前，1、2 电荷乘积为 nq^2；3 与 2 接触后，2、3 的电荷变为 $\frac{nq}{2}$；3 与 1 接触后，1、3 的电荷变为 $\frac{\frac{nq}{2}+q}{2}$，最后 1、2 电荷乘积变为 $\frac{nq}{2}\cdot\frac{\frac{nq}{2}+q}{2}$。综上所述，$\frac{nq}{2}\cdot\frac{\frac{nq}{2}+q}{2}=nq^2$，解得 n=6，选 D.

【考点定位】库仑定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

16.(2015·安徽卷·T15)由库仑定律可知，真空中两个静止的点电荷，带电荷量分别为 q_1 和 q_2。其间距离为 r 时，它们之间相互作用力的大小为 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$，式中 k 为静电力常量。若用国际单位制的基本单位表示，k 的单位应为

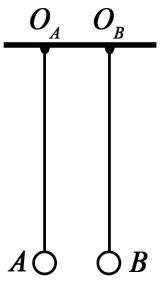
A.$kg\cdot A^2\cdot m^3$　　B.$kg\cdot A^{-2}\cdot m^3\cdot s^{-4}$　　C.$kg\cdot m^2\cdot C^{-2}$　　D.$N\cdot m^2\cdot A^{-2}$

【答案】B

【解析】由 $k=\frac{Fr^2}{q_1q_2}$ 可得单位为 $\frac{N\cdot m^2}{C^2}=\frac{kg\cdot m/s^2\cdot m^2}{C^2}=\frac{kg\cdot m\cdot m^2}{(A\cdot s)^2\cdot s^2}=\frac{kg\cdot m^3}{A^2\cdot s^4}$，故选 B。

【考点定位】考查库仑定律和单位制

17.(2016·浙江卷·T19)如图所示，把 A、B 两个相同的导电小球分别用长为 0.10 m 的绝缘细线悬挂于 O_A 和 O_B 两点。用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 球接触，棒移开后将悬点 O_B 移到 O_A 点固定。两球接触后分开，平衡时距离为 0.12 m。已测得每个小球质量是 $8.0\times10^{-4}kg$，带电小球可视为点电荷，重力加速度 $g=10\,m/s^2$，静电力常量 $k=9.0\times10^9\,N\cdot m^2/C^2$，则



A.两球所带电荷量相等

B.A 球所受的静电力为 $1.0\times10^{-2}\,N$

C.B 球所带的电荷量为 $4\sqrt{6}\times10^{-8}\,C$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.A、B 两球连线中点处的电场强度为 0

【答案】ACD

【解析】两相同的导电小球接触后电荷量均分，故两小球所带电荷量相等，选项 A 正确；

对 A 球进行受力分析可知，由几何关系，两球分开后，悬线与竖直方向的夹角为 37°，根据平行四边形法则可得，$F=mg\tan37°=6.4\times10^{-3}N$，选项 B 错误；

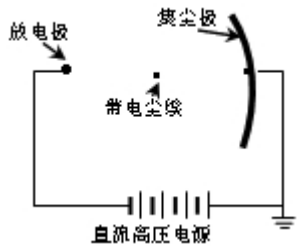
根据库仑定律有 $F=k\frac{q_Aq_B}{l^2}=k\frac{q_B^2}{l^2}$，解得 $q_B=\sqrt{\frac{Fl^2}{k}}=4\sqrt{6}\times10^{-3}C$，选项 C 正确；

AB 带等量的同种电荷，故在 A、B 两小球连线中点处的电场强度为 0，选项 D 正确；故选 ACD。

【考点定位】物体的平衡；库仑定律；电场强度

【名师点睛】此题是关于共点力的平衡及库仑定律的应用问题，是我们平时经常接触到的题目略作改编而成的新试题，只要平时对基础题目理解到位，有一定的基础知识就能解答；所以建议我们的同学平时学习要扎扎实实的做好常规题。

18.(2011·广东卷)图为静电除尘器除尘机理的示意图。尘埃在电场中通过某种机制带电，在电场力的作用下向集尘极迁移并沉积，以达到除尘目的。下列表述正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.到达集尘极的尘埃带正电荷

B.电场方向由集尘极指向放电极

C.带电尘埃所受电场力的方向与电场方向相同

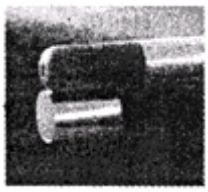
D.同一位置带电荷量越多的尘埃所受电场力越大

【答案】BD

【解析】由于集尘极与电池的正极连接，电场方向有集尘板指向放电极，B 正确.而尘埃在电场力作用下向集尘极迁移并沉积，说明尘埃带负电，A 错误.负电荷在电场中受电场力的方向与电场力方向相反，C 错误.根据 F=Eq 可得，D 正确.

【考点定位】静电现象

19.(2012·浙江卷)用金属箔做成一个不带电的圆环，放在干燥的绝缘桌面上。小明同学用绝缘材料做的笔套与头发摩擦后，将笔套自上而下慢慢靠近圆环，当距离约为 0.5cm 时圆环被吸引到笔套上，如图所示。对上述现象的判断与分析，下列说法正确的是



A.摩擦使笔套带电

B.笔套靠近圆环时，圆环上、下部感应出异号电荷

C.圆环被吸引到笔套的过程中，圆环所受静电力的合力大于圆环的重力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

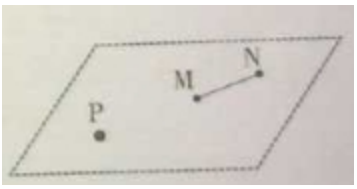
D.笔套碰到圆环后，笔套所带的电荷立刻被全部中和

【答案】ABC

【解析】摩擦使笔套带电，带电的笔套靠近圆环的时候，圆环反生静电感应，上下部分感应出等量的异号电荷，吸引过程中，圆环加速度向上，静电合力大于圆环重力；绝缘材料做出的笔套，自由电子无法移动，电荷无法立刻被综合，故 ABC 正确

【考点定位】本题考查静电感应，牛顿定律及其相关知识

20.(2014·广东卷·T20)如图所示，光滑绝缘的水平桌面上，固定着一个带电荷量为+Q 的小球 P。带电荷量分别为-q 和+2q 的小球 M 和 N。由绝缘细杆相连，静止在桌面上。P 与 M 相距 L，P、M 和 N 视为点电荷。下列说法正确的是



A.M 与 N 的距离大于 L

B.P、M 和 N 在同一直线上

C.在 P 产生的电场中，M、N 处的电势相同

D.M、N 及细杆组成的系统所受合外力为零

【答案】BD

【解析】由于 MN 处于静止状态，则 MN 合力为 0，即 $F_{PM}=F_{PN}$，即 $k\frac{Qq}{L^2}=k\frac{2Qq}{x^2}$，则有 $x=\sqrt{2}L$，那么 MN 间距离约为 0.4L，故选项 A 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

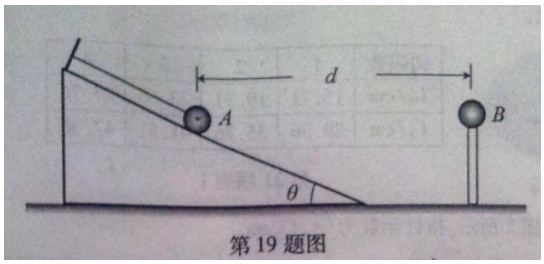
由于 MN 静止不动，P 对 M 和对 N 的力应该在一条直线上，故选项 B 正确；

在 P 产生电场中，M 点电势较高，故选项 C 错误；

由于 MN 静止不动，则 M、N 和杆组成的系统合外力为 0，故选项 D 正确。

【考点定位】本题考查库仑定律、电场的性质和物体平衡条件

21.(2014·浙江卷)如图所示，水平地面上固定一个光滑绝缘斜面，斜面与水平面的夹角为 θ。一根轻质绝缘细线的一端固定在斜面顶端，另一端系有一个带电小球 A，细线与斜面平行。小球 A 的质量为 m、电量为 q。小球 A 的右侧固定放置带等量同种电荷的小球 B，两球心的高度相同、间距为 d。静电力常量为 k，重力加速度为 g，两带电小球可视为点电荷。小球 A 静止在斜面上，则(　　)



第 19 题图

A.小球 A 与 B 之间库仑力的大小为 $k\frac{q^2}{d^2}$

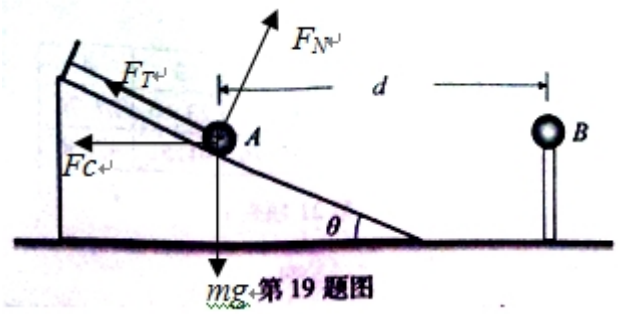
B.当 $\frac{q}{d}=\sqrt{\frac{mg\sin\theta}{k}}$ 时，细线上的拉力为 0

C.当 $\frac{q}{d}=\sqrt{\frac{mg\tan\theta}{k}}$ 时，细线上的拉力为 0

D.当 $\frac{q}{d}=\sqrt{\frac{mg}{k\tan\theta}}$ 时，斜面对小球 A 的支持力为 0

【答案】AC

【解析】由题意知,根据库伦定律可求小球 A 与 B 之间库仑力的大小为 $F_c = k\frac{q^2}{d^2}$，故 A 正确；以小球 A 为研究对象受力分析如图：

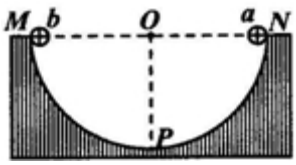


第 19 题图

根据物体的平衡条件可求当 mg、F_c、F_N 三力的合力等于零时，即 $k\frac{q^2}{d^2} = mg\tan\theta$ 时，细线上的拉力为 0，所以 B 错误；C 正确；由平衡条件知，小球 A 受弹力不可能为零，所以 D 错误。

【考点定位】库伦定律、物体的平衡

22.(2015·四川卷·T6)如图所示，半圆槽光滑、绝缘、固定，圆心是 O，最低点是 P，直径 MN 水平，a、b 是两个完全相同的带正电小球(视为点电荷)，b 固定在 M 点，a 从 N 点静止释放，沿半圆槽运动经过 P 点到达某点 Q(图中未画出)时速度为零。则小球 a



A.从 N 到 Q 的过程中，重力与库仑力的合力先增大后减小

B.从 N 到 P 的过程中，速率先增大后减小

C.从 N 到 Q 的过程中，电势能一直增加

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.从 P 到 Q 的过程中，动能减少量小于电势能增加量

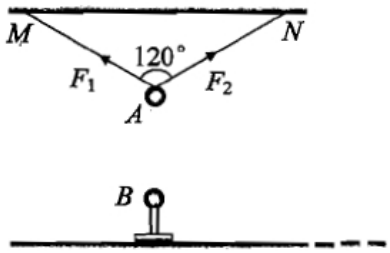
【答案】BC

【解析】a 球从 N 点静止释放后，受重力 mg、b 球的库仑斥力 F_C 和槽的弹力 N 作用，a 球在从 N 到 Q 的过程中，mg 与 F_C 的夹角 θ 逐渐减小，不妨先假设 F_C 的大小不变，随着 θ 的减小 mg 与 F_C 的合力 F 将逐渐增大，况且，由库仑定律和图中几何关系可知，随着 θ 的减小 F_C 逐渐增大，因此 F 一直增加，故选项 A 错误；在 a 球在从 N 到 Q 的过程中，a、b 两小球距离逐渐变小，电场力一直做负功，电势能一直增加，故选项 C 正确；显然在从 P 到 Q 的过程中，根据能的转化与守恒可知，其电势能增加量等于其机械能的减少量，b 球在 Q 点时的重力势能大于其在 P 点时的重力势能，因此该过程中动能一定在减少，且其减少量一定等于其电势能与重力势能增加量之和，故选项 D 错误；既然在从 P 到 Q 的过程中，b 球的动能在减少，因此其速率也在减小，而开始在 N 点时速率为 0，开始向下运动段中，其速率必先增大，故选项 B 正确。

【考点定位】孤立点电荷等势面特征、库仑定律、平行四边形定则、功能关系、能量守恒定律的应用。

23.(2015·浙江卷·T20)如图所示，用两根长度相同的绝缘细线把一个质量为 0.1kg 的小球 A 悬挂到水平板的 MN 两点，A 上带有 $Q=3.0\times10^{-6}\mathrm{C}$ 的正电荷。两线夹角为 120°，两线上的拉力大小分别为 F_1 和 F_2。A 的正下方 0.3m 处放有一带等量异种电荷的小球 B，B 与绝缘支架的总质量为 0.2kg(重力加速度取 $g=10\mathrm{m/s^2}$；静电力常量 $k=9.0\times10^9\mathrm{N\cdot m^2/C^2}$，AB 球可视为点电荷)则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.支架对地面的压力大小为 2.0N

B.两线上的拉力大小 $F_1 = F_2 = 1.9\text{N}$

C.将 B 水平右移，使 M、A、B 在同一直线上，此时两线上的拉力大小 $F_1 = 1.225\text{N}, F_2 = 1.0\text{N}$

D.将 B 移到无穷远处，两线上的拉力大小 $F_1 = F_2 = 0.866\text{N}$

【答案】BC

【解析】对 B 和支架分析可知，受到竖直向下的重力，和 A 对 B 竖直向上的库仑力，故对地面的压力为 $F_N = G_{B支} - k\frac{q_A q_B}{r^2} = 1.1N$，A 错误；

对 A 分析，A 受到竖直向下的重力，竖直向下的库仑力，两线上的拉力，三力的夹角正好是 120°，处于平衡状态，所以 $F_1 = F_2 = G_A + k\frac{q_A q_B}{r^2} = 1.9N$，B 正确；

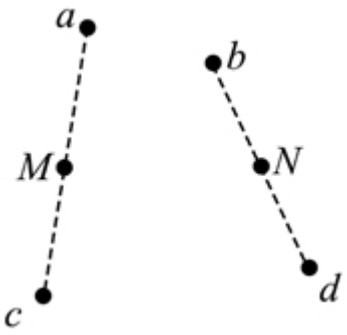
将B水平右移, 使M、A、B在同一直线上, 则两小球的距离变为 $r' = \frac{0.3}{\sin 30^0} = 0.6m$，故有 $F_1 - k\frac{q_A q_B}{r'^2} = F_2 = G_A$，解得 $F_1 = 1.225N, F_2 = 1.0N$，C 正确；

将 B 移到无穷远处，两小球之间的库仑力为零，则两线上的拉力大小 $F_1=F_2=G_A=1\text{N}$，D 错误。

【考点定位】库伦定律，共点力平衡条件

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

24.(2018·全国 II 卷·T20)(多选)如图，同一平面内的 a、b、c、d 四点处于匀强电场中，电场方向与此平面平行，M 为 a、c 连线的中点，N 为 b、d 连线的中点。一电荷量为 q(q>0)的粒子从 a 点移动到 b 点，其电势能减小 W_1：若该粒子从 c 点移动到 d 点，其电势能减小 W_2，下列说法正确的是(　　)



A. 此匀强电场的场强方向一定与 a、b 两点连线平行

B. 若该粒子从 M 点移动到 N 点，则电场力做功一定为$\frac{W_1+W_2}{2}$

C. 若 c、d 之间的距离为 L，则该电场的场强大小一定为$\frac{W_2}{qL}$

D. 若 $W_1=W_2$，则 a、M 两点之间的电势差一定等于 b、N 两点之间的电势差

【答案】BD

【解析】试题分析：利用电场力做功 W＝qU ， 可以找到两点之间电势差的关系，要知道中点电势和两端点电势之间的关系。

A、选项根据题意无法判断，故 A 项错误；

B、由于电场为匀强磁场，M 为 a、c 连线的中点，N 为 b、d 连线的中点，所以$\varphi_M=\varphi_c-\frac{\varphi_c-\varphi_a}{2}=\frac{\varphi_c+\varphi_a}{2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$\varphi_N=\varphi_d-\frac{\varphi_d-\varphi_b}{2}=\frac{\varphi_d+\varphi_b}{2}$$

若该粒子从 M 点移动到 N 点，则电场力做功一定为

$W=qU_{MN}=q(\varphi_M-\varphi_N)=q\frac{\varphi_c+\varphi_a}{2}-q\frac{\varphi_d+\varphi_b}{2}=\frac{qU_{cd}+qU_{ab}}{2}=\frac{W_1+W_2}{2}$，故 B 正确；

C、因为不知道匀强电场方向，所以场强大小不一定是故$\frac{W_2}{qL}$，故 C 错误；

D、若 $W_1=W_2$，说明 $U_{cd}=U_{ab}$

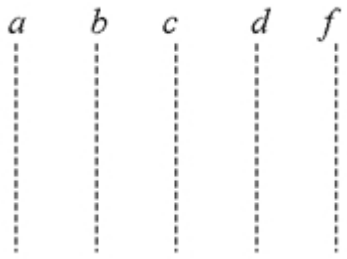
$U_{aM}-U_{bN}=(\varphi_a-\varphi_M)-(\varphi_b-\varphi_N)$

由因为$\varphi_M=\varphi_c-\frac{\varphi_c-\varphi_a}{2}=\frac{\varphi_c+\varphi_a}{2}$，$\varphi_N=\varphi_d-\frac{\varphi_d-\varphi_b}{2}=\frac{\varphi_d+\varphi_b}{2}$ =，‘理宁之肆俨

解得：$U_{aM}-U_{bN}=0$，故 D 正确。故选 BD

点睛： 对匀强电场的电场特征要了解，利用电场力做功与电势差之间的关系求解。

25.(2018·新课标 I 卷·T20)(多选)图中虚线 a、b、c、d、f 代表匀强电场内间距相等的一组等势面，已知平面 b 上的电势为 2 V。一电子经过 a 时的动能为 10 eV，从 a 到 d 的过程中克服电场力所做的功为 6 eV。下列说法正确的是(　　)



A. 平面 c 上的电势为零

B. 该电子可能到达不了平面 f

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C. 该电子经过平面 d 时，其电势能为 4 eV

D. 该电子经过平面 b 时的速率是经过 d 时的 2 倍

【答案】AB

【解析】本题考查等势面及其相关的知识点。

根据题述，匀强电场中等势面间距相等，相邻等势面之间的电势差相等。设相邻等势面之间的电势差为 U，根据电子从 a 到 d 的过程中克服电场力所做功为 Wab=6eV，电场方向水平向右。由 W_{ab}=3eV，联立解得：U=2V。已知 b 的电势为 2V，则平面 c 上的电势为零，选项 A 正确；由于 af 之间的电势差为 4U=8V，一电子经过 a 时的动能为 10eV，由于题述没有指出电子速度方向，若该电子速度方向指向左或指向上或下，则该电子就到达不了平面 f，选项 B 正确；由于题述没有指出电子速度方向，选项 CD 错误。

【点睛】此题以等势面切入，考查电场力做功及其相关知识点。

26.(2011·海南卷)关于静电场，下列说法正确的是

A.电势等于零的物体一定不带电

B.电场强度为零的点，电势一定为零

C.同一电场线上的各点，电势一定相等

D.负电荷沿电场线方向移动时，电势能一定增加

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】电势为零的点那是人为选取的，就像重力势能为零的问题一样，与物体带不带电是无关的，与电场强度的大小也无关，因此 AB 选项是错误的；电势沿电场线方向降低，C 错误；负电荷所受电场力方向与电场线方向相反，若电荷沿电场线方向移动，电场力做负功，电势能增加，D 正确；

【考点定位】电势、电势能、电场强度

27.(2016·全国新课标III卷)关于静电场的等势面，下列说法正确的是

A.两个电势不同的等势面可能相交

B.电场线与等势面处处相互垂直

C.同一等势面上各点电场强度一定相等

D.将一负的试探电荷从电势较高的等势面移至电势较低的等势面，电场力做正功

【答案】B

【解析】等势面相交，则电场线一定相交，故在同一点存在两个不同的电场强度方向，与事实不符，A 错误；

电场线与等势面垂直，B 正确；

同一等势面上的电势相同，但是电场强度不一定相同，C 错误；

将一负电荷从高电势处移动到低电势处，受到的电场力的方向是从低电势指向高电势，所以电场力的方向与运动的方向相反，电场力做负功，D 错误。

【考点定位】考查了电势、等势面、电场强度、电场力做功

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】电场中电势相等的各个点构成的面叫做等势面;等势面与电场线垂直，沿着等势面移动点电荷，电场力不做功，等势面越密，电场强度越大，等势面越疏，电场强度越小。

28.(2016·上海卷)国际单位制中，不是电场强度的单位是

A.N/C　　B.V/m　　C.J/C　　D.T·m/s

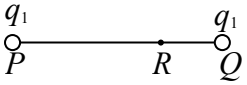
【答案】C

【解析】由公式 $E=\frac{F}{q}$ 可知，N/C 为电场强度单位；由公式 $E=\frac{U}{d}$ 可知，V/m 也是电场强度单位；由 $qE=qvB$ 可得 $E=vB$，故 T·m/s 也是电场强度单位；由公式 $U=\frac{W}{q}$ 可知，J/C 是电势差单位，故选 C。

【考点定位】电场强度

【方法技巧】本题通过电场强度公式 $E=\frac{F}{q}$，$E=\frac{U}{d}$，$E=vB$ 分别判断对应的场强单位。

29.(2013·海南卷)如图，电荷量为 q_1 和 q_2 的两个点电荷分别位于 P 点和 Q 点。已知在 P、Q 连线至某点 R 处的电场强度为零，且 PR=2RQ。则



A.$q_1=2q_2$　　B.$q_1=4q_2$　　C.$q_1=-2q_2$　　D.$q_1=-4q_2$

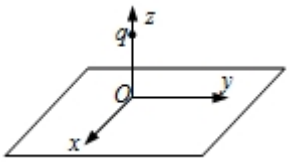
【答案】B

【解析】已知点 R 处的电场强度为零，可知两点电荷的电性相同。根据题述，q_1 和 q_2 在点 R

处的电场强度大小相等，方向相反，由真空中点电荷周围的电场强度公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 知 $\frac{kq_1}{r_1^2}=\frac{kq_2}{r_2^2}$，将 $r_1=2r_2$ 代入可得 $q_1=4q_2$，故 B 正确。

【考点定位】考查学生对常见电场，磁场叠加固原理的理解，注重基本知识的考查

30.(2013·安徽卷)如图所示，xOy 平面是无穷大导体的表面，该导体充满 z＜0 的空间，z＞0 的空间为真空。将电荷量为 q 的点电荷置于 z 轴上 z=h 处，则在 xOy 平面上会产生感应电荷。空间任意一点处的电场皆是由点电荷 q 和导体表面上的感应电荷共同激发的。已知静电平衡时导体内部场强处处为零，则在 z 轴上 z=h/2 处的场强大小为(k 为静电力常量)



A. $k\frac{4q}{h^2}$　　B. $k\frac{4q}{9h^2}$　　C. $k\frac{32q}{9h^2}$　　D. $k\frac{40q}{9h^2}$

【答案】D

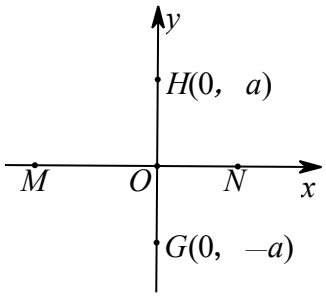
解析：用位于导体平面下方 h 处的镜像电荷-q 代替导体平面上的感应电荷，边界条件维持不变，即 YOZ 平面为零势面。在 z 轴上 $z=\frac{h}{2}$ 处，q 的场强大小为 $E_1=\frac{4kq}{h^2}$，-q 的场强大小为 $E_2=\frac{4kq}{9h^2}$，两个场强方向相同，其合场强 E= $k\frac{40q}{9h^2}$，故 D 对，A、B、C 错。

【考点定位】等量异性点电荷场强、电场线分布特点。

31.(2015·山东卷·T18)直角坐标系 xOy 中，M、N 两点位于 x 轴上，G、H 两点坐标如图，M、N 两点各固定一负点电荷，一电量为 Q 的正点电荷置于 O 点时，G

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点处的电场强度恰好为零。静电力常量用k表示。若将该正点电荷移到G点,则H点处场强的大小和方向分别为



A. $\frac{3kQ}{4a^2}$，沿y轴正向　　B. $\frac{3kQ}{4a^2}$，沿y轴负向

C. $\frac{5kQ}{4a^2}$，沿y轴正向　　D. $\frac{5kQ}{4a^2}$，沿y轴负向

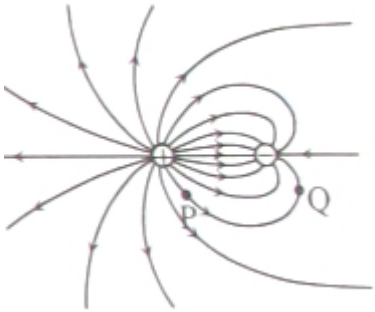
【答案】B

【解析】因正电荷在O点时，G点的场强为零，则可知两负电荷在G点形成的电场的合场强为 $E_{合}=k\frac{Q}{a^2}$；若将正电荷移到G点，则正电荷在H点的场强为 $E_1=k\frac{Q}{(2a)^2}=\frac{1}{4}\frac{kQ}{a^2}$，因两负电荷在G点的场强与在H点的场强等大反向，则H点的合场强为 $E=E_{合}-E_1=\frac{3kQ}{4a^2}$，方向沿y轴负向；故选B

【考点定位】场强的叠加.

32.(2015·上海卷·T8)两个正、负点电荷周围电场线分布如图所示，P、Q为电场中两点，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.正电荷由 P 静止释放能运动到 Q

B.正电荷在 P 的加速度小于在 Q 的加速度

C.负电荷在 P 的电势能高于在 Q 的电势能

D.负电荷从 P 移动到 Q，其间必有一点电势能为零

【答案】D

【解析】正电荷在 p 点静止释放时，会沿电场线切线方向运动，所以不能运动到 Q 点，故 A 错误；

P 点的电场线密集，所以电场力，加速度也大，故 B 错误；

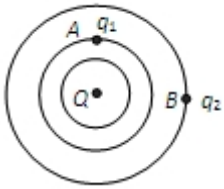
因为顺着电场线方向电势逐渐降低，所以负电荷在 P 的电势低于在 Q 的电势能，故 C 错误；

如果取无穷远处的电势为 0，正电荷附近 P 点电势高于 0，负电荷附近 Q 点的电势低于 0，所以负电荷从 P 移动倒 Q，其间必经过有一点电势为 0，该点电势能也为 0，故 D 正确。

【考点定位】电场线；电势；电势能

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

33.(2012·福建卷)如图，在点电荷 Q 产生的电场中，将两个带正电的试探电荷 q_1、q_2分别置于 A、B 两点，虚线为等势线。取无穷远处为零电势点，若将 q_1、q_2移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等，则下列说法正确的是



A.A 点电势大于 B 点电势

B.A、B 两点的电场强度相等

C.q_1 的电荷量小于 q_2 的电荷量

D.q_1 在 A 点的电势能小于 q_2 在 B 点的电势能

【答案】C

【解析】由题，将两个带正电的试探电荷 q_1、q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做功，则知 Q 与两个试探电荷之间存在引力，说明 Q 带负电，电场线方向从无穷远处指向 Q，则 A 点电势小于 B 点电势.故 A 错误；由点电荷场强公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 分析可知，A 点的场强大于 B 点的场强.故 B 错误；由图分析可知：A 与无穷远间的电势差大于 B 与无穷远间的电势差，将 q_1、q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等，根据电场力做功公式 $W=qU$，得知，q_1 的电荷量小于 q_2 的电荷量.故 C 正确；将 q_1、q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等，两个试探电荷电势能的变化量相等，无穷远处电势能为零，则 q_1 在 A 点的电势能等于 q_2 在 B 点的电势能，故 D 错误。故选 C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查电场的分布以及电势的相关知识

34.(2012·江苏卷)真空中，A、B 两点与点电荷Q 的距离分别为r 和3r，则A、B 两点的电场强度大小之比为

A.3 ： 1　　B.1 ： 3　　C.9 ： 1　　D.1 ： 9

【答案】C

【解析】由点电荷电场强度公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 知，A、B 两点电场强度大小之比为 9：1，C 正确

【考点定位】本题考查电场强度及其相关知识。

35.(2012·上海卷)A、B、C 三点在同一直线上，AB：BC=1：2，B 点位于 A、C 之间，在 B 处固定一电荷量为 Q 的点电荷。当在 A 处放一电荷量为＋q 的点电荷时，它所受到的电场力为 F；移去 A 处电荷，在 C 处放电荷量为-2q 的点电荷，其所受电场力为(　　)

A.-F/2　　B.F/2　　C.-F　　D.F

【答案】B

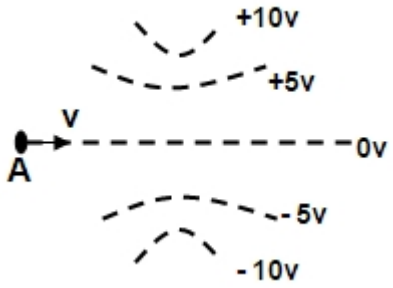
【解析】根据同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引，分析可知电荷量为 $-2q$ 的点电荷在 C 处所受的电场力方向与 F 方向相同。设 $AB=r$，则有 $BC=2r$。

则有：$F=k\frac{Qq}{r^2}$ 故电荷量为 $-2q$ 的点电荷在 C 处所受电场力为：$F_C=k\frac{Q\cdot 2q}{(2r)^2}=\frac{F}{2}$。

【考点定位】本题考查点电荷的电场强度和电场力及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

36.(2012·天津卷·T5)两个固定的等量异号电荷所产生电场的等势面如图中虚线所示，一带负电的粒子以某一速度从图中 A 点沿图示方向进入电场在纸面内飞行，最后离开电场，粒子只受到静电力作用，则粒子在电场中



A.做直线运动，电势能先变小后变大

B.做直线运动，电势能先变大后变小

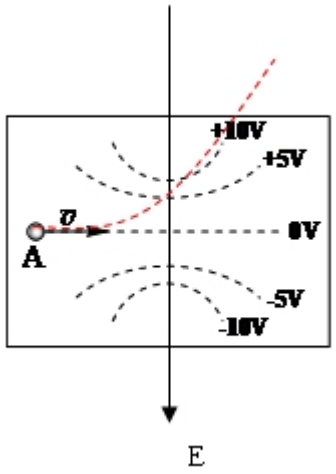
C.做曲线运动，电势能先变小后变大

D.做曲线运动，电势能先变大后变小

【答案】C

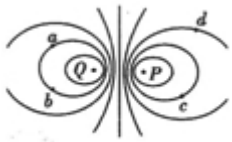
【解析】两个固定的的等量异号点电荷产生电场的等势面与电场线垂直，且沿电场线电势减小，所以等量异号点电荷和它们间直线电场线如图所示。当带负电的粒子进入电场受到与其速度垂直的电场力而偏转做曲线运动。电子在斜向左的电场力作用下向左偏转，电场力做正功粒子的动能增加，电势能减小。答案 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】本题考查电势能及其相关知识

37.(2012·重庆卷)空间中 P、Q 两点处各固定一个点电荷，其中 P 点处为正电荷，P、Q 两点附近电场的等势面分布如题图 20 图所示，a、b、c、d 为电场中的 4 个点，则



A.P、Q 两点处的电荷等量同种　　B.a 点和 b 点的电场强度相同

C.c 点的电势低于 d 点的电势　　D.负电荷从 a 到 c，电势能减少

【答案】D

【解析】由图中等势面的对称性知，P、Q 两处为等量异种电荷，A 错误；

由于电场线与等势面垂直，所以 ab 两处的电场强度方向不同，B 错误；

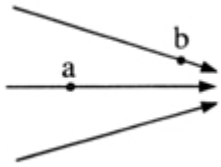
P 处为正电荷，c 在离 P 更近的等势面上，c 点的电势高于 d 点的电势，C 错误；

从 a 到 c，电势升高，负电荷电势能减少，D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查等量异种电荷电场的及其相关知识

38.(2011·上海卷)电场线分布如图昕示，电场中a，b两点的电场强度大小分别为已知E_a和E_b，电势分别为φ_a和φ_b，则



A. $E_a > E_b$，$\varphi_a > \varphi_b$　　B. $E_a > E_b$，$\varphi_a < \varphi_b$

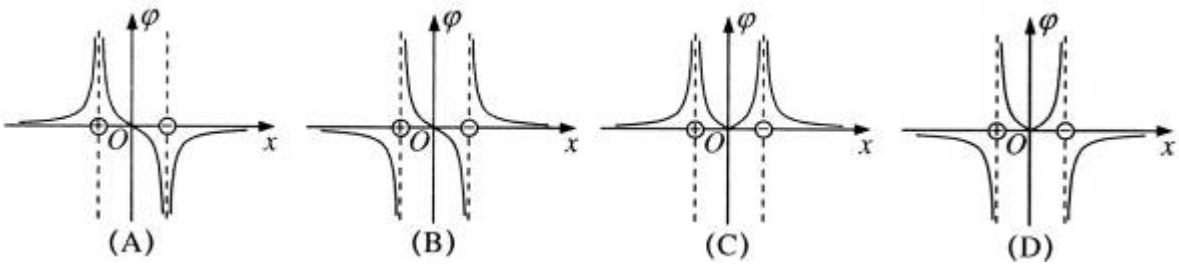
C. $E_a < E_b$，$\varphi_a > \varphi_b$　　D. $E_a < E_b$，$\varphi_a < \varphi_b$

【答案】C

【解析】根据电场线疏密表示电场强度大小，$E_a < E_b$；根据沿电场线电势降低，$\varphi_a > \varphi_b$，故 ABD 错误，C 正确.

【考点定位】电场线，电势，电场强度

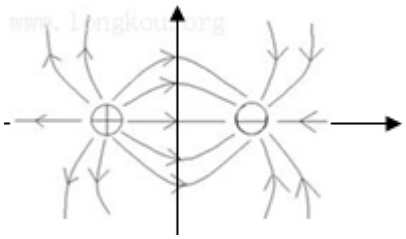
39.(2011·上海卷·T14)两个等量异种点电荷位于x轴上，相对原点对称分布，正确描述电势φ随位置x变化规律的是图



【答案】A

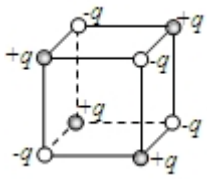
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】等量异种点电荷电场线如图所示，因为沿着电场线方向电势降低，所以，以正电荷为参考点，左右两侧电势都是降低的；因为逆着电场线方向电势升高，所以副电荷为参考点，左右两侧电势都是升高的。可见，在整个电场中，正电荷所在位置电势最高，负电荷所在位置电势最低，符合这种电势变化的情况只有 A 选项。



【考点定位】等量异种电荷电场规律

40.(2011·重庆卷)如图所示，电量为+q 和-q 的点电荷分别位于正方体的顶点，正方体范围内电场强度为零的点有



A.体中心、各面中心和各边中点

B.体中心和各边中点

C.各面中心和各边中点

D.体中心和各面中心

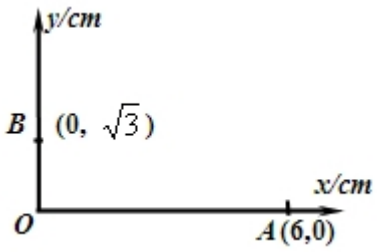
【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】两个等量同种电荷在其连线的中点处的合场强为零。两个等量同种正电荷在其连线的中垂线上的合场强沿中垂线指向远离正电荷的方向。两个等量同种负电荷在其连线的中垂线上的合场强沿中垂线指向负电荷的方向。在正方体的上面中心，上面的四个电荷分成两组产生的场强都是零，下面的四个电荷分成两组产生的场强等大反向，所以正方体的上面中心处的合场强为零，同理所有各面中心处的合场强都为零。在体中心，可以将八个电荷分成四组，产生的合场强为零。而在各边中心，场强无法抵消，合场强不为零。正确答案是 D

【考点定位】电场的叠加

41.(2012·安徽卷)如图所示，在平面直角 中，有方向平行于坐标平面的匀强电场，其中坐标原点 O 处的电势为 0 V，点 A 处的电势为 6 V， 点 B 处的电势为 3 V， 则电场强度的大小为



A.200V/m　　B.$200\sqrt{3}$ V/m　　C.100 V/m　　D.$100\sqrt{3}$ V/m

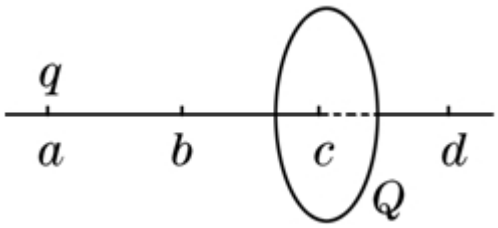
【答案】A

【解析】在 x 轴上 x＝3cm 处电势为 3V，与 B 点等电势。该点与 B 点连线为等势线，过 O 点作等势线的垂线即为电场线，该垂线长度为 $3sin30°cm=1.5cm$，电场强度的大小为 $E=U/d=200V/m$，选项 A 正确。

【考点定位】此题考查电场及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

42.(2013·新课标全国卷Ⅰ)如图，一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷，在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a、b、d 三个点，a 和 b、b 和 c、c 和 d 间的距离均为 R，在 a 点处有一电荷量为 q(q>0)的固定点电荷。已知 b 点处的场强为零，则 d 点处场强的大小为(k 为静电力常量)



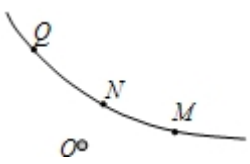
A. $k\frac{3q}{R^2}$　　B. $k\frac{10q}{9R^2}$　　C. $k\frac{Q+q}{R^2}$　　D. $k\frac{9Q+q}{9R^2}$

【答案】B

【解析】设 Q 在 b 点产生的场强大小为 E，由对称性可知 Q 在 d 点产生的场强大小也为 E，方向相反，水平向右，由于 b 点的场强为零，得 $E=k\frac{q}{R^2}$，所以 q、Q 在 d 点产生的场强为 $E_d=k\frac{q}{(3R)^2}+E=k\frac{q}{(3R)^2}+k\frac{q}{R^2}=k\frac{10q}{9R^2}$，所以 B 选项正确。

【考点定位】点电荷的电场、电场的叠加

43.(2013·重庆卷·T3)如题 3 图所示，高速运动的 α 粒子被位于 O 点的重原子核散射，实线表示 α 粒子运动的轨迹，M、N 和 Q 为轨迹上的三点，N 点离核最近，Q 点比 M 点离核更远，则



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.α 粒子在 M 点的速率比在 Q 点的大

B.三点中，α 粒子在 N 点的电势能最大

C.在重核产生的电场中，M 点的电势比 Q 点的低

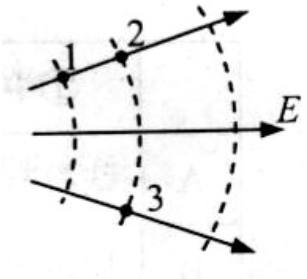
D.α 粒子从 M 点运动到 Q 点，电场力对它做的总功为负功

【答案】B

α 粒子从 Q 到 N，电场力做负功 W_1，速度变小，动能减小，电势能增大；从 N 到 M，电场力做正功 W_2，动能增加，电势能减小，且有$|W_1|>W_2$，因此 $v_Q>v_M$，在 N 点电势能最大，选项 A、D 错，B 对。由题意知 O 点的重原子核带正电，M 离 O 较近，因此 M 点的电势高于 Q 点的电势.选项 C 错误。

【考点定位】点电荷周围的场强、等势线分布，电势和电势能的关系，电场力做功与电势能和动能之间转化的关系。

44.(2014·北京卷)如图所示，实线表示某静电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。下列判断正确的是



A.1、2 两点的电场强度相等　　B.1、3 两点的电场强度相等

C.1、2 两点的电势相等　　D.2、3 两点的电势相等

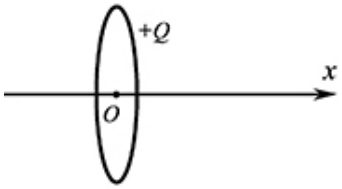
【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】电场线的疏密程度表示场强的大小，1 点的场强大于 2、3 点的场强，A、B 错误;沿着电场线方向，电势逐渐降低，故 1 点的电势高于 2 点的电势，C 错误；等势线上各点的电势相等，故 2、3 两点的电势相等，D 正确。

【考点定位】电场与电场线的有关知识

45.(2014·江苏卷·T4)如图所示，一圆环上均匀分布着正电荷，x 轴垂直于环面且过圆心 O，下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法中正确的是(　　)



A.O 点的电场强度为零，电势最低

B.O 点的电场强度为零，电势最高

C.从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度减小，电势升高

D.从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度增大，电势降低

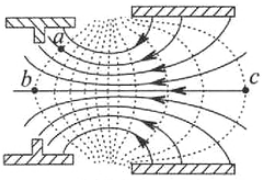
【答案】B

【解析】O 点合场强为零，在 O 点右侧每一点合场强方向向右，在 O 点左侧每一点合场强方向向左，沿电场方向电势降低，所以 O 点电势最高，B 项正确；ACD 错误。

【考点定位】本题主要考查了电场力的性质和能的性质问题，属于中档题。

46.(2014·重庆卷)如题 3 图所示为某示波管内的聚焦电场，实线和虚线分别表示电场线和等势线，两电子分别从 a、b 两点运动到 c 点，设电场力对两电子做的功分别为 W_a 和 W_b，a、b 点的电场强度大小分别为 E_a 和 E_b，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



题 3 图

A. $W_a = W_b, E_a > E_b$　　B. $W_a \neq W_b, E_a > E_b$

C. $W_a = W_b, E_a < E_b$　　D. $W_a \neq W_b, E_a < E_b$

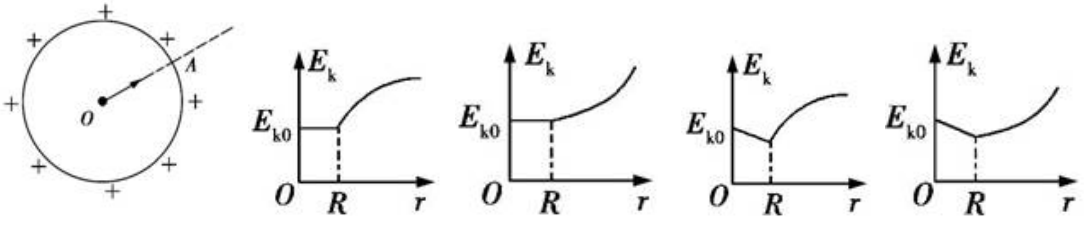
【答案】A

【解析】电子在电场中运动电场力做功 $W = qU$，由于 a、b 两点位于同一条等势线上，故 $\varphi_a = \varphi_b$，有 $U_{ac} = U_{bc}$，可得 $W_a = W_b$；电场线的疏密程度反映场强的大小，a 点比 b 点的电场线密些，故场强大些，$E_a > E_b$，故选 A.

【考点定位】本题考查了电场线和等势面的特点、电场力做功、电场强度的判断.

【方法技巧】电场强度的大小看疏密，方向看切线。

47.(2014·山东卷)如图，半径为 R 的均匀带正电薄球壳，其上有一小孔 A。已知壳内的场强处处为零；壳外空间的电场与将球壳上的全部电荷集中于球心 O 时在壳外产生的电场一样。一带正电的试探电荷(不计重力)从球心以初动能 E_{k0} 沿 OA 方向射出。下列关于试探电荷的动能 E_k 与离开球心的距离 r 的关系图象，可能正确的是



A　　B　　C　　D

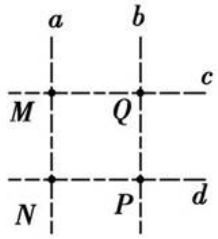
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】由于在球壳内场强处处为零，因此从 O 向 A 运动的过程中电荷不受电场力，做匀速直线运动，动能不发生变化，图象为一条水平直线，C、D 错误；通过 A 点后，电荷做加速运动，但场强逐渐减小，通过相同的位移，电场力做功逐渐减小，根据动能定理，试探电荷的动能的增量逐渐减小，即图象的斜率逐渐减小，A 正确，B 错误。

【考点定位】动能定理，点电荷的电场

48.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T15)如图所示，直线 a、b 和 c、d 是处于匀强电场中的两组平行线，M、N、P、Q 是它们的交点，四点处的电势分别为 φ_M、φ_N、φ_P φ_P、φ_Q。一电子由 M 点分别运动到 N 点和 P 点的过程中，电场力所做的负功相等，则



A.直线 a 位于某一等势面内，$\varphi_M>\varphi_Q$

B.直线 c 位于某一等势面内，$\varphi_M>\varphi_N$

C.若电子有 M 点运动到 Q 点，电场力做正功

D.若电子有 P 点运动到 Q 点，电场力做负功

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】电子带负电荷，从 M 到 N 和 P 做功相等，说明电势差相等，即 N 和 P 的电势相等，匀强电场中等势线为平行的直线，所以 NP 和 MQ 分别是两条等势线，从 M 到 N，电场力对负电荷做负功，说明 MQ 为高电势，NP 为低电势。所以直线 c 和 d 都是位于某一等势线内，但是 $\varphi_M>\varphi_Q$，$\varphi_M>\varphi_N$，选项 A 错，B 对。若电子从 M 点运动到 Q 点，初末位置电势相等，电场力不做功，选项 C 错。电子作为负电荷从 P 到 Q 即从低电势到高电势，电场力做正功，电势能减少，选项 D 错。

【考点定位】等势面和电场线

49.(2012·安徽卷)如图 1 所示，半径为 r 均匀带电圆形平板，单位面积带电量为 σ，其轴线上任意一点 P(坐标为 x)的电场强度可以由库仑定律和电场强度的叠加原理求出：

$E=2\pi k\sigma\left[1-\frac{x}{\left(r^2+x^2\right)^{1/2}}\right]$，方向沿 x 轴。现考虑单位面积带电量为 σ_0 的无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 r 的圆板，如图 2 所示。则圆孔轴线上任意一点 Q(坐标为 x)的电场强度为

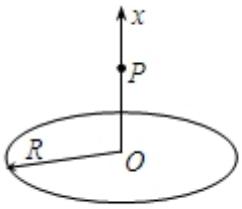


图 1

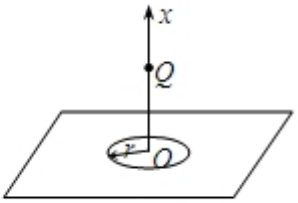


图 2

A. $2\pi k\sigma_0\frac{x}{\left(r^2+x^2\right)^{1/2}}$　　B. $2\pi k\sigma_0\frac{r}{\left(r^2+x^2\right)^{1/2}}$　　C. $2\pi k\sigma_0\frac{x}{r}$　　D. $2\pi k\sigma_0\frac{r}{x}$

【答案】A

【解析】无限大均匀带电平板 R 取无限大，

在 Q 点产生的场强： $E_1=2\pi k\sigma[1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}]\approx 2\pi k\sigma$ ，

半径为 r 的圆板在 Q 点产生的场强： $E_2=2\pi k\sigma[1-\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}]$，

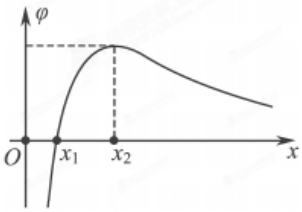
无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 r 的圆板后的场强是两个场强的差

，

所以： $E=E_1-E_2=2\pi k\sigma_0\frac{x}{(r^2+x^2)^{\frac{1}{2}}}$， 所以选项 A 正确.

【考点定位】此题考查利用相关知识对物理关系式分析鉴别能力

50.(2017·江苏卷)在 x 轴上有两个点电荷 q_1、q_2，其静电场的电势 φ 在 x 轴上分布如图所示.下列说法正确有



(A)q_1 和 q_2 带有异种电荷

(B)x_1 处的电场强度为零

(C)负电荷从 x_1 移到 x_2，电势能减小

(D)负电荷从 x_1 移到 x_2，受到的电场力增大

【答案】AC

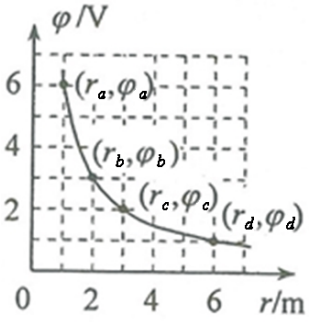
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由图知 x_1 处的电势等于零，所以 q_1 和 q_2 带有异种电荷，A 正确，图象的斜率描述该处的电场强度，故 x_1 处场强不为零，B 错误；负电荷从 x_1 移到 x_2，由低电势向高电势移动，电场力做正功，电势能减小，故 C 正确；由图知，负电荷从 x_1 移到 x_2，电场强度越来越小，故电荷受到的电场力减小，所以 D 错误.

【考点定位】电势 电场强度 电势能

【名师点睛】本题的核心是对 φ–x 图象的认识，要能利用图象大致分析出电场的方向及电场线的疏密变化情况，依据沿电场线的方向电势降低，还有就是图象的斜率描述电场的强弱——电场强度.

51.(2017·新课标Ⅰ卷·T20)在一静止点电荷的电场中，任一点的电势 φ 与该点到点电荷的距离 r 的关系如图所示。电场中四个点 a、b、c 和 d 的电场强度大小分别 E_a、E_b、E_c 和 E_d。点 a 到点电荷的距离 r_a 与点 a 的电势 φ_a 已在图中用坐标(r_a，φ_a)标出，其余类推。现将一带正电的试探电荷由 a 点依次经 b、c 点移动到 d 点，在相邻两点间移动的过程中，电场力所做的功分别为 W_{ab}、W_{bc} 和 W_{cd}。下列选项正确的是



A.E_a：E_b=4：1　　B.E_c：E_d=2：1　　C.W_{ab}：W_{bc}=3：1　　D.W_{bc}：W_{cd}=1：3

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

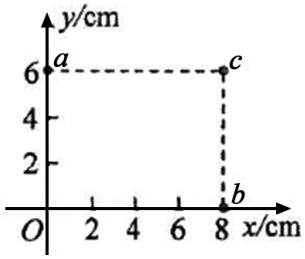
【解析】由题图可知，a、b、c、d 到点电荷的距离分别为 1cm、2m、3m、6m，根据点电荷的场强公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 可知，$\frac{E_a}{E_b}=\frac{r_b^2}{r_a^2}=\frac{4}{1}$，$\frac{E_c}{E_d}=\frac{r_d^2}{r_c^2}=\frac{4}{1}$，故 A 正确，B 错误；

电场力做功 W=Uq，a 与 b、b 与 c、c 与 d 之间的电势差分别为 3V、1V、1V，所以 $\frac{W_{ab}}{W_{bc}}=\frac{3}{1},\frac{W_{bc}}{W_{cd}}=\frac{1}{1}$，故 C 正确，D 错误。

【考点定位】电场强度、电势差、电场力做功

【名师点睛】本题主要考查学生的识图能力，点电荷场强及电场力做功的计算。

52.(2017·新课标Ⅲ卷)一匀强电场的方向平行于 xOy 平面，平面内 a、b、c 三点的位置如图所示，三点的电势分别为 10 V、17 V、26 V。下列说法正确的是



A.电场强度的大小为 2.5 V/cm

B.坐标原点处的电势为 1 V

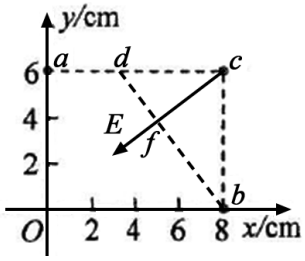
C.电子在 a 点的电势能比在 b 点的低 7 eV

D.电子从 b 点运动到 c 点，电场力做功为 9 eV

【答案】ABD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】如图所示，设 a、c 之间的 d 点电势与 b 点相同，则 $\frac{ad}{dc}=\frac{10-17}{17-26}=\frac{7}{9}$，d 点坐标为(3.5 cm，6 cm)，过 c 点作 cf⊥bd 于 f，由几何关系可得 cf=3.6 cm，则电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{26-17}{3.6}\ \text{V/cm}=2.5\ \text{V/cm}$，A 正确；因为四边形 Oacb 是矩形，所以有 $U_{ac}=U_{Ob}$，解得坐标原点 O 处的电势为 1 V，B 正确；a 点电势比 b 点电势低 7 V，电子带负电，所以电子在 a 点的电势能比在 b 点的高 7 eV，C 错误；b 点电势比 c 点电势低 9 V，电子从 b 点运动到 c 点，电场力做功为 9 eV，D 正确。

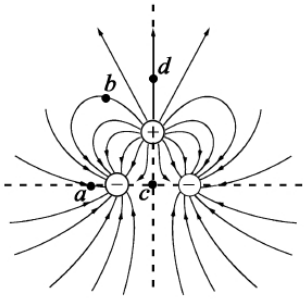


【考点定位】匀强电场中电场强度与电势差的关系、电势、电势能

【名师点睛】在匀强电场中沿同一方向线段的长度与线段两端的电势差成正比；在匀强电场中电场线平行且均匀分布，故等势面平行且均匀分布。以上两点是解决此类题目的关键。电势与电势能之间的关系，也是常考的问题，要知道负电荷在电势高处电势能低。

53.(2015·江苏卷·T8)两个相同的负电荷和一个正电荷附近的电场线分布如图所示，c 时两负电荷连线的中点，d 点在正电荷的正上方，c、d 到正电荷的距离相等，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.a 点的电场强度比 b 点的大

B.a 点的电势比 b 点的高

C.c 点的电场强度比 d 点的大

D.c 点的电势比 d 点的低

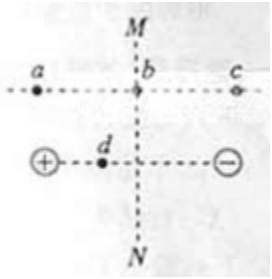
【答案】ACD

【解析】由图知，a 点处的电场线比 b 点处的电场线密集，c 点处电场线比 d 点处电场密集，所以 A、C 正确；过 a 点画等势线，与 b 点所在电场线的交点在 b 点沿电场线的方向上，所以 b 点的电势高于 a 点的电势，故 B 错误；同理可得 d 点电势高于 c 点电势，故 D 正确。

【考点定位】电场的基本性质

54.(2011·山东卷)如图所示，在两等量异种点电荷的电场中，MN 为两电荷连线的中垂线，a、b、c 三点所在直线平行于两电荷的连线，，且 a 与 c 关于 MN 对称，b 点位于 MN 上，d 点位于两电荷的连线上。以下判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.b 点场强大于 d 点场强

B.b 点场强小于 d 点场强

C.a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差

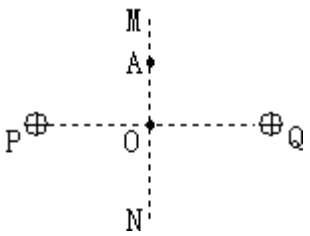
D.试探电荷+q 在 a 点的电势能小于在 c 点的电势能

【答案】BC

【解析】在两等量异号电荷连线上，中间点电场强度最小；在两等量异号电荷连线的中垂线上，中间点电场强度最大；所以 b 点场强小于 d 点场强，选项 A 错误 B 正确；由对称性可知，a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差，选项 C 正确；试探电荷+q 在 a 点的电势能大于在 c 点的电势能，选项 D 错误。

【考点定位】等量异种电荷

55.(2013·天津卷·T6)两个带等量正电的点电荷，固定在图中 P、Q 两点，MN 为 PQ 连线的中垂线，交 PQ 与 O 点，A 为 MN 上的一点，一带负电的试探电荷 q，从 A 点由静止释放，只在静电力作用下运动，取无限远处的电势为零，则

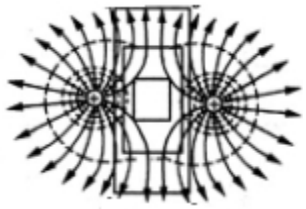


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.q 由 A 向 O 的运动是匀加速直线运动　　B.q 由 A 向 O 运动的过程电势能逐渐减小

C.q 运动到 O 点时的动能最大　　D.q 运动到 O 点时电势能为零

【答案】BC



【解析】在等量同种电荷连线中垂线的上部分电场强度方向由 O 指向 A，点电荷 q 从 A 运动到 O 点的过程中，电场力方向由 A 指向 O，所以速度越来越大，根据等量同种电荷的电场线分布情况可知，疏密程度不同则电场强度的大小不同，所以加速度也不同，则点电荷 q 做变加速直线运动，所以选项 A 错误；点电荷由 A 向 O 运动的过程中，电场力做正功，则电势能逐渐减小，动能逐渐增大，到达 O 点时，动能最大，故选项 B、C 正确；取远穷远处电势为零，则 O 点电势不为零，由电势能与电势的关系式 $E_p = q\varphi$ 可知，点电荷在 O 点的电势能不为零，则选项 D 错误。

【考点定位】电场线；牛顿第二定律；电势；电场力的功.

56.(2014·新课标全国卷Ⅱ)关于静电场的电场强度和电势，下列说法正确的是：

A.电场强度的方向处处与等势面垂直

B.电场强度为零的地方，电势也为零

C.随着电场强度的大小逐渐减小，电势也逐渐降低

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

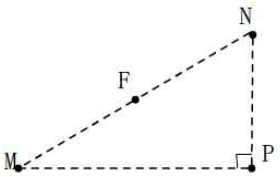
D.任一点的电场强度总是指向该点电势降落最快的方向

【答案】AD

【解析】电场线与等势面垂直，而电场强度的方向为电场线的方向，故电场强度的方向与等势面垂直，选项 A 正确；场强为零的地方电势不一定为零，例如等量同种正电荷连线的中点处的场强为零，但是电势大于零，选项 B 错误；场强大小与电场线的疏密有关，而沿着电场线的方向电势是降低的，故随电场强度的大小逐渐减小，电势不一定降低，选项 C 错误；任一点的电场强度方向总是和电场线方向一致，而电场线的方向是电势降落最快的方向，选项 D 正确。

【考点定位】电场强度；电势。

57.(2014·新课标全国卷Ⅰ)如图，在正电荷 Q 的电场中有 M、N、P 和 F 四点，M、N、P 为直角三角形的三个顶点，F 为 MN 的中点，$\angle M=30^{\circ}$，M、N、P、F 四点处的电势分别用φ_M、φ_N、φ_P、φ_F表示，已知$\varphi_M=\varphi_N$，$\varphi_P=\varphi_F$，点电荷 Q 在 M、N、P 三点所在平面内，则(　　)



A、点电荷 Q 一定在 MP 连线上

B、连线 PF 一定在同一个等势面上

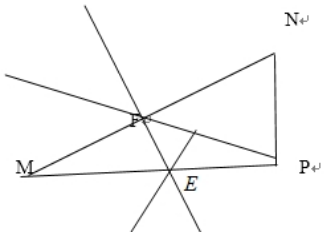
C、将正试探电荷从 P 点搬运到 N 点，电场力做负功

D、φ_P大于φ_M

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

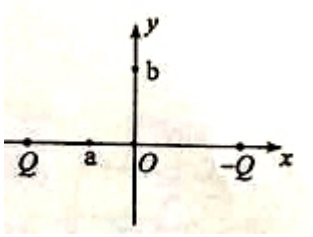
【答案】AD

【解析】点电荷电场的等势面是以点电荷为圆心的一族同心圆，所以任意两个等势点连线的垂直平分线都指向点电荷，如下图所示，MN 的垂直平分线和 PF 的垂直平分线相交于一点 E，E 点即点电荷所在的位置，根据几何关系可得 E 点在 MP 边。即点电荷一定在 MP 连线上，选项 A 对。点电荷的等势面是以点电荷为圆心的同心圆，所以等势面不是直线而是球面，选项 B 错。正试探电荷从 P 点移动到 N 点，远离场源正电荷，电场力做正功，选项 C 错。根据几何关系可得 $EF < EM$，距离场源正电荷越远电势越低，所以 P 点电势大于 M 点电势，选项 D 对。



【考点定位】点电荷的电场分布，等势面

58.(2015·海南卷·T7)如图，两电荷量分别为 Q(Q＞0)和-Q 的点电荷对称地放置在 x 轴上原点 O 的两侧，a 点位于 x 轴上 O 点与点电荷 Q 之间，b 位于 y 轴 O 点上方。取无穷远处的电势为零，下列说法正确的是



A.b 点的电势为零，电场强度也为零

B.正的试探电荷在 a 点的电势能大于零，所受电场力方向向右

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.将正的试探电荷从 O 点移到 a 点，必须克服电场力做功

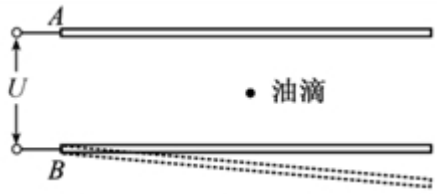
D.将同一正的试探电荷先后从 O、b 点移到 a 点，后者电势能的变化较大

【答案】BC

【解析】因为等量异种电荷在其连线的中垂线上的电场方向为水平指向负电荷，所以电场方向与中垂线方向垂直，故中垂线为等势线，因为中垂线延伸到无穷远处，所以中垂线的电势为零，故 b 点的电势为零，但是电场强度不为零，A 错误；等量异种电荷连线上，电场方向由正电荷指向负电荷，方向水平向右，在中点 O 处电势为零，O 点左侧电势为正，右侧电势为负，又知道正电荷在正电势处电势能为正，故 B 正确；O 点的电势低于 a 点的电势，电场力做负功，所以必须克服电场力做功，C 正确；O 点和 b 点的电势相等，所以先后从 O、b 点移到 a 点，电场力做功相等，电势能变化相同，D 错误；

【考点定位】电场强度，电势，电势能，电场力做功

59.(2018·江苏卷·T5)如图所示，水平金属板 A、B 分别与电源两极相连，带电油滴处于静止状态.现将 B 板右端向下移动一小段距离，两金属板表面仍均为等势面，则该油滴(　　)



A. 仍然保持静止

B. 竖直向下运动

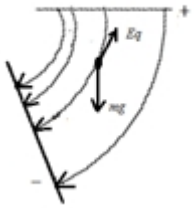
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C. 向左下方运动

D. 向右下方运动

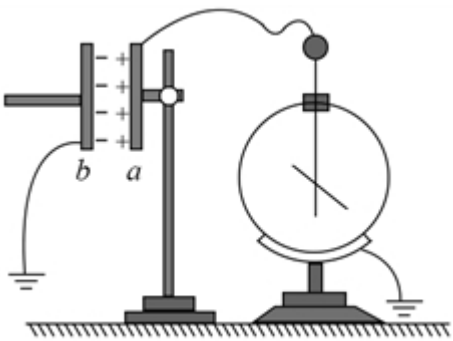
【答案】D

【解析】本题考查平行板电容器的电场及电荷受力运动的问题，意在考查考生分析问题的能力。两极板平行时带电粒子处于平衡状态，则重力等于电场力，当下极板旋转时，板间距离增大场强减小，电场力小于重力；由于电场线垂直于金属板表面，所以电荷处的电场线如图所示，所以重力与电场力的合力偏向右下方，故粒子向右下方运动，选项 D 正确。



点睛：本题以带电粒子在平行板电容器电场中的平衡问题为背景考查平行板电容器的电场及电荷受力运动的问题，解答本题的关键是根据电场线与导体表面相垂直的特点，B 板右端向下，所以电场线发生弯曲，电场力方向改变。

60.(2018·北京卷·T7)研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示，下列说法正确的是



A. 实验前，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，能使电容器带电

B. 实验中，只将电容器 b 板向上平移，静电计指针的张角变小

C. 实验中，只在极板间插入有机玻璃板，静电计指针的张角变大

D. 实验中，只增加极板带电量，静电计指针的张角变大，表明电容增大

【答案】A

【解析】A、当用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，由于静电感应，从而在 b 板感应出等量的异种电荷，从而使电容器带电，故选项 A 正确；

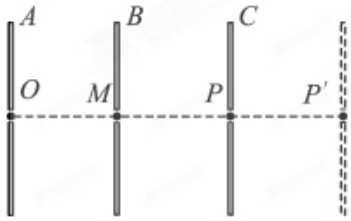
B、根据电容器的决定式：$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，将电容器 b 板向上平移，即正对面积 S 减小，则电容 C 减小，根据$C=\frac{Q}{U}$可知， 电量 Q 不变，则电压 U 增大，则静电计指针的张角变大，故选项 B 错误；

C、根据电容器的决定式：$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，只在极板间插入有机玻璃板，则介电系数增大，则电容 C 增大，根据$C=\frac{Q}{U}$可知， 电量 Q 不变，则电压 U 减小，则静电计指针的张角减小，故选项 C 错误；

D、根据$C=\frac{Q}{U}$可知， 电量 Q 增大，则电压 U 也会增大，则电容 C 不变，故选项 D 错误。

点睛：本题是电容器动态变化分析问题，关键抓住两点：一是电容器的电量不变；二是电容与哪些因素有什么关系。

61.(2017·江苏卷·T4)如图所示, 三块平行放置的带电金属薄板 A、B、C 中央各有一小孔，小孔分别位于 O、M、P 点.由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点.现将 C 板向右平移到 P' 点，则由 O 点静止释放的电子



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.运动到 P 点返回　　B.运动到 P 和 P' 点之间返回

C.运动到 P' 点返回　　D.穿过 P' 点

【答案】A

【解析】设 A、B 板间的电势差为 U_1，B、C 板间的电势差为 U_2，板间距为 d，电场强度为 E，第一次由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点，根据动能定理得：$qU_1 = qU_2 = qEd$，将 C 板向右移动，B、C 板间的电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$，E 不变，所以电子还是运动到 P 点速度减小为零，然后返回，故 A 正确；BCD 错误。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动 动能定理 电容器

【名师点睛】本题是带电粒子在电场中的运动，主要考察匀变速直线运动的规律及动能定理，重点是电容器的动态分析，在电荷量 Q 不变的时候，板间的电场强度与板间距无关.

62.(2016·浙江卷)以下说法正确的是

A.在静电场中，沿着电场线方向电势逐渐降低

B.外力对物体所做的功越多，对应的功率越大

C.电容器电容 C 与电容器所带电荷量 Q 成正比

D.在超重和失重现象中，地球对物体的实际作用力发生了变化

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】在静电场中，沿着电场线的方向电势逐渐降低，选项 A 正确；根据 $P=\frac{W}{t}$ 可知，外力对物体所做的功越多，对应的功率不一定越大，选项 B 错误；电容器的电容 C 与电容器所带电荷量 Q 无关，只与两板的正对面积、两板间距以及两板间的电介质有关，选项 C 错误；在超重和失重现象中，地球对物体的实际作用力没有发生变化，只是物体的视重发生了变化，选项 D 错误；故选 A。

【考点定位】电势；功率；电容器；超重和失重

【名师点睛】此题考查了四个简单的知识点，都是很基础的知识，只要平时学习扎实，有一定的物理功底即可解答。注意答案 C 中，电容器电容的决定因素是两极板相对面积、两极板间距离和两极板间的电介质的介电常数，要分清物理量的定义式和决定式。

63.(2016·全国新课标Ⅰ卷)一平行板电容器两极板之间充满云母介质，接在恒压直流电源上，若将云母介质移出，则电容器

A.极板上的电荷量变大，极板间的电场强度变大

B.极板上的电荷量变小，极板间的电场强度变大

C.极板上的电荷量变大，极板间的电场强度不变

D.极板上的电荷量变小，极板间的电场强度不变

【答案】D

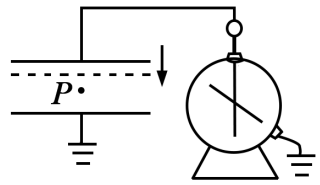
【解析】电容器接在恒压直流电源上，两极板的电压不变，若将云母介质移出，相对介电常数减小，电容器的电容减小，所以极板上的电荷量变小，极板间的距离不变，所以极板间的电场强度不变，故 A、B、C 错误，D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】平行板电容器

【名师点睛】本题主要考查平行板电容器的动态平衡，要注意正确应用电容的决定式$C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$、定义式$C=\frac{Q}{U}$，板间场强公式$E=\frac{U}{d}$。

64.(2016·天津卷·T4)如图所示，平行板电容器带有等量异种电荷，与静电计相连，静电计金属外壳和电容器下极板都接地。在两极板间有一个固定在 P 点的点电荷，以 E 表示两板间的电场强度，E_p 表示点电荷在 P 点的电势能，θ 表示静电计指针的偏角。若保持下极板不动，将上极板向下移动一小段距离至图中虚线位置，则



A.θ 增大，E 增大　　B.θ 增大，E_p 不变　　C.θ 减小，E_p 增大　　D.θ 减小，E 不变

【答案】D

【解析】若保持下极板不动，将上极板向下移动一小段距离，则根据$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$可知，C 变大，Q 一定，则根据 Q＝CU 可知，U 减小，则静电计指针偏角 θ 减小，根据$E=\frac{U}{d}$，Q＝CU，$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$联立可得$E=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$，可知 Q 一定时，E 不变，根据 $U_1=Ed_1$ 可知 P 点离下极板的距离不变，E 不变，则 P 点与下极板的电势差不变，P 点的电势不变，则 E_P 不变；故选项 ABC 错误，D 正确。

【考点定位】电容器、电场强度、电势及电势能

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】此题是对电容器的动态讨论；首先要知道电容器问题的两种情况：电容器带电荷量一定和电容器两板间电势差一定；其次要掌握三个基本公式：$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，$E=\frac{U}{d}$，Q=CU；同时记住一个特殊的结论：电容器带电荷量一定时，电容器两板间的场强大小与两板间距无关。

65.(2011·天津卷)板间距为 d 的平行板电容器所带电荷量为 Q 时，两极板间的电势差为 U_1，板间场强为 E_1。现将电容器所带电荷量变为 2Q，板间距变为$\frac{1}{2}d$，其他条件不变，这时两极板间电势差为 U_2，板间场强为 E_2，下列说法正确的是

A.$U_2=U_1$，$E_2=E_1$　　B.$U_2=2U_1$，$E_2=4E_1$

C.$U_2=U_1$，$E_2=2E_1$　　D.$U_2=2U_1$，$E_2=2E_1$

【答案】C

【解析】$U_1=\frac{Q}{C}=\frac{Q}{\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}}=\frac{4\pi kdQ}{\varepsilon S}$，$E_1=\frac{U_1}{d}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$，当电荷量变为 2Q 时，

$U_2=\frac{2Q}{C'}=\frac{2Q}{\frac{\varepsilon S}{2\pi kd}}=\frac{4\pi kdQ}{\varepsilon S}=U_1$，$E_2=\frac{U_2}{d/2}=\frac{8\pi kQ}{\varepsilon S}=2E_1$，C 选项正确。

【考点定位】平行板电容器

66.(2012·江苏卷)一充电后的平行板电容器保持两极板的正对面积、间距和电荷量不变，在两极板间插入一电介质，其电容C和两极板间的电势差U的变化情况是

A.C和U均增大　　B.C增大，U减小

C.C减小，U增大　　D.C和U均减小

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由 $C=\frac{\varepsilon s}{4\pi kd}$ 可知，插入电解质时，电容 C 变大，由 $C=\frac{q}{U}$，可知电量不变，电压 U 减小，B 项正确。

【考点定位】本题考查电容公式及其相关知识

67.(2013·新课标全国卷Ⅰ)一水平放置的平行板电容器的两极板间距为 d，极板分别与电池两极相连，上极板中心有一小孔(小孔对电场的影响可忽略不计)。小孔正上方 $\frac{d}{2}$ 处的 P 点有一带电粒子，该粒子从静止开始下落，经过小孔进入电容器，并在下极板处(未与极板接触)返回。若将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$，则从 P 点开始下落的相同粒子将

A.打到下极板上　　B.在下极板处返回

C.在距上极板 $\frac{d}{2}$ 处返回　　D.在距上极板 $\frac{2d}{5}$ 处返回

【答案】D

【解析】

对下极板未移动前，从静止释放到速度为零的过程运用动能定理得，

$mg\cdot\frac{3}{2}d-qU=0$

将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$，设运动到距离上级板 x 处返回。

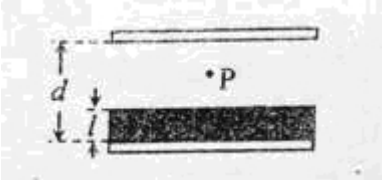
根据动能定理得，$mg(\frac{d}{2}+x)-x\frac{2}{3}d\cdot qU=0$

联立两式解得 $x=\frac{2d}{5}$.故 D 正确，A、B、C 错误；故选 D。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】动能定理、电场力做功、匀强电场电场强度和电势差的关系

68.(2014·海南卷·T4)如图，一平行板电容器的两极板与一电压恒定的电源相连，极板水平放置，极板间距为 d；在下极板上叠放一厚度为 l 的金属板，其上部空间有一带电粒子 P 静止在电容器中。当把金属板从电容器中快速抽出后，粒子 P 开始运动。重力加速度为 g。粒子运动的加速度为



A. $\frac{l}{d}g$　　B. $\frac{d-l}{d}g$　　C. $\frac{l}{d-l}g$　　D. $\frac{d}{d-l}g$

【答案】A

【解析】平行板电容器的两极板与一电压恒定的电源相连，有金属板时，板间场强可以表达为：$E_1=\frac{u}{d-l}$，且有 $E_1q=mg$，当抽去金属板，则板间距离增大，板间场强可以表达为：$E_2=\frac{u}{d}$，有

$mg-E_2q=ma$，联立上述可解得：$\frac{d}{-l}=\frac{g}{-a}$，知选项 A 正确。

【考点定位】平行板电容器、匀强电场中电压与电场强度的关系

69.(2015·安徽卷·T20)已知均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强大小为 $\frac{\delta}{2\varepsilon_0}$，其中 δ 为平面上单位面积所带的电荷量，ε_0 为常量。如图所示的平行板电容器，极板正对面积为 S，其间为真空，带电荷量为 Q。不计边缘效应时，极板可看作无穷大导体板，则极板间的电场强度大小和两极板间相互的静电引力大小分别为

A. $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\varepsilon_0 S}$　　B. $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\varepsilon_0 S}$　　C. $\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$　　D. $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$

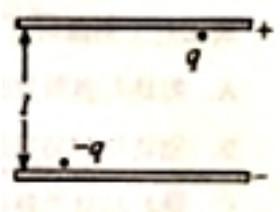
【答案】D

【解析】由公式 $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$，$\sigma=\frac{Q}{S}$ 正负极板都有场强，由场强的叠加可得 $E=\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$，

电场力 $F=\frac{Q}{2\varepsilon_0 S}\cdot Q$，故选 D。

【考点定位】考查电场知识。

70.(2015·海南卷·T5) 如图所示，一充电后的平行板电容器的两极板相距 l，在正极板附近有一质量为 M、电荷量为 q(q＞0)的粒子，在负极板附近有另一质量为 m、电荷量为-q 的粒子，在电场力的作用下，两粒子同时从静止开始运动。已知两粒子同时经过一平行于正极板且与其相距 $\frac{2}{5}l$ 的平面。若两粒子间相互作用力可忽略，不计重力，则 M：m 为



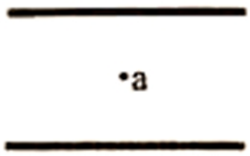
A.3：2　　B.2：1　　C.5： 2　　D.3：1

【答案】A

【解析】设电场强度为 E, 两粒子的运动时间相同, 对 M 有， $a=\frac{Eq}{M}$， $\frac{2}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{M}t^2$ ；对 m 有 $a'=\frac{Eq}{m}$， $\frac{3}{5}l=\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$， 联立解得 $\frac{M}{m}=\frac{3}{2}$， A 正确。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动

71.(2015·全国新课标 II 卷·T14)如图所示, 两平行的带电金属板水平放置。若在两板中间 a 点从静止释放一带电微粒， 微粒恰好保持静止状态。现将两板绕过 a 点的轴(垂直于纸面)逆时针旋转 45°， 再由 a 点从静止释放一同样的微粒， 改微粒将



A.保持静止状态　　B.向左上方做匀加速运动

C.向正下方做匀加速运动　　D.向左下方做匀加速运动

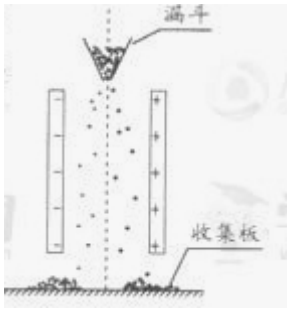
【答案】D

【解析】现将两板绕过 a 点的轴(垂直于纸面)逆时针旋转时， 两板间的电场强度不变， 电场力也不变， 所以现将两板绕过 a 点的轴(垂直于纸面)逆时针旋转后， 带电微粒受两大小相等的力的作用，合力方向向左下方，故微粒将向左下方做匀加速运动， 故 D 正确， A、B、C 错误。

【考点定位】电容器， 电场力， 力的平衡。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

72.(2012·广东卷)如图是某种静电矿料分选器的原理示意图，带电矿粉经漏斗落入水平匀强电场后，分落在收集板中央的两侧，对矿粉分离的过程，下列表述正确的有



A.带正电的矿粉落在右侧

B.电场力对矿粉做正功

C.带负电的矿粉电势能变大

D.带正电的矿粉电势能变小

【答案】BD

【解析】由图可知，矿料分选器内的电场方向水平向左，带正电的矿粉受到水平向左的电场力，所以会落到左侧，选项 A 错误；无论矿粉带什么电，在水平方向上都会在电场力的作用下沿电场力的方向偏移，位移与电场力的方向相同，电场力做正功，选项 B 正确；带负电的矿粉电场力做正功，所以电势能减小，选项 C 错误；带正电的矿粉电场力做正功，所以电势能减小，选项 D 正确；故选 BD

【考点定位】本题考查电场力、电势能等相关知识

73.(2012·海南卷)将平行板电容器两极板之间的距离、电压、电场强度大小和极板所带的电荷量分别用 d、U、E 和 Q 表示。下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.保持 U 不变，将 d 变为原来的两倍，则 E 变为原来的一半

B.保持 E 不变，将 d 变为原来的一半，则 U 变为原来的两倍

C.保持 d 不变，将 Q 变为原来的两倍，则 U 变为原来的一半

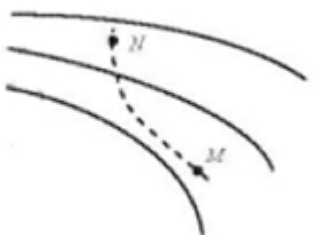
D.保持 d 不变，将 Q 变为原来的一半，则 E 变为原来的一半

【答案】AD

【解析】保持 U 不变，将 d 变为原来的两倍，根据公式 $E=\frac{U}{d}$ 可知，E 变为原来的一半.故 A 正确；保持 E 不变，将 d 变为原来的一半，由 $U=Ed$ 可知，U 变为原来的一半.故 B 错误；保持 d 不变，电容 C 不变，将 Q 变为原来的两倍，由公式 $C=\frac{Q}{U}$ 分析可知，U 变为原来的两倍.故 C 错误;保持 d 不变，电容 C 不变，将 Q 变为原来的一半，由公式 $C=\frac{Q}{U}$ 分析可知，U 变为原来的一半，由 $E=\frac{U}{d}$ 分析知，E 变为原来的一半，故 D 正确.故选 AD

【考点定位】电容器动态变化

74.(2018·天津卷·T3)如图所示，实线表示某电场的电场线(方向未标出)，虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹，设 M 点和 N 点的电势分别为φ_M、φ_N，粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为a_M、a_N，速度大小分别为v_M、v_N，电势能分别为E_{PM}、E_{PN}。下列判断正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

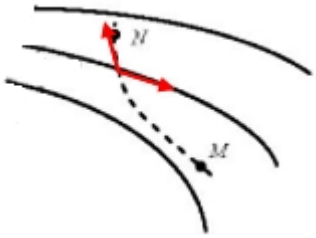
A. $v_M < v_N$，$a_M < a_N$　　B. $v_M < v_N$，$\varphi_M < \varphi_N$

C. $\varphi_M < \varphi_N$，$E_{PM} < E_{PN}$　　D. $a_M < a_N$，$E_{PM} < E_{PN}$

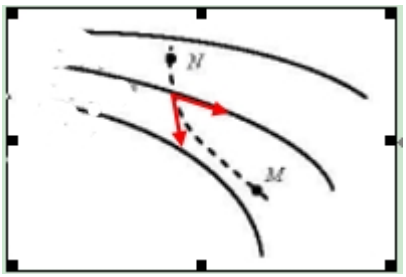
【答案】D

【解析】试题分析：将粒子的运动分情况讨论：从 *M* 运动到 *N*；从 *N* 运动到 *M*，根据电场的性质依次判断；

电场线越密，电场强度越大，同一个粒子受到的电场力越大，根据牛顿第二定律可知其加速度越大，故有$a_M < a_N$；若粒子从 *M* 运动到 *N* 点，则根据带电粒子所受电场力指向轨迹弯曲的内侧，可知在某点的电场力方向和速度方向如图所示，故电场力做负功，电势能增大，动能减小，即$v_M > v_N$，$E_{pM} < E_{pN}$，负电荷在低电势处电势能大，故$\phi_M > \phi_N$；



若粒子从 *N* 运动到 *M*，则根据带电粒子所受电场力指向轨迹弯曲的内侧，可知在某点的电场力方向和速度方向如图所示，故电场力做正功，电势能减小，动能增大，即$v_M > v_N$，$E_{pM} < E_{pN}$，负电荷在低电势处电势能大，故$\phi_M > \phi_N$；

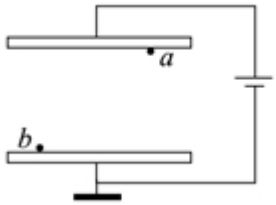


综上所述，D 正确；

【点睛】考查了带电粒子在非匀强电场中的运动；本题的突破口是根据粒子做曲线运动时受到的合力指向轨迹的内侧，从而判断出电场力方向与速度方向的夹角关系，进而判断出电场力做功情况.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

75.(2018·全国 III 卷)(多选)如图，一平行板电容器连接在直流电源上，电容器的极板水平，两微粒 a、b 所带电荷量大小相等、符号相反，使它们分别静止于电容器的上、下极板附近，与极板距离相等。现同时释放 a、b，它们由静止开始运动，在随后的某时刻 t，a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面，a、b 间的相互作用和重力可忽略。下列说法正确的是



A. a 的质量比 b 的大

B. 在 t 时刻，a 的动能比 b 的大

C. 在 t 时刻，a 和 b 的电势能相等

D. 在 t 时刻，a 和 b 的动量大小相等

【答案】BD

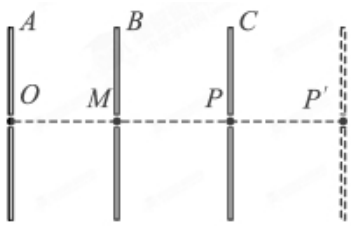
【解析】试题分析　本题考查电容器、带电微粒在电场中的运动、牛顿运动定律、电势能、动量定理及其相关的知识点。

解析　根据题述可知，微粒 a 向下加速运动，微粒 b 向上加速运动，根据 a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面，可知 a 的加速度大小大于 b 的加速度大小，即 $a_a>a_b$。对微粒 a，由牛顿第二定律，$qE=m_aa_a$，对微粒 b，由牛顿第二定律，$qE=m_ba_b$，联立解得：$\frac{qE}{m_a}>\frac{qE}{m_b}$，由此式可以得出 a 的质量比 b 小，选项 A 错误；在 a、b 两微粒运动过程中，a 微粒所受合外力大于 b 微粒，a 微粒的位移

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

大于 b 微粒，根据动能定理，在 t 时刻，a 的动能比 b 大，选项 B 正确;由于在 t 时刻两微粒经过同一水平面，电势相等，电荷量大小相等，符号相反，所以在 t 时刻，a 和 b 的电势能不等，选项 C 错误；由于 a 微粒受到的电场力(合外力)等于 b 微粒受到的电场力(合外力)，根据动量定理，在 t 时刻，a 微粒的动量等于 b 微粒，选项 D 正确。

76.(2017·江苏卷)如图所示，三块平行放置的带电金属薄板 A、B、C 中央各有一小孔，小孔分别位于 O、M、P 点.由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点.现将 C 板向右平移到 P' 点，则由 O 点静止释放的电子



(A)运动到 P 点返回

(B)运动到 P 和 P' 点之间返回

(C)运动到 P' 点返回

(D)穿过 P' 点

【答案】A

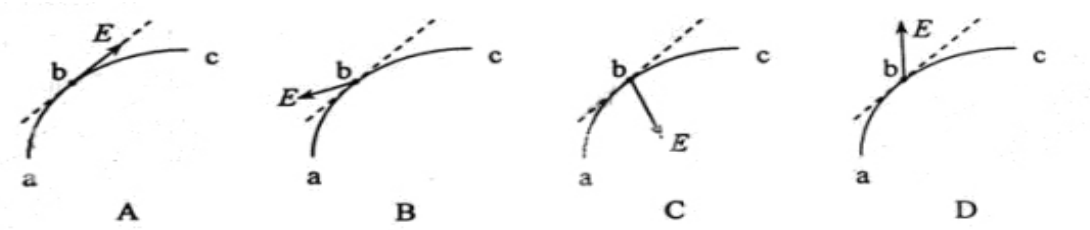
【解析】设 A、B 板间的电势差为 U_1，B、C 板间的电势差为 U_2，板间距为 d，电场强度为 E，第一次由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点，根据动能定理得：$qU_1=qU_2=qEd$，将 C 板向右移动，B、C 板间的电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$，E 不变，所以电子还是运动到 P 点速度减小为零，然后返回，故 A 正确；BCD 错误.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】带电粒子在电场中的运动 动能定理 电容器

【名师点睛】本题是带电粒子在电场中的运动，主要考察匀变速直线运动的规律及动能定理，重点是电容器的动态分析，在电荷量 Q 不变的时候，板间的电场强度与板间距无关.

77.(2011·全国新课标卷·T20)一带负电荷的质点，在电场力作用下沿曲线 abc 从 a 运动到 c，已知质点的速度时递减的，关于 b 点电场强度 E 的方向，下列图示中可能正确的是(虚线时曲线在 b 点的切线)



【答案】D

【解析】电荷做曲线运动，电场力与速度方向不在同一直线上，应指向轨迹弯曲的内侧，不可能沿轨迹的切线方向，则场强也不可能沿轨迹的切线方向，故 A 错误；

负电荷所受的电场力方向与场强方向相反，图中电场力方向与速度方向的夹角为锐角，电场力做正功，电荷的速率增大，与题不符，故 B 错误；

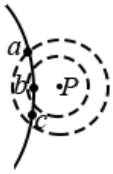
图中场强方向指向轨迹的内侧，则电场力指向轨迹的外侧，电荷的轨迹应向上弯曲，不可能沿如图的轨迹运动，故 C 错误；

图中场强方向指向轨迹的外侧，则电场力指向轨迹的内侧，而且电场力方向与电荷的速度方向成钝角，电场力做负功，电荷的速率减小，符合题意，故 D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】曲线运动

78.(2016·全国新课标Ⅱ卷)如图，P 为固定的点电荷，虚线是以 P 为圆心的两个圆。带电粒子 Q 在 P 的电场中运动，运动轨迹与两圆在同一平面内，a、b、c 为轨迹上的三个点。若 Q 仅受 P 的电场力作用，其在 a、b、c 点的加速度大小分别为 a_a、a_b、a_c，速度大小分别为 v_a、v_b、v_c，则



A.$a_a>a_b>a_c$，$v_a>v_c>v_b$　　B.$a_a>a_b>a_c$，$v_b>v_c>v_a$

C.$a_b>a_c>a_a$，$v_b>v_c>v_a$　　D.$a_b>a_c>a_a$，$v_a>v_c>v_b$

【答案】D

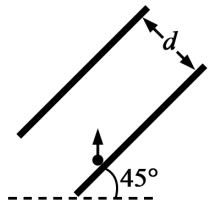
【解析】在点电荷的电场中，场强大小 $E=k\frac{Q}{r^2}$，由图可知 $r_a>r_c>r_b$，可得 $E_a<E_c<E_b$，而带电粒子运动的加速度 $a=\frac{qE}{m}$，则 $a_a<a_c<a_b$；而由动能定理：$qU=\Delta E_k$ 可知电场力做负功，动能减小，由图 $U_{ab}>U_{cb}$，则 $v_a>v_c>v_b$，故选 D.

【考点定位】点电荷的电场、带电粒子在电场中的运动

【名师点睛】此题考查带电粒子在电场中的运动问题；关键是掌握点电荷的电场分布规律；能根据粒子的运动轨迹判断粒子电性和点电荷电性的关系；要知道只有电场力做功时粒子的动能与电势能之和守恒。

79.(2016·海南卷)如图，平行板电容器两极板的间距为 d，极板与水平面成 45°角，上极板带正电。一电荷量为 q(q>0)的粒子在电容器中靠近下极板处，以初动能

E_{k0} 竖直向上射出。不计重力，极板尺寸足够大。若粒子能打到上极板，则两极板间电场强度的最大值为



A. $\frac{E_{k0}}{4qd}$　　B. $\frac{E_{k0}}{2qd}$　　C. $\frac{\sqrt{2}E_{k0}}{2qd}$　　D. $\frac{\sqrt{2}E_{k0}}{qd}$

【答案】B

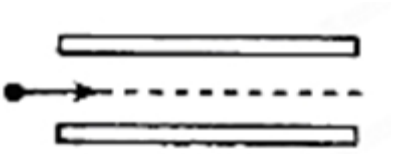
【解析】当电场足够大时，粒子打到上极板的极限情况为：粒子到达上极板处时速度恰好与上极板平行，粒子的运动为类平抛运动的逆运动。将粒子初速度 v_0 分解为垂直极板的 v_y 和平行极板的 v_x，根据运动的合成与分解，当 $v_y=0$ 时，根据运动学公式有 $v_y^2=2\frac{Eq}{m}d$，$v_y=v_0\cos 45°$，$E_{k0}=\frac{1}{2}mv_0^2$，联立得 $E=\frac{E_{k0}}{2qd}$，故选项 B 正确。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动、运动合成与分解

【名师点睛】本题关键是明确粒子的受力情况和运动情况，然后根据类平抛运动的分位移公式和动能定理处理，要明确当电场强度最大时，是粒子的速度平行与上极板，而不是零。

80.(2012·海南卷)如图，在两水平极板间存在匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向下，磁场方向垂直于纸面向里。一带电粒子以某一速度沿水平直线通过两极板。若不计重力，下列四个物理量中哪一个改变时，粒子运动轨迹不会改变？

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



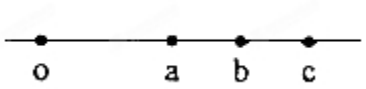
A.粒子速度的大小　　B.粒子所带电荷量　　C.电场强度　　D.磁感应强度

【答案】B

【解析】由题，粒子受到电场力和洛伦兹力，做匀速直线运动，则有 $qvB = qE$，即有 $vB = E$。改变粒子速度的大小，则洛伦兹力随之改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 A 错误；由①知，粒子的电量改变时，洛伦兹力与电场力大小同时改变，两个力仍然再平衡，故粒子的轨迹不发生改变，故 B 正确；改变电场强度，电场力将改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 C 错误；改变磁感应强度，洛伦兹力将改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 D 错误。故选 B.

【考点定位】本题考查带电粒子在电场和磁场中的运动

81.(2012·海南卷)如图，直线上有 o、a、b、c 四点，ab 间的距离与 bc 间的距离相等。在 o 点处有固定点电荷，已知 b 点电势高于 c 点电势。若一带负电电荷的粒子仅在电场力作用下先从 c 点运动到 b 点，再从 b 点运动到 a 点，则



两过程中电场力做的功相等

前一过程中电场力做的功大于后一过程中电场力做的功

前一过程中，粒子电势能不断减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

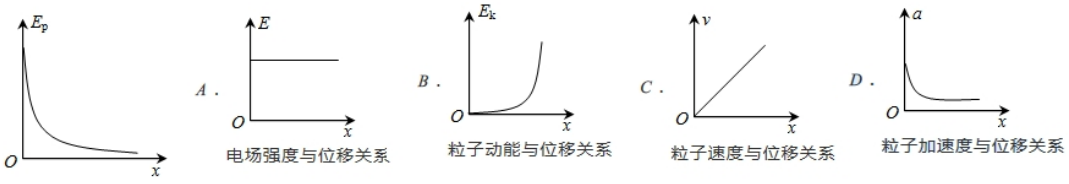
后一过程中，粒子动能不断减小

【答案】C

【解析】由题，b 点电势高于 c 点电势，则知电场线方向由 O 指向 c，则点电荷带正电，a、b 间电场线比 b、c 间电场线密，则 a、b 间场强大于 b、c 间的场强，由公式 $U = Ed$ 可知，a、b 间电势差大于 b、c 间电势差，由公式 $W = qU$ 可知，前一过程中电场力做的功小于后一过程中电场力做的功，故 AB 错误；负电荷所受的电场力方向向左，与速度方向相同，则电场力做正功，电势能减小，故 C 正确；电场力做正功，由动能定理得知，后一过程，粒子动能不断增大，故 D 错误。故选 C

【考点定位】本题考查电场力做功、电势能变化及其相关知识

82.(2014·安徽卷)一带电粒子在电场中仅受静电力作用，做初速度为零的直线运动，取该直线为 x 轴，起始点 O 为坐标原点，其电势能 E_p 与位移 x 的关系如图所示，下列图象中合理的是



【答案】D

【解析】粒子的电势能随位移变化的图象斜率对应粒子所受的静电力大小，故可知电场力、电场强度及粒子加速度随位移变化应该是越来越小，故 A 错，D 对；粒子动能随位移变化的图象斜率对应粒子所受合外力的大小，而此时的合外力即为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子所受静电力，故 B 错；粒子沿 x 轴的运动是一个加速度减小的加速运动，故速度与位移不一定是线性关系，C 错。

【考点定位】运动图象、动能定理、带电粒子在电场中的运动

83.(2013·广东卷·T5)喷墨打印机的简化模型如图所示，重力可忽略的墨汁微滴，经带电室带负电后，以速度 v 垂直匀强电场飞入极板间，最终打在纸上，则微滴在极板间电场中

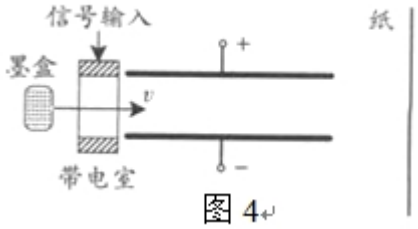


图 4

A.向负极板偏转　　B.电势能逐渐增大

C.运动轨迹是抛物线　　D.运动轨迹与带电量无关

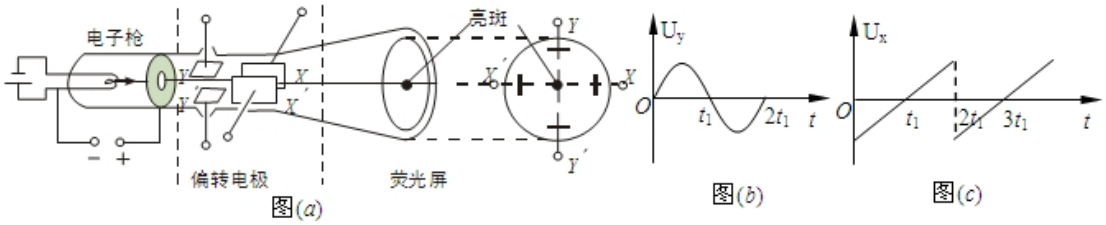
【答案】C

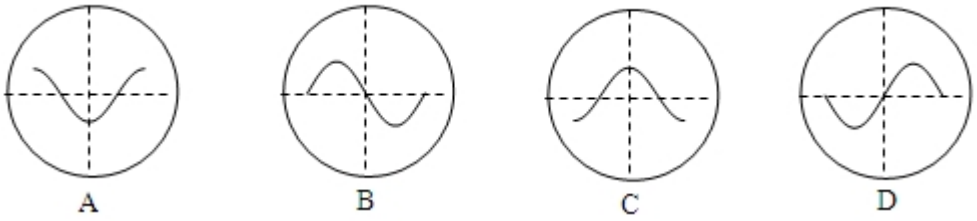
【解析】由于重力不计的微滴带负电，微滴在极板间电场中受到的电场力向上，故微滴向下极板偏转，A 错误；电场力微滴做正功，电势能头政治上，B 错误；微滴在电场中做类平抛运动，运动的轨迹是抛物线，C 正确；水平方向做匀速运动，而竖直方向上做匀加速运动，且加速度 $a=\frac{Eq}{m}$，与带电量有关，D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强电场中的运动，容易题。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

84.(2011·安徽卷)图(a)为示管的原理图。如果在电极 YY’之间所加的电压图按图(b)所示的规律变化，在电极 XX’之间所加的电压按图(c)所示的规律变化，则在荧光屏上会看到的图形是





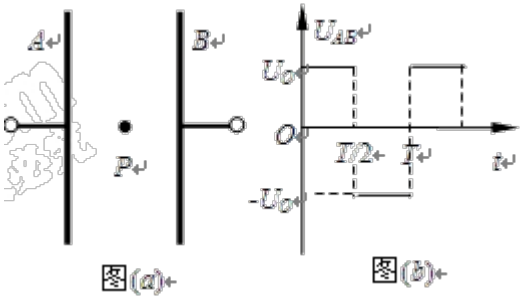
【答案】B

【解析】由于电极 XX’加的是扫描电压，电极 YY’之间所加的电压信号电压，所以荧光屏上会看到的图形是 B，答案 B 正确

【考点定位】示波管的工作原理

85.(2011·安徽卷)如图(a)所示，两平行正对的金属板 A、B 间加有如图(b)所示的交变电压，一重力可忽略不计的带正电粒子被固定在两板的正中间 P 处。若在 t_0 时刻释放该粒子，粒子会时而向 A 板运动，时而向 B 板运动，并最终打在 A 板上。则 t_0 可能属于的时间段是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图(a)　　图(b)

A. $0<t_0<\frac{T}{4}$　　B. $\frac{T}{2}<t_0<\frac{3T}{4}$　　C. $\frac{3T}{4}<t_0<T$　　D. $T<t_0<\frac{9T}{8}$

【答案】B

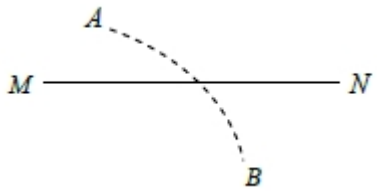
【解析】若 $0<t_0<\frac{T}{4}$，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 A 错误；若 $\frac{T}{2}<t_0<\frac{3T}{4}$，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离大于向右运动的距离，最终打在 A 板上，所以 B 正确；若 $\frac{3T}{4}<t_0<T$，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离小于向右运动的距离，最终打在 B 板上，所以 C 错误；若 $T<t_0<\frac{9T}{8}$，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 D 错误.

【考点定位】带电粒子在交变电场中的运动

86.(2017·天津卷·T7)如图所示，在点电荷 Q 产生的电场中，实线 MN 是一条方向未标出的电场线，虚线 AB 是一个电子只在静电力作用下的运动轨迹。设电子在

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A、B 两点的加速度大小分别为 a_A、a_B，电势能分别为 E_{pA}、E_{pB}。下列说法正确的是



A.电子一定从 A 向 B 运动

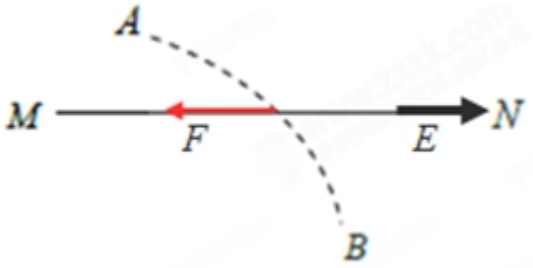
B.若 $a_A>a_B$，则 Q 靠近 M 端且为正电荷

C.无论 Q 为正电荷还是负电荷一定有 $E_{pA}<E_{pB}$

D.B 点电势可能高于 A 点电势

【答案】BC

【解析】电子在电场中做曲线运动，虚线 AB 是电子只在静电力作用下的运动轨迹，电场力沿电场线直线曲线的凹侧，电场的方向与电场力的方向相反，如图所示，由所知条件无去判断电子的运动方向，故 A 错误；



若 $a_A>a_B$，说明电子在 M 点受到的电场力较大，M 点的电场强度较大，根据点电荷的电场分布可知，靠近 M 端为场源电荷的位置，应带正电，故 B 正确；

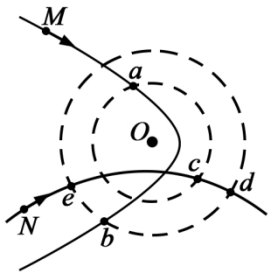
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

无论 Q 为正电荷还是负电荷，一定有电势 $\varphi_A>\varphi_B$，电子电势能 $E_P=-e\varphi$，电势能是标量，所以一定有知 $E_{PA}<E_{PB}$，故 C 正确，D 错误。

【考点定位】电场强度，电场线，电势，电势能，曲线运动，带电粒子在电场中的运动

【名师点睛】本题考查的知识点较多，应从曲线运动的特点和规律出发判断出电子的受力方向，再利用相关电场和带电粒子在电场中的运动规律解决问题。

87.(2016·海南卷)如图，一带正电的点电荷固定于 O 点，两虚线圆均以 O 为圆心，两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹，a、b、c、d、e 为轨迹和虚线圆的交点。不计重力。下列说法说法正确的是



A.M 带负电荷，N 带正电荷

B.M 在 b 点的动能小于它在 a 点的动能

C.N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能

D.N 在从 c 点运动到 d 点的过程中克服电场力做功

【答案】ABC

【解析】如图所示，粒子受到的电场力指向轨迹的凹侧，可知 M 受到了引力作用，N 受到了斥力作用，故 M 带负电荷，N 带正电荷，选项 A 正确；由于虚线是等

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

势面，故 M 从 a 点到 b 点电场力对其做负功，动能减小，选项 B 正确；d 点和 e 点在同一等势面上，N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能，故选项 C 正确；N 从 c 点运动到 d 点的过程中，电场力做正功，故选项 D 错误。

【考点定位】等势面、电势能

【名师点睛】本题是轨迹问题，首先要根据弯曲的方向判断出带电粒子所受电场力方向，确定是排斥力还是吸引力。由动能定理分析动能和电势能的变化是常用的思路。

88.(2016·全国新课标Ⅰ卷)如图，一带负电荷的油滴在匀强电场中运动，其轨迹在竖直平面(纸面)内，且相对于过轨迹最低点 P 的竖直线对称。忽略空气阻力。由此可知

A.Q 点的电势比 P 点高　　B.油滴在 Q 点的动能比它在 P 点的大

C.油滴在 Q 点的电势能比它在 P 点的大　　D.油滴在 Q 点的加速度大小比它在 P 点的小

【答案】AB

【解析】带负电荷的油滴在匀强电场中运动，其轨迹在竖直平面(纸面)内，且相对于过轨迹最低点 P 的竖直线对称，可以判断合力的方向竖直向上，而重力方向竖直向下，可知电场力的方向竖直向上，运动电荷是负电荷，所以匀强电场的方向竖直向下，所以 Q 点的电势比 P 点高，带负电的油滴在 Q 点的电势能比它在 P

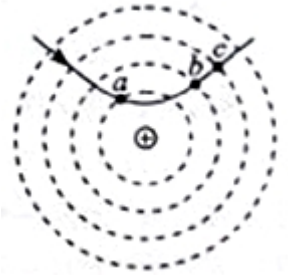
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点的小，在 Q 点的动能比它在 P 点的大，故 AB 正确，C 错误。在匀强电场中电场力是恒力，重力也是恒力，所以合力是恒力，所以油滴的加速度恒定，故 D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强电场中的运动

【名师点睛】本题主要考查带电粒子在匀强电场中的运动。本题的突破口在于根据运动轨迹判断合力的方向，再来判断电场力的方向，最后根据运动电荷的电性，就可以判断电场强度的方向，顺着这个思路就可以把这个题目做出来。

89.(2012·山东卷)图中虚线为一组间距相等的同心圆，圆心处固定一带正电的点电荷。一带电粒子以一定初速度射入电场，实线为粒子仅在电场力作用下的运动轨迹，a、b、c 三点是实线与虚线的交点。则该粒子



A.带负电

B.在 c 点受力最大

C.在 b 点的电势能大于在 c 点的电势能

D.由 a 点到 b 点的动能变化大于由 b 点到 c 点的动能变化

【答案】CD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据轨迹弯曲方向判断出，粒子在 a→b→c 的过程中，一直受静电斥力作用，根据同性电荷相互排斥，故粒子带正电荷，A 错误；点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越大，场强越小，粒子在 C 点受到的电场力最小，故 B 错误；根据动能定理，粒子由 b 到 c，电场力做正功，动能增加，故粒子在 b 点电势能一定大于在 c 点的电势能，故 C 正确；a 点到 b 点和 b 点到 c 点相比，由于点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越大，场强越小，故 a 到 b 电场力做功为多，动能变化也大，故 D 正确。故选：CD.

【考点定位】本题考查带电粒子在电场中的运动及其相关知识

90.(2014·海南卷)如图(a)，直线 MN 表示某电场中的一条电场线，a、b 是线上的两点，将一带负电荷的粒子从 a 点处由静止释放，粒子从 a 运动到 b 过程中的 v-t 图线如图(b)所示。设 a、b 两点的电势分别为 φ_a、φ_b，场强大小分别为 E_a、E_b，粒子在 a、b 两点的电势能分别为 W_a、W_b，不计重力，则有

图（a）

图（b）

A. $\varphi_a > \varphi_b$　　B. $E_a > E_b$　　C. $E_a < E_b$　　D. $W_a > W_b$

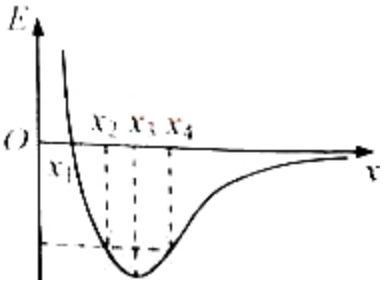
【答案】BD

【解析】由图(b)可知，粒子做加速度减小、速度增大的直线运动，故可知从 a 到 b 电场强度减小，粒子动能增大，电势能减小，电场力由 a 指向 b，电场线由 b 指向 a，b 处为高电势，故正确答案为 BD。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

考点：运动图像、带电粒子在电场中的运动、电场分布

91.(2014·上海卷)静电场在 x 轴上的场强 E 随 x 的变化关系如图所示，x 轴正向为场强正方向，带正电的点电荷沿 x 轴运动，则点电荷



A.在 x_2 和 x_4 处电势能相等

B.由 x_1 运动到 x_3 的过程电势能增大

C.由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先增大后减小

D.由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先减小后增大

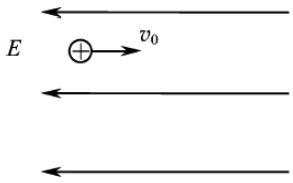
【答案】BC

【解析】正点电荷受力方向与电场 C 方向相同，在 0～x_1 电场力为 x 轴正方向，$x_1-\infty$ 电场力为 x 轴负方向，x_2～x_4 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增加，选项 A 错。x_1～x_3 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增大，选项 B 对。电场力大小为 $F=qE$，x_1～x_4，电场强度先增大后减小，所以电场力先增大后减小，选项 C 对，D 错。

考点：电场力做功

92.(2015·江苏卷·T7)一带正电的小球向右水平抛入范围足够大的匀强电场，电场方向水平向左，不计空气阻力，则小球

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



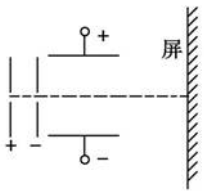
A.做直线运动　B.做曲线运动　C.速率先减小后增大　D.速率先增大后减小

【答案】BC

【解析】由题意知，小球受重力、电场力作用，合外力的方向与初速度的方向夹角为钝角，故小球做曲线运动，所以 A 错误；B 正确；在运动的过程中合外力先做负功后做正功，所以 C 正确；D 错误。

【考点】带电粒子在电场中的运动

93.(2015·天津卷·T7)(多选题)如图所示，氕核、氘核、氚核三种粒子从同一位置无初速度地飘入电场线水平向右的加速电场 E_1，之后进入电场线竖直向下的匀强电场 E_2 发生偏转，最后打在屏上，整个装置处于真空中，不计粒子重力及其相互作用，那么



A.偏转电场 E_2 对三种粒子做功一样多

B.三种粒子打到屏上时速度一样大

C.三种粒子运动到屏上所用时间相同

D.三种粒子一定打到屏上的同一位置，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AD

【解析】设加速电场长度为 d，偏转电场长度为 L，在加速电场中有 $E_1qd=\frac{1}{2}mv^2$，在偏转电场中有 $L=vt, y=\frac{1}{2}\cdot\frac{E_2q}{m}t^2=\frac{E_2L^2}{4E_1d}$，与比荷无关，所以三钟粒子一定打到屏上同一位置，故选项 D 正确；

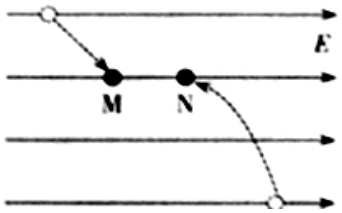
偏转电场对粒子做功 $W=E_2qy=\frac{E_2^2L^2q}{4E_1d}$，与粒子质量无关，所以选项 A 正确；

三种拉子在进入偏转电场时速度不同，而在偏转电场中电场力做功相同，故最后离开电场时速度不同，所以选项 C 错误；

因加速位移相同，粒子质量越大加速度越小，故加速时间越长，大偏转电场中运动时间也越长，故选项 B 错误。

考点：带电粒子在电场中的加速和偏转

94.(2015·广东卷·T21)如图所示的水平匀强电场中，将两个带电小球 M 和 N 分别沿图示路径移动到同一水平线上的不同位置，释放后，MN 保持静止，不计重力，则



A.M 的带电量比 N 大　　B.M 带负电荷，N 带正电荷

C.静止时 M 受到的合力比 N 大　　D.移动过程中匀强电场对 M 做负功

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】释放后，MN 保持静止，它们均受到水平匀强电场的电场力 qE 和相互之间的库仑力 F 作用，因此有 qE＝F，两者方向相反，其合力为 0，故选项 C 错误；由牛顿第三定律可知，MN 间相互作用的库仑力 F，一定大小相等、方向相反，所以它们受到的水平匀强电场的电场力 qE 也一定大小相等、方向相反，所以两带电小球必带异种电荷，电量相等，故选项 A 错误；两小球带异种电荷，相互间的库仑力为引力，由图中位置关系可知，小球 M 受到的水平匀强电场的电场力方向向左，与电场方向相反，所以带负电，小球 N 受到的水平匀强电场的电场力方向向右，与电场方向相同，所以带正电，故选项 B 正确；由图示可知，小球 M 移动方向与水平匀强电场的电场力方向成钝角，所以匀强电场对 M 做负功，故选项 D 正确。

【考点定位】电荷间相互作用规律、电场方向定义、共点力平衡条件、牛顿第三定律、功的理解与应用。

95.(2010•广东卷•T21)图 8 是某一点电荷的电场线分布图，下列表述正确的是

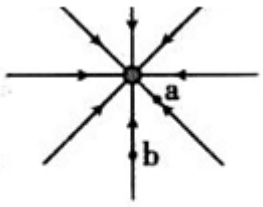


图 8

A.a 点的电势高于 b 点的电势　　B.B.该点电荷带负电

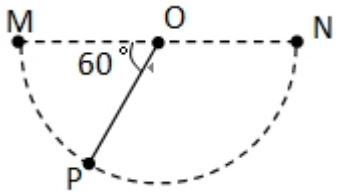
C.a 点和 b 点电场强度的方向相同　　D.a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】选项 A 错误，因为顺着电场线电势是降低的，所以应该是 a 点电势低于 b 点的电势；选项 C 错误，从图中可以看出它们的方向是不同的。

96.(2010·海南卷·T4)如右图， M、N 和 P 是以 MN 为直径的半圈弧上的三点，O 点为半圆弧的圆心，∠MOP＝60°.电荷量相等、符号相反的两个点电荷分别置于 M、N 两点，这时 O 点电场强度的大小为 E_1；若将 N 点处的点电荷移至 P 点，则 O 点的场场强大小变为 E_2，E_1 与 E_2 之比为



A. $1:2$　　B. $2:1$　　C. $2:\sqrt{3}$　　D. $4:\sqrt{3}$

【答案】B

【解析】依题意，每个点电荷在 O 点产生的场强为 $\frac{E_1}{2}$，则当 N 点处的点电荷移至 P 点时，O 点场强如图所示，合场强大小为 $E_2=\frac{E_1}{2}$，则 $\frac{E_1}{E_2}=\frac{2}{1}$，B 正确。

97.(2010·天津卷·T5)在静电场中，将一正电荷从 a 移动到 b 点，电场力做了负功，则

A.b 点的电场强度一定比 a 点大　　B.电场线方向一定从 b 指向 a

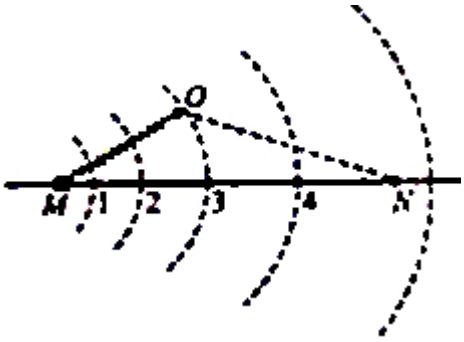
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.b 点的电势一定比 a 点高　　D.该电荷的动能一定减小

【答案】

【解析】本题考查的是电场的性质。电场力对正电荷做了负功，则正电荷的电势能一定增大，电势一定变高，所以 C 项正确，但不知电场的具体分布无法判断电场线的形状，A、B 项错误。电荷的动能变化跟其合外力做功有关，而除了电场力其他力不明确，动能变化也无从判断，D 项错误。

98.(2010·四川卷·T21)如图所示，圆弧虚线表示正点电荷电场的等势面，相邻两等势面间的电势差相等。光滑绝缘直杆沿电场方向水平放置并固定不动，杆上套有一带正电的小滑块(可视为质点)，滑块通过绝缘轻弹簧与固定点 O 相连，并以某一初速度从 M 点运动到 N 点，OM＜ON。若滑块在 M、N 时弹簧的弹力大小相等，弹簧始终在弹性限度内，则



A、滑块从 M 到 N 的过程中，速度可能一直增大

B、滑块从位置 1 到 2 的过程中，电场力做的功比从位置 3 到 4 的小

C、在 M、N 之间的范围内，可能存在滑块速度相同的两个位置

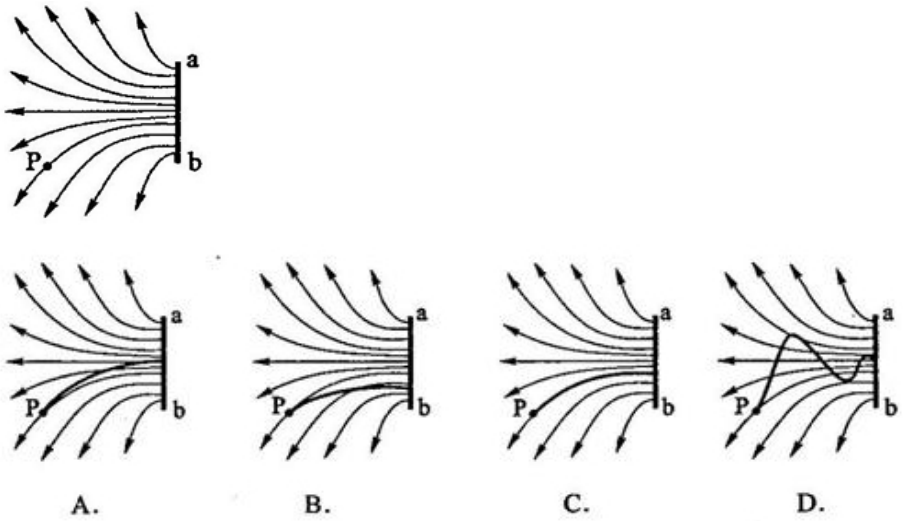
D、在 M、N 之间可能存在只由电场力确定滑块加速度大小的三个位置

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题主要考查等势面和电场力做功及力的关系。由于OM<ON而小球在M、N处弹力相同分析小球M点时弹簧处于压缩状态，而在N处弹簧被拉长。小球从M点运动到N点的过程中。小球的速度可能增大也可能减小选项A正确；由于相邻间两等势面电势差相等，所以电场力做功相同，选项B错；只有弹力和电场力做功，电势能和机械能守恒，所以选项C正确B错误。

99.(2010·新课标Ⅰ卷·T17)静电除尘器是目前普遍采用的一种高效除尘器。某除尘器模型的收尘板是很长的条形金属板，图中直线ab为该收尘板的横截面。工作时收尘板带正电，其左侧的电场线分布如图所示；粉尘带负电，在电场力作用下向收尘板运动，最后落在收尘板上。若用粗黑曲线表示原来静止于P点的带电粉尘颗粒的运动轨迹，下列4幅图中可能正确的是(忽略重力和空气阻力)



【答案】A

【解析】本题考查电场线和带电粒子在电场中的运动。带电粉尘颗粒在电场中原来是静止的，因此将要沿电场力方向做加速运动；粉尘带负电，所受电场力的方向为电场线在该点的切线方向，且与场强方向相反，因此粉尘颗粒在P点沿切线方向向右运动，B项和D项错误；电荷所受的力的方向与运动方向有一定的夹

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

角，电荷将要做曲线运动，但运动轨迹与电场线方向并不重合，因此 C 项错误；可能正确的是第一幅图形轨迹，A 项正确。

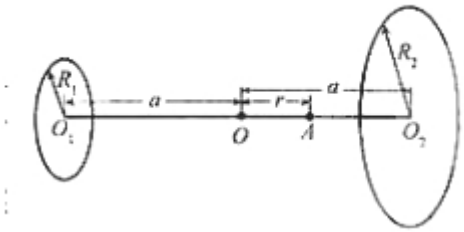
100.(2010·福建卷·T18)物理学中有些问题的结论不一定必须通过计算才能验证，有时只需通过一定的分析就可以判

断结论是否正确。如图所示为两个彼此平等且共轴的半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环，两圆环上

的电荷量均为 q $(q>0)$，而且电荷均匀分布。两圆环的圆心 o_1 和 o_2 相距为 $2a$，联线的中点

为 o，轴线上的 A 点在 o 点右侧与 o 点相距为 $r(r<a=$。试分析判断下列关于 A 点处电场

强度大小 E 的表达式(式中 k 为静电力常量)正确的是



A.. $E=\left|\dfrac{kqR_1}{\left[R^2{}_1+(a+r)^2\right]}-\dfrac{kqR_2}{\left[R^2{}_2+(a-r)^2\right]}\right|$ B.

$E=\left|\dfrac{kqR_1}{\left[R^2{}_1+(a+r)^2\right]^{\frac{3}{2}}}-\dfrac{kqR_2}{\left[R^2{}_2+(a-r)^2\right]^{\frac{3}{2}}}\right|$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

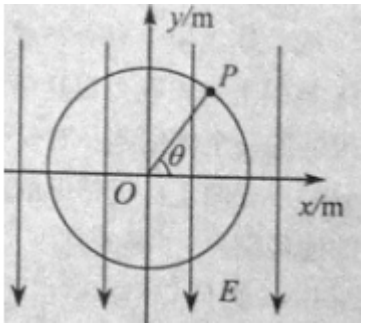
C. $E=\left|\frac{kq(a+r)}{\left[R^2_1+(a+r)^2\right]}-\frac{kq(a-r)}{\left[R^2_2+(a-r)^2\right]}\right|$　　D.

$E=\left|\frac{kq(a+r)}{\left[R^2_1+(a+r)^2\right]^{\frac{3}{2}}}-\frac{kq(a-r)}{\left[R^2_2+(a-r)^2\right]^{\frac{3}{2}}}\right|$

【答案】D

【解析】本题考查点电荷的场强及考生的综合分析能力和运用数学知识解决物理问题的能力。环上电荷在 A 点激发的电场垂直 O_1O_2 方向合场强为 0，环上电荷在 A 点场强只在 O_1O_2 方向上，是余弦函数，半径为 R_1 的环上到 A 的距离相等，电场大小可以 $E=\frac{kq}{r^2}$ 推测，A 点的场强应 $E_1=\frac{kq}{R^2+(a+r)^2}\cdot\frac{(a+r)}{\sqrt{R_1^2+(a+r)^2}}=\frac{kq(a+r)}{(R_1^2+(a+r)^2)^{\frac{3}{2}}}$，同理半径为 R_2 的环产生的场强应为 $E_2=\frac{kq(a-r)}{(R_1^2+(a-r)^2)^{\frac{3}{2}}}$，方向与 E_1 相反，故正确的选项应为 D。

101.(2010·安徽卷·T16)如图所示，在 xOy 平面内有一个以 O 为圆心、半径 R=0.1m 的圆，P 为圆周上的一点，O、P 两点连线与 x 轴正方向的夹角为 θ。若空间存在沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小 $E=100V/m$，则 O、P 两点的电势差可表示为



A. $U_{op}=-10\sin\theta(\mathrm{V})$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B. $U_{op}=10\sin\theta(\mathrm{V})$

C. $U_{op}=-10\cos\theta(\mathrm{V})$

D. $U_{op}=10\cos\theta(\mathrm{V})$

【答案】A

【解析】本题考查的是电场中的电势差及学生的综合能力。$U_{OP}=Ed_{OP}$ ①

$d_{OP}=R\sin\theta$ ②$U_{OP}=\varphi_O-\varphi_P$ ③又沿电场线方向电势降落，所以根据以上三式代数可得 A 项正确。

102.(2010·山东卷·T20)某电场的电场线分布如图所示，以下说法正确的是

A.c 点场强大于 b 点场强　　B.a 点电势高于 b 点电势

C.若将一试电荷＋q 由 a 点释放，它将沿电场线运动到 b 点

D.若在 d 点再固定一点电荷－Q，将一试探电荷＋q 由 a 移至 b 的过程中，电势能减小

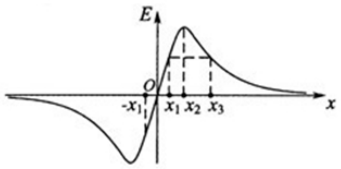
【答案】BD

【解析】本题主要考查了电场线、电势、电势能及考生的理解和推理能力。c 点的电场线比 b 点的稀疏，故 b 点场强大；沿着电场线电势依次降低，故 a 点电势高于 b 点；a、b 间电场线是曲线，电荷只在沿曲线切线方向的电场力的作用下不能

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

做曲线运动；若 d 点再固定一个点电荷－Q，试探电荷+q 从 a 向 b 过程中电场力做正功，电势能减小，故正确的选 项为 BD。

103.(2010·江苏卷·T5)空间有一沿 x 轴对称分布的电场，其电场强度 E 随 X 变化的图像如图所示。下列说法正确的是

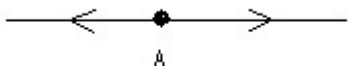


A.O 点的电势最低　　B.X_2 点的电势最高

C.X_1 和－X_1 两点的电势相等　　D.X_1 和 X_3 两点的电势相等

【答案】C

【解析】可画出电场线，如下



沿电场线电势降落(最快)，所以 A 点电势最高，A 错误，B 错误；

根据$U = Ed$，电场强度是变量，可用$E - x$图象面积表示，所以 C 正确；

两点电场强度大小相等，电势不相等，D 错误。

本题考查电场强度与电势的关系，考查图象。

本题难度：中等。

104.(2010·全国Ⅰ卷·T16)关于静电场，下列结论普遍成立的是

A.电场中任意两点之间的电势差只与这两点的场强有关

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.电场强度大的地方电势高，电场强度小的地方电势低

C.将正点电荷从场强为零的一点移动到场强为零的另一点，电场力做功为零

D.在正电荷或负电荷产生的静电场中，场强方向都指向电势降低最快的方向

【答案】C

【解析】在正电荷的电场中，离正电荷近，电场强度大，电势高，离正电荷远，电场强度小，电势低；而在负电荷的电场中，离正电荷近，电场强度大，电势低，离负电荷远，电场强度小，电势高，A 错误。电势差的大小决定于两点间距和电场强度，B 错误；沿电场方向电势降低，而且速度最快，C 正确；场强为零，电势不一定为零，如从带正电荷的导体球上将正电荷移动到另一带负电荷的导体球上，电场力做正功。

【命题意图与考点定位】考查静电场中电场强度和电势的特点，应该根据所学知识举例逐个排除。

105.(2010·全国Ⅱ卷·T17)在雷雨云下沿竖直方向的电场强度为10^4 V/m，已知一半径为 1mm 的雨滴在此电场中不会下落，取重力加速度大小为 10m/s^2，水的密度为10^3 kg/m^3。这雨滴携带的电荷量的最小值约为

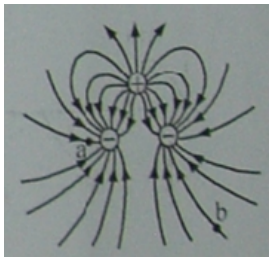
A.2×10^{-9} C　　B.4×10^{-9} C　　C.6×10^{-9} C　　D.8×10^{-9} C

【答案】B

【解析】带电雨滴在电场力和重力作用下保持静止，根据平衡条件电场力和重力必然等大反向 mg＝Eq，则 $q=\frac{mg}{E}=\frac{\rho\frac{4}{3}\times\pi r^3}{E}=4\times10^{-19}C$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

106.(2010·上海卷·T9)三个点电荷电场的电场线分布如图所示，图中 a、b 两点出的场强大小分别为 E_a、E_b，电势分别为 φ_a、φ_b，则



A. $E_a>E_b$，$\varphi_a>\varphi_b$

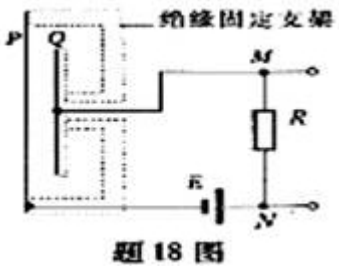
B. $E_a<E_b$，$\varphi_a<\varphi_b$

C. $E_a>E_b$，$\varphi_a<\varphi_b$

D. $E_a<E_b$，$\varphi_a>\varphi_b$

【解析】根据电场线的疏密表示场强大小，沿电场线电势降落(最快)，选 C。本题考查电场线与场强与电势的关系。难度：易。

107.(2010·重庆卷·T18)某电容式话筒的原理示意图如题 18 图所示，E 为电源，R 为电阻，薄片 P 和 Q 为两金属基板.对着话筒说话时，P 振动而 Q 可视为不动，在 P、Q 间距增大过程中，



题 18 图

A.P、Q 购车的电容器的电容增大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.P 上电荷量保持不变

C.M 点的电势比点 N 的低

D.M 点的电势比点 N 的高

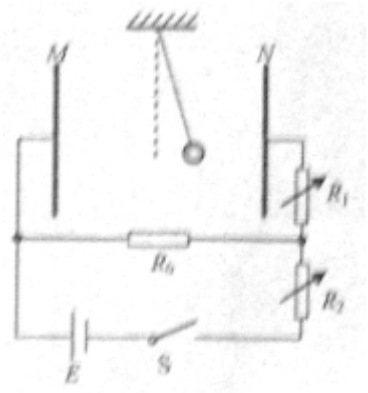
【答案】D

【解析】本题考查平行板电容器的电容公式，电容器的放电过程和电路结构分析等知识点。由平行板电容器的公式$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$知，当极板距离增大时，电容器的电容减小，A 项错；电容器和电源相连，则电容器的电压始终不变，根据$C=\frac{Q}{U}$知，电容器的电量减小，电容器要放电，B 项错；电流从 M 通过电阻流向 N 点，则 M 点电势高于 N 点电势，则 D 对，C 错。

【规律总结】电容器的两类问题的讨论一定要抓住那个量不变，再结合电容器的定义式和平行板电容器电容公式来讨论。充电后与电源断开则带电量不变，不与电源断开，则电压不变。

108.(2010·安徽卷·T18)如图所示，M、N 是平行板电容器的两个极板，R_0为定值电阻，R_1、R_2为可调电阻，用绝缘细线将质量为m、带正电的小球悬于电容器内部。闭合电键 S，小球静止时受到悬线的拉力为 F。调节R_1、R_2，关于 F 的大小判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.保持 R_1 不变，缓慢增大 R_2 时，F 将变大

B.保持 R_1 不变，缓慢增大 R_2 时，F 将变小

C.保持 R_2 不变，缓慢增大 R_1 时，F 将变大

D.保持 R_2 不变，缓慢增大 R_1 时，F 将变小

【答案】B

【解析】本题考查欧姆定律及力的合成。对带电小球受力分析可知悬线对小球的拉力大小等于小球重力与其受到的电场力合力大小。分析电路有 R_1、R_0 串联联入电路，电容器两端的电压等于 R_0 两端电压。R_1 没有电流通过，电阻大小没影响，相当于直导线，所以只要 R_2 不变，电路中各参量都不会变，C、D 项错误。若缓慢增大 R_2 时，电路中总电阻变大，电流变小，定值电阻 R_0 两端电压降减小，电容器两极板间电压减小，小球受到的电场力减小，悬线拉力 F 将变小，B 项正确。

109.(2010·浙江卷·T15)请用学过的电学知识判断下列说法正确的是

A.电工穿绝缘衣比穿金属衣安全

B.制作汽油桶的材料用金属比用塑料好

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

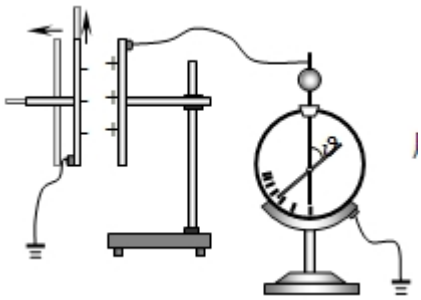
C.小鸟停在单根高压输电线上会被电死

D.打雷时，呆在汽车里比呆在木屋里要危险

【答案】B

【解析】本题是对用电常识的考查。由静电屏蔽原理知电工穿金属衣安全，故 A 项错误；由于塑料桶是绝缘的，故汽油在桶中产生的静电不能被导走而不安全，用金属桶装安全，B 项正确；小鸟在单根高压线上形不成回路，故没有电流，所以不会被电死，C 项错误；车身是一个巨大的金属导体，当闪电与它接触的时候，它把电流迅速的传到地面去了，所以在汽车里是安全的，故 D 项错误。

110.(2010·北京卷·T18)用控制变量法，可以研究影响平行板电容器电容的因素(如图)。设两极板正对面积为 S，极板间的距离为 d，静电计指针偏角为 θ。实验中，极板所带电荷量不变，若



A.保持 S 不变，增大 d，则 θ 变大

B.保持 S 不变，增大 d，则 θ 变小

C.保持 d 不变，减小 S，则 θ 变小

D.保持 d 不变，减小 S，则 θ 不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】由 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 知保持 S 不变，增大 d，电容减小，电容器带电能力降低，电容器电量减小，静电计所带电量增加，θ 变大；保持 d 不变，减小 S，电容减小，θ 变大。正确答案 A。

非选择题：

111.(2019•北京卷•T11)电容器作为储能器件，在生产生活中有广泛的应用。对给定电容值为 C 的电容器充电，无论采用何种充电方式，其两极间的电势差 u 随电荷量 q 的变化图像都相同。

(1)请在图 1 中画出上述 u–q 图像。类比直线运动中由 v–t 图像求位移的方法，求两极间电压为 U 时电容器所储存的电能 E_p。

图 1

(2)在如图 2 所示的充电电路中，R 表示电阻，E 表示电源(忽略内阻)。通过改变电路中元件的参数对同一电容器进行两次充电，对应的 q–t 曲线如图 3 中①②所示。

a.①②两条曲线不同是_____(选填 E 或 R)的改变造成的；

b.电容器有时需要快速充电，有时需要均匀充电。依据 a 中的结论，说明实现这两种充电方式的途径。

_____

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

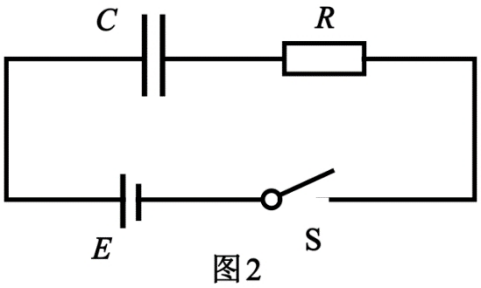


图2

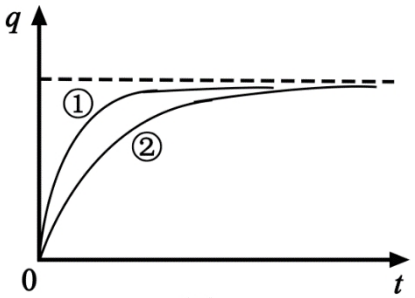
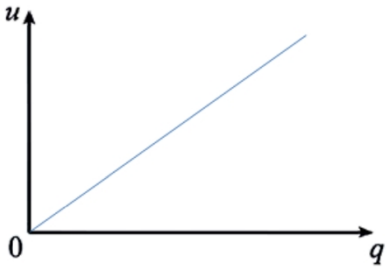


图3

(3)设想使用理想的“恒流源”替换(2)中电源对电容器充电，可实现电容器电荷量随时间均匀增加。请思考使用“恒流源”和(2)中电源对电容器的充电过程，填写下表(选填“增大”、“减小”或“不变”)。

	“恒流源”	(2)中电源
电源两端电压	____	____
通过电源的电流	____	____

【答案】(1).



(2). $E_{\mathrm{P}}=\frac{CU^2}{2}$　　(3). R

(4). 要快速度充电时，只要减小图 2 中的电阻 R；要均匀充电时，只要适当增大图 2 中的电阻 R 即可

(5). 增大　　(6). 不变　　(7). 不变　　(8). 减小

【解析】

由电容器电容定义式 $C=\frac{q}{u}$ 得到 $u-q$ 图象，类比 $v-t$ 图象求位移求解电量，由图 3 斜率解决两种充电方式不同的原因和方法；根据电容器充电过程中电容器两极板相当于电源解答

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)由电容器电容定义式可得：$C=\frac{q}{u}$，整理得：$u=\frac{1}{C}q$，所以$u-q$图象应为过原点的倾斜直线，如图：

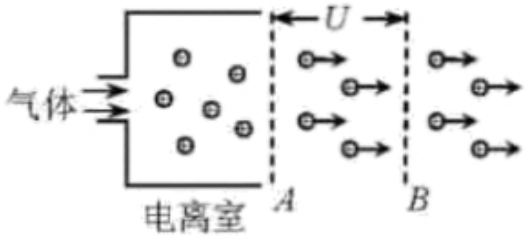
由题可知，两极间电压为U时电容器所储存的电能即为图线与横轴所围面积，即$E_{\mathrm{P}}=\frac{UQ}{2}$，当两极间电压为$U$时，电荷量为$Q=CU$，所以$E_{\mathrm{P}}=\frac{CU^2}{2}$；

(2)a.由于电源内阻不计，当电容器充满电后电容器两端电压即电源的电动势，电容器最终的电量为：$Q=CE$，由$q-t$图可知，两种充电方式最终的电量相同，只是时间不同，所以①②曲线不同是R造成的；

b.由图 3 可知，要快速度充电时，只要减小图 2 中的电阻R，要均匀充电时，只要适当增大图 2 中的电阻R即可；

(3)在电容器充电过程中在电容器的左极板带正电，右极板带负电，相当于另一电源，且充电过程中电量越来越大，回路中的总电动势减小，当电容器两端电压与电源电动势相等时，充电结束，所以换成“恒流源”时，为了保证电流不变，所以“恒流源两端电压要增大，通过电源的电流不变，在(2)电源的电压不变，通过电源的电流减小。

112.(2019•天津卷•T14)2018 年，人类历史上第一架由离子引擎推动的飞机诞生，这种引擎不需要燃料，也无污染物排放。引擎获得推力的原理如图所示，进入电离室的气体被电离成正离子，而后飘入电极 A、B 之间的匀强电场(初速度忽略不计)，A、B 间电压为 U，使正离子加速形成离子束，在加速过程中引擎获得恒定的推力。单位时间内飘入的正离子数目为定值，离子质量为 m，电荷量为 Ze，期中 Z 是正整数，e 是元电荷。



(1)若引擎获得的推力为 F_1，求单位时间内飘入 A、B 间的正离子数目 N 为多少；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)加速正离子束所消耗的功率 P 不同时，引擎获得的推力 F 也不同，试推导$\frac{F}{P}$的表达式；

(3)为提高能量的转换效率，要使$\frac{F}{P}$尽量大，请提出增大$\frac{F}{P}$的三条建议。

【答案】(1) $N=\frac{F_1}{\sqrt{2ZemU}}$ (2) $\frac{F}{P}=\sqrt{\frac{2m}{ZeU}}$　　(3)用质量大的离子；用带电量少的离子；减小加速电压。

【解析】

【详解】(1)设正离子经过电极 B 时的速度为 v，根据动能定理，有

$$ZeU=\frac{1}{2}m\upsilon^2-0 \qquad ①$$

设正离子束所受的电场力为 F_1'，根据牛顿第三定律，有

$$F_1'=F_1 \qquad ②$$

设引擎在Δt时间内飘入电极间的正离子个数为△N，由牛顿第二定律，有

$$F_1'=\Delta Nm\frac{\upsilon-0}{\Delta t} \qquad ③$$

联立①②③式，且$N=\frac{\Delta N}{\Delta t}$得

$$N=\frac{F_1}{\sqrt{2ZemU}} \qquad ④$$

(2)设正离子束所受的电场力为 F'，由正离子束在电场中做匀加速直线运动，有

$$P=\frac{1}{2}F'\upsilon \qquad ⑤$$

考虑到牛顿第三定律得到 F'=F，联立①⑤式得

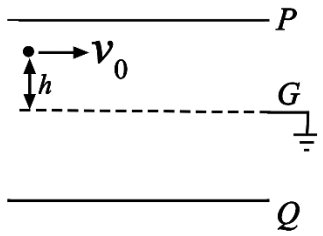
$$\frac{F}{P}=\sqrt{\frac{2m}{ZeU}} \qquad ⑥$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)为使$\frac{F}{P}$尽量大，分析⑥式得到

三条建议：用质量大的离子；用带电量少的离子；减小加速电压。

113.(2019•全国Ⅱ卷•T11)如图，两金属板 P、Q 水平放置，间距为 d。两金属板正中间有一水平放置的金属网 G，PQG 的尺寸相同。G 接地，PQ 的电势均为φ(φ>0)。质量为 m，电荷量为 q(q>0)的粒子自 G 的左端上方距离 G 为 h 的位置，以速度 v_0 平行于纸面水平射入电场，重力忽略不计。



(1)求粒子第一次穿过 G 时的动能，以及她从射入电场至此时在水平方向上的位移大小；

(2)若粒子恰好从 G 的下方距离 G 也为 h 的位置离开电场，则金属板的长度最短应为多少？

【答案】(1) $E_k=\frac{1}{2}mv_0^2+\frac{2\varphi}{d}qh$；$l=v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ (2) $L=2l=2v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$

【解析】

【详解】解：(1)PG、QG 间场强大小相等，均为 E，粒子在 PG 间所受电场力 F 的方向竖直向下，设粒子的加速度大小为 a，有 $E=\frac{2\varphi}{d}$ ①　　F=qE=ma②

设粒子第一次到达 G 时动能为 E_k，由动能定理有 $qEh=E_k-\frac{1}{2}mv_0^2$ ③

设粒子第一次到达 G 时所用时间为 t，粒子在水平方向的位移为 l，则有 $h=\frac{1}{2}at^2$ ④

$l=v_0t$⑤

联立①②③④⑤式解得 $E_k=\frac{1}{2}mv_0^2+\frac{2\varphi}{d}qh$ ⑥　　$l=v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ ⑦

(2)设粒子穿过 G 一次就从电场的右侧飞出，则金属板的长度最短，由对称性知，此时金属板的长度 L 为 $L=2l=2v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ ⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

114.(2019•全国Ⅲ卷•T11)空间存在一方向竖直向下的匀强电场，O、P 是电场中的两点。从 O 点沿水平方向以不同速度先后发射两个质量均为 m 的小球 A、B。A 不带电，B 的电荷量为 q(q>0)。A 从 O 点发射时的速度大小为 v_0，到达 P 点所用时间为 t；B 从 O 点到达 P 点所用时间为 $\frac{t}{2}$。重力加速度为 g，求

(1)电场强度的大小；

(2)B 运动到 P 点时的动能。

【答案】(1) $E=\frac{3mg}{q}$；(2) $E_k=2m(v_0^2+g^2t^2)$

【解析】

(1)设电场强度的大小为 E，小球 B 运动的加速度为 a。根据牛顿定律、运动学公式和题给条件，有

$mg+qE=ma$①

$\frac{1}{2}a(\frac{t}{2})^2=\frac{1}{2}gt^2$ ②

解得

$E=\frac{3mg}{q}$ ③

(2)设 B 从 O 点发射时的速度为 v_1，到达 P 点时的动能为 E_k，O、P 两点的高度差为 h，根据动能定理有

$E_k-\frac{1}{2}mv_1^2=mgh+qEh$ ④

且有

$v_1\frac{t}{2}=v_0t$ ⑤

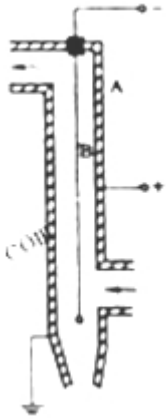
$h=\frac{1}{2}gt^2$ ⑥

联立③④⑤⑥式得

$E_k=2m(v_0^2+g^2t^2)$ ⑦

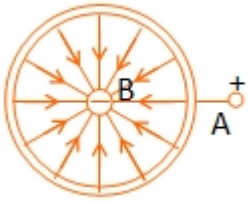
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

115.(2010·海南卷·T11)利用静电除尘器可以消除空气中的粉尘.静电除尘器由金属管 A 和悬在管中的金属丝 B 组成，A 和 B 分别接到高压电源正极和负极，其装置示意图如右图所示.A、B 之间有很强的电场，距 B 越近，场强_____(填：“越大”或“越小”)。B 附近的气体分子被电离成为电子和正离子，粉尘吸附电子后被吸附到_____(填“A”或“B”)上，最后在重力作用下落入下面的漏斗中。



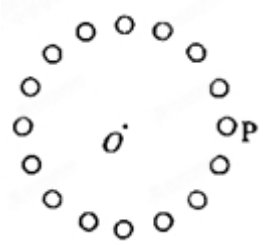
【答案】越大　A

【解析】电极截面如图所示，由电场线可判断越靠近 B 场强越大；粉尘吸附电子后带负电，因此向正极 A 运动。



116.(2012·海南卷·T12)N(N>1)个电荷量均为 q(q>0)的小球，均匀分布在半径为 R 的圆周上，示意如图。若移去位于圆周上 P 点的一个小球，则圆心 O 点处的电场强度大小为_____，方向_____。(已知静电力常量为 k)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$\frac{kq}{R^2}$，沿 OP 指向 P

【解析】由于对称关系，N 个小球在圆心 O 处产生的场强为 0，若移去位于圆周上 P 点的一个小球，其它小球在 O 处产生的场强与 P 点小球(点电荷)在 O 点产生的场强等大反向，因此 O 点场强大小 $E=k\frac{q}{R^2}$，方向沿 OP 指向 P 点。

【考点定位】本题考查电场叠加、点电荷电场强度公式及其相关知识

117.(2015·上海卷·T21)静电场是_____周围空间存在的一种物质；通常用_____来描述电场的能的性质。

【答案】静止电荷；电势

【解析】静止电荷是周围空间存在的一种物质；电势是表征电场的能的性质的物理量。

【考点定位】电场；电势

118.(2016·上海卷　T24)如图，质量为 m 的带电小球 A 用绝缘细线悬挂于 O 点，处于静止状态。施加一水平向右的匀强电场后 A 向右摆动，摆动的最大角度为 60°，则 A 受到的电场力大小为_____。在改变电场强度的大小和方向后，小球 A 的平衡位置在 α=60°处，然后再将 A 的质量改变为 2 m，其新的平衡位置在 α=30°处，A 受到的电场力大小为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；mg

【解析】根据题意，带电小球受到电场力后摆动的最大角度为 60°，末速度为 0，此过程中电场力 F 对小球做正功，重力 G 做负功，细线拉力 T 不做功，根据动能定理有：$Fl\sin\alpha - mgl(1-\cos\alpha)=0$，计算电场力为：$F=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；改变电场强度的大小和方向后，平衡在 α＝60°处时，根据正弦定理有：

$\frac{F}{\sin 60^0}=\frac{mg}{\sin(180^0-60^0-\gamma)}$ 平衡在 α＝30°处时，由正弦定理有：

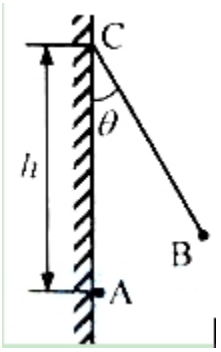
$\frac{F}{\sin 30^0}=\frac{2mg}{\sin(180^0-30^0-\gamma)}$。经过计算得到$\gamma=60^0$，F＝mg。

【考点定位】动能定理、物体平衡条件、正弦定理

【方法技巧】先通过动能定理计算带电小球运动到最高点过程中受到的电场力，再通过平衡条件和正弦定理计算小球在 α=60°处和 α=30°处时的电场力。

119.(2014·上海卷)如图，竖直绝缘墙上固定一带电小球 A，将带电小球 B 用轻质绝缘丝线悬挂在 A 的正上方 C 处，图中 AC=h。当 B 静止在与竖直方向夹角$\theta=30^\circ$方向时，A 对 B 的静电力为 B 所受重力的$\frac{\sqrt{3}}{3}$倍，则丝线 BC 长度为____。若 A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 0.5 倍，改变丝线长度，使 B 仍能在$\theta=30^\circ$处平衡。以后由于 A 漏电，B 在竖直平面内缓慢运动，到$\theta=0^\circ$处 A 的电荷尚未漏完，在整个漏电过程中，丝线上拉力大小的变化情况是_____ 。

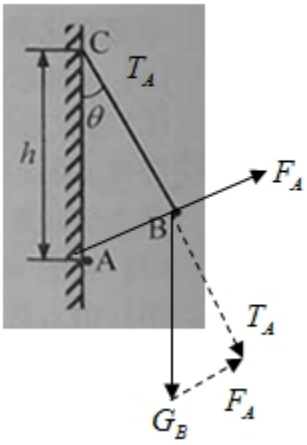
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$BC=\frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或者 $BC=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$ ；拉力先不变后变大

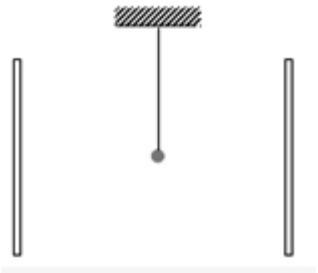
【解析】对小球 B 受力分析如下图，自身重力 G_B，静电力 F_A 和绳子拉力 T_A，重力方向与墙壁平行，拉力方向与绳子同向，静电力与 AB 连线共线，所以几何 ΔABC 与矢量三角形 $F_A\ T_A\ G_B$ 相似，所以有 $\frac{G_B}{AC}=\frac{F_A}{AB}$，可得 $AC=\sqrt{3}AB$，根据 $\theta=30^\circ$ 结合余弦定理，可得 $AB^2=AC^2+BC^2-2AC\times BC\times\cos 30^\circ$，解得 $BC=\frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或者 $BC=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$。若 $F_A=0.5G_B$，则根据 $\frac{G_B}{AC}=\frac{F_A}{AB}$ 得到 $AC=2AB$，代入余弦定理 $AB^2=AC^2+BC^2-2AC\times BC\times\cos 30^\circ$ 可得 $BC=\frac{\sqrt{3}}{2}h$，根据几何关系可得 $AB\perp BC$.漏电过程中当 $\theta\neq 0^\circ$ 时，任意一个位置都是平衡状态，都满足 $\frac{G_B}{AC}=\frac{F_A}{AB}=\frac{T_A}{BC}$，由于 G_B 不变，AC，BC 不变，所以绳子拉力 T_A 不变，当 $\theta=0^\circ$ 时，$T_A=G_B-F_A$，此时，随着 A 的漏电，而 AB 的距离不变，F_A 减小，T_A 变大，所以整个漏电过程中，拉力先不变后变大。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】库仑力　动态平衡

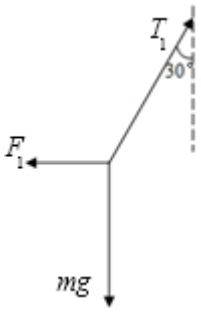
120.(2012·全国卷)如图，一平行板电容器的两个极板竖直放置，在两极板间有一带电小球，小球用一绝缘轻线悬挂于 O 点。先给电容器缓慢充电，使两级板所带电荷量分别为 + Q 和 - Q，此时悬线与竖直方向的夹角为 π/6。再给电容器缓慢充电，直到悬线和竖直方向的夹角增加到 π/3，且小球与两极板不接触。求第二次充电使电容器正极板增加的电荷量。



【答案】$\Delta Q = 2Q$

【解析】设电容器的电容为 C，第一次充电 Q 后，电容器两极板间电势差$U_1=\frac{Q}{C}$，两板间为匀强电场，场强$E_1=\frac{U_1}{d}$，设电场中小球带电量为q，则所受电场力$F_1 = qE_1$

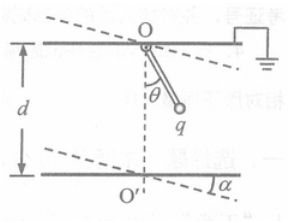
小球在电容器中受重力，电场力和拉力平衡，如图所示



由平衡条件有：$F_1 = mgtan\theta_1$，综合以上各式得：$tan\theta_1=\frac{Qq}{mgcd}$ ；第二次充电后，电容器带电量为：Q+△Q，同理可得：$tan\theta_2=\frac{(Q+\Delta Q)q}{mgcd}$，将方向夹角带入解得：$\Delta Q = 2Q$。

【考点定位】本题考查平行板电容器、电场力、受力分析、电场强度与电势差关系及其相关知识。

121.(2014·上海卷·T32)如图，一对平行金属板水平放置，板间距为 d，上极板始终接地。长度为 d/2、质量均匀的绝缘杆，上端可绕上板中央的固定轴 0 在竖直平面内转动，下端固定一带正电的轻质小球，其电荷量为 q。当两板间电压为 U_1 时，杆静止在与竖直方向 OO′夹角 θ=30^0 的位置；若两金属板在竖直平面内同时绕 O、O′顺时针旋转 α =15 至图中虚线位置时，为使杆仍在原位置静止，需改变两板间电压。假定两板间始终为匀强电场。求：



(1)绝缘杆所受的重力 G；

(2)两板旋转后板间电压 U_2。

(3)在求前后两种情况中带电小球的电势能 W_1 与 W_2 时，某同学认为由于在两板旋转过程中带电小球位置未变，电场力不做功，因此带电小球的电势能不变。你若认为该同学的结论正确，计算该电势能；你若认为该同学的结论错误，说明理由并求 W_1 与 W_2。

【答案】(1) $G=\frac{2qU_1}{d}$ (2) $U_2=\frac{1+\sqrt{3}}{4}U_1$ (3) $W_1=\frac{\sqrt{3}}{4}qU_1$，$W_2=\frac{1}{4}qU_1$

【考点】力矩平衡；电场能的性质

【解析】(1)设杆长为 L，杆受到的重力矩与球受到的电场力矩平衡 $G\frac{L}{2}\sin 30^0=\frac{qU_1}{d}L\sin 30^0$

解得 $G=\frac{2qU_1}{d}$

(2)两板旋转后，质点不变，重力不变，重力力臂不变，两个极板之间的距离变为 $d\cos 15^\circ$

电场力大小为 $qE=\frac{qU_2}{d\cos 15^\circ}$，力臂变为 $\frac{d}{2}\sin 45^\circ=\frac{\sqrt{2}d}{4}$

根据杠杆平衡则有 $G\times\frac{d}{8}=\frac{qU_2}{d\cos 15^\circ}\times\frac{\sqrt{2}d}{4}$，可得 $U_2=\frac{1+\sqrt{3}}{4}U_1$

(3)结论错误。虽然小球位置没有变化，但是在极板旋转前后电场强度发生变化，电势发生变化，所以电势能发生变化。

设小球所在位置电势为 ϕ

没有旋转时，电场强度 $E=\frac{U_1}{d}$，根据绝缘杆平衡判断电场力竖直向上，即电场线竖直向上，电势逐渐降低，所以 $\phi-0=E\times\frac{d}{2}\cos\theta$，整理得 $\phi=\frac{\sqrt{3}}{4}U_1$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电势能$W_1=q\phi=\frac{\sqrt{3}}{4}qU_1$

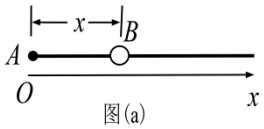
金属板转动后，电场强度$E=\frac{U_2}{d\cos 15^\circ}$，电势差$\phi-0=E\times\frac{d}{2}\cos 45^\circ$

解得$\phi=\frac{1}{4}U_1$

电势能$W_2=q\phi=\frac{1}{4}qU_1$

【考点定位】电场力做功 电势能

122.(2016·上海卷)如图(a)，长度 L=0.8 m 的光滑杆左端固定一带正电的点电荷 A，其电荷量 Q=1.8×10^{-7} C；一质量 m=0.02 kg，带电量为 q 的小球 B 套在杆上。将杆沿水平方向固定于某非均匀外电场中，以杆左端为原点，沿杆向右为 x 轴正方向建立坐标系。点电荷 A 对小球 B 的作用力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 I 所示，小球 B 所受水平方向的合力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 II 所示，其中曲线 II 在 0.16≤x≤0.20 和 x≥0.40 范围可近似看作直线。求：(静电力常量$k=9\times10^9\ \mathrm{N\cdot m/C^2}$)



图(a)

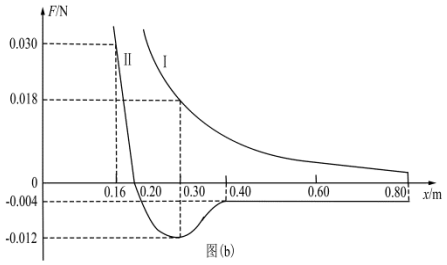
(1)小球 B 所带电量 q；

(2)非均匀外电场在 x=0.3 m 处沿细杆方向的电场强度大小 E；

(3)在合电场中，x=0.4 m 与 x=0.6 m 之间的电势差 U；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)已知小球在 x=0.2 m 处获得 v=0.4 m/s 的初速度时，最远可以运动到 x=0.4 m。若小球在 x=0.16 m 处受到方向向右，大小为 0.04 N 的恒力作用后，由静止开始运动，为使小球能离开细杆，恒力作用的最小距离 s 是多少？



【答案】(1)$1\times10^{-6}\,\mathrm{C}$　(2)$3\times10^{4}\ \mathrm{N/C}$　(3)800 V　(4)0.065 m

【解析】(1)由图可知，当 x=0.3 m 时，$F_1=k\dfrac{qQ}{x^2}=0.018\ \mathrm{N}$

因此 $q=\dfrac{F_1x^2}{kQ}=1\times10^{-6}\,\mathrm{C}$。

(2)设在 x=0.3 m 处点电荷与小球间作用力为 F_2，$F_{合}=F_2+qE$

因此 $E=\dfrac{F_{合}-F_2}{q}=\dfrac{-0.012-0.018}{1\times10^{-6}}\ \mathrm{N/C}=-3\times10^{4}\ \mathrm{N/C}$

电场在 x=0.3 m 处沿细杆方向的电场强度大小为 $3\times10^{4}\ \mathrm{N/C}$，方向水平向左。

(3)根据图像可知在 x=0.4 m 与 x=0.6 m 之间合力做功大小 $W_{合}=0.004\times0.2\ \mathrm{J}=8\times10^{-4}\ \mathrm{J}$

由 $qU=W_{合}$ 可得 $U=\dfrac{W_{合}}{q}=800\ \mathrm{V}$

(4)由图可知小球从 x=0.16 m 到 x=0.2 m 处，电场力做功

$$W_1=\frac{0.03\times0.04}{2}\mathrm{J}=6\times10^{-4}\mathrm{J}$$

小球从 $x=0.2\,\mathrm{m}$ 到 $x=0.4\,\mathrm{m}$ 处，电场力做功 $W_2=-\dfrac{1}{2}mv^2=-1.6\times10^{-3}\ \mathrm{J}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由图可知小球从$x=0.4$ m到$x=0.8$ m处，电场力做功$W_3=-0.004\times0.4$ J=-1.6×10^{-3} J

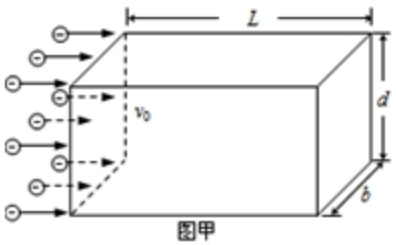
由动能定理$W_1+W_2+W_3+F_{外}s=0$

解得$s=-\dfrac{W_1+W_2+W_3}{F_{外}}=0.065$ m

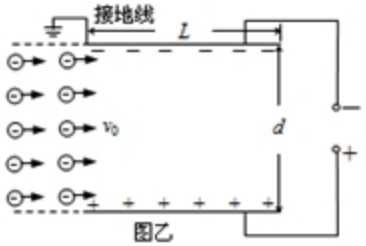
【考点定位】库仑定律、电场强度、电势差。

【方法技巧】通过图线1位置0.3 m处和库仑定律计算小球B带电量；再根据图像分析0.3 m处合力向左，库仑力向右，可以计算出该位置外加电场的电场力，进而计算外加电场电场强度；在0.4m到0.6m处合电场是匀强电场，根据qU=W合可以计算两位置电势差；通过动能定理计算距离。

123.(2011浙江卷)如图甲所示，静电除尘装置中有一长为L、宽为b、高为d的矩形通道，其前、后面板使用绝缘材料，上、下面板使用金属材料。图乙是装置的截面图，上、下两板与电压恒定的高压直流电源相连。质量为m、电荷量为-q、分布均匀的尘埃以水平速度v_0进入矩形通道，当带负电的尘埃碰到下板后其所带电荷被中和，同时被收集。通过调整两板间距d可以改变收集效率η。当$d=d_0$时η为81%(即离下板$0.81d_0$范围内的尘埃能够被收集)。不计尘埃的重力及尘埃之间的相互作用。



图甲



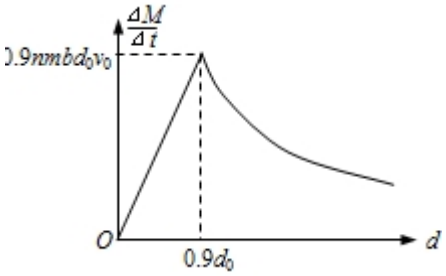
图乙

(1)求收集效率为100%时，两板间距的最大值为d_m；

(2)求收集率η与两板间距d的函数关系；

(3)若单位体积内的尘埃数为 n，求稳定工作时单位时间下板收集的尘埃质量$\Delta M/\Delta t$与两板间距 d 的函数关系，并绘出图线。

【答案】(1)$0.9d_0$(2)当$d \le 0.9d_0$时，收集效率η为 100%；当$d > 0.9d_0$时，收集率$\eta = 0.81\left(\frac{d_0}{d}\right)^2(3)\Delta M/\Delta t = \eta = 0.81nmbv_0\frac{d_0^2}{d}$，如图所示。



【解析】(1)收集效率 η 为 81%，即离下板 $0.81d_0$ 的尘埃恰好到达下板的右端边缘，设高压电源的电压为 U，在水平方向有：$L = v_0 t$ …①

在竖直方向有：$0.81d_0 = \frac{1}{2}at^2$ …②

其中：$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md_0}$ …③

当减少两板间距时，能够增大电场强度，提高装置对尘埃的收集效率.收集效率恰好为 100%时，两板间距为d_m.如果进一步减少d，收集效率仍为 100%.

因此，在水平方向有$L = v_0 t$ …④

在竖直方向有$d_m = \frac{1}{2}a't^2$ …⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

其中 $a'=\frac{F'}{m}=\frac{qE'}{m}=\frac{qU}{md_m}$ …⑥

联立①②③④⑤⑥可得 $d_m=0.9d_0$ …⑦

(2)通过前面的求解可知，当 $d\le 0.9d_0$ 时，收集效率 η 为 100%；

当 $d>0.9d_0$ 时，设距下板 x 处的尘埃恰好到达下板的右端边缘，此时有

$x=\frac{1}{2}\frac{qU}{md}(\frac{L}{v_0})^2$ …⑧

根据题意，收集效率为 $\eta=\frac{x}{d}$ …⑨

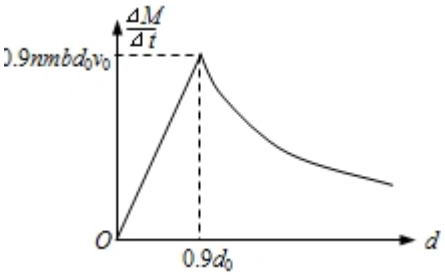
联立①②③⑧⑨可得 $\eta=0.81(\frac{d_0}{d})^2$

(3)稳定工作时单位时间下板收集的尘埃质量 $\Delta M/\Delta t=\eta nmbdv_0$

当 $d\le 0.9d_0$ 时，$\eta=1$，因此 $\Delta M/\Delta t=nmbdv_0$

当 $d>0.9d_0$ 时，$\eta=0.81\left(\frac{d_0}{d}\right)^2$，因此 $\Delta M/\Delta t=\eta=0.81nmbv_0\frac{d_0^2}{d}$

绘出的图线如下



【考点定位】带电粒子在电场中的运动

124.(2012 北京卷·T24)匀强电场的方向沿 x 轴正方向，电场强度 E 随 x 的分布如图所示，图中 E_0 和 d 均为已知量.将带正电的质点 A 在 O 点由静止释放.A 离开

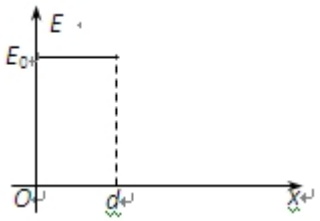
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电场足够远后，再将另一带正电的质点 B 放在 O 点也由静止释放.当 B 在电场中运动时，A、B 间的相互作用力及相互作用能均为零；B 离开电场后，A、B 间的相互作用视为静电作用.已知 A 的电荷量为 Q，A 和 B 的质量分别为 m 和 $\frac{m}{4}$.不计重力.

(1)求 A 在电场中的运动时间 t；

(2)若 B 的电荷量为 q=$\frac{4}{9}$Q，求两质点相互作用能的最大值 E_{pm}；

(3)为使 B 离开电场后不改变运动方向，求 B 所带电荷量的最大值 q_m.



【答案】(1) $t=\sqrt{\frac{2dm}{QE_0}}$ ；(2) $E_{pm}=\frac{1}{45}QE_0d$ ；(3) $Q_m=\frac{16}{9}Q$

【解析】(1)由牛顿第二定律，A 在电场中运动的加速 $a=\frac{f}{m}=\frac{QE_0}{m}$，A 在电场中做匀变速直线运动 $d=\frac{1}{2}at^2$ 解得运动时间 $t=\sqrt{\frac{2d}{a}}=\sqrt{\frac{2dm}{QE_0}}$ 。

(2)因为两质点的相互作用力为斥力，所以当两质点的距离最小时，两质点的相互作用能取最大值。

A 质点离开电场时的速度为 v_{A0}，

根据动能定理，$E_0Qd=\frac{1}{2}mv_{A0}^2$，$v_{A0}=\sqrt{2}\cdot\sqrt{\frac{E_0Qd}{m}}$，

B 质点离开电场时的速度为 v_{B0}，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据动能定理，$E_0\cdot\frac{4}{9}Qd=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}mv_{B0}^2$，$v_{B0}=\frac{4\sqrt{2}}{3}\cdot\sqrt{\frac{E_0Qd}{m}}$，

设 A、B 速度相等时的速度为 v，根据动量守恒，$mv_{A0}+\frac{1}{4}mv_{B0}=(m+\frac{1}{4}m)v$，

解得 $v=\frac{16\sqrt{2}}{15}\sqrt{\frac{E_0Qd}{m}}$。

根据能量守恒，两质点相互作用能的最大值

$E_{pm}=(mv_{AO}^2+\frac{1}{2}\cdot\frac{m}{4}\cdot v_{BO}^2)-\frac{1}{2}(m+\frac{m}{4})\ v'^2$　　③

又已知 $q=\frac{4}{9}Q$，由①②③解得 相互作用能的最大值为 $E_{pm}=\frac{1}{45}QE_0d$、

(3)考虑 A、B 在 $x>d$ 区间的运动，由动量守恒、能量守恒，且在初态和末态均无相互作用，有 $mv_A+\frac{m}{4}v_B=mv_{A0}+\frac{m}{4}v_{B0}$　④

$\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}\cdot\frac{m}{4}\cdot v_B^2=\frac{1}{2}mv_{AO}^2+\frac{1}{2}\cdot\frac{m}{4}\cdot v_{BO}^2$　　⑤

由④⑤解得 $v_B=-\frac{3}{5}v_{B0}+\frac{8}{5}v_{A0}$，因 B 不改变运动方向，故 $v_B\geq0$⑥

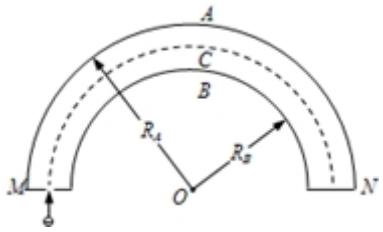
由①⑥解得 $q\leq\frac{16}{9}Q$ 即 B 所带电荷量的最大值为 $Q_m=\frac{16}{9}Q$。

【考点定位】本题考查了动量守恒和能量守恒的相关知识

125.(2013 浙江卷)“电子能量分析器”主要由处于真空中的电子偏转器和探测板组成。偏转器是由两个相互绝缘、半径分别为 R_A 和 R_B 的同心圆金属半球面 A 和 B 构成，A、B 为电势值不等的等势面，其过球心的截面如图所示。一束电荷量为 e、质量为 m 的电子以不同的动能从偏转器左端 M 的正中间小孔垂直入射，进入

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

偏转电场区域，最后到达偏转器右端的探测板 N，其中动能为 E_{k0} 的电子沿等势面 C 做匀速圆周运动到达 N 板的正中间。忽略电场的边缘效应。



(1)判断球面 A、B 的电势高低，并说明理由；

(2)求等势面 C 所在处电场强度 E 的大小；

(3)若半球面 A、B 和等势面 C 的电势分别为 φ_A、φ_B 和 φ_C，则到达 N 板左、右边缘处的电子，经过偏转电场前、后的动能改变量 $\Delta E_{K左}$ 和 $\Delta E_{K右}$ 分别为多少？

(4)比较 $|\Delta E_{K左}|$ 和 $|\Delta E_{K右}|$ 的大小，并说明理由。

【答案】(1)B 板电势高于 A 板；　(2) $\frac{4E_{K0}}{e\left(R_A+R_B\right)}$ ；

(3)$\triangle E_{k左}=e(\varphi_C-\varphi_B)$，$\triangle E_{k右}=e(\varphi_C-\varphi_A)$；(4)$|\triangle E_{k左}|>|\triangle E_{k右}|$

【解析】(1)根据题中所述电子做匀速圆周运动，可知，电场力指向球心，电场方向由 B 指向 A。沿电场线电势逐渐降低，B 板电势高于 A 板，即 $\varphi_B>\varphi_A$。

(2)电子在电场力作用下做圆周运动，考虑到圆轨道上的电场强度 E 大小相同，有：

$eE=m\frac{v^2}{R}$，电子动能为 $E_{K0}=\frac{1}{2}mv^2$，其中半径 $R=\frac{R_A+R_B}{2}$，根据向心力公式：$Ee=\frac{mv^2}{\frac{R_A+R_B}{2}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立得：$E=\frac{4E_{K0}}{e\left(R_A+R_B\right)}$.

(3)到达 N 板左边缘处的电子，在运动的过程中，电场力对它们做正功，电子动能的改变量等于电场力做功，即：$\triangle E_{K左}=-eU_{CB}=-e(\varphi_C-\varphi_B)$,

到达右边缘处的电子，在运动的过程中，电场力对它们做负功，电子动能的改变量等于电场力做功，即：$\triangle E_{K右}=-eU_{CA}=-e(\varphi_C-\varphi_A)$.

(4)该电场是放射状电场，内侧的电场线密，电场强度大，所以 $U_{BC}>U_{CA}$,

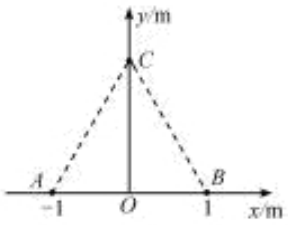
即：$\varphi_C-\varphi_B>\varphi_C-\varphi_A$，所以：$|\triangle E_{K左}|>|\triangle E_{K右}|$.

【考点定位】带电粒子在电场中的运动、匀速圆周运动等知识，主要考查学生的分析综合能力和应用数学处理物理问题的能力，本题难度适中。

126.(2014·福建卷)如图，真空中 xOy 平面直角坐标系上的 ABC 三点构成等边三角形，边长 L=2.0m。若将电荷量均为 $q=+2.0\times10^{-6}C$ 的两点电荷分别固定在 A、B 点，已知静电力常量 $k=9.0\times10^9N\cdot m^2/C^2$。求：

(1)两点电荷间的库仑力大小；

(2)C 点的电场强度的大小和方向。



【答案】(1)$F=9.0\times10^{-3}N$ (2) $E=7.8\times10^3\ N/C$ 方向沿 y 轴正方向

【解析】(1)根据库伦定律，A、B 两点间的库仑力大小为：$F=k\frac{q^2}{L^2}$，代入数据得：

$F=9.0\times10^{-3}$N

(2)A、B 点电荷在 C 点产生的场强大小相等，均为：$E_1=k\frac{q}{L^2}$

A、B 两点电荷形成的电场在 C 点的合场强大小为：$E=2E_1\cos30^o$

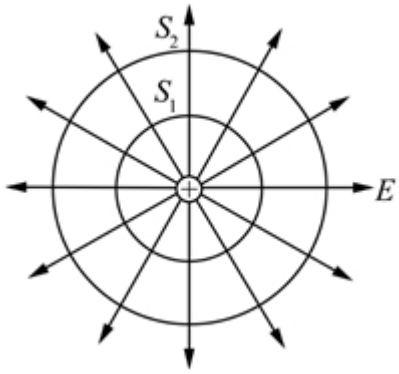
代入数据得 $E=7.8\times10^3$ N/C，方向沿 y 轴正方向

【考点定位】本题考查库仑定律、电场强度

127.(2018·北京卷·T12)(1)静电场可以用电场线和等势面形象描述。

a.请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式；

b.点电荷的电场线和等势面分布如图所示，等势面 S_1、S_2到点电荷的距离分别为 r_1、r_2。我们知道，电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1、S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 N_1/N_2。



(2)观测宇宙中辐射电磁波的天体，距离越远单位面积接收的电磁波功率越小，观测越困难。为了收集足够强的来自天体的电磁波，增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要路径。2016 年 9 月 25 日，世界上最大的单口径球面射电望

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

远镜 FAST 在我国贵州落成启用，被誉为“中国天眼”。FAST 直径为 500 m，有效提高了人类观测宇宙的精度和范围。

a.设直径为 100 m 的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1，计算 FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2；

b.在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的，仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象，设直径为 100 m 望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0，计算 FAST 能够观测到的此类天体数目 N。

【答案】(1)a.$k\frac{Q}{r^2}$　　b.$\frac{r_2^2}{r_1^2}$　　(2)a.$25P_1$　　b.$125N_0$

【解析】(1)a.在距 Q 为 r 的位置放一电荷量为 q 的检验电荷

根据库仑定律检验电荷受到的电场力$F=k\frac{Qq}{r^2}$

根据电场强度的定义$E=\frac{F}{q}$

得$E=k\frac{Q}{r^2}$

b.穿过每个面的电场线的总条数是相等的，若面积大，则单位面积上分担的条数就少，

故穿过两等势面单位面积上的电场线条数之比$\frac{N_1}{N_2}=\frac{S_2}{S_1}=\frac{r_2^2}{r_1^2}$

(2)a. 地球上不同望远镜观测同一天体，单位面积上接收的功率应该相同，因此

$$P_2=\frac{500^2}{100^2}P_1=25P_1$$

b. 在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的。因此一个望远镜能观测到的此类天体数目正比于以望远镜为球心、以最远观测距离为半径的球体体积。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设地面上望远镜能观测到此类天体需收集到的电磁波的总功率的最小值为P_0，直径为100 m望远镜和FAST能观测到的最远距离分别为L_0和L，则$P_0=\pi(\frac{500}{2})^2\frac{P}{4\pi L^2}=\pi(\frac{100}{2})^2\frac{P}{4\pi L_0^2}$

可得$L=5L_0$

则$N=\frac{L^3}{L_0^3}N_0=125N_0$

点睛：本题是一道信息题，要读懂题目中所描述的物理情景，然后结合物理知识求解，在电场线条数一定的情况下，圆的半径越大，则单位面积上的条数就越少；同样要知道地球上不同望远镜观测同一天体，单位面积上接收的功率应该相同，要借助于这些条件处理问题。

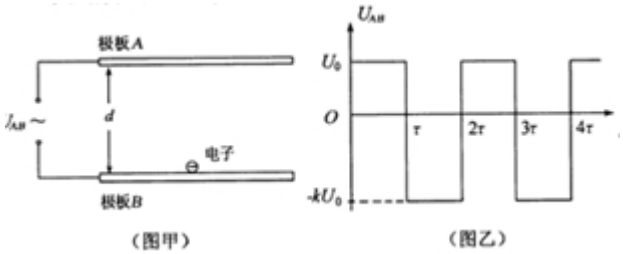
128.(2010·江苏卷·T15)(16分)制备纳米薄膜装置的工作电极可简化为真空中间距为d的两平行极板，如图甲所示，加在极板A、B间的电压U_{AB}作周期性变化，其正向电压为U_0，反向电压为$-kU_0(k>1)$，

电压变化的周期为2r，如图乙所示。在t＝0时，极板B附近的一个电子，质量为m、电荷量为e，受电场作用由静止开始运动。若整个运动过程中，电子未碰到极板A，且不考虑重力作用。

(1)若$k=\frac{5}{4}$，电子在0—2r时间内不能到达极板A，求d应满足的条件；

(2)若电子在0—200r时间未碰到极板B，求此运动过程中电子速度v随时间t变化的关系；

(3)若电子在第N个周期内的位移为零，求k的值。



（图甲）　　（图乙）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $d>\sqrt{\frac{9eU_0T^2}{10m}}$　　(2) v＝[(n+1)(k+1)T－kl]$\frac{eU_0}{dm}$，(n＝0，1，2，……，99)

(3) $k=\frac{4N-1}{4N-3}$

【解析】

(1)电子在 0～f 时间内做匀加速运动

加速度的大小 $a_1=\frac{eU}{md}$ ①；　　位移 $x_1=\frac{1}{2}a_1T^2$ ②；

在 T－2T 时间内先做匀减速运动，后反向做匀加速运动

加速度的大小 $a_2=\frac{5eU_0}{4md}$ ③；初速度的大小 $v_1=a_1T$ ④；匀减速运动阶段的位移 $x_2=\frac{v_1^2}{2a_2}$ ；

据题意 $d>x_1+x_2$，解得 $d>\sqrt{\frac{9eU_0T^2}{10m}}$ ；

(2)在 2nT～(2n+1)T，(n＝0，1，2，……，99)时间内　　⑦

加速度的大小 $a'_2=\sqrt{\frac{ekU_0}{md}}$

速度增量△v_2＝－a'_2T　　⑧

(a)当 0≤t－2nt<T 时

电子的运动速度　　v＝n△v_1+n△v_2+a_1(t－2nT)　　⑨

解得　　v＝[t－(k+1)nT] $\frac{ekU_0}{md}$，(n＝0，1，2，……，99)　　⑩

(b)当 0≤t－(2n+1)T<T 时

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电子的运动速度　　$v=(n+1)\triangle v_{1+n}\triangle v_2-a'_2[t-(2n+1)T]$　　⑪

解得 $v=[(n+1)(k+1)T-kl]\frac{eU_0}{dm}$，（n＝0，1，2，……，99）　　⑫

(3)电子在 $2(N-1)T\sim(2N-1)T$ 时间内的位移 $x_{2N-1}=v2_{N-2}T+\frac{1}{2}a_1T^2$

电子在 $(2N-1)T\sim2N_T$ 时间内的位移 $x_{2N}=v2_{N-1}T-\frac{1}{2}a'_2T^2$

由⑩式可知 $v_{2N-2}=(N-1)(1-k)T\frac{eU_0}{dm}$

由⑫式可知 $x_{2N-1}=(N-Nk+k)T\frac{eU_0}{dm}$

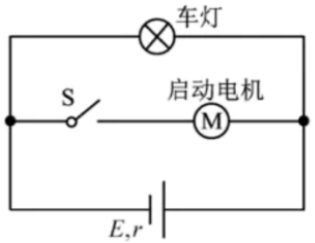
据题意 $x_{2N-1}+x_{2N}=0$

解得 $k=\frac{4N-1}{4N-3}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 10 稳恒电流

1．（2020·江苏省高考真题）某汽车的电源与启动电机、车灯连接的简化电路如图所示。当汽车启动时，开关 S 闭合，电机工作，车灯突然变暗，此时（　　）



A．车灯的电流变小　　B．路端电压变小

C．电路的总电流变小　　D．电源的总功率变大

【答案】ABD

【解析】

A．开关闭合时，车灯变暗，故流过车灯的电流 $I_{灯}$ 变小，A 正确；

B．电路的路端电压为

$$U_{路}=U_{灯}=I_{灯}R_{灯}$$

$I_{灯}$ 变小，路端电压变小，B 正确；

C．总电流即干路电流为

$$I_{干}=\frac{U_{内}}{r}=\frac{E-U_{路}}{r}$$

$U_{路}$ 减小，干路电流增大，C 错误；

D．电源总功率为

$P_{总}=EI_{干}$

$I_{干}$ 增大，总功率变大，D 正确。

故选 ABD。

2．（2020·浙江省高考真题）国际单位制中电荷量的单位符号是 C，如果用国际单位制基本单位的符号来表示，正确的是（　　）

A．F·V　　B．A·s　　C．J/V　　D．N·m/V

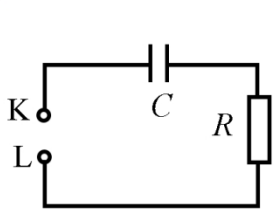
【答案】B

【解析】

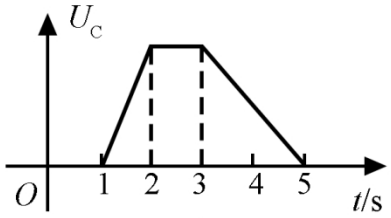
根据电荷量公式 $q=It$ 可知，电流 I 的单位是 A，时间 t 的单位是 s，故用国际单位制的基本单位表示电量的单位为 A·s，故 B 正确，ACD 错误。

故选 B。

3．（2020·全国高考课标 1 卷）图（a）所示的电路中，K 与 L 间接一智能电源，用以控制电容器 C 两端的电压 U_C。如果 U_C 随时间 t 的变化如图（b）所示，则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图像中，正确的是（　　）

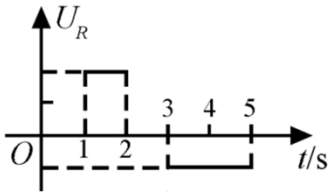


图（a）

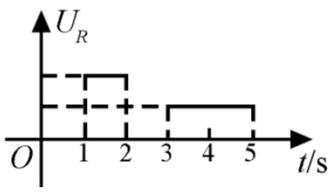


图（b）

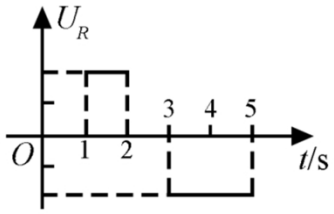
A．

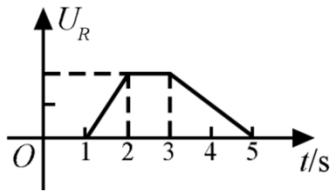


B．



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C． 

D． 

【答案】A

【解析】

根据电容器的定义式$C=\frac{Q}{U}$可知

$$U_C=\frac{Q}{C}=\frac{I}{C}t$$

结合图像可知，图像的斜率为$\frac{I}{C}$，则1：2s内的电流I_{12}与3：5s内的电流I_{35}关系为

$$I_{12}=2I_{35}$$

且两段时间中的电流方向相反，根据欧姆定律$I=\frac{U}{R}$可知R两端电压大小关系满足

$$U_{R12}=2U_{R35}$$

由于电流方向不同，所以电压方向不同。

故选 A。

4．（2020·浙江省高考真题）小明在一根细橡胶管中灌满食盐水，两端用粗铜丝塞住管口，形成一段封闭的盐水柱。他将此盐水柱接到电源两端，电源电动势和内阻恒定。握住盐水柱两端将它水平均匀拉伸到原长的 1.2 倍，若忽略温度对电阻率的影响，则此盐水柱（　　）

A．通过的电流增大

B．两端的电压增大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C．阻值增大为原来的 1.2 倍

D．电功率增大为原来的 1.44 倍

【答案】B

【解析】

ABC．根据电阻定律：

$$R=\rho\frac{L}{S}$$

可知，长度变为原来的1.2倍，横截面积变为原来的$\frac{1}{1.2}$倍，所以电阻变为原来的1.44倍；根据闭合电路欧姆定律：

$$E=U+Ir$$

可知总电阻增大，干路电流I减小，路端电压即盐水柱两端电压U增大，故 AC 错误，B 正确；

D．电功率的表达式：

$$P=I^2R$$

电流变化倍数无法计算，所以电功率变化倍数无法计算，故 D 错误。

故选 B．

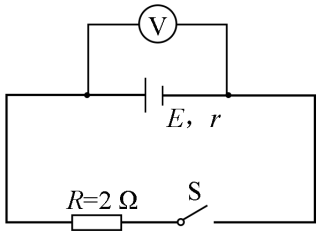
十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 10 恒定电流

选择题：

1.(2019•江苏卷•T3)如图所示的电路中，电阻 R=2Ω.断开 S 后，电压表的读数为 3V；闭合 S 后，电压表的读数为 2V，则电源的内阻 r 为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.1Ω　　B.2Ω　　C.3Ω　　D.4Ω

【答案】A

【解析】

开关 s 断开时有：$E=3\text{V}$，开 s 闭合时有：$2=\dfrac{E}{R+r}R$，其中 $R=2\Omega$，解得：$r=1\Omega$，故 A 正确。

2.(2016·上海卷)电源电动势反映了电源把其他形式的能量转化为电能的能力，因此

A.电动势是一种非静电力

B.电动势越大，表明电源储存的电能越多

C.电动势的大小是非静电力做功能力的反映

D.电动势就是闭合电路中电源两端的电压

【答案】C

【解析】电动势是反映电源通过非静电力做功将其他形式的能转化为电势能本领的物理量，电动势越大说明这种转化本领越强，但不能说明储存的电能越多，故选项 A、B 错误、C 正确；闭合电路中电源两端电压大小等于外电压大小，故选项 D 错误。

【考点定位】电动势

【方法技巧】本题需要理解电动势的物理意义，电源电动势在闭合电路中的能量分配。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

3.(2016·北京卷·T19)某兴趣小组探究用不同方法测定干电池的电动势和内阻，他们提出的实验方案中有如下四种器材组合。为使实验结果尽可能准确，最不可取的一组器材是

A.一个安培表、一个伏特表和一个滑动变阻器

B.一个伏特表和多个定值电阻

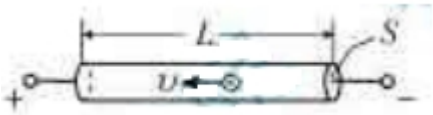
C.一个安培表和一个电阻箱

D.两个安培表和一个滑动变阻器

【答案】D

试题分析：A 中根据闭合回路欧姆定律可得 $E=U+Ir$，可测量多组数据列式求解，A 正确；B 中根据欧姆定律可得 $E=\frac{U}{R}(r+R)$，测量多组数据可求解，B 正确；C 中根据欧姆定律可得 $E=I(R+r)$，可测量多组数据列式求解，C 正确；D 中两个安培表和一个滑动变阻器，由于不知道滑动变阻器电阻，故无法测量，D 错误；

4.(2015·安徽卷·T17)一根长为 L，横截面积为 S 的金属棒，其材料的电阻率为 ρ。棒内单位体积自由电子数为 n，电子的质量为 m，电荷量为 e。在棒两端加上恒定的电压时，棒内产生电流、自由电子定向运动的平均速率为 v。则金属棒内的电场强度大小为



A. $\frac{mv^2}{2eL}$　　B. $\frac{mv^2Sn}{e}$　　C.ρnev　　D. $\frac{\rho ev}{SL}$

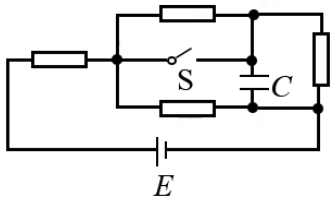
【答案】C

【解析】$I=\frac{U}{R}$，I=neSv，$R=\rho\frac{L}{S}$，$E=\frac{U}{L}$，联立得 E=ρnev，故选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】考查电路和电场知识

5.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T17)阻值相等的四个电阻、电容器 C 及电池 E(内阻可忽略)连接成如图所示电路。开关 S 断开且电流稳定时，C 所带的电荷量为 Q_1；闭合开关 S，电流再次稳定后，C 所带的电荷量为 Q_2。Q_1 与 Q_2 的比值为



A.$\frac{2}{5}$　　B.$\frac{1}{2}$　　C.$\frac{3}{5}$　　D.$\frac{2}{3}$

【答案】C

【解析】根据等效电路，开关 S 断开时，电容器的电压 $U_1=\frac{E}{R+\frac{2}{3}R}\cdot\frac{2}{3}R\times\frac{1}{2}=\frac{1}{5}E$，得 $Q_1=CU_1$；S 闭合时，$U_2=\frac{E}{R+\frac{1}{2}R}\cdot\frac{1}{2}R=\frac{1}{3}E$，$Q_2=CU_2$；故 $\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{3}{5}$，故选 C。

【考点定位】闭合电路的欧姆定律、电容器

【名师点睛】此题是对闭合电路欧姆定律及电容器问题的考查；解题关键是要搞清电路的结构，画出等效电路图，搞清电容器两端的电压是哪个电阻两端的电压，然后根据 Q=CU 求解电容器的带电荷量。

6.(2012·上海卷)当电阻两端加上某一稳定电压时，通过该电阻的电荷量为 0.3C，消耗的电能为 0.9J。为在相同时间内使 0.6C 的电荷量通过该电阻，在其两端需加的电压和消耗的电能分别是(　　)

A.3V，1.8J　　B.3V，3.6J　　C.6V，1.8J　　D.6V，3.6J

【答案】D

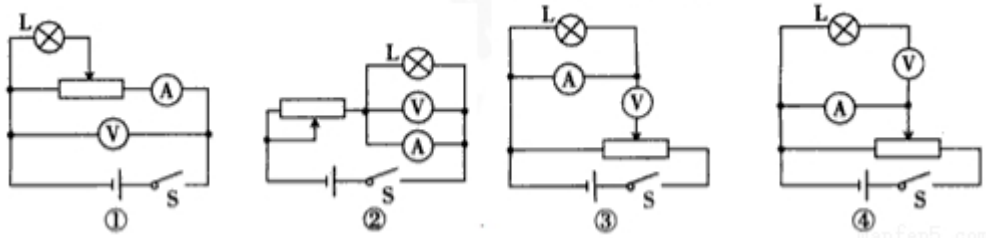
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】因为电阻丝在通过$0.3C$的电量时，消耗的电能是$0.9J$，所以此时电压为：

$U'=\frac{W'}{Q'}=\frac{0.9}{0.3}=3V$，当在相同的时间内通过电阻丝的电量是$0.6C$时，根据$I=\frac{Q}{t}$可知，$I=2I'$，根据$U=IR$可知，电阻不变，此时电阻丝两端电压：$U=2U'=6V$，电阻丝在这段时间内消耗的电能：$W=UQ=6V\times0.6C=3.6J$。

【考点定位】本题考查欧姆定律、电能及其相关知识

7.(2011·重庆卷)在测量电珠伏安特性实验中，同学们连接的电路中有四个错误电路，如图所示。电源内阻不计，导线连接良好。若将滑动变阻器的触头置于左端，闭合 S，在向右端滑动触头过程中，会分别出现如下四种现象：a.电珠 L 不亮；电流表示数几乎为零；b.电珠 L 亮度增加；电流表示数增大；c.电珠 L 开始不亮；后来忽然发光；电流表从示数不为零到线圈烧断；d.电珠 L 不亮；电流表从示数增大到线圈烧断。与上述 abcd 四种现象对应的电路序号为



A.③①②④　　B.③④②①　　C.③①④②　　D.②①④③

【答案】A

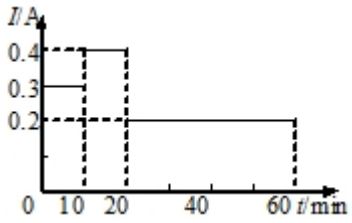
【解析】①中电流表测量干流电流，不能测灯泡中的电流；故电流表接线错误，将滑动变阻器的触头置于左端，闭合 S 后电珠 L 不亮，在向右端滑动触头过程中，电珠 L 逐渐变亮，由于总电阻减小，干路电流增大，电流表示数增大，是 b；在②中安培表连接错误，应该连接在干路上，开始时滑动变阻器的电阻最大，通过电珠的电流太小，电珠 L 不亮，在向右端滑动触头过程中，电珠后来忽然发光，由于大部分电流流过电流表造成电流表从示数不为零到线圈烧断，是 c；在③中伏特表和安培表应该互换位置，由于伏特表串联造成电珠 L 不亮，电流

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

表示数几乎为零，是 a；在④中安培表使电珠短路，电珠 L 始终不亮，电流表从示数增大到线圈烧断，是 d。即①②③④分别对应 bcad，正确的是 A。

【考点定位】电路故障分析

8.(2012·大纲全国卷)一台电风扇的额定电压为交流 220V。在其正常工作过程中，用交流电流表测得某一段时间内的工作电流 I 随时间 t 的变化如图所示。这段时间内电风扇的用电量为



A.3.9×10^{-2} 度　　B.5.5×10^{-2} 度　　C.7.8×10^{-2} 度　　D.11.0×10^{-2} 度

【答案】B

【解析】由 $W=UIt$ 可得，这段时间内电风扇的用电量为

$W=(220\times0.3\times\frac{1}{6}+220\times0.4\times\frac{1}{6}+220\times0.2\times\frac{2}{3})\times10^{-3}kW\cdot h=5.5\times10^{-2}$ 度，选项 B 正确。

【考点定位】本题考查电能的计算

9.(2014·上海卷·T15)将阻值随温度升高而减小的热敏电阻Ⅰ和Ⅱ串联，接在不计内阻的稳压电源两端。开始时Ⅰ和Ⅱ阻值相等，保持Ⅰ温度不变，冷却或加热Ⅱ，则Ⅱ的电功率在

A.加热时变大，冷却时变小　　B.加热时变小，冷却时变大

C.加热或冷却时都变小　　D.加热或冷却时都变大

【答案】C

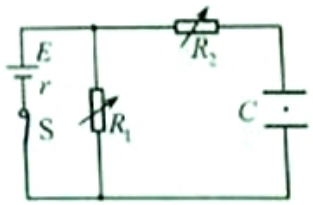
【考点】电功率、电源的输出功率

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】将温度不变的热敏电阻等效成电源的内阻，初始时两者阻值相同，所以此时“电源”的输出功率最大，即热敏电阻 II 的电功率最大，无论将其冷却还是加热，其消耗的电功率均减小，C 项正确。

【考点定位】串并联电路　电功率

10.(2014·天津卷)如图所示，电路中 R_1、R_2 均为可变电阻，电源内阻不能忽略。平行板电容器 C 的极板水平放置。闭合电键 S，电路达到稳定时，带电油滴悬浮在两板之间静止不动。 如果仅改变下列某一个条件，油滴仍能静止不动的是



A.增大 R_1 的阻值　　B.增大 R_2 的阻值

C.增大两板间的距离　　D.断开电键 S

【答案】B

【解析】以油滴为研究对象进行受力分析可知，油滴静止不动，所受电场力与重力平衡，即 $mg=Eq=\frac{U}{d}q$，现欲使油滴仍能处于平衡状态，则保证电场强度不发生变化即可，R_1 的电压不变即可，题中 R_2 没有电流通过，故改变 R_2 时对电路工作状态无影响，所以选项 B 正确、A 错误；而增大两板间距离时，电场强度减小，油滴下落，所以选项 C 错误；断开电键 S 时，电容器与可变电阻构成闭合回路，电容器放电，油滴下落，所以选项 D 错误；

【考点定位】闭合电路欧姆定律、平行板电容器

11.(2015·上海卷·T12)重粒子肿瘤治疗装置中的回旋加速器可发生+5 价重离子束，其电流强度为1.2×10^{-5}A，则在 1s 内发射的重离子个数为($e=1.6\times10^{-19}$C)

A. 3.0×10^{12}　B. 1.5×10^{13}　C. 7.5×10^{13}　D. 3.75×10^{14}

【答案】B

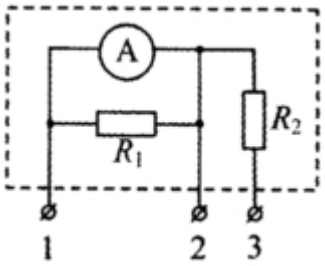
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设 1s 内发射的重离子个数为 n，则 1s 内发射的电荷量 q=5ne，由电流定义式可知：$I=\frac{q}{t}=\frac{5ne}{t}$

解得：$n=\frac{It}{5e}=1.5\times10^{13}$，故 B 正确，A、C、D 错误。

【考点定位】电流的定义

12.(2015·北京卷·T19)如图所示，其中电流表 A 的量程为 0.6A，表盘均匀划分为 30 个小格，每一小格表示 0.02A；R_1 的阻值等于电流表内阻的$\frac{1}{2}$；R_2 的阻值等于电流表内阻的 2 倍。若用电流表 A 的表盘刻度表示流过接线柱 1 的电流值，则下列分析正确的是



A.将接线柱 1、2 接入电路时，每一小格表示 0.04A

B.将接线柱 1、2 接入电路时，每一小格表示 0.02A

C.将接线柱 1、3 接入电路时，每一小格表示 0.06A

D.将接线柱 1、3 接入电路时，每一小格表示 0.01A

【答案】C

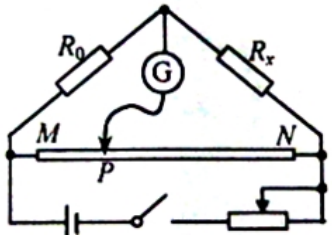
【解析】A、B、当接线柱 1、2 接入电路时，电阻 R_1 与电该表内阻并联后等效阻值为电该表电阻的$\frac{1}{3}$，由于电流表的满偏电压为定值，故量程扩大为原来的 3 倍，则每小格变为 0.02×3＝0.06A，选项 A、B 均错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C、D、当接线柱 1、3 接入电路时，电阻 R_1 与电流表内阻并联后再和电阻 R_2 串联，但串联的电阻 R_2 对于电流表量程无影响，故每一格仍为 0.06A，选项 C 正确，选项 D 错误。故选 C。

【考点定位】电表的改装。

13.(2013·安徽卷·T19)用图示的电路可以测量电阻的阻值。图中 R_x 是待测电阻，R_0 是定值，Ⓖ是灵敏度很高的电流表，MN 是一段均匀的电阻丝。闭合开关，改变滑动头 P 的位置，当通过电流表Ⓖ的电流为零时，测得 MP=l_1，PN=l_2，，则 R_x 的阻值为



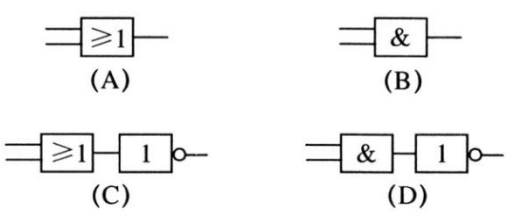
A. $\frac{l_1}{l_2}R_0$　　B. $\frac{l_1}{l_1+l_2}R_0$　　C. $\frac{l_2}{l_1}R_0$　　D. $\frac{l_2}{l_1+l_2}R_0$

【答案】C

【解析】当通过灵敏电流表的电流为零时，电流表两端电势相等，有 $\frac{l_2}{l_1}=\frac{R_x}{R_0}$，可得 $R_x=\frac{l_2}{l_1}R_0$，C 正确。

【考点定位】串、并联电路的规律，闭合电路的欧姆定律。

14.(2011·上海卷)右表是某逻辑电路的真值表，该电路是



输入		输出
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】与门电路的逻辑功能是两个输入端只要有一端是“0”，输出端就是“0”，真值表是：

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

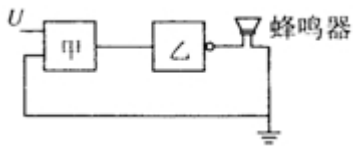
非门的输入端与输出端相反，所以，与门跟非门串联后的真值表是：

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

可见 D 选项正确.

【考点定位】逻辑电路

15.(2012·上海卷·T7)如图，低电位报警器由两个基本门电路与蜂鸣器组成，该报警器只有当输入电压过低时蜂鸣器才会发出警报。其中



A.甲是“与门”，乙是“非门”

B.甲是“或门”，乙是“非门”

C.甲是“与门”，乙是“或门”

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

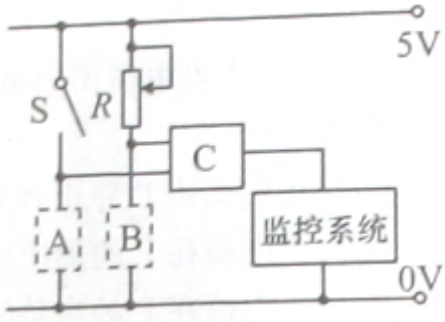
D.甲是“或门”，乙是“与门”

【答案】B

从图形上看，乙是“非门”，甲如果是“与门”无论输入电压是高还是低，都会使乙的输出电压高，而使蜂鸣器发出警报，只有当甲是“或门”时，输入电压低时甲的输出电压才会低而使乙的输出电压高从而使蜂鸣器发出警报

【考点定位】本题考查逻辑电路的应用及其相关知识

16.(2015·上海卷·T13)监控系统控制电路如图所示，电键 S 闭合时，系统白天和晚上都工作，电键 S 断开时，系统仅晚上工作。在电路中虚框处分别接入光敏电阻(受光照时阻值减小)和定值电阻，则电路中



A.C 是“与门”，A 是光敏电阻　　B.C 是“与门”，B 是光敏电阻

C.C 是“或门”，A 是光敏电阻　　D.C 是“或门”，B 是光敏电阻

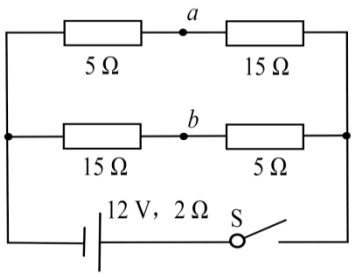
【答案】D

【解析】开关 S 闭合后，C 门的一个输入端就是 1，系统不管白天和晚上都工作，说明与另一个输入端的逻辑值无关，这说明 C 门是“或”门。开关 S 断开时，C 门的一个输入端就是 0，要让系统工作，另一个输入端必须是 1，也就是高电压，所以 B 是光敏电阻，故 D 正确。

【考点定位】简单逻辑电路

17.(2016·江苏卷·T8)如图所示的电路中，电源电动势为 12 V，内阻为 2 Ω，四个电阻的阻值已在图中标出.闭合开关 S，下列说法正确的有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.路端电压为 10 V

B.电源的总功率为 10 W

C.a、b 间电压的大小为 5 V

D.a、b 间用导线连接后，电路的总电流为 1 A

【答案】AC

试题分析：由图知外电路的总电阻为 10Ω，回路总电阻为 12Ω，根据欧姆定律可求干路电流 $I=\frac{E}{R}=1A$，所以路端电压为 $U_{外}=IR_{外}=10V$，所以 A 正确；电源的总功率 P=IE=12W，故 B 错误；根据并联电路的特点可求流过 a、b 电流均为 0.5A，所以 $U_{ba}=0.5\times(15-5)=5V$，故 C 正确；a、b 间用导线连接后，根据电路的连接可求外电路电阻为 7.5Ω，回路总电阻为 9.5Ω，所故 D 错误。

【考点定位】闭合电路的欧姆定律

【方法技巧】重点是掌握闭合电路的欧姆定律，注意电路的连接方式，a、b 间用导线连接后，外电路的连接发生改变。

18.(2011·全国卷)通常一次闪电过程历时约 0.2~0.3s，它由若干个相继发生的闪击构成。每个闪击持续时间仅 40~80μs，电荷转移主要发生在第一个闪击过程中。在某一次闪电前云地之间的电势差约为 1.0×10^9V，云地间距离约为 1 km；第一个闪击过程中云地间转移的电荷量约为 6 C，闪击持续时间约为 60μs。假定闪电前云地间的电场是均匀的。根据以上数据，下列判断正确的是

A.闪电电流的瞬时值可达到 1×10^5A

B.整个闪电过程的平均功率约为 1×10^{14}W

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.闪电前云地间的电场强度约为 1×10^6V/m

D.整个闪电过程向外释放的能量约为 6×10^6J

【答案】AC

【解析】根据电流强度的定义式可得，电流了 $I=\frac{Q}{t}=1\times10^5A$，故 A 正确；

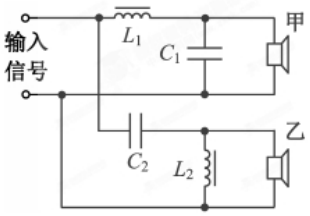
释放的能量等于电场力做功 $W=QU=6\times10^9$J，故 D 错误；

所以第一次闪电的平均功率为 $P=\frac{W}{t}=1\times10^{14}W$，由于电荷转移主要发生在第一个闪击过程中，所以整个闪电过程的功率小于第一次的闪电功率，故 B 错误；

电场强度的大小为 $E=\frac{U}{d}=1\times10^6V/m$，故 C 正确。

【考点定位】电流定义，功率，电场强度

19.(2017·江苏卷)某音响电路的简化电路图如图所示，输入信号既有高频成分，也有低频成分，则



A.电感 L_1 的作用是通高频　　B.电容 C_2 的作用是通高频

C.扬声器甲用于输出高频成分　　D.扬声器乙用于输出高频成分

【答案】BD

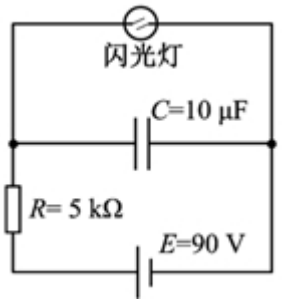
【解析】电感线圈对交流电的阻碍作用由感抗描述，$X_L=2\pi fL$，频率越高阻碍作用越大，对输入端的高频和低频交流信号的作用是通低频阻高频，所以 A 错误；电容对交流电的阻碍作用 $X_C=\frac{1}{2\pi fC}$，频率越高阻碍作用越小，所以是通高频阻低频，故 BD 正确；C 错误.

【考点定位】电感、电容对交流电的阻碍作用

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题主要考查电感、电容对交流电的阻碍作用，即感抗、容抗的大小与什么因素有关，记住这个问题不难解决.

20.(2018·江苏卷·T8)(多选)如图所示，电源 E 对电容器 C 充电，当 C 两端电压达到 80 V 时，闪光灯瞬间导通并发光，C 放电.放电后，闪光灯断开并熄灭，电源再次对 C 充电.这样不断地充电和放电，闪光灯就周期性地发光.该电路(　　)



A. 充电时，通过 R 的电流不变

B. 若 R 增大，则充电时间变长

C. 若 C 增大，则闪光灯闪光一次通过的电荷量增大

D. 若 E 减小为 85 V，闪光灯闪光一次通过的电荷量不变

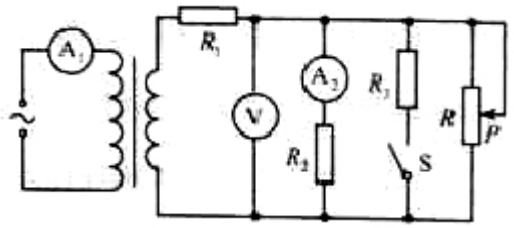
【答案】BCD

【解析】本题考查电容器的充放电，意在考查考生的分析能力。电容器充电时两端电压不断增大，所以电源与电容器极板间的电势差不断减小，因此充电电流变小，选项 A 错误；当电阻 R 增大时，充电电流变小，电容器所充电荷量不变的情况下，充电时间变长，选项 B 正确；若 C 增大，根据 $Q=CU$，电容器的带电荷量增大，选项 C 正确；当电源电动势为 85V 时，电源给电容器充电仍能达到闪光灯击穿电压 80V 时，所以闪光灯仍然发光，闪光一次通过的电荷量不变，选项 D 正确。

点睛：本题源自于 2009 年江苏高考物理卷的第 5 题，以闪光灯发光问题为背景考查电容器的充放电问题，解题的关键是要弄清电路的工作原理和电容器

21.(2016·天津卷·T5)如图所示，理想变压器原线圈接在交流电源上，图中各电表均为理想电表。下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时，R_1 消耗的功率变大

B.当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时，电压表 V 示数变大

C.当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时，电流表 A_1 示数变大

D.若闭合开关 S，则电流表 A_1 示数变大、A_2 示数变大

【答案】B

【解析】当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时，R 的阻值变大，副线圈中电流变小，原线圈中电流也变小，电流表 A_1 示数变小；R_1 消耗的功率及两端电压均变小，副线圈总电压不变，则电压表的示数变大，选项 AC 错误，B 正确；

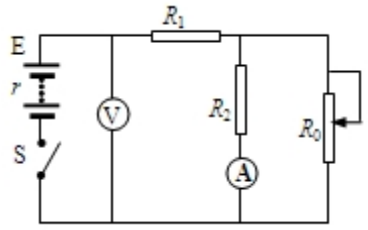
若闭合开关 S，则副线圈总电阻变小，电流变大，原线圈中电流变大，电流表 A_1 示数变大；R_1 两端电压变大，R_2 两端电压变小，电流表 A_2 示数变小，选项 D 错误。

【考点定位】变压器；电路的动态分析

【名师点睛】此题考查变压器问题的动态分析；要知道变压器副线圈电压是由原线圈电压和匝数比决定的，与副线圈中负载无关；副线圈电路的动态分析基本上和直流电路的动态分析一样，先从局部变化的电阻开始分析，然后分析总电阻，再分析电流，然后再分析各局部的电压和电流。

22.(2011·北京卷)如图所示电路，电源内阻不可忽略。开关S闭合后，在变阻器R_0的滑动端向下滑动的过程中，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.电压表与电流表的示数都减小

B.电压表与电流表的小数都增大

C.电压表的示数增大，电流表的示数减小

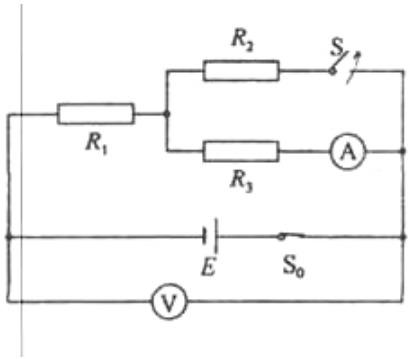
D.电压表的示数减小，电流表的示数增大

【答案】A

【解析】变阻器 R_0 的滑动端向下滑动的过程中，使连入电路中的 R_0 阻值减小，整个电路的电阻减小，电路中的电流 I 增大，路端电压 U=E－Ir 减小，即电压表的示数减小，又 R_2 与 R_0 并联后再与 R_1 串联，在 R_0 减小时，使得 R_2 两端电压减小，R_2 中的电流减小，即电流表示数减小。A 正确，B、C、D 错误。

【考点定位】电路动态变化

23.(2011·海南卷·T2)如图，E 为内阻不能忽略的电池，R_1、R_2、R_3 为定值电阻，S_0、S 为开关，V 与 A 分别为电压表与电流表。初始时 S_0 与 S 均闭合，现将 S 断开，则



A.V 的读数变大，A 的读数变小

B.V 的读数变大，A 的读数变大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.V 的读数变小，A 的读数变小

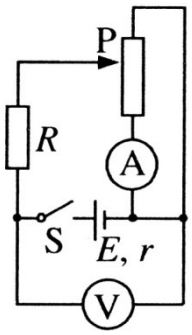
D.V 的读数变小，A 的读数变大

【答案】B

解析：S 开，相当于电阻变大，总电流减小，故端电压增大，V的读数变大，把 R_1 归为内阻，则 R_3 中的电压也增大，R_3 中的电流也增大，R3 中的电压也增大，

【考点定位】电路动态分析

24.(2011·上海卷·T12)如图所示电路中，闭合电键S，当滑动变阻器的滑动触头P从最高端向下滑动时，



A.电压表V读数先变大后变小，电流表A读数变大

B.电压表V读数先变小后变大，电流表A读数变小

C.电压表V读数先变大后变小，电流表A读数先变小后变大

D.电压表V读数先变小后变大，电流表A读数先变大后变小

【答案】A

【解析】设滑动变阻器触点以上的电阻为 $R_{上}$，触点以下的电阻为 $R_{下}$。因为滑动变阻器的有效电阻 $R_{并}$除最初和最终为零外，是

$R_{上}$和 $R_{下}$并联的结果，$R_{并}=\frac{R_{上}R_{下}}{R_{上}+R_{下}}$①，二者之和一定，二者相等时积最大，

所以当触点在中间时电阻最大，根据全电路欧姆定律，$I_{总}=\frac{E}{R+r+R_{并}}$②，所以

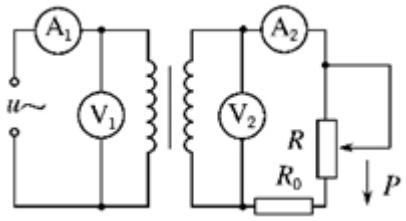
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

当触点在中间时电流最小，电压表 V 读数为电源的路端电压，$U=E-Ir$，所以当触点在中间时路端电压最大，所以所以电压表 V 读数先变大后变小，所以本题选 A 或 C。

再算电流表 A 读数即 R 下的电流 I，根据电阻并联分流公式，$I=I_{总}\dfrac{R_{上}}{R_{上}+R_{下}}$③，联立以上 3 式，解得 $I=\dfrac{E}{R+r+\dfrac{R_{上}R_{下}}{R_{上}+R_{下}}}\cdot\dfrac{R_{上}}{R_{上}+R_{下}}=\dfrac{E\cdot R_{上}}{(R+r)\cdot(R_{上}+R_{下})+R_{上}R_{下}}$，变化为 $I=\dfrac{E}{\dfrac{(R+r)\cdot(R_{上}+R_{下})}{R_{上}}+1+\dfrac{R_{下}}{R_{上}}}$，当滑动变阻器的滑动触头 P 从最高端向下滑动时，R 上一直变大而 R 下一直变小，从上式可以看出，电流表 A 读数 I 一直变大，所以本题选 A。

【考点定位】电路动态变化

25.(2012·福建卷)如图，理想变压器原线圈输入电压 u=$U_m\sin\omega t$，副线圈电路中 R_0 为定值电阻，R 是滑动变阻器。V_1 和 V_2 是理想交流电压表，示数分别用 U_1 和 U_2 表示；A_1 和 A_2 是理想交流电流表，示数分别用 I_1 和 I_2 表示。下列说法正确的是



A.I_1 和 I_2 表示电流的瞬间值

B.U_1 和 U_2 表示电压的最大值

C.滑片 P 向下滑动过程中，U_2 不变、I_1 变大

D.滑片 P 向下滑动过程中，U_2 变小、I_1 变小

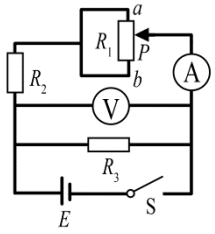
【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】I_1 和 I_2 表示电流的有效值， A 错误；U_1 和 U_2 表示电压的有效值，B 错误；滑片 P 向下滑动过程中，总电阻减小，只与输入电压和匝数有关，所以 U_2 不变，I_1 变大，C 正确，D 错误。故选 C。

【考点定位】本题考查交变电流的有效值及变压器的相关知识,

26.(2016·上海卷)如图所示电路中，电源内阻忽略不计。闭合电键，电压表示数为 U，电流表示数为 I；在滑动变阻器 R_1 的滑片 P 由 a 端滑到 b 端的过程中



A.U 先变大后变小　　B.I 先变小后变大

C.U 与 I 比值先变大后变小　　D.U 变化量与 I 变化量比值等于 R_3

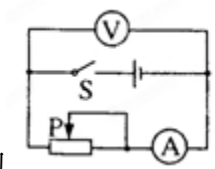
【答案】BC

【解析】据题意，由于电源内阻不计，电压表的示数总是不变，故选项 A 错误；滑片滑动过程中，电阻 R_1 的阻值先增大后减小，电压不变，所以电流表示数先减小后增加，故选项 B、C 正确；由于电压表示数没有变化，故选项 D 错误。

【考点定位】欧姆定律、闭合电路欧姆定律、电路动态分析

【方法技巧】由于电源内阻不计，从图示需要判断出电压表示数不变，再分析滑片滑动过程中电阻的变化情况，根据欧姆定律可以分析电流表示数，进而可以分析所有选项。

27.(2012··上海卷)直流电路如图所示，在滑动变阻器的滑片 P 向右移动时，电源的



A.总功率一定减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.效率一定增大

C.内部损耗功率一定减小

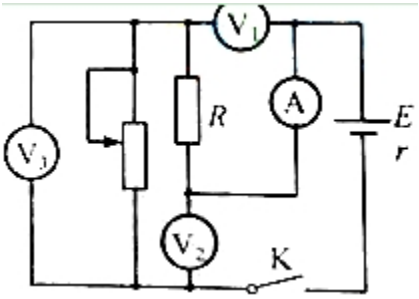
D.输出功率一定先增大后减小

【答案】ABC

【解析】由电路图可知，当滑动变阻滑片向右移动时，滑动变阻器接入电路的阻值增大，电路总电阻变大，电源电动势不变，由闭合电路的欧姆定律可知，电路总电流 I 变小；电源电动势 E 不变，电流 I 变小，电源总功率 $P=EI$ 减小，故 A 正确；电源的效率 $\eta=\frac{I^2R}{I^2(R+r)}=\frac{1}{1+\frac{r}{R}}$，电源内阻 r 不变，滑动变阻器阻值 R 变大，则电源效率增大，故 B 正确；电源内阻 r 不变，电流 I 减小，电源的热功率 $P_Q=I^2r$ 减小，故 C 正确；当滑动变阻器阻值与电源内阻相等时，电源输出功率最大，由于不知道最初滑动变阻器接入电路的阻值与电源内阻间的关系，因此无法判断电源输出功率如何变化，故 D 错误；

【考点定位】本题考查电路动态、功率等相关知识

28.(2014·上海卷·T18)如图，电路中定值电阻阻值 R 大于电源内阻阻值 r。将滑动变阻器滑片向下滑动，理想电压表 V_1、V_2、V_3 示数变化量的绝对值分别为 ΔV_1、ΔV_2、ΔV_3，理想电流表 A 示数变化量的绝对值 ΔI，则



A.A 的示数增大　　B.V_2 的示数增大

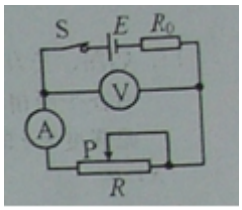
C.ΔV_3 与 ΔI 的比值大于 r　　D.ΔV_1 大于 ΔV_2

【答案】ACD

【解析】此电路为串联电路，将滑片向下滑动，电路中的总电阻减小，总电流增大；电流表的示数增大，A 项正确；电源的内阻分压增大，所以路端电压减小，即 V_2 的示数减小，B 项错误；电压表 V_1 测量的是定值电阻两端的电压，由于电流增大，定值电阻的分压增大，滑动变阻器两端的电压减小，所以 V_1 的示数变化大于 V_2，D 项正确；将定值电阻等效为电源的内阻，$\frac{\Delta V_3}{\Delta I}=R+r$，C 项正确。

【考点定位】串并联电路动态变化

29.(2010·上海卷·T5)在右图的闭合电路中，当滑片 P 向右移动时，两电表读数的变化是



A.A 变大， V 变大　　B.A 变小，V 变大

C.A 变大， V 变小　　D.A 变小，V 变小

【解析】B

电阻变大，电流变小，电压变大。

非选择题：

30.(2012·大纲全国卷)在黑箱内有一由四个阻值相同的电阻构成的串并联电路，黑箱面板上有三个接线柱 1、2、3.用欧姆表测得 1、2 接线柱之间的电阻为 1Ω，2、3 接线柱之间的电阻为 1.5Ω，1、3 接线柱之间的电阻为 2.5Ω。

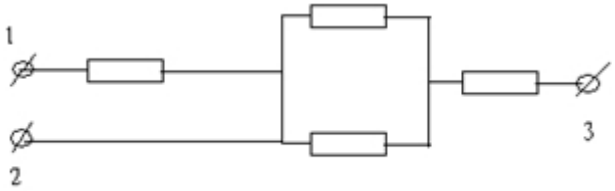
(1)在虚线框中画出黑箱中的电阻连接方式；

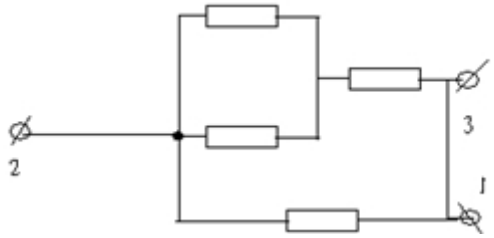
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)如果将 1、3 接线柱用导线连接起来，1、2 接线柱之间的电阻为_____Ω。

【答案】(1)如图所示；(2)0.6

【解析】(1)因为 1、2 接线柱之间的电阻与 2、3 接线柱之间的电阻之和等于 1、3 接线柱之间的电阻，所以 2 为中间的结点，又因为 2、3 接线柱之间的电阻与 1、2 接线柱之间的电阻的差等于 1、2 接线柱之间的电阻的一半，故 2、3 之间有两个电阻并联，后再与第三个电阻串联，每个电阻均为 1Ω，连接方式如图所示：

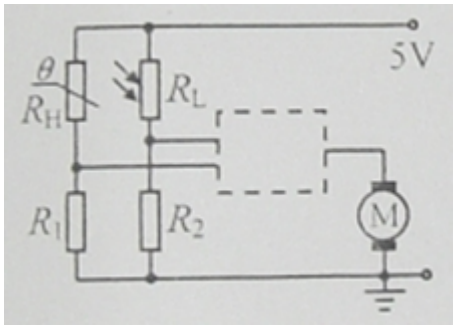




(2)将 1、3 用导线相连后，等效电路如图所示：1、2 之间的等效电阻，故 R=0.6Ω；

【考点定位】本题考查黑箱探测和电阻的串联和并联计算

31.(2010·上海卷·T23)电动机的自动控制电路如图所示，其中 R_H 为热敏电阻，R_1 为光敏电阻，当温度升高时，R_H 的阻值远小于 R_1；当光照射 R_1 时，其阻值远小于 R_2，为使电动机在温度升高或受到光照时能自动启动，电路中的虚线框内应选____门逻辑电路；若要提高光照时电动机启动的灵敏度，可以___ R_2 的阻值(填“增大”或“减小”)。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】为使电动机在温度升高或受到光照时能自动启动，即热敏电阻或光敏电阻的电阻值小时，输入为 1，输出为 1，所以是“或门”。

因为若要提高光照时电动机启动的灵敏度，需要在光照较小即光敏电阻较大时输入为 1，输出为 1，所以要增大 R_2。

32.(2018·北京卷·T11)如图 1 所示，用电动势为 E、内阻为 r 的电源，向滑动变阻器 R 供电。改变变阻器 R 的阻值，路端电压 U 与电流 I 均随之变化。

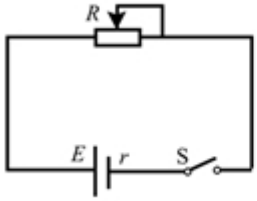


图1

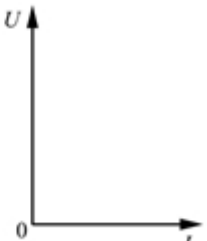


图2

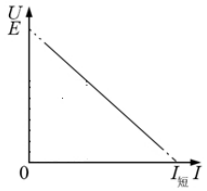
(1)以 U 为纵坐标，I 为横坐标，在图 2 中画出变阻器阻值 R 变化过程中 U-I 图像的示意图，并说明 U-I 图像与两坐标轴交点的物理意义。

(2)a.请在图 2 画好的 U-I 关系图线上任取一点，画出带网格的图形，以其面积表示此时电源的输出功率；

b.请推导该电源对外电路能够输出的最大电功率及条件。

(3)请写出电源电动势定义式，并结合能量守恒定律证明：电源电动势在数值上等于内、外电路电势降落之和。

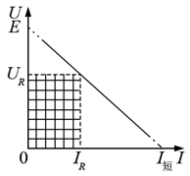
【答案】(1)U–I 图象如图所示：



图象与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a 如图所示：

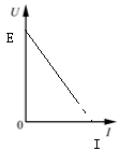
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



b.$\frac{E^2}{4r}$

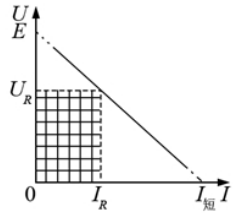
(3)见解析

【解析】(1)U–I 图像如图所示，



其中图像与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a.如图所示



b.电源输出的电功率：$P = I^2R = (\frac{E}{R+r})^2 R = \frac{E^2}{R+2r+\frac{r^2}{R}}$

当外电路电阻 R=r 时，电源输出的电功率最大，为$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$

(3)电动势定义式：$E = \frac{W_{非静电力}}{q}$

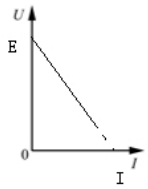
根据能量守恒定律，在图 1 所示电路中，非静电力做功 W 产生的电能等于在外电路和内电路产生的电热，即

$$W = I^2rt + I^2Rt = Irq + IRq$$

$$E = Ir + IR = U_{内} + U_{外}$$

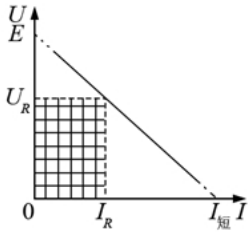
本题答案是：(1)U–I 图像如图所示，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



其中图像与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a.如图所示



当外电路电阻 R=r 时，电源输出的电功率最大，为$P_{\max}=\frac{E^2}{4r}$

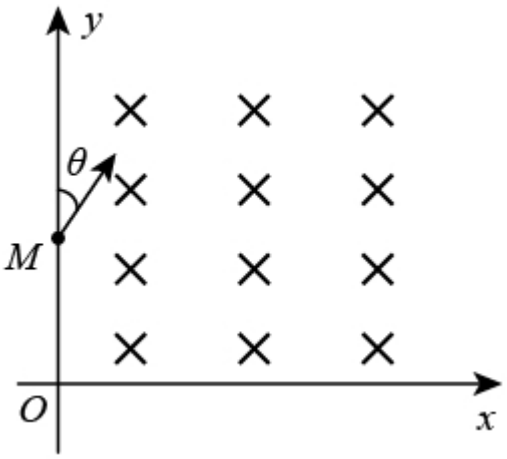
(3)$E=U_{内}+U_{外}$

点睛：运用数学知识结合电路求出回路中最大输出功率的表达式，并求出当 R=r 时，输出功率最大。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 11 磁场

1．（2020·天津高考真题）如图所示，在 Oxy 平面的第一象限内存在方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一带电粒子从 y 轴上的 M 点射入磁场，速度方向与 y 轴正方向的夹角 $\theta=45°$。粒子经过磁场偏转后在 N 点（图中未画出）垂直穿过 x 轴。已知 $OM=a$，粒子电荷量为 q，质量为 m，重力不计。则（　　）



A．粒子带负电荷　　B．粒子速度大小为 $\frac{qBa}{m}$

C．粒子在磁场中运动的轨道半径为 a　　D．N 与 O 点相距 $(\sqrt{2}+1)a$

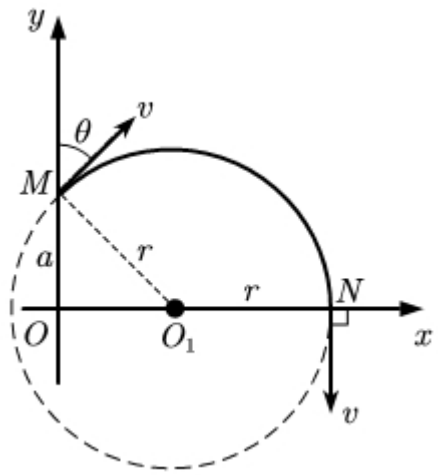
【答案】AD

【解析】

A．粒子向下偏转，根据左手定则判断洛伦兹力，可知粒子带负电，A 正确；

BC．粒子运动的轨迹如图

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



由于速度方向与 y 轴正方向的夹角 $\theta=45°$，根据几何关系可知

$$\angle OMO_1=\angle OO_1M=45°,\quad OM=OO_1=a$$

则粒子运动的轨道半径为

$$r=O_1M=\sqrt{2}a$$

洛伦兹力提供向心力

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

解得

$$v=\frac{\sqrt{2}qBa}{m}$$

BC 错误；

D． N 与 O 点的距离为

$$NO=OO_1+r=(\sqrt{2}+1)a$$

D 正确。

故选 AD。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2. （2020·浙江省高考真题）特高压直流输电是国家重点能源工程。如图所示，两根等高、相互平行的水平长直导线分别通有方向相同的电流I_1和I_2，$I_1 > I_2$。a、b、c三点连线与两根导线等高并垂直，b点位于两根导线间的中点，a、c两点与b点距离相等，d点位于b点正下方。不考虑地磁场的影响，则（　　）

A．b点处的磁感应强度大小为0

B．d点处的磁感应强度大小为0

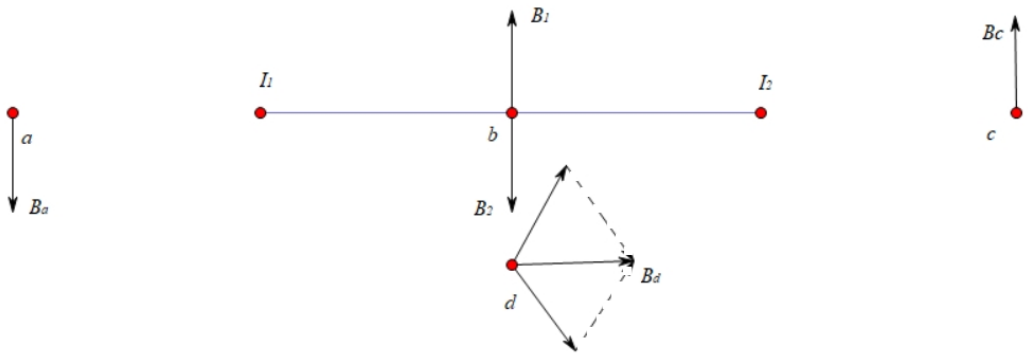
C．a点处的磁感应强度方向竖直向下

D．c点处的磁感应强度方向竖直向下

【答案】C

【解析】

A．通电直导线周围产生磁场方向由安培定判断，如图所示



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

I_1 在 b 点产生的磁场方向向上，I_2 在 b 点产生的磁场方向向下，因为

$I_1 > I_2$

即

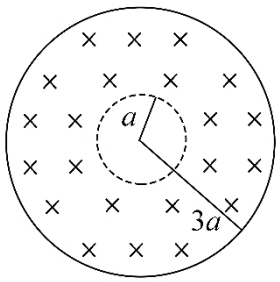
$B_1 > B_2$

则在 b 点的磁感应强度不为零，A 错误；

BCD．如图所示，d 点处的磁感应强度不为零，a 点处的磁感应强度竖直向下，c 点处的磁感应强度竖直向上，BD 错误，C 正确。

故选 C。

3．（2020·全国高考课标 3 卷）真空中有一匀强磁场，磁场边界为两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面，磁场的方向与圆柱轴线平行，其横截面如图所示。一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场。已知电子质量为 m，电荷量为 e，忽略重力。为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内，磁场的磁感应强度最小为（　　）



A．$\frac{3mv}{2ae}$　　B．$\frac{mv}{ae}$　　C．$\frac{3mv}{4ae}$　　D．$\frac{3mv}{5ae}$

【答案】C

【解析】

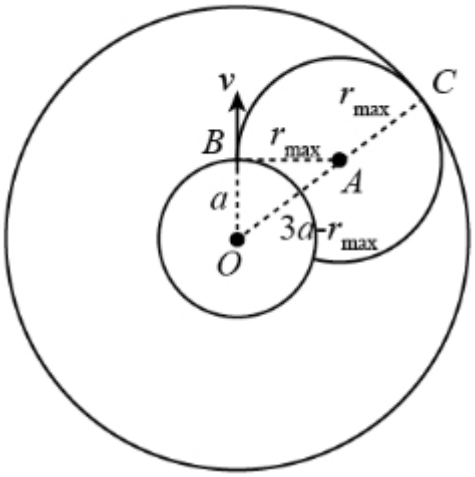
电子在磁场中做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力

$$eBv = m\frac{v^2}{r}$$

则磁感应强度与圆周运动轨迹关系为

$$B = \frac{mv}{er}$$

即运动轨迹半径越大，磁场的磁感应强度越小。令电子运动轨迹最大的半径为 $r_{\max}$，为了使电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内，其最大半径的运动轨迹与实线圆相切，如图所示



A 点为电子做圆周运动的圆心，电子从圆心沿半径方向进入磁场，由左手定则可得，$AB \perp OB$，ΔABO 为直角三角形，则由几何关系可得

$$\left(3a - r_{\max}\right)^2 = r_{\max}^2 + a^2$$

解得

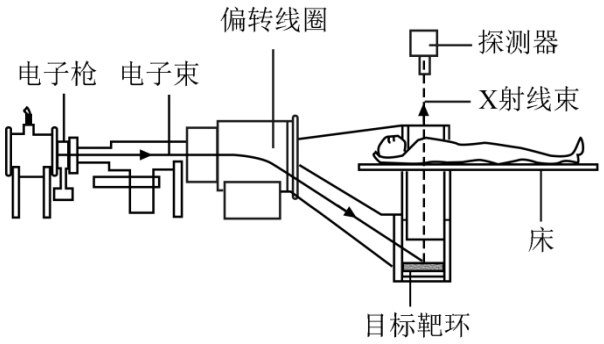
$$r_{max}=\frac{4}{3}a$$

解得磁场的磁感应强度最小值

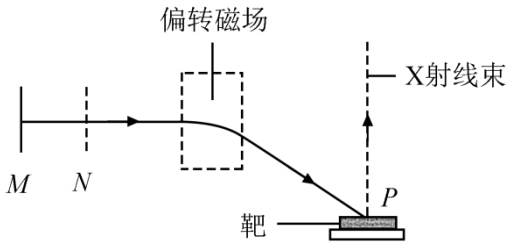
$$B_{min}==\frac{mv}{er_{max}}=\frac{3mv}{4ae}$$

故选 C。

4. (2020·全国高考课标 2 卷) CT 扫描是计算机 X 射线断层扫描技术的简称, CT 扫描机可用于对多种病情的探测。图（a）是某种 CT 机主要部分的剖面图, 其中 X 射线产生部分的示意图如图（b）所示。图（b）中 M、N 之间有一电子束的加速电场，虚线框内有匀强偏转磁场；经调节后电子束从静止开始沿带箭头的实线所示的方向前进，打到靶上，产生 X 射线（如图中带箭头的虚线所示）；将电子束打到靶上的点记为 P 点。则（　　）



图（a）



图（b）

A. M 处的电势高于 N 处的电势

B. 增大 M、N 之间的加速电压可使 P 点左移

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C．偏转磁场的方向垂直于纸面向外

D．增大偏转磁场磁感应强度的大小可使 P 点左移

【答案】D

【解析】

A．由于电子带负电，要在 MN 间加速则 MN 间电场方向由 N 指向 M，根据沿着电场线方向电势逐渐降低可知 M 的电势低于 N 的电势，故 A 错误；

B．增大加速电压则根据

$$eU=\frac{1}{2}mv^2$$

可知会增大到达偏转磁场的速度；又根据在偏转磁场中洛伦兹力提供向心力有

$$evB=m\frac{v^2}{R}$$

可得

$$R=\frac{mv}{eB}$$

可知会增大在偏转磁场中的偏转半径，由于磁场宽度相同，故根据几何关系可知会减小偏转的角度，故 P 点会右移，故 B 错误；

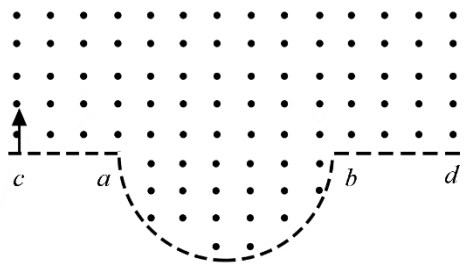
C．电子在偏转电场中做圆周运动，向下偏转，根据左手定则可知磁场方向垂直纸面向里，故 C 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D．由 B 选项的分析可知，当其它条件不变时，增大偏转磁场磁感应强度会减小半径，从而增大偏转角度，使 P 点左移，故 D 正确。

故选 D。

5．（2020·全国高考课标 1 卷）一匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外，其边界如图中虚线所示，$\overset{\frown}{ab}$ 为半圆，ac、bd 与直径 ab 共线，ac 间的距离等于半圆的半径。一束质量为 m、电荷量为 q（$q>0$）的粒子，在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场，这些粒子具有各种速率。不计粒子之间的相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子，其运动时间为（　　）



A．$\frac{7\pi m}{6qB}$　　B．$\frac{5\pi m}{4qB}$　　C．$\frac{4\pi m}{3qB}$　　D．$\frac{3\pi m}{2qB}$

【答案】C

【解析】

粒子在磁场中做匀速圆周运动

$$qBv=\frac{mv^2}{r},\quad T=\frac{2\pi r}{v}$$

可得粒子在磁场中的周期

$$T=\frac{2\pi m}{qB}$$

粒子在磁场中运动的时间

$$t=\frac{\theta}{2\pi}\cdot T=\frac{\theta m}{qB}$$

则粒子在磁场中运动的时间与速度无关，轨迹对应的圆心角越大，运动时间越长。采用放缩圆解决该问题，

粒子垂直 ac 射入磁场，则轨迹圆心必在 ac 直线上，将粒子的轨迹半径由零逐渐放大。

当半径 $r\le 0.5R$ 和 $r\ge 1.5R$ 时，粒子分别从 ac、bd 区域射出，磁场中的轨迹为半圆，运动时间等于半个周期。

当 $0.5R<r<1.5R$ 时，粒子从半圆边界射出，逐渐将轨迹半径从 $0.5R$ 逐渐放大，粒子射出位置从半圆顶端向下移动，轨迹圆心角从 π 逐渐增大，当轨迹半径为 R 时，轨迹圆心角最大，然后再增大轨迹半径，轨迹圆心角减小，因此当轨迹半径等于 R 时轨迹圆心角最大，即轨迹对应的最大圆心角

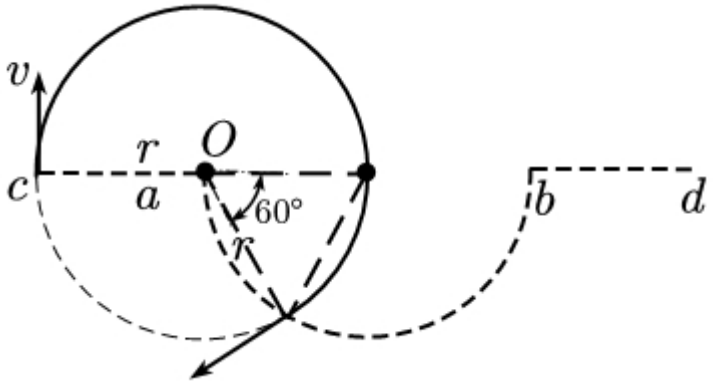
$$\theta=\pi+\frac{\pi}{3}=\frac{4}{3}\pi$$

粒子运动最长时间为

$$t=\frac{\theta}{2\pi}T=\frac{\frac{4}{3}\pi}{2\rho}\times\frac{2\pi m}{qB}=\frac{4\pi m}{3qB},$$

故选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

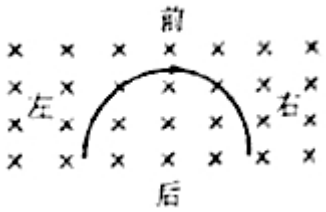


十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 12 磁场

选择题：

1.(2019•海南卷•T2)如图，一段半圆形粗铜线固定在绝缘水平桌面(纸面)上，铜线所在空间有一匀强磁场，磁场方向竖直向下。当铜线通有顺时针方向电流时，铜线所受安培力的方向



A.向前　　B.向后　　C.向左　　D.向右

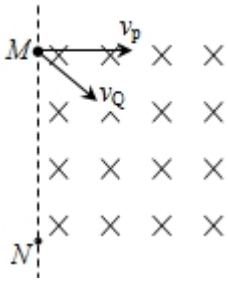
【答案】A

【解析】

半圆形导线所受的安培力等效于直径长的直导线所受的安培力，由左手定则可知，铜线所受安培力的方向向前，故选 A.

2.(2019•海南卷•T9)如图，虚线 MN 的右侧有方向垂直于纸面向里的匀强磁场，两电荷量相同的粒子 P、Q 从磁场边界的 M 点先后射入磁场，在纸面内运动。射入磁场时，P 的速度 v_P 垂直于磁场边界，Q 的速度 v_Q 与磁场边界的夹角为 45°。已知两粒子均从 N 点射出磁场，且在磁场中运动的时间相同，则(　　)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.*P* 和 *Q* 的质量之比为 1：2　　B.*P* 和 *Q* 的质量之比为 $\sqrt{2}:1$

C.*P* 和 *Q* 速度大小之比为 $\sqrt{2}:1$　　D.*P* 和 *Q* 速度大小之比为 2：1

【答案】AC

【解析】

AB、由题意可知，P、Q 两粒子的运动轨迹分别为半圆、四分之一圆，再根据 $t=\frac{\theta m}{qB}$

解得：m_P：m_Q=1：2，故 A 正确，B 错误；

CD、结合几何关系可知，R_P：R_Q=1：$\sqrt{2}$，由公式 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，解得：v_P：v_Q=$\sqrt{2}$：1，

故 C 正确，D 错误。

故选：AC。

3.(2019•天津卷•T4)笔记本电脑机身和显示屏对应部位分别有磁体和霍尔元件。当显示屏开启时磁体远离霍尔元件，电脑正常工作：当显示屏闭合时磁体靠近霍尔元件，屏幕熄灭，电脑进入休眠状态。如图所示，一块宽为 a、长为 c 的矩形半导体霍尔元件，元件内的导电粒子是电荷量为 e 的自由电子，通入方向向右的电流时，电子的定向移动速度为 v。当显示屏闭合时元件处于垂直于上表面、方向向下的匀强磁场中，于是元件的前、后表面间出现电压 U，以此控制屏幕的熄灭。则元件的(　　)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 前表面的电势比后表面的低

B. 前、后表面间的电压 U 与 v 无关

C. 前、后表面间的电压 U 与 c 成正比

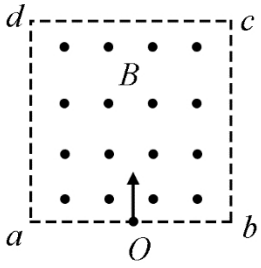
D. 自由电子受到的洛伦兹力大小为$\frac{eU}{a}$

【答案】D

【解析】

【详解】由图知电流从左向右流动，因此电子的运动方向为从右向左，根据左手定则可知电子偏转到后面表，因此前表面的电势比后表面的高，故 A 错误，电子在运动过程中洛伦兹力和电场力平衡，有$F_{洛}=evB, F_{电}=eE=e\frac{U}{a}$，故$F_{洛}=e\frac{U}{a}$，故 D 正确，由$evB=e\frac{U}{a}$则电压$U=avB$，故前后表面的电压与速度有关，与 a 成正比，故 BC 错误。

4.(2019•全国Ⅱ卷•T4)如图，边长为 *l* 的正方形 *abcd* 内存在匀强磁场，磁感应强度大小为 *B*，方向垂直于纸面(*abcd* 所在平面)向外。*ab* 边中点有一电子发源 *O*，可向磁场内沿垂直于 *ab* 边的方向发射电子。已知电子的比荷为 *k*。则从 *a*、*d* 两点射出的电子的速度大小分别为



A. $\frac{1}{4}kBl$，$\frac{\sqrt{5}}{4}kBl$

B. $\frac{1}{4}kBl$，$\frac{5}{4}kBl$

C. $\frac{1}{2}kBl$，$\frac{\sqrt{5}}{4}kBl$

D. $\frac{1}{2}kBl$，$\frac{5}{4}kBl$

【答案】B

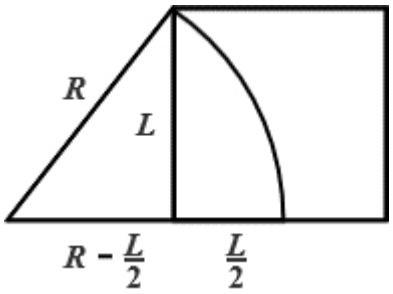
【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

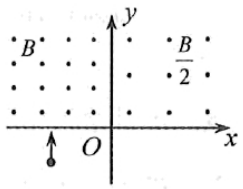
【详解】a 点射出粒子半径 $R_a=\frac{l}{4}=\frac{mv_a}{Bq}$，得：$v_a=\frac{Bql}{4m}=\frac{Blk}{4}$，

d 点射出粒子半径为 $R^2=l^2+\left(R-\frac{l}{2}\right)^2$，$R=\frac{5}{4}l$

故 $v_d=\frac{5Bql}{4m}=\frac{5klB}{4}$，故 B 选项符合题意



5.(2019•全国Ⅲ卷•T5)如图，在坐标系的第一和第二象限内存在磁感应强度大小分别为 $\frac{1}{2}B$ 和 B、方向均垂直于纸面向外的匀强磁场。一质量为 m、电荷量为 $q(q>0)$的粒子垂直于 x 轴射入第二象限，随后垂直于 y 轴进入第一象限，最后经过 x 轴离开第一象限。粒子在磁场中运动的时间为



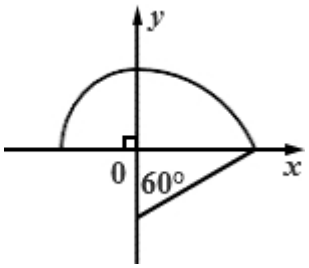
A. $\frac{5\pi m}{6qB}$　　B. $\frac{7\pi m}{6qB}$　　C. $\frac{11\pi m}{6qB}$　　D. $\frac{13\pi m}{6qB}$

【答案】B

【解析】

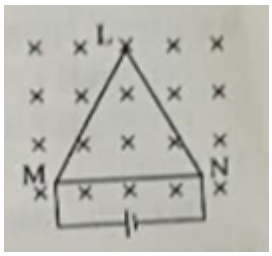
运动轨迹如图:

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



即运动由两部分组成,第一部分是$\frac{1}{4}$个周期,第二部分是$\frac{1}{6}$个周期,故总时间为 B 选项的结果.

6.(2019•全国Ⅰ卷•T4)如图，等边三角形线框 *LMN* 由三根相同的导体棒连接而成，固定于匀强磁场中，线框平面与磁感应强度方向垂直，线框顶点 *M*、*N* 与直流电源两端相接，已如导体棒 *MN* 受到的安培力大小为 *F*，则线框 *LMN* 受到的安培力的大小为



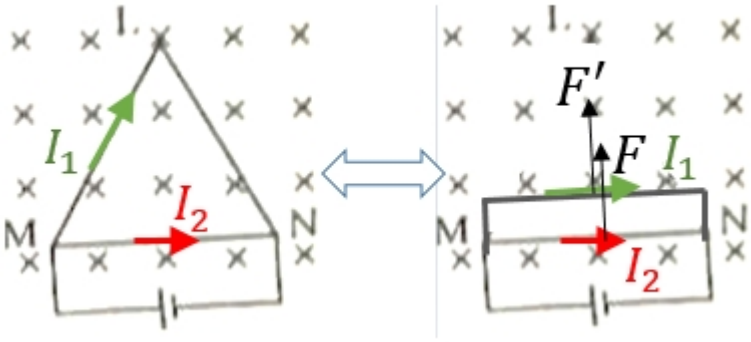
A. 2*F*　　B. 1.5*F*　　C. 0.5*F*　　D. 0

【答案】B

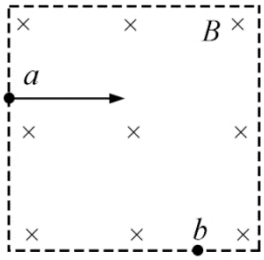
【解析】

设每一根导体棒的电阻为 R，长度为 L，则电路中，上下两路电阻之比为 $R_1:R_2=2R:R=2:1$，根据并联电路两端各电压相等的特点可知，上下两路电流之比 $I_1:I_2=1:2$。如下图所示，由于上路通电的导体受安培力的有效长度为 L，根据安培力计算公式 $F=ILB$，可知 $F':F=I_1:I_2=1:2$，得 $F'=\frac{1}{2}F$，根据左手定则可知，两力方向相同，故线框 LMN 所受的合力大小为 $F+F'=\frac{3}{2}F$，故本题选 B。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



7.(2019•北京卷•T4)如图所示，正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场。一带电粒子垂直磁场边界从 a 点射入，从 b 点射出。下列说法正确的是



A. 粒子带正电

B. 粒子在 b 点速率大于在 a 点速率

C. 若仅减小磁感应强度，则粒子可能从 b 点右侧射出

D. 若仅减小入射速率，则粒子在磁场中运动时间变短

【答案】C

【解析】

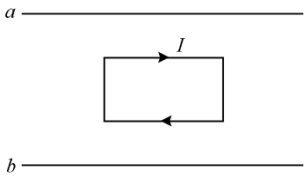
由左手定则确粒子的电性，由洛伦兹力的特点确定粒子在 b、a 两点的速率，根据 $qvB=m\dfrac{v^2}{r}$ 确定粒子运动半径和运动时间。

由题可知，粒子向下偏转，根据左手定则，所以粒子应带负电，故 A 错误；由于洛伦兹力不做功，所以粒子动能不变，即粒子在 b 点速率与 a 点速率相等，故 B 错误；若仅减小磁感应强度，由公式 $qvB=m\dfrac{v^2}{r}$ 得 $r=\dfrac{mv}{qB}$，所以磁感应强度减小，半径增大，所以粒子有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

可能从 b 点右侧射出，故 C 正确，若仅减小入射速率，粒子运动半径减小，在磁场中运动的偏转角增大，则粒子在磁场中运动时间一定变长，故 D 错误。

8.(2019 江苏卷 7)如图所示，在光滑的水平桌面上，a 和 b 是两条固定的平行长直导线，通过的电流强度相等.矩形线框位于两条导线的正中间，通有顺时针方向的电流，在 a、b 产生的磁场作用下静止.则 a、b 的电流方向可能是



A.均向左

B.均向右

C.a 的向左，b 的向右

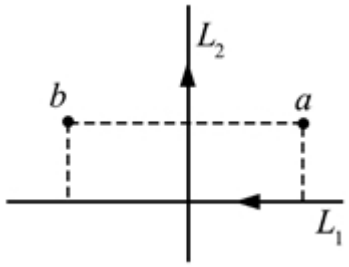
D.a 的向右，b 的向左

【答案】CD

【解析】

由右手螺旋定则可知，若 a、b 两导线的电流方向相同，在矩形线框上、下边处产生的磁场方向相反，由于矩形线框上、下边的电流方向也相反，则矩形线框上、下边所受的安培力相反，所以不可以平衡，则要使矩形线框静止，a、b 两导线的电流方向相反，故 CD 正确。

9.(2018·全国 II 卷)(多选)如图，纸面内有两条互相垂直的长直绝缘导线 L_1、L_2，L_1 中的电流方向向左，L_2 中的电流方向向上；L_1 的正上方有 a、b 两点，它们相对于 L_2 对称。整个系统处于匀强外磁场中，外磁场的磁感应强度大小为 B_0，方向垂直于纸面向外。已知 a、b 两点的磁感应强度大小分别为$\frac{1}{3}B_0$和$\frac{1}{2}B_0$，方向也垂直于纸面向外。则



A. 流经 L_1 的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为$\frac{7}{12}B_0$

B. 流经 L_1 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为$\frac{1}{12}B_0$

C. 流经 L_2 的电流在 b 点产生的磁感应强度大小为$\frac{1}{12}B_0$

D. 流经 L_2 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小为$\frac{7}{12}B_0$

【答案】AC

【解析】试题分析：先利用右手定则判断通电导线各自产生的磁场强度，然后在利用矢量叠加的方式求解各个导体棒产生的磁场强度。

L_1 在 ab 两点产生的磁场强度大小相等设为 B_1，方向都垂直于纸面向里，而 L_2 在 a 点产生的磁场强度设为 B_2，方向向里，在 b 点产生的磁场强度也为 B_2，方向向外，规定向外为正，根据矢量叠加原理可知

$B_0 - B_1 - B_2 = \frac{1}{3}B_0$，$B_2 + B_0 - B_1 = \frac{1}{2}B_0$

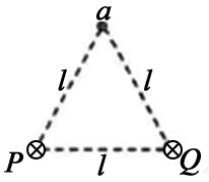
可解得：$B_1 = \frac{7}{12}B_0$ ；$B_2 = \frac{1}{12}B_0$ 故 AC 正确；

故选 AC

点睛：磁场强度是矢量，对于此题来说 ab 两点的磁场强度是由三个磁场的叠加形成，先根据右手定则判断导线在 ab 两点产生的磁场方向，在利用矢量叠加来求解即可。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

10.(2017·新课标Ⅲ卷)如图，在磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场中，两长直导线 P 和 Q 垂直于纸面固定放置，两者之间的距离为 l。在两导线中均通有方向垂直于纸面向里的电流 I 时，纸面内与两导线距离均为 l 的 a 点处的磁感应强度为零。如果让 P 中的电流反向、其他条件不变，则 a 点处磁感应强度的大小为



A.0　　B.$\frac{\sqrt{3}}{3}B_0$　　C.$\frac{2\sqrt{3}}{3}B_0$　　D.$2B_0$

【答案】C

【解析】如图 1 所示，P、Q 中电流在 a 点产生的磁感应强度大小相等，设为 B_1，由几何关系有 $\sqrt{3}B_1 = B_0$，

如果让 P 中的电流反向、其他条件不变，如图 2 所示，由几何关系可知，a 点处磁感应强度的大小为 $B = \sqrt{B_0^2 + B_1^2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}B_0$，故选 C。

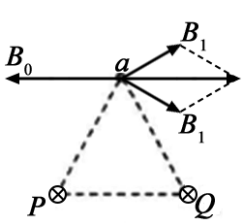


图1

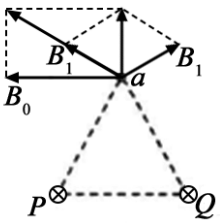


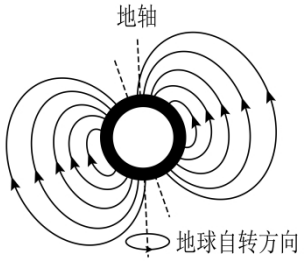
图2

【考点定位】磁场叠加、安培定则

【名师点睛】本题关键为利用安培定则判断磁场的方向，在根据几何关系进行磁场的叠加和计算。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

11.(2016·北京卷·T17)中国宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中最早记载了地磁偏角："以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。"进一步研究表明，地球周围地磁场的磁感线分布示意如图。结合上述材料，下列说法不正确的是



A.地理南、北极与地磁场的南、北极不重合

B.地球内部也存在磁场，地磁南极在地理北极附近

C.地球表面任意位置的地磁场方向都与地面平行

D.地磁场对射向地球赤道的带电宇宙射线粒子有力的作用

【答案】C

【解析】

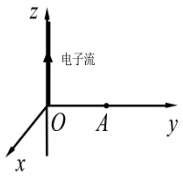
试题分析：根据题意可得，地理南北极与地磁场存在一个夹角，为磁偏角，故两者不重合，A 正确；地磁南极在地理的北极附近，地磁北极在地理南极附近，B 正确；由于地磁场磁场方向沿磁感线切线方向，故只有赤道处才与地面平行，C 错误；在赤道处磁场方向水平，而射线是带电的粒子，运动方向垂直磁场方向，根据左手定则可得射向赤道的粒子受到的洛伦兹力作用，D 正确；

【考点定位】考查了地磁场

公众号"真题备考"，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】地球本身是一个巨大的磁体。地球周围的磁场叫做地磁场。地磁北极在地理南极附近，地磁南极在地理北极附近，所以地磁场的方向是从地磁北极到地磁南极。

12.(2016·上海卷)如图，一束电子沿 z 轴正向流动，则在图中 y 轴上 A 点的磁场方向是



A.+x 方向　　B.－x 方向　　C.+y 方向　　D.－y 方向

【答案】A

【解析】据题意，电子流沿 z 轴正向流动，电流方向沿 z 轴负向，由安培定则可以判断电流激发的磁场以 z 轴为中心沿顺时针方向(沿 z 轴负方向看)，通过 y 轴 A 点时方向向外，即沿 x 轴正向，则选项 A 正确。

【考点定位】安培定则、电子束产生电流的方向。

【方法技巧】首先需要判断出电子束产生电流的方向，再根据安培定则判断感应磁场的方向。

13.(2011·全国卷)如图，两根相互平行的长直导线分别通有方向相反的电流 I_1 和 I_2，且 $I_1>I_2$；a、b、c、d 为导线某一横截面所在平面内的四点，且 a、b、c 与两导线

共面；b 点在两导线之间，b、d 的连线与导线所在平面垂直。磁感应强度可能为零的点是

A.a 点　　B.b 点　　C.c 点　　D.d 点

【答案】C

【解析】若某点合磁感应强度为零，必有 I_1 和 I_2 在改点形成磁场的磁感应强度等大反向，只有 C 点有可能，C 正确。

【考点定位】磁感应强度

14.(2014·新课标全国Ⅰ卷·T15)关于通电直导线在匀强磁场中所受的安培力，下列说法正确的是

A.安培力的方向可以不垂直于直导线

B.安培力的方向总是垂直于磁场的方向

C.安培力的大小与通电直导线和磁场方向的夹角无关

D.将直导线从中点折成直角，安培力的大小一定变为原来的一半

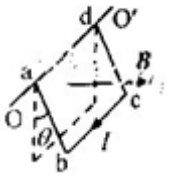
【答案】B

【解析】由左手定则安培力方向一定垂直于导线和磁场方向，A 错的 B 对的；$F=BIL\sin\theta$，安培力大小与磁场和电流夹角有关，C 错误的；从中点折成直角后，导线的有效长度不等于导线长度一半，D 错的。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】安培左手定则

15.(2014·上海卷)如图，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，面积为 S 的矩形刚性导线框 abcd 可绕过 ad 边的固定轴 OO′转动，磁场方向与线框平面垂直。在线框中通以电流强度为 I 的稳恒电流，并使线框与竖直平面成θ角，此时 bc 边受到相对 OO′轴的安培力力矩大小为



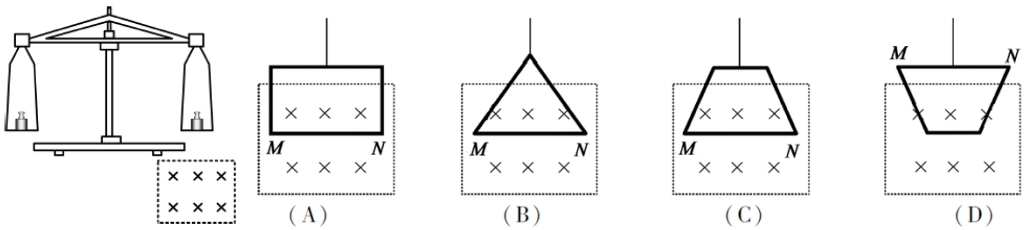
(A)$ISB\sin\theta$　　(B)$ISB\cos\theta$　　(C)$\dfrac{ISB}{\sin\theta}$　　(D)$\dfrac{ISB}{\cos\theta}$

【答案】A

【解析】bc 边电流方向与 ad 平行，与磁场垂直，所以安培力大小为$F=BIL=BI\sqrt{S}$，方向根据左手定则判断竖直向上，所以安培力的力臂即转轴 ad 与安培力之间的距离，根据几何关系可得力臂大小为$\sqrt{S}\sin\theta$，所以安培力的力矩为$BI\sqrt{S}\times\sqrt{S}\sin\theta=BIS\sin\theta$，对照选项 A 对。

【考点定位】左手定则　力矩

16.(2015·江苏卷·T4)如图所示，用天平测量匀强磁场的磁感应强度，下列各选项所示的载流线圈匝数相同，边长NM相等，将它们分别挂在天平的右臂下方，线圈中通有大小相同的电流，天平处于平衡状态，若磁场发生微小变化，天平最容易失去平衡的是



【答案】A

【解析】由题意知，当处于磁场中的导体，受安培力作用的有效长度越长，根据 F=BIL 知受安培力越大，越容易失去平衡，由图知选项 A 中导体的有效长度最大，所以 A 正确。

【考点定位】物体的平衡、安培力

17.(2013·安徽卷·T15)图中 a、b、c、d 为四根与纸面垂直的长直导线，其横截面位于正方形的四个顶点上，导线中通有大小相同的电流，方向如图所示。一带正电的粒子从正方形中心 O 点沿垂直于纸面的方向向外运动，它所受洛伦兹力的方向是

A.向上　　B.向下　　C.向左　　D.向右

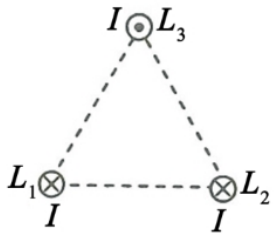
【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据安培定则(即右手螺旋定则)，b、d 导线中的电流在 O 点产生的磁场方向相反，它们的合磁场为零，a、c 导线中的电流在 O 点处产生的磁场均水平向左，所以 O 点处的合磁场水平向左；再根据左手定则可判断出，带正电粒子垂直于纸面的方向向外运动时，它所受洛伦兹力的方向向下，所以 B 正确。

【考点定位】右手螺旋定则、场强叠加原理、左手定则.

18.(2017·新课标Ⅰ卷·T19)如图，三根相互平行的固定长直导线 L_1、L_2 和 L_3 两两等距，均通有电流 I，L_1 中电流方向与 L_2 中的相同，与 L_3 中的相反，下列说法正确的是



A.L_1 所受磁场作用力的方向与 L_2、L_3 所在平面垂直

B.L_3 所受磁场作用力的方向与 L_1、L_2 所在平面垂直

C.L_1、L_2 和 L_3 单位长度所受的磁场作用力大小之比为$1:1:\sqrt{3}$

D.L_1、L_2 和 L_3 单位长度所受的磁场作用力大小之比为$\sqrt{3}:\sqrt{3}:1$

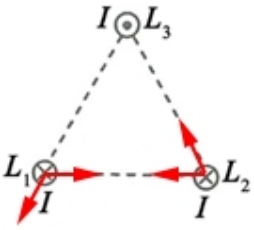
【答案】BC

【解析】同向电流相互吸引，反向电流相互排斥。对 L_1 受力分析，如图所示，可知 L_1 所受磁场力的方向与 L_2、L_3 所在的平面平行，故 A 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

对 L_3 受力分析，如图所示，可知 L_3 所受磁场力的方向与 L_1、L_2 所在的平面垂直，故 B 正确；

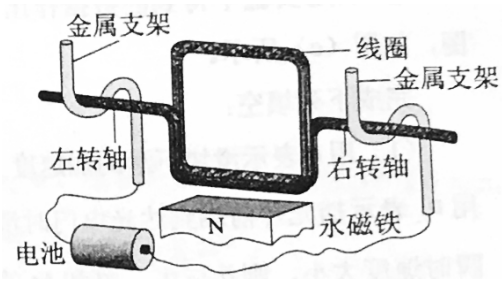
设三根导线两两之间的相互作用力为 F，则 L_1、L_2 受到的磁场力的合力等于 F，L_3 受的磁场力的合力为 $\sqrt{3}F$，即 L_1、L_2、L_3 单位长度受到的磁场力之比为 1∶1∶$\sqrt{3}$，故 C 正确，D 错误。



【考点定位】电流磁效应、安培力、安培定则

【名师点睛】先根据安培定则判断磁场的方向，再根据磁场的叠加得出直线电流处磁场的方向，再由左手定则判断安培力的方向，本题重点是对磁场方向的判断、大小的比较。

19.(2017·新课标Ⅱ卷)某同学自制的简易电动机示意图如图所示。矩形线圈由一根漆包线绕制而成，漆包线的两端分别从线圈的一组对边的中间位置引出，并作为线圈的转轴。将线圈架在两个金属支架之间，线圈平面位于竖直面内，永磁铁置于线圈下方。为了使电池与两金属支架连接后线圈能连续转动起来，该同学应将



A.左、右转轴下侧的绝缘漆都刮掉

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.左、右转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉

C.左转轴上侧的绝缘漆刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉

D.左转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉

【答案】AD

【解析】为了使电池与两金属支架连接后线圈能连续转动起来，将左、右转轴下侧的绝缘漆都刮掉，这样当线圈在图示位置时，线圈的上下边受安培力水平而转动，转过一周后再次受到同样的安培力而使其转动，选项 A 正确；若将左、右转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉，则当线圈在图示位置时，线圈的上下边受安培力水平而转动，转过半周后再次受到相反方向的安培力而使其停止转动，选项 B 正确；左转轴上侧的绝缘漆刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉，电路不能接通，故不能转起来，选项 C 错误；若将左转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉，右转轴下侧的绝缘漆刮掉，这样当线圈在图示位置时，线圈的上下边受安培力水平而转动，转过半周后电路不导通，转过一周后再次受到同样的安培力而使其转动，选项 D 正确；故选 AD。

【考点定位】电动机原理；安培力

【名师点睛】此题是电动机原理，主要考查学生对物理规律在实际生活中的运用能力；关键是通过分析电流方向的变化分析安培力的方向变化情况。

20.(2015·全国新课标Ⅱ卷·T18)指南针是我国古代四大发明之一。关于指南针，下列说明正确的是

A.指南针可以仅具有一个磁极

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.指南针能够指向南北，说明地球具有磁场

C.指南针的指向会受到附近铁块的干扰

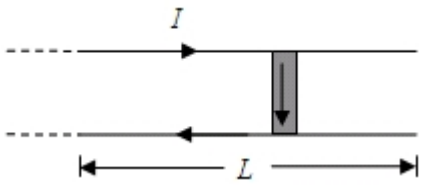
D.在指南针正上方附近沿指针方向放置一直导线，导线通电时指南针不偏转

【答案】BC

【解析】指南针不可以仅具有一个磁极，故 A 错误；指南针能够指向南北，说明地球具有磁场，故 B 正确；当附近的铁块磁化时，指南针的指向会受到附近铁块的干扰，故 C 正确；根据安培定则，在指南针正上方附近沿指针方向放置一直导线，导线通电时会产生磁场，指南针会偏转与导线垂直，故 D 错误。

【考点定位】安培定则；地磁场。

21.(2011·辽宁卷)电磁轨道炮工作原理如图所示，待发射弹体可在两平行轨道之间自由移动，并与轨道保持良好接触，电流 I 从一条轨道流入，通过导电弹体后从另一条轨道流回，轨道电流可形成在弹体处垂直于轨道面得磁场(可视为匀强磁场)，磁感应强度的大小与 I 成正比。通电的弹体在轨道上受到安培力的作用而高速射出，现欲使弹体的出射速度增加到原来的 2 倍，理论上可采用的方法是



A.只将轨道长度 L 变为原来的 2 倍

B.只将电流 I 增加至原来的 2 倍

C.只将弹体质量减至原来的一半

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

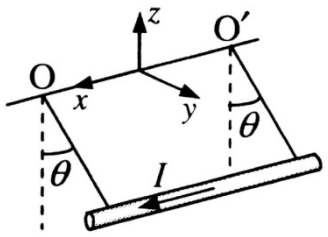
D.将弹体质量减至原来的一半，轨道长度 L 变为原来的 2 倍，其它量不变

【答案】BD

【解析】通电的弹体在轨道上受到安培力的作用，利用动能定理有 $BIl\cdot L=\frac{1}{2}mv^2$，磁感应强度的大小与 I 成正比，所以 $B=kI$，解得 $v=\sqrt{\frac{2kI^2lL}{m}}$.只将轨道长度 L 变为原来的 2 倍，弹体的出射速度增加至原来的 $\sqrt{2}$ 倍，故 A 错误；只将电流 I 增加至原来的 2 倍，弹体的出射速度增加至原来的 2 倍，故 B 正确；只将弹体质量减至原来的一半，弹体的出射速度增加至原来的 $\sqrt{2}$ 倍，故 C 错误；将弹体质量减至原来的一半，轨道长度 L 变为原来的 2 倍，其它量不变，弹体的出射速度增加至原来的 2 倍，故 D 正确.

【考点定位】安培力，动能定理

22.(2011·上海卷·T18)如图，质量为m、长为L的直导线用两绝缘细线悬挂于O、O’，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿x正方向的电流I，且导线保持静止时，悬线与竖直方向夹角为θ。则磁感应强度方向和大小可能为



A.z正向，$\frac{mg}{IL}\tan\theta$　　B.y正向，$\frac{mg}{IL}$

C.z负向，$\frac{mg}{IL}\tan\theta$　　D.沿悬线向上，$\frac{mg}{IL}\sin\theta$

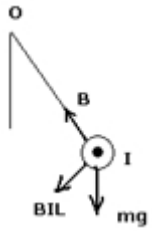
【答案】BC

【解析】逆向解题法。若(A)正确，磁感应强度方向为 z 正向，根据左手定则，直导线所受安培力方向沿 y 负方向，直导线不能平衡，A 错误；

若(B)正确，磁感应强度方向为 y 正向，根据左手定则，直导线所受安培力方向沿 z 正方向，根据平衡条件 $BIL = mg$，所以 B=$\frac{mg}{IL}$，B 正确；

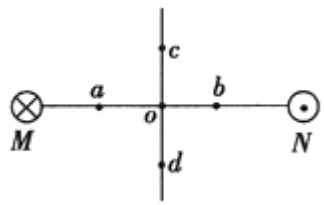
若(C)正确，磁感应强度方向为 z 负方向，根据左手定则，直导线所受安培力方向沿 y 正方向，根据平衡条件 $BILR\cos\theta = mgR\sin\theta$，所以 B=$\frac{mg}{IL}\tan\theta$，C 正确；

若(D)正确，磁感应强度方向沿悬线向上，根据左手定则，直导线所受安培力方向如下图(侧视图)，直导线不能平衡，所以 D 错误。所以本题选 BC。



【考点定位】磁感应强度，安培定则

23.(2012·大纲全国卷)如图，两根互相平行的长直导线过纸面上的 M、N 两点，且与直面垂直，导线中通有大小相等、方向相反的电流。a、o、b 在 M、N 的连线上，o 为 MN 的中点，c、d 位于 MN 的中垂线上，且 a、b、c、d 到 o 点的距离均相等。关于以上几点处的磁场，下列说法正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.o 点处的磁感应强度为零

B.a、b 两点处的磁感应强度大小相等，方向相反

C.c、d 两点处的磁感应强度大小相等，方向相同

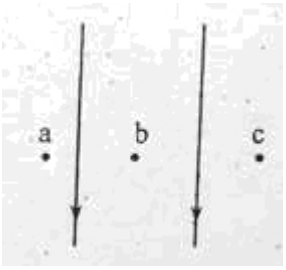
D.a、c 两点处磁感应强度的方向不同

【答案】CD

【解析】由安培定则和磁场叠加原理可判断出 o 点处的磁感应强度方向向下，一定不为为零，选项 A 错误；a、b 两点处的磁感应强度大小相等，方向相同，选项 B 错误；c、d 两点处的磁感应强度大小相等，方向相同，选项 C 正确；a、c 两点处磁感应强度的方向不同，选项 D 正确。

【考点定位】本题考查安培定则和磁场叠加原理

24.(2014·海南卷)如图，两根平行长直导线相距 2l，通有大小相等、方向相同的恒定电流：a、b、c 是导线所在平面内的三点，左侧导线与它们的距离分别为$\frac{l}{2}$、l 和 3l。关于这三点处的磁感应强度，下列判断正确的是



A.a 处的磁感应强度大小比 c 处的大

B.b、c 两处的磁感应强度大小相等

C.a、c 两处的磁感应强度方向相同

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

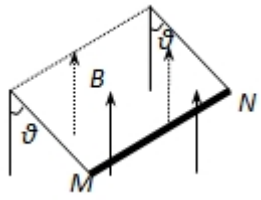
D.b 处的磁感应强度为零

【答案】AD

【解析】由右手定则可以判断，a、c 两处的磁场是两电流在 a、c 处产生的磁场相加，但 a 距离两导线比 c 近，故 a 处的磁感应强度大小比 c 处的大，A 对；b、c 与右侧电流距离相同，故右侧电流对此两处的磁场要求等大反向，但因为左侧电流要求此两处由大小不同、方向相同的磁场，故 b、c 两处的磁感应强度大小不相等，B 错；由右手定则可知，a 处磁场垂直纸面向里，c 处磁场垂直纸面向外，C 错；b 与两导线距离相等，故两磁场叠加为零，D 对。

【考点定位】磁场叠加、右手定则

25.(2012·天津卷·T2)如图所示，金属棒 MN 两端由等长的轻质细线水平悬挂，处于竖直向上的匀强磁场中，棒中通以由 M 向 N 的电流，平衡时两悬线与竖直方向夹角均为 θ。如果仅改变下列某一个条件，θ 角的相应变化情况是



A.棒中的电流变大，θ 角变大

B.两悬线等长变短，θ 角变小

C.金属棒质量变大，θ 角变大

D.磁感应强度变大，θ 角变小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】水平的直线电流在竖直磁场中受到水平的安培力而偏转，与竖直方向形成夹角，此时它受拉力、重力和安培力而达到平衡，根据平衡条件有 $\tan\theta=\frac{F_{安}}{mg}=\frac{BIL}{mg}$，所以棒子中的电流增大 θ 角度变大；两悬线变短，不影响平衡状态，θ 角度不变；金属质量变大 θ 角度变小；磁感应强度变大 θ 角度变大。答案 A。

【考点定位】本题考查力的平衡，安培力及其相关知识

26.(2014·浙江卷)如图 1 所示，两根光滑平行导轨水平放置，间距为 L，其间有竖直向下的匀强磁场，磁感应强度为 B。垂直于导轨水平对称放置一根均匀金属棒。从 t=0 时刻起，棒上有如图 2 所示的持续交流电流 I，周期为 T，最大值为 Im，图 1 中 I 所示方向为电流正方向。则金属棒

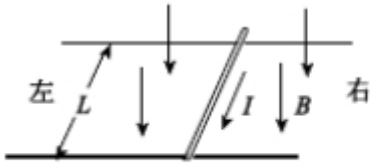


图 1

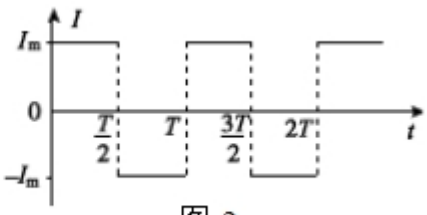


图 2

A.一直向右移动

B.速度随时间周期性变化

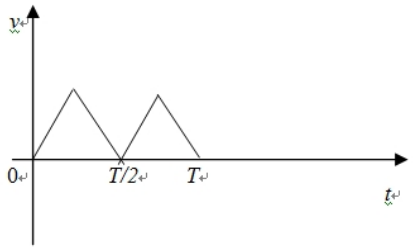
C.受到的安培力随时间周期性变化

D.受到的安培力在一个周期内做正功

【答案】ABC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

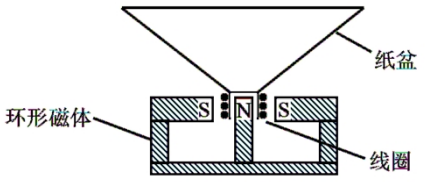
【解析】由图知在 0－T/2 时间内根据左手定则可判断金属棒受向右的安培力，且安培力的大小 F=BIL 保持不变，再根据牛顿第二定律 F=BIL=ma，知金属棒先向右做匀加速运动，在 T/2－T 时间内，电流变为反方向，同理安培力方向向左，大小不变，故金属棒向右做做匀减速运动，T 时刻速度恰好减为零，然后重复运动，其 v－t 图如图所示：



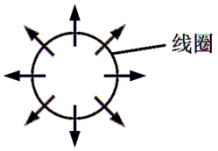
故 A、B、C 正确；受到的安培力在一个周期内先做正功，后做负功，故 D 错误。

【考点定位】安培力、牛顿第二定律、功

27.(2016·海南卷·T8)如图(a)所示，扬声器中有一线圈处于磁场中，当音频电流信号通过线圈时，线圈带动纸盆振动，发出声音。俯视图(b)表示处于辐射状磁场中的线圈(线圈平面即纸面)，磁场方向如图中箭头所示。在图(b)中



图（a）



图（b）

A.当电流沿顺时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向里

B.当电流沿顺时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向外

C.当电流沿逆时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向里

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.当电流沿逆时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向外

【答案】BC

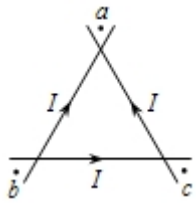
【解析】将环形导线分割成无限个小段，每一小段看成直导线，则根据左手定则，当电流沿顺时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向外，故选项 A 错误，选项 B 正确；

当电流沿逆时针方向时，线圈所受安培力的方向垂直于纸面向里，故选项 C 正确，选项 D 错误。

【考点定位】安培力

【名师点睛】解决本题的关键掌握安培力方向的判定，明确安培力产生的条件，熟练应用左手定则判断安培力的方向。

28.(2013·海南卷)三条在同一平面(纸面)内的长直绝缘导线组成一等边三角形，在导线中通过的电流均为 I，方向如图所示。a、b 和 c 三点分别位于三角形的三个顶角的平分线上，且到相应顶点的距离相等。将 a、b 和 c 处的磁感应强度大小分别记为 B_1、B_2 和 B_3，下列说法正确的是



A.$B_1=B_2<B_3$

B.$B_1=B_2=B_3$

C.a 和 b 处磁场方向垂直于纸面向外，c 处磁场方向垂直于纸面向里

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.a 处磁场方向垂直于纸面向外，b 和 c 处磁场方向垂直于纸面向里

【答案】AC

【解析】a、b 和 c 处的磁感应强度均是三条通电导线单独存在时在各点处产生的磁场的叠加。由于通过三条导线的电流大小相等，结合安培定则可判断出三条导线在 a、b 处产生的的合磁感应强度垂直纸面向外，在 c 处垂直纸面向里，且 $B_1=B_2<B_3$，故选项 A、C 正确。

【考点定位】本题考查安培定则及磁场的叠加

29.(2018·北京卷·T6)某空间存在匀强磁场和匀强电场。一个带电粒子(不计重力)以一定初速度射入该空间后，做匀速直线运动；若仅撤除电场，则该粒子做匀速圆周运动，下列因素与完成上述两类运动无关的是

A. 磁场和电场的方向

B. 磁场和电场的强弱

C. 粒子的电性和电量

D. 粒子入射时的速度

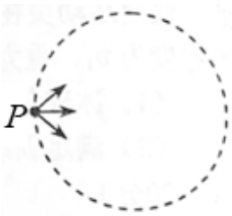
【答案】C

【解析】由题可知，当带电粒子在复合场内做匀速直线运动，即$Eq=qvB$，则$v=\frac{E}{B}$，若仅撤除电场，粒子仅在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，说明要满足题意需要对磁场与电场的方向以及强弱程度都要有要求，例如：电场方向向下，磁场方向垂直纸面向里等，但是对电性和电量无要求，故选项 C 正确，ABD 错误。

点睛：本题考查了带电粒子在复合场中的运动，实际上是考查了速度选择器的相关知识，注

意当粒子的速度与磁场不平行时，才会受到洛伦兹力的作用，所以对电场和磁场的方向有要求的。

30.(2017·新课标Ⅱ卷)如图，虚线所示的圆形区域内存在一垂直于纸面的匀强磁场，P 为磁场边界上的一点。大量相同的带电粒子以相同的速率经过 P 点，在纸面内沿不同的方向射入磁场。若粒子射入速率为v_1，这些粒子在磁场边界的出射点分布在六分之一圆周上；若粒子射入速率为v_2，相应的出射点分布在三分之一圆周上。不计重力及带电粒子之间的相互作用。则$v_2:v_1$为



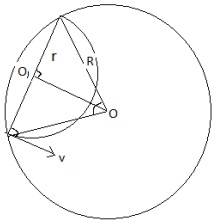
A.$\sqrt{3}:2$　　B.$\sqrt{2}:1$　　C.$\sqrt{3}:1$　　D.$3:\sqrt{2}$

【答案】C

【解析】当粒子在磁场中运动半个圆周时，打到圆形磁场的位置最远。则当粒子射入的速度为v_1，

如图，由几何知识可知，粒子运动的轨道半径为$r_1=R\cos 60°=\frac{1}{2}R$；同理，若粒子射入的速度为$v_2$，由几何知识可知，粒子运动的轨道半径为

$r_2=R\cos 30°=\frac{\sqrt{3}}{2}R$；根据$r=\frac{mv}{qB}\propto v$，则$v_2:v_1=r_2:r_1=\sqrt{3}:1$，故选 C。



【考点定位】带电粒子在磁场中的运动

【名师点睛】此题是带电粒子在有界磁场中的运动问题；解题时关键是要画出粒子运动的轨迹草图，知道能打到最远处的粒子运动的弧长是半圆周，结合几何关系即可求解。

31.(2012·北京卷)处于匀强磁场中的一个带电粒子，仅在磁场力作用下做匀速圆周运动.将该粒子的运动等效为环形电流，那么此电流值

A.与粒子电荷量成正比　　B.与粒子速率成正比

C.与粒子质量成正比　　D.与磁感应强度成正比

【答案】D

【解析】设带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的周期为 T，半径为 r，则由 $qvB=m\frac{v^2}{r}$，得 $r=\frac{mv}{qB}$，$T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$。环形电流：$I=\frac{q}{T}=\frac{q^2B}{2\pi m}$，可见，I 与 q 的平方成正比，与 v 无关，与 B 成正比，与 m 成反比。故选 D

【考点定位】本题考查了带电粒子在磁场中的运动

32.(2012·大纲全国卷)质量分别为 m_1 和 m_2、电荷量分别为 q_1 和 q_2 的两粒子在同一匀强磁场中做匀速圆周运动，已知两粒子的动量大小相等。下列说法正确的是

A.若 $q_1=q_2$，则它们做圆周运动的半径一定相等

B.若 $m_1=m_2$，则它们做圆周运动的周期一定相等

C.若 $q_1\neq q_2$，则它们做圆周运动的半径一定不相等

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.若 $m_1 \neq m_2$，则它们做圆周运动的周期一定不相等

【答案】A

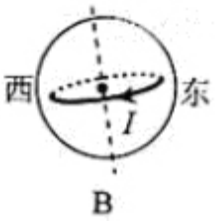
【解析】带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，其半径 $r=\frac{mv}{Bq}=\frac{P}{Bq}$，已知两粒子动量相等；若 $q_1=q_2$，则它们的圆周运动半径一定相等，选项 A 正确；若 $m_1=m_2$，不能确定两粒子电量关系，不能确定半径是否相等，选项 B 错；由周期公式 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$ 可知：仅由电量或质量关系，无法确定两粒子做圆周运动的周期是否相等，故 C、D 错误。

整个解答应改为：带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，其半径 $r=\frac{mv}{Bq}=\frac{P}{Bq}$，已知两粒子动量相等；若 $q_1=q_2$，则它们的圆周运动半径一定相等，选项 A 正确；由周期公式 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$ 可知：仅由质量关系，无法确定两粒子的电量关系，故无法确定两粒子做圆周运动的周期是否相等，故 BD 错误；若 $m_1=m_2$，不能确定两粒子电量关系，不能确定半径是否相等，选项 B 错；若 $q_1 \neq q_2$，则根据 $r=\frac{P}{Bq}$，则它们做圆周运动的半径一定不相等，选项 C 正确； 故选 AC.

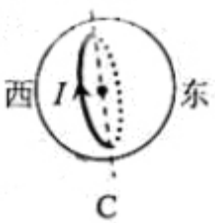
【考点定位】本题考查带电粒子在磁场中的运动

33.(2011·辽宁卷)为了解释地球的磁性，19 世纪安培假设：地球的磁场是由绕过地心的轴的环形电流 I 引起的。在下列四个图中，正确表示安培假设中环形电流方向的是

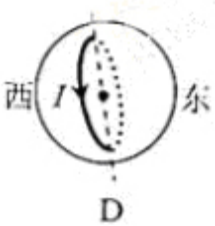
A



B



C



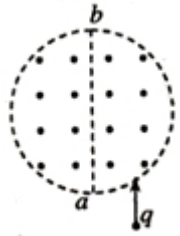
D

【答案】B

【解析】地磁的南极在地理北极的附近，故在用安培定则判断环形电流的方向时右手的拇指必需指向南方；而根据安培定则：拇指与四指垂直，而四指弯曲的方向就是电流流动的方向，故四指的方向应该向西。故 B 正确。

【考点定位】安培定则

34.(2013·新课标全国Ⅰ卷·T18)如图，半径为 R 的圆是一圆柱形匀强磁场区域的横截面(纸面)，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外，一电荷量为 q(q>0)。质量为 m 的粒子沿平行于直径 ab 的方向射入磁场区域，射入点与 ab 的距离为 $\frac{R}{2}$，已知粒子射出磁场与射入磁场时运动方向间的夹角为 60°，则粒子的速率为(不计重力)

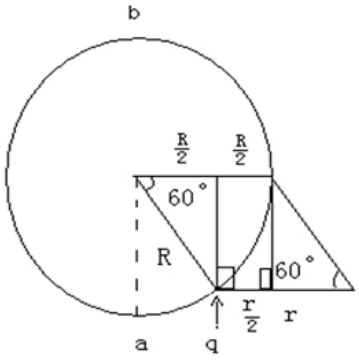


A. $\frac{qBR}{2m}$　　B. $\frac{qBR}{m}$　　C. $\frac{3qBR}{2m}$　　D. $\frac{2qBR}{m}$

【答案】B

【解析】设粒子做圆周运动的半径为 r，过入射点做速度的垂线找圆心，又速度偏角等于圆心角，根据题意做出示意图，根据几何关系求出 r=R；洛伦兹力提供向心力，$qvB=\frac{mv^2}{R}$，则粒子的速率 $v=\frac{qBR}{m}$，故 B 对；A、C、D 错。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】带电粒子在磁场中做匀速圆周运动、洛伦兹力、牛顿第二定律。

35.(2014·北京卷)带电离子 a、b 在同一匀强磁场中做匀速圆周运动，它们的动量大小相等，a 运动的半径大于 b 运动的半径。若 a、b 的电荷量分别为 q_a、q_b，质量分别为 m_a、m_b，周期分别为 T_a、T_b。则一定有

A.$q_a < q_b$　　B.$m_a < m_b$　　C. $T_a < T_b$　　D. $\frac{q_a}{m_a} < \frac{q_b}{m_b}$

【答案】A

【解析】根据洛伦兹力提供向心力有，$Bvq = \frac{mv^2}{R}$，可得离子的运动半径为 $R = \frac{mv}{Bq} = \frac{p}{Bq}$，离子的动量大小相等，且在同一个磁场中，则 q 与 R 成反比，已知 $R_a > R_b$，可得 $q_a < q_b$，A 正确；已知它们的动量大小相等，但不知速度的大小关系，无法比较它们的质量大小关系，B 错误；因为 $T = \frac{2\pi R}{v}$，不知速度的大小关系，无法比较它们的周期大小，C 错误；因为不知道质量的关系，所以它们的比荷的大小关系不能确定，D 错误。

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动规律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

36.(2014·安徽卷)“人造小太阳”托卡马克装置使用强磁场约束高温等离子体，使其中的带电粒子被尽可能限制在装置内部，而不与装置器壁碰撞，已知等离子体中带电粒子的平均动能与等离子体的温度 T 成正比，为约束更高温度的等离子体，则需要更强的磁场，以使带电粒子在磁场中的运动半径不变，由此可判断所需的磁感应强度 B 正比于

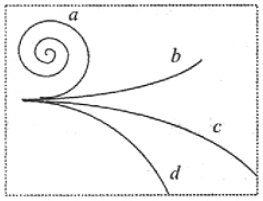
A.$\sqrt{T}$　　B.T　　C.$\sqrt{T^3}$　　D.T^2

【答案】A

【解析】粒子在磁场中运动的半径满足 $R=\frac{mv}{qB}$，即 R 不变时，v 与 B 成正比，由题意知粒子的动能与温度成正比，即 v^2 与 T 成正比，综上可知，$B\propto\sqrt{T}$，A 正确。

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动

37.(2015·重庆卷·T1)题 1 图中曲线 a、b、c、d 为气泡室中某放射物质发生衰变放出的部分粒子的经迹，气泡室中磁感应强度方向垂直纸面向里。以下判断可能正确的是



题 1 图

A.a、b 为 β 粒子的经迹　　B.a、b 为 γ 粒子的经迹

C.c、d 为 α 粒子的经迹　　D.c、d 为 β 粒子的经迹

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】D

【解析】γ 射线是不带电的光子流，在磁场中不偏转，故选项 B 错误；

α 粒子为氦核带正电，由左手定则知受到向上时洛仑兹力向上偏转，故选项 A、C 错误；

β 粒子是带负电的电子流，应向下偏转，选项 D 正确。故选 D。

【考点定位】三种放射线的性质、带电粒子在磁场中的运动。

38.(2015·海南卷·T1)如图所示，a 是竖直平面 P 上的一点，P 前有一条形磁铁垂直于 P，且 S 极朝向 a 点，P 后一电子在偏转线圈和条形磁铁的磁场的共同作用下，在水平面内向右弯曲经过 a 点。在电子经过 a 点的瞬间。条形磁铁的磁场对该电子的作用力的方向()

A.向上　　B.向下　　C.向左　　D.向右

【答案】A

【解析】条形磁铁的磁感线方向在 a 点为垂直 P 向外，粒子在条形磁铁的磁场中向右运动，所以根据左手定则可得电子受到的洛伦兹力方向向上，A 正确。

【考点定位】洛伦兹力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

39.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T14)两相邻匀强磁场区域的磁感应强度大小不同、方向平行。一速度方向与磁感应强度方向垂直的带电粒子(不计重力)，从较强磁场区域进入到较弱磁场区域后，粒子的

A.轨道半径减小，角速度增大　　B.轨道半径减小，角速度减小

C.轨道半径增大，角速度增大　　D.轨道半径增大，角速度减小

【答案】D

【解析】由于磁场方向与速度方向垂直，粒子只受到洛伦兹力作用，即 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，轨道半径 $R=\frac{mv}{qB}$，洛伦兹力不做功，从较强到较弱磁场区域后，速度大小不变，但磁感应强度变小，轨道半径变大，根据角速度 $\omega=\frac{v}{R}$ 可判断角速度变小，选项 D 正确。

【考点定位】磁场中带电粒子的偏转

40.(2015·广东卷·T16)在同一匀强磁场中，α 粒子($_2^4He$)和质子($_1^2H$)做匀速圆周运动，若它们的动量大小相等，则 α 粒子和质子

A.运动半径之比是 2∶1　　B.运动周期之比是 2∶1

C.运动速度大小之比是 4∶1　　D.受到的洛伦兹力之比是 2∶1

【答案】B

【解析】带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的向心力由洛伦兹力提供，根据洛伦兹力大小计算公式和向心力公式有：qvB＝$m\frac{v^2}{r}$，解得其运动半径为：r＝$\frac{mv}{qB}$，由

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

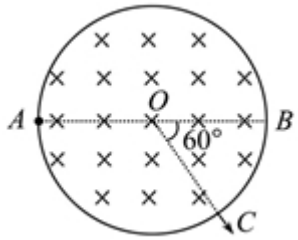
题意可知，$m_\alpha v_\alpha = m_H v_H$，所以有：$\frac{r_\alpha}{r_H} = \frac{q_H}{q_\alpha} = \frac{1}{2}$，$\frac{v_\alpha}{v_H} = \frac{m_H}{m_\alpha} = \frac{1}{4}$，$\frac{f_{洛\alpha}}{f_{洛H}} = \frac{q_\alpha}{q_H} \cdot \frac{m_H}{m_\alpha} = \frac{1}{2}$

故选项 A、C、D 错误；根据匀速圆周运动参量间关系有：$T = \frac{2\pi r}{v}$，解得：$T = \frac{2\pi m}{qB}$，

所以有：$\frac{T_\alpha}{T_H} = \frac{m_\alpha}{m_H} \cdot \frac{q_H}{q_\alpha} = \frac{2}{1}$，故选项 B 正确。

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动。

41.(2012·安徽卷·T19)如图所示，圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场，一个带电粒子以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场，经过△t 时间从 C 点射出磁场，OC 与 OB 成 60°角。现将带电粒子的速度变为 v/3，仍从 A 点沿原方向射入磁场，不计重力，则粒子在磁场中的运动时间变为



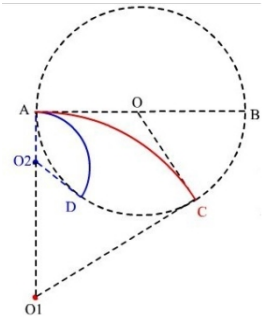
A. $\frac{1}{2}$△t　　B.2△t　　C.$\frac{1}{3}$△t　　D.3△t

【答案】B

【解析】由牛顿第二定律 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 及匀速圆周运动 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 得：$r = \frac{mv}{qB}$；$T = \frac{2\pi m}{qB}$。

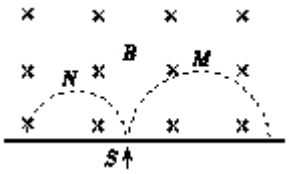
作出粒子的运动轨迹图，由图可得以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场经过 Δt=T/6 从 C 点射出磁场，轨道半径 $r = \sqrt{3}AO$；速度变为 v/3 时，运动半径是 r/3=$\sqrt{3}AO/3$，由几何关系可得在磁场中运动转过的圆心角为 120^0，运动时间为 T/3,即 $2\Delta t$。A、C、D 项错误；B 项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】此题考查带电粒子在匀强磁场中运动及其相关知识

42.(2012·广东卷)质量和电量都相等的带电粒子 M 和 N，以不同的速度率经小孔 S 垂直进入匀强磁场，运行的半圆轨迹如图中虚线所示，下列表述正确的是



A.M 带负电，N 带正电

B.M 的速度率小于 N 的速率

C.洛伦兹力对 M、N 做正功

D.M 的运行时间大于 N 的运行时间

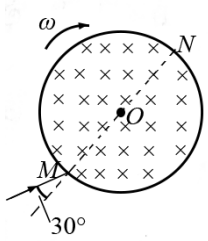
【答案】A

【解析】由左手定则判断出 N 带正电荷，M 带负电荷，故 A 正确；粒子在磁场中运动，洛伦兹力提供向心力 $qvB = m\frac{v^2}{r}$，半径为：$r = \frac{mv}{qB}$，在质量与电量相同的情况下，半径大说明速率大，即 M 的速度率大于 N 的速率，B 错误；洛伦兹力不做功，C 错误;粒子在磁场中运动半周，即时间为周期的一半，而周期为 $T = \frac{2\pi m}{qB}$，M 的运行时间等于 N 的运行时间，故 D 错误。故选 A。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查带电粒子在磁场中的运动

43.(2016·全国新课标Ⅱ卷)一圆筒处于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，磁场方向与筒的轴平行，筒的横截面如图所示。图中直径 MN 的两端分别开有小孔，筒绕其中心轴以角速度 ω 顺时针转动。在该截面内，一带电粒子从小孔 M 射入筒内，射入时的运动方向与 MN 成 30°角。当筒转过 90°时，该粒子恰好从小孔 N 飞出圆筒。不计重力。若粒子在筒内未与筒壁发生碰撞，则带电粒子的比荷为



A. $\frac{\omega}{3B}$　　B. $\frac{\omega}{2B}$　　C. $\frac{\omega}{B}$　　D. $\frac{2\omega}{B}$

【答案】A

【解析】作出粒子的运动轨迹，由几何知识可得，轨迹的圆心角为 $(\frac{\pi}{4}-\frac{\pi}{3})\times 2=\frac{\pi}{6}$，

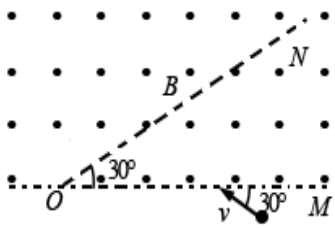
两个运动具有等时性，则 $\frac{60}{360}\times\frac{2\pi m}{qB}=\frac{\frac{\pi}{2}}{\omega}$，解得 $\frac{q}{m}=\frac{\omega}{3B}$，故选 A。

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动

【名师点睛】此题考查带电粒子在匀强磁场中的运动问题；解题时必须要画出规范的粒子运动的草图，结合几何关系找到粒子在磁场中运动的偏转角，根据两个运动的等时性求解未知量；此题难度中等，意在考查考生对物理知识与数学知识的综合能力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

44.(2016·全国新课标III卷·T18)平面 OM 和平面 ON 之间的夹角为 30°,其横截面(纸面)如图所示，平面 OM 上方存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B、方向垂直于纸面向外。一带电粒子的质量为 m，电荷量为 q(q>0)。粒子沿纸面以大小为 v 的速度从 OM 的某点向左上方射入磁场，速度与 OM 成 30°角。已知该粒子在磁场中的运动轨迹与 ON 只有一个交点，并从 OM 上另一点射出磁场。不计重力。粒子离开磁场的出射点到两平面交线 O 的距离为



A. $\frac{mv}{2qB}$　　B. $\frac{\sqrt{3}mv}{qB}$　　C. $\frac{2mv}{qB}$　　D. $\frac{4mv}{qB}$

【答案】D

粒子进入磁场做顺时针方向的匀速圆周运动，轨迹如图所示，根据洛伦兹力提供向心力，

有 $qvB=\frac{mv^2}{R}$，解得 $R=\frac{mv}{qB}$，

根据轨迹图知 PQ＝2R＝2$\frac{mv}{qB}$，∠OPQ=60°

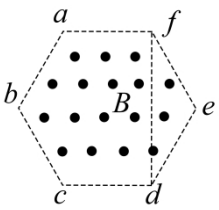
粒子离开磁场的出射点到两平面交线 O 的距离为 OP＝2PQ＝4$\frac{mv}{qB}$，D 正确，ABC 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】考查了带电粒子在有界磁场中的运动

【方法技巧】带电粒子在匀强磁场中运动时，洛伦兹力充当向心力，从而得出半径公式 $R=\frac{mv}{Bq}$，周期公式 $T=\frac{2\pi m}{Bq}$，运动时间公式 $t=\frac{\theta}{2\pi}T$，知道粒子在磁场中运动半径和速度有关，运动周期和速度无关，画轨迹，定圆心，找半径，结合几何知识分析解题。

45.(2016·四川卷)如图所示，正六边形 abcdef 区域内有垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子从 f 点沿 fd 方向射入磁场区域，当速度大小为 v_b 时，从 b 点离开磁场，在磁场中运动的时间为 t_b，当速度大小为 v_c 时，从 c 点离开磁场，在磁场中运动的时间为 t_c，不计粒子重力。则



A.$v_b:v_c=1:2$，$t_b:t_c=2:1$　　B.$v_b:v_c=2:2$，$t_b:t_c=1:2$

C.$v_b:v_c=2:1$，$t_b:t_c=2:1$　　D.$v_b:v_c=1:2$，$t_b:t_c=1:2$

【答案】A

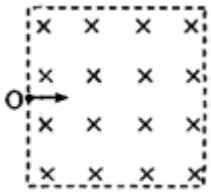
【解析】设正六边形边长为 L，若粒子从 b 点离开磁场，可知运动的半径为 $R_1=L$，在磁场中转过的角度为 $\theta_1=120°$；若粒子从 c 点离开磁场，可知运动的半径为 $R_2=2L$，在磁场中转过的角度为 $\theta_2=60°$，根据 $R=\frac{mv}{qB}$ 可知 $v_b:v_c=R_1:R_2=1:2$；根据 $t=\frac{\theta}{360}T=\frac{\theta}{360}\cdot\frac{2\pi m}{qB}$ 可知，$t_b:t_c=\theta_1:\theta_2=2:1$，故选 A。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

考点：带电粒子在匀强磁场中的运动。

【名师点睛】此题考查了带电粒子在匀强磁场中的运动；做此类型的习题，关键是画出几何轨迹图，找出半径关系及偏转的角度关系；注意粒子在同一磁场中运动的周期与速度是无关的；记住两个常用的公式：$R=\frac{mv}{qB}$和$T=\frac{2\pi m}{qB}$。

46.(2011·海南卷)空间存在方向垂直于纸面向里的匀强磁场，图中的正方形为其边界.一细束由两种粒子组成的粒子流沿垂直于磁场的方向从O点入射.这两种粒子带同种电荷，它们的电荷量、质量均不同，但其比荷相同，且都包含不同速率的粒子.不计重力.下列说法正确的是



A.入射速度不同的粒子在磁场中的运动时间一定不同

B.入射速度相同的粒子在磁场中的运动轨迹一定相同

C.在磁场中运动时间相同的粒子，其运动轨迹一定相同

D.在磁场中运动时间越长的粒子，其轨迹所对的圆心角一定越大

【答案】BC

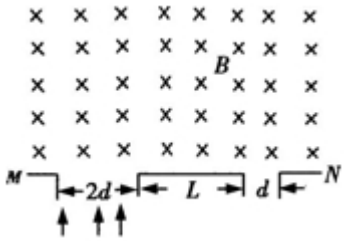
【解析】两种粒子均做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力：$qvB=m\frac{v^2}{r}$，解得$r=\frac{mv}{Bq}$，入射速度v相同的粒子，轨道半径r相同，在磁场中的运动轨迹相同，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B 正确；周期 $T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{Bq}$，不管粒子速度是否相同，周期都相同，A 错误；但在磁场中的运动时间还与轨道半径 r 有关，当半径 r 小于或等于四分之一边长时，在磁场中运动半圈，圆心角为 180°，运动时间最长，D 错误；半径大于四分之一边长还要分两种情况讨论，但是运动时间相同的粒子，其运动轨迹一定相同，C 正确；

【考点定位】带电粒子在有界匀强磁场中的运动

47.(2011·浙江卷)利用如图所示装置可以选择一定速度范围内的带电粒子。图中板 MN 上方是磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向里的匀强磁场，板上有两条宽度分别为 2d 和 d 的缝，两缝近端相距为 L。一群质量为 m、电荷量为 q，具有不同速度的粒子从宽度为 2d 的缝垂直于板 MN 进入磁场，对于能够从宽度为 d 的缝射出的粒子，下列说法正确的是



A.粒子带正电

B.射出粒子的最大速度为 $\frac{qB(L+3d)}{2m}$

C.保持 d 和 L 不变，增大 B，射出粒子的最大速度与最小速度之差增大

D.保持 d 和 B 不变，增大 L，射出粒子的最大速度与最小速度之差增大

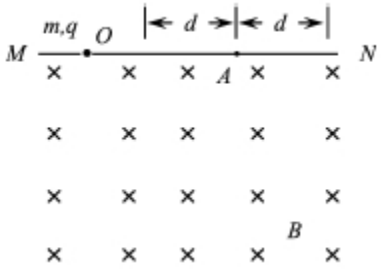
【答案】BC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由左手定则可判断粒子带负电，故 A 错误；由题意知：粒子的最大半径 $r_{max}=\frac{L+3d}{2}$、粒子的最小半径 $r_{min}=\frac{L}{2}$，根据 $r=\frac{mv}{qB}$，可得 $v_{max}=\frac{qB(L+3d)}{2m}$、$v_{min}=\frac{qBL}{2m}$，则 $v_{max}-v_{min}=\frac{3qBd}{2m}$，故可知 B、C 正确，D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动

48.(2012·江苏卷)如图所示，MN是磁感应强度为B的匀强磁场的边界。一质量为m、电荷量为q的粒子在纸面内从O点射入磁场. 若粒子速度为v_0，最远能落在边界上的A点。下列说法正确的有



A.若粒子落在A点的左侧，其速度一定小于v_0

B.若粒子落在A点的右侧，其速度一定大于v_0

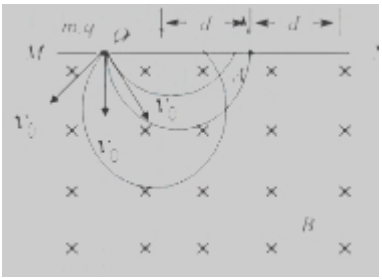
C.若粒子落在A点左右两侧d的范围内，其速度不可能小于$v_0-qBd/2m$

D.若粒子落在A点左右两侧d的范围内，其速度不可能大于$v_0+qBd/2m$

【答案】BC

【解析】粒子速度 v_0 垂直 MN 边界进入磁场时到边界上的的落点最远，距离为 $2r=\frac{2mv_0}{qB}$，若粒子速度不与 MN 垂直，落点在 A 点左侧，如图示 A 项错，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



若粒子落在 A 点的右侧，其半径一定大于$\frac{mv_0}{qB}$，速度一定大于 v_0，B 项对，若粒子落在 A 点左侧 d 处，设粒子的最小速度为 v_1，则$\frac{mv_1}{qB}=\frac{2r-d}{2}=\frac{\frac{2mv_0}{qB}-d}{2}$，得$v_1=v_0-\frac{qBd}{2m}$，若粒子落在A 点左侧d 的范围内，其速度不可能小于$v_0-qBd/2m$。，若粒子落在 A 点右侧 d 处，设粒子的最小速度为 v_2，则$\frac{mv_2}{qB}=\frac{2r+d}{2}=\frac{\frac{2mv_0}{qB}+d}{2}$，得$v_2=v_0+\frac{qBd}{2m}$，若粒子落在 A 点左侧 d 的范围内，其速度不可能小于$v_0+qBd/2m$，D 项错。

【考点定位】本题考查带电粒子在磁场中的运动及其相关知识

49.(2014·新课标全国卷Ⅱ)如图为某磁谱仪部分构件的示意图。图中，永磁铁提供匀强磁场，硅微条径迹探测器可以探测粒子在其中运动的轨迹。宇宙射线中有大量的电子、正电子和质子。当这些粒子从上部垂直进入磁场时，下列说法正确的是

A.电子与正电子的偏转方向一定不同

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.电子和正电子在磁场中的运动轨迹一定相同

C.仅依据粒子的运动轨迹无法判断此粒子是质子还是正电子

D.粒子的动能越大，它在磁场中运动轨迹的半径越小

【答案】AC

【解析】由于电子和正电子电荷性质相反，当入射速度方向相同时，受洛仑兹力方向相反，则偏转方向相反，故 A 正确。由于电子与正电子速度大小未知，根据带电粒子的偏转半径公式可知，运动半径不一定相同，故 B 错误。由于质子与正电子的速度未知，半径不一定相同，则根据轨迹无法判断粒子的性质，C 正确。由 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$，则 $r=\frac{mv}{qB}=\frac{\sqrt{2bE_k}}{qB}$ 可知粒子动能越大，它在磁场中运动轨迹的半径越大，故 D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动。

50.(2015·全国新课标Ⅱ卷·T19)有两个运强磁场区域 I 和 II，I 中的磁感应强度是 II 中的 k 倍，两个速率相同的电子分别在两磁场区域做圆周运动。与 I 中运动的电子相比，II 中的电子

A.运动轨迹的半径是 I 中的 k 倍

B.加速度的大小是 I 中的 k 倍

C.做圆周运动的周期是 I 中的 k 倍

D.做圆周运动的角速度是 I 中的 k 倍

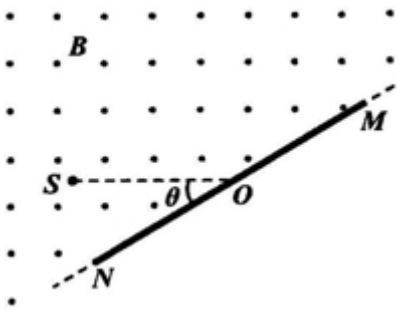
【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】电子在磁场中做匀速圆周运动时，向心力由洛伦兹力提供：$qvB=\frac{mv^2}{r}$，解得：$r=\frac{mv}{qB}$，因为 I 中的磁感应强度是 II 中的 k 倍，所以，II 中的电子运动轨迹的半径是 I 中的 k 倍，故 A 正确；加速度 $a=\frac{qvB}{m}$，加速度大小是 I 中的 1/k 倍，故 B 错误；由周期公式：$T=\frac{2\pi m}{qB}$，得 II 中的电子做圆周运动的周期是 I 中的 k 倍，故 C 正确；角速度 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{qB}{m}$，II 中的电子做圆周运动的角速度是 I 中的 1/k 倍，D 错误。

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动；圆周运动

51.(2015·四川卷·T7)如图所示，S 处有一电子源，可向纸面内任意方向发射电子，平板 MN 垂直于纸面，在纸面内的长度 L=9.1cm，中点 O 与 S 间的距离 d＝4.55cm，MN 与 SO 直线的夹角为 θ，板所在平面有电子源的一侧区域有方向垂直于纸面向外的匀强磁场，磁感应强度 B＝2.0×10^{-4}T，电子质量 m＝9.1×10^{-31}kg，电荷量 e＝－1.6×10^{-19}C，不计电子重力。电子源发射速度 v＝1.6×10^{6}m/s 的一个电子，该电子打在板上可能位置的区域的长度为 l，则



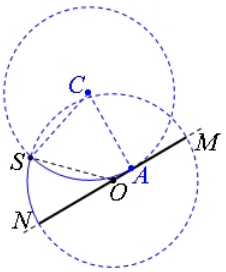
A.θ＝90°时，l＝9.1cm　　B.θ＝60°时，l＝9.1cm

C.θ＝45°时，l＝4.55cm　　D.θ＝30°时，l＝4.55cm

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

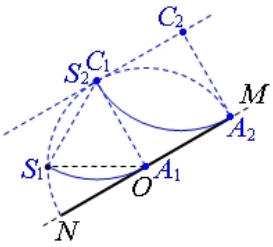
【答案】AD

【解析】电子在磁场中受洛伦兹力作用做匀速圆周运动，根据洛伦兹力大小计算公式和向心力公式有：$evB=m\frac{v^2}{r}$，解得电子圆周运动的轨道半径为：$r=\frac{mv}{eB}=\frac{9.1\times10^{-31}\times1.6\times10^{6}}{1.6\times10^{-19}\times2.0\times10^{-4}}m=4.55\times10^{-2}m=4.55cm$，恰好有：$r=d=L/2$，由于电子源 S，可向纸面内任意方向发射电子，因此电子的运动轨迹将是过 S 点的一系列半径为 r 的等大圆，能够打到板 MN 上的区域范围如下图所示，实线 SN 表示电子刚好经过板 N 端时的轨迹，实线 SA 表示电子轨迹刚好与板相切于 A 点时的轨迹，因此电子打在板上可能位置的区域的长度为：$l=NA$，



又由题设选项可知，MN 与 SO 直线的夹角 θ 不定，但要使电子轨迹与 MN 板相切，根据图中几何关系可知，此时电子的轨迹圆心 C 一定落在与 MN 距离为 r 的平行线上，如下图所示，当 $l=4.55cm$ 时，即 A 点与板 O 点重合，作出电子轨迹如下图中实线 S_1A_1，由图中几何关系可知，此时 S_1O 与 MN 的夹角 $\theta=30°$，故选项 C 错误；选项 D 正确；当 $l=9.1cm$ 时，即 A 点与板 M 端重合，作出电子轨迹如下图中实线 S_2A_2，由图中几何关系可知，此时 S_2O 与 MN 的夹角 $\theta=90°$，故选项 A 正确；选项 B 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】带电粒子在有界磁场中的运动。

52.(2013·广东卷·T21)如图所示，两个初速度大小相同的同种离子 a 和 b，从 O 点沿垂直磁场方向进人匀强磁场，最后打到屏 P 上。不计重力。下列说法正确的有

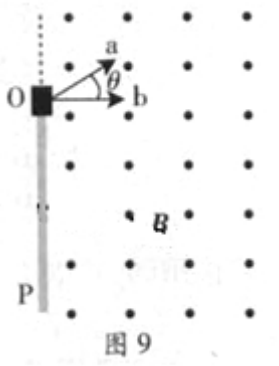


图 9

A.a、b 均带正电　　B.a 在磁场中飞行的时间比 b 的短

C.a 在磁场中飞行的路程比 b 的短　　D.a 在 P 上的落点与 O 点的距离比 b 的近

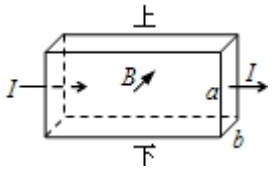
【答案】AD

【解析】左手定则知，A 正确；由带电粒子在匀强磁场中运动的半径公式、周期公式 $r=\frac{mv}{Bq}, T=\frac{2\pi m}{Bq}$ 知，两粒子半径相等，轨迹 b 为半圆，a 为优弧，故 B、C 错误，D 正确。

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

53.(2013·重庆卷)如图所示，一段长方体形导电材料，左右两端面的边长都为 a 和 b，内有带电量为 q 的某种自由运动电荷。导电材料置于方向垂直于其前表面向里的匀强磁场中，内部磁感应强度大小为 B。当通以从左到右的稳恒电流 I 时，测得导电材料上、下表面之间的电压为 U，且上表面的电势比下表面的低。由此可得该导电材料单位体积内自由运动电荷数及自由运动电荷的正负分别为



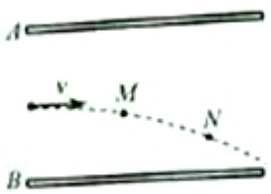
A. $\frac{IB}{|q|aU}$，负　　B. $\frac{IB}{|q|aU}$，正　　C. $\frac{IB}{|q|bU}$，负　　D. $\frac{IB}{|q|bU}$，正

【答案】C

【解析】因为上表面的电势比下表面的低，根据左手定则，知道移动的电荷为负电荷.因为 $qvB = q\frac{U}{a}$，解得 $v = \frac{U}{Ba}$，因为电流 I=nqvs=nqvab，解得 $n = \frac{IB}{|q|bU}$.故 C 正确，A、B、D 错误.

【考点定位】左手定则；带电粒子在复合场中的运动；电流的微观表达式.

54.(2014·天津卷)如图所示，平行金属板 A、B 水平正对放置，分别带等量异号电荷。一带电微粒水平射入板间，在重力和电场力共同作用下运动，轨迹如图中虚线所示，那么



A.若微粒带正电荷，则 A 板一定带正电荷

B.微粒从 M 点运动到 N 点电势能一定增加

C.微粒从 M 点运动到 N 点动能一定增加

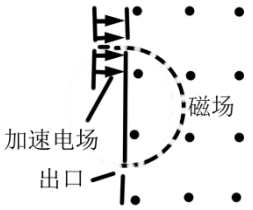
D.微粒从 M 点运动到 N 点机械能一定增加

【答案】C

【解析】以带电粒子为研究对象分析受力可知，微粒同时受到重力和电场力作用，由题中条件仅可判断出重力与电场力合力向下，但无法确定电场力的大小和方向以及微粒所带电荷电性，故只能确定合力对微粒做正功，其动能增大，其他结论均无法确定，所以只有选项 C 正确；

【考点定位】带电粒子在复合场中的运动

55.(2016·全国新课标Ⅰ卷·T15)现代质谱仪可用来分析比质子重很多倍的离子，其示意图如图所示，其中加速电压恒定。质子在入口处从静止开始被加速电场加速，经匀强磁场偏转后从出口离开磁场。若某种一价正离子在入口处从静止开始被同一加速电场加速，为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场，需将磁感应强度增加到原来的 12 倍。此离子和质子的质量比约为



A.11　　B.12　　C.121　　D.144

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设质子的质量数和电荷数分别为 m_1、q_1，一价正离子的质量数和电荷数为 m_2、q_2，对于任意粒子，在加速电场中，由动能定理得：$qU=\frac{1}{2}mv^2-0$

得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ ①　　在磁场中应满足 $qvB=m\frac{v^2}{r}$ ②

由题意，

由于两种粒子从同一入口垂直进入磁场，从同一出口垂直离开磁场，故在磁场中做匀速圆周运动的半径应相同。

由①②式联立求解得

匀速圆周运动的半径 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$，由于加速电压不变，

故 $\frac{r_1}{r_2}=\frac{B_2}{B_1}\cdot\sqrt{\frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{q_2}{q_1}}=\frac{1}{1}$

其中 $B_2=12B_1$，$q_1=q_2$，可得 $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{144}$

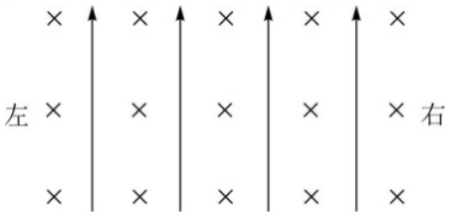
故一价正离子与质子的质量比约为 144

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动、带电粒子在匀强电场中的运动

【名师点睛】本题主要考查带电粒子在匀强磁场和匀强电场中的运动。要特别注意带电粒子在匀强磁场中做圆周运动的向心力由洛伦兹力提供，根据动能定理求出带电粒子出电场进磁场的速度。本题关键是要理解两种粒子在磁场中运动的半径不变。

56.(2017·新课标Ⅰ卷)如图，空间某区域存在匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向上(与纸面平行)，磁场方向垂直于纸面向里，三个带正电的微粒 a、b、c 电荷

量相等，质量分别为 m_a、m_b、m_c。已知在该区域内，a 在纸面内做匀速圆周运动，b 在纸面内向右做匀速直线运动，c 在纸面内向左做匀速直线运动。下列选项正确的是



A. $m_a > m_b > m_c$　　B. $m_b > m_a > m_c$

C. $m_c > m_a > m_b$　　D. $m_c > m_b > m_a$

【答案】B

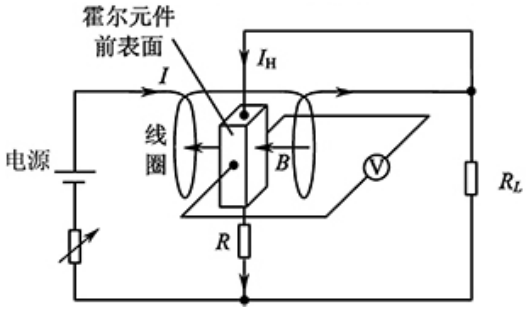
【解析】由题意知，$m_ag=qE$，$m_bg=qE+Bqv$，$m_cg+Bqv=qE$，所以 $m_b > m_a > m_c$，故 B 正确，ACD 错误。

【考点定位】带电粒子在复合场中的运动。

【名师点睛】三种场力同时存在，做匀速圆周运动的条件是 $m_ag=qE$，两个匀速直线运动，合外力为零，重点是洛伦兹力的方向判断。

57.(2014·江苏卷)如图所示，导电物质为电子的霍尔元件位于两串联线圈之间，线圈中电流为 I，线圈间产生匀强磁场，磁感应强度大小 B 与 I 成正比，方向垂直于霍尔元件的两侧面，此时通过霍尔元件的电流为 I_H，与其前后表面相连的电压表测出的霍尔电压 U_H 满足：$U_H = k\frac{I_H B}{d}$，式中 k 为霍尔系数，d 为霍尔元件两侧面间的距离。电阻 R 远大于 R_L，霍尔元件的电阻可以忽略，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.霍尔元件前表面的电势低于后表面　　B.若电源的正负极对调，电压表将反偏

C.I_H 与 I 成正比　　D.电压表的示数与 R_L 消耗的电功率成正比

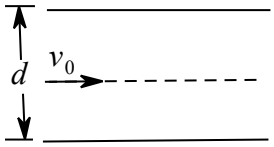
【答案】CD

【解析】根据左手定则可以判断出霍尔元件中的导电物质所受安培力指向后表面，即将向后表面侧移，又由于该导电物质为电子，带负电，因此后表面的电势将低于前表面的电势，故选项 A 错误；若电源的正负极对调，磁场方向与图示方向相反，同时由电路结构可知，流经霍尔元件上下面的电流也将反向，因此电子的受力方向不变，即前后表面电势高低情况不变，故选项 B 错误；由电路结构可知，R_L 与 R 并联后与线圈串联，因此有：$I=\frac{R+R_L}{R_L}I_H$，故选项 C 正确；R_L 消耗的电功率 $P_L=(\frac{R}{R_L}I_H)^2R_L=\frac{R^2}{R_L}I_H^2$，显然 P_L 与 I_H^2 成正比，又因为磁感应强度大小 B 与 I 成正比，即 B 与 I_H 成正比，电压表的示数 $U_H=k\frac{I_HB}{d}$，则 U_H 与 I_H^2 成正比，所以 U_H 与 R_L 消耗的电功率 P_L 成正比，故选项 D 正确。

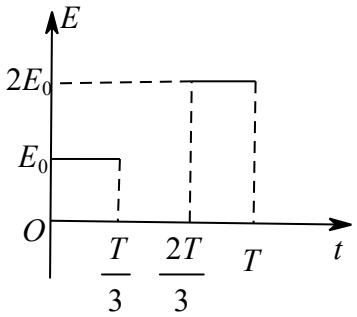
【考点定位】本题主要考查了电路的串并联关系、带电粒子在复合场中运动的现实应用分析问题，属于中档题。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

58.(2015·山东卷·T20)如图甲，两水平金属板间距为 d，板间电场强度的变化规律如图乙所示。t=0 时刻，质量为 m 的带电微粒以初速度 v_0 沿中线射入两板间，$0\sim\frac{T}{3}$ 时间内微粒匀速运动，T 时刻微粒恰好经金属边缘飞出。微粒运动过程中未与金属板接触。重力加速度的大小为 g。关于微粒在 $0\sim T$ 时间内运动的描述，正确的是



图甲



图乙

A.末速度大小为 $\sqrt{2}v_0$　　B.末速度沿水平方向

C.重力势能减少了 $\frac{1}{2}mgd$　　D.克服电场力做功为 mgd

【答案】BC

【解析】AB、$0\sim\frac{T}{3}$ 时间内微粒匀速运动，则有：$E_0q=mg$，$\frac{T}{3}\sim\frac{2}{3}T$ 内，微粒做平抛运动，下降的位移 $x_1=\frac{1}{2}g\left(\frac{T}{3}\right)^2$，$\frac{2}{3}T$ ～T 时间内，微粒的加速度 $a=\frac{2qE_0-mg}{m}=g$，方向竖直向上，微粒在竖直方向上做匀减速运动，T 时刻竖直分速度为零，所以末速度的方向沿水平方向，大小为 v_0，故 A 错误，B 正确；

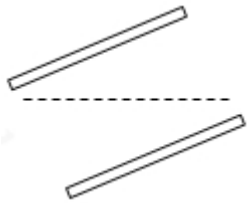
C、微粒在竖直方向上向下运动，位移大小为 $\frac{1}{2}$d，则重力势能的减小量为 $\frac{1}{2}$mgd，故 C 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D、在$\frac{T}{3}\sim\frac{2}{3}T$内和$\frac{2}{3}T$～T时间内竖直方向上的加速度大小相等，方向相反，时间相等，则位移的大小相等，为$\frac{1}{4}$d，整个过程中克服电场力做功为$2E_0\cdot q\cdot\frac{1}{4}d=\frac{1}{2}qE_0d=\frac{1}{2}mgd$，故D错误。

【考点定位】带电粒子在复合场中的运动.

59.(2012·新课标卷)如图，平行板电容器的两个极板与水平地面成一角度，两极板与一直流电源相连。若一带电粒子恰能沿图中所示水平直线通过电容器，则在此过程中，该粒子



A.所受重力与电场力平衡

B.电势能逐渐增加

C.动能逐渐增加

D.做匀变速直线运动

【答案】BD

【解析】根据题意可知，粒子做直线运动，则电场力与重力的合力与速度方向反向，粒子做匀减速直线运动，因此A错误，D正确；由A选项分析可知，电场力做负功，则电势能增加，故B正确；因电场力做负功，则电势能增加，导致动能减小，故C错误；故选：BD。

【考点定位】本题考查带电粒子在复合场中的运动及其相关知识

60.(2010·上海卷·T13)如图，长为 2*l* 的直导线拆成边长相等，夹角为 60°的 V 形，并置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为 B，当在该导线中通以电流强度为 I 的电流时，该 V 形通电导线受到的安培力大小为

A.0　　B.0.5BI*l*　C. Bi*l*　　D.2 BI*l*

【答案】C

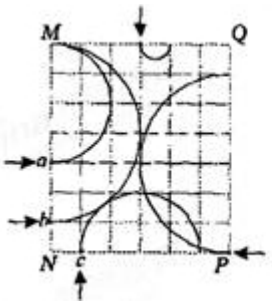
【解析】导线有效长度为 2lsin30°=l, 所以该 V 形通电导线收到的安培力大小为 BI*l*。选 C。

本题考查安培力大小的计算。

难度：易。

61.(2010·重庆卷·T21)如题 21 图所示, 矩形 MNPQ 区域内有方向垂直于纸面的匀强磁场，有 5 个带点粒子从图中箭头所示位置垂直于磁场边界进入磁场，在纸面内做匀速圆周运动，运动轨迹为相应的圆弧，这些粒子的质量，电荷量以及速度大小如下表所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



粒子编号	质量	电荷量($q>0$)	速度大小
1	m	$2q$	v
2	$2m$	$2q$	$2v$
3	$3m$	$-3q$	$3v$
4	$2m$	$2q$	$3v$
5	$2m$	$-q$	v

由以上信息可知，从图中 a、b、c 处进入的粒子对应表中的编号分别为

A.3、5、 4　　B.4、2、5

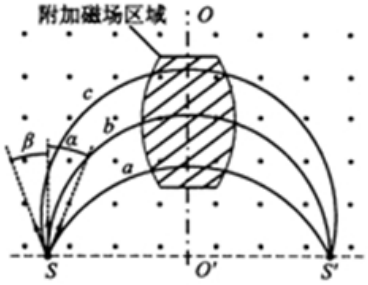
C.5、3、2　　D.2、4、5

【答案】D

【解析】本题考查带电粒子在磁场中的偏转的半径公式，左手定则等知识点。由表格中的信息可求出校子的轨道半径关系 $r_3=r_4>r_2=r_5>r_1$，则半径最小的粒子是 1 号，1 号粒子带正电，由左手定则知，磁场方向垂直纸面向内。B 粒子半径最大，必是 3 号或 4 号粒子，再根据左手定则知，b 粒子带正电，则 b 是 4 号；同样可知，a 是 5 号粒子。

62.(2010·江苏卷·T9)如图所示，在匀强磁场中附加另一匀强磁场，附加磁场位于图中阴影区域，附加磁场区域的对称轴 OO’与 SS’垂直。a、b、c 三个质子先后从 S 点沿垂直于磁场的方向摄入磁场，它们的速度大小相等，b 的速度方向与 SS’垂直，a、c 的速度方向与 b 的速度方向间的夹角分别为 α、β，且 α>β。三个质子经过附加磁场区域后能达到同一点 S’，则下列说法中正确的有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.三个质子从 S 运动到 S’的时间相等

B.三个质子在附加磁场以外区域运动时，运动轨迹的圆心均在 OO’轴上

C.若撤去附加磁场，a 到达 SS’连线上的位置距 S 点最近

D.附加磁场方向与原磁场方向相同

【答案】CD

【解析】

A.三个质子从 S 运动到 S’的时间不相等，A 错误，

B.三个质子在附加磁场以外区域运动时，只有 b 运动轨迹的圆心在 OO’轴上，因为半径相等，而圆心在初速度方向的垂线上，所以 B 错误；

C.用作图法可知，若撤去附加磁场，a 到达 SS’连线上的位置距 S 点最近，b 最远，C 正确；

D.因 b 要增大曲率，才能使到达 SS’连线上的位置向 S 点靠近，所以附加磁场方向与原磁场方向相同，D 正确；

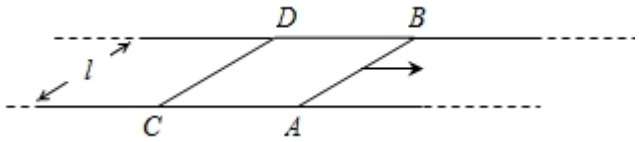
本题选 CD。

本题考查带电粒子在磁场中的运动。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

非选择题：

63.(2019•海南卷•T14)如图，一水平面内固定有两根平行的长直金属导轨，导轨间距为 l；两根相同的导体棒 AB、CD 置于导轨上并与导轨垂直，长度均为 l；棒与导轨间的动摩擦因数为 μ(最大静摩擦力等于滑动摩擦力)：整个装置处于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向竖直向下。从 t=0 时开始，对 AB 棒施加一外力，使 AB 棒从静止开始向右做匀加速运动，直到 $t=t_1$ 时刻撤去外力，此时棒中的感应电流为 i_1；已知 CD 棒在 $t=t_0\left(0<t_0<t_1\right)$ 时刻开始运动，运动过程中两棒均与导轨接触良好。两棒的质量均为 m，电阻均为 R，导轨的电阻不计。重力加速度大小为 g。



(1)求 AB 棒做匀加速运动的加速度大小；

(2)求撤去外力时 CD 棒的速度大小；

(3)撤去外力后，CD 棒在 $t=t_2$ 时刻静止，求此时 AB 棒的速度大小。

【 答 案 】 (1) $\dfrac{2\mu mgR}{B^2l^2t_0}$ (2) $\dfrac{2\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\dfrac{2Ri_1}{Bl}$ (3)

$\dfrac{4\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\dfrac{2Ri_1}{Bl}-2\mu g(t_2-t_1)$

【解析】

(1)当 CD 棒开始刚运动时，设 CD 棒中电流为 i_0。则有：$Bi_0l=\mu mg$，得：$i_0=\dfrac{\mu mg}{Bl}$

设此时 AB 棒的速度为 v_0，则有：$i_0=\dfrac{Blv_0}{2R}$，得：$v_0=\dfrac{2\mu mgR}{B^2l^2}$

故 AB 棒做匀加速运动的加速度大小为：$a=\dfrac{v_0}{t_0}=\dfrac{2\mu mgR}{B^2l^2t_0}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设撤去外力时 CD 棒的速度大小为 v_1，AB 棒的速度大小为 v_2，则有：$v_2=at_1$。

根据欧姆定律得：$i_1=\frac{Blv_2-Blv_1}{2R}$ 联立解得：$v_1=\frac{2\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\frac{2Ri_1}{Bl}$

(3)设 CD 棒在 $t=t_2$ 时刻静止时 AB 棒的速度大小为 v_3。

对两棒整体，安培力的冲量为 0，由动量定理得：$-2\mu mg(t_2-t_1)=mv_3-mv_1-mv_2$。

联立解得：$v_3=\frac{4\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\frac{2Ri_1}{Bl}-2\mu g(t_2-t_1)$

64.(2019•全国Ⅰ卷•T11)如图，在直角三角形 *OPN* 区域内存在匀强磁场，磁感应强度大小为 *B*、方向垂直于纸面向外。一带正电的粒子从静止开始经电压 *U* 加速后，沿平行于 x 轴的方向射入磁场；一段时间后，该粒子在 *OP* 边上某点以垂直于 x 轴的方向射出。已知 *O* 点为坐标原点，*N* 点在 *y* 轴上，*OP* 与 *x* 轴的夹角为 30°，粒子进入磁场的入射点与离开磁场的出射点之间的距离为 *d*，不计重力。求

(1)带电粒子的比荷；

(2)带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间。

【答案】(1)$\frac{4U}{d^2B^2}$ (2)$\left(\frac{\pi}{8}+\frac{\sqrt{3}}{12}\right)\cdot\frac{d^2B}{U}$ 或 $\frac{Bd^2}{4U}\left(\frac{\pi}{2}+\frac{\sqrt{3}}{3}\right)$

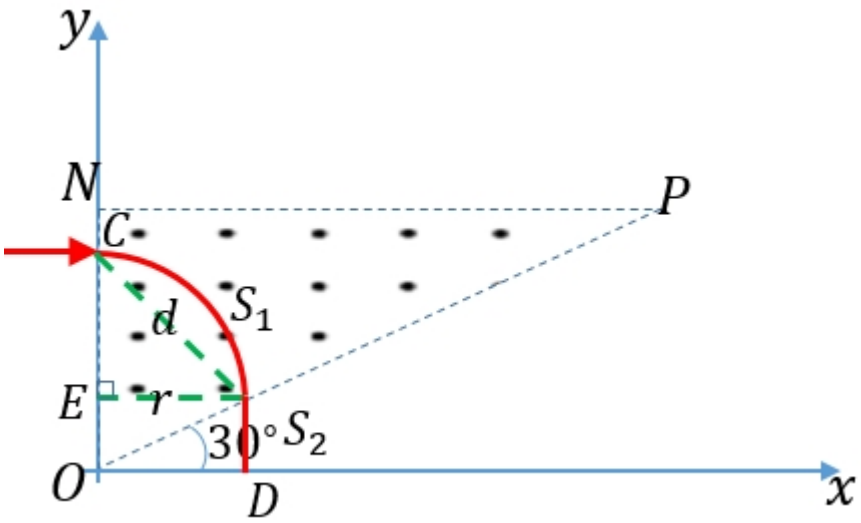
【解析】

(1)粒子从静止被加速的过程，根据动能定理得：$qU=\frac{1}{2}mv_0^2$，解得：$v_0=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$

根据题意，下图为粒子的运动轨迹，由几何关系可知，该粒子在磁场中运动的轨迹半径为：

$r=\frac{\sqrt{2}}{2}d$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，即：$qv_0B=m\frac{v_0^2}{r}$

联立方程得：$\frac{q}{m}=\frac{4U}{d^2B^2}$

(2)根据题意，粒子在磁场中运动的轨迹为四分之一圆周，长度 $S_1=\frac{1}{4}\cdot 2\pi r=\frac{\sqrt{2}}{4}\pi d$

粒子射出磁场后到运动至 x 轴，运动的轨迹长度 $S_2=r\cdot\tan 30^\circ=\frac{\sqrt{6}}{6}d$

粒子从射入磁场到运动至 x 轴过程中，一直匀速率运动，则 $t=\frac{S_1+S_2}{v_0}$

解得：$t=\left(\frac{\pi}{8}+\frac{\sqrt{3}}{12}\right)\cdot\frac{d^2B}{U}$

或 $t=\frac{Bd^2}{4U}\left(\frac{\pi}{2}+\frac{\sqrt{3}}{3}\right)$

65.(2019•江苏卷•T23)如图所示，匀强磁场的磁感应强度大小为 *B*.磁场中的水平绝缘薄板与磁场的左、右边界分别垂直相交于 *M*、*N*，*MN*=*L*，粒子打到板上时会被反弹(碰撞时间极短)，反弹前后水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反.质量为 *m*、电荷量为−*q* 的

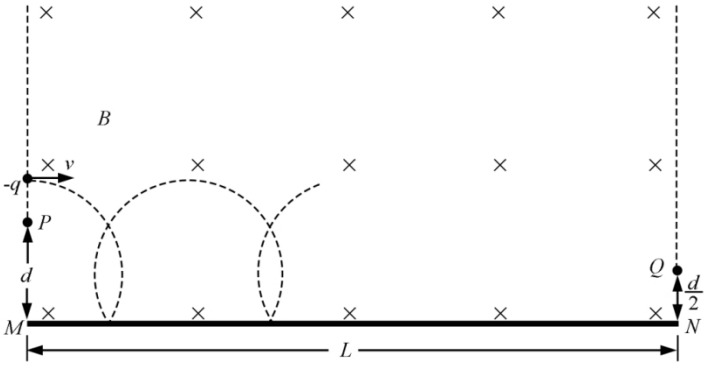
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子速度一定，可以从左边界的不同位置水平射入磁场，在磁场中做圆周运动的半径为 d，且 $d<L$，粒子重力不计，电荷量保持不变。

(1)求粒子运动速度的大小 v；

(2)欲使粒子从磁场右边界射出，求入射点到 M 的最大距离 d_m；

(3)从 P 点射入的粒子最终从 Q 点射出磁场，$PM=d$，$QN=\frac{d}{2}$，求粒子从 P 到 Q 的运动时间 t.



【答案】(1)$v=\frac{qBd}{m}$；(2)$d_m=\frac{2+\sqrt{3}}{2}d$；(3)A. 当 $L=nd+(1-\frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，$t=(\frac{L}{d}+\frac{3\sqrt{3}-4}{6})\frac{\pi m}{2qB}$，B.当 $L=nd+(1+\frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，$t=(\frac{L}{d}-\frac{3\sqrt{3}-4}{6})\frac{\pi m}{2qB}$

【解析】

(1)粒子在磁场中做匀速圆周运动由洛伦兹力提供向心力有：

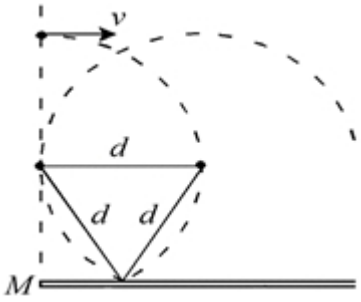
$qvB=m\frac{v^2}{R}$，解得：$R=\frac{mv}{qB}$

由题可得：$R=d$

解得 $v=\frac{qBd}{m}$；

(2)如图所示，粒子碰撞后的运动轨迹恰好与磁场左边界相切

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



由几何关系得 $d_m=d(1+\sin 60°)$

解得 $d_m=\frac{2+\sqrt{3}}{2}d$

(3)粒子的运动周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$

设粒子最后一次碰撞到射出磁场的时间为 t'，则

$t=n\frac{T}{4}+t'(n=1,3,5,\cdots\cdots)$

A.当 $L=nd+(1-\frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向上射出磁场

$t'=\frac{1}{12}T$ 解得 $t=(\frac{L}{d}+\frac{3\sqrt{3}-4}{6})\frac{\pi m}{2qB}$

B.当 $L=nd+(1+\frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向下射出磁场

$t'=\frac{5}{12}T$ 解得 $t=(\frac{L}{d}-\frac{3\sqrt{3}-4}{6})\frac{\pi m}{2qB}$。

66..(2016·上海卷)形象描述磁场分布的曲线叫做_____，通常_____的大小也叫做磁通量密度。

【答案】磁感线；磁感应强度

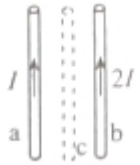
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】为了形象的描述磁场而假想出来的曲线，曲线上任意一点的切线方向均表示该位置的磁场方向，这样的曲线称为磁感线；磁场的强弱大小用磁感应强度表示，在磁通量中有：$B=\frac{\Phi}{S}$，所以磁感应强度也称为磁通密度。

【考点定位】磁感线、磁感应强度、磁通密度

【方法技巧】本题考查定义，需要对磁感线、磁感应强度以及磁通密度概念熟悉。

67..(2015·上海卷·T25)如图，两根通电长直导线 a、b 平行放置，a、b 中的电流强度分别为 I 和 2I，此时 a 受到的磁场力为 F，若以该磁场力的方向为正，则 b 受到的磁场力为_____；a、b 的正中间再放置一根与 a、b 平行共面的通电长直导线 c 后，a 受到的磁场力大小变为 2F，则此时 b 受到的磁场力为_____。



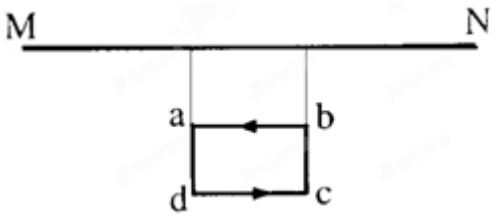
【答案】－F；－3F 或 5F

【解析】由牛顿第三定律，b 受到 a 对它的磁场力为－F，a、b 的正中间再放置一根与 a、b 平行共面的通电长直导线 c 后，c 在 a、b 两导线处的磁感应强度大小相等，方向相反，c 导线对 b 导线的作用力是它对 a 导线的作用力的两倍，方向相反，a 受到的磁场力大小变为 2F，那么 c 导线对 a 导线的作用力可能是 F 也可能是－3F，c 导线对 b 导线的作用力可能是－2F 也可能是 6F，故此时 b 受到的磁场力为－3F 或 5F。

【考点定位】安培力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

68..(2012·上海卷)载流长直导线周围磁场的磁感应强度大小为 B=kI/r，式中常量 k>0，I 为电流强度，r 为距导线的即离。在水平长直导线 MN 正下方，矩形线圈 abcd 通以逆时针方向的恒定电流，被两根等长的轻质绝缘细线静止地悬挂，如图所示。开始时 MN 内不通电流，此时两细线内的张力均为 T_0。当 MN 通以强度为 I_1 的电流时，两细线内的张力均减小为 T_1：当 MN 内的电流强度变为 I_2 时，两细线的张力均大于 T_0。



(1)分别指出强度为 I_1、I_2 的电流的方向；

(2)求 MN 分别通以强度为 I_1 和 I_2 电流时，线框受到的安培力 F_1 与 F_2 大小之比；

(3)当 MN 内的电流强度为 I_3 时两细线恰好断裂，在此瞬间线圈的加速度大小为 a，求 I_3。

【答案】(1) I_1 方向向左，I_2 方向向右；(2) $F_1:F_2=I_1:I_2$；(3) $I_3=\dfrac{T_0(a-g)}{(T_0-T_1)g}I_1$

【解析】(1) I_1 方向向左，I_2 方向向右，

(2)当 MN 中通以电流 I 时，线圈所受安培力大小为 $F=kIiL(\dfrac{1}{r^1}-\dfrac{1}{r^2})$，式中 r_1、r_2 分别为 ab、cd 与 MN 的间距，i 为线圈中的电流，L 为 ab、cd 的长度，$F_1:F_2=I_1:I_2$。

(3)设 MN 中电流强度为 I_3，线框所受安培力为 F_3，由题设条件可得：

$2T_0=G$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$2T_1+F_1=G$，

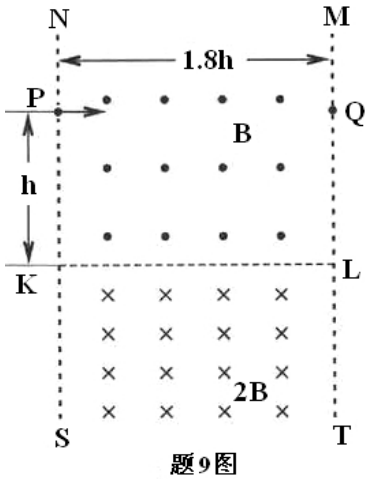
$F_3+G=G/ga$，

$$\frac{I_1}{I_3}=\frac{F_1}{F_3}=\frac{(T_0-T_1)g}{T_0(a-g)}$$

$$I_3=\frac{T_0(a-g)}{(T_0-T_1)g}I_1$$

【考点定位】本题考查安培力及其相关知识

69..(2014·重庆卷)如图所示，在无限长的竖直边界 NS 和 MT 间充满匀强电场，同时该区域上、下部分分别充满方向垂直于 NSTM 平面向外和向内的匀强磁场，磁感应强度大小分别为 B 和 $2B$，KL 为上下磁场的水平分界线，在 NS 和 MT 边界上，距 KL 高 h 处分别有 P、Q 两点，NS 和 MT 间距为 $1.8h$.质量为 m 、带电量为 $+q$ 的粒子从 P 点垂直于 NS 边界射入该区域，在两边界之间做圆周运动，重力加速度为 g .



题9图

(1)求该电场强度的大小和方向。

(2)要使粒子不从 NS 边界飞出，求粒子入射速度的最小值。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

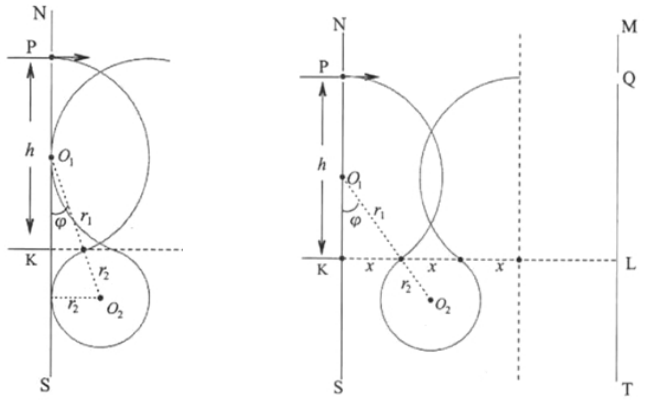
(3)若粒子能经过 Q 点从 MT 边界飞出，求粒子入射速度的所有可能值。

【答案】(1) $E=\frac{mg}{q}$，方向竖直向上 (2) $v_{\min}=\frac{(9-6\sqrt{2})qBh}{m}$

(3) $v=\frac{0.68qBh}{m}$；$v=\frac{0.545qBh}{m}$；$v=\frac{0.52qBh}{m}$

【解析】(1)设电场强度大小为 E。由题意有 $mg=qE$，得 $E=\frac{mg}{q}$，方向竖直向上。

(2)如图所示，设粒子不从 NS 边飞出的入射速度最小值为 v_{min}，对应的粒子在上下区域运动的半径为 r_1 和 r_2，圆心的连线与 NS 的夹角为 ϕ



由 $r=\frac{mv}{qB}$，有 $r_1=\frac{mv_{\min}}{qB}, r_2=\frac{1}{2}r_1$

由 $(r_1+r_2)\sin\varphi=r_2$，解得：$v_{\min}=(9-6\sqrt{2})\frac{qBh}{m}$

(3)如图所示，设粒子的入射速度为 v，粒子在上下方区域的运动半径为 r_1 和 r_2，粒子第一次通过 KL 时距离 K 点为 x

由题意有 $3nx=1.8h$ (n=1，2，3……)

$\frac{3}{2}x^3$ $\frac{9-6\sqrt{2}}{2}h$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

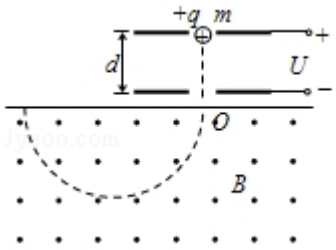
$x = \sqrt{r_1^2 - (h - r_1)^2}$

得 $r_1 = (1 + \frac{0.36}{n^2})\frac{h}{2}, n<3.5$

即 n=1 时， $v = \frac{0.68qBh}{m}$ ；n=2 时， $v = \frac{0.545qBh}{m}$ ；n=3 时， $v = \frac{0.52qBh}{m}$ ；

【考点定位】本题考查了带电粒子在复合场中的运动、力的平衡、匀速圆周运动规律.

70.(2013·北京卷)如图所示，两平行金属板间距为 d，电势差为 U，板间电场可视为匀强电场；金属板下方有一磁感应强度为 B 的匀强磁场。带电量为+q、质量为 m 的粒子，由静止开始从正极板出发，经电场加速后射出，并进入磁场做匀速圆周运动。忽略重力的影响，求：



(1)匀强电场场强E 的大小；

(2)粒子从电场射出时速度 v 的大小；

(3)粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径 R。

【答案】(1) $E = \frac{U}{d}$ (2) $v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$ (3) $R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{qd}}$

【解析】(1)匀强电场的场强 $E = \frac{U}{d}$

(2)根据动能定理：$Uq=\frac{1}{2}mv^2$

得：$v=\sqrt{\frac{2Uq}{m}}$

(3)根据洛仑兹力提供向心力，则有 $qvB=\frac{mv^2}{r}$

可得 $r=\frac{mv}{qB}$

再将 $v=\sqrt{\frac{2Uq}{m}}$ 代入

得：$R=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{qd}}$

【考点定位】本题考查了带电粒子在电场中的加速和偏转问题。

71.(2013·北京卷)对于同一物理问题，常常可以从宏观与微观两个不同角度进行研究，找出其内在联系，从而更加深刻地理解其物理本质。

(1)一段横截面积为 S、长为 l 的直导线，单位体积内有 n 个自由电子，电子电荷量为 e。该导线通有电流时，假设自由电子定向移动的速率均为 v。

(a)求导线中的电流 I；

(b)将该导线放在匀强磁场中，电流方向垂直于磁感应强度 B，导线所受安培力大小为 $F_{安}$，导线内自由电子所受洛伦兹力大小的总和为 F，推导 $F_{安}$=F。

(2)正方体密闭容器中有大量运动粒子，每个粒子质量为 m，单位体积内粒子数量 n 为恒量。为简化问题，我们假定：粒子大小可以忽略；其速率均为 v，且与

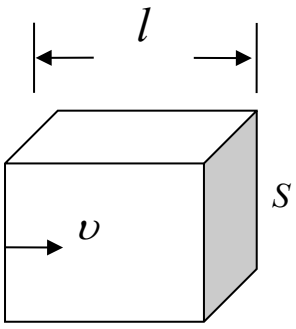
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

器壁各面碰撞的机会均等；与器壁碰撞前后瞬间，粒子速度方向都与器壁垂直，且速率不变。利用所学力学知识，导出器壁单位面积所受粒子压力 F 与 m、n 和 v 的关系。

(注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明)

【答案】(1) $I = nvSe$　证明见答案　(2) $P = \frac{F}{S} = \frac{1}{3}nm\upsilon^2$

【解析】(1)(a)电流 $I = \frac{Q}{t}$，又因为 $Q = ne[v(St)]$，代入则 $I = nvSe$



(b)$F_{安}$=BIL，$I = nvSe$，代入则：$F_{安}$=BnvSeL；因为总的自由电子个数 N=nSL，每个自由电子受到洛伦兹力大小 f=Bve，所以 F=Nf=BnvSeL=$F_{安}$，即 $F_{安}$=F。

(2)气体压强公式的推导：设分子质量为 m，平均速率为 v，单位体积的分子数为 n；建立图示柱体模型，设柱体底面积为 S，长为 l，则 $l = \upsilon t$

柱体体积 $V = Sl$

柱体内分子总数 $N_{总} = nV$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

因分子向各个方向运动的几率相等，所以在 t 时间内与柱体底面碰撞的分子总数为 $N'_{总}=\frac{1}{6}N_{总}$

设碰前速度方向垂直柱体底面且碰撞是弹性的，则分子碰撞器壁前后，总动量的变化量为 $\Delta p=2m\upsilon N'_{总}$

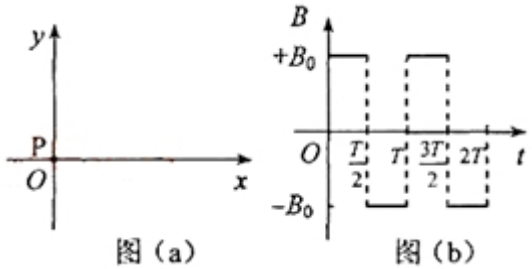
依据动量定理有 $Ft=\Delta p$

又压力 $F=PS$

由以上各式得单位面积上的压力 $F_0=\frac{F}{S}=\frac{1}{3}nm\upsilon^2$

【考点定位】电流微观表达式，带电粒子在电磁场中的运动

72.(2012··海南卷·T16)图(a)所示的 xOy 平面处于匀强磁场中，磁场方向与 xOy 平面(纸面)垂直，磁感应强度 B 随时间 t 变化的周期为 T，变化图线如图(b)所示。当 B 为+B_0 时，磁感应强度方向指向纸外。在坐标原点 O 有一带正电的粒子 P，其电荷量与质量之比恰好等于 $\frac{2\pi}{TB_0}$。不计重力。设 P 在某时刻 t_0 以某一初速度沿 y 轴正方向自 O 点开始运动，将它经过时间 T 到达的点记为 A。



图（a）　　图（b）

(1)若 t_0=0，则直线 OA 与 x 轴的夹角是多少？

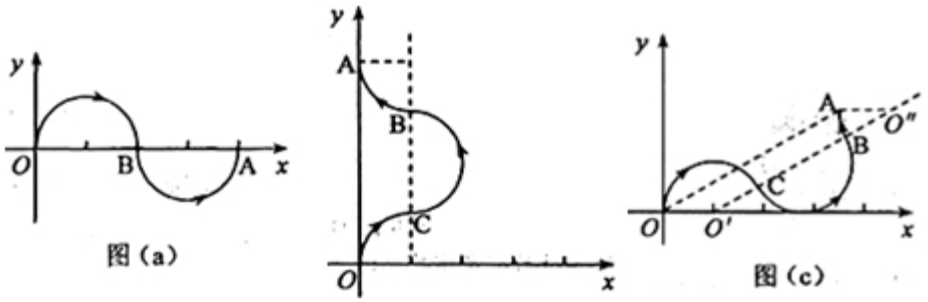
(2)若 t_0=T/4，则直线 OA 与 x 轴的夹角是多少？

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)为了使直线 OA 与 x 轴的夹角为 π/4，在 $0< t_0< T/4$ 的范围内，t_0 应取何值？是多少？

【答案】(1)0°　　(2) $\theta=\frac{\pi}{2}$　　(3) $t_0=\frac{T}{8}$

【解析】



⑴设粒子 P 的质量、电荷量与初速度分别为 m、q 与 v，粒子 P 在洛伦兹力作用下，在 xy 平面内做圆周运动，分别用 R 与 T' 表示圆周的半径和运动周期，则有

$qvB_0=m(\frac{2\pi}{T'})^2R$　　①　　$v=\frac{2\pi R}{T'}$　　②

由①②式与已知条件得 $T'=T$　　③

粒子 P 在 $t=0$ 到 $t=\frac{T}{2}$ 时间内，沿顺时针方向运动半个圆周，到达 x 轴上 B 点，此时磁场方向反转；继而，在 $t=\frac{T}{2}$ 到 $t=T$ 时间内，沿逆时针方向运动半个圆周，到达 x 轴上 A 点，如图(a)所示.OA 与 x 轴的夹角 $\theta=0$　　④

⑵粒子 P 在 $t_0=\frac{T}{4}$ 时刻开始运动，在 $t=\frac{T}{4}$ 到 $t=\frac{T}{2}$ 时间内，沿顺时针方向运动 $\frac{1}{4}$ 个圆周，到达 C 点，此时磁场方向反转；继而，在 $t=\frac{T}{2}$ 到 $t=T$ 时间内，沿逆时针方向运动半个圆周，到达 B 点，此时磁场方向再次反转；在 $t=T$ 到 $t=\frac{5T}{4}$ 时

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

间内，沿顺时针方向运动$\frac{1}{4}$个圆周，到达 A 点，如图(b)所示.由几何关系可知，A 点在 y 轴上，

即 OA 与 x 轴的夹角$\theta=\frac{\pi}{2}$ ⑤

⑶若在任意时刻$t=t_0(0<t_0<\frac{T}{4})$粒子 P 开始运动，在$t=t_0$到$t=\frac{T}{2}$时间内，沿顺时针方向做圆周运动到达 C 点，圆心O'位于 x 轴上，圆弧$\overset{\frown}{OC}$对应的圆心角为

$\angle OO'C=\frac{2\pi}{T}(\frac{T}{2}-t_0)$ ⑥

此时磁场方向反转；继而，在$t=\frac{T}{2}$到$t=T$时间内，沿逆时针方向运动半个圆周，到达 B 点，此时磁场方向再次反转；在$t=T$到$t=T+t_0$时间内，沿顺时针方向做圆周运动到达 A 点，设圆心为O''，圆弧$\overset{\frown}{BA}$对应的圆心角为$\angle BO''A=\frac{2\pi}{T}t_0$ ⑦

如图(c)所示.由几何关系可知，C、B 均在$O'O''$连线上，且

$OA\ //\ O'O''$ ⑧

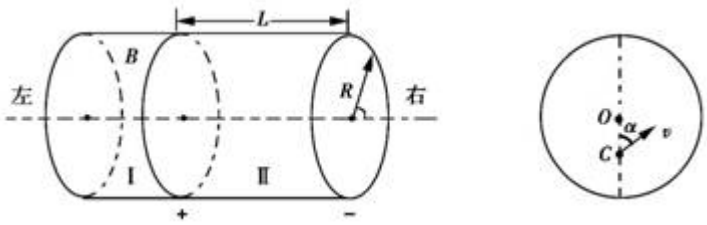
若要OA与 x 轴成$\frac{\pi}{4}$角，则有$\angle OO'C=\frac{3\pi}{4}$ ⑨

联立⑥⑨式可得 $t_0=\frac{T}{8}$ ⑩

73.(2014·浙江卷·T25)离子推进器是太空飞行器常用的动力系统，某种推进器设计的简化原理如图 1 所示，截面半径为 R 的圆柱腔分为两个工作区。I 为电离区，将氙气电离获得 1 价正离子 II 为加速区，长度为 L，两端加有电压，形成轴向的匀强电场。I 区产生的正离子以接近 0 的初速度进入 II 区，被加速后以速度 v_M 从

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

右侧喷出。I 区内有轴向的匀强磁场，磁感应强度大小为 B，在离轴线 R/2 处的 C 点持续射出一定速度范围的电子。假设射出的电子仅在垂直于轴线的截面上运动，截面如图 2 所示(从左向右看)。电子的初速度方向与中心 O 点和 C 点的连线成 α 角(0<α<90°)。推进器工作时，向 I 区注入稀薄的氙气。电子使氙气电离的最小速度为 v_0，电子在 I 区内不与器壁相碰且能到达的区域越大，电离效果越好。已知离子质量为 M；电子质量为 m，电量为 e。(电子碰到器壁即被吸收，不考虑电子间的碰撞)。



(1)求 II 区的加速电压及离子的加速度大小；

(2)为取得好的电离效果，请判断 I 区中的磁场方向(按图 2 说明是“垂直纸面向里”或“垂直纸面向外”)；

(3)α 为 90°时，要取得好的电离效果，求射出的电子速率 v 的范围；

(4)要取得好的电离效果，求射出的电子最大速率 v_M 与 α 的关系。

【答案】(1) $a=\frac{eE}{M}=e\frac{U}{ML}=\frac{v_M^2}{2L}$　(2)垂直纸面向外

(3) $B>\frac{4mv_0}{3eR}$　　(4) $v_m=\frac{3eBR}{4m(2-\sin\alpha)}$

【解析】(1)由动能定律得 $eU=\frac{1}{2}Mv_M^2$　$U=\frac{Mv_M^2}{2e}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$a=\frac{eE}{M}=e\frac{U}{ML}=\frac{v_M^2}{2L}$$

(2)垂直纸面向外

(3)设电子运动的最大半径为 r，则 $2r=\frac{3}{2}R$

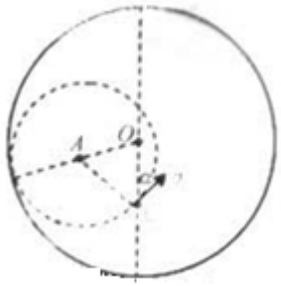
$$eBv=m\frac{v^2}{r}$$

所以有 $v_0\le v\le\frac{3eUR}{4m}$，磁感应强度满足 $B>\frac{4mv_0}{3eR}$

(4)如图所示

根据几何关系得：$r=\frac{3R}{4(2-\sin\alpha)}$

解得：$v_m=\frac{3eBR}{4m(2-\sin\alpha)}$

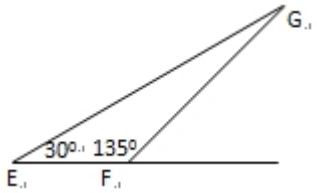


【考点定位】带电粒子在电磁场中的运动

【方法技巧】对带电粒子在磁场中的圆周运动问题，重点是找圆心、画轨迹、定几何关系

74.(2013·海南卷)如图所示，纸面内有 E、F、G 三点，∠GEF=30°，∠EFG=135°，空间有一匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外。先使带有电荷

量为 q(q>0)的点电荷 a 在纸面内垂直于 EF 从 F 点射出，其轨迹经过 G 点；再使带有同样电荷量的点电荷 b 在纸面内与 EF 成一定角度从 E 点射出，其轨迹也经过 G 点，两点电荷从射出到经过 G 点所用的时间相同，且经过 G 点时的速度方向也相同。已知点电荷 a 的质量为 m，轨道半径为 R，不计重力，求：



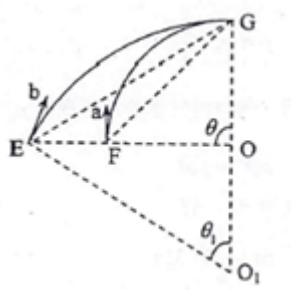
(1)点电荷 a 从射出到经过 G 点所用的时间；

(2)点电荷 b 的速度大小。

【答案】(1) $\frac{\pi m}{2qB}$ (2)4qBR/3m

【解析】(1)设点电荷 a 的速度大小为 v，由牛顿 第二定律 $qvB=\frac{mv^2}{R}$，得 $v=\frac{qBR}{m}$

设点电荷 a 做圆周运动的周期为 T，有 $T=\frac{2\pi m}{qB}$



如图，O 和 O_1 分别是 a 和 b 的圆轨道的圆心，设 a 在磁场中偏转的角度为 θ，由几何关系得 θ=90°，故 a 从开始运动到经过 G 点所用的时间 t 为 $t=\frac{\pi m}{2qB}$

(2)设点电荷 b 的速度大小为 v_1，轨道半径为 R_1，b 在磁场中偏转的角度为 θ_1，依题意有

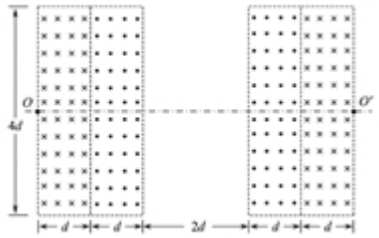
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$t=\frac{R_1\theta_1}{v_1}=\frac{R\theta}{v}$，可得$v_1=\frac{R_1\theta_1}{R\theta}v$

由于两轨道在 G 点相切，所以过 G 点的半径 OG 和 O_1G 在同一直线上。由几何关系和题给条件得 $\theta_1=60°$，$R_1=2R$，联立以上各式，解读$v_1=\frac{4qBR}{3m}$

【考点定位】考查带电粒子在磁场中运动的综合应用，综合性较强。

75.(2018·江苏卷·T21)如图所示，真空中四个相同的矩形匀强磁场区域，高为 4d，宽为 d，中间两个磁场区域间隔为 2d，中轴线与磁场区域两侧相交于 O、O′点，各区域磁感应强度大小相等.某粒子质量为 m、电荷量为+q，从 O 沿轴线射入磁场.当入射速度为 v_0 时，粒子从 O 上方$\frac{d}{2}$处射出磁场.取 sin53°=0.8，cos53°=0.6.



(1)求磁感应强度大小 B；

(2)入射速度为 $5v_0$ 时，求粒子从 O 运动到 O′的时间 t；

(3)入射速度仍为 $5v_0$，通过沿轴线 OO′平移中间两个磁场(磁场不重叠)，可使粒子从 O 运动到 O′的时间增加 Δt，求 Δt 的最大值.

【答案】(1)$B=\frac{4mv_0}{qd}$　(2)$t=(\frac{53\pi+72}{180})\frac{d}{v_0}$　(3)$\Delta t_m=\frac{d}{5v_0}$

【解析】(1)粒子圆周运动的半径$r_0=\frac{mv_0}{qB}$　由题意知$r_0=\frac{d}{4}$，解得$B=\frac{4mv_0}{qd}$

(2)设粒子在矩形磁场中的偏转角为 α

由 d=rsinα，得 $\sin\alpha=\frac{4}{5}$，即 α=53°

在一个矩形磁场中的运动时间 $t_1=\frac{\alpha}{360°}\frac{2\pi m}{qB}$，解得 $t_1=\frac{53\pi d}{720v_0}$

直线运动的时间 $t_2=\frac{2d}{v}$，解得 $t_2=\frac{2d}{5v_0}$

则 $t=4t_1+t_2=(\frac{53\pi+72}{180})\frac{d}{v_0}$

(3)将中间两磁场分别向中央移动距离 x

粒子向上的偏移量 y=2r(1–cosα)+xtanα

由 y≤2d，解得 $x\le\frac{3}{4}d$

则当 $x_m=\frac{3}{4}d$ 时，Δ*t* 有最大值

粒子直线运动路程的最大值 $s_m=\frac{2x_m}{\cos\alpha}+(2d-2x_m)=3d$

增加路程的最大值 $\Delta s_m=s_m-2d=d$

增加时间的最大值 $\Delta t_m=\frac{\Delta s_m}{v}=\frac{d}{5v_0}$

点睛：本题考查带电粒子在组合磁场中的运动，第(1)小题先确定粒子圆周运动的半径，再根据洛伦兹力提供向心力列式求解；第(2)小题解答关键是定圆心、画轨迹，分段分析和计算；第(3)小题求 Δt 的最大值，关键是要注意带电粒子在磁场中运动的时间不变和速度大小不变，所以中间磁场移动后改变的是粒子在无磁场区域运动的倾斜轨迹的长度，要使 Δt 最大，则要倾斜轨迹最长，所以粒子轨迹跟中间磁场的上边相切时运动时间最长，再根据运动的对称性列式求解。

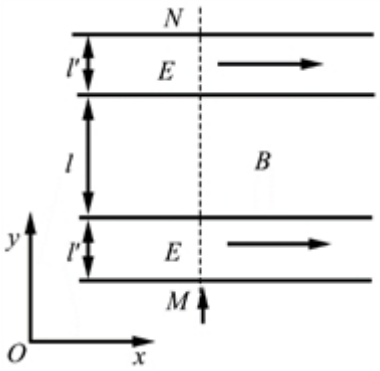
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

76.(2018·全国 II 卷·T12)一足够长的条状区域内存在匀强电场和匀强磁场，其在 xoy 平面内的截面如图所示：中间是磁场区域，其边界与 y 轴垂直，宽度为 l，磁感应强度的大小为 B，方向垂直于 xoy 平面；磁场的上、下两侧为电场区域，宽度均为l'，电场强度的大小均为 E，方向均沿 x 轴正方向；M、N 为条形区域边界上的两点，它们的连线与 y 轴平行。一带正电的粒子以某一速度从 M 点沿 y 轴正方向射入电场，经过一段时间后恰好以从 M 点入射的速度从 N 点沿 y 轴正方向射出。不计重力。

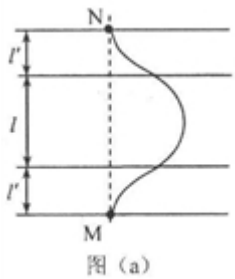
(1)定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹；

(2)求该粒子从 M 点射入时速度的大小；

(3)若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与 x 轴正方向的夹角为$\frac{\pi}{6}$，求该粒子的比荷及其从 M 点运动到 N 点的时间。



【答案】(1)轨迹图如图所示：



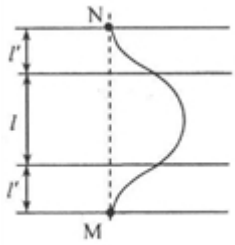
图（a）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)$v_0=\frac{2El'}{Bl}$　　(3)$\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$　；　$t'=\frac{Bl}{E}(1+\frac{\sqrt{3}\pi\, l}{18l'})$

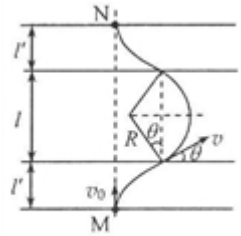
【解析】

(1)



图（a）

(2)粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动。设粒子从 M 点射入时速度的大小为 v_0，在下侧电场中运动的时间为 t，加速度的大小为 a；粒子进入磁场的速度大小为 v，方向与电场方向的夹角为θ(见图(b))，速度沿电场方向的分量为 v_1，根据牛顿第二定律有



图（b）

qE=ma　　①

式中 q 和 m 分别为粒子的电荷量和质量，由运动学公式有

v_1=at　　②

$l'=v_0t$　　③

$v_1=v\cos\theta$　　④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子在磁场中做匀速圆周运动，设其运动轨道半径为 R，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$qvB=\frac{mv^2}{R} \quad ⑤$$

由几何关系得

$$l=2R\cos\theta \quad ⑥$$

联立①②③④⑤⑥式得

$$v_0=\frac{2El'}{Bl} \quad ⑦$$

(3)由运动学公式和题给数据得

$$v_1=v_0\cot\frac{\pi}{6} \quad ⑧$$

联立①②③⑦⑧式得

$$\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2} \quad ⑨$$

设粒子由 M 点运动到 N 点所用的时间为t'，则

$$t'=2t+\frac{2(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6})}{2\pi}T \quad ⑩$$

式中 T 是粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期，

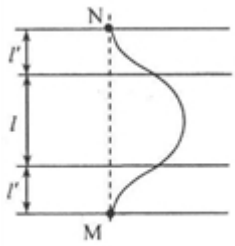
$$T=\frac{2\pi m}{qB} \quad ⑪$$

由③⑦⑨⑩⑪式得

$$t'=\frac{Bl}{E}(1+\frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'}) \quad ⑫$$

故本题答案是：(1)轨迹图如图所示：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

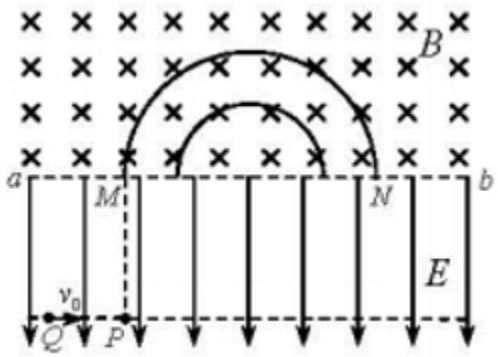


图（a）

$(2)v_0=\frac{2El'}{Bl}$　　$(3)\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$　；　$t'=\frac{Bl}{E}(1+\frac{\sqrt{3}\pi\, l}{18l'})$

点睛：在复合场中的运动要分阶段处理，每一个运动建立合理的公式即可求出待求的物理量。

77.(2018·天津卷)如图所示，在水平线 ab 下方有一匀强电场，电场强度为 E，方向竖直向下，ab 的上方存在匀强磁场，磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里，磁场中有一内、外半径分别为 R、$\sqrt{3}R$ 的半圆环形区域，外圆与 ab 的交点分别为 M、N。一质量为 m、电荷量为 q 的带负电粒子在电场中 P 点静止释放，由 M 进入磁场，从 N 射出，不计粒子重力。



(1)求粒子从 P 到 M 所用的时间 t；

(2)若粒子从与 P 同一水平线上的 Q 点水平射出，同样能由 M 进入磁场，从 N 射出，粒子从 M 到 N 的过程中，始终在环形区域中运动，且所用的时间最少，求粒子在 Q 时速度 v_0 的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$t=\frac{\sqrt{3}RB}{E}$ (2)$v_0=\frac{qBR}{m}$

【解析】

(1)设粒子在磁场中运动的速度大小为 v，所受洛伦兹力提供向心力，有

$qvB=m\frac{v^2}{\sqrt{3}R}$ ①

设粒子在电场中运动所受电场力为 F，有 F=qE②；

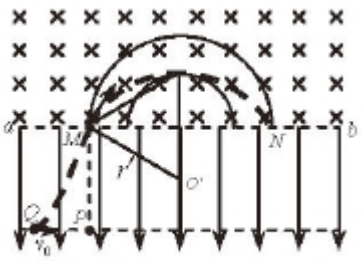
设粒子在电场中运动的加速度为 a，根据牛顿第二定律有 F=ma③；

粒子在电场中做初速度为零的匀加速直线运动，有 v=at④；联立①②③④式得

$t=\frac{\sqrt{3}RB}{E}$ ⑤；

(2)粒子进入匀强磁场后做匀速圆周运动，其周期和速度、半径无关，运动时间只由粒子所通过的圆弧所对的圆心角的大小决定，故当轨迹与内圆相切时，所有的时间最短，设粒子在磁场中的轨迹半径为r'，由几何关系可知

$(r'-R)^2+(\sqrt{3}R)^2=r'^2$ ⑥



设粒子进入磁场时速度方向与 ab 的夹角为 θ，即圆弧所对圆心角的一半，由几何关系可知 $\tan\theta=\frac{\sqrt{3}R}{r'-R}$ ⑦；

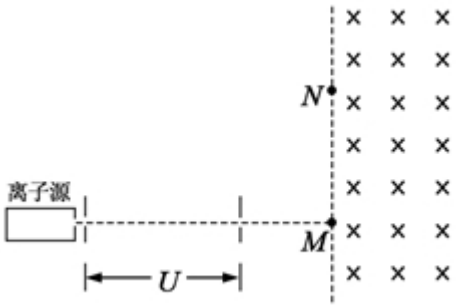
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子从 Q 射出后在电场中做类平抛运动，在电场方向上的分运动和从 P 释放后的运动情况相同，所以粒子进入磁场时沿竖直方向的速度同样为 v，在垂直于电场方向的分速度始终为v_0，由运动的合成和分解可知 $\tan\theta=\frac{v}{v_0}$ ⑧

联立①⑥⑦⑧式得 $v_0=\frac{qBR}{m}$ ⑨.

【点睛】带电粒子在组合场中的运动问题，首先要运用动力学方法分析清楚粒子的运动情况，再选择合适方法处理.对于匀变速曲线运动，常常运用运动的分解法，将其分解为两个直线的合成，由牛顿第二定律和运动学公式结合求解；对于磁场中圆周运动，要正确画出轨迹，由几何知识求解半径.

78.(2018·全国 III 卷)如图，从离子源产生的甲、乙两种离子，由静止经加速电压 U 加速后在纸面内水平向右运动，自 M 点垂直于磁场边界射入匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里，磁场左边界竖直。已知甲种离子射入磁场的速度大小为 v_1，并在磁场边界的 N 点射出；乙种离子在 MN 的中点射出；MN 长为 l。不计重力影响和离子间的相互作用。求：



(1)磁场的磁感应强度大小；

(2)甲、乙两种离子的比荷之比。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$B=\frac{4U}{lv_1}$(2)1:4

【解析】试题分析 本题主要考查带电粒子在电场中的加速、在匀强磁场中的匀速圆周运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决实际问题的的能力。

解析(1)设甲种离子所带电荷量为 q_1、质量为 m_1，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_1，磁场的磁感应强度大小为 B，由动能定理有$q_1U=\frac{1}{2}m_1v_1^2$①

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有$q_1v_1B=m_1\frac{v_1^2}{R_1}$②

由几何关系知$2R_1=l$③

由①②③式得$B=\frac{4U}{lv_1}$④

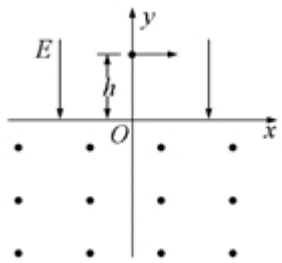
(2)设乙种离子所带电荷量为 q_2、质量为 m_2，射入磁场的速度为 v_2，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_2。同理有$q_2U=\frac{1}{2}m_2v_2^2$⑤$q_2v_2B=m_2\frac{v_2^2}{R_2}$⑥

由题给条件有$2R_2=\frac{l}{2}$⑦

由①②③⑤⑥⑦式得，甲、乙两种离子的比荷之比为$\frac{q_1}{m_1}:\frac{q_2}{m_2}=1:4$⑧

79.(2018·新课标 I 卷·T12)如图，在 y>0 的区域存在方向沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E，在 y<0 的区域存在方向垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场。一个氕核 ^1_1H 和一个氘核 ^2_1H 先后从 y 轴上 y=h 点以相同的动能射出，速度方向沿 x 轴正方向。已知 ^1_1H 进入磁场时，速度方向与 x 轴正方向的夹角为 60°，并从坐标原点 O 处第一次射出磁场。^1_1H 的质量为 m，电荷量为 q 不计重力。求

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)$_1^1$H 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离

(2)磁场的磁感应强度大小

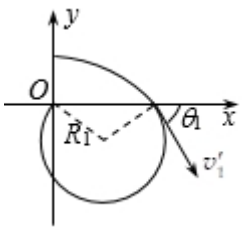
(3)$_1^2$H第一次离开磁场的位置到原点 O 的距离

【答案】(1)$s_1=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$；(2)$B=\sqrt{\frac{6mE}{qh}}$；(3)$s'_2-s_2=\frac{2\sqrt{3}}{3}$（$\sqrt{2}-1$）$h$

【解析】本题考查带电粒子在电场中的类平抛运动、在匀强磁场中的匀速圆周运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决问题的的能力。

(1)$_1^1$H在电场中做类平抛运动，在磁场中做圆周运动，运动轨迹如图所示。设$_1^1$H在电场中的加速度大小为a_1，初速度大小为v_1，它在电场中的运动时间为t_1，第一次进入磁场的位置到原点O的距离为s_1。由运动学公式有$s_1=v_1t_1$　　①

$h=\frac{1}{2}a_1t_1^2$　　②



由题给条件，$_1^1$H进入磁场时速度的方向与 x 轴正方向夹角$\theta_1=60°$。$_1^1$H进入磁场时速度的 y 分量的大小为$a_1t_1=v_1\tan\theta_1$　　③

联立以上各式得$s_1=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$　　④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)${}_1^1\mathrm{H}$在电场中运动时，由牛顿第二定律有$qE=ma_1$ ⑤

设${}_1^1\mathrm{H}$进入磁场时速度的大小为v'_1，由速度合成法则有$v'_1=\sqrt{v_1^2+(a_1t_1)^2}$ ⑥

设磁感应强度大小为 B，${}_1^1\mathrm{H}$在磁场中运动的圆轨道半径为R_1，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有$qv'_1B=\frac{m'^2_1}{R_1}$ ⑦

由几何关系得$s_1=2R_1\sin\theta_1$ ⑧

联立以上各式得$B=\sqrt{\frac{6mE}{qh}}$ ⑨

(3)设${}_1^2\mathrm{H}$在电场中沿 x 轴正方向射出的速度大小为 v_2，在电场中的加速度大小为 a_2，由题给条件得$\frac{1}{2}(2m)v_2^2=\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑩

由牛顿第二定律有$qE=2ma_2$ ⑪

设${}_1^2\mathrm{H}$第一次射入磁场时的速度大小为 v'_2，速度的方向与 x 轴正方向夹角为 θ_2，入射点到原点的距离为 s_2，在电场中运动的时间为 t_2。由运动学公式有

$s_2=v_2t_2$ ⑫

$h=\frac{1}{2}a_2t_2^2$ ⑬

$v'_2=\sqrt{v_2^2+(a_2t_2)^2}$ ⑭

$\sin\theta_2=\frac{a_2t_2}{v'_2}$ ⑮

联立以上各式得$s_2=s_1$，$\theta_2=\theta_1$，$v'_2=\frac{\sqrt{2}}{2}v'_1$ ⑯

设${}_1^2\mathrm{H}$在磁场中做圆周运动的半径为R_2，由⑦⑯式及粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径公式得$R_2=\frac{(2m)v'_2}{qB}=\sqrt{2}R_1$ ⑰

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

所以出射点在原点左侧。设${}_1^2\mathrm{H}$进入磁场的入射点到第一次离开磁场的出射点的距离为s'_2，由几何关系有$s'_2 = 2R_2\sin\theta_2$ ⑱

联立④⑧⑯⑰⑱式得，${}_1^2\mathrm{H}$第一次离开磁场时的位置到原点 O 的距离为

$s'_2 - s_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3}(\sqrt{2}-1)h$ ⑲

【点睛】此题与 2004 年全国理综卷第 25 题情景类似，都是带电粒子在匀强电场中类平抛运动后进入匀强磁场中做匀速圆周运动，且都是在第一象限和第二象限设置了竖直向下的匀强电场，在第三象限和第四象限设置了方向垂直纸面向外的匀强磁场，解答需要的知识都是带电粒子在匀强电场中的类平抛运动规律和洛伦兹力等于向心力、几何关系等知识点。带电粒子在匀强电场中的类平抛运动和在匀强磁场中的匀速圆周运动是教材例题和练习中的常见试题，此题可认为是由两个课本例题或习题组合而成。

80.(2010•广东卷•T36)如图 16(a)所示，左为某同学设想的粒子速度选择装置，由水平转轴及两个薄盘 N_1、N_2 构成，两盘面平行且与转轴垂直，相距为 L，盘上各开一狭缝，两狭缝夹角 θ 可调(如图 16(b))；右为水平放置的长为 d 的感光板，板的正上方有一匀强磁场，方向垂直纸面向外，磁感应强度为 B。一小束速度不同、带正电的粒子沿水平方向射人 N_1，能通过 N_2 的粒子经 O 点垂直进人磁场。O 到感光板的距离为$\frac{d}{2}$，粒子电荷量为 q，质量为 m 为。不计重力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

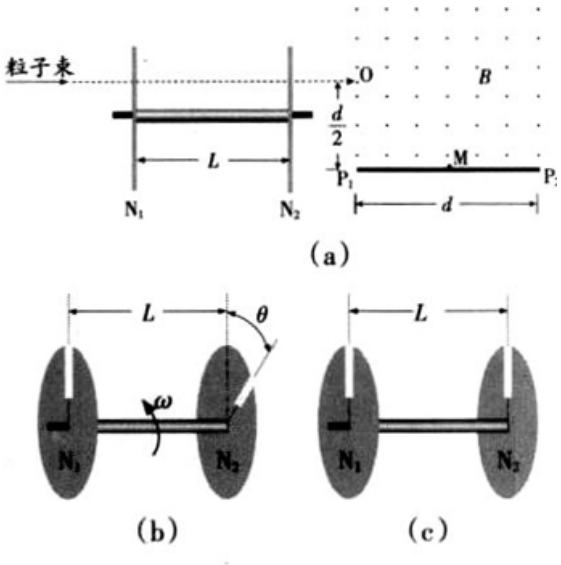


图 16

(1)若两狭缝平行且盘静止(如图 16(c))，某一粒子进入磁场后，竖直向下打在感光板中心点 M 上，求该粒子在磁场中运动的时间 t；

(2)若两狭缝夹角为 θ。盘匀速转动，转动方向如图 16(b)。要使穿过 N_1、N_2 的粒子均打到感光板 P_1P_2 连线上，试分析盘转动角速度 ω 的取值范围(设通过 N_1 的所有粒子在盘旋转一圈的时间内都能到达 N_2)。

【解析】(1)粒子在磁场中匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，$qvB = m\frac{v^2}{R}$，周长=周期×速度，$2\pi R = v \cdot T$，又$t = \frac{T}{4}$，解得：$t = \frac{\pi m}{2qB}$

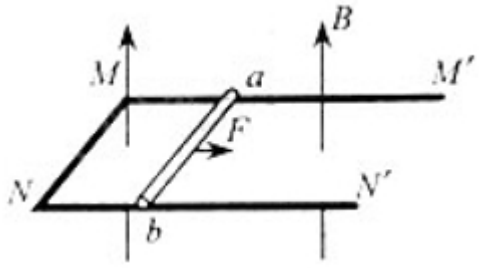
(2)速度最小时，$L = v_1 t_1$，$\theta_0 = \omega_1 t_1$，$qv_1 B = m\frac{v_1^2}{\frac{d}{4}}$，解得：$\omega_1 = \frac{qBd\theta_0}{4mL}$

速度最大时，$L = v_2 t_2$，$\theta_0 = \omega_2 t_2$，$qv_2 B = m\frac{v_2^2}{R}$，$R^2 = (R - \frac{d}{2})^2 + d^2$，

解得：$\omega_2 = \frac{5qBd\theta_0}{4mL}$，所以$\frac{qBd\theta_0}{4mL} \le \omega \le \frac{5qBd\theta_0}{4mL}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

81.(2010·天津卷·T11)如图所示，质量$m_1=0.1\text{kg}$，电阻$R_1=0.3\Omega$，长度l＝0.4m的导体棒ab横放在U型金属框架上。框架质量$m_2=0.2\text{kg}$，放在绝缘水平面上，与水平面间的动摩擦因数μ=0.2，相距0.4m的MM’、NN’相互平行，电阻不计且足够长。电阻$R_2=0.1\Omega$的MN垂直于MM’。整个装置处于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度B=0.5T。垂直于ab施加F=2N的水平恒力，ab从静止开始无摩擦地运动，始终与MM’、NN’保持良好接触。当ab运动到某处时，框架开始运动。设框架与水平面间最大静摩擦力等于滑动摩擦力，g取10m/s^2。



(1)求框架开始运动时ab速度v的大小；

(2)从ab开始运动到框架开始运动的过程中，MN上产生的热量Q＝0.1J，求该过程ab位移x的大小。

【答案】(1) 6m/s　　(2) x＝1.1m

【解析】

【解析】本题考查的是电磁感应中的安培力作用下的导体棒的运动以及运动中的能量转换。

(1)ab对框架的压力$F_1=m_1g$①

框架受水平面的支持力$F_N=m_2g+F_1$②

依题意，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则框架受到最大静摩擦力 $F_2=\mu F_N$③

ab 中的感应电动势 $E=Blv$④

MN 中电流 $I=\dfrac{E}{R_1+R_2}$ ⑤

MN 受到的安培力 $F_{安}=IlB$

$F_{安}=IlB$ ⑥

框架开始运动时 $F_{安}=F_2$ ⑦

由上述各式代入数据解得 v=6m/s ⑧

(2) 闭合回路中产生的总热量 $Q_{总}=\dfrac{R_1+R_2}{R_2}Q$ ⑨

由能量守恒定律，得 $Fx=\dfrac{1}{2}m_1v^2+Q_{总}$ ⑩

代入数据解得

x＝1.1m ⑪

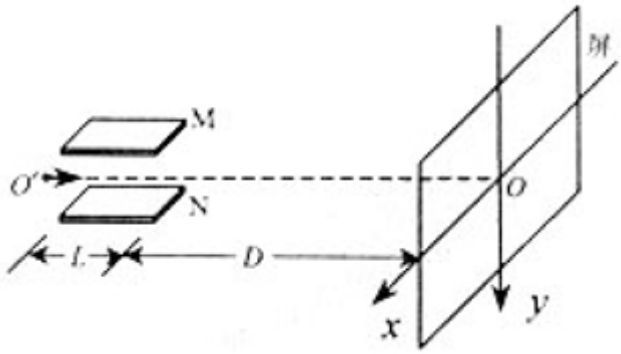
82.(2010·天津卷·T12)质谱分析技术已广泛应用于各前沿科学领域。汤姆孙发现电子的质谱装置示意如图，M、N 为两块水平放置的平行金属极板，板长为 L，板右端到屏的距离为 D，且 D 远大于 L，$O'O$ 为垂直于屏的中心轴线，不计离子重力和离子在板间偏离 $O'O$ 的距离。以屏中心 O 为原点建立 xOy 直角坐标系，其中 x 轴沿水平方向，y 轴沿竖直方向。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)设一个质量为m_0、电荷量为q_0的正离子以速度v_0沿$O'O$的方向从O'点射入，板间不加电场和磁场时，离子打在屏上O点。若在两极板间加一沿$+y$方向场强为E的匀强电场，求离子射到屏上时偏离O点的距离y_0；

(2)假设你利用该装置探究未知离子，试依照以下实验结果计算未知离子的质量数。

上述装置中，保留原电场，再在板间加沿$-y$方向的匀强磁场。现有电荷量相同的两种正离子组成的离子流，仍从O'点沿$O'O$方向射入，屏上出现两条亮线。在两线上取y坐标相同的两个光点，对应的x坐标分别为3.24mm和3.00mm，其中x坐标大的光点是碳12离子击中屏产生的，另一光点是未知离子产生的。尽管入射离子速度不完全相等，但入射速度都很大，且在板间运动时$O'O$方向的分速度总是远大于x方向和y方向的分速度。



【解析】本题考查的是复合场中的带电粒子的运动在实际中的运用。

(1)离子在电场中受到的电场力$F_y = q_0E$ ①

离子获得的加速度$a_y = \frac{F_y}{m_0}$ ②

离子在板间运动的时间$t_0 = \frac{L}{v_0}$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

到达极板右边缘时，离子在+y 方向的分速度 $v_y = a_y t_0$ ④

离子从板右端到达屏上所需时间 $t_0' = \frac{D}{v_0}$ ⑤

离子射到屏上时偏离 O 点的距离 $y_0 = v_y t'_0$

由上述各式，得 $y_0 = \frac{q_0 ELD}{m_0 v_0^2}$ ⑥

(2)设离子电荷量为 q，质量为 m，入射时速度为 v，磁场的磁感应强度为 B，磁场对离子的洛伦兹力

$F_x = qvB$ ⑦

已知离子的入射速度都很大，因而离子在磁场中运动时间甚短，所经过的圆弧与圆周相比甚小，且在板间运动时，$O'O$ 方向的分速度总是远大于在 x 方向和 y 方向的分速度，洛伦兹力变化甚微，故可作恒力处理，洛伦兹力产生的加速度

$a_x = \frac{qvB}{m}$ ⑧

a_x 是离子在 x 方向的加速度，离子在 x 方向的运动可视为初速度为零的匀加速直线运动，到达极板右端时，离子在 x 方向的分速度 $v_x = a_x t = \frac{qvB}{m}\left(\frac{L}{v}\right) = \frac{qBL}{m}$ ⑨

离子飞出极板到达屏时，在 x 方向上偏离 O 点的距离 $x = v_x t' = \frac{qBL}{m}\left(\frac{D}{v}\right) = \frac{qBLD}{mv}$ ⑩

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

当离子的初速度为任意值 v 时，离子到达屏上时的位置在 y 方向上偏离 O 点的距离为 y，考虑到⑥式，

得 $y=\frac{qELD}{mv^2}$ ⑾

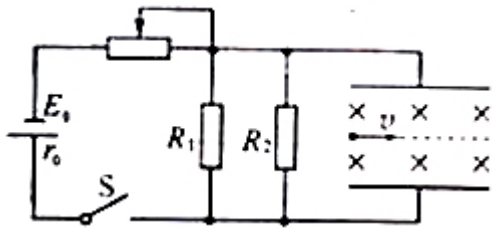
由⑩、⑾两式得 $x^2=\frac{k}{m}y$ ⑿

其中 $k=\frac{qB^2LD}{E}$

上式表明，k 是与离子进行板间初速度无关的定值，对两种离子均相同。由题设条件知，x 坐标 3.24mm 的光点对应的是碳 12 离子，其质量为 m1＝12u，x 坐标 3.00mm 的光点对应的是未知离子，设其质量为 m2，由⑿式代入数据可得 $m_2\approx 14\text{u}$ ⒀

故该未知离子的质量数为 14。

83.(2010·四川卷·T24)如图所示，电源电动势 $E_0=15V$ 内阻 $r_0=1\Omega$，电阻 $R_1=30\Omega, R_2=60\Omega$。间距 $d=0.2m$ 的两平行金属板水平放置，板间分布有垂直于纸面向里、磁感应强度 $B=1T$ 的匀强磁场。闭合开关 S，板间电场视为匀强电场，将一带正电的小球以初速度 $\upsilon=0.1m/s$ 沿两板间中线水平射入板间。设滑动变阻器接入电路的阻值为 R_1，忽略空气对小球的作用，取 $g=10m/s^2$。



(1)当 $R_1=29\Omega$ 时，电阻 R_2 消耗的电功率是多大？

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)若小球进入板间做匀速度圆周运动并与板相碰，碰时速度与初速度的夹角为60°，则 R_x 是多少？

【答案】(1) $P=0.6W$　　(2) $R_x=54\Omega$

【解析】本题主要考查电路分析，含容电路分析，及带电粒子在复合场中的运动的综合运用的问题。对考生分析问题和建立正确的物理模型能力的考查。

(1)设 R_1 和 R_2 的并联电阻为 R，有：$R=\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$　　①

R_2 两端的电压为：$U=\dfrac{E_0R}{r_0+R+R_x}$　　②

R_2 消耗的电功率为：$P=\dfrac{U^2}{R_2}$　　③

当 $R_x=29\Omega$ 时，联立①②③式，代入数据，解得：

$P=0.6W$　　④

(2)设小球质量为 m，电荷量为 q，小球做匀速圆周运动时，有：

$qE=mg$　　⑤

$E=\dfrac{U}{d}$　　⑥

设小球做圆周运动的半径为 r，有：

$qvB=m\dfrac{v^2}{r}$　　⑦

由几何关系有：

$r = d$ ⑧

联立①②⑤⑥⑦⑧式，代人数据，解得：

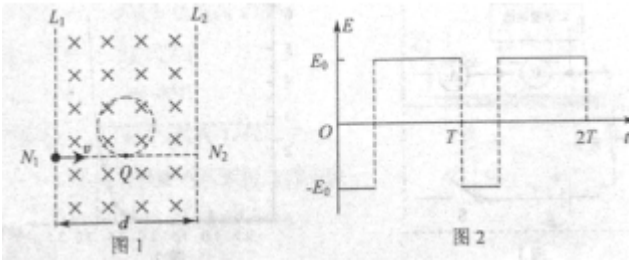
$R_x = 54\Omega$ ⑨

84.(2010·安徽卷·T23)如图 1 所示，宽度为 d 的竖直狭长区域内(边界为 L_1、L_2)，存在垂直纸面向里的匀强磁场和竖直方向上的周期性变化的电场(如图 2 所示)，电场强度的大小为 E_0，$E>0$ 表示电场方向竖直向上。$t=0$ 时，一带正电、质量为 m 的微粒从左边界上的 N_1 点以水平速度 v 射入该区域，沿直线运动到 Q 点后，做一次完整的圆周运动，再沿直线运动到右边界上的 N_2 点。Q 为线段 N_1N_2 的中点，重力加速度为 g。上述 d、E_0、m、v、g 为已知量。

(1)求微粒所带电荷量 q 和磁感应强度 B 的大小；

(2)求电场变化的周期 T；

(3)改变宽度 d，使微粒仍能按上述运动过程通过相应宽度的区域，求 T 的最小值。



【解析】(1)微粒做直线运动，则

$mg + qE_0 = qvB$ ①

微粒作圆周运动，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$mg = qE_0 \qquad ②$$

联立①②得

$$q = \frac{mg}{E_0} \qquad ③$$

$$B = \frac{2E_0}{v} \qquad ④$$

(2)设微粒从N_1运动到 Q 的时间为t_1，作圆周运动的周期为t_2，则

$$\frac{d}{2} = vt_1 \qquad ⑤$$

$$qvB = m\frac{v^2}{R} \qquad ⑥$$

$$t_1 = \frac{d}{2v}; t_2 = \frac{\pi v}{g} \qquad ⑦$$

联立③④⑤⑥⑦得

$$t_1 = \frac{d}{2v}; t_2 = \frac{\pi v}{g} \qquad ⑧$$

电场变化的周期

$$T = t_1 + t_2 = \frac{d}{2v} + \frac{\pi v}{g} \qquad ⑨$$

(3)若微粒能完成题述的运动过程，要求

$$d \geqslant 2R \qquad ⑩$$

联立③④⑥得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$R=\frac{v^2}{2g}$ ⑭

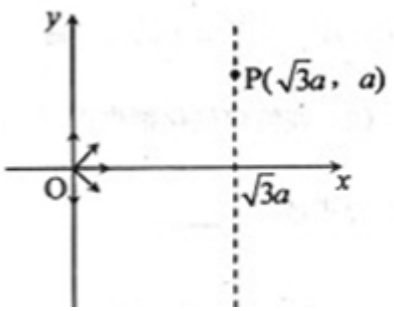
设 N_1Q 施直线运动的最短时间为 $t_{1\min}$，由⑤⑩⑭得

$t_{1\min}=\frac{v}{2g}$

因 t_2 不变，T 的最小值

$T_{\min}=t_{1\min}+t_2\frac{(2\pi+1)v}{2g}$

85.(2010·全国Ⅰ卷·T26)如下图，在 $0\le x\le\sqrt{3}a$ 区域内存在与 xy 平面垂直的匀强磁场，磁感应强度的大小为 B.在 t=0 时刻，一位于坐标原点的粒子源在 xy 平面内发射出大量同种带电粒子，所有粒子的初速度大小相同，方向与 y 轴正方向的夹角分布在 0～180°范围内。已知沿 y 轴正方向发射的粒子在 $t=t_0$ 时刻刚好从磁场边界上 $P(\sqrt{3}a,a)$ 点离开磁场。求：



(1)粒子在磁场中做圆周运动的半径 R 及粒子的比荷 q/m；

(2)此时刻仍在磁场中的粒子的初速度方向与 y 轴正方向夹角的取值范围；

(3)从粒子发射到全部粒子离开磁场所用的时间。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】⑴ $R=\frac{2\sqrt{3}}{3}a$　　$\frac{q}{m}=\frac{2\pi}{3Bt_0}$

⑵速度与 y 轴的正方向的夹角范围是 60°到 120°

⑶从粒子发射到全部离开所用时间为 $2t_0$

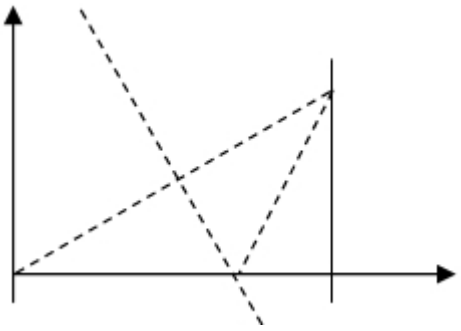
【解析】⑴粒子沿 y 轴的正方向进入磁场，从 P 点经过做 OP 的垂直平分线与 x 轴的交点为圆心，根据直角三角形有 $R^2=a^2+(\sqrt{3}a-R)^2$

解得 $R=\frac{2\sqrt{3}}{3}a$

$\sin\theta=\frac{a}{R}=\frac{\sqrt{3}}{2}$，则粒子做圆周运动的的圆心角为 120°，周期为 $T=3t_0$

粒子做圆周运动的向心力由洛仑兹力提供，根据牛顿第二定律得

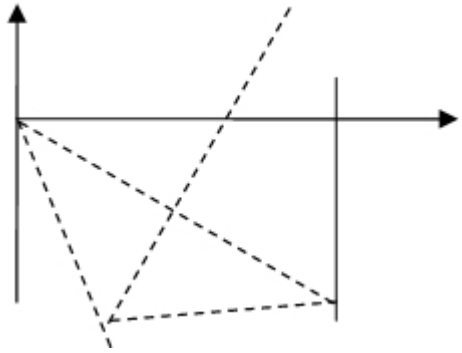
$Bqv=m(\frac{2\pi}{T})^2R$，　$v=\frac{2\pi R}{T}$，化简得 $\frac{q}{m}=\frac{2\pi}{3Bt_0}$



⑵仍在磁场中的粒子其圆心角一定大于 120°，这样粒子角度最小时从磁场右边界穿出；角度最大时从磁场左边界穿出。

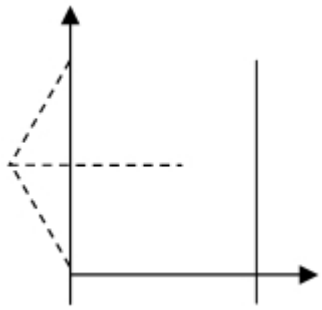
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

角度最小时从磁场右边界穿出圆心角 120°，所经过圆弧的弦与⑴中相等穿出点如图，根据弦与半径、x 轴的夹角都是 30°，所以此时速度与 y 轴的正方向的夹角是 60°。



角度最大时从磁场左边界穿出，半径与 y 轴的的夹角是 60°，则此时速度与 y 轴的正方向的夹角是 120°。

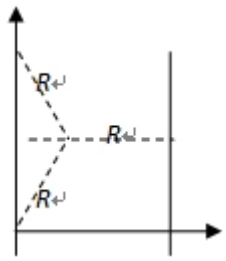
所以速度与 y 轴的正方向的夹角范围是 60°到 120°



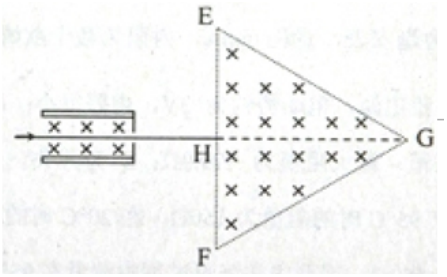
⑶在磁场中运动时间最长的粒子的轨迹应该与磁场的右边界相切，在三角形中两个相等的腰为 $R=\frac{2\sqrt{3}}{3}a$，而它的高是 $h=\sqrt{3}a-\frac{2\sqrt{3}}{3}a=\frac{\sqrt{3}}{3}a$，半径与 y 轴的的夹角是 30°，这种粒子的圆心角是 240°。所用 时间 为 $2t_0$。

所以从粒子发射到全部离开所用 时间 为 $2t_0$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



86.(2010·全国Ⅱ卷·T26)图中左边有一对平行金属板，两板相距为 d，电压为 V；两板之间有匀强磁场，磁感应强度大小为 B_0，方向平行于板面并垂直于纸面朝里。图中右边有一边长为 a 的正三角形区域 EFG(EF 边与金属板垂直)，在此区域内及其边界上也有匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面朝里。假设一系列电荷量为 q 的正离子沿平行于金属板面、垂直于磁场的方向射入金属板之间，沿同一方向射出金属板之间的区域，并经 EF 边中点 H 射入磁场区域。不计重力。



(1)已知这些离子中的离子甲到达磁场边界 EG 后，从边界 EF 穿出磁场，求离子甲的质量。

(2)已知这些离子中的离子乙从 EG 边上的 I 点(图中未画出)穿出磁场，且 GI 长为 $\frac{3}{4}a$。求离子乙的质量。

(3)若这些离子中的最轻离子的质量等于离子甲质量的一半，而离子乙的质量是最大的，问磁场边界上什么区域内可能有离子到达。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $m=\frac{qadBB_0}{V}(\sqrt{3}-\frac{3}{2})$　　(2) $m=\frac{qadBB_0}{4V}$

(3)在离 H 的距离为 $(2\sqrt{3}-3)a$ 到 $(\sqrt{3}-\frac{3}{2})a$ 之间的 EF 边界上有离子穿出磁场。

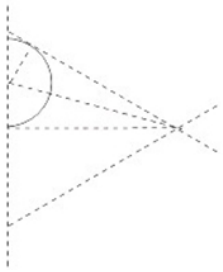
【解析】

(1)粒子进入正交的电磁场做匀速直线运动，设拉子的速度为 v，电场的场强为 E_0，根据平衡条件得

$E_0q=B_0qv$　　①　　$E_0=\frac{V}{d}$　　②

由①②化简的 $v=\frac{V}{B_0d}$　　③

粒子甲垂直边界 EF 进入磁场，又垂直边界 EF 穿出磁场，则轨迹圆心在 EF 上。粒子运动中经过 EG，说明圆轨迹与 EG 相切，在如图的三角形中半径为 R＝acos30°ran15°　　④



$\tan 15^0=\frac{1-\cos 30^0}{\sin 30^0}=2-\sqrt{3}$　　⑤

连立④⑤化简得

$R=(\sqrt{3}-\frac{3}{2})a$　　⑥

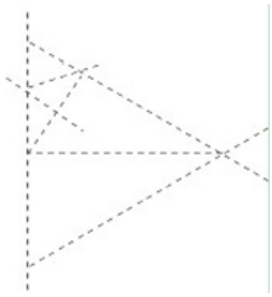
在磁场中粒子所需向心力由洛仑兹力提供，根据牛顿第二定律得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$B_0qv=\frac{mv^2}{(\sqrt{3}-\frac{3}{2})a} \qquad ⑦$$

连立③⑦化简得 $m=\frac{qadBB_0}{V}(\sqrt{3}-\frac{3}{2})$ ⑧

(2)由于 1 点将 EG 边按 1 比 3 等分，根据三角形的性质说明此轨迹的弦与 EG 垂直，在如图的三角形中



有 $R=\frac{a\cos 30^0\sin 30^0\times\frac{1}{2}}{\cos 30^0}=\frac{a}{4}$ ⑨

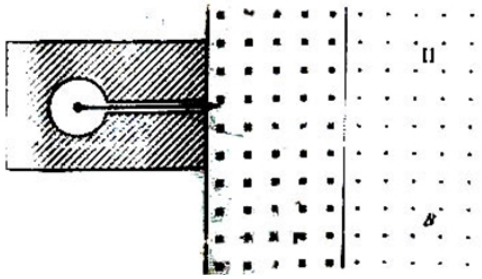
同理 $m=\frac{qadBB_0}{4V}$ ⑩

(3)最轻离子的质量是甲的一半，根据半径公式 $R=\frac{mv}{qB}$ 离子的轨迹半径与离子质量成正比，所以质量在甲和最轻离子之间的所有离子都垂直边界 EF 穿出磁场，甲最远离 H 的距离为 $(2\sqrt{3}-3)a$，最轻离子最近离 H 的距离为 $(\sqrt{3}-\frac{3}{2})a$，所以在离 H 的距离为 $(2\sqrt{3}-3)a$ 到 $(\sqrt{3}-\frac{3}{2})a$ 之间的 EF 边界上有离子穿出磁场。

比甲质量大的离子都从 EG 穿出磁场，其中甲运动中经过 EG 上的点最近，质量最大的乙穿出磁场的 1 位置是最远点，所以在 EG 上穿出磁场的离子都在这两点之间。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

87.(2010·浙江卷·T24)在一个放射源水平放射出 α、β 和 γ 三种射线，垂直射入如图所示磁场。区域 Ⅰ 和 Ⅱ 的宽度均为 d，各自存在着垂直纸面的匀强磁场，两区域的磁感强度大小 B 相等，方向相反(粒子运动不考虑相对论效应)。



(1)若要筛选出速率大于 v_1 的 β 粒子进入区域 Ⅱ，要求磁场宽度 d 与 B 和 v_1 的关系。

(2)若 B＝0.0034T，v_1＝0.1c(c 是光速度)，则可得 d；α 粒子的速率为 0.001c，计算 α 和 γ 射线离开区域 Ⅰ 时的距离；并给出去除 α 和 γ 射线的方法。

当 d 满足第(1)小题所给关系时，请给出速率在；$v_1<v<v_2$ 区间的 β 粒子离开区域 Ⅱ 时的位置和方向。请设计一种方案，能使离开区域 Ⅱ 的 β 粒子束在右侧聚焦且水平出射。

已知：电子质量 $m_e=9.1\times10^{-31}kg$，α 粒子质量 $m_a=6.7\times10^{-27}kg$，电子电荷量 $q=1.6\times10^{-19}C$，$\sqrt{1+x}\approx1+\frac{x}{2}$($x=$ 1 时)

【解析】

(1)根据带电粒子在磁场中作圆周运动的规律 $qvB=\frac{mv^2}{R}$ ①

由临界条件 d、B 和 v_1 的关系为 $d=\frac{m_1v_1}{qB}$ ②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)由①式可得 a 粒子的回旋半径 $R_n=\frac{m_n v_a}{q_n B}=\frac{6.7\times10^{-27}\times3.0\times10^{3}}{2\times1.6\times10^{-19}\times0.0034}=1.84(\mathrm{m})$

由②式得 $\mathrm{d}=\frac{m_e v_1}{qB}=\frac{9.1\times10^{-31}\times3.0\times10^{7}}{1.6\times10^{-19}\times0.0034}=0.05(\mathrm{m})$

竖直方向的距离为 $y=R_a-\sqrt{R_a^2-d^2}=0.7(mm)$

可见通过区域Ⅰ的磁场难以将 α 粒子与 γ 射线分离。可用薄纸挡去 α 粒子，须用厚铅板挡掉 γ 射线。

(3)在上述磁场条件下，要求速率在 $v_1<v<v_2$ 区间的 β 粒子离开Ⅱ时的位置和方向。先求出速度为 v_2 的 β 粒子所对应的圆周运动半径 $R_2=\frac{m_e v_2}{qB}$

该 β 粒子从区域Ⅰ磁场射出时，垂直方向偏离的距离为

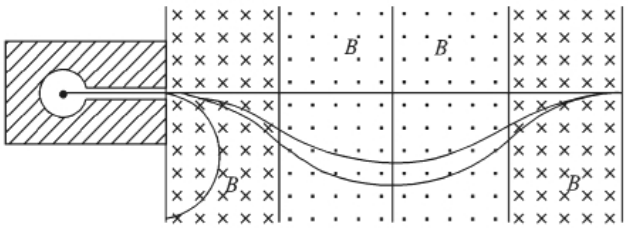
$$y_2=R_2-\sqrt{R_2^2-d^2}=\frac{m_e}{qB}(v_2-\sqrt{v_2^2-v_1^2})$$

同理可得从区域Ⅱ射出时，垂直方向偏离的距离为 $Y_2=2y_2=\frac{2m_e}{qB}(v_2-\sqrt{v_2^2-v_1^2})$

同理可得，与速度为 v_1 对应的 β 粒子垂直方向偏离的距离为 $Y_1=2d=\frac{2m_e v_1}{qB}$

速率在 $v_1<v<v_2$ 区间射出的 β 粒子束宽为 Y_1-Y_2，方向水平向右。

(4)由对称性可以设计出如图所示的磁场区域，最后形成聚焦，且方向水平向右。

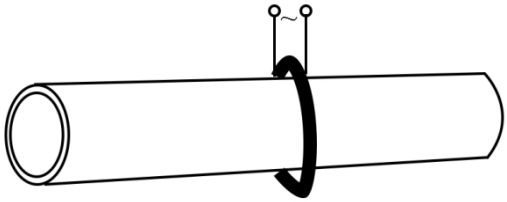


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 12　电磁感应

1．（2020·新课标II卷）管道高频焊机可以对由钢板卷成的圆管的接缝实施焊接。焊机的原理如图所示，圆管通过一个接有高频交流电源的线圈，线圈所产生的交变磁场使圆管中产生交变电流，电流产生的热量使接缝处的材料熔化将其焊接。焊接过程中所利用的电磁学规律的发现者为

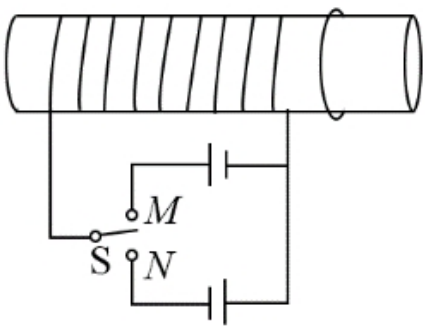


A．库仑　　B．霍尔　　C．洛伦兹　　D．法拉第

【答案】D

【解析】由题意可知，圆管为金属导体，导体内部自成闭合回路，且有电阻，当周围的线圈中产生出交变磁场时，就会在导体内部感应出涡电流，电流通过电阻要发热。该过程利用原理的是电磁感应现象，其发现者为法拉第。故选 D。

2．（2020·新课标III卷）如图，水平放置的圆柱形光滑玻璃棒左边绕有一线圈，右边套有一金属圆环。圆环初始时静止。将图中开关 S 由断开状态拨至连接状态，电路接通的瞬间，可观察到



A．拨至 M 端或 N 端，圆环都向左运动

B．拨至 M 端或 N 端，圆环都向右运动

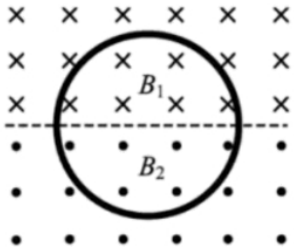
C．拨至 M 端时圆环向左运动，拨至 N 端时向右运动

D．拨至 M 端时圆环向右运动，拨至 N 端时向左运动

【答案】B

【解析】无论开关 S 拨至哪一端，当把电路接通一瞬间，左边线圈中的电流从无到有，电流在线圈轴线上的磁场从无到有，从而引起穿过圆环的磁通量突然增大，根据楞次定律（增反减同），右边圆环中产生了与左边线圈中方向相反的电流，异向电流相互排斥，故选 B。

3．（2020·江苏卷）如图所示，两匀强磁场的磁感应强度 B_1 和 B_2 大小相等、方向相反。金属圆环的直径与两磁场的边界重合。下列变化会在环中产生顺时针方向感应电流的是（　　）



A．同时增大 B_1 减小 B_2

B．同时减小 B_1 增大 B_2

C．同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2

D．同时以相同的变化率减小 B_1 和 B_2

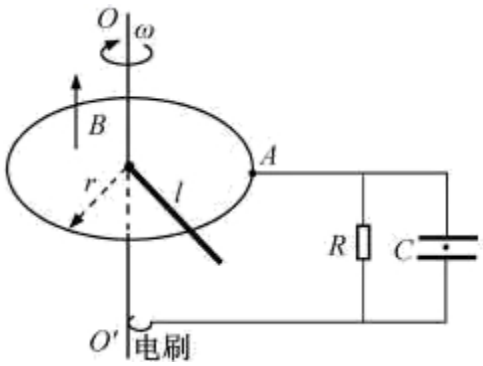
【答案】B

【解析】AB．产生顺时针方向的感应电流则感应磁场的方向垂直纸面向里。由楞次定律可知，圆环中的净磁通量变化为向里磁通量减少或者向外的磁通量增多，A 错误，B 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

CD．同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2，或同时以相同的变化率较小 B_1 和 B_2，两个磁场的磁通量总保持大小相同，所以总磁通量为 0，不会产生感应电流，CD 错误。故选 B。

4．（2020·浙江选考 7 月）如图所示，固定在水平面上的半径为 r 的金属圆环内存在方向竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。长为 l 的金属棒，一端与圆环接触良好，另一端固定在竖直导电转轴 OO' 上，随轴以角速度 ω 匀速转动。在圆环的 A 点和电刷间接有阻值为 R 的电阻和电容为 C、板间距为 d 的平行板电容器，有一带电微粒在电容器极板间处于静止状态。已知重力加速度为 g，不计其它电阻和摩擦，下列说法正确的是（　　）



A．棒产生的电动势为 $\frac{1}{2}Bl^2\omega$

B．微粒的电荷量与质量之比为 $\frac{2gd}{Br^2\omega}$

C．电阻消耗的电功率为 $\frac{\pi B^2r^4\omega}{2R}$

D．电容器所带的电荷量为 $CBr^2\omega$

【答案】B

【解析】A．如图所示，金属棒绕 OO' 轴切割磁感线转动，棒产生的电动势

$$E=Br\cdot\frac{\omega r}{2}=\frac{1}{2}Br^2\omega$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A 错误；

B．电容器两极板间电压等于电源电动势 E，带电微粒在两极板间处于静止状态，则

$$q\frac{E}{d}=mg$$

即

$$\frac{q}{m}=\frac{dg}{E}=\frac{dg}{\frac{1}{2}Br^2\omega}=\frac{2dg}{Br^2\omega}$$

B 正确；

C．电阻消耗的功率

$$P=\frac{E^2}{R}=\frac{B^2r^4\omega^2}{4R}$$

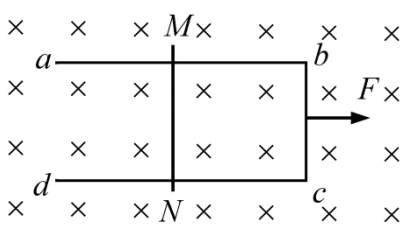
C 错误；

D．电容器所带的电荷量

$$Q=CE=\frac{CBr^2\omega}{2}$$

D 错误。故选 B。

5．（2020·新课标II卷）如图，U 形光滑金属框 *abcd* 置于水平绝缘平台上，*ab* 和 *dc* 边平行，和 *bc* 边垂直。*ab*、*dc* 足够长，整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 *MN* 置于金属框上，用水平恒力 *F* 向右拉动金属框，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁场中，*MN* 与金属框保持良好接触，且与 *bc* 边保持平行。经过一段时间后



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A．金属框的速度大小趋于恒定值

B．金属框的加速度大小趋于恒定值

C．导体棒所受安培力的大小趋于恒定值

D．导体棒到金属框 *bc* 边的距离趋于恒定值

【答案】BC

【解析】由 *bc* 边切割磁感线产生电动势，形成电流，使得导体棒 *MN* 受到向右的安培力，做加速运动，*bc* 边受到向左的安培力，向右做加速运动。当 *MN* 运动时，金属框的 *bc* 边和导体棒 *MN* 一起切割磁感线，设导体棒 *MN* 和金属框的速度分别为v_1、v_2，则电路中的电动势

$$E = BL(v_2 - v_1)$$

电流中的电流

$$I = \frac{E}{R} = \frac{BL(v_2 - v_1)}{R}$$

金属框和导体棒 *MN* 受到的安培力

$$F_{安框} = \frac{B^2L^2(v_2 - v_1)}{R}$$，与运动方向相反

$$F_{安MN} = \frac{B^2L^2(v_2 - v_1)}{R}$$，与运动方向相同

设导体棒 *MN* 和金属框的质量分别为m_1、m_2，则对导体棒 *MN*

$$\frac{B^2L^2(v_2 - v_1)}{R} = m_1a_1$$

对金属框

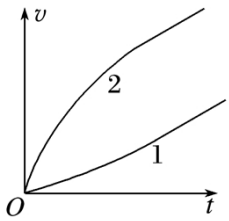
$$F - \frac{B^2L^2(v_2 - v_1)}{R} = m_2a_2$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

初始速度均为零，则 a_1 从零开始逐渐增加，a_2 从 $\frac{F}{m_2}$ 开始逐渐减小。当 $a_1=a_2$ 时，相对速度

$$v_2-v_1=\frac{FRm_1}{2B^2L^2(m_1+m_2)}$$

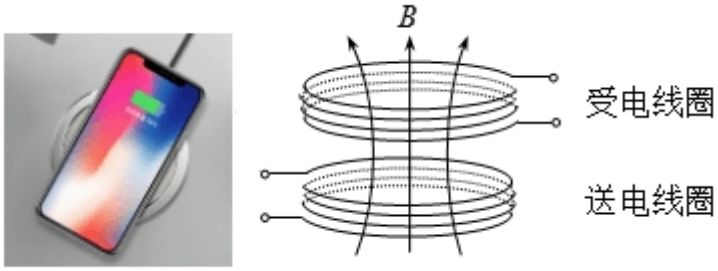
大小恒定。整个运动过程用速度时间图象描述如下。



综上可得，金属框的加速度趋于恒定值，安培力也趋于恒定值，BC 选项正确；

金属框的速度会一直增大，导体棒到金属框 *bc* 边的距离也会一直增大，AD 选项错误。故选 BC。

6．（2020·天津卷）手机无线充电是比较新颖的充电方式。如图所示，电磁感应式无线充电的原理与变压器类似，通过分别安装在充电基座和接收能量装置上的线圈，利用产生的磁场传递能量。当充电基座上的送电线圈通入正弦式交变电流后，就会在邻近的受电线圈中感应出电流，最终实现为手机电池充电。在充电过程中



A．送电线圈中电流产生的磁场呈周期性变化

B．受电线圈中感应电流产生的磁场恒定不变

C．送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D．手机和基座无需导线连接，这样传递能量没有损失

【答案】AC

【解析】AB．由于送电线圈输入的是正弦式交变电流，是周期性变化的，因此产生的磁场也是周期性变化的，A 正确，B 错误；

C．根据变压器原理，原、副线圈是通过互感现象实现能量传递，因此送电线圈和受电线圈也是通过互感现象实现能量传递，C 正确；

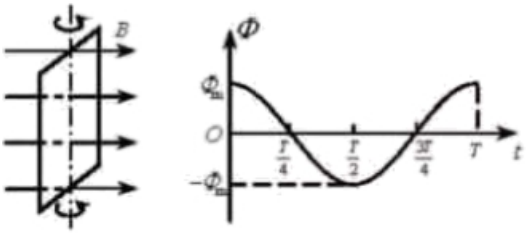
D．手机与机座无需导线连接就能实现充电，但磁场能有一部分以电磁波辐射的形式损失掉，因此这样传递能量是有能量损失的，D 错误。故选 AC。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 13 电磁感应

选择题：

1.(2019•天津卷•T8)单匝闭合矩形线框电阻为 R，在匀强磁场中绕与磁感线垂直的轴匀速转动，穿过线框的磁通量 Φ 与时间 t 的关系图像如图所示。下列说法正确的是(　　)



A. $\frac{T}{2}$时刻线框平面与中性面垂直

B. 线框的感应电动势有效值为$\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T}$

C. 线框转一周外力所做的功为$\frac{2\pi^2\Phi_m^2}{RT}$

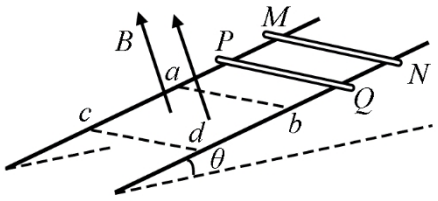
D. 从$t=0$到$t=\frac{T}{4}$过程中线框的平均感应电动势为$\frac{\pi \Phi_m}{T}$

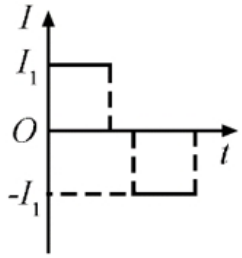
【答案】BC

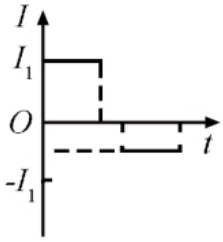
【解析】

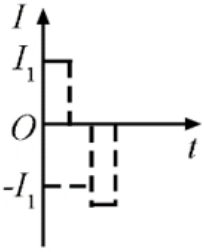
【详解】由图像可知$\frac{T}{2}$时刻线圈的磁通量最大，因此此时线圈处于中性面位置，因此 A 错误；由图可知交流电的周期为 T，则$\omega=\frac{2\pi}{T}$，由交流电的电动势的最大值为$E_m=nbs\omega=\phi_m\frac{2\pi}{T}$，则有效值为$E_{有}=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}\pi\phi_m}{T}$，故 B 正确，线圈转一周所做的功为转动一周的发热量，$W=\frac{E_{有}^2}{R}T=\frac{2\pi^2\phi_m^2}{RT}$，故 C 正确；从 0 时刻到$\frac{T}{4}$时刻的平均感应电动势为$E=\frac{V\varphi}{Vt}=\frac{\phi_m}{\frac{T}{4}}=\frac{4\phi_m}{T}$，故 D 错误。

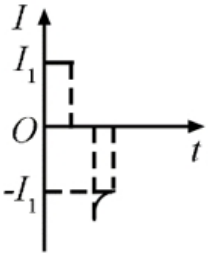
2.(2019•全国 II 卷•T8)如图，两条光滑平行金属导轨固定，所在平面与水平面夹角为 θ，导轨电阻忽略不计。虚线 *ab*、*cd* 均与导轨垂直，在 *ab* 与 *cd* 之间的区域存在垂直于导轨所在平面的匀强磁场。将两根相同的导体棒 *PQ*、*MN* 先后自导轨上同一位置由静止释放，两者始终与导轨垂直且接触良好。已知 PQ 进入磁场开始计时，到 MN 离开磁场区域为止，流过 *PQ* 的电流随时间变化的图像可能正确的是



A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

【详解】由于 *PQ* 进入磁场时加速度为零，

AB.若 *PQ* 出磁场时 *MN* 仍然没有进入磁场，则 *PQ* 出磁场后至 *MN* 进入磁场的这段时间，由于磁通量 φ 不变，无感应电流。由于 *PQ*、*MN* 同一位置释放，故 *MN* 进入磁场时与 *PQ* 进入磁场时的速度相同，所以电流大小也应该相同，A 正确 B 错误；

CD.若 *PQ* 出磁场前 *MN* 已经进入磁场，由于磁通量 φ 不变，*PQ*、*MN* 均加速运动，*PQ* 出磁场后，*MN* 由于加速故电流比 *PQ* 进入磁场时电流大，故 C 正确 D 错误；

3.(2019•全国Ⅲ卷•T1)楞次定律是下列哪个定律在电磁感应现象中的具体体现？

A. 电阻定律　　B. 库仑定律

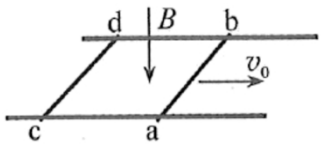
C. 欧姆定律　　D. 能量守恒定律

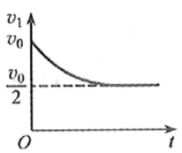
【答案】D

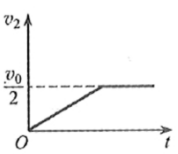
【解析】

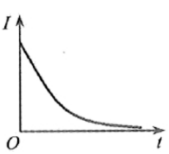
楞次定律指感应电流的磁场阻碍引起感应电流的原磁场的磁通量的变化,这种阻碍作用做功将其他形式的能转变为感应电流的电能,所以楞次定律的阻碍过程实质上就是能量转化的过程.

4.(2019•全国Ⅲ卷•T6)如图，方向竖直向下的匀强磁场中有两根位于同一水平面内的足够长的平行金属导轨，两相同的光滑导体棒 *ab*、*cd* 静止在导轨上。*t*=0 时，棒 *ab* 以初速度 v_0 向右滑动。运动过程中，*ab*、*cd* 始终与导轨垂直并接触良好，两者速度分别用 v_1、v_2 表示，回路中的电流用 *I* 表示。下列图像中可能正确的是



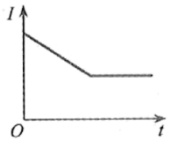
A. 

B. 

C. 

D.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



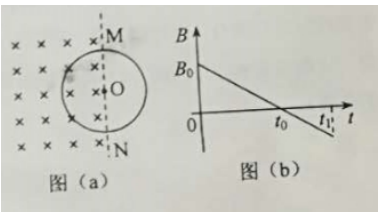
【答案】AC

【解析】

最终两棒共速,故此时电路中电流为 0,即 C 正确,D 错误;

由 C 知,$F_{安}=BIL$,知 $F_{安}$不是线性变化,故 v 也不是线性变化,即 A 正确,B 错误.

5.(2019•全国Ⅰ卷•T7)空间存在一方向与直面垂直、大小随时间变化的匀强磁场，其边界如图(a)中虚线 MN 所示，一硬质细导线的电阻率为 ρ、横截面积为 S，将该导线做成半径为 r 的圆环固定在纸面内，圆心 O 在 MN 上。t=0 时磁感应强度的方向如图(a)所示：磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系如图(b)所示，则在 t=0 到 $t=t_1$ 的时间间隔内



A. 圆环所受安培力的方向始终不变

B. 圆环中的感应电流始终沿顺时针方向

C. 圆环中的感应电流大小为 $\dfrac{B_0 rS}{4t_0\rho}$

D. 圆环中的感应电动势大小为 $\dfrac{B_0\pi r^2}{4t_0}$

【答案】BC

【解析】

AB、根据 B-t 图象，由楞次定律可知，线圈中感应电流方向一直为顺时针，但在 t_0 时刻，磁场的方向发生变化，故安培力方向 F_A 的方向在 t_0 时刻发生变化，则 A 错误，B 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

CD、由闭合电路欧姆定律得：$I=\frac{E}{R}$，又根据法拉第电磁感应定律得：$E=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}\frac{\pi r^2}{2}$，又根据电阻定律得：$R=\rho\frac{2\pi r}{S}$，联立得：$I=\frac{B_0 rS}{4t_0\rho}$，则C正确，D错误。

故本题选BC。

6.(2019•全国Ⅲ卷•T2)金星、地球和火星绕太阳的公转均可视为匀速圆周运动，它们的向心加速度大小分别为$a_{金}$、$a_{地}$、$a_{火}$，它们沿轨道运行的速率分别为$v_{金}$、$v_{地}$、$v_{火}$。已知它们的轨道半径$R_{金}<R_{地}<R_{火}$，由此可以判定

A. $a_{金}>a_{地}>a_{火}$　　B. $a_{火}>a_{地}>a_{金}$

C. $v_{地}>v_{火}>v_{金}$　　D. $v_{火}>v_{地}>v_{金}$

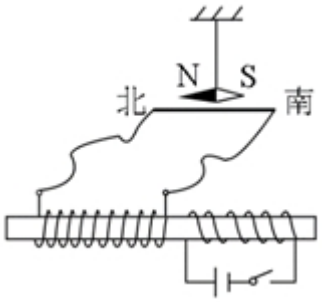
【答案】A

【解析】

AB.由万有引力提供向心力$G\frac{Mm}{R^2}=ma$可知轨道半径越小,向心加速度越大,故知A项正确，B错误；

CD.由$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$得$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$可知轨道半径越小,运行速率越大,故C、D都错误。

7.(2018·新课标I卷·T6)(多选)如图，两个线圈绕在同一根铁芯上，其中一线圈通过开关与电源连接，另一线圈与远处沿南北方向水平放置在纸面内的直导线连接成回路。将一小磁针悬挂在直导线正上方，开关未闭合时小磁针处于静止状态。下列说法正确的是



A. 开关闭合后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动

B. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向里的方向

C. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向外的方向

D. 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动

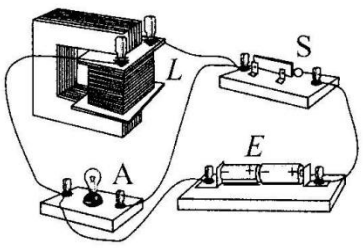
【答案】AD

【解析】本题考查电磁感应、安培定则及其相关的知识点。

开关闭合的瞬间，左侧的线圈中磁通量变化，产生感应电动势和感应电流，由楞次定律可判断出直导线中电流方向为由南向北，由安培定则可判断出小磁针处的磁场方向垂直纸面向里，小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动，选项 A 正确；开关闭合并保持一段时间后，左侧线圈中磁通量不变，线圈中感应电动势和感应电流为零，直导线中电流为零，小磁针恢复到原来状态，选项 BC 错误；开关闭合并保持一段时间后再断开后的瞬间，左侧的线圈中磁通量变化，产生感应电动势和感应电流，由楞次定律可判断出直导线中电流方向为由北向南，由安培定则可判断出小磁针处的磁场方向垂直纸面向外，小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动，选项 D 正确。

【点睛】此题中套在一根铁芯上的两个线圈，实际上构成一个变压器。

8.(2011·北京卷·T19)某同学为了验证断电自感现象，自己找来带铁心的线圈L、小灯泡A、开关S和电池组E，用导线将它们连接成如图所示的电路。检查电路后，闭合开关S，小灯泡发光；再断开开关S，小灯泡仅有不显著的延时熄灭现象。虽经多次重复，仍未见老师演示时出现的小灯泡闪亮现象，他冥思苦想找不出原因。你认为最有可能造成小灯泡未闪亮的原因是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.电源的内阻较大　　B.小灯泡电阻偏大

C.线圈电阻偏大　　D.线圈的自感系数较大

【答案】C

【解析】开关断开开关时，灯泡能否发生闪亮，取决于灯泡的电流有没有增大，与电源的内阻无关，故 A 错误；

若小灯泡电阻偏大，稳定时流过灯泡的电流小于线圈的电流，断开开关时，根据楞次定律，流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小，灯泡将发生闪亮现象，故 B 错误；

线圈电阻偏大，稳定时流过灯泡的电流大于线圈的电流，断开开关时，根据楞次定律，流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小，灯泡不发生闪亮现象，故 C 正确；

线圈的自感系数较大，产生的自感电动势较大，但不能改变稳定时灯泡和线圈中电流的大小，故 D 错误.

【考点定位】自感现象和自感系数.

9.(2011·广东卷)将闭合多匝线圈置于仅随时间变化的磁场中，线圈平面与磁场方向垂直，关于线圈中产生的感应电动势和感应电流，下列表述正确的是

A.感应电动势的大小与线圈的匝数无关

B.穿过线圈的磁通量越大，感应电动势越大

C.穿过线圈的磁通量变化越快，感应电动势越大

D.感应电流产生的磁场方向与原磁场方向始终相同

【答案】C

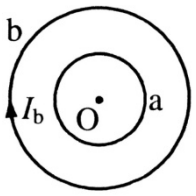
【解析】由法拉第电磁感应定律可知，感应电动势 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，即感应电动势与线圈匝数有关故 A 错误；同时可知，感应电动势与磁通量的变化率有关，磁通量变化越快，感应电动势越大，故 C 正确；穿过线圈的磁通量大，但若所用的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

时间长，则电动势可能小，故 B 错误；由楞次定律可知：感应电流的磁场方向总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化，故原磁通增加，感应电流的磁场与之反向，原磁通减小，感应电流的磁场与原磁场方向相同，即“增反减同”，故 D 错误；

【考点定位】法拉第电磁感应定律，楞次定律

10.(2011·上海卷)如图，均匀带正电的绝缘圆环a与金属圆环b同心共面放置，当a绕O点在其所在平面内旋转时，b中产生顺时针方向的感应电流，且具有收缩趋势，由此可知，圆环a



A.顺时针加速旋转　B.顺时针减速旋转　C.逆时针加速旋转　D.逆时针减速旋转

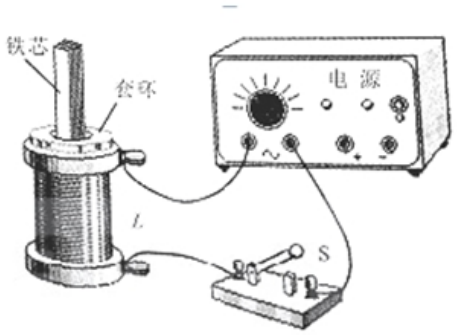
【答案】B.

【解析】圆环 b 具有收缩趋势，说明穿过 b 环的磁通量在增强，根据阻碍变化可知圆环 a 减速旋转，逐渐减弱的磁场使得 b 环产生了顺时针方向电流，根据楞次定律可知引起 b 环的感应电流的磁场方向向里，根据安培定则判断出 a 环顺时针方向旋转.所以 B 选项正确.

【考点定位】楞次定律

11.(2012·北京卷·T19)物理课上，老师做了一个奇妙的“跳环实验”.如图，她把一个带铁芯的线圈 L、开关 S 和电源用导线连接起来后，将一金属套环置于线圈 L 上，且使铁芯穿过套环，闭合开关 S 的瞬间，套环立刻跳起.某同学另找来器材再探究此实验.他连接好电路，经重复实验，线圈上的套环均未动，对比老师演示的实验，下列四个选项中，导致套环未动的原因可能是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.线圈接在了直流电源上

B.电源电压过高

C.所选线圈的匝数过多

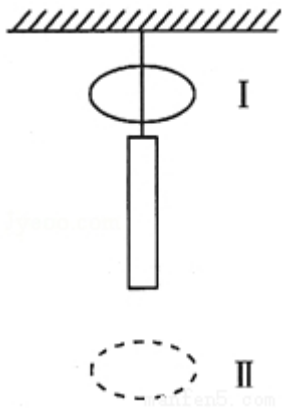
D.所用套环的材料与老师的不同

【答案】D

【解析】线圈接在直流电源上，闭合开关的瞬间，穿过套环的磁通量仍然会改变，套环中会产生感应电流，会跳动.故 A 错误；电源电压过高，在套环中产生的感应电流更大，更容易跳起.故 B 错误；线圈匝数过多，在套环中产生的感应电流越大，套环更容易跳起.故 C 错误；D、所用的套环材料不同，可能不产生感应电流，则不会受到安培力，不会跳起.故 D 正确。

【考点定位】本题考查了法拉第电磁感应定律和楞次定律

12.(2012·海南卷·T5)如图，一质量为 m 的条形磁铁用细线悬挂在天花板上，细线从一水平金属环中穿过。现将环从位置 I 释放，环经过磁铁到达位置 II。设环经过磁铁上端和下端附近时细线的张力分别为 T_1 和 T_2，重力加速度大小为 g，则



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

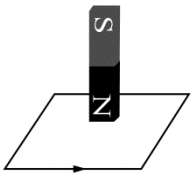
A.$T_1>mg$，$T_2>mg$　B.$T_1<mg$，$T_2<mg$　C.$T_1>mg$，$T_2<mg$　D.$T_1<mg$，$T_2>mg$

【答案】A

环下滑过程中，穿过环的磁通量变化，产生感应电流，由楞次定律可知，感应电流受到的安培力阻碍环的下落，方向向上，所以感应电流对磁铁的作用力方向向下，对磁铁，$T+F=mg$，所以$T_1>mg, T_2>mg$，A 项正确。

【考点定位】本题考查电磁感应、楞次定律及其相关知识

13.(2016·上海卷)磁铁在线圈中心上方开始运动时，线圈中产生如图方向的感应电流，则磁铁



A.向上运动　B.向下运动　C.向左运动　D.向右运动

【答案】B

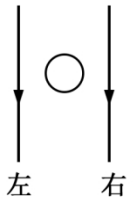
【解析】据题意，从图示可以看出磁铁提供的穿过线圈原磁场的磁通量方向向下，由安培定则可知线圈中感应电流激发的感应磁场方向向上，即两个磁场的方向相反，则由楞次定律可知原磁场通过线圈的磁通量的大小在增加，故选项 B 正确。

【考点定位】楞次定律和安培定则

【方法技巧】通过安培定则判断感应磁场方向，通过楞次定律判断磁铁的运动情况。

14.(2016·海南卷)如图，一圆形金属环与两固定的平行长直导线在同一竖直平面内，环的圆心与两导线距离相等，环的直径小于两导线间距。两导线中通有大小相等、方向向下的恒定电流。若

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.金属环向上运动，则环上的感应电流方向为顺时针方向

B.金属环向下运动，则环上的感应电流方向为顺时针方向

C.金属环向左侧直导线靠近，则环上的感应电流方向为逆时针方向

D.金属环向右侧直导线靠近，则环上的感应电流方向为逆时针方向

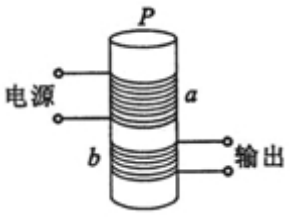
【答案】D

【解析】当金属环上下移动时，穿过环的磁通量不发生变化，根据楞次定律，没有感应电流产生，选项 AB 错误；当金属环向左移动时，穿过环的磁通量垂直纸面向外且增强，根据楞次定律可知，产生顺时针方向的感应电流，故选项 C 错误；当金属环向右移动时，穿过环的磁通量垂直纸面向里且增强，根据楞次定律可知，产生逆时针方向的感应电流，故选项 D 正确。

【考点定位】楞次定律

【名师点睛】解决本题的关键会用安培定则判断电流周围磁场的方向，以及学会根据楞次定律来确定感应电流的方向。

15.(2012·四川卷)如图所示，在铁芯 P 上绕着两个线圈 a 和 b，则



A.绕圈 a 输入正弦交变电流，线圈 b 可输出恒定电流

B.绕圈 a 输入恒定电流，穿过线圈 b 的磁通量一定为零

C.绕圈 b 输出的交变电流不对线圈 a 的磁场造成影响

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.绕圈 a 的磁场变化时，线圈 b 中一定有电场

【答案】D

【解析】线圈 a 输入正弦交变电流，线圈 b 可输出交变电流，故 A 错误；线圈 a 输入恒定电流，电流产生恒定的磁场，穿过线圈 b 的磁通量不变，不为零，故 B 错误；线圈 b 输出的交变电流产生变化的磁场，对线圈 a 的磁场造影响，故 C 错误；线圈 a 的磁场变化时，穿过线圈 b 的磁通量发生变化，线圈 b 中一定产生感生电场，故 D 正确；故选 D.

【考点定位】本题考查电磁感应现象、互感现象，麦克斯韦电磁场理解及其相关知识

16.(2014·新课标全国I卷·T14)在法拉第时代，下列验证“由磁产生电”设想的实验中，能观察到感应电流的是

A.将绕在磁铁上的线圈与电流表组合成一闭合回路，然后观察电流表的变化

B.在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈，然后观察电流表的变化

C.将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接，往线圈中插入条形磁铁后，再到相邻房间去观察电流表的变化

D.绕在同一铁环上的两个线圈，分别接电源和电流表，在给线圈通电或断电的瞬间，观察电流表的变化

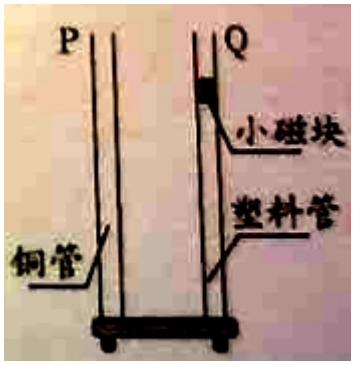
【答案】D

【解析】穿过线圈磁通量不变，不产生感应电流时，电流表指针不会偏转，A 错的；在通电线圈中通电后，穿过旁边放置的线圈磁通量不变，不能产生感应电流，B 错的；当插入磁铁时，能产生感应电流，但当跑到另一房间观察时，穿过线圈磁通量不变，不能产生感应电流，C 错的；在通电与断电瞬间，磁通量生了变化，有感应电流，D 对的。

【考点定位】法拉第发现电磁感应定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

17.(2014·广东卷)如图所示，上下开口、内壁光滑的铜管 P 和塑料管 Q 竖直放置，小磁块先后在两管中从相同高度处由静止释放，并落至底部，则小磁块



A.在 P 和 Q 中都做自由落体运动

B.在两个下落过程中的机械能都守恒

C.在 P 中的下落时间比在 Q 中的长

D.落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的大

【答案】C

【解析】由于电磁感应，在铜管 P 中还受到向上的磁场力，而在塑料管中只受到重力，即只在 Q 中做自由落体运动，故选项 A、B 错误；而在 P 中加速度较小，故选项 C 正确而选项 D 错误。

【考点定位】本题考查自由落体运动、电磁感应和机械能守恒定律的条件。

18.(2014·全国大纲卷)很多相同的绝缘铜圆环沿竖直方向叠放，形成一很长的竖直圆筒。一条形磁铁沿圆筒的中心轴竖直放置，其下端与圆筒上端开口平齐。让条形磁铁从静止开始下落。条形磁铁在圆筒中的运动速率

A.均匀增大　　B.先增大，后减小

C.逐渐增大，趋于不变　　D.先增大，再减小，最后不变

【答案】C

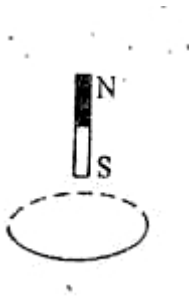
【解析】条形磁铁在下落过程中受重力和铜环的阻力作用，开始时，由于速率为零，对铜环组成的圆筒没有磁通变化，因此无感应电流，无安培力作用，即条形

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

磁铁只受重力作用，向下加速运动，随着速率的增大，感应电流增大，安培力增大，条形磁铁所受铜环的阻力增大，因此条形磁铁将做加速度逐渐减小的加速运动，又因为竖直圆筒很长，因此，加速度将趋于零，所以条形磁铁在圆筒中的运动速率先逐渐增大，最终趋于不变，故选项 C 正确。

【考点定位】本题主要考查了电磁感应、力与运动的关系的应用问题，属于中档偏高题。

19.(2014·海南卷)如图，在一水平、固定的闭合导体圆环上方，有一条形磁铁(N 极朝上，S 极朝下)由静止开始下落，磁铁从圆环中穿过且不与圆环接触，关于圆环中感应电流的方向(从上向下看)，下列说法中正确的是



A.总是顺时针　　B.总是逆时针　C.先顺时针后逆时针　　D.先逆时针后顺时针

【答案】C

【解析】由条形磁铁的磁场分布可知，磁铁下落的过程，闭合圆环中的磁通量始终向上，并且先增加后减少，由楞次定律可判断出，从上向下看时，闭合圆环中的感应电流方向先顺时针后逆时针，C 正确。

【考点定位】楞次定律的应用

20.(2015·北京卷·T20)利用所学物理知识，可以初步了解常用的公交一卡通(IC 卡)的工作原理及相关问题。IC 卡内部有一个由电感线圈 L 和电容 C 构成的 LC 的振荡电路。公交卡上的读卡机(刷卡时“嘀”的响一声的机器)向外发射某一特定频率的电磁波。刷卡时，IC 卡内的线圈 L 中产生感应电流，给电容 C 充电，达到一定的电压后，驱动卡内芯片进行数据处理和传输。下列说法正确的是(　　)

A.IC 卡工作场所所需要的能量来源于卡内的电池

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.仅当读卡器发射该特定频率的电磁波时，IC 卡才能有效工作

C.若读卡机发射的电磁波偏离该特定频率，在线圈 L 中不会产生感应电流

D.IC 卡只能接收读卡器发射的电磁波，而不能向读卡机传输自身的数据信息

【答案】B

【解析】A、IC 卡中有一个 *LC* 线圈和电容，当读卡机发出的电磁波被 *LC* 电路接收到，使得 IC 卡汇总的电路充电，所以 IC 卡的能量来源于读卡机发射的电磁波，选项 A 错误；

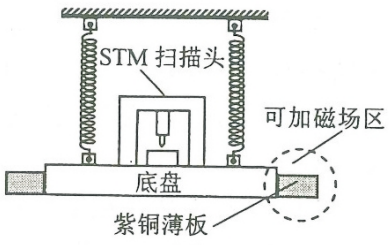
B、*LC* 振荡电路接收与其固有频率相同的电磁波 $f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$，读卡机发出的电磁波频率与之匹配，才能得到最优的充电效果，使电容电压达到预定值，才能进行数据传输，选项 B 正确；

C、如果是其它频率的电磁波，根据法拉第电磁感应定律，穿过线圈的磁通量发生了变换，依然会有感应电流，选项 C 错误；

D、据题意电容达到一定电压之后，驱动卡芯片进行数据传输，选项 D 错误。故选 B。

【考点定位】电磁感应、LC 振荡电路、电磁波的发射和接受。

21.(2017·新课标I卷)扫描隧道显微镜(STM)可用来探测样品表面原子尺度上的形貌。为了有效隔离外界振动对 STM 的扰动，在圆底盘周边沿其径向对称地安装若干对紫铜薄板，并施加磁场来快速衰减其微小振动，如图所示。无扰动时，按下列四种方案对紫铜薄板施加恒磁场；出现扰动后，对于紫铜薄板上下及左右振动的衰减最有效的方案是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】感应电流产生的条件是闭合回路中的磁通量发上变化。在 A 图中系统振动时在磁场中的部分有时多有时少，磁通量发生变化，产生感应电流，受到安培力，阻碍系统的振动，故 A 正确；而 BCD 三个图均无此现象，故错误。

【考点定位】感应电流产生的条件

【名师点睛】本题不要被题目的情景所干扰，抓住考查的基本规律，即产生感应电流的条件，有感应电流产生，才会产生阻尼阻碍振动。

22.(2017·北京卷·T19)图 1 和图 2 是教材中演示自感现象的两个电路图，L_1 和 L_2 为电感线圈。实验时，断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，随后逐渐变暗；闭合开关 S_2，灯 A_2 逐渐变亮，而另一个相同的灯 A_3 立即变亮，最终 A_2 与 A_3 的亮度相同。下列说法正确的是

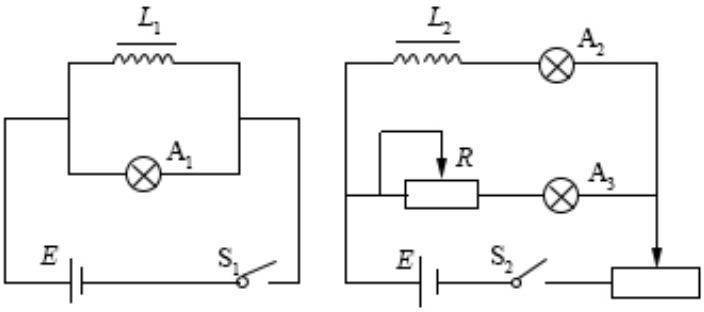


图1　　图2

A.图 1 中，A_1 与 L_1 的电阻值相同

B.图 1 中，闭合 S_1，电路稳定后，A_1 中电流大于 L_1 中电流

C.图 2 中，变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同

D.图 2 中，闭合 S_2 瞬间，L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

【答案】C

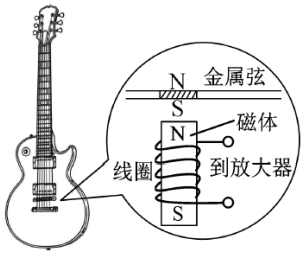
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，由于线圈 L_1 的自感，通过 L_1 的电流逐渐减小，且通过 A_1，即自感电流会大于原来通过 A_1 的电流，说明闭合 S_1，电路稳定时，通过 A_1 的电流小于通过 L_1 的电流，L_1 的电阻小于 A_1 的电阻，AB 错误；闭合 S_2，电路稳定时，A_2 与 A_3 的亮度相同，说明两支路的电流相同，因此变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同，C 正确；闭合开关 S_2，A_2 逐渐变亮，而 A_3 立即变亮，说明 L_2 中电流与变阻器 R 中电流不相等，D 错误。

【考点定位】自感

【名师点睛】线圈在电路中发生自感现象，根据楞次定律可知，感应电流要“阻碍”使原磁场变化的电流变化情况。电流突然增大时，会感应出逐渐减小的反向电流，使电流逐渐增大；电流突然减小时，会感应出逐渐减小的正向电流，使电流逐渐减小。

23.(2016·江苏卷·T6)电吉他中电拾音器的基本结构如图所示，磁体附近的金属弦被磁化，因此弦振动时，在线圈中产生感应电流，电流经电路放大后传送到音箱发出声音，下列说法正确的有



A.选用铜质弦，电吉他仍能正常工作

B.取走磁体，电吉他将不能正常工作

C.增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势

D.弦振动过程中，线圈中的电流方向不断变化

【答案】BCD

【解析】

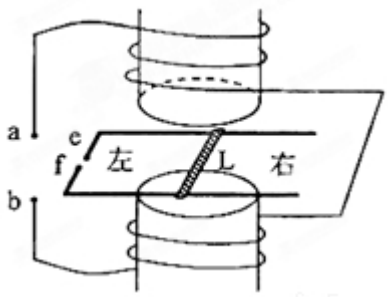
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

试题分析：因铜质弦不能被磁化，所以 A 错误；若取走磁铁，金属弦无法磁化，电吉他将不能正常工作，所以 B 正确；根据法拉第电磁感应定律知，增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势，所以 C 正确；磁振动过程中，线圈中的磁通量一会增大一会减速，所以电流方向不断变化，D 正确。

【考点定位】考查电磁感应

【方法技巧】本题学生极易错选 A 选项，在于不知道铜是不能被磁化的，可见现在高考考查知识越来越细，越来越全面。

24.(2012·海南卷)图中装置可演示磁场对通电导线的作用。电磁铁上下两磁极之间某一水平面内固定两条平行金属导轨，L 是置于导轨上并与导轨垂直的金属杆。当电磁铁线圈两端 a、b，导轨两端 e、f，分别接到两个不同的直流电源上时，L 便在导轨上滑动。下列说法正确的是



A、若 a 接正极，b 接负极，e 接正极，f 接负极，则 L 向右滑动

B、若 a 接正极，b 接负极，e 接负极，f 接正极，则 L 向右滑动

C、若 a 接负极，b 接正极，e 接正极，f 接负极，则 L 向左滑动

D、若 a 接负极，b 接正极，e 接负极，f 接正极，则 L 向左滑动

【答案】BD

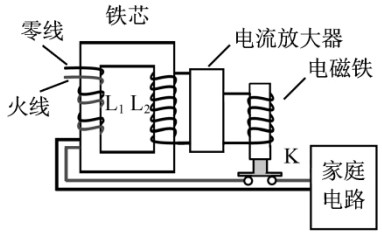
【解析】由安培定则与左手定则可知，若 a 接正极，b 接负极，e 接正极，f 接负极，L 所受安培力向左，L 向左滑动，故 A 错误；由安培定则与左手定则可知，若 a 接正极，b 接负极，e 接负极，f 接正极，L 受到的安培力向右，L 向右滑动，故 B 正确；由安培定则与左手定则可知，若 a 接负极，b 接正极，e 接正极，f 接负极，L 所受安培力向右，L 向右滑动，故 C 错误；由安培定则与左手定则可

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

知，若 a 接负极，b 接正极，e 接负极，f 接正极，L 所受安培力向左，则 L 向左滑动，故 D 正确；故选 BD.

【考点定位】本题考查安培定则、左手定则及其相关知识

25.(2012·江苏卷·T7)某同学设计的家庭电路保护装置如图所示，铁芯左侧线圈L_1由火线和零线并行绕成. 当右侧线圈L_2中产生电流时，电流经放大器放大后，使电磁铁吸起铁质开关K，从而切断家庭电路. 仅考虑L1 在铁芯中产生的磁场，下列说法正确的有



A.家庭电路正常工作时，L_2中的磁通量为零

B.家庭电路中使用的电器增多时，L_2中的磁通量不变

C.家庭电路发生短路时，开关K 将被电磁铁吸起

D.地面上的人接触火线发生触电时，开关 K 将被电磁铁吸起

【答案】ABD

【解析】家庭电路正常工作时，零线和火线中的电流大小相等、方向始终相反，在 L_1 中产生的磁场方向始终相反，磁场相互叠加，L_1、L_2 中的磁通量为零，A 项对；

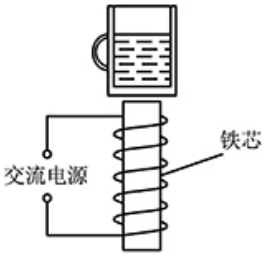
家庭电路中使用的电器增多及电路发生短路时，零线和火线中的电流变大但大小仍然相等，电流方向始终相反，L_1、L_2 中的磁通量仍为零，不变，B 项正确，C 项错；

地面上的人接触火线发生触电时，零线和火线中的电流大小不相等，L_1 中的磁通量不为零，发生变化，L_2 中的磁通量不为零发生变化，线圈 L_2 中产生电流，此时开关 K 将被电磁铁吸起 D 项对。

【考点定位】本题考查电磁感应及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

26.(2014·江苏卷)如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有



A.增加线圈的匝数　　B.提高交流电源的频率

C.将金属杯换为瓷杯　　D.取走线圈中的铁芯

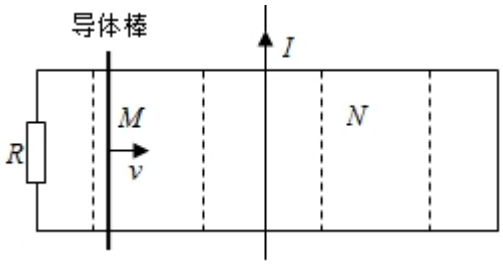
【答案】AB

【解析】当线圈中通以交变电流时，在金属杯中将产生感应电流，根据法拉第电磁感应定律可知，感应电动势 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，因此增加线圈的匝数可以提高感应电动势，感应电流的功率增大，使杯内的水沸腾所需的时间缩短，提高交流电源的频率，磁通变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 变大，感应电动势变大，感应电流的功率增大，故选项 A、B 正确；取走线圈中的铁芯则使得线圈周围的磁场变弱，磁通量减小，磁通变化率亦减小，感应电动势变小，从而使杯内的水沸腾所需的时间反而边长，故选项 D 错误；将金属杯换为瓷杯后，由于陶瓷不是导体，因此瓷杯中不能产生感应电流，无法给水加热，故选项 C 错误。

【考点定位】本题主要考查了对感应电流产生条件、法拉第电磁感应定律的理解与应用问题，属于中档题。

27.(2014·山东卷·T16)如图，一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内，通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定，导体棒与轨道垂直且接触良好。在向右匀速通过 M、N 两区的过程中，导体棒所受安培力分别用 F_M、F_N 表示。不计轨道电阻。以下叙述正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. F_M 向右　　B. F_N 向左　　C. F_M 逐渐增大　　D. F_N 逐渐减小

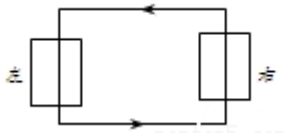
【答案】BCD

【解析】根据楞次定律(来拒去留)，导体棒在 M 区和 N 区受安培力的方向都向左，B 正确，A 错误；

根据法拉第电磁感应定律，可知导体棒所受安培力大小 $F=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$，由于距离导线越近，磁场的磁感强度 B 越大，在 M 区导体棒向右运动过程中，磁感强度逐渐增大，安培力 F_M 逐渐增大，在 N 区磁感强度逐渐减小，导至安培力也逐渐减小，C、D 都正确。

【考点定位】楞次定律，法拉第电磁感应定律

28.(2013·海南卷)如图，在水平光滑桌面上，两相同的矩形刚性小线圈分别叠放在固定的绝缘矩形金属框的左右两边上，且每个小线圈都各有一半面积在金属框内，在金属框接通逆时针方向电流的瞬间



A.两小线圈会有相互靠拢的趋势

B.两小线圈会有相互远离的趋势

C.两小线圈中感应电流都沿顺时针方向

D.左边小线圈中感应电流沿顺时针方向，右边小线圈中感应电流沿逆时针方向

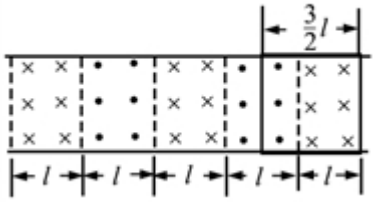
【答案】BC

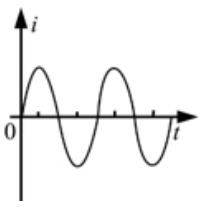
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

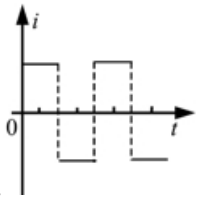
【解析】在金属框接通逆时针方向电流的瞬间，金属框上下两边的电流在两个线圈中产生的磁场刚好相互抵消，左右两边的电流在各自通过的线圈中产生的磁场也刚好相互抵消，对于左侧的线圈而言，金属框右边的电流使其感应出顺时针方向的感应电流，同理可知金属框左边的电流使右侧的小线圈也感应出顺时针方向的感应电流，由于两线圈相邻两边的电流方向相反，故两线圈相互排斥，有相互远离的趋势，综上可知本题选 BC。

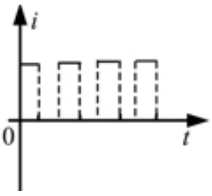
【考点定位】考查电磁感应及其应用。

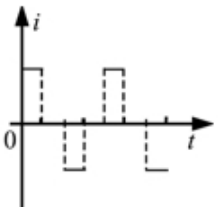
29.(2018·全国 II 卷·T5)如图，在同一平面内有两根平行长导轨，导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域，区域宽度均为 l，磁感应强度大小相等、方向交替向上向下。一边长为$\frac{3}{2}l$的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动，线框中感应电流 i 随时间 t 变化的正确图线可能是



A. 

B. 

C. 

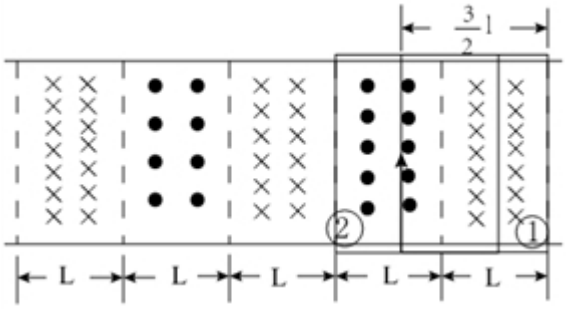
D. 

【答案】D

【解析】试题分析：找到线框在移动过程中谁切割磁感线，并根据右手定则判断电流的方向，从而判断整个回路中总电流的方向。要分过程处理本题。

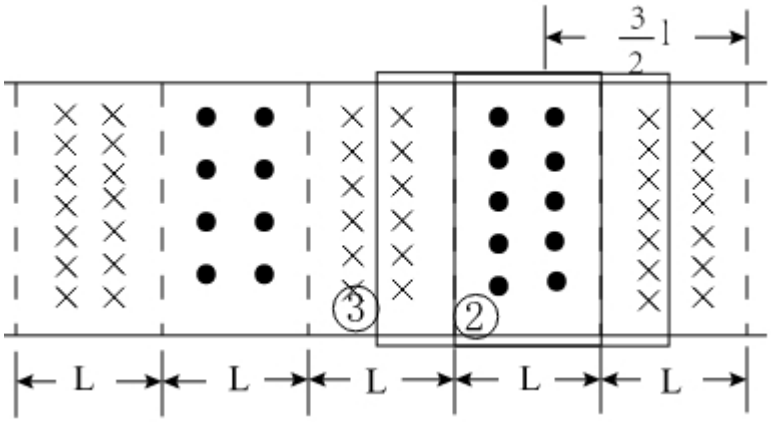
第一过程从①移动②的过程中

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

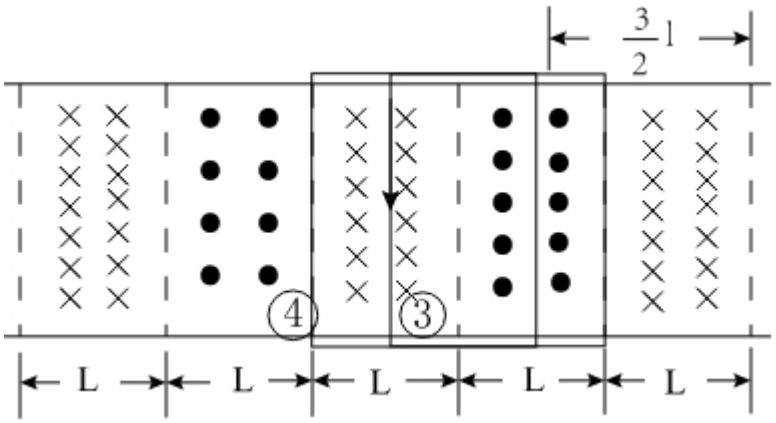


左边导体棒切割产生的电流方向是顺时针，右边切割磁感线产生的电流方向也是顺时针，两根棒切割产生电动势方向相同所以$E=2Blv$，则电流为$i=\frac{E}{R}=\frac{2Blv}{R}$，电流恒定且方向为顺时针，

再从②移动到③的过程中左右两根棒切割磁感线产生的电流大小相等，方向相反，所以回路中电流表现为零，



然后从③到④的过程中，左边切割产生的电流方向逆时针，而右边切割产生的电流方向也是逆时针，所以电流的大小为$i=\frac{E}{R}=\frac{2Blv}{R}$，方向是逆时针



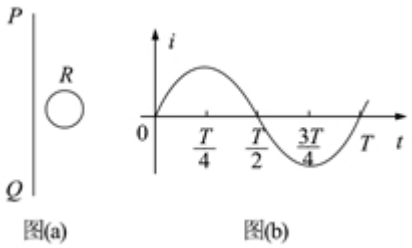
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

当线框再向左运动时，左边切割产生的电流方向顺时针，右边切割产生的电流方向是逆时针，此时回路中电流表现为零，故线圈在运动过程中电流是周期性变化，故 D 正确；

故选 D

点睛：根据线圈的运动利用楞次定律找到电流的方向，并计算电流的大小从而找到符合题意的图像。

30.(2018·全国 III 卷·T7)(多选)如图 A.，在同一平面内固定有一长直导线 PQ 和一导线框 R，R 在 PQ 的右侧。导线 PQ 中通有正弦交流电流 i，i 的变化如图 B.所示，规定从 Q 到 P 为电流的正方向。导线框 R 中的感应电动势



图(a)　　图(b)

A. 在$t=\frac{T}{4}$时为零

B. 在$t=\frac{T}{2}$时改变方向

C. 在$t=\frac{T}{2}$时最大，且沿顺时针方向

D. 在$t=T$时最大，且沿顺时针方向

【答案】AC

【解析】由图(b)可知，导线 *PQ* 中电流在 *t*=*T*/4 时达到最大值，变化率为零，导线框 *R* 中磁通量变化率为零，根据法拉第电磁感应定律，在 *t*=*T*/4 时导线框中产生的感应电动势为零，选项 A 正确；在 *t*=*T*/2 时，导线 *PQ* 中电流图象斜率方向不变，导致导线框 *R* 中磁通量变化率的正负不变，根据楞次定律，所以在 *t*=*T*/2 时，导线框中产生的感应电动势方向不变，选项 B 错误；由于在 *t*=*T*/2 时，导线 *PQ* 中电流图象斜率最大，电流变化率最大，导致导线框 *R* 中磁通量变化率最大，根据法拉第电磁感应定律，在 *t*=*T*/2 时导线框中产生的感应电动势最大，由楞次定律可判断出感应电动势的方向为顺时针方向，选项 C 正确；由楞次定律可

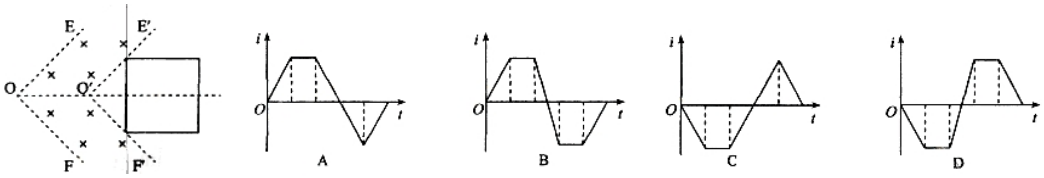
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

判断出在 $t=T$ 时感应电动势的方向为逆时针方向，选项 D 错误。

点睛　此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

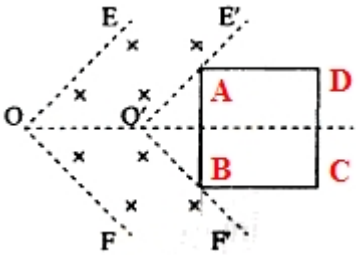
点睛　此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

31.(2011·海南卷·T6)如图，EOF 和 E’O’F’为空间一匀强磁场的边界，其中 EO∥E’O’，FO∥F’O’，且 EO⊥OF；OO’为∠EOF 的角平分析，OO’间的距离为 l；磁场方向垂直于纸面向里。一边长为 l 的正方形导线框沿 OO’方向匀速通过磁场，t=0 时刻恰好位于图示位置。规定导线框中感应电流沿逆时针方向时为正，则感应电流 i 与实践 t 的关系图线可能正确的是



【答案】A

【解析】设正方形导线框为 ABCD，以图示位置为零位置：



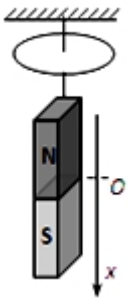
AB 边从零位置开始运动到 O’的过程中，只有 AB 边的一部分切割了磁感线，切割的有效长度从零增加到 l，感应电动势变大，由右手定则可以判断，感应电流方向为逆时针(即与题目规定的正方向相同)，因此排除了 C、D，AB 边从 O’位

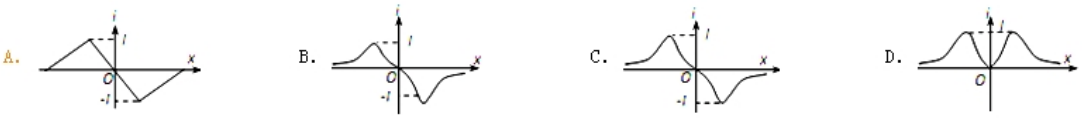
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

置开始继续运动到 A、B 两点与 OE、OF 边接触的过程中，只有 AB 边切割了磁感线，切割的有效长度等于 l，感应电动势不变，感应电流方向还是逆时针(即与题目规定的正方向相同)；AB 边从上述位置继续运动到 O 点的过程中，AB 边和 CD 变都部分切割了磁感线，AB 边切割的有效长度从 l 减小到 0，而 CD 边切割的有效长度从 0 增加到 l，两条边产生的感应电动势相反，相互抵消，电动势先减少到 0 后反向增加，所以感应电流方向先逆时针减小到 0，再从 0 开始顺时针增加。由此判断应该选择选项 A。

【考点定位】电磁感应与图像

32.(2012·福建卷)如图甲，一圆形闭合铜环由高处从静止开始下落，穿过一根竖直悬挂的条形磁铁，铜环的中心轴线与条形磁铁的中轴始终保持重合。若取磁铁中心 O 为坐标原点，建立竖直向下正方向的 x 轴，则图乙中最能正确反映环中感应电流 i 随环心位置坐标 x 变化的关系图像是





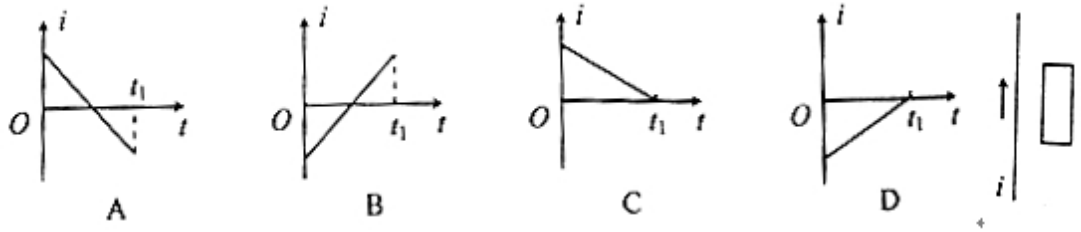
【答案】B

【解析】圆形闭合铜环由高处从静止开始下落，穿过一根竖直悬挂的条形磁铁，铜环的中心轴线与条形磁铁的中轴始终保持重合，圆环中磁通量变化不均匀，产生的感应电流不是线性变化，A 错误；铜环下落到磁铁顶端的速度小于下落到磁铁底端的速度，铜环下落到磁铁顶端产生的感应电流小于下落到磁铁底端产生的感应电流，选项 B 正确，CD 错误。故选：B.

【考点定位】电磁感应与图像

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

33.(2012·新课标卷)如图，一载流长直导线和一矩形导线框固定在同一平面内，线框在长直导线右侧，且其长边与长直导线平行。已知在 t=0 到 $t=t_1$ 的时间间隔内，直导线中电流 i 发生某种变化，而线框中感应电流总是沿顺时针方向；线框受到的安培力的合力先水平向左、后水平向右。设电流 i 正方向与图中箭头方向相同，则 i 随时间 t 变化的图线可能是

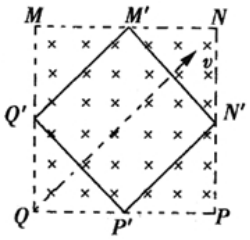


【答案】A

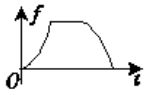
【解析】对于 A 选项，电流先正向减小，这一过程，电流在矩形线框内产生的磁场方向垂直纸面向里，且逐渐减小，根据楞次定律可知感应电流的磁场方向与原磁场方向相同也是向里，再根据安培定则可知，感应电流方向为顺时针方向，合力方向与线框左边所受力方向都向左；然后电流反向增大，在此过程，电流在矩形线框内产生的磁场方向垂直纸面向外，且逐渐增大，根据楞次定律可知感应电流的磁场方向与原磁场方向相反，再根据安培定则可知，感应电流方向为顺时针方向，合力方向与线框左边所受力方向都向右，综上所述，选项 A 正确，选项 B、C、D 错误。

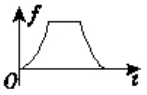
【考点定位】电磁感应与图像

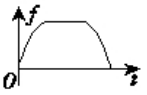
34.(2012·重庆卷)如图所示，正方形区域 MNPQ 内有垂直纸面向里的匀强磁场.在外力作用下，一正方形闭合刚性导线框沿 QN 方向匀速运动，t＝0 时刻，其四个顶点 M′、N′、P′、Q′恰好在磁场边界中点.下列图象中能反映线框所受安培力 f 的大小随时间 t 变化规律的是

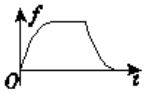


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 

B. 

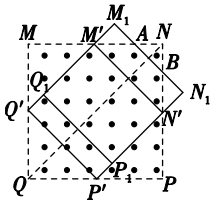
C. 

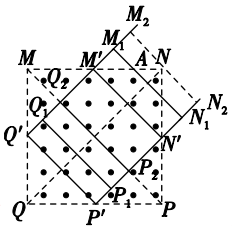
D. 

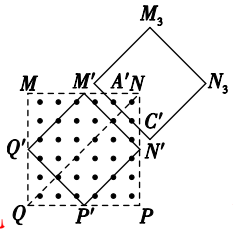
【答案】B

第一段时间从初位置到 M′N′离开磁场，图甲表示该过程的任意一个位置，切割磁感线的有效长度为 M_1A 与 N_1B 之和，即为 M_1M'长度的 2 倍，此时电动势 E=2Bvtv，线框受的安培力 $f=2BIvt=\frac{4B^2v^3t^2}{R}$，图象是开口向上的抛物线，故 CD 错误；

如图乙所示，线框的右端 M_2N_2 刚好出磁场时，左端 Q_2P_2 恰与 MP 共线，此后一段时间内有效长度不变，一直到线框的左端与 M′N′重合，这段时间内电流不变，安培力大小不变；最后一段时间如图丙所示，从匀速运动至 M_2N_2 开始计时，有效长度为 A′C′=l－2vt′，电动势 E′=B(l－2vt′)v，线框受的安培力 $F'=\frac{B^2\left(l-2vt'\right)^2v}{R}$，图象是开口向上的抛物线，故 A 错误，B 正确。



甲


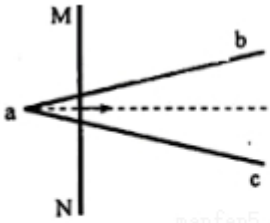
乙


丙

【考点定位】电磁感应与图像

35.(2013·新课标全国卷I)如图，在水平面(纸面)内有三根相同的均匀金属棒 ab、ac 和 MN，其中 ab、ac 在 a 点接触，构成“V”字型导轨。空间存在垂直于纸面的均匀磁场。用力使 MN 向右匀速运动，从图示位置开始计时，运动中 MN 始终与∠bac 的平分线垂直且和导轨保持良好接触。下列关于回路中电流 i 与时间 t 的关系图线。可能正确的是

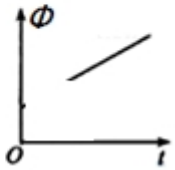
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.

B.

C.

D.


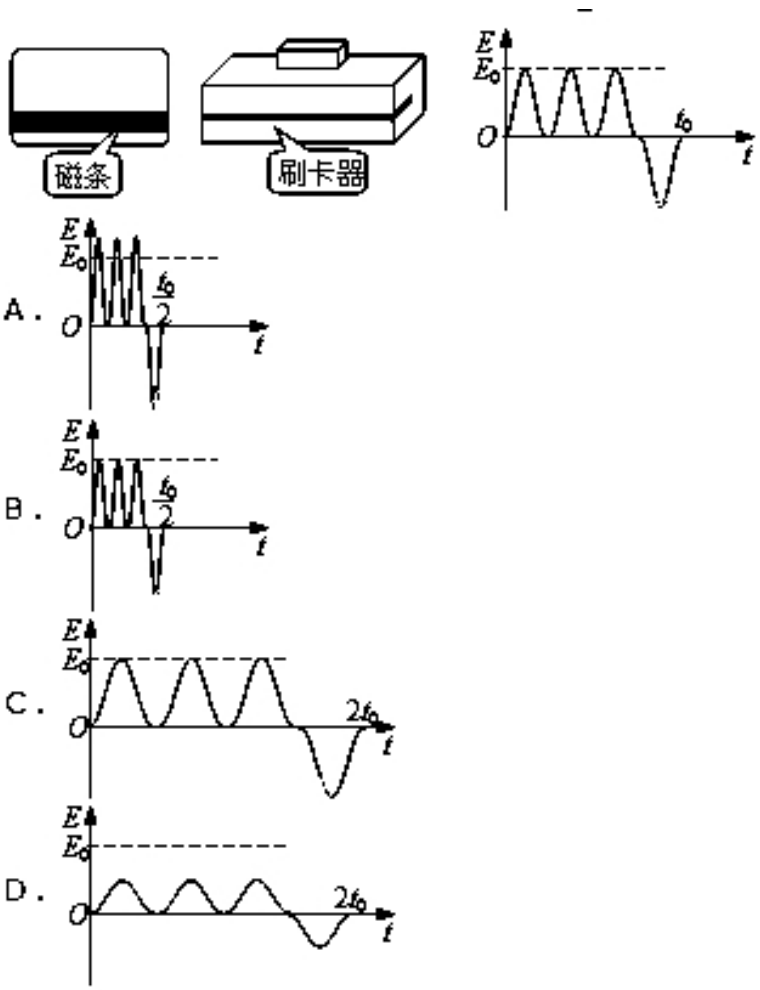
【答案】A

【解析】设 MN 在匀速运动中切割磁场的有效长度为 L，∠bac=2θ，感应电动势为 E=BLv，三角形的两边长相等且均为 $L'=\frac{L}{2\sin\theta}$，由 $R=\rho\frac{l}{S}$ 可知，三角形的总电阻 $R=\rho\frac{l}{S}=\rho\frac{L+2L'}{S}=kL$ (k 为常数)，再由闭合电路欧姆定律得 $I=\frac{E}{R}=\frac{BLv}{kL}=\frac{Bv}{k}$，是一个常量，与时间 t 无关，所以 A 正确.

【考点定位】电磁感应与图像

36.(2013·浙江卷)磁卡的词条中有用于存储信息的磁极方向不同的磁化区，刷卡器中有检测线圈，当以速度 v_0 刷卡时，在线圈中产生感应电动势。其 E-t 关系如右图所示。如果只将刷卡速度改为 $\frac{v_0}{2}$，线圈中的 E-t 关系可能是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



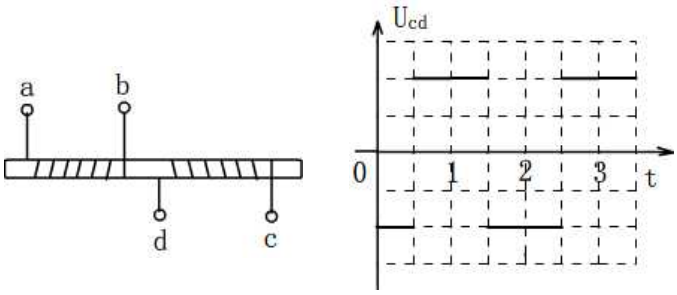
【答案】D

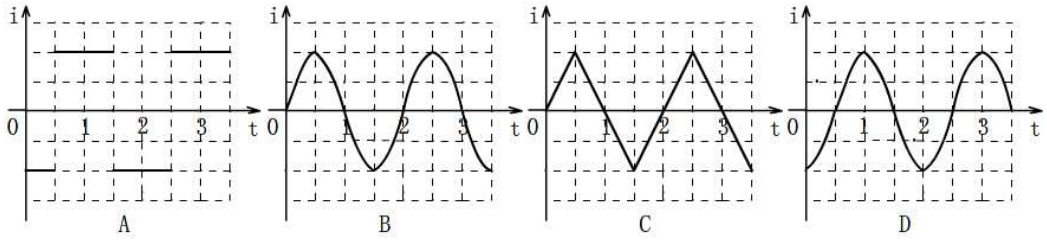
【解析】根据法拉第电磁感应定律：$E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$，刷卡过程中速度$v \propto \frac{1}{\Delta t}$，所以线圈中产生的感应电动势与磁卡的速度成正比，当刷卡速度改为$\frac{v_0}{2}$时，电动势 E 变为$\frac{E_0}{2}$，时间变为 $2t_0$。

【考点定位】电磁感应与图像

37.(2014·全国I卷·T18)如图 A.，线圈 ab、cd 绕在同一软铁芯上，在 ab 线圈中通以变化的电流，测得 cd 间的的电压如图 B.所示，已知线圈内部的磁场与流经的电流成正比， 则下列描述线圈 ab 中电流随时间变化关系的图中，可能正确的是：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





【答案】C

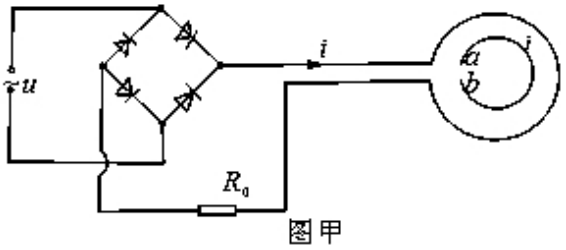
【解析】根据法拉第电磁感应定律，感应电动势即 cd 线圈中的电压 $u_{cd}=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=s\frac{\Delta B}{\Delta t}$，由于磁场是线圈 ab 中的感应电流产生的，所以 $\Delta B\propto\Delta I$，综上可得 $u_{cd}\propto s\frac{\Delta I}{\Delta t}$，即电压大小与线圈中电流的变化率成正比，根据图 B.可判断 $0-0.5s$ 和 $0.5s-1.5s$ 电流的变化率大小相等，方向相反，即 $i-t$ 图象斜率大小相等，方向相反，对照选项 C 对。

【考点定位】电磁感应定律

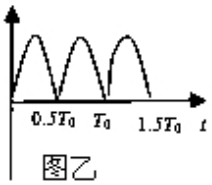
【方法技巧】此类问题可用排除法最简单，由图知产生的电压大小不变，根据法拉第电磁感应定律可知电流随时间均匀变化，即可排除 ABD 选项，还可根据电压的正负，判断电流是增大还是减小。

38.(2015·山东卷·T 19)如图甲，R_0 为定值电阻，两金属圆环固定在同一绝缘平面内。左端连接在一周期为 T_0 的正弦交流电源上，经二极管整流后，通过 R_0 的电流 i 始终向左，其大小按图乙所示规律变化。规定内圆环 a 端电势高于 b 端时，间的电压为 u_{ab} 正，下列 u_{ab}-t 图像可能正确的是

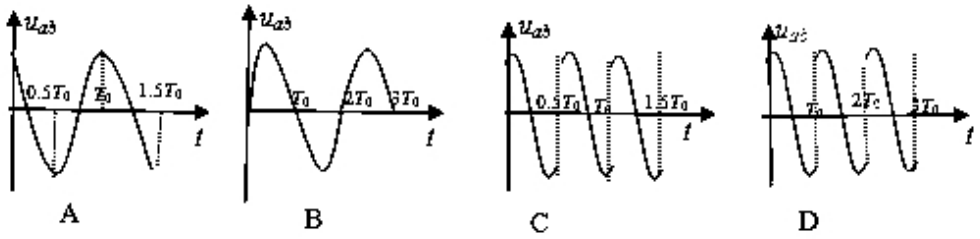
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图甲



图乙



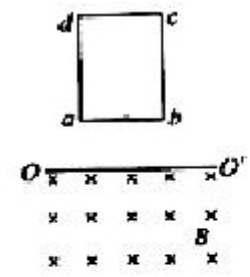
【答案】C

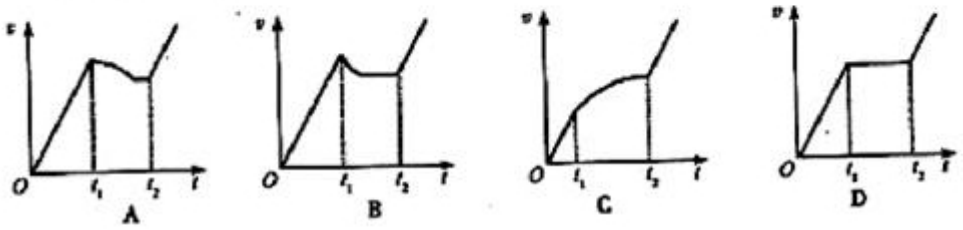
【解析】试题分析：在第一个 $0.25T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为瞬时针逐渐增加，由楞次定律可判断内环内 *a* 端电势高于 *b* 端，因电流的变化率逐渐减小故内环的电动势逐渐减小；同理在第 $0.25T_0$-$0.5T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为瞬时针逐渐减小，由楞次定律可判断内环内 *a* 端电势低于 *b* 端，因电流的变化率逐渐变大故内环的电动势逐渐变大；故选项 C 正确.

【考点定位】电磁感应与图像

39.(2013·福建卷)如图，矩形闭合导体线框在匀强磁场上方，由不同高度静止释放，用 t_1、t_2 分别表示线框 ab 边和 cd 边刚进入磁场的时刻。线框下落过程形状不变，ab 边始终保持与磁场水平边界线 OO′平行，线框平面与磁场方向垂直。设 OO′下方磁场区域足够大，不计空气阻力影响，则下列图像不可能反映线框下落过程中速度 v 随时间 t 变化的规律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





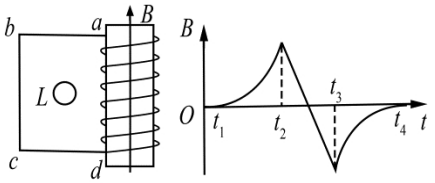
【答案】A

【解析】在 t=0~t_1 过程中，线框做自由落体运动，此过程中速度与时间的关系为：v=gt，因此在 v-t 图象中对应的部分为倾斜直线段；在 t_1 时刻的速度为 $v_1=gt_1$，在 $t=t_1\sim t_2$ 过程中，线框 ab 边在磁场中做切割磁感线运动，设线框的质量为 m、总电阻为 R，ab 边长为 L，磁场的磁感应强度为 B，在 $t=t_1$ 时刻，切割感应电动势为：$E=BLv_1$，根据闭合电路欧姆定律可知回路中产生的感应电流为：I=E/R，线框此时除受竖直向下的重力 mg 外、还将受到磁场的竖直向上的安培力 F 作用，根据安培力公式有：$F=ILB=\frac{B^2L^2v}{R}$，若 $mg=F$，则在 $t_1\sim t_2$ 过程中，线框做匀速运动，D 是可能的；若 $mg<F$，线框仍做加速运动，但随着速度的增加，安培力越来越大，加速度会越来越小，即图象的途率越来越小，最后可能会匀速运动，C 正确；若 $mg>F$，则线框做减速运动，但随着速度的减小，安培力越来越小，加速度越来越小，即图象的斜率越来越小，最后接近匀速运动，B 可能而 A 不可能，因此选 A。

【考点定位】电磁感应与图像

40.(2016·上海卷)如图 A，螺线管内有平行于轴线的外加匀强磁场，以图中箭头所示方向为其正方向。螺线管与导线框 abcd 相连，导线框内有一小金属圆环 L，圆环与导线框在同一平面内。当螺线管内的磁感应强度 B 随时间按图 B.所示规律变化时

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图(a)　　图(b)

A.在 t_1~t_2 时间内，L 有收缩趋势

B.在 t_2~t_3 时间内，L 有扩张趋势

C.在 t_2~t_3 时间内，L 内有逆时针方向的感应电流

D.在 t_3~t_4 时间内，L 内有顺时针方向的感应电流

【答案】AD

【解析】据题意，在 t_1~t_2 时间内，外加磁场磁感应强度增加且斜率在增加，则在导线框中产生沿顺时针方向增加的电流，该电流激发出增加的磁场，该磁场通过圆环，在圆环内产生感应电流，根据结论“增缩减扩”可以判定圆环有收缩趋势，故选项 A 正确；在 t_2~t_3 时间内，外加磁场均匀变化，在导线框中产生稳定电流，该电流激发出稳定磁场，该磁场通过圆环时，圆环中没有感应电流，故选项 B、C 错误；在 t_3~t_4 时间内，外加磁场向下减小，且斜率也减小，在导线框中产生沿顺时针方向减小的电流，该电流激发出向内减小的磁场，故圆环内产生顺时针方向电流，选项 D 正确。

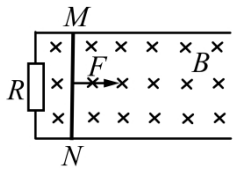
【考点定位】楞次定律、安培定则

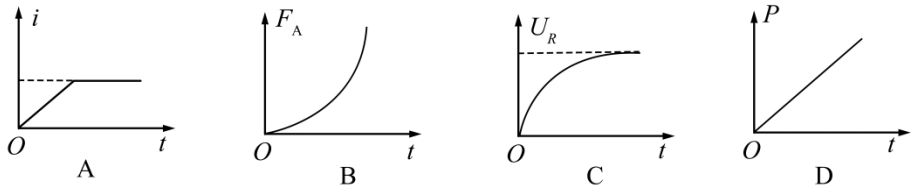
【方法技巧】线圈内通有非均匀变化的磁场，导线框内产生变化的电流，该电流激发出变化的磁场，才可以使圆环产生感应电流；线圈内通有均匀变化的磁场，导线框内产生稳定的电流，该电流激发出的是稳定的磁场，不会使圆环产生感应电流。

41.(2016·四川卷)如图所示，电阻不计、间距为 l 的光滑平行金属导轨水平放置于磁感应强度为 B、方向竖直向下的匀强磁场中，导轨左端接一定值电阻 R。质量为 m、电阻为 r 的金属棒 MN 置于导轨上，受到垂直于金属棒的水平外力 F 的作用由静止开始运动，外力 F 与金属棒速度 v 的关系是 $F=F_0+kv$(F_0、k 是常量)，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为 i，受到的安培力大小为 F_A，电阻 R 两端的电压为 U_R，感应电流的功率为 P，它们随时间 t 变化图像可能正确的有





【答案】BC

【解析】根据牛顿定律可知，某时刻金属棒的加速度为

$a=\frac{F-F_{安}}{m}=\frac{F_0+kv-\frac{B^2L^2v}{r+R}}{m}=\frac{F_0}{m}+\frac{k-\frac{B^2L^2}{r+R}}{m}v$，若 $k-\frac{B^2L^2}{r+R}>0$，则金属棒做加速度增加的加速运动，其 v-t 图像如图 1 所示；导体的电流 $I=\frac{BLv}{r+R}$ 可知 I 与 v 成正比，则 I-t 图线应该和 v-t 线形状相同；根据 $F_A=\frac{B^2L^2v}{r+R}$ 可知 F_A 与 v 成正比，则 F_A-t 图线应该和 v-t 线形状相同，选项 B 正确；根据 $U_R=\frac{BLRv}{r+R}$ 可知 U_R 与 v 成正比，则 U_R-t 图线应该和 v-t 线形状相同；根据 $P=\frac{E^2}{R+r}=\frac{B^2L^2v^2}{R+r}$ 可知 P 与 v^2 成正比，则 P-t 图线不应该是直线；同理若 $k-\frac{B^2L^2}{r+R}<0$，则金属棒做加速度减小的加速运动，其 v-t 图像如图 2 所示；导体的电流 $I=\frac{BLv}{r+R}$ 可知 I 与 v 成正比，则 I-t 图线应该和 v-t 线形状相同，选项 A 错误；根据 $F_{安}=\frac{B^2L^2v}{r+R}$ 可知 F_A 与 v 成正比，则 F_A-t 图线应该和 v-t 线形状相同；根据 $U_R=\frac{BLRv}{r+R}$ 可知 U_R 与 v 成正比，则 U_R-t 图线

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

应该和 v-t 线形状相同，选项 C 正确；根据 $P=\frac{E^2}{R+r}=\frac{B^2L^2v^2}{R+r}$ 可知 P 与 v^2 成正比，则 P-t 图线不应该是直线，选项 D 错误；故选 BC。

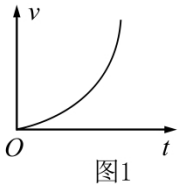


图1

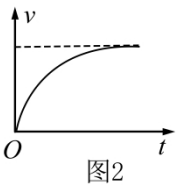
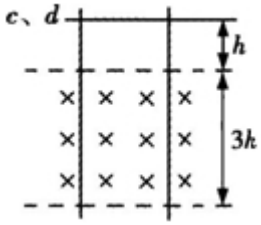


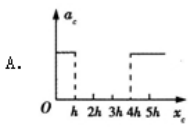
图2

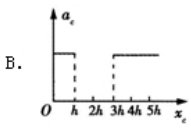
考点：电磁感应现象；安培力；闭合电路欧姆定律；电功率

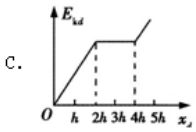
【名师点睛】此题是电磁感应问题的图像问题，考查了力、电、磁、能等全方位知识；首先要能从牛顿第二定律入手写出加速度的表达式，然后才能知道物体可能做的运动性质；题目中要定量与定性讨论相结合，灵活应用数学中的函数知识讨论解答.

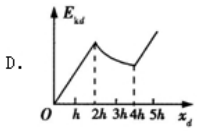
42.(2011·山东卷)如图甲所示，两固定的竖直光滑金属导轨足够长且电阻不计。两质量、长度均相同的导体棒 c、d，置于边界水平的匀强磁场上方同一高度 h 处。磁场宽为 3h，方向与导轨平面垂直。先由静止释放 c，c 刚进入磁场即匀速运动，此时再由静止释放 d，两导体棒与导轨始终保持良好接触。用 a_c 表示 c 的加速度，E_{kd} 表示 d 的动能，x_c、x_d 分别表示 c、d 相对释放点的位移。图乙中正确的是











【答案】BD

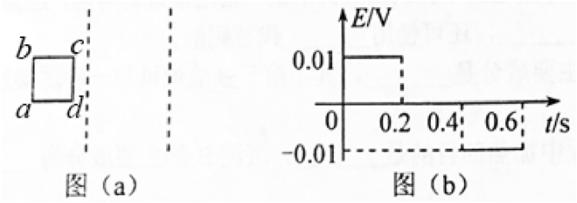
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由于 c 刚进入磁场即匀速运动，此时再由静止释放 d，d 进入磁场时 c 相对释放点的位移为 3h，d 进入磁场后 cd 二者都做匀速运动，二者与导轨组成的回路磁通量不变，感应电流为零，两导体棒均做加速度为 g 的加速运动，图乙中 A 错误 B 正确；

c 出磁场时 d 下落 2h，c 出磁场后导体棒 d 切割磁感线产生感应电动势和感应电流，受到安培力作用做减速运动，动能减小，d 出磁场后动能随下落高度的增加而增大，所以图乙中正确表示 d 的动能 E_{kd} 的是 D。

【考点定位】电磁感应与图像

43.(2017·新课标II卷)两条平行虚线间存在一匀强磁场，磁感应强度方向与纸面垂直。边长为 0.1 m、总电阻为 0.005 Ω 的正方形导线框 abcd 位于纸面内，cd 边与磁场边界平行，如图 A.所示。已知导线框一直向右做匀速直线运动，cd 边于 t=0 时刻进入磁场。线框中感应电动势随时间变化的图线如图 B.所示(感应电流的方向为顺时针时，感应电动势取正)。下列说法正确的是



图（a）　　图（b）

A.磁感应强度的大小为 0.5 T

B.导线框运动速度的大小为 0.5 m/s

C.磁感应强度的方向垂直于纸面向外

D.在 t=0.4 s 至 t=0.6 s 这段时间内，导线框所受的安培力大小为 0.1 N

【答案】BC

【解析】由 E–t 图象可知，线框经过 0.2 s 全部进入磁场，则速度 $v=\frac{l}{t}=\frac{0.1}{0.2}$ m/s=0.5 m/s，选项 B 正确；E=0.01 V，根据 E=BLv 可知，B=0.2 T，选项 A 错误；根据楞次定律可知，磁感应强度的方向垂直于纸面向外，选项 C

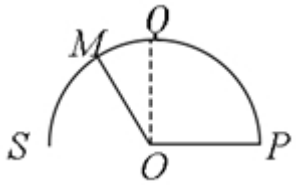
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

正确在 t=0.4 s 至 t=0.6 s 这段时间内，导线框中的感应电流 $I=\frac{E}{R}=\frac{0.01}{0.005}\text{ A}=2\text{ A}$，所受的安培力大小为 F=BIL=0.04 N，选项 D 错误；故选 BC。

【考点定位】法拉第电磁感应定律；楞次定律；安培力

【名师点睛】此题是关于线圈过磁场的问题；关键是能通过给出的 E–t 图象中获取信息，得到线圈在磁场中的运动情况，结合法拉第电磁感应定律及楞次定律进行解答。此题意在考查学生基本规律的运用能力以及从图象中获取信息的能力。

44.(2018·新课标 I 卷·T4)如图，导体轨道 OPQS 固定，其中 PQS 是半圆弧，Q 为半圆弧的中心，O 为圆心。轨道的电阻忽略不计。OM 是有一定电阻。可绕 O 转动的金属杆。M 端位于 PQS 上，OM 与轨道接触良好。空间存在半圆所在平面垂直的匀强磁场，磁感应强度的大小为 B，现使 OQ 位置以恒定的角速度逆时针转到 OS 位置并固定(过程I)；再使磁感应强度的大小以一定的变化率从 B 增加到 B'(过程II)。在过程I、II中，流过 OM 的电荷量相等，则$\frac{B'}{B}$等于(　　)



A. $\frac{5}{4}$　　B. $\frac{3}{2}$　　C. $\frac{7}{4}$　　D. 2

【答案】B

【解析】本题考查电磁感应及其相关的知识点。

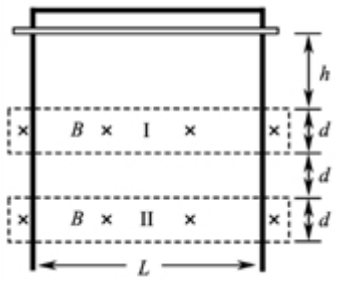
过程 I 回路中磁通量变化$\Delta\Phi_1=\frac{1}{4}B\pi R^2$，设 OM 的电阻为 R，流过 OM 的电荷量 $Q_1=\Delta\Phi_1/R$。过程 II 回路中磁通量变化$\Delta\Phi_2=\frac{1}{2}(B'-B)\pi R^2$，流过 OM 的电荷量 $Q_2=\Delta\Phi_2/R$。$Q_2=Q_1$，联立解得：B'/B=3/2，选项 B 正确。

【点睛】此题将导体转动切割磁感线产生感应电动势和磁场变化产生感应电动势有机融合，经典中创新。

45.(2018·江苏卷)(多选)如图所示，竖直放置的 ∩ 形光滑导轨宽为 L，矩形匀强磁场I、II的高和间距均为 d，磁感应强度为 B.质量为 m 的水平金属杆由静止释放，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

进入磁场I和II时的速度相等.金属杆在导轨间的电阻为 R，与导轨接触良好，其余电阻不计，重力加速度为 g.金属杆



A. 刚进入磁场I时加速度方向竖直向下

B. 穿过磁场I的时间大于在两磁场之间的运动时间

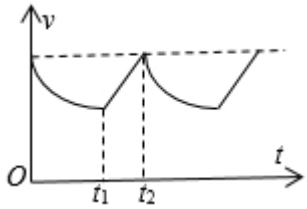
C. 穿过两磁场产生的总热量为 4mgd

D. 释放时距磁场I上边界的高度 h 可能小于$\frac{m^2gR^2}{2B^4L^4}$

【答案】BC

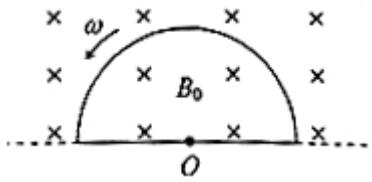
【解析】本题考查电磁感应的应用，意在考查考生综合分析问题的能力。由于金属棒进入两个磁场的速度相等，而穿出磁场后金属杆做加速度为 g 的加速运动，所以金属感进入磁场时应做减速运动，选项 A 错误；对金属杆受力分析，根据$\frac{B^2L^2v}{R}-mg=ma$可知，金属杆做加速度减小的减速运动，其进出磁场的 v-t 图象如图所示，由于 0~t_1 和 t_1~t_2 图线与 t 轴包围的面积相等(都为 d)，所以 $t_1>(t_2-t_1)$，选项 B 正确；从进入I磁场到进入II磁场之前过程中，根据能量守恒，金属棒减小的机械能全部转化为焦耳热，所以 Q_1=mg.2d，所以穿过两个磁场过程中产生的热量为 4mgd，选项 C 正确；若金属杆进入磁场做匀速运动，则$\frac{B^2L^2v}{R}-mg=0$，得$v=\frac{mgR}{B^2L^2}$，有前面分析可知金属杆进入磁场的速度大于$\frac{mgR}{B^2L^2}$，根据$h=\frac{v^2}{2g}$得金属杆进入磁场的高度应大于$\frac{m^2g^2R^2}{2gB^4L^4}=\frac{m^2gR^2}{2B^4L^4}$，选项 D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



点睛：本题以金属杆在两个间隔磁场中运动时间相等为背景，考查电磁感应的应用，解题的突破点是金属棒进入磁场I和II时的速度相等，而金属棒在两磁场间运动时只受重力是匀加速运动，所以金属棒进入磁场时必做减速运动。

46.(2012·新课标卷·T19)如图，均匀磁场中有一由半圆弧及其直径构成的导线框，半圆直径与磁场边缘重合；磁场方向垂直于半圆面(纸面)向里，磁感应强度大小为 B_0。使该线框从静止开始绕过圆心 O、垂直于半圆面的轴以角速度 ω 匀速转动半周，在线框中产生感应电流。现使线框保持图中所示位置，磁感应强度大小随时间线性变化。为了产生与线框转动半周过程中同样大小的电流，磁感应强度随时间的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 的大小应为



A. $\frac{4\omega B_0}{\pi}$　B. $\frac{2\omega B_0}{\pi}$　C. $\frac{\omega B_0}{\pi}$　D. $\frac{\omega B_0}{2\pi}$

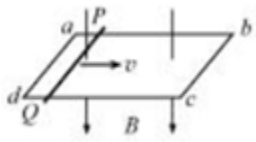
【答案】C

【解析】线圈匀速转动过程中，$I=\frac{E}{r}=\frac{\frac{1}{2}B_0R^2\omega}{r}=\frac{1}{2}\frac{B_0R^2\omega}{r}$；要使线圈产生相同电流，$I=\frac{E}{r}=\frac{1}{r}\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{1}{r}\frac{\Delta B\frac{1}{2}\pi R^2}{\Delta t}=\frac{1}{2}\pi\frac{1}{r}\frac{\Delta BR^2}{\Delta t}$，所以 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{\omega B_0}{\pi}$，所以 C 正确。

【考点定位】电磁感应切割类问题

47.(2015·福建卷·T 18)如图，由某种粗细均匀的总电阻为 3R 的金属条制成的矩形线框 abcd，固定在水平面内且处于方向竖直向下的匀强磁场 B 中。一接入电路

电阻为 R 的导体棒 PQ，在水平拉力作用下沿 ab、dc 以速度 v 匀速滑动，滑动过程 PQ 始终与 ab 垂直，且与线框接触良好，不计摩擦。在 PQ 从靠近 ad 处向 bc 滑动的过程中



A.PQ 中电流先增大后减小

B.PQ 两端电压先减小后增大

C.PQ 上拉力的功率先减小后增大

D.线框消耗的电功率先减小后增大

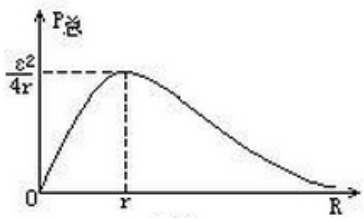
【答案】C

【解析】设 PQ 左侧电路的电阻为 R_x，则右侧电路的电阻为 $3R-R_x$，所以外电路的总电阻为 $R'=\frac{R_x(3R-R_x)}{3R}$，外电路电阻先增大后减小，所以路端电压先增大后减小，所以 B 错误；

电路的总电阻先增大后减小，再根据闭合电路的欧姆定律可得 PQ 中的电流：$I=\frac{E}{R+R'}$先较小后增大，故 A 错误；

由于导体棒做匀速运动，拉力等于安培力，即 F＝BIL，拉力的功率 P=BILv，先减小后增大，所以 C 正确；

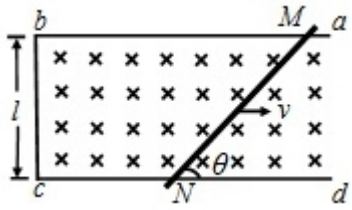
外电路的总电阻 $R'=\frac{R_x(3R-R_x)}{3R}$ 最大为 3R/4，小于电源内阻 R，又外电阻先增大后减小，所以外电路消耗的功率先增大后减小，故 D 错误。



【考点定位】电磁感应切割类问题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

48.(2015·安徽卷·T 19)如图所示，abcd 为水平放置的平行“⊏”形光滑金属导轨，间距为 l。导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度大小为 B，导轨电阻不计。已知金属杆 MN 倾斜放置，与导轨成 θ 角，单位长度的电阻为 r，保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动(金属杆滑动过程中与导轨接触良好)。则



A.电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin\theta}$

B.电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv\sin\theta}{r}$

C.金属杆所受安培力的大小为 $\frac{B^2lv\sin\theta}{r}$

D.金属杆的热功率为 $\frac{B^2l^2v^2}{r\sin\theta}$

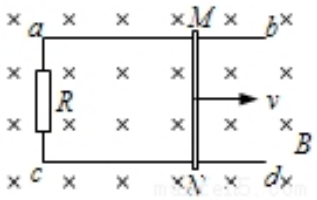
【答案】B

【解析】导体棒切割磁感线产生感应电动势 $E=Blv$，故 A 错误；感应电流的大小 $I=\frac{E}{\frac{l}{\sin\theta}r}=\frac{Bv\sin\theta}{r}$，故 B 正确；所受的安培力为 $F=BI\frac{l}{\sin\theta}=\frac{B^2vl}{r}$，故 C 错误；金属杆的热功率 $Q=I^2\frac{l}{\sin\theta}r=\frac{B^2v^2\sin\theta}{r}$，故 D 错误。

【考点定位】电磁感应切割类问题

49.(2013·北京卷)如图，在磁感应强度为 B、方向垂直纸面向里的匀强磁场中，金属杆 MN 在平行金属导轨上以速度 v 向右匀速滑动， MN 中产生的感应电动势为 E_1，若磁感应强度增为 2B，其他条件不变，MN 中产生的感应电动势变为 E_2。则通过电阻 R 的电流方向及 E_1 与 E_2 之比 E_1:E_2 分别为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



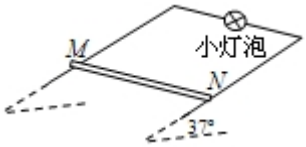
A.c→a，2∶1　　B.a→c，2∶1　　C.a→c，1∶2　　D.c→a，1∶2

【答案】C

【解析】根据电磁感应定律 $E = Blv$，其他条件不变所以电动势变为 2 倍，根据右手定则可知电流方向应该为 N 到 M 即通过电阻为 A 到 C，因此 C 正确，A、B、D 错误。

【考点定位】电磁感应切割类问题

50.(2013·安徽卷)如图所示，足够长平行金属导轨倾斜放置，倾角为 37°，宽度为 0.5m，电阻忽略不计，其上端接一小灯泡，电阻为 1Ω。一导体棒 MN 垂直于导轨放置，质量为 0.2kg，接入电路的电阻为 1Ω，两端与导轨接触良好，与导轨间的动摩擦因数为 0.5。在导轨间存在着垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度为 0.8T。将导体棒 MN 由静止释放，运动一段时间后，小灯泡稳定发光，此后导体棒 MN 的运动速度以及小灯泡消耗的电功率分别为(重力加速度 g 取 10m/s^2，sin37°=0.6)

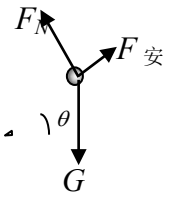


A.2.5m/s，1W　　B.5m/s，1W　　C.7.5m/s，9W　　D.15m/s，9W

【答案】B

【解析】小灯泡稳定发光时，导体棒 MN 的运动速度稳定，导体棒 MN 的合力为零，

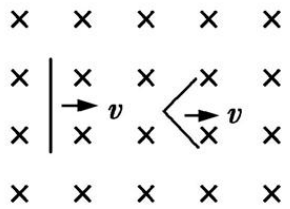
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



根据导体棒 MN 沿斜面方向上的平衡条件，有 mgsinθ=μmgcosθ+BIL，其中 $I=\frac{BLv}{R+r}$，代入数据可得：I=1A，v=5m/s；小灯泡消耗的电功率为：$P=I^2R=1^2\times1$ W=1 W，所以选项 B 正确。

【考点定位】电磁感应切割类问题

51.(2015·海南卷·T2)如图所示，空间有一匀强磁场，一直金属棒与磁感应强度方向垂直，当它以速度 v 沿与棒和磁感应强度都垂直的方向运动时，棒两端的感应电动势大小 ε，将此棒弯成两段长度相等且相互垂直的折弯，置于磁感应强度相垂直的平面内，当它沿两段折线夹角平分线的方向以速度 v 运动时，棒两端的感应电动势大小为ε'，则$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$等于



A.1/2　　B.$\frac{\sqrt{2}}{2}$　　C.1　　D.$\sqrt{2}$

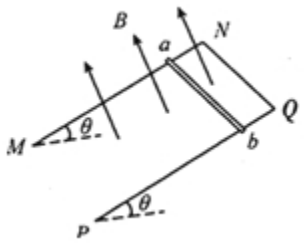
【答案】B

【解析】设折弯前导体切割磁感线的长度为 L，折弯后，导体切割磁场的有效长度为$l=\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2+\left(\frac{L}{2}\right)^2}=\frac{\sqrt{2}}{2}L$，故产生的感应电动势为$\varepsilon'=Blv=B\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}Lv=\frac{\sqrt{2}}{2}\varepsilon$，所以$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，B 正确；

【考点定位】电磁感应切割类问题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

52.(2011·福建卷)如图，足够长的 U 型光滑金属导轨平面与水平面成θ角($0<\theta<90°$)，其中 MN 与 PQ 平行且间距为 L，导轨平面与磁感应强度为 B 的匀强磁场垂直，导轨电阻不计.金属棒 ab 由静止开始沿导轨下滑，并与两导轨始终保持垂直且良好接触，ab 棒接入电路的电阻为 R，当流过 ab 棒某一横截面的电量为 q 时，棒的速度大小为 v，则金属棒 ab 在这一过程中



A.运动的平均速度大小为$\frac{1}{2}v$

B.下滑位移大小为$\frac{qR}{BL}$

C.产生的焦耳热为$qBLv$

D.受到的最大安培力大小为$\frac{B^2L^2v}{R}sin\theta$

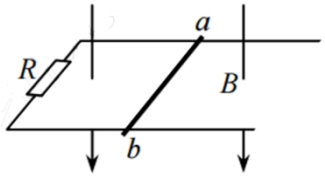
【答案】B

【解析】金属棒 ab 开始做加速度逐渐减小的变加速运动，不是匀变速直线运动，平均速度不等于$\frac{1}{2}v$，而是大于$\frac{1}{2}v$，故 A 错误；由电量计算公式$q=\bar{I}\Delta t,\bar{I}=\frac{\bar{E}}{R},\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，联立得$q=\frac{\Delta\varphi}{R}=\frac{BsL}{R}$可得，下滑的位移大小为$s=\frac{qR}{BL}$，故 B 正确；产生的焦耳热$Q=I^2Rt=qIR$，而这里的电流 I 比棒的速度大小为 v 时的电流$I'=\frac{BLv}{R}$小，故这一过程产生的焦耳热小于$qBLv$.故 C 错误；金属棒 ab 做加速运动，或先做加速运动，后做匀速运动，速度为 v 时产生的感应电流最大，受到的安培力最大，最大安培力大小为$F=BI'L=\frac{B^2L^2v}{R}$.故 D 错误.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电磁感应切割类问题

53.(2017·天津卷·T3)如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小，ab 始终保持静止，下列说法正确的是



A.ab 中的感应电流方向由 b 到 a

B.ab 中的感应电流逐渐减小

C.ab 所受的安培力保持不变

D.ab 所受的静摩擦力逐渐减小

【答案】D

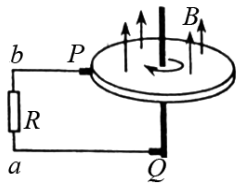
导体棒 *ab*、电阻 *R*、导轨构成闭合回路，磁感应强度均匀减小($\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$ 为一定值)，则闭合回路中的磁通量减小，根据楞次定律，可知回路中产生顺时针方向的感应电流，*ab* 中的电流方向由 *a* 到 *b*，故 A 错误；根据法拉第电磁感应定律，感应电动势 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B\cdot S}{\Delta t}=k\cdot S$，回路面积 *S* 不变，即感应电动势为定值，根据欧姆定律 $I=\frac{E}{R}$，所以 *ab* 中的电流大小不变，故 B 错误；安培力 $F=BIL$，电流大小不变，磁感应强度减小，则安培力减小，故 C 错误；导体棒处于静止状态，所受合力为零，对其受力分析，水平方向静摩擦力 *f* 与安培力 *F* 等大反向，安培力减小，则静摩擦力减小，故 D 正确。

【考点定位】楞次定律，法拉第电磁感应定律，安培力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题应从电磁感应现象入手，熟练应用法拉第电磁感应定律和楞次定律。

54.(2016·全国新课标II卷)法拉第圆盘发电机的示意图如图所示。铜圆盘安装在竖直的铜轴上，两铜片 P、Q 分别与圆盘的边缘和铜轴接触，关于流过电阻 R 的电流，下列说法正确的是



A.若圆盘转动的角速度恒定，则电流大小恒定

B.若从上向下看，圆盘顺时针转动，则电流沿 a 到 b 的方向流动

C.若圆盘转动方向不变，角速度大小发生变化，则电流方向可能发生变化

D.若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍，则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍

【答案】AB

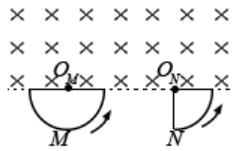
【解析】由电磁感应定律得 $E=Bl\dfrac{0+\omega l}{2}=\dfrac{Bl^2\omega}{2}$，$I=\dfrac{E}{R}$，故 ω 一定时，电流大小恒定，选项 A 正确；由右手定则知圆盘中心为等效电源正级，圆盘边缘为负极，电流经外电路从 a 经过 R 流到 b，选项 B 正确；圆盘转动方向不变时，等效电源正负极不变，电流方向不变，故选项 C 错误；$P=\dfrac{E^2}{R}=\dfrac{B^2l^4\omega^2}{4R}$，角速度加倍时功率变成 4 倍，选项 D 错误，故选 AB。

【考点定位】电磁感应定律

【名师点睛】法拉第圆盘是课本上介绍的装置，在历次考试中多次出现；解题时要会进行电源的等效：相当于一条半径旋转切割磁感线，记住求解感应电动势的公式 $E=\dfrac{1}{2}Bl^2\omega$，并能搞清整个电路的结构。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

55.(2016·全国新课标III卷)如图，M 为半圆形导线框，圆心为 O_M；N 是圆心角为直角的扇形导线框，圆心为 O_N；两导线框在同一竖直面(纸面)内；两圆弧半径相等；过直线 O_MO_N 的水平面上方有一匀强磁场，磁场方向垂直于纸面。现使线框 M、N 在 t=0 时从图示位置开始，分别绕垂直于纸面、且过 O_M 和 O_N 的轴，以相同的周期 T 逆时针匀速转动，则



A.两导线框中均会产生正弦交流电

B.两导线框中感应电流的周期都等于 T

C.在$t=\frac{T}{8}$时，两导线框中产生的感应电动势相等

D.两导线框的电阻相等时，两导线框中感应电流的有效值也相等

【答案】BC

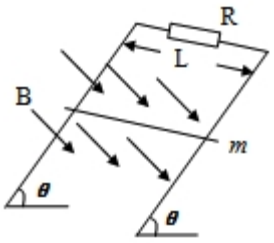
【解析】当导线框进入磁场时，根据楞次定律可得，两导线框中的感应电流方向均为逆时针，根据 $E=BRv=BR(\omega R)=BR^2\omega$ 可得过程中产生的感应电动势恒定，即电流恒定，不是正弦式交流电，A 错误；当导线框进入磁场时，根据楞次定律可得，两导线框中的感应电流方向为逆时针，当导线框穿出磁场时，根据楞次定律可得导线框中产生的感应电流为顺时针，所以感应电流的周期和其运动周期相等，为 T，B 正确；根据 $E=BR^2\omega$ 可得导线框在运动过程中的感应电动势相等，C 正确；导线框 N 在完全进入磁场后有 $\frac{T}{4}$ 时间内导线框的磁通量不变化，过程中没有感应电动势产生，即导线框 N 在 0~ $\frac{T}{4}$ 和 $\frac{T}{2}\sim\frac{3T}{4}$ 内有感应电动势，其余时间内没有，而导线框 M 在整个过程中都有感应电动势，故即便电阻相等，两者的电流的有效值不会相同，D 错误。

【考点定位】考查了楞次定律的应用、导体切割磁感线运动

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】在分析导体切割磁感线运动、计算电动势时，一定要注意导体切割磁感线的有效长度，在计算交变电流的有效值时，一定要注意三个相同：相同电阻，相同时间，相同热量。

56.(2012·山东卷)如图所示，相距为 L 的两条足够长的光滑平行金属导轨与水平面的夹角为 θ，上端接有定值电阻，匀强磁场垂直于导轨平面，磁感应强度为 B。将质量为 m 的导体棒由静止释放，当速度达到 v 时开始匀速运动，此时对导体棒施加一平行于导轨向下的拉力，并保持拉力的功率为 P，导体棒最终以 2v 的速度匀速运动。导体棒始终与导轨垂直且接触良好，不计导轨和导体棒的电阻，重力加速度为 g，下列选项正确的是



A.P=2mgsinθ

B.P=3mgsinθ

C.当导体棒速度达到 v/2 时加速度为$\frac{1}{2}$gsinθ

D.在速度达到 2v 以后匀速运动的过程中，R 上产生的焦耳热等于拉力所做的功

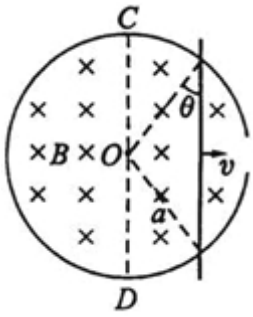
【答案】AC

【解析】当导体棒以 v 匀速运动时受力平衡，则 $mg\sin\theta = BIl = \frac{B^2L^2v}{R}$，当导体棒以 $2v$ 匀速运动时受力平衡，则 $F + mgsin\theta = BIl = \frac{B^2L^2 2v}{R}$，故 $F = mgsin\theta$，拉力的功率 $P = Fv = 2mgvsin\theta$，故 A 正确；同理，B 错误；当导体棒速度达到 $\frac{v}{2}$ 时，由牛顿第二定律，$mgsin\theta - \frac{B^2L^2v}{2R} = ma$，解得 $a = \frac{g}{2}sin\theta$，故 C 正确；由能量守恒，当速度达到 $2v$ 以后匀速运动的过程中，R 上产生的焦耳热等于拉力及重力所做的功，故 D 错误。故选：AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电磁感应切割类问题

57.(2012·四川卷·T20)半径为 a 右端开小口的导体圆环和长为 2a 的导体直杆，单位长度电阻均为 R_0。圆环水平固定放置，整个内部区域分布着向下的匀强磁场，磁感应强度为 B。杆在圆环上以速度 v 平行于直径 CD 向右做匀速直线运动，杆始终有两点与圆环良好接触，从圆环中心 O 开始，杆的位置由 θ 确定，如图所示。则



A.θ = 0 时，杆产生的电动势为 2Bav

B. $\theta=\frac{\pi}{3}$ 时，杆产生的电动势为 Bav

C.θ = 0 时，杆受的安培力大小为 $\frac{2B^2av}{(\pi+2)R_0}$

D. $\theta=\frac{\pi}{3}$ 时，杆受的安培力大小为 $\frac{3B^2av}{(5\pi+3)R_0}$

【答案】AD

【解析】θ=0 时，杆长为 2a，由 E=BLv=2Bav 可知 A 正确；

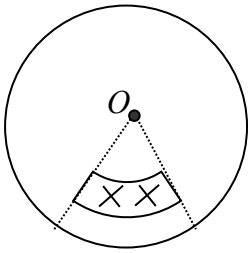
θ=π/3 时，杆长为 a，E=BLv=Bav，故 B 错；

因为安培力 $F=B^2L^2v/R_{总}$，θ=0 时，$R_{总}=(\pi+2)aR_0$，θ=π/3 时，$R_{总}=(5\pi/3+1)aR_0$ 代入可知 C 错 D 对。

【考点定位】电磁感应切割类问题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

58.(2015·山东卷·T17)如图，一均匀金属圆盘绕通过其圆心且与盘面垂直的轴逆时针匀速转动。现施加一垂直穿过圆盘的有界匀强磁场，圆盘开始减速。在圆盘减速过程中，以下说法正确的是



A.处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高

B.所加磁场越强越易使圆盘停止转动

C.若所加磁场反向，圆盘将加速转动

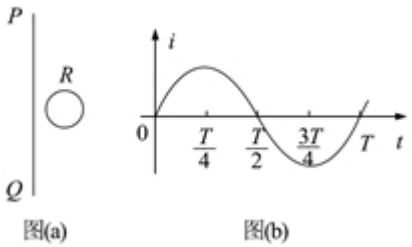
D.若所加磁场穿过整个圆盘，圆盘将匀速转动

【答案】ABD

【解析】由右手定则可知，处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高，选项 A 正确；根据 E=BLv 可知所加磁场越强，则感应电动势越大，感应电流越大，产生的电功率越大，消耗的机械能越快，则圆盘越容易停止转动，选项 B 正确；若加反向磁场，根据楞次定律可知安培力阻碍圆盘的转动，故圆盘仍减速转动，选项 C 错误；若所加磁场穿过整个圆盘则圆盘中无感应电流，不消耗机械能，圆盘匀速转动，选项 D 正确；故选 ABD.

【考点定位】电磁感应切割类问题

59.(2018·全国 III 卷·T7)(多选)如图 A.，在同一平面内固定有一长直导线 PQ 和一导线框 R，R 在 PQ 的右侧。导线 PQ 中通有正弦交流电流 i，i 的变化如图 B.所示，规定从 Q 到 P 为电流的正方向。导线框 R 中的感应电动势



图(a)　　图(b)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 在$t=\frac{T}{4}$时为零

B. 在$t=\frac{T}{2}$时改变方向

C. 在$t=\frac{T}{2}$时最大，且沿顺时针方向

D. 在$t=T$时最大，且沿顺时针方向

【答案】AC

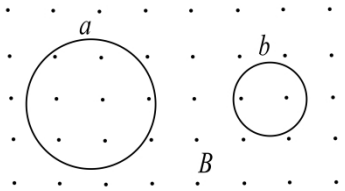
【解析】由图(b)可知，导线 *PQ* 中电流在 *t*=*T*/4 时达到最大值，变化率为零，导线框 *R* 中磁通量变化率为零，根据法拉第电磁感应定律，在 *t*=*T*/4 时导线框中产生的感应电动势为零，选项 A 正确；在 *t*=*T*/2 时，导线 *PQ* 中电流图象斜率方向不变，导致导线框 *R* 中磁通量变化率的正负不变，根据楞次定律，所以在 *t*=*T*/2 时，导线框中产生的感应电动势方向不变，选项 B 错误；由于在 *t*=*T*/2 时，导线 *PQ* 中电流图象斜率最大，电流变化率最大，导致导线框 *R* 中磁通量变化率最大，根据法拉第电磁感应定律，在 *t*=*T*/2 时导线框中产生的感应电动势最大，由楞次定律可判断出感应电动势的方向为顺时针方向，选项 C 正确；由楞次定律可判断出在 *t*=*T* 时感应电动势的方向为逆时针方向，选项 D 错误。

点睛　此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

点睛　此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

60.(2016·北京卷)如图所示，匀强磁场中有两个导体圆环 a、b，磁场方向与圆环所在平面垂直。磁感应强度 B 随时间均匀增大。两圆环半径之比为 2:1，圆环中产生的感应电动势分别为 E_a 和 E_b。不考虑两圆环间的相互影响。下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.E_a:E_b=4:1，感应电流均沿逆时针方向

B.E_a:E_b=4:1，感应电流均沿顺时针方向

C.E_a:E_b=2:1，感应电流均沿逆时针方向

D.E_a:E_b=2:1，感应电流均沿顺时针方向

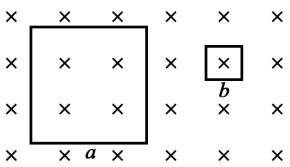
【答案】B

【解析】根据法拉第电磁感应定律可得 $E=\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}\cdot S$，根据题意可得 $\frac{S_a}{S_b}=\frac{4}{1}$，故 $E_a:E_b=4:1$，感应电流产生的磁场要阻碍原磁场的增大，即感应电流产生向里的感应磁场，根据楞次定律可得，感应电流均沿顺时针方向。

【考点定位】法拉第电磁感应定律、楞次定律的应用

【方法技巧】对于楞次定律，一定要清楚是用哪个手判断感应电流方向的，也可以从两个角度理解，一个是增反减同，一个是来拒去留，对于法拉第电磁感应定律，需要灵活掌握公式，学会变通。

61.(2016·浙江卷)如图所示，a、b 两个闭合正方形线圈用同样的导线制成，匝数均为 10 匝，边长 $l_a=3l_b$，图示区域内有垂直纸面向里的均强磁场，且磁感应强度随时间均匀增大，不考虑线圈之间的相互影响，则



A.两线圈内产生顺时针方向的感应电流

B.a、b 线圈中感应电动势之比为 9:1

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.a、b 线圈中感应电流之比为 3:4

D.a、b 线圈中电功率之比为 3:1

【答案】B

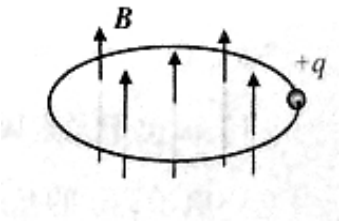
【解析】根据楞次定律可知，两线圈内均产生逆时针方向的感应电流，选项 A 错误；因磁感应强度随时间均匀增大，则 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$，根据法拉第电磁感应定律可知 $E=n\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=n\frac{\Delta B}{\Delta t}l^2$，则 $\frac{E_a}{E_b}=(\frac{3}{1})^2=\frac{9}{1}$，选项 B 正确；根据

$I=\frac{E}{R}=\frac{E}{\rho\frac{4nl}{S'}}=\frac{n\frac{\Delta B}{\Delta t}l^2S'}{4\rho nl}=\frac{klS'}{4\rho}\propto l$，故 a、b 线圈中感应电流之比为 3:1，选项 C 错误；电功率 $P=IE=\frac{klS'}{4\rho}\cdot n\frac{\Delta B}{\Delta t}l^2=\frac{nk^2l^3S'}{4\rho}\propto l^3$，故 a、b 线圈中电功率之比为 27:1，选项 D 错误；故选 B.

【考点定位】法拉第电磁感应定律；楞次定律；闭合电路欧姆定律；电功率。

【名师点睛】此题是一道常规题，考查法拉第电磁感应定律、以及闭合电路的欧姆定律；要推导某个物理量与其他物理量之间的关系，可以先找到这个物理量的表达式，然后看这个物理量和什么因素有关；这里线圈的匝数是容易被忽略的量。

62.(2014·安徽卷·T20)英国物体学家麦克斯韦认为，磁场变化时会在空间激发感生电场，如图所示，一个半径为 r 的绝缘细圆环放置，环内存在竖直向上的匀强磁场，环上套一带电荷量为 $+q$ 的小球，已知磁感强度 B 随时间均匀增加，其变化率为 k，若小球在环上运动一周，则感生电场对小球的作用力所做功大小是



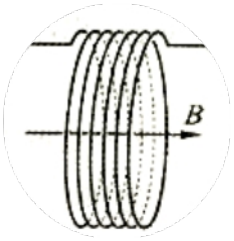
A.0　　B.$\frac{1}{2}r^2qk$　　C.$2\pi r^2qk$　　D.πr^2qk

【答案】D

【解析】由法拉第电磁感应定律可知，磁场变化在圆环处产生的感应电动势为$E=\frac{\Delta B}{\Delta t}\pi r^2=k\pi r^2$，小球运动一周，感生电场对小球所做的功为 W=qE=πr²qk，D 正确。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

63.(2015·重庆卷·T4)如图为无线充电技术中使用的受电线圈示意图，线圈匝数为n，面积为S.若在t_1到t_2时间内，匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈，其磁感应强度大小由B_1均匀增加到B_2，则该段时间线圈两端 a 和 b 之间的电势差$\varphi_a-\varphi_b$



A.恒为$\frac{nS(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$　　B. 从 0 均匀变化到$\frac{nS(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$

C.恒为$-\frac{nS(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$　　D.从 0 均匀变化到$-\frac{nS(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$

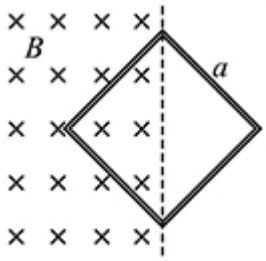
【答案】C

【解析】穿过线圈的磁场均匀增加，将产生大小恒定的感生电动势，由法拉第电磁感应定律得$E=n\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}=n\frac{S(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$，而等效电源内部的电流由楞次定理知从 a→b，即 b 点是等效电源的正极，即$\varphi_a-\varphi_b=-n\frac{S(B_2-B_1)}{t_2-t_1}$，故选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电磁感应磁变类问题

64.(2014·江苏卷)如图所示，一正方形线圈的匝数为 n，边长为 a，线圈平面与匀强磁场垂直，且一半处在磁场中，在 Δt 时间内，磁感应强度的方向不变，大小由 B 均匀地增大到 2B，在此过程中，线圈中产生的感应电动势为



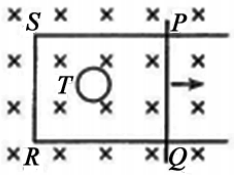
A. $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$　　B. $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$　　C. $\frac{nBa^2}{\Delta t}$　　D. $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$

【答案】B

【解析】根据法拉第电磁感应定律有: $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{2B-B}{\Delta t}\cdot\frac{a^2}{2}=\frac{nBa^2}{2\Delta t}$，故选项 B 正确。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

65.(2017·新课标III卷·T15)如图，在方向垂直于纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨，导轨平面与磁场垂直。金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 PQRS，一圆环形金属线框 T 位于回路围成的区域内，线框与导轨共面。现让金属杆 PQ 突然向右运动，在运动开始的瞬间，关于感应电流的方向，下列说法正确的是



A.PQRS 中沿顺时针方向，T 中沿逆时针方向

B.PQRS 中沿顺时针方向，T 中沿顺时针方向

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.PQRS 中沿逆时针方向，T 中沿逆时针方向

D.PQRS 中沿逆时针方向，T 中沿顺时针方向

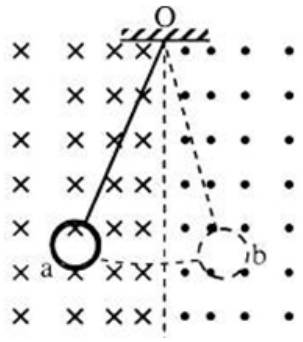
【答案】D

【解析】因为 *PQ* 突然向右运动，由右手定则可知，*PQRS* 中有沿逆时针方向的感应电流，穿过 *T* 中的磁通量减小，由楞次定律可知，*T* 中有沿顺时针方向的感应电流，故 D 正确，A、B、C 错误。

【考点定位】电磁感应；右手定则；楞次定律

【名师点睛】解题关键是掌握右手定则、楞次定律判断感应电流的方向，还要理解 PQRS 中感应电流产生的磁场会使 T 中的磁通量变化，又会使 T 中产生感应电流。

66.(2011·上海卷)如图，磁场垂直于纸面，磁感应强度在竖直方向均匀分布，水平方向非均匀分布。一铜制圆环用丝线悬挂于 *O* 点，将圆环拉至位置 *a* 后无初速释放，在圆环从 *a* 摆向 *b* 的过程中



A.感应电流方向先逆时针后顺时针再逆时针　　B.感应电流方向一直是逆时针

C.安培力方向始终与速度方向相反　　D.安培力方向始终沿水平方向

【答案】AD

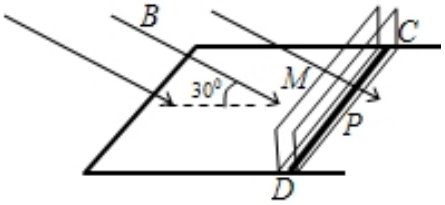
【解析】圆环从位置 *a* 后无初速释放，在到达磁场分界线之前，穿过圆环向里的磁感线条数在增加，根据楞次定律，感应电流方向为逆时针，圆环经过磁场分界线之时，穿过圆环向里的磁感线条数在减少，根据楞次定律，感应电流方向为顺时针，圆环经过磁场分界线之后，穿过圆环向外的磁感线条数在减少，根据楞次

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

定律，感应电流方向为逆时针，A 正确.因为磁场在竖直方向分布均匀，圆环受到的竖直方向的安培力抵消，所以 D 正确.

【考点定位】电磁感应磁变类问题

67.(2014·四川卷·T6)如图所示，不计电阻的光滑 U 形金属框水平放置，光滑、竖直玻璃挡板 H、P 固定在框上，H、P 的间距很小。质量为 0.2kg 的细金属杆 CD 恰好无挤压地放在两挡板之间，与金属框接触良好并围成边长为 1m 的正方形，其有效电阻为 0.1Ω。此时在整个空间加方向与水平面成 30°角且与金属杆垂直的匀强磁场，磁感应强度随时间变化规律是 B=(0.4 -0.2t)T，图示磁场方向为正方向。框、挡板和杆不计形变。则：



A.t = 1s 时，金属杆中感应电流方向从 C 至 D

B.t = 3s 时，金属杆中感应电流方向从 D 至 C

C.t = 1s 时，金属杆对挡板 P 的压力大小为 0.1N

D.t = 3s 时，金属杆对挡板 H 的压力大小为 l.2N

【答案】AC

【解析】A、当 t=1s 时，则由磁感应强度随时间变化规律是 B=(0.4-0.2t)T，可知，磁场在减小，根据楞次定律可得，金属杆中感应电流方向从 C 到 D，故 A 正确；

B、同理，当 t=3s 时，磁场在反向增加，由楞次定律可知，金属杆中感应电流方向从 C 到 D，故 B 错误；

C、当在 t=1s 时，由法拉第电磁感应定律，则有：$E=\frac{\Delta B\cdot S}{\Delta t}=0.2\times1^2\times\frac{1}{2}=0.1V$；

再由欧姆定律，则有感应电流大小 I=1A；则 t=1s 时，那么安培力大小 F=BtIL=(0.4－0.2×1)×1×1=0.2N；由左手定则可知，安培力垂直磁场方向斜向上，则将安培力分解，那么金属杆对挡板 P 的压力大小 N=Fcos60°=0.2×0.5=0.1N，故 C 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D、同理，当 t=3s 时，感应电动势仍为 E=0.1V，电流大小仍为 I=1A，由于磁场的方向相反，由左手定则可知，安培力的方向垂直磁感线斜向下，根据力的合成，则得金属杆对 H 的压力大小为 N′=F′cos60°=0.2×0.5=0.1N，故 D 错误。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

68.(2014·上海卷)如图，匀强磁场垂直于软导线回路平面，由于磁场发生变化，回路变为圆形。则磁场

A.逐渐增强，方向向外　　B.逐渐增强，方向向里

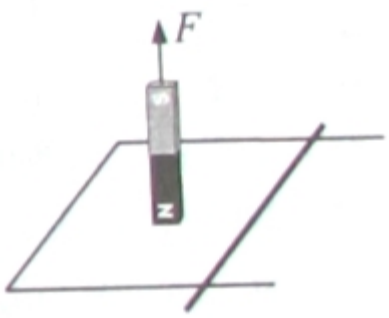
C.逐渐减弱，方向向外　　D.逐渐减弱，方向向里

【答案】CD

【解析】对于线圈来说，圆形面积最大，即由于磁场变化，导致线圈面积变大，根据楞次定律增缩减扩，可判断磁场在减弱，可能是方向向外的磁场逐渐减弱也可能是方向向里的磁场逐渐减弱，选项 CD 对。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

69.(2015·上海卷·T20)(多选)如图，光滑平行金属导轨固定在水平面上，左端由导线相连，导体棒垂直静置于导轨上构成回路。在外力 F 作用下，回路上方的条形磁铁竖直向上做匀速运动。在匀速运动过程中外力 F 做功 W_F，磁场力对导体棒做功 W_1，磁铁克服磁场力做功 W_2，重力对磁铁做功 W_G，回路中产生的焦耳热为 Q，导体棒获得的动能为 E_K。则



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. $W_1 = Q$　　B. $W_2 - W_1 = Q$　　C. $W_1 = E_K$　　D. $W_F + W_G = E_K + Q$

【答案】BCD

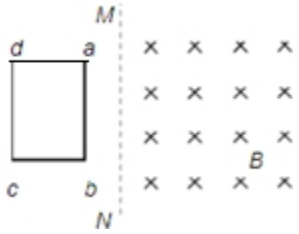
【解析】由能量守恒定律可知：磁铁克服磁场力做功 W_2，等于回路的电能，电能一部分转化为内能，另一部分转化导体棒的机械能，所以 $W_1 - W_2 = Q$，故 A 错误，B 正确；

以导体棒为对象，由动能定理可知，磁场力对导体棒做功 $W_1 = E_K$，故 C 正确；

外力对磁铁做功与重力对磁铁做功之和为回路中的电能，也等于焦耳势和导体棒的内能，故 D 正确。

【考点定位】电磁感应；能量守恒定律

70.(2013·天津卷)如图所示，纸面内有一矩形导体闭合线框 abcd，ab 边长大于 bc 边长，置于垂直纸面向里、边界为 MN 的匀强磁场外，线框两次匀速地完全进入磁场，两次速度大小相同，方向均垂直于 MN。第一次 ab 边平行 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 Q_1，通过线框导体横截面积的电荷量为 q_1；第二次 bc 边平行于 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 Q_2，通过线框导体横截面的电荷量为 q_2，则



A. $Q_1 > Q_2$，$q_1 = q_2$　　B. $Q_1 > Q_2$，$q_1 > q_2$　　C. $Q_1 = Q_2$，$q_1 = q_2$　　D. $Q_1 = Q_2$，$q_1 > q_2$

【答案】A

【解析】设 ab 和 bc 边长分别为 l_{ab}，l_{bc}，若假设穿过磁场区域的速度为 v，则有 $Q_1 = |W_{安1}| = BI_1 l_{ab} \cdot l_{bc} = \frac{B^2 l_{ab}^2 v}{R} l_{bc}$，$q_1 = I_1 \Delta t = \frac{N\Delta\Phi}{R_{总}} = \frac{B \cdot l_{ab} l_{bc}}{R}$；同理，可以求得 $Q_2 = |W_{安2}| = BI_2 l_{bc} \cdot l_{ab} = \frac{B^2 l_{bc}^2 v}{R} l_{ab}$，$q_2 = I_2 \Delta t = \frac{N\Delta\Phi}{R_{总}} = \frac{B \cdot l_{ab} l_{bc}}{R}$，$l_{ab} > l_{bc}$，由

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

于两次穿越”过程均为相同速率穿过，通过比较①③可知 $Q_1>Q_2$，通过比较②④可知 $q_1=q_2$，所以 A 选项正确，BCD 错误.故选 A

【考点定位】电磁感应切割类问题

71.(2010•广东卷•T16)如图 5 所示，平行导轨间有一矩形的匀强磁场区域，细金属棒 PQ 沿导轨从 MN 处匀速运动到 M'N'的过程中，棒上感应电动势 E 随时间 t 变化的图示，可能正确的是

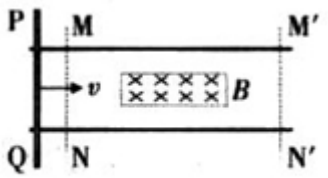
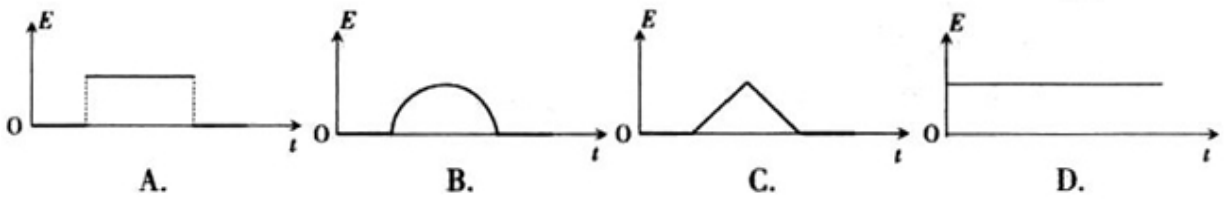


图 5



【答案】A

【解析】导线做匀速直线运动切割磁感线时，E=BLv，是常数。开始没有切割磁感线，就没有电动势，最后一段也没有切割。

72.(2010·海南卷·T2)一金属圆环水平固定放置。现将一竖直的条形磁铁，在圆环上方沿圆环轴线从静止开始释放，在条形磁铁穿过圆环的过程中，条形磁铁与圆环

A.始终相互吸引

B.始终相互排斥

C.先相互吸引，后相互排斥

D.先相互排斥，后相互吸引

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由楞次定律可知，当条形磁铁靠近圆环时，感应电流阻碍其靠近，是排斥力；当磁铁穿过圆环远离圆环时，感应电流阻碍其远离，是吸引力，D 正确。

73.(2010·海南卷·T7)下列说法正确的是

A.当线圈中电流不变时，线圈中没有自感电动势

B.当线圈中电流反向时.线圈中自感电动势的方向与线圈中原电流的方向相反

C.当线圈中电流增大时，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反

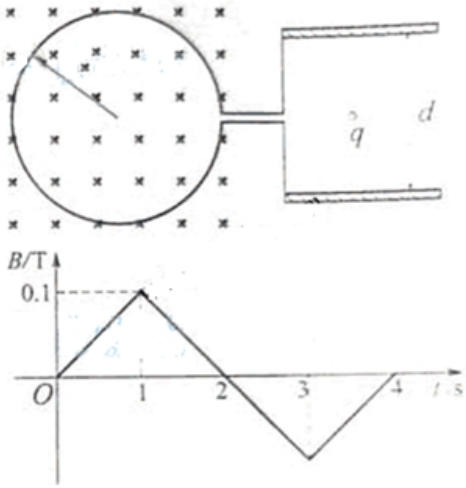
D.当线圈中电流减小时，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反

【答案】AC

【解析】由法拉第电磁感应定律可知，当线圈中电流不变时，不产生自感电动势，A 对；当线圈中电流反向时。相当于电流减小，线圈中自感电动势的方向与线圈中原电流的方向相同，B 错；当线圈中电流增大时，自感电动势阻碍电流的增大，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反，C 对；当线圈中电流减小时，自感电动势阻碍电流的减小，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相同，D 错。

74.(2010·浙江卷·T19)半径为 r 带缺口的刚性金属圆环在纸面上固定放置，在圆环的缺口两端引出两根导线，分别与两块垂直于纸面固定放置的平行金属板连接，两板间距为 d，如图(上)所示。有一变化的磁场垂直于纸面，规定向内为正，变化规律如图(下)所示。在 t=0 时刻平板之间中心有一重力不计，电荷量为 q 的静止微粒，则以下说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.第 3 秒内上极板为正极

B.第 3 秒内上极板为负极

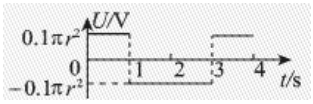
C.第 2 秒末微粒回到了原来位置

D.第 3 秒末两极板之间的电场强度大小为 $0.2\pi r^2/d$

【答案】A

【解析】本题主要是对楞次定律和法拉第电磁感应定律的考查，同时考查考生利用图像提取有效信息的能力。由楞次定律得第 1 秒内下极板为正极，第 2 秒和第 3 秒内上极板为正极，在第 1 秒内微粒向某一极板做匀加速运动，第 2 秒内向同一极板做匀减速直线运动，直到速度为零，故 A 项正确，B、C 项错误；第 2 秒末两极板之间的电动势为 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}S=0.1\pi r^2$，电场强度为 $\frac{0.1\pi r^2}{d}$，D 项错误。

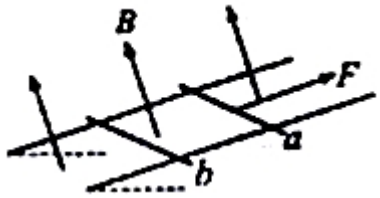
【能力升华】①根据 $B-t$ 图像可以作出平行金属板两极板之间的电压随时间变化的关系如图所示(取下极板带正电时电压为正)② $B-t$ 图像中只要在同一直段线段上，则产生相同的感应电动势。



75.(2010·四川卷·T20)如图所示，电阻不计的平行金属导轨固定在一绝缘斜面上，两相同的金属导体棒 a、b 垂直于导轨静止放置，且与导轨接触良好，匀强磁场

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

垂直穿过导轨平面。现用一平行于导轨的恒力 F 作用在 a 的中点，使其向上运动。若 b 始终保持静止，则它所受摩擦力可能

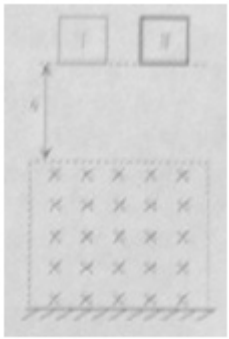


A.变为 0　　B.先减小后不变　　C.等于 F　　D.先增大再减小

【答案】AB

【解析】本题主要考查电磁感应和力学综合运用。棒 a 受到恒力 F 和重力、弹力及摩擦力的作用,在沿斜面方向上棒 a 先做加速度减小的加速运动，最后做匀速运动，电路中的电动势先增大后不变，所以 b 棒受到的安培力也先增大后不变，有平衡可知选项 AB 正确；CD 错误。

76.(2010·安徽卷·T20)如图所示，水平地面上方矩形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，两个边长相等的但匝闭合正方形线圈Ⅰ和Ⅱ，分别用相同材料，不同粗细的导线绕制(Ⅰ为细导线)。两线圈在距磁场上界面 h 高处由静止开始自由下落，再进入磁场，最后落到地面。运动过程中，线圈平面始终保持在竖直平面内且下边缘平行于磁场上边界。设线圈Ⅰ、Ⅱ落地时的速度大小分别为 v_1、v_2，在磁场中运动时产生的热量分别为 Q_1、Q_2。不计空气阻力，则



A. $v_1 < v_2, Q_1 < Q_2$　　B. $v_1 = v_2, Q_1 = Q_2$

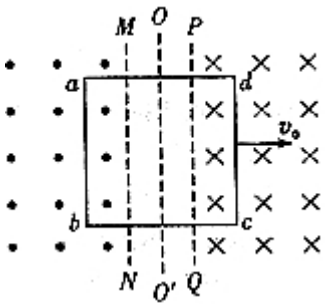
C. $v_1 < v_2, Q_1 > Q_2$　　D. $v_1 = v_2, Q_1 < Q_2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】D

【解析】本题是一个以电磁感应为主的较综合的题。在进入磁场中两线圈都做自由落体运动，即到达磁场边缘时速度相同设为 v，此后线圈受力有向下的重力和向上的安培力，有 $F_{安}=\mathrm{BLI}$①$I=\frac{BLv}{R}$②$R=\frac{4\rho_{阻}\mathrm{L}}{\mathrm{S}}$③$a=g-\frac{F_{安}}{m}$④$m=4\rho_{密}\mathrm{LS}$⑤联立以上五个式子可得进入磁场后的加速度为 $a=g-\frac{B^2v}{16\rho_{阻}\rho_{密}}$，因此两线圈加速度相等，此后的运动情况完全相同，所以落地速度相等，到完全进入磁场的时间相同，任意时刻安培力的做功的瞬时功率 $P=F_{安}v=BIlv$⑥，粗线圈电阻小，电流大，瞬时功率大，总的安培力做功就多，产生热量多，D 项正确。

77.(2010·山东卷·T21)如图所示，空间存在两个磁场，磁感应强度大小均为 B，方向相反且垂直纸面，MN、PQ 为其边界，OO'为其对称轴。一导线折成变长为 l 的正方形闭合回路 abcd，回路在纸面内以恒定速度 v_0 向右运动，当运动到关于 OO'对称的位置时



A.穿过回路的磁通量为零

B.回路中感应电动势大小为 $2Blv_0$

C.回路中感应电流的方向为顺时针方向

D.回路中 ab 边与 cd 边所受安培力方向相同

【答案】ABD

【解析】本题考查了磁通量、法拉第电磁感应定律及考生的分析能力。线框关于 OO'对称时，左右两侧磁通量大小相等，磁场方向相反，合磁通量为 0；根据

公众号"真题备考"，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

右手定则，cd 的电动势方向由 c 到 d，ab 的电动势方向由 a 到 b，且大小均为 Blv_0，闭合电路的电动势为 $2Blv_0$，电流方向为逆时针；根据左手定则，ab 和 cd 边所受安培力方向均向左，方向相同，故正确的选项为 ABD。

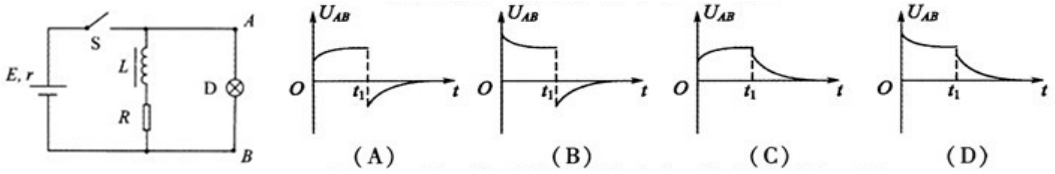
78.(2010·江苏卷·T2)一矩形线框置于匀强磁场中，线框平面与磁场方向垂直，先保持线框的面积不变，将磁感应强度在 1 s 时间内均匀地增大到原来的两倍，接着保持增大后的磁感应强度不变，在 1 s 时间内，再将线框的面积均匀地减小到原来的一半，先后两个过程中，线框中感应电动势的比值为

(A)$\frac{1}{2}$　(B)1　(C)2　(D)4

【答案】B　难度：易　本题考查电磁感应定律的应用

【解析】$E_1=S\frac{VB}{t}=S\frac{2B-B}{t}=\frac{BS}{t}$　　$E_2=2B\frac{\Delta S}{t}=-\frac{BS}{t}$，大小相等，选 B。

79.(2010·江苏卷·T4)如图所示的电路中，电源的电动势为 E，内阻为 r，电感 L 的电阻不计，电阻 R 的阻值大于灯泡 D 的阻值，在 t＝0 时刻闭合开关 S，经过一段时间后，在 t＝t_1 时刻断开 S，下列表示 A、B 两点间电压 U_{AB} 随时间 t 变化的图像中，正确的是



【答案】B 考查自感和电压图象。 难度：难

【解析】开关闭合时，线圈的自感阻碍作用，可看做电阻，线圈电阻逐渐减小，并联电路电阻逐渐减小。电压U_{AB}逐渐减小；开关闭合后再断开时，线圈的感应电流与原电流方向相同，形成回路，灯泡的电流与原来相反，并逐渐减小到 0，所以本题选 B

80.(2010·全国Ⅰ卷·T17)某地的地磁场磁感应强度的竖直分量方向向下，大小为 4.5×10^{-5} T。一灵敏电压表连接在当地入海河段的两岸，河宽 100m，该河段涨潮

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

和落潮时有海水(视为导体)流过。设落潮时，海水自西向东流，流速为 2m/s。下列说法正确的是

A.河北岸的电势较高　　B.河南岸的电势较高

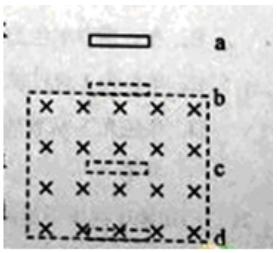
C.电压表记录的电压为 9mV　　D.电压表记录的电压为 5mV

【答案】BD

【解析】海水在落潮时自西向东流，该过程可以理解为：自西向东运动的导体棒在切割竖直向下的磁场。根据右手定则，右岸即北岸是正极电势高，南岸电势低,D 对 C 错。根据法拉第电磁感应定律 $E = BLv = 4.5\times10^{-5}\times100\times2 = 9\times10^{-3}$ V, B 对 A 错

【命题意图与考点定位】导体棒切割磁场的实际应用题。

81.(2010·全国Ⅱ卷·T18)如图，空间某区域中有一匀强磁场，磁感应强度方向水平，且垂直于纸面向里，磁场上边界 b 和下边界 d 水平。在竖直面内有一矩形金属统一加线圈，线圈上下边的距离很短，下边水平。线圈从水平面 a 开始下落。已知磁场上下边界之间的距离大于水平面 a、b 之间的距离。若线圈下边刚通过水平面 b、c(位于磁场中)和 d 时，线圈所受到的磁场力的大小分别为 F_a、F_b 和 F_c，则



A. $F_d > F_c > F_b$　　B. $F_c < F_d < F_b$

C. $F_c > F_b > F_d$　　D. $F_c < F_b < F_d$

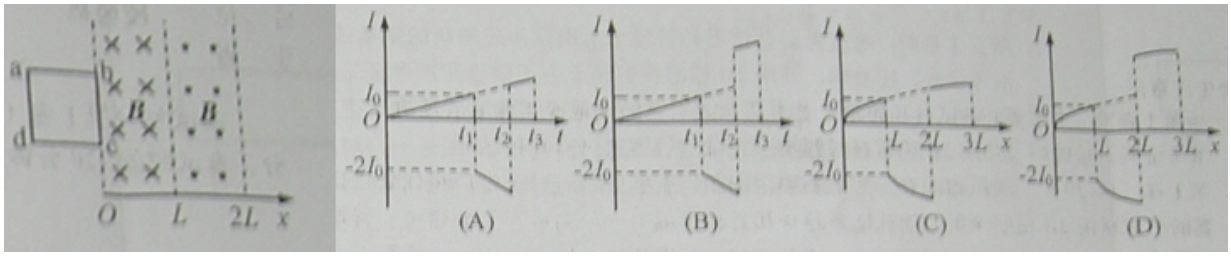
【答案】D

【解析】线圈从 a 到 b 做自由落体运动，在 b 点开始进入磁场切割磁感线所以受到安培力 F_b，由于线圈的上下边的距离很短，所以经历很短的变速运动而进入

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

磁场，以后线圈中磁通量不变不产生感应电流，在 c 处不受安培力，但线圈在重力作用下依然加速，因此从 d 处切割磁感线所受安培力必然大于 b 处，答案 D。

82.(2010·上海卷·T19)如右图，一有界区域内，存在着磁感应强度大小均为 B，方向分别垂直于光滑水平桌面向下和向上的匀强磁场，磁场宽度均为 L，边长为 L 的正方形框 abcd 的 bc 边紧靠磁场边缘置于桌面上，使线框从静止开始沿 x 轴正方向匀加速通过磁场区域，若以逆时针方向为电流的正方向，能反映线框中感应电流变化规律的是图



【答案】A

【解析】在 0-t_1，电流均匀增大，排除 CD。

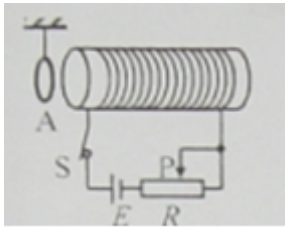
在 t_1～t_2，两边感应电流方向相同，大小相加，故电流大。

在 t_2～t_3，因右边离开磁场，只有一边产生感应电流，故电流小，所以选 A。

本题考查感应电流及图象。

难度：难。

83.(2010·上海卷·T21)如图，金属环 A 用轻绳悬挂，与长直螺线管共轴，并位于其左侧，若变阻器滑片 P 向左移动，则金属环 A 将向_____(填“左”或“右”)运动，并有_____(填“收缩”或“扩张”)趋势。

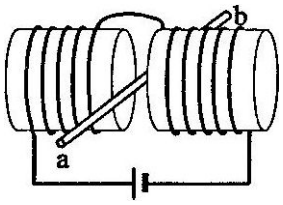


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】变阻器滑片 P 向左移动，电阻变小，电流变大，根据楞次定律，感应电流的磁场方向原电流磁场方向相反，相互吸引，则金属环 A 将向右移动，因磁通量增大，金属环 A 有收缩趋势。

本题考查楞次定律。难度：易。

84.(2010·新课标Ⅰ卷·T21)如图所示，两个端面半径同为 R 的圆柱形铁芯同轴水平放置，相对的端面之间有一缝隙，铁芯上绕导线并与电源连接，在缝隙中形成一匀强磁场。一铜质细直棒 ab 水平置于缝隙中，且与圆柱轴线等高、垂直。让铜棒从静止开始自由下落，铜棒下落距离为 0.2R 时铜棒中电动势大小为 E_1，下落距离为 0.8R 时电动势大小为 E_2。忽略涡流损耗和边缘效应。关于 E_1、E_2 的大小和铜棒离开磁场前两端的极性，下列判断正确的是

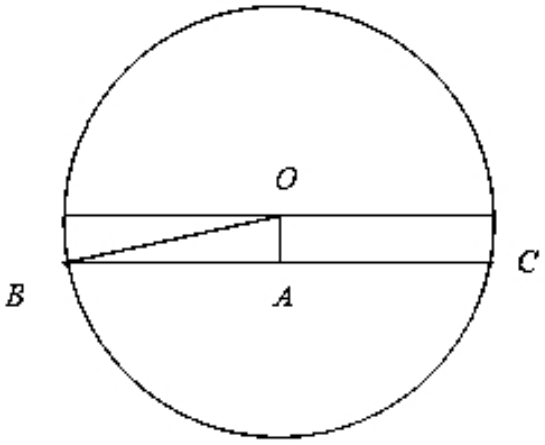


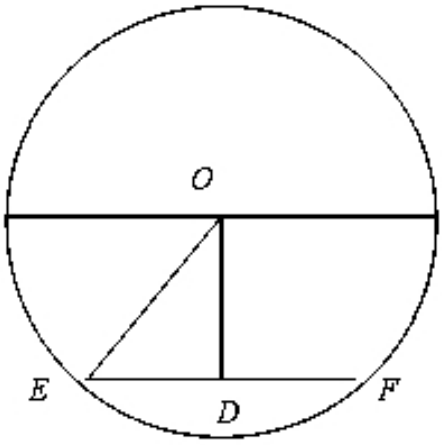
A. $E_1>E_2$，a 端为正　　B. $E_1>E_2$，b 端为正

C. $E_1<E_2$，a 端为正　　D. $E_1<E_2$，b 端为正

【答案】D

【解析】本题考查安培定则、右手定则、自由落体运动、动生电动势的计算、圆的几何知识，是一道比较难的综合题。

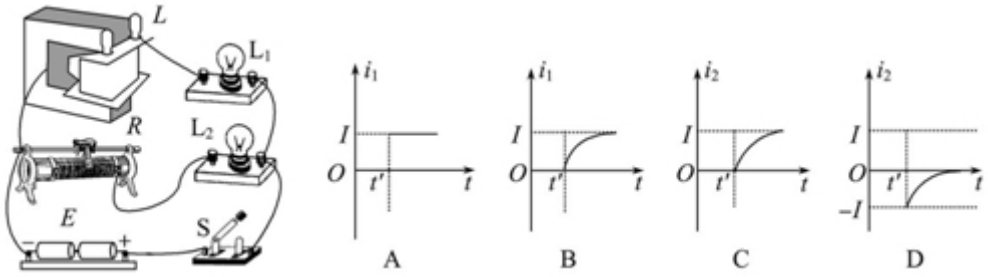




公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据线圈中电流的流向，以及安培定则可知缝隙中的匀强电场方向为从右向左，铜棒自由下落，运动方向竖直向下，根据右手定则可以判断 b 端电势为正；铜棒在切割磁感线的过程中的有效长度分别为 BC 和 EF，根据勾股定理可以算出 BC=$\sqrt{0.96}R$，EF＝$\sqrt{0.36}R$，铜棒自由下落，v＝$\sqrt{2gh}$，所以 v_1＝$\sqrt{0.4R}$，v_2＝$\sqrt{1.6R}$，由 E＝BLv，可以算出 $E_1<E_2$，D 项正确。

85.(2010·北京卷·T19)在如图所示的电路中，两个相同的小灯泡 L_1 和 L_2 分别串联一个带铁芯的电感线圈 L 和一个滑动变阻器 R。闭合开关 S 后，调整 R，使 L_1 和 L_2 发光的亮度一样，此时流过两个灯泡的电流均为 I。然后，断开 S。若 t'时刻再闭合 S，则在 t'前后的一小段时间内，正确反映流过 L_1 的电流 L_1、流过 L_2 的电流 l_2 随时/间 t 变化的图像是



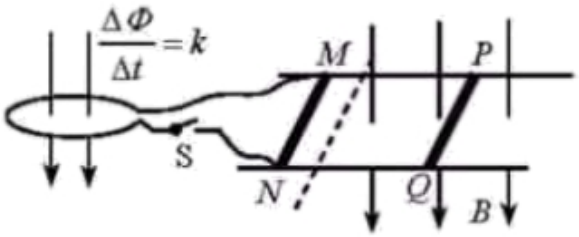
【答案】B

【解析】本题考查通电自感，与滑动变阻器 R 串联的 L_2，没有自感直接变亮，电流变化图像和 A 中图线，C D 错误。与带铁芯的电感线圈串联的 L_1，自感强电流逐渐变大，B 正确。

非选择题：

86.(2019•天津卷•T13)如图所示，固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，垂直于导轨放置的两根金属棒 MN 和 PQ 长度也为 l、电阻均为 R，两棒与导轨始终接触良好。MN 两端通过开关 S 与电阻为 R 的单匝金属线圈相连，线圈内存在竖直向下均匀增加的磁场，磁通量变化率为常量 k。图中虚线右侧有垂直于导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。PQ 的质量为 m，金属导轨足够长，电阻忽略不计。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)闭合 S，若使 PQ 保持静止，需在其上加多大的水平恒力 F，并指出其方向；

(2)断开 S，PQ 在上述恒力作用下，由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中流过 PQ 的电荷量为 q，求该过程安培力做的功 W。

【答案】(1) $F=\frac{Bkl}{3R}$，方向水平向右；(2) $W=\frac{1}{2}mv^2-\frac{2}{3}kq$

【解析】

【详解】(1)设线圈中的感应电动势为 E，由法拉第电磁感应定律 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，则 $E=k$ ①

设 PQ 与 MN 并联的电阻为 $R_{并}$，有 $R_{并}=\frac{R}{2}$ ②

闭合 S 时，设线圈中的电流为 I，根据闭合电路欧姆定律得 $I=\frac{E}{R_{并}+R}$ ③

设 PQ 中的电流为 I_{PQ}，有 $I_{RQ}=\frac{1}{2}I$ ④

设 PQ 受到的安培力为 $F_{安}$，有 $F_{安}=BI_{PQ}l$ ⑤

保持 PQ 静止，由受力平衡，有 $F=F_{安}$ ⑥

联立①②③④⑤⑥式得 $F=\frac{Bkl}{3R}$ ⑦方向水平向右。

(2)设 PQ 由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中，PQ 运动的位移为 x，所用时间为 Δt，回路中的磁通量变化为 $\Delta\Phi$，平均感应电动势为 $\overline{E}$，有 $\overline{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ⑧

其中 $\Delta\Phi=Blx$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

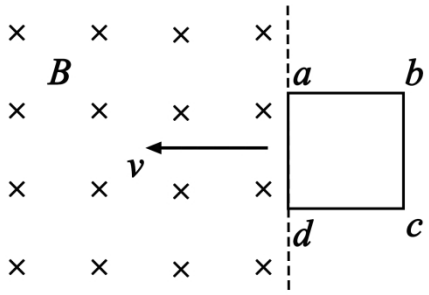
设 PQ 中的平均电流为$\overline{I}$，有$\overline{I}=\dfrac{\overline{E}}{2R}$　　⑩

根据电流的定义得$\overline{I}=\dfrac{q}{\Delta t}$　　⑪

由动能定理，有$Fx+W=\dfrac{1}{2}m\upsilon^2-0$　　⑫

联立⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬式得$W=\dfrac{1}{2}m\upsilon^2-\dfrac{2}{3}kq$　　⑬

87.(2019•北京卷•T10)如图所示，垂直于纸面的匀强磁场磁感应强度为 *B*。纸面内有一正方形均匀金属线框 *abcd*，其边长为 *L*，总电阻为 *R*，*ad* 边与磁场边界平行。从 *ad* 边刚进入磁场直至 *bc* 边刚要进入的过程中，线框在向左的拉力作用下以速度 *v* 匀速运动，求：



(1)感应电动势的大小 *E*；

(2)拉力做功的功率 *P*；

(3)*ab* 边产生的焦耳热 *Q*。

【答案】(1) $E=BLv$；(2) $P=\dfrac{B^2L^2v^2}{R}$；(3) $Q=\dfrac{B^2L^3v}{4}$

【解析】

由导体棒切割磁感线产生电动势综合闭合电路欧姆定律和$Q=I^2Rt$解题。

(1)从 *ad* 边刚进入磁场到 *bc* 边刚要进入的过程中，只有 *ad* 边切割磁感线，所以产生的感应电动势为：$E=BLv$；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)线框进入过程中线框中的电流为：$I=\frac{E}{R}$

ad 边安培力为：$F_A=BIL$

由于线框匀速运动，所以有拉力与安培力大小相等，方向相反，即 $F=F_A$

所以拉力的功率为：$P=Fv=F_Av$

联立以上各式解得：$P=\frac{B^2L^2v^2}{R}$；

(3) 线框进入过程中线框中的电流为：$I=\frac{E}{R}$

进入所用的时间为：$t=\frac{L}{v}$

ad 边的电阻为：$R_{ad}=\frac{R}{4}$

焦耳热为：$Q=I^2R_{ad}t$

联立解得：$Q=\frac{B^2L^3v}{4}$。

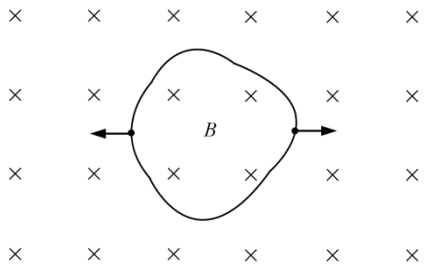
88.(2019•江苏卷•T21)如图所示，匀强磁场中有一个用软导线制成的单匝闭合线圈，线圈平面与磁场垂直.已知线圈的面积 S=0.3m^2、电阻 R=0.6Ω，磁场的磁感应强度 B=0.2T.现同时向两侧拉动线圈，线圈的两边在 Δt=0.5s 时间内合到一起.求线圈在上述过程中

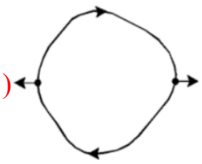
(1)感应电动势的平均值 E；

(2)感应电流的平均值 I，并在图中标出电流方向；

(3)通过导线横截面的电荷量 q.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)*E*=0.12V；(2)*I*=0.2A(电流方向见图)  ；(3)*q*=0.1C

【解析】(1)由法拉第电磁感应定律有：

感应电动势的平均值 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

磁通量的变化 $\Delta\Phi=B\Delta S$

解得： $E=\frac{B\Delta S}{\Delta t}$

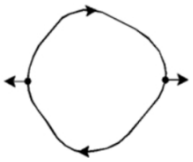
代入数据得：*E*=0.12V；

(2)由闭合电路欧姆定律可得：

平均电流 $I=\frac{E}{R}$

代入数据得 *I*=0.2A

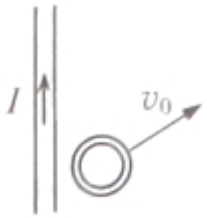
由楞次定律可得，感应电流方向如图：



(3)由电流的定义式 $I=\frac{q}{\Delta t}$ 可得：电荷量 $q=I\Delta t$ 代入数据得 *q*=0.1C。

89..(2015·上海卷·T24)如图所示，一无限长通电直导线固定在光滑水平面上，金属环质量为 0.02kg，在该平面上以 $v_0=2m/s$ 、与导线成 60°角的初速度运动，其最终的运动状态是_____，环中最多能产生_____J 的电能。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

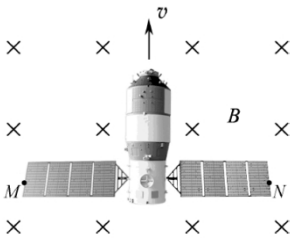


【答案】匀速直线运动；0.03

【解析】金属环最终会沿与通电直导线平行的直线，做匀速直线运动；最终速度 $v=v_0\cos60°$由能量守恒定律，得环中最多能产生电能 $E=\Delta E_k=0.03J$

【考点定位】电磁感应；能量守恒定律。

90.(2016·江苏卷)据报道，一法国摄影师拍到“天宫一号”空间站飞过太阳的瞬间.照片中，“天宫一号”的太阳帆板轮廓清晰可见.如图所示，假设“天宫一号”正以速度 v=7.7 km/s 绕地球做匀速圆周运动，运动方向与太阳帆板两端 M、N 的连线垂直，M、N 间的距离 L=20 m，地磁场的磁感应强度垂直于 v、MN 所在平面的分量 $B=1.0\times10^{-5}$ T，将太阳帆板视为导体.



(1)求 M、N 间感应电动势的大小 E；

(2)在太阳帆板上将一只“1.5 V，0.3 W”的小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路，不计太阳帆板和导线的电阻，试判断小灯泡能否发光，并说明理由；

(3)取地球半径 $R=6.4\times10^3$ km，地球表面的重力加速度 $g=9.8$ m/s^2，试估算“天宫一号”距离地球表面的高度 h(计算结果保留一位有效数字).

【答案】(1)1.54V　(2)不能(3)4×10^5 m

【解析】(1)法拉第电磁感应定律 E=BLv，代入数据得 E=1.54 V

(2)不能，因为穿过闭合回路的磁通量不变，不产生感应电流.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)在地球表面有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$

匀速圆周运动 $G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m\frac{v^2}{R+h}$

解得 $h=\frac{gR^2}{v^2}-R$，代入数据得 h≈4×10^5 m(数量级正确都算对)

【考点定位】电磁感应、万有引力

【方法技巧】本题旨在考查对电磁感应现象的理解，第一问很简单，问题在第二问，学生在第一问的基础上很容易答不能发光，殊不知闭合电路的磁通量不变，没有感应电流产生。本题难度不大，但第二问很容易出错，要求考生心细，考虑问题全面。

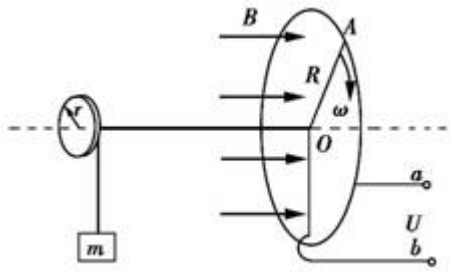
91.(2014·浙江卷·T24)其同学设计一个发电测速装置，工作原理如图所示。一个半径为 R=0.1m 的圆形金属导轨固定在竖直平面上，一根长为 R 的金属棒 OA，A 端与导轨接触良好，O 端固定在圆心处的转轴上。转轴的左端有一个半径为 r=R/3 的圆盘，圆盘和金属棒能随转轴一起转动。圆盘上绕有不可伸长的细线，下端挂着一个质量为 m=0.5kg 的铝块。在金属导轨区域内存在垂直于导轨平面向右的匀强磁场，磁感应强度 B=0.5T。a 点与导轨相连，b 点通过电刷与 O 端相连。测量 a、b 两点间的电势差 U 可算得铝块速度。铝块由静止释放，下落 h=0.3m 时，测得 U=0.15V。(细线与圆盘间没有滑动国，金属棒、导轨、导线及电刷的电阻均不计，重力加速度 g=10m/s^2)

(1)测 U 时，a 点相接的是电压表的“正极”还是“负极”?

(2)求此时铝块的速度大小；

(3)求此下落过程中铝块机械能的损失。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)正极 (2)2 m/s (3)0.5J

【解析】(1)根据右手定则可判断口点为电源的正极，故口点相接的是电压表的“正极”

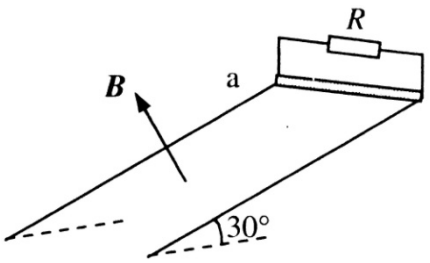
(2)由电磁感应定律得$U=E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},\Delta\Phi=\frac{1}{2}BR^2\Delta\theta,U=\frac{1}{2}B\omega R^2,v=\omega r=\frac{1}{3}\omega R$，

联立解得 v＝2m/s

(3)根据能量守恒得：$\Delta E-mgh-\frac{1}{2}mv^2=0.5J$

【考点定位】法拉第电磁感应定律、能量守恒定律

92.(2011·上海卷)电阻可忽略的光滑平行金属导轨长S=1.15m，两导轨间距L=0.75 m，导轨倾角为30°，导轨上端ab接一阻值R=1.5Ω的电阻，磁感应强度B=0.8T的匀强磁场垂直轨道平面向上。阻值r=0.5Ω，质量m=0.2kg的金属棒与轨道垂直且接触良好，从轨道上端ab处由静止开始下滑至底端，在此过程中金属棒产生的焦耳热$Q_r=0.1J$。(取$g=10m/s^2$)求：



(1)金属棒在此过程中克服安培力的功$W_{安}$；

(2)金属棒下滑速度v＝2m/s时的加速度a。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)为求金属棒下滑的最大速度v_m，有同学解答如下：由动能定理$W_{重}-W_{安}=\frac{1}{2}mv_m^2$，……。由此所得结果是否正确？若正确，说明理由并完成本小题；若不正确，给出正确的解答。

【答案】(1)$0.4J$ (2)$3.2m/s^2$ (3)正确，$27.4m/s$

【解析】(1)下滑过程中安培力的功即为在金属棒和电阻上产生的焦耳热，由于$R=3r$，

因此$Q_R=3Q_r=0.3J$，故$W_{安}=Q=Q_R+Q_r=0.4J$，

(2)金属棒下滑时受重力和安培力$F_{安}=BIL=\frac{B^2L^2}{R+r}v$

由牛顿第二定律$mgsin30°-\frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

故$a=g\sin30°-\frac{B^2L^2}{m(R+r)}v=10\times\frac{1}{2}-\frac{0.8^2\times0.75^2\times2}{0.2\times(1.5+0.5)}=3.2(m/s^2)$

(3)此解法正确.金属棒下滑时重力、支持力和安培力作用，根据牛顿第二定律

$mgsin30°-\frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

上式表明，加速度随速度增加而减小，棒作加速度减小的加速运动.无论最终是否达到匀速，当棒到达斜面底端时速度一定为最大.由动能定理可以得到棒的末速度，因此上述解法正确.

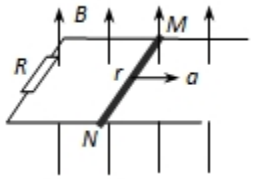
$mgS\sin30°-Q=\frac{1}{2}mv_m^2$

故$v_m=\sqrt{2gS\sin30°-\frac{2Q}{m}}=\sqrt{2\times10\times1.15\times\frac{1}{2}-\frac{2\times0.4}{0.2}}=2.74(m/s)$

【考点定位】电磁感应中的能量转化；牛顿第二定律；动能定理的应用；焦耳定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

93.(2012·天津卷)如图所示，一对光滑的平行金属导轨固定在同一水平面内，导轨间距 l= 0.5m，左端接有阻值 R= 0.3Ω 的电阻。一质量 m= 0.1kg，电阻 r = 0.1Ω 的金属棒 MN 放置在导轨上，整个装置置于竖直向上的匀强磁场中，磁场的磁感应强度 B= 0.4T。棒在水平向右的外力作用下，由静止开始以 a= 2m/s^2 的加速度做匀加速运动，当棒的位移 x= 9m 时撤去外力，棒继续运动一段距离后停下来，已知撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 Q_1：Q_2 = 2：1。导轨足够长且电阻不计，棒在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触。求：



(1)棒在匀加速运动过程中，通过电阻 R 的电荷量 q；

(2)撤去外力后回路中产生的焦耳热 Q_2；

(3)外力做的功 W_F。

【答案】(1)4.5C　(2)1.8J　(3)5.4J

【解析】(1)设棒匀加速运动的时间为 Δt，回路的磁通量变化量为：ΔΦ=BLx，

由法拉第电磁感应定律得，回路中的平均感应电动势为：$E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

由闭合电路欧姆定律得，回路中的平均电流为：$I=\frac{E}{R+r}$

通过电阻 R 的电荷量为：q = IΔt

联立以上各式，代入数据解得：q=4.5C

(2)设撤去外力时棒的速度为 v，棒做匀加速运动过程中，由运动学公式得：$v^2=2ax$

设撤去外力后的运动过程中安培力做功为 W，由动能定理得：$W=0-\frac{1}{2}mv^2$

撤去外力后回路中产生的焦耳热：Q_2 =-W

联立以上各式，代入数据解得：Q_2 =1.8J

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由题意各，撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 $Q_1:Q_2=2:1$

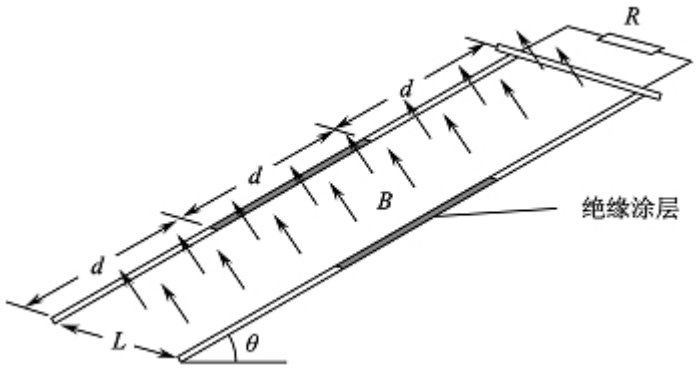
可得：$Q_1=3.6J$

在棒运动的整个过程中，由功能关系可得：$W_F=Q_1+Q_2$

联立以上各式，代入数据解得：$W_F=5.4J$

【考点定位】本题考查电磁感应综合应用及其相关知识

94.(2014·江苏卷·T13)如图所示，在匀强磁场中有一倾斜的平行金属导轨，导轨间距为 L，长为 3d，导轨平面与水平面的夹角为 θ，在导轨的中部刷有一段长为 d 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒从导轨的顶端由静止释放，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨底端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R，其他部分的电阻均不计，重力加速度为 g。求：



(1)导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ；

(2)导体棒匀速运动的速度大小 v；

(3)整个运动过程中，电阻产生的焦耳热 Q。

【答案】(1)μ＝tanθ；(2)v＝$\frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$；(3)Q＝2mgdsinθ－$\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

【解析】(1)导体棒在绝缘涂层上滑动时，受重力 mg、导轨的支持力 N 和滑动摩擦力 f 作用，根据共点力平衡条件有：mgsinθ＝f，N＝mgcosθ

根据滑动摩擦定律有：f＝μN

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立以上三式解得：μ＝tanθ

(2)在光滑导轨上

感应电动势 $E = BLv$　感应电流 $I = \frac{E}{R}$

安培力 $F_{安} = BIL$　受力平衡 $F_{安} = mg\sin\theta$

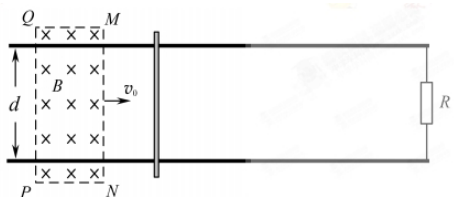
解得 $v = \frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$

(3)由题意可知，只有导体棒在导轨光滑段滑动时，回路中有感应电流产生，因此对导体棒在第 1、3 段 d 长导轨上滑动的过程，根据能量守恒定律有：Q＝2mgdsinθ－$\frac{1}{2}mv^2$

解得：Q＝2mgdsinθ－$\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

【考点定位】本题主要考查了共点力平衡条件、安培力大小公式、闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、能量守恒定律的应用问题，属于中档题。

95.(2017·江苏卷)如图所示，两条相距 d 的平行金属导轨位于同一水平面内，其右端接一阻值为 R 的电阻.质量为 m 的金属杆静置在导轨上，其左侧的矩形匀强磁场区域 MNPQ 的磁感应强度大小为 B、方向竖直向下.当该磁场区域以速度 v_0 匀速地向右扫过金属杆后，金属杆的速度变为 v.导轨和金属杆的电阻不计，导轨光滑且足够长，杆在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触.求：



(1)MN 刚扫过金属杆时，杆中感应电流的大小 l；

(2)MN 刚扫过金属杆时，杆的加速度大小 a；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)PQ 刚要离开金属杆时，感应电流的功率 P.

【答案】(1) $I=\frac{Bdv_0}{R}$ (2) $a=\frac{B^2d^2v_0}{mR}$ (3) $P=\frac{B^2d^2(v_0-v)^2}{R}$

【解析】(1)感应电动势 $E=Bdv_0$ 感应电流 $I=\frac{E}{R}$ 解得 $I=\frac{Bdv_0}{R}$

(2)安培力 $F=BId$ 牛顿第二定律 $F=ma$ 解得 $a=\frac{B^2d^2v_0}{mR}$

(3)金属杆切割磁感线的速度 $v'=v_0-v$，则

感应电动势 $E=Bd(v_0-v)$ 电功率 $P=\frac{E^2}{R}$ 解得 $P=\frac{B^2d^2(v_0-v)^2}{R}$

【考点定位】电磁感应

【名师点睛】本题的关键在于导体切割磁感线产生电动势 E=Blv，切割的速度(v)是导体与磁场的相对速度，分析这类问题，通常是先电后力，再功能.

96.(2017·北京卷)发电机和电动机具有装置上的类似性，源于它们机理上的类似性。直流发电机和直流电动机的工作原理可以简化为如图 1、图 2 所示的情景。

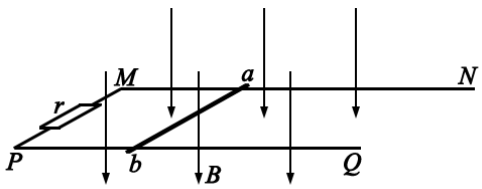


图1

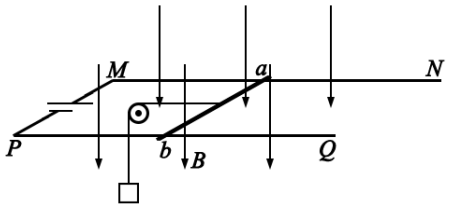


图2

在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中，两根光滑平行金属轨道 MN、PQ 固定在水平面内，相距为 L，电阻不计。电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 放在轨道上，与轨道接触良好，以速度 v(v 平行于 MN)向右做匀速运动。

图 1 轨道端点 MP 间接有阻值为 r 的电阻，导体棒 ab 受到水平向右的外力作用。图 2 轨道端点 MP 间接有直流电源，导体棒 ab 通过滑轮匀速提升重物，电路中的电流为 I。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求在 Δt 时间内，图 1“发电机”产生的电能和图 2“电动机”输出的机械能。

(2)从微观角度看，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力在上述能量转化中起着重要作用。为了方便，可认为导体棒中的自由电荷为正电荷。

a.请在图 3(图 1 的导体棒 ab)、图 4(图 2 的导体棒 ab)中，分别画出自由电荷所受洛伦兹力的示意图。

b.我们知道，洛伦兹力对运动电荷不做功。那么，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢？请以图 2“电动机”为例，通过计算分析说明。

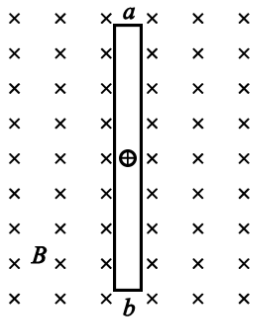


图3

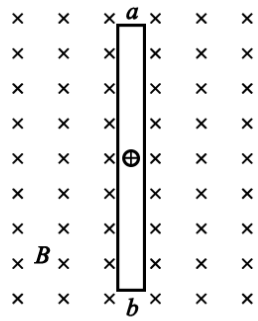


图4

【答案】(1)$\frac{B^2L^2v^2\Delta t}{R+r}$　$BLv\Delta t$　(2)a.如图 3、图 4　b.见解析

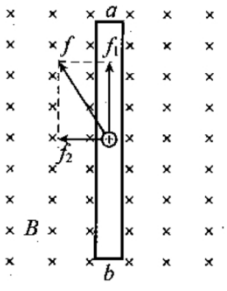


图3

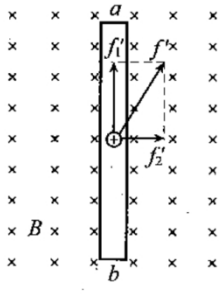


图4

【解析】(1)图 1 中由于导体棒 ab 运动切割磁感线，回路中产生感应电流 $I_1=\frac{BLv}{R+r}$

由于电流做功，导体棒与电阻发热产生焦耳热，由焦耳定律、闭合电路欧姆定律和能量守恒定律可知，图 1“发电机”产生的电能为：$E_1=\frac{B^2L^2v^2}{R+r}\cdot\Delta t$

在图 2 中，对重物和导体棒分别应用平衡条件有：T＝mg，T＝ILB

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

提升重物做功为：W＝mgvΔt

根据功能关系可知，图 2“电动机”输出的机械能为：E_2＝W

解得：E_2＝ILBvΔt

(2)a.图 3 中，棒 ab 向右运动，由左手定则可知其中的正电荷受到 b→a 方向的洛伦兹力，在该洛伦兹力作用下，正电荷沿导体棒运动形成感应电流，有沿 b→a 方向的分速度，受到向左的洛伦兹力作用；图 4 中，在电源形成的电场作用下，棒 ab 中的正电荷沿 a→b 方向运动，受到向右的洛伦兹力作用，该洛伦兹力使导体棒向右运动，正电荷具有向右的分速度，又受到沿 b→a 方向的洛伦兹力作用。如图 3、图 4。

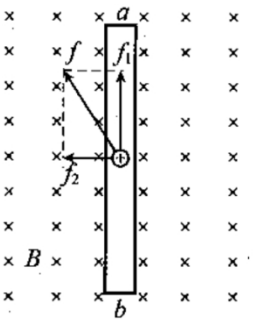


图3

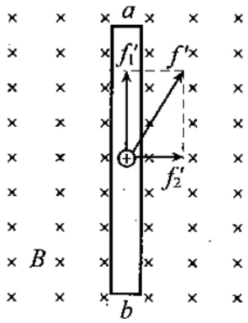


图4

b.设自由电荷的电荷量为 q，沿导体棒定向移动的速率为 u。

如图 4 所示，沿棒方向的洛伦兹力 $f_1'=qvB$，做负功 $W_1=-f_1'\cdot u\Delta t=-qvBu\Delta t$

垂直棒方向的洛伦兹力 $f_2'=quB$，做正功 $W_2=f_2'\cdot v\Delta t=quBv\Delta t$

所示 $W_1=-W_2$，即导体棒中一个自由电荷所受的洛伦兹力做功为零。

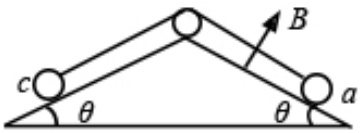
f_1' 做负功，阻碍自由电荷的定向移动，宏观上表现为“反电动势”，消耗电源的电能；f_2' 做正功，宏观上表现为安培力做正功，使机械能增加。大量自由电荷所受洛伦兹力做功的宏观表现是将电能转化为等量的机械能，在此过程中洛伦兹力通过两个分力做功起到“传递能量的作用。

【考点定位】闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、左手定则、功能关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】洛伦兹力永不做功，本题看似洛伦兹力做功，实则将两个方向的分运动结合起来，所做正、负功和为零。

97.(2016·全国新课标I卷)如图，两固定的绝缘斜面倾角均为θ，上沿相连。两细金属棒 ab(仅标出 a 端)和 cd(仅标出 c 端)长度均为 L，质量分别为 2m 和 m；用两根不可伸长的柔软导线将它们连成闭合回路 abdca，并通过固定在斜面上沿的两光滑绝缘小定滑轮跨放在斜面上，使两金属棒水平。右斜面上存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于斜面向上。已知两根导线刚好不在磁场中，回路电阻为 R，两金属棒与斜面间的动摩擦因数均为 μ，重力加速度大小为 g，已知金属棒 ab 匀速下滑。求



(1)作用在金属棒 ab 上的安培力的大小；

(2)金属棒运动速度的大小。

【答案】(1)mg(sin θ–3μcos θ)　(2)(sin θ–3μcos θ)$\frac{mgR}{B^2L^2}$

【解析】(1)设导线的张力的大小为 T，右斜面对 ab 棒的支持力的大小为 N_1，作用在 ab 棒上的安培力的大小为 F，左斜面对 cd 棒的支持力大小为 N_2。对于 ab 棒，由力的平衡条件得 $2mg\sin\theta=\mu N_1+T+F$①

$N_1=2mg\cos\theta$②

对于 cd 棒，同理有 $mg\sin\theta+\mu N_2=T$③，$N_2=mg\cos\theta$④

联立①②③④式得 $F=mg(\sin\theta-3\mu\cos\theta)$⑤

(2)由安培力公式得 F=BIL⑥

这里 I 是回路 abdca 中的感应电流。ab 棒上的感应电动势为 ε=BLv⑦

式中，v 是 ab 棒下滑速度的大小。由欧姆定律得 I=$\frac{\varepsilon}{R}$⑧

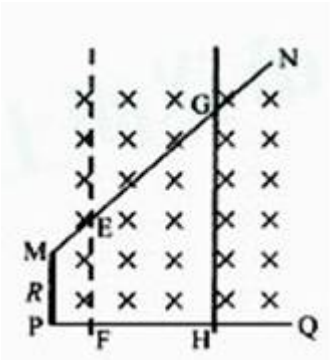
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立⑤⑥⑦⑧式得 v=(sin θ–3μcos θ)$\frac{mgR}{B^2L^2}$ ⑨

【考点定位】导体切割磁感线、共点力平衡

【名师点睛】本题是电磁感应与电路、力学相结合的综合题，应用 E=BLv、欧姆定律、安培力公式、共点力作用下的平衡即可正确解题。解决本题时，还要特别注意 cd 棒的重力沿斜面的分力和滑动摩擦力的影响。

98.(2014·上海卷)如图，水平面内有一光滑金属导轨，其 MN、PQ 边的电阻不计，MP 边的电阻阻值 R=1.5Ω，MN 与 MP 的夹角为 135°，PQ 与 MP 垂直，MP 边长度小于 1m。将质量 m=2kg，电阻不计的足够长直导体棒搁在导轨上，并与 MP 平行。棒与 MN、PQ 交点 G、H 间的距离 L=4m.空间存在垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度 B=0.5T。在外力作用下，棒由 GH 处以一定的初速度向左做直线运动，运动时回路中的电流强度始终与初始时的电流强度相等。



(1)若初速度 v_1=3m/s，求棒在 GH 处所受的安培力大小 F_A。

(2)若初速度 v_2=1.5m/s，求棒向左移动距离 2m 到达 EF 所需时间 Δt。

(3)在棒由 GH 处向左移动 2m 到达 EF 处的过程中，外力做功 W=7J，求初速度 v_3。

【答案】(1)$8N$ (2)$\Delta t = 1s$ (3) $v_3 = 1\text{m/s}$

【解析】(1)导体棒切割磁感线产生感应电动势 $E = BLv = 6v$

感应电流 $I = \frac{E}{R} = 4A$　　金属棒受到安培力 $F = BIL = 8N$

(2)运动过程电流始终不变，而电阻不变，即感应电动势不变。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

初始感应电动势 $E=BLv=3v$　　所以平均感应电动势 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=B\frac{\Delta S}{\Delta t}=3v$

根据几何关系可得从 GH 到 EF，线框面积变化量 $\Delta S=\frac{1}{2}\times(EF+GH)\times 2=6m^2$

代入计算可得运动时间 $\Delta t=1s$

(3)根据几何关系可得 $L_{EF}=2m$

根据运动过程电流不变判断电动势不变，设末速度为 v'，则有 $BLv_3=BL_{EF}v'$

可得 $v'=2v_3$

运动过程电流 $I=\frac{BLv_3}{R}$

电动势 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=B\frac{\Delta S}{\Delta t}=BLv_3$

运动时间 $\Delta t=\frac{3}{2v_3}$

克服安培力做功 $I^2R\Delta t=\frac{B^2L^2v_3^{\ 2}}{R}\times\frac{3}{2v_3}=\frac{3B^2L^2v_3}{2R}$

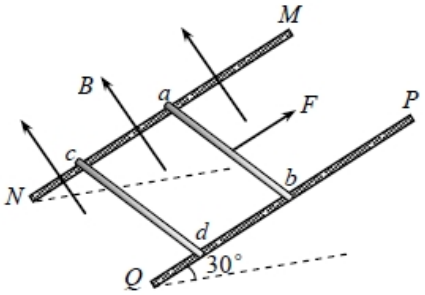
根据动能定理有 $7-\frac{3B^2L^2v_3}{2R}=\frac{1}{2}mv'^2-\frac{1}{2}mv_3^{\ 2}$

整理可得 $v_3=1m/s$ 或 $v_3=-\frac{7}{3}m/s$ (舍去)

【考点定位】电磁感应切割类问题

99.(2011·天津卷)如图所示，两根足够长的光滑金属导轨 MN、PQ 间距为 l=0.5m，其电阻不计，两导轨及其构成的平面均与水平面成 30°角。完全相同的两金属棒 ab、cd 分别垂直导轨放置，每棒两端都与导轨始终有良好接触，已知两棒的质量均为 0.02kg，电阻均为 R=0.1Ω，整个装置处在垂直于导轨平面向上的匀强磁场中，磁感应强度为 B=0.2T，棒 ab 在平行于导轨向上的力 F 作用下，沿导轨向上匀速运动，而棒 cd 恰好能保持静止。取 g=10m/s^2，问：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)通过 cd 棒的电流 I 是多少，方向如何？

(2)棒 ab 受到的力 F 多大？

(3)棒 cd 每产生 Q=0.1J 的热量，力 F 做的功 W 是多少？

【答案】(1) $I=1A$，方向由右手定则可知由 d 到 c(2)F=0.2N(3) $W=0.4J$

【解析】(1)棒 cd 受到的安培力 $F_{cd}=IlB$ ①

棒 cd 在共点力作用下平衡，则 $F_{cd}=mgsin30°$ ②

由①②式代入数据，解得 $I=1A$，方向由右手定则可知由 d 到 c.

(2)棒 ab 与棒 cd 受到的安培力大小相等 $F_{ab}=F_{cd}$

对棒 ab 由共点力平衡有 $F=mgsin30°+IlB$

代入数据解得 F=0.2N

(3)设在时间 t 内棒 cd 产生 Q=0.1J 热量，由焦耳定律可知 $Q=I^2Rt$

设 ab 棒匀速运动的速度大小为 v，则产生的感应电动势 E＝B*l*v

由闭合电路欧姆定律知 $I=\frac{E}{2R}$

在时间 t 内，棒 ab 沿导轨的位移 x＝vt

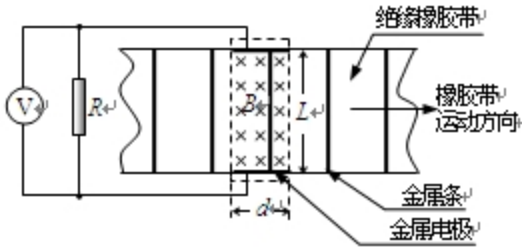
力 F 做的功 W=Fx

综合上述各式，代入数据解得 W=0.4J

【考点定位】电磁感应切割类问题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

100.(2011·重庆卷)有人设计了一种可测速的跑步机，测速原理如图所示，该机底面固定有间距为 L、长度为 d 的平行金属电极。电极间充满磁感应强度为 B、方向垂直纸面向里的匀强磁场，且接有电压表和电阻 R。绝缘橡胶带上镀有间距为 d 的平行细金属条，磁场中始终仅有一根金属条，且与电极接触良好，不计金属电阻，若橡胶带匀速运动时，电压表读数为 U，求：



(1)橡胶带匀速运动的速率；

(2)电阻 R 消耗的电功率；

(3)一根金属条每次经过磁场区域克服安培力做的功。

【答案】(1) $v=\frac{U}{BL}$ (2) $P=\frac{U^2}{R}$ (3) $W=\frac{BLUd}{R}$

【解析】(1)设电动势为 E，橡胶带运动速率为 v，由 $E=BLv$，$E=U$

得 $v=\frac{U}{BL}$

(2)设电功率为 P，则 $P=\frac{U^2}{R}$

(3)设电流强度为 I，安培力为 F，克服安培力做的功为 W.

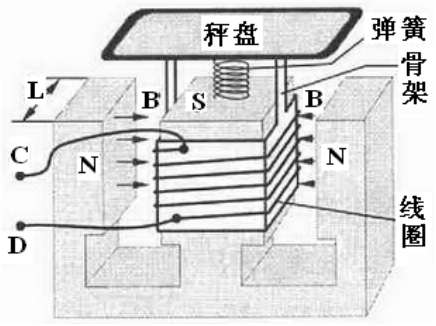
$I=\frac{U}{R}$，$F=BIL$，$W=Fd$

得：$W=\frac{BLUd}{R}$

【考点定位】电磁感应切割类问题。

101.(2014·重庆卷)某电子天平原理如图所示，E 形磁铁的两侧为 N 极，中心为 S 极，两级间的磁感应强度大小均为 B，磁极的宽度均为 L，忽略边缘效应.一正

方形线圈套于中心磁极，其骨架与秤盘连为一体，线圈两端 C、D 与外电路连接.当质量为 m 的重物放在秤盘上时，弹簧被压缩，秤盘和线圈一起向下运动(骨架与磁极不接触)，随后外电路对线圈供电，秤盘和线圈恢复到未放重物时的位置并静止，由此时对应的供电电流 I 可确定重物的质量.已知线圈的匝数为 n，线圈的电阻为 R，重力加速度为 g。问：



(1)线圈向下运动过程中，线圈中感应电流是从 C 端还是 D 端流出？

(2)供电电流 I 是从 C 端还是 D 端流入？求重物质量与电流的关系.

(3)若线圈消耗的最大功率为 P，该电子天平能称量的最大质量是多少？

【答案】(1)感应电流从 C 端流出 (2) $m=\dfrac{2nBL}{g}I$ (3) $m_0=\dfrac{2nBL}{g}\sqrt{\dfrac{P}{R}}$

【解析】(1)根据右手定则，线圈向下切割磁感线，电流应从 D 端流入，从 C 端流出

(2)根据左手定则可知，若想使弹簧恢复形变，安培力必须向上，根据左手定则可知电流应从 D 端流入，根据受力平衡 $mg=nBI\times 2L$ ①

解得 $m=\dfrac{2nBL}{g}I$ ②

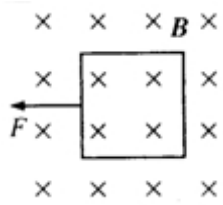
(3)根据最大功率 $P=I^2R$ 得 $I=\sqrt{\dfrac{P}{R}}$ ③

②③联立解得：$m_0=\dfrac{2nBL}{g}\sqrt{\dfrac{P}{R}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电磁感应切割类问题

102.(2012·上海卷)正方形导体框处于匀强磁场中，磁场方向垂直框平面，磁感应强度随时间均匀增加，变化率为 k。导体框质量为 m、边长为 L，总电阻为 R，在恒定外力 F 作用下由静止开始运动。导体框在磁场中的加速度大小为_____；导体框中感应电流做功的功率为_____。



【答案】F/m，$P=\dfrac{k^2l^4}{R}$

【解析】线框在磁场中运动时，各个边所受安培力的合力为零，因此线框所受的合外力就是 F，根据牛顿第二定律得加速度：$a=F/m$，线框产生的感应电动势

$E=\dfrac{\Delta BS}{\Delta t}=kL^2$，回路的电流 $I=\dfrac{E}{R}=\dfrac{kL^2}{R}$，因此，感应电流做功的功率

$P=I^2R=\dfrac{k^2l^4}{R}$

【考点定位】电磁感应磁变类问题

103.(2018·天津卷)真空管道超高速列车的动力系统是一种将电能直接转换成平动动能的装置。图 1 是某种动力系统的简化模型，图中粗实线表示固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，电阻忽略不计，ab 和 cd 是两根与导轨垂直，长度均为 l，电阻均为 R 的金属棒，通过绝缘材料固定在列车底部，并与导轨良好接触，其间距也为 l，列车的总质量为 m。列车启动前，ab、cd 处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下，如图 1 所示，为使列车启动，需在 M、N 间连接电动势为 E 的直流电源，电源内阻及导线电阻忽略不计，列车启动后电源自动关闭。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

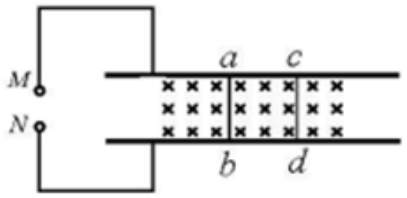


图 1

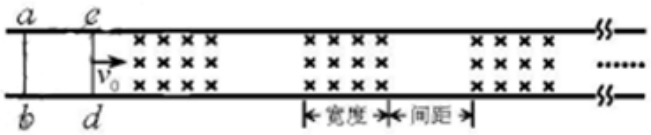


图 2

(1)要使列车向右运行，启动时图 1 中 M、N 哪个接电源正极，并简要说明理由;

(2)求刚接通电源时列车加速度 a 的大小;

(3)列车减速时，需在前方设置如图 2 所示的一系列磁感应强度为 B 的匀强磁场区域，磁场宽度和相邻磁场间距均大于 l。若某时刻列车的速度为v_0，此时 ab、cd 均在无磁场区域，试讨论：要使列车停下来，前方至少需要多少块这样的有界磁场？

【答案】(1)M 接电源正极，理由见解析　　(2)$a=\frac{2BEl}{mR}$

(3)若$\frac{I_{总}}{I_0}$恰好为整数，设其为 n，则需设置 n 块有界磁场，若$\frac{I_{总}}{I_0}$不是整数，设$\frac{I_{总}}{I_0}$的整数部分为 N，则需设置 N+1 块有界磁场

【解析】试题分析: 结合列车的运动方向，应用左手定则判断电流方向，从而判断哪一个接电源正极；对导体棒受力分析，根据闭合回路欧姆定律以及牛顿第二定律求解加速度；根据动量定理分析列车进入和穿出磁场时动量变化，据此分析；

(1)*M* 接电源正极，列车要向右运动，安培力方向应向右，根据左手定则，接通电源后，金属棒中电流方向由 *a* 到 *b*，由 *c* 到 *d*，故 *M* 接电源正极。

(2)由题意，启动时 ab、cd 并联，设回路总电阻为$R_{总}$，由电阻的串并联知识得$R_{总}=\frac{R}{2}$①;

设回路总电阻为 I，根据闭合电路欧姆定律有$I=\frac{E}{R_{总}}$②

设两根金属棒所受安培力之和为 F，有 F=BIl③

根据牛顿第二定律有 F=ma④，联立①②③④式得$a=\frac{2BEl}{mR}$⑤

(3)设列车减速时，*cd* 进入磁场后经Δt 时间 *ab* 恰好进入磁场，此过程中穿过两金属棒与导

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

轨所围回路的磁通量的变化为ΔΦ，平均感应电动势为E_1，由法拉第电磁感应定律有$E_1=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$⑥，其中$\Delta\Phi=Bl^2$⑦；

设回路中平均电流为I'，由闭合电路欧姆定律有$I'=\frac{E_1}{2R}$⑧

设 cd 受到的平均安培力为F'，有$F'=I'lB$⑨

以向右为正方向，设Δt时间内 cd 受安培力冲量为$I_{冲}$，有$I_{冲}=-F'\Delta t$⑩

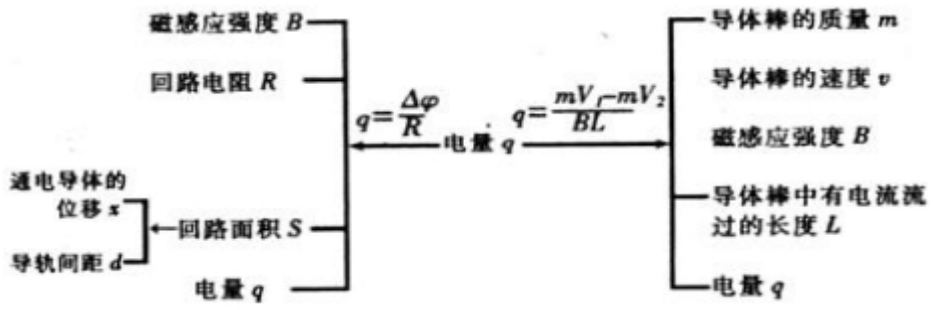
同理可知，回路出磁场时 ab 受安培力冲量仍为上述值，设回路进出一块有界磁场区域安培力冲量为I_0，有$I_0=2I_{冲}$⑪

设列车停下来受到的总冲量为$I_{总}$，由动量定理有$I_{总}=0-mv_0$⑫

联立⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫式得$\frac{I_{总}}{I_0}=\frac{mv_0R}{B^2l^2}$⑬

讨论：若$\frac{I_{总}}{I_0}$恰好为整数，设其为 n，则需设置 n 块有界磁场，若$\frac{I_{总}}{I_0}$不是整数，设$\frac{I_{总}}{I_0}$的整数部分为 N，则需设置 N+1 块有界磁场。⑭.

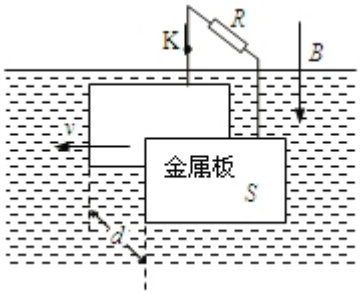
【点睛】如图所示，在电磁感应中，电量 q 与安培力的冲量之间的关系，如图所示，以电量为桥梁，直接把图中左右两边的物理量联系起来，如把导体棒的位移和速度联系起来，但由于这类问题导体棒的运动一般都不是匀变速直线运动，无法直接使用匀变速直线运动的运动学公式进行求解，所以这种方法就显得十分巧妙，这种题型难度最大。



104.(2010·重庆卷·T23)法拉第曾提出一种利用河流发电的设想，并进行了实验研究.实验装置的示意图可用题 23 图表示，两块面积均为 S 的矩形金属板，平行、正对、竖直地全部浸在河水中，间距为 d。水流速度处处相同，大小为 v，方向

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

水平。金属板与水流方向平行，地磁场磁感应强度的竖直分别为 B，说的电阻率为 ρ，水面上方有一阻值为 R 的电阻通过绝缘导线和电键 K 连接到两个金属板上.忽略边缘效应，求：



(1)该发电装置的电动势；

(2)通过电阻 R 的电流强度；

(3)电阻 R 消耗的电功率。

【答案】Bdv；$\frac{BdvS}{\rho d+SR}$；$\left(\frac{BdvS}{\rho d+SR}\right)^2 R$

【解析】

(1)由法拉第电磁感应定律，有 E＝

(2)两板间河水的电阻 r=$\rho\frac{d}{S}$

由闭合电路欧姆定律，有

I=$\frac{E}{r+R}=\frac{BdvS}{\rho d+SR}$

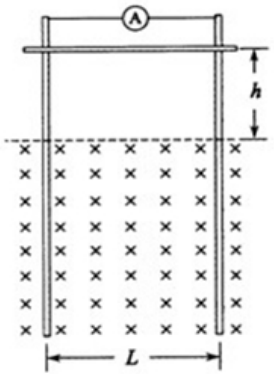
(3)由电功率公式，P=I2R

得 P=$\left(\frac{BdvS}{\rho d+SR}\right)^2 R$

105.(2010·江苏卷·T13)(15 分)如图所示，两足够长的光滑金属导轨竖直放置，相距为 L， 一理想电流表与两导轨相连，匀强磁场与导轨平面垂直。一质量为 m、

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

有效电阻为 R 的导体棒在距磁场上边界 h 处静止释放。导体棒进入磁场后，流经电流表的电流逐渐减小，最终稳定为 I。整个运动过程中，导体棒与导轨接触良好，且始终保持水平，不计导轨的电阻。求：



(1)磁感应强度的大小 B；

(2)电流稳定后， 导体棒运动速度的大小 v；

(3)流经电流表电流的最大值 I_m。

【答案】(1) $B=\frac{mg}{IL}$　　(2) $v=\frac{I^2R}{mg}$　　(3) $I_m=\frac{mg\sqrt{2gh}}{IR}$

【解析】

(1)电流稳定后，导体棒做匀速运动 BIL=mg①，解得 $B=\frac{mg}{IL}$ ②

(2)感应电动势 E=BLv③感应电流 $I=\frac{E}{R}$，由②③④式解得 $v=\frac{I^2R}{mg}$

(3)由题意知，导体棒刚进入磁场时的速度最大，设为 v_m；

机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_m^2=mgh$

感应电动势的最大值 E_m＝VLv_m

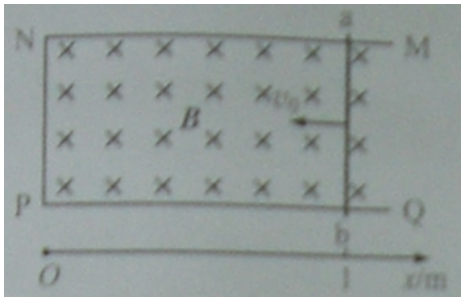
感应电流的最大值 $I_m=\frac{E_m}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得 $I_m=\frac{mg\sqrt{2gh}}{IR}$

本题考查电磁感应的规律和电磁感应与力学的综合。

106.(2010·上海卷·T32)如图，宽度 L=0.5m 的光滑金属框架 MNPQ 固定板个与水平面内，并处在磁感应强度大小 B=0.4T，方向竖直向下的匀强磁场中，框架的电阻非均匀分布，将质量 m=0.1kg，电阻可忽略的金属棒 ab 放置在框架上，并且框架接触良好，以 P 为坐标原点，PQ 方向为 x 轴正方向建立坐标，金属棒从 $x_0=1m$ 处以 $v_0=2m/s$ 的初速度，沿 x 轴负方向做 $a=2m/s^2$ 的匀减速直线运动，运动中金属棒仅受安培力作用。求：



(1)金属棒 ab 运动 0.5m，框架产生的焦耳热 Q；

(2)框架中 aNPb 部分的电阻 R 随金属棒 ab 的位置 x 变化的函数关系；

(3)为求金属棒 ab 沿 x 轴负方向运动 0.4s 过程中通过 ab 的电量 q，某同学解法为：先算出金属棒的运动距离 s，以及 0.4s 时回路内的电阻 R，然后代入

$q=\frac{\Delta\varphi}{R}=\frac{BLs}{R}$ $R\frac{\Delta\varphi}{R}=\frac{BLs}{R}S=2cm^2\ p_0=240pa\ l_2=3\mu m\ l_2^{'}=1\mu m$

$q=\varepsilon_\theta SE\varepsilon_\theta=8.85*10^{-12}c^2/N\cdot m^2E_M$

求解。指出该同学解法的错误之处，并用正确的方法解出结果。

【解析】

(1) $a=\frac{F}{m}$，$F=ma=0.2N$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

因为运动中金属棒仅受安培力作用，所以 F=BIL

又 $I=\frac{E}{R}=\frac{BLv}{R}$，所以 $R=\frac{BLv}{I}=\frac{BLat}{I}=0.4t$

且 $S=\frac{1}{2}at^2$，得 $t=\sqrt{\frac{2S}{a}}=\frac{1}{\sqrt{2}}s$

所以 $Q=I^2Rt=I^2\bullet 0.4t^2=0.2J$

(2) $x=1-\frac{1}{2}at^2=1-t^2$，得 $t=\sqrt{1-x}$，所以 $R=0.4\sqrt{1-x}$。

(3)错误之处：因框架的电阻非均匀分布，所求 R 是 0.4s 时回路内的电阻 R，不是平均值。

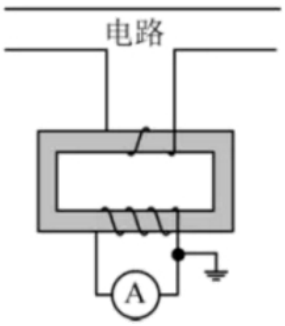
正确解法：因电流不变，所以 $q=It=1\times 0.4c=0.4c$。

本题考查电磁感应、电路与牛顿定律、运动学公式的综合应用。难度：难。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 13　交流电

1．（2020·江苏卷）电流互感器是一种测量电路中电流的变压器，工作原理如图所示。其原线圈匝数较少，串联在电路中，副线圈匝数较多，两端接在电流表上。则电流互感器



A．是一种降压变压器

B．能测量直流电路的电流

C．原、副线圈电流的频率不同

D．副线圈的电流小于原线圈的电流

【答案】D

【解析】A．原线圈匝数较少，电流互感器是一种降电流的变压器，A 选项错误。

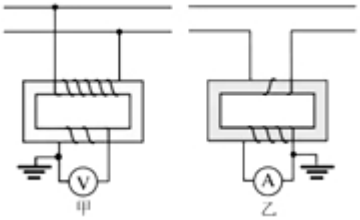
B．电流互感器的工作原理是电磁感应中的互感现象，只可以测量交变电流，B 选项错误。

C．电流互感器不会改变电流的频率，只改变电流，故原、副线圈电流的频率相同。C 选项错误。

D．原线圈匝数较少，电流互感器是一种降电流的变压器，副线圈的电流小于原线圈的电流。D 正确。故选 D。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2．（2020·浙江省 1 月学业水平测试选考）如图所示，甲乙两图中的理想变压器以不同的方式接在高压电路中。甲图中变压器原副线圈的匝数比为k_1，电压表读数为 U，乙图中变压器原副线圈的匝数比为k_2，电流表读数为 I。则甲图中高压线电压和乙图中高压线电流分别为



A．k_1U，k_2I　　B．k_1U，$\frac{I}{k_2}$　　C．$\frac{U}{k_1}$，k_2I　　D．$\frac{U}{k_1}$，$\frac{I}{k_2}$

【答案】B

【解析】根据理想变压器的电压和电流规律：

$$\frac{U_0}{U}=k_1$$

$$\frac{I_0}{I}=\frac{1}{k_2}$$

解得甲图中高压线电压为

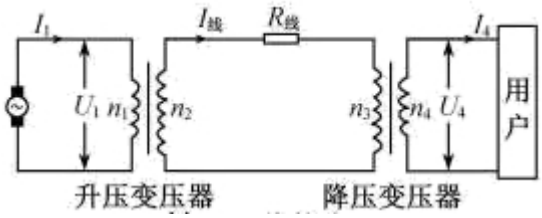
$$U_0=k_1U$$

乙图中高压线电流为

$$I_0=\frac{I}{k_2}$$

故 B 正确，ACD 错误。故选 B。

3．（2020·浙江卷）如图所示，某小型水电站发电机的输出功率$P=100\text{kW}$，发电机的电压$U_1=250\text{V}$，经变压器升压后向远处输电，输电线总电阻$R_{线}=8\Omega$，在用户端用降压变压器把电压降为$U_4=220\text{V}$。已知输电线上损失的功率$P_{线}=5\text{kW}$，假设两个变压器均是理想变压器，下列说法正确的是



A．发电机输出的电流 $I_1=40\text{A}$

B．输电线上的电流 $I_{线}=625\text{A}$

C．降压变压器的匝数比 $n_3:n_4=190:11$

D．用户得到的电流 $I_4=455\text{A}$

【答案】C

【解析】A．根据电功率公式

$$P=UI$$

发电机输出电流

$$I_1=\frac{P}{U_1}=400\text{A}$$

A 错误；

B．输电线上损失功率 5kW，由

$$P_{线}=I_{线}^{2}R_{线}$$

可得

$$I_{线}=\sqrt{\frac{P_{线}}{R_{线}}}=25\text{A}$$

故 B 错误；

C．降压变压器原副线圈得到的功率为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$P_4=P-P_{线}=95\text{kW}$

根据理想变压器电流与线圈匝数成反比关系，可得

$$\frac{I_{线}}{I_4}=\frac{n_4}{n_3}=\frac{\sqrt{\frac{5000\text{W}}{8\Omega}}}{\frac{95000\text{W}}{220\text{V}}}=\frac{11}{190}$$

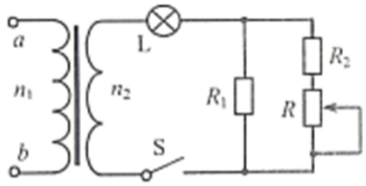
C 正确；

D．用户得到的功率为95kW，用户得到的电流

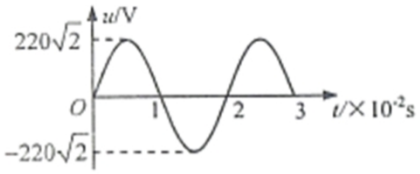
$$I_4=\frac{95000\text{W}}{220\text{V}}\approx 432\text{A}$$

D 错误。故选 C。

4．（2020·山东卷）图甲中的理想变压器原、副线圈匝数比 n_1：n_2=22：3，输入端 a、b 所接电压 u 随时间 t 的变化关系如图乙所示。灯泡 L 的电阻恒为 15 Ω，额定电压为 24 V。定值电阻 R_1=10 Ω、R_2=5 Ω， 滑动变阻器 R 的最大阻值为 10 Ω。为使灯泡正常工作，滑动变阻器接入电路的电阻应调节为（　　）



图甲



图乙

A．1 Ω　　B．5 Ω　　C．6 Ω　　D．8 Ω

【答案】A

【解析】输电电压的有效值为（即原线圈电压的有效值）

$$U_1=\frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\text{V}=220\text{V}$$

根据理想变压器电压规律 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可知副线圈电压有效值为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1=\frac{3}{22}\times 220\text{V}=30\text{V}$$

灯泡正常工作，根据欧姆定律可知分压为24V，则通过灯泡的电流，即副线圈部分的干路电流为

$$I_{\text{L}}=\frac{U_{\text{L}}}{R_{\text{L}}}=\frac{24}{15}\text{A}=1.6\text{A}$$

根据串联分压规律可知，R_1和R_2、R构成的并联电路部分的分压为

$$U=U_2-U_{\text{L}}=30\text{V}-24\text{V}=6\text{V}$$

通过R_1的电流为

$$I_1=\frac{U}{R_1}=\frac{6}{10}\text{A}=0.6\text{A}$$

通过R_2、R的电流为

$$I_2=I_{\text{L}}-I_1=1.6\text{A}-0.6\text{A}=1\text{A}$$

R_2、R的分压为

$$U=I_2(R_2+R)$$

解得滑动变阻器的阻值为

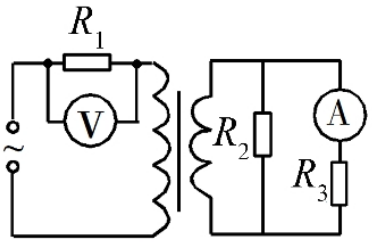
$$R=\frac{U}{I_2}-R_2=\frac{6}{1}\Omega-5\Omega=1\Omega$$

A 正确，BCD 错误。故选 A。

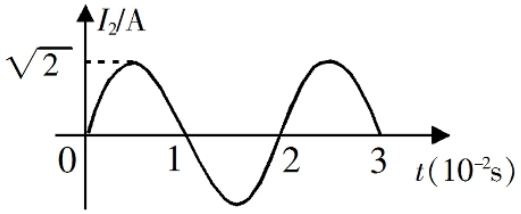
5．（2020·新课标III卷）在图（a）所示的交流电路中，电源电压的有效值为 220V，理想变压器原、副线圈的匝数比为 10:1，R_1、R_2、R_3均为固定电阻，R_2=10Ω

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，R_3=20Ω，各电表均为理想电表。已知电阻 R_2 中电流 i_2 随时间 t 变化的正弦曲线如图（b）所示。下列说法正确的是



图(a)



图(b)

A．所用交流电的频率为 50Hz　　B．电压表的示数为 100V

C．电流表的示数为 1.0A　　D．变压器传输的电功率为 15.0W

【答案】AD

【解析】A．交流电的频率为

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0.02\mathrm{s}}=50\mathrm{Hz}$$

A 正确；

B．通过 R_2 电流的有效值为

$$I=\frac{\sqrt{2}\mathrm{A}}{\sqrt{2}}=1\mathrm{A}$$

R_2 两端即副线圈两端的电压，根据欧姆定律可知

$$U_2=IR_2=1\times10\mathrm{V}=10\mathrm{V}$$

根据理想变压器的电压规律 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可知原线圈的电压

$$U_1=\frac{n_1}{n_2}U_2=10\times10\mathrm{V}=100\mathrm{V}$$

电阻 R_1 两端分压即为电压表示数，即

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$U_{\mathrm{V}}=U_0-U_1=220\mathrm{V}-100\mathrm{V}=120\mathrm{V}$$

B 错误；

C．电流表的示数为

$$I_{\mathrm{A}}=\frac{U_2}{R_3}=\frac{10}{20}\mathrm{A}=0.5\mathrm{A}$$

C 错误；

D．副线圈中流过的总电流为

$$I_2=I+I_{\mathrm{A}}=1\mathrm{A}+0.5\mathrm{A}=1.5\mathrm{A}$$

变压器原副线圈传输的功率为

$$P=I_2U_2=15\mathrm{W}$$

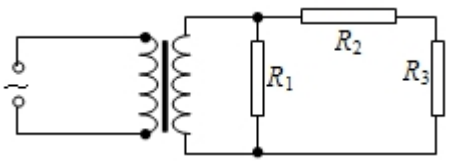
D 正确。故选 AD。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 11 交变电流 传感器

选择题：

1.(2019•海南卷•T8)如图，一理想变压器输入端接交流恒压源，输出端电路由 R_1、R_2 和 R_3 三个电阻构成。将该变压器原、副线圈的匝数比由 5：1 改为 10：1 后



A.流经 R_1 的电流减小到原来的 $\frac{1}{4}$

B.R_2 两端的电压增加到原来的 2 倍

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.R_3 两端的电压减小到原来的 $\frac{1}{2}$

D.电阻上总的热功率减小到原来的 $\frac{1}{4}$

【答案】CD

【解析】

A、变压器原、副线圈的匝数比由 5：1 改为 10：1，则副线圈的输出电压减小为原来的 $\frac{1}{2}$，根据欧姆定律可知，流经 R_1 的电流减小到原来 $\frac{1}{2}$，故 A 错误。

B、根据串并联电路规律可知，R_2 两端的电压减小到原来的 $\frac{1}{2}$，故 B 错误。

C、同理，R_3 两端的电压减小到原来 $\frac{1}{2}$，故 C 正确。

D、副线圈总电阻不变，根据功率公式可知，$P=\frac{U^2}{R}$，总功率减小到原来的 $\frac{1}{4}$，故 D 正确。

故选：CD。

2.(2019•江苏卷•T1)某理想变压器原、副线圈的匝数之比为 1：10，当输入电压增加 20V 时，输出电压

A.降低 2V　　B.增加 2V　　C.降低 200V　　D. 增 加 200V

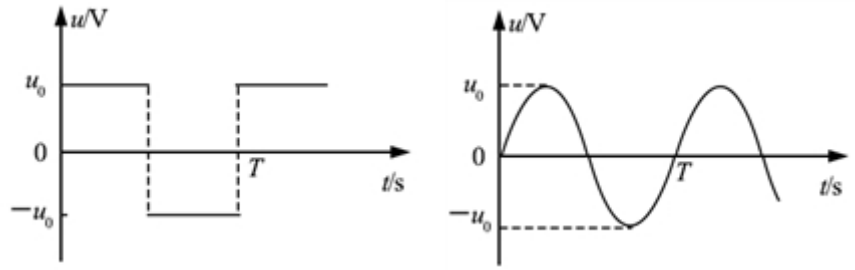
【答案】D

【解析】

由理想变压器原、副线圈的电压比等于匝数比即 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，得：$U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1$，即副线圈两端电压与原线圈两端电压成正比，所以有：$\Delta U_2=\frac{n_2}{n_1}\cdot\Delta U_1$，当输入电压增加 20V 时，输出电压增大 200V，故 D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

3.(2018·全国III卷·T3)一电阻接到方波交流电源上,在一个周期内产生的热量为$Q_{方}$；若该电阻接到正弦交变电源上，在一个周期内产生的热量为$Q_{正}$。该电阻上电压的峰值为u_0，周期为T，如图所示。则$Q_{方}$:$Q_{正}$等于



A. 1:$\sqrt{2}$

B. $\sqrt{2}$:1

C. 1:2

D. 2:1

【答案】D

【解析】试题分析　本题考查交变电流的图线、正弦交变电流的有效值、焦耳定律及其相关的知识点。

解析　根据题述，正弦交变电流的电压有效值为$\frac{u_0}{\sqrt{2}}$，而方波交流电的有效值为u_0，

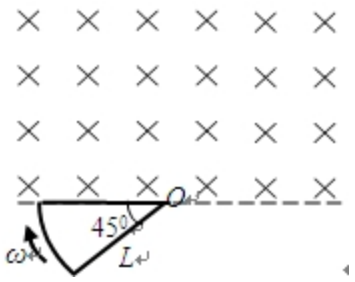
根据焦耳定律和欧姆定律，$Q=I^2RT=\frac{U^2}{R}T$，可知在一个周期T内产生的热量与电压有效值的二次方成正比，$Q_{方}$：$Q_{正}=u_0^2:(\frac{u_0}{\sqrt{2}})^2=2:1$，选项D正确。

点睛　此题将正弦交变电流和方波 交变电流、有效值、焦耳定律有机融合。解答此题常见错误是：一是把方波交变电流视为正弦交变电流；二是认为在一个周期T内产生的热量与电压有效值，导致错选B；三是比值颠倒，导致错选C。

点睛　此题将正弦交变电流和方波 交变电流、有效值、焦耳定律有机融合。解答此题常见错误是：一是把方波交变电流视为正弦交变电流；二是认为在一个周期T内产生的热量与电压有效值，导致错选B；三是比值颠倒，导致错选C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

4.(2011·安徽卷)如图所示的区域内有垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度为 B。电阻为 R、半径为 L、圆心角为 45°的扇形闭合导线框绕垂直于纸面的 O 轴以角速度 ω 匀速转动(O 轴位于磁场边界)。则线框内产生的感应电流的有效值为



A. $\frac{BL^2\omega}{2R}$　　B. $\frac{\sqrt{2}BL^2\omega}{2R}$　　C. $\frac{\sqrt{2}BL^2\omega}{4R}$　　D. $\frac{BL^2\omega}{4R}$

【答案】D

【解析】交流电流的有效值是根据电流的热效应得出的，线框转动周期为 T，而线框转动一周只有 $\frac{T}{4}$ 的时间内有感应电流，则有 $(\frac{BL\omega\frac{L}{2}}{R})^2 R\frac{T}{4}=I^2RT$，所以 $I=\frac{BL^2\omega}{4R}$，所以 D 正确.

【考点定位】交流电的有效值，

5.(2011·天津卷)在匀强磁场中，一矩形金属线框绕与磁感线垂直的转轴匀速转动，如图 1 所示，产生的交变电动势的图象如图 2 所示，则

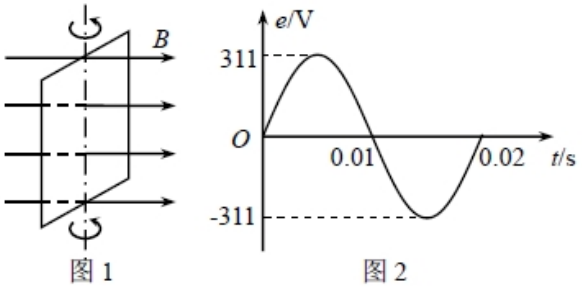


图 1　　图 2

A.t =0.005s 时线框的磁通量变化率为零

B.t =0.01s 时线框平面与中性面重合

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.线框产生的交变电动势有效值为 311V

D.线框产生的交变电动势的频率为 100Hz

【答案】B

【解析】由图 2 可知，该交变电动势瞬时值的表达式为 e=311sin100πt。当 t＝0.005s 时，瞬时值 e≈311V，此时磁通量变化率最大，A 错；

同理当 t＝0.01s 时，e＝0V，此时线框处于中性面位置，磁通量最大，磁通量的变化率为零，B 正确；

对于正弦交变电流其有效值为$\frac{E_{max}}{\sqrt{2}}$，题给电动势的有效值为 220V，C 错，交变电流的频率为 f＝1/T＝ω/2π=50Hz，D 错。

【考点定位】交流电的产生，交流电图像

6.(2012·北京卷)一个小型电热器若接在输出电压为 10V 的直流电源上，消耗电功率为 P；若把它接在某个正弦交流电源上，其消耗的电功率为$\frac{P}{2}$。如果电热器电阻不变，则此交流电源输出电压的最大值为

A.5V　　B.$5\sqrt{2}$ V　　C.10V　　D.$10\sqrt{2}$ V

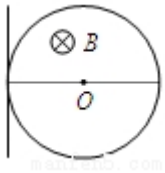
【答案】C

【解析】设电热器的电阻为 R，t 时间内产生的热量为Q，则：$Q=\frac{U^2}{R}t$ 此热量是接交流电源上产生的热功率的 2 倍，所以$Q'=\frac{1}{2}Q=\frac{U^2}{2R}t$，所以$\frac{U^2}{2R}t=\frac{U_{有}^{\ 2}}{R}t$，解得：$U_{有}=\frac{10}{\sqrt{2}}V$，所以最大值为$\sqrt{2}U_{有}=10V$。故选 C

【考点定位】本题考查了交变电流的有效值

7.(2013·海南卷)如图所示，水平桌面上固定有一半径为 R 的金属细圆环，环面水平，圆环每单位长度的电阻为 r，空间有一匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向竖直向下；一长度为 2R、电阻可忽略的导体棒置于圆环左侧并与环相切，切

点为棒的中点。棒在拉力的作用下以恒定加速度 a 从静止开始向右运动，运动过程中棒与圆环接触良好。下列说法正确的是



A.拉力的大小在运动过程中保持不变

B.棒通过整个圆环所用的时间为$\sqrt{\frac{2R}{a}}$

C.棒经过环心时流过棒的电流为$\frac{B\sqrt{2aR}}{\pi r}$

D.棒经过环心时所受安培力的大小为$\frac{8B^2R\sqrt{2aR}}{\pi r}$

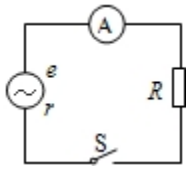
【答案】D

【解析】导体棒做匀加速运动，合外力恒定，由于受到的安培力随速度变化而变化，故拉力一直在变，A 错误；设棒通过整个圆环所用时间为 t，由匀速直线运动的基本关系式可知，$2R=\frac{1}{2}at^2$，解得运动时间：$t=\sqrt{\frac{4R}{a}}$，B 错误；由$v^2=2ax$可知，棒经过圆心时的速度$v=\sqrt{2aR}$，此时的感应电动势$E=B\times2R\times v=2BRv$，而金属环的两部分并联，等效电阻$r_{总}=\frac{\pi Rr}{2}$，故棒经过环心时的电流强度$I=\frac{E}{r_{总}}=\frac{4B\sqrt{2aR}}{\pi r}$，C 错误，此时棒受到的安培力的大小$F=BI\cdot2R=\frac{8B^2R\sqrt{2aR}}{\pi r}$，D 正确

【考点定位】考查电磁感应、电路问题牛顿运动定律相结合问题。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

8.(2013·福建卷·T15)如图，实验室一台手摇交流发电机，内阻 r=1.0Ω，外接 R=9.0Ω 的电阻。闭合开关 S，当发动机转子以某一转速匀速转动时，产生的电动势 $e=10\sqrt{2}\sin 10\pi t$ (V)，则



A.该交变电流的频率为 10Hz　　B.该电动势的有效值为 $10\sqrt{2}$ V

C.外接电阻 R 所消耗的电功率为 10W　　D.电路中理想交流电流表Ⓐ的示数为 1.0A

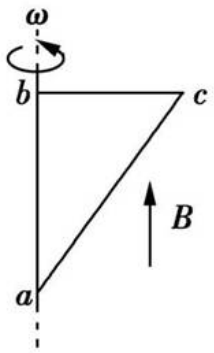
【答案】D

【解析】：从电动势瞬时值表达式可知，交变电流的频率 $f=\frac{\omega}{2\pi}==\frac{10\pi}{2\pi}=5Hz$，选项 A 错误；该电动势的有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=10V$，选项 B 错误；电路中电流(有效值) $I=\frac{E}{R+r}=1A$，电阻 R 消耗功率 $P=I^2R=9W$，选项 C 错误；电流表的读数即为电流的有效值，选项 D 正确。

【考点定位】考查了交变电流的有关知识、焦耳定律、闭合电路欧姆定律的应用问题，难度中等。

9.(2015·全国新课标Ⅱ卷·T15)如图，直角三角形金属框 abc 放置在匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向平行于 ab 边向上。当金属框绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时，a、b、c 三点的电势分别为 U_a、U_b、U_c。已知 bc 边的长度为 l。下列判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.$U_a > U_c$，金属框中无电流

B.$U_b > U_c$，金属框中电流方向沿 a-b-c-a

C.$U_{bc}=-\frac{1}{2}Bl^2\omega$，金属框中无电流

D.$U_{bc}=\frac{1}{2}Bl^2\omega$，金属框中电流方向沿 a-c-b-a

【答案】C

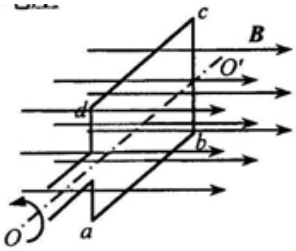
【解析】当金属框绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时，穿过直角三角形金属框 abc 的磁通量恒为 0，所以没有感应电流，由右手定则可知，c 点电势高，$U_{bc}=-\frac{1}{2}Bl^2\omega$，故 C 正确，A、B、D 错误。

【考点定位】导体切割磁感线

【方法技巧】本题主要是理解感应电流产生的实质，有感应电流一定有感应电动势，而有感应电动势不一定有电流的。本题有两根导体棒切割磁感线，但穿过闭合线圈的磁通理没变。

10.(2015·四川卷·T4)小型手摇发电机线圈共 N 匝，每匝可简化为矩形线圈 abcd，磁极间的磁场视为匀强磁场，方向垂直于线圈中心轴 OO′，线圈绕 OO′匀速转动，如图所示。矩形线圈 ab 边和 cd 边产生的感应电动势的最大值都为 e_0，不计线圈电阻，则发电机输出电压

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



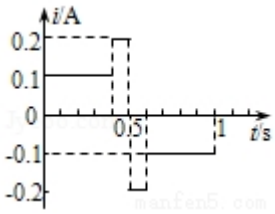
A.峰值是 e_0　　B.峰值是 $2e_0$　　C.有效值是 $\frac{\sqrt{2}}{2}Ne_0$　　D.有效值是 $\sqrt{2}Ne_0$

【答案】D

【解析】由题意可知，线圈 ab 边和 cd 边产生的感应电动势的最大值都为 e_0，因此对单匝矩形线圈总电动势最大值为 $2e_0$，又因为发电机线圈共 N 匝，所以发电机线圈中总电动势最大值为 $2Ne_0$，根据闭合电路欧姆定律可知，在不计线圈内阻时，输出电压等于感应电动势的大小，即其峰值为 $2Ne_0$，故选项 A、B 错误；又由题意可知，若从图示位置开始计时，发电机线圈中产生的感应电流为正弦式交变电流，由其有效值与峰值的关系可知，$U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$，即 $U=\sqrt{2}Ne_0$，故选项 C 错误；选项 D 正确。

【考点定位】对正弦式交变电流的产生原理的理解，以及其四值运算、闭合电路欧姆定律的应用。

11.(2013·海南卷·T3)通过一阻值 R=100Ω 的电阻的交变电流如图所示，其周期为 1s。电阻两端电压的有效值为



A.12V　　B.$4\sqrt{10}$ V　　C.15V　　D.$8\sqrt{5}$ V

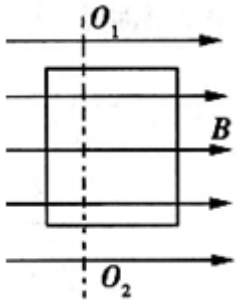
【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由题意结合有效值的定义可得 $I^2RT=2(I_1^2R\frac{2}{5}T+I_2^2R\frac{1}{10}T)$，将 $I_1=0.1\text{A}$，$I_2=0.2\text{A}$ 代入可得流过电阻的电流的有效值 $I=\frac{\sqrt{10}}{25}\text{A}$，故电阻两端电压的有效值为 $IR=4\sqrt{10}\text{ V}$，本题选 B。

【考点定位】考查交流电的有效值和欧姆定律。

12.(2011·四川卷)如图所示，在匀强磁场中匀速转动的矩形线圈的周期为 T，转轴 O_1O_2 垂直于磁场方向，线圈电阻为 2Ω。从线圈平面与磁场方向平行时开始计时，线圈转过 60º 时的感应电流为 1A。那么



A.线圈消耗的电功率为 4W

B.线圈中感应电流的有效值为 2A

C.任意时刻线圈中的感应电动势为 e=4cos$\frac{2\pi}{T}t$

D.任意时刻穿过线圈的磁通量为 ϕ=$\frac{T}{\pi}\sin P=I^2r=(\frac{I_m}{\sqrt{2}})^2r=2\frac{2\pi}{T}t$

【答案】AC

【解析】绕垂直于磁场方向的转轴在匀强磁场中匀速转动的矩形线圈中产生正弦或余弦式交流电，由于从垂直中性面开始其瞬时表达式为 $i=I_m\cos\theta$，得 $I_m=i/\cos\theta=2$ A，则感应电动势的最大值为 $E_m=I_mr=2\times2=4\text{V}$，C 正确，B 错误；电功率为 W，A 正确；任意时刻穿过线圈的磁通量为 $\Phi=\frac{T}{\pi}\sin\frac{2\pi}{T}t$ 中当时间为 $t=\frac{T}{2}$ 时 $\Phi=\frac{T}{\pi}$，单位不正确；所以正确答案是 A C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】正弦式电流的最大值和有效值、周期和频率；交流的峰值、有效值以及它们的关系.

13.(2012·广东卷)某小型发电机产生的交变电动势为$e=50\sin 100\pi(V)$，对此电动势，下列表述正确的有

A.最大值是$50\sqrt{2}V$　　B.频率是 100Hz

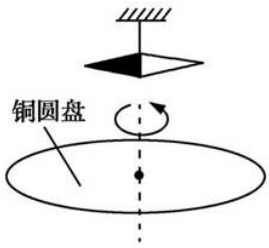
C.有效值是$25\sqrt{2}V$　　D.周期是 0.02s

【答案】CD

【解析】由电动势的表达式可知，最大值为$50V$，而有效值为：$E=\frac{50}{\sqrt{2}}V=25\sqrt{2}V$，A 错误 C 正确；$D\omega=2\pi f=100\pi$，故$f=50Hz$，周期$T=\frac{1}{f}=0.02s$，B 错误 D 正确。故选 CD

【考点定位】本题考查了交变电流的表达式以及有效值等相关知识。

14.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T19)1824 年，法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置，在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针，如图所示。实验中发现，当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时，磁针也随着一起转动起来，但略有滞后。下列说法正确的是



A.圆盘上产生了感应电动势

B.圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动

C.在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化

D.圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流，此电流产生的磁场导致磁针转动

【答案】AB

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】圆盘运动过程中，半径方向的金属条在切割磁感线，在圆心和边缘之间产生了感应电动势，选项 A 对，圆盘在径向的辐条切割磁感线过程中，内部距离圆心远近不同的点电势不等而形成涡流产生，选项 B 对。圆盘转动过程中，圆盘位置，圆盘面积和磁场都没有发生变化，所以没有磁通量的变化，选项 C 错。圆盘本身呈现电中性，不会产生环形电流，选项 D 错。

【考点定位】电磁感应

【规律总结】把握磁通量的变化才是关键，根据对称性，圆盘磁通量始终等于零，无磁通量变化。

15.(2014·天津卷·T7)如图 1 所示，在匀强磁场中，一矩形金属线圈两次分别以不同的转速，绕与磁感线垂直的轴匀速转动，产生的交变电动势图象如图 2 中曲线 a、b 所示，则

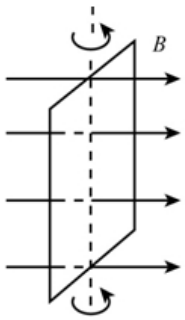


图1

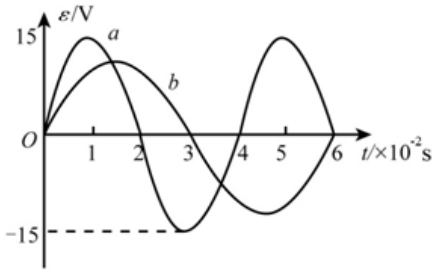


图2

A.两次 t=0 是时刻线圈平面均与中性面重合

B.曲线 a、b 对应的线圈转速之比为 2：3

C.曲线 a 表示的交变电动势频率为 25Hz

D.曲线 b 表示的交变电动势有效值为 10V

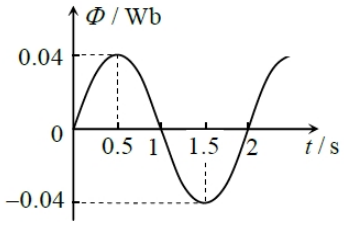
【答案】AC

【解析】根据法拉第电磁感应定律，t=0 时电动势瞬时值为 0，此时线圈应在中性面上，A 正确。由题图可知，曲线 a、b 周期比为 2:3，则转速比应为 3:2，B 错。曲线 a 周期为 0.04s，则频率为 25Hz，C 正确。曲线 b 产生的电动势最大值由题图可知小于 $10\sqrt{2}V(\approx 14.14V)$，则有效值小于 10V，D 错。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】交流电的产生、交流电的有效值

16.(2017·天津卷·T6)在匀强磁场中，一个 100 匝的闭合矩形金属线圈，绕与磁感线垂直的固定轴匀速转动，穿过该线圈的磁通量随时间按图示正弦规律变化。设线圈总电阻为 2 Ω，则



A.t=0 时，线圈平面平行于磁感线

B.t=1 s 时，线圈中的电流改变方向

C.t=1.5 s 时，线圈中的感应电动势最大

D.一个周期内，线圈产生的热量为$8\pi^2$ J

【答案】AD

【解析】t=0 时，磁通量为零，线圈平面平行于磁感线，故 A 正确；每经过一次中性面(线圈平面垂直于磁感线，磁通量有最大值)电流的方向改变一次，t=1 s 时，磁通量为零，线圈平面平行于磁感线，故 B 错误；t=1.5 s 时，磁通量有最大值，但磁通量的变化率为零($\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=0$)，根据法拉第电磁感应定律可知线圈中的感应电动势为零，故 C 错误；感应电动势最大值$E_m=NBS\omega=N\cdot\Phi_m\cdot\frac{2\pi}{T}=4\pi\text{V}$，有效值$E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=2\sqrt{2}\pi\text{V}$，一个周期内线圈产生的热量$Q=\frac{E^2}{R}\cdot T=8\pi^2\text{J}$，故 D 正确。

考点：交变电流的规律和“四值问题”

【考点定位】交变电流的规律和“四值问题”

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题要正确理解正弦交变电流的规律和法拉第电磁感应定律。

17.(2018·江苏卷·T2)采用 220 kV 高压向远方的城市输电.当输送功率一定时，为使输电线上损耗的功率减小为原来的$\frac{1}{4}$，输电电压应变为

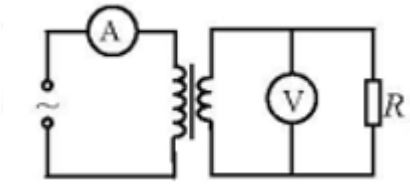
A. 55 kV　　B. 110 kV　　C. 440 kV　　D. 880 kV

【答案】C

【解析】本意考查输电线路的电能损失，意在考查考生的分析能力。当输电功率 $P=UI$，U 为输电电压，I 为输电线路中的电流，输电线路损失的功率为 $P_{损}=I^2R$，R 为输电线路的电阻，即 $P_{损}=\left(\frac{P}{U}\right)^2R$。当输电功率一定时，输电线路损失的功率为原来的，则输电电压为原来的 2 倍，即 440V，故选项 C 正确。

点睛：本意以远距离输电为背景考查输电线路的电能损失，解题时要根据输送电功率不变，利用输电线路损失的功率 $P_{损}=I^2R$ 解题。

18.(2018·天津卷·T4)教学用发电机能够产生正弦式交变电流。利用该发电机(内阻可忽略)通过理想变压器向定值电阻 R 供电，电路如图所示，理想交流电流表 A、理想交流电压表 V 的读数分别为 I、U，R 消耗的功率为 P。若发电机线圈的转速变为原来的$\frac{1}{2}$，则



A. R 消耗的功率变为$\frac{1}{2}$P

B. 电压表 V 的读数为$\frac{1}{2}$U

C. 电流表 A 的读数变为 2I

D. 通过 R 的交变电流频率不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

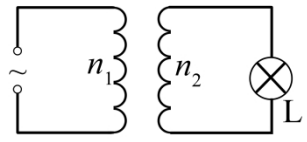
【解析】试题分析：根据公式$E_m = nBS\omega$分析电动机产生的交流电的最大值以及有效值、频率的变化情况；根据$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$判断原副线圈中电流电压的变化情况，根据副线圈中功率的变化判断原线圈中功率的变化；

根据$\omega = 2\pi n$可知转速变为原来的$\frac{1}{2}$，则角速度变为原来的$\frac{1}{2}$，根据$E_m = nBS\omega$可知电动机产生的最大电动势为原来的$\frac{1}{2}$，根据$U = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$可知发电机的输出电压有效值变为原来的$\frac{1}{2}$，即原线圈的输出电压变为原来的$\frac{1}{2}$，根据$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$可知副线圈的输入电压变为原来的$\frac{1}{2}$，即电压表示数变为原来的$\frac{1}{2}$，根据$P = \frac{U^2}{R}$可知 R 消耗的电功率变为$\frac{1}{4}P$，A 错误 B 正确；副线圈中的电流为$I_2 = \frac{\frac{1}{2}U}{R}$，即变为原来的$\frac{1}{2}$，根据$\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$可知原线圈中的电流也变为原来的$\frac{1}{2}$，C 错误；转速减小为原来的$\frac{1}{2}$，则频率变为原来的$\frac{1}{2}$，D 错误.

【点睛】本题考查了交流电最大值，有效值，频率，变压器等；需要知道交流电路中电表的示数为有效值，在理想变压器中，恒有$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$，副线圈消耗的功率决定了原线圈的输入功率.

【点睛】本题考查了交流电最大值，有效值，频率，变压器等；需要知道交流电路中电表的示数为有效值，在理想变压器中，恒有$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$，副线圈消耗的功率决定了原线圈的输入功率.

19.(2016·四川卷)如图所示，接在家庭电路上的理想降压变压器给小灯泡 L 供电，如果将原、副线圈减少相同匝数，其它条件不变，则



A.小灯泡变亮

B.小灯泡变暗

C.原、副线圈两段电压的比值不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.通过原、副线圈电流的比值不变

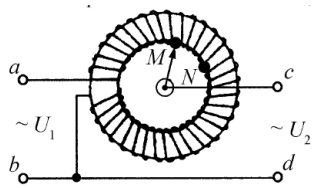
【答案】B

【解析】根据变压器电压与匝数关系，$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，因为是降压变压器，则 $n_1>n_2$，则当原、副线圈减少相同匝数时，由数学知识可知 $\frac{n_1}{n_2}$ 变大，则 U_2 减小，故灯泡变暗，选项 AC 错误，B 正确；根据 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$ 可知通过原、副线圈电流的比值变小，选项 D 错误。

考点：变压器

【名师点睛】此题是对变压器原理的考查；首先要记住原副线圈的电压与匝数关系 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，从题目中知道为降压变压器，原线圈匝数大于副线圈匝数；判断原副线圈减小相同的匝数时原副线圈的匝数比的变化要用到数学知识，这里稍微有点难度.

20.(2016·江苏卷)一自耦变压器如图所示，环形铁芯上只绕有一个线圈，将其接在 a、b 间作为原线圈.通过滑动触头取该线圈的一部分，接在 c、d 间作为副线圈.在 a、b 间输入电压为 U_1 的交变电流时，c、d 间的输出电压为 U_2，在将滑动触头从 M 点顺时针旋转到 N 点的过程中



A.$U_2>U_1$，U_2 降低　　B.$U_2>U_1$，U_2 升高

C.$U_2<U_1$，U_2 降低　　D.$U_2<U_1$，U_2 升高

【答案】C

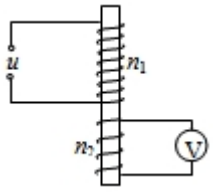
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由题图知自耦变压器原线圈的匝数大于副线圈的匝数，根据变压器的变压规律 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可知，$U_2<U_1$；在将滑动触头从 M 点顺时针旋转到 N 点的过程中，副线圈的匝数减少，所以 U_2 降低，故 A、B、D 错误；C 正确.

【考点定位】考查变压器

【方法技巧】主要是对自耦变压器的理解，分清原副线圈及在转动的过程中线圈的匝数怎么变、理想变压器的规律。

21.(2011·浙江卷)如图所示，在铁芯上、下分别绕有匝数 $n_1=800$ 和 $n_2=200$ 的两个线圈，上线圈两端 $u=51\sin 314tV$ 的交流电源相连，将下线圈两端接交流电压表，则交流电压表的读数可能是



A. 2.0V　　B. 9.0V　　C. 12.7V　　D. 144.0V

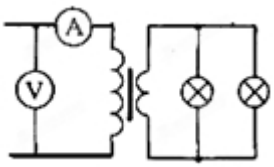
【答案】A

【解析】交流电源电压的有效值 $U_1=\frac{51}{\sqrt{2}}V$，如果看成理想的来处理有：$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$、$n_1=800$、$n_2=200$，解得 $U_2=9.0V$，故交流电压表的读数应该小于 $9.0V$，所以答案为 A。

【考点定位】交流电有效值

22.(2012·海南卷·T4)如图，理想变压器原、副线圈匝数比为 20∶1，两个标有‘12V，6W”的小灯泡并联在副线圈的两端。当两灯泡都正常工作时，原线圈中电压表和电流表(可视为理想的)的示数分别是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



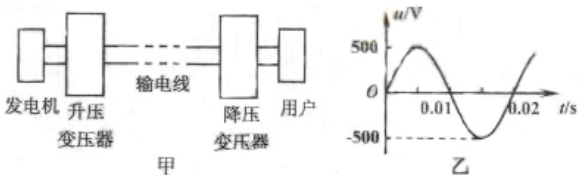
A.120V，0.10A　B.240V，0.025A　C.120V，0.05A　D.240V，0.05A

【答案】D

【解析】由$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$可知，$U_1=220\,\text{V}$，AC 错；通过每个灯泡的电流$I=\frac{P}{U}=0.5$ A，所以$I_1=\frac{1}{20}\times2\times0.5\,\text{A}=0.05\,\text{A}$，D 项正确。

【考点定位】本题考查变压器及其相关知识

23.(2014·四川卷)如图所示，甲是远距离的输电示意图，乙是发电机输出电压随时间变化的图象，则



A.用户用电器上交流电的频率是 100Hz

B.发电机输出交流电的电压有效值是 500V

C.输电线的电流只由降压变压器原副线圈的匝数比决定

D.当用户用电器的总电阻增大时，输电线上损失功率减小

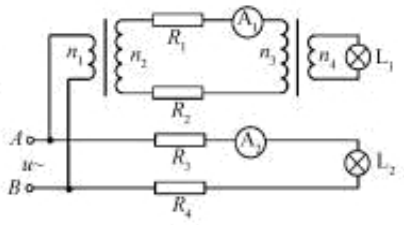
【答案】D

【解析】由题图乙知交变电流的周期为$T=0.02\,\text{s}$，设频率为$f=\frac{1}{T}=50\,\text{Hz}$，A 选项错误；发电机输出的最大电压为 500V，故 B 选项错误；输电线的电流由负载决定，故 C 选项错误；当用户的用电器的总电阻增大时，输出的电流减小，故输电线上损耗的功率$\Delta P=I^2R$减小，故 D 选项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】变压器 远距离输电 峰值和有效值 输电电流 损耗功率

24.(2014·福建卷·T16)图为模拟远距离输电实验电路图，两理想变压器的匝数 $n_1=n_4<n_2=n_3$，四根模拟输电线的电阻 R_1、R_2、R_3、R_4 的阻值均为 R，A_1、A_2 为相同的理想交流电流表，L_1、L_2 为相同的小灯泡，灯丝电阻 $R_L>2R$，忽略灯丝电阻随温度的变化。当 A、B 端接入低压交流电源时(　　)



A.A_1、A_2 两表的示数相同

B.L_1、L_2 两灯泡的量度相同

C.R_1 消耗的功率大于 R_3 消耗的功率

D.R_2 两端的电压小于 R_4 两端的电压

【答案】D

【解析】

试题分析：设 *AB* 间的输入电压为 U_1，根据输送电功率 $P=UI$，可得电流表 A_2 的示数为 $I_{A2}=\frac{P}{U_1}$，电流表 A_1 的示数为 $I_{A1}=\frac{P}{U_2}$，根据变压规律 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 又因为 $n_1<n_2$，故 U_2 大于 U_1，所以 $I_{A1}<I_{A2}$，所以 A 错误；

导线上损耗的功率 $P'=I^2R$，又 R_1、R_2 的电流小，所以损耗的功率比 R_3、R_4 损耗的少，故 L_1 的电功率大于 L_2 的电功率，所以亮度不同，故 B 错误；

根据 $P=I^2R$ 知，R_1 消耗的功率小于 R_3 消耗的功率，故 C 错误；

根据 $U=IR$ 可知 R_2 两端的电压小于 R_4 两端的电压，所以 D 正确。

【考点定位】本题考查变压器、远距离输电

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

25.(2014·海南卷)理想变压器上接有三个完全相同的灯泡，其中一个与该变压器的原线圈串联后接入交流电源，另外两个并联后接在副线圈两端，已知三个灯泡均正常发光。该变压器原、副线圈的匝数之比为

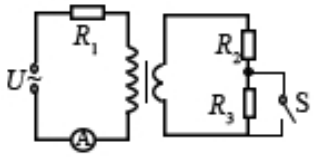
A.1∶2　　B.2∶1　　C.2∶3　　D.3∶2

【答案】B

【解析】三个灯泡都相同，并且都正常发光，可知三个灯泡此时的电流都相同，即原线圈中的电流是副线圈中电流的一半，由$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$和$I_1=\frac{1}{2}I_2$可知，该变压器原、副线圈的匝数之比为 2∶1，B 正确。

考点：理想变压器的电流与匝数的关系

26.(2016·全国新课标Ⅰ卷)一含有理想变压器的电路如图所示，图中电阻 R_1、R_2 和 R_3 的阻值分别为 3Ω、1Ω 和 4Ω，Ⓐ为理想交流电流表，U 为正弦交流电压源，输出电压的有效值恒定。当开关 S 断开时，电流表的示数为 I；当 S 闭合时，电流表的示数为 4I。该变压器原、副线圈匝数比为



A.2　　B.3　　C.4　　D.5

【答案】B

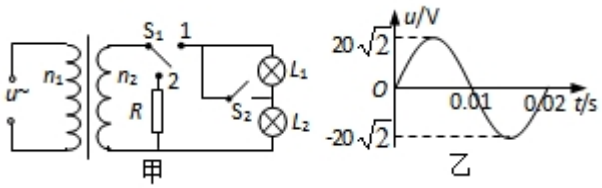
【解析】该变压器原、副线圈匝数比为 k，当开关 S 断开时，原线圈两端电压$U_1=U-IR_1$，电流为 I_1=I，副线圈的电压$U_2=\frac{U_1}{k}=\frac{U-IR_1}{k}$，根据欧姆定律$I_2=kI_1=\frac{U_2}{R_2+R_3}$，当开关 S 闭合时，原线圈两端电压$U_1'=U-4IR_1$，电流为 I_1' =4I，副线圈的电压$U_2'=\frac{U_1'}{k}=\frac{U-4IR_1}{k}$，根据欧姆定律$I_2=kI_1'=\frac{U_2'}{R_2}$综上解得 k=3，故 A、C、D 错误，B 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】变压器、欧姆定律

【名师点睛】本题主要考查变压器、欧姆定律。解决这类问题的关键是掌握变压器的构造和原理，对于变压器需要掌握公式$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$、$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_2}$，并能熟练运用。此题值得注意的是变压器的原线圈与电阻串联后接入交流电压。

27.(2011·福建卷)图甲中理想变压器原、副线圈的匝数之比$n_1:n_2=5:1$，电阻R=20Ω，L_1、L_2为规格相同的两只小灯泡，S_1为单刀双掷开关.原线圈接正弦交变电源，输入电压u随时间t的变化关系如图所示.现将S_1接1、S_2闭合，此时L_2正常发光.下列说法正确的是



A.输入电压u的表达式$u=20\sqrt{2}\sin(50\pi)V$

B.只断开S_1后，L_1、L_2均正常发光

C.只断开S_2后，原线圈的输入功率增大

D.若S_1换接到2后，R消耗的电功率为0.8W

【答案】D

【解析】A、周期是0.02s，$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0.02}=100\pi$，所以输入电压u的表达式应为$u=20\sqrt{2}\sin(100\pi t)V$，A错误；

B、断开S_1，L_1、L_2的电路都被断开，则L_1、L_2均不能正常发光，B错误；

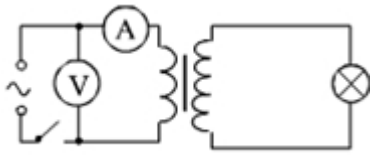
C、只断开S_2后，负载电阻变大，原副线圈电流变小，原线圈的输入功率减小，C错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D、若 S_1 换接到 2 后，电阻 R 电压有效值为 4V，R 消耗的电功率为 $\frac{4^2}{20}=0.8W$,D 正确。

【考点定位】理想变压器、电路动态变化

28.(2011·新课标全国卷)如图，一理想变压器原副线圈的匝数比为 1：2；副线圈电路中接有灯泡，灯泡的额定电压为 220V，额定功率为 22W；原线圈电路中接有电压表和电流表。现闭合开关，灯泡正常发光。若用 U 和 I 分别表示此时电压表和电流表的读数，则(　　)



A.U=110V，I=0.2A

B.U=110V，I=0.05A

C.U= $110\sqrt{2}$ V，I=0.2A

D.U=$110\sqrt{2}$ V，I=$0.2\sqrt{2}$ A

【答案】A

【解析】灯泡正常发光说明副线圈的电压为 220V，电流为 $\frac{22}{220}=0.1A$，根据电压、电流与匝数的关系知，原线圈中电压为 $\frac{1}{2}\times 220=110\text{V}$，电流为 $\frac{2}{1}\times 0.1=0.2\text{A}$，A 正确.

【考点定位】理想变压器，交流电有效值

29.(2012·天津卷)通过一理想变压器，经同一线路输送相同的电功率 P，原线圈的电压 U 保持不变，输电线路总电阻的 R。当副线圈与原线圈的匝数比为 k 时，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

线路损耗的电功率为 P_1，若将副线圈与原线圈的匝数比提高到 nk，线路损耗的电功率为 P_2，则 P_1，和 $\frac{P_2}{P_1}$

A. $\frac{PR}{kU}$，$\frac{1}{n}$　　B. $(\frac{P}{kU})^2R$，$\frac{1}{n}$　　C. $\frac{PR}{kU}$，$\frac{1}{n^2}$　　D. $(\frac{P}{kU})^2R$，$\frac{1}{n^2}$

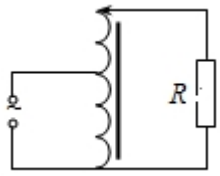
【答案】D

【解析】由 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{k}$，$P=U_2I$，$P_1=I^2R$ 得，$P_1=(\frac{P}{kU})^2R$，排除 A、B 两选项。

若 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{nk}$，$P_2=(\frac{P}{nkU})^2R$，所以，$\frac{P_2}{P_1}=\frac{1}{n^2}$，D 正确。

【考点定位】本题考查变压器，电能的输送，功率的计算及其相关知识

30.(2012·新课标卷)自耦变压器铁芯上只绕有一个线圈，原、副线圈都只取该线圈的某部分，一升压式自耦调压变压器的电路如图所示，其副线圈匝数可调。已知变压器线圈总匝数为 1900 匝；原线圈为 1100 匝，接在有效值为 220V 的交流电源上。当变压器输出电压调至最大时，负载 R 上的功率为 2.0kW。设此时原线圈中电流有效值为 I_1，负载两端电压的有效值为 U_2，且变压器是理想的，则 U_2 和 I_1 分别约为



A.380V 和 5.3A　　B.380V 和 9.1A　　C.240V 和 5.3A　　D.240V 和 9.1A

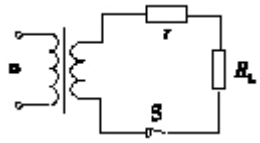
【答案】B

【解析】因变压器输出电压调至最大，故副线圈为 1900 匝，由变压器两端的电压与匝数成正比，即 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，故副线圈的电压有效值 $U_2=380\ V$；因变压器为理想变压器，故其输入功率等于输出功率，即 $P_1=P_2$，由 $P_1=U_1I_1$ v 得 $I_1=9.1A$，B 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查变压器的基本原理及其相关知识

31.(2012·重庆卷)如图所示，理想变压器的原线圈接 u＝11000$\sqrt{2}$sin100πt(V)的交变电压，副线圈通过电阻 r＝6 Ω 的导线对“220 V/880 W”的电器 R_L 供电，该电器正常工作.由此可知(　　)



A.原、副线圈的匝数比为 50∶1　　B.交变电压的频率为 100 Hz

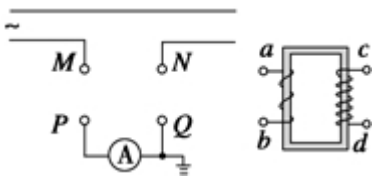
C.副线圈中电流的有效值为 4 A　　D.变压器的输入功率为 880 W

【答案】C

【解析】输入电压的有效值为 11000 V，用电器的额定电压为 220 V，所以变压器的输出电压大于 220 V，原副线圈的匝数比小于$\frac{50}{1}$，A 错误；由输入电压的表达式知，f=$\frac{100\,\pi}{2\,\pi}$ Hz＝50 Hz，B 错误；副线圈中的电流与用电器中的电流相同，I=$\frac{P}{U}$=4 A，C 正确；变压器的输出功率为用电器的功率和导线电阻损耗的功率之和，大于 880 W，所以变压器的输入功率大于 880 W，D 错误.

【考点定位】本题考查变压器及其相关知识

32.(2013·天津卷)普通的交流电流表不能直接接在高压输电线路上测量电流，通常要通过电流互感器来连接，图中电流互感器 ab 一侧线圈的匝数较少，工作时电流为 I_{ab}，cd 一侧线圈的匝数较多，工作时电流为 I_{cd}，为了使电流表能正常工作，则(　　)



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.ab 接 MN、cd 接 PQ，$I_{ab}<I_{cd}$　　B.ab 接 MN、cd 接 PQ，$I_{ab}>I_{cd}$

C.ab 接 PQ、cd 接 MN，$I_{ab}<I_{cd}$　　D.ab 接 PQ、cd 接 MN，$I_{ab}>I_{cd}$

【答案】B。

【解析】根据单一副线圈的理想变压器原理：电流比值等于匝数比的倒数，可得 ab 接 MN、cd 接 PQ，$I_{ab}>I_{cd}$，故 B 正确。

【考点定位】变压器工作原理

33.(2013·广东卷·T16)如图，理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=2:1$，V 和 A 均为理想电表，灯泡电阻 $R_1=6\Omega$，A、B 端电压 $u_1=12\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$.下列说法正确的是

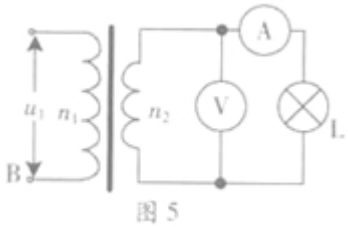


图 5

A.电流频率为 100Hz　　B.V 的读数为 24V

C.A 的读数为 0.5A　　D.变压器输入功率为 6W

【答案】D

解析：A、由 $\omega=100\pi=2\pi f$，得：f=50HzA 错

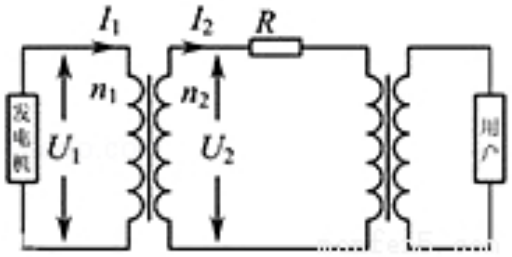
B、C、有效值 $U_1=12V$，又：$\frac{U_2}{U_1}=\frac{n_2}{n_1}$，得：$U_2=6V$，$I_2=\frac{U_2}{R_1}=1A$，BC 错误；

D、由能量守恒：$p_1=p_2=U_2I_2=6W$，D 对

【考点定位】正弦式交流电表达式、有效值、功率、部分电路欧姆定律、理想变压器规律，容易题

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

34.(2014·江苏卷)远距离输电的原理图如图所示，升压变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1、n_2，电压分别为 U_1、U_2，电流分别为 I_1、I_2，输电线上的电阻为 R，变压器为理想变压器，则下列关系式中正确的是



A. $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_1}{n_2}$　　B. $I_2=\frac{U_2}{R}$　　C. $I_1U_1=I_2^2R$　　D. $I_1U_1=I_2U_2$

【答案】D

【解析】理想变压器原副线圈两端的电压与线圈的匝数成正比，有：$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，由能量守恒定律可知：$P_1=I_1U_1=P_2=I_2U_2$，故选项 D 正确；因此 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$，故选项 A 错误；输电线两端的电压应为升压器副线圈两端电压与降压器原线圈两端电压 U_3 之差，因此根据欧姆定律有：$I_2=\frac{U_2-U_3}{R}$，故选项 B 错误；降压器的输入功率为：$P_3=I_2U_3$，因此有：$I_1U_1=I_2^2R+I_2U_3$，故选项 C 错误。

【考点定位】本题主要考查了远距离输电的应用问题，属于中档题。

35.(2015·江苏卷卷·T1)一电器中的变压器可视为理想变压器，它将220V交变电流改为110V，已知变压器原线圈匝数为800，则副线圈匝数为(　)

A.200　　B.400　　C.1600　　D.3200

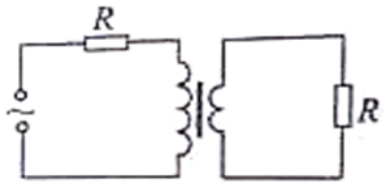
【答案】B

【解析】根据变压器的变压规律 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，代入数据可求副线圈匝数为 400，所以 B 正确。

【考点】变压器、交流电

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

36.(2015·全国新课标Ⅰ卷·T16)一理想变压器的原、副线圈的匝数比为 3:1，在原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻，原线圈一侧接在电压为 220V 的正弦交流电源上，如图所示。设副线圈回路中电阻两端的电压为U，原、副线圈回路中电阻消耗的功率的比值为 k，则



A. $U=66V, k=\frac{1}{9}$　　B. $U=22V, k=\frac{1}{9}$

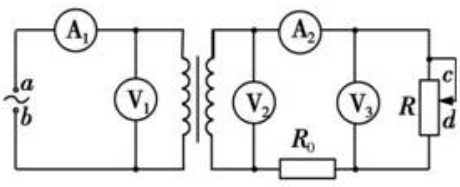
C. $U=66V, k=\frac{1}{3}$　　D. $U=22V, k=\frac{1}{3}$

【答案】A

【解析】原副线圈电压比等于匝数比，根据副线圈负载电阻的电压 u，可知副线圈电压为 u，原线圈电压为 3u，副线圈电流 $I=\frac{u}{R}$，原副线圈电流与匝数成反比，所以原线圈电流 $I_1=\frac{u}{3R}$，那么原线圈输入电压 $220v=3u+\frac{u}{3R}\times R$，整理可得 $u=66v$；原副线圈电阻消耗的功率根据 $p=I^2R$，电阻相等，电流为 1:3，可得功率比为 1:9，$k=\frac{1}{9}$，对照选项 A 对。

【考点定位】变压器

37.(2015·安徽卷卷·T16)图示电路中，变压器为理想变压器，a、b 接在电压有效值不变的交流电源两端，R_0 为定值电阻，R 为滑动变阻器。现将变阻器的滑片从一个位置滑动到另一个位置，观察到电流表 A_1 的示数增大了 0.2A，电流表 A_2 的示数增大了 0.8A。则下列说法正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.电压表 V_1 示数增大

B.电压表 V_2、V_3 示数均增大

C.该变压器起升压作用

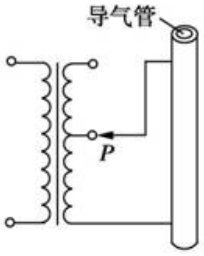
D.变阻器滑片是沿 $c \to d$ 的方向滑动

【答案】D

【解析】电流表示数增大，说明滑动变阻器接入电路的阻值减小，故应从 c 向 d 滑动，故 D 正确；电压表 V_1、V_2 示数不变，故 A、B 错误；原副线圈中的电流和匝数成反比，即 $n_1I_1=n_2I_2$，电流变化时，$n_1\Delta I_1=n_2\Delta I_2$，故 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{\Delta I_2}{\Delta I_1}=\frac{4}{1}$，应是降压变压器，C 错误。

考点：考查理想变压器和电路知识。

38.(2015·广东卷·T15)图 5 为气流加热装置的示意图，使用电阻丝加热导气管，视变压器为理想变压器，原线圈接入电压有效值恒定的交流电并保持匝数不变，调节触头 P，使输出电压有效值由 220V 降至 110V，调节前后



A.副线圈中的电流比为 1∶2　　B.副线圈输出功率比为 2∶1

C.副线圈的接入匝数比为 2∶1　　D.原线圈输入功率比为 1∶2

【答案】C

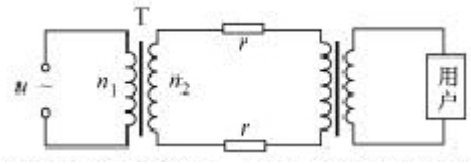
【解析】设原线圈中电流为 I_1，匝数为 n_1，两端输入电压为 U_1，输入功率为 P_1，幅线圈中电流为 I_2，匝数为 n_2，两端输出电压为 U_2，输出功率为 P_2，根据理想变压器原副线圈两端电压与匝数关系有：$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，所以当输出电压 U_2 由 220V

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

降至 110V 时，副线圈匝数 n_2 也应减少为一半，故选项 C 正确；由于副线圈两端所接用电器不变，所以当用电器电压减半时，其电流 I_2 也减半，故选项 A 错误；根据功率计算式 P＝UI 可知，副线圈中输出功率 P_2 变为原来的 1/4，故选项 B 错误；由能量守恒定律可知，原线圈中输入功率 P_1 也变为原来的 1/4，故选项 D 错误。

【考点定位】理想变压器原副线圈两端电压与匝数关系、部分电路欧姆定律、电功率计算式、能量守恒定律的应用。

39.(2015·福建卷·T15)图为远距离输电示意图，两变压器均为理想变压器，升压变压器 T 的原、副线圈匝数分别为 n_1、n_2 。在 T 的原线圈两端接入一电压 $u = U_m \sin \omega t$ 的交流电源，若输送电功率为 P，输电线的总电阻为 2r，不考虑其它因素的影响，则输电线上损失的电功率为



$A.(\frac{n_1}{n_2})\frac{U^2_m}{4r}$　　$B.(\frac{n_2}{n_1})\frac{U^2_m}{4r}$　　$C.4(\frac{n_1}{n_2})^2(\frac{P}{U_m})^2 r$　　$D.4(\frac{n_2}{n_1})^2(\frac{P}{U_m})^2 r$

【答案】C

【解析】根据正弦式交流电最大值和有效值的关系可知，加在原线圈上的电压 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$，

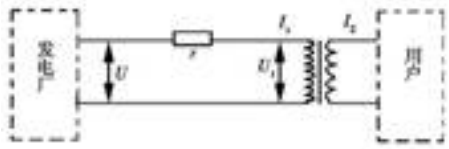
根据理想变压器电压和匝数的关系可知：$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$，解得：$U_2 = \frac{n_2 U_1}{n_1}$，

输电线上的电流 $I=P/U^2$，消耗的电功率 $P_{耗} = I^2 \times 2r = 4(\frac{n_1}{n_2})^2(\frac{P}{U_m})^2 r$，故 ABD 错误，C 正确。

【考点】变压器、交流电

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

40.(2014·浙江卷)如图所示为远距离交流输电的简化电路图。发电厂的输出电压是 U，用等效总电阻是 r 的两条输电线输电，输电线路中的电流是 I_1，其末端间的电压为 U_1。在输电线与用户间连有一想想变压器，流入用户端的电流是 I_2。则



A.用户端的电压为 I_1U_1/I_2

B.输电线上的电压降为 U

C.理想变压器的输入功率为 I_1^2r

D.输电线路上损失的电功率为 I_1U

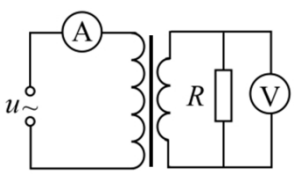
【答案】A

【解析】根据理想变压器输入端与输出端的电功率相同，可得 $U_1I_1=U_2I_2$，解得：$U_2=\frac{U_1I_1}{I_2}$，所以 A 正确；根据欧姆定律可得：输电线上的电压降为 I_1r，所以 B 错误；理想变压器的输入功率为 U_1I_1，故 C 错误；输电线路上损失的电功率为 I_1^2r，故 D 错误。

【考点定位】变压器、欧姆定律、电功率

【方法技巧】分析清楚远距离输电示意图中各物理量的关系

41.(2017·北京卷·T16)如图所示，理想变压器的原线圈接在 $u=220\sqrt{2}\sin\pi t$(V) 的交流电源上，副线圈接有 R=55 Ω 的负载电阻，原、副线圈匝数之比为 2:1，电流表、电压表均为理想电表。下列说法正确的是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.原线圈的输入功率为 $220\sqrt{2}$ W

B.电流表的读数为 1 A

C.电压表的读数为 $110\sqrt{2}$ V

D.副线圈输出交流电的周期为 50 s

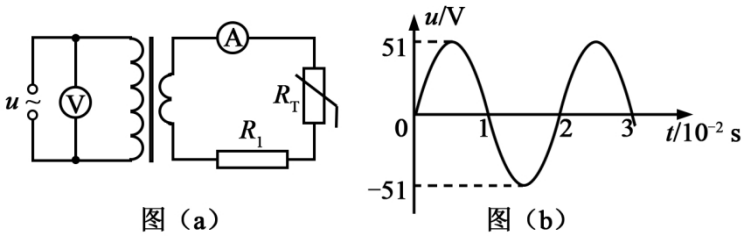
【答案】B

【解析】电表的读数均为有效值，因此在原线圈两端电压有效值为 220V，由理想变压器原副线圈两端电压与线圈匝数成正比，因此副线圈两端电压有效值为 110V，故选项 C 错误；流过电阻 R 的电流为 2A，可知负载消耗的功率为 220W，根据能量守恒可知，原线圈的输入功率为 220W，故选项 A 错误；由 $P=UI$ 可知，电流表的读数为 1A，故选项 B 正确，由交变电流瞬时值表达式可知：$\omega=100\pi$，因此周期为：$T=0.02$s，故选项 D 错误。

【考点定位】正弦式交变电流的“四值”、理想变压器原副线圈电压、电流、功率与匝数的关系

【名师点睛】理想变压器原副线圈两端电压、电流、功率与匝数的关系需注意因果关系，电压由原线圈决定副线圈，电流与功率则由副线圈决定原线圈。

42.(2016·海南卷)图(a)所示，理想变压器的原、副线圈的匝数比为 4:1，R_T 为阻值随温度升高而减小的热敏电阻，R_1 为定值电阻，电压表和电流表均为理想交流电表。原线圈所接电压 u 随时间 t 按正弦规律变化，如图(b)所示。下列说法正确的是



图（a）　　图（b）

A.变压器输入、输出功率之比为 4:1

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.变压器原、副线圈中的电流强度之比为 1:4

C.u 随 t 变化的规律为 u=51sin(50πt)(国际单位制)

D.若热敏电阻 R_T 的温度升高，则电压表的示数不变，电流表的示数变大

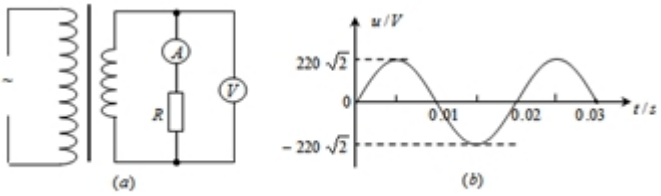
【答案】BD

【解析】由题意，理想变压器输入、输出功率之比为 1:1，选项 A 错误；变压器原、副线圈中的电流强度与匝数成反比，即 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{1}{4}$，故选项 B 正确；由图(b)可知交流电压最大值 U_m=51 V，周期 T=0.02 s，角速度 ω=100π rad/s，则可得 u=51sin(100πt)(V)，故选项 C 错误；R_T 的温度升高时，阻值减小，电流表的示数变大，电压表示数不变，故选项 D 正确。

【考点定位】变压器的构造和原理

【名师点睛】根据图象准确找出已知量，是对学生认图的基本要求，准确掌握理想变压器的特点及电压、电流比与匝数比的关系，是解决本题的关键。

43.(2011·广东卷)图(a)左侧的调压装置可视为理想变压器，负载电路中R=55Ω，，　为理想电流表和电压表，若原线圈接入如图 7(b)所示的正弦交变电压，电压表的示数为 110V，下列表述正确的是



A、电流表的示数为 2A　　B、原副线圈匝数比为 1:2

C、电压表的示数为电压的有效值　　D、原线圈中交变电压的频率为 100HZ

【答案】AC

【解析】根据电路图可知，电阻 R 的电压为 110V，电阻为 55Ω，所以电阻 R 的电流 $I=\frac{U}{R}=\frac{110}{55}A=2A$，所以 A 正确；由图可知，输入的电压的有效值为 220V

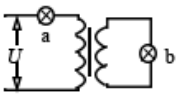
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，电压表的示数为 110V，即为输出的电压，根据电压与匝数成正比可得匝数比为 2：1，所以 B 错误；电压表、电流表等的读数都是有效值，所以 C 正确；经过变压器前后电压的频率是不变的，根据图象可知，输出电压的频率为 $f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0.02}Hz=50Hz$，所以原线圈中交变电压的频率也为 50Hz，所以 D 错误

.

【考点定位】理想变压器，交流电图像

44.(2016·全国新课标Ⅲ卷·T19)如图，理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡 a 和 b。当输入电压 U 为灯泡额定电压的 10 倍时，两灯泡均能正常发光。下列说法正确的是



A.原、副线圈匝数比为 9:1　　B.原、副线圈匝数比为 1:9

C.此时 a 和 b 的电功率之比为 9:1　　D.此时 a 和 b 的电功率之比为 1:9

【答案】AD

【解析】

试题分析：设灯泡的额定电压为U_0，两灯泡均能正常发光，所以原线圈输出端电压为$U_1=9U_0$，副线圈两端电压为$U_2=U_0$，故$\frac{U_1}{U_2}=\frac{9}{1}$，根据$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{9}{1}$，A 正确，B 错误；根据公式$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$可得$\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{9}$，由于小灯泡两端的电压相等，所以根据公式$P=UI$可得两者的电功率之比为 1:9，C 错误，D 正确。

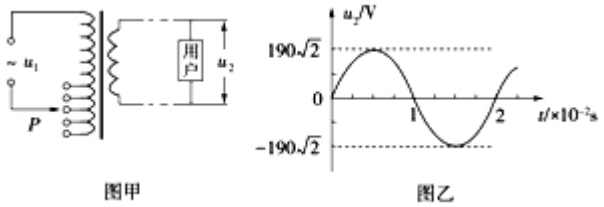
【考点定位】考查了理想变压器，电功率的计算

【方法技巧】对于变压器需要掌握公式$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$、$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_2}$，以及知道副线圈的电流以及功率决定了原线圈中的电流和功率，理想变压器是理想化模型：一是不计

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

线圈内阻；二是没有出现漏磁现象。当电路中有变压器时，只要将变压器的有效值求出，则就相当于一个新的恒定电源。

45.(2011·山东卷)为保证用户电压稳定在 220V，变电所需适时进行调压，图甲为调压变压器示意图。保持输入电压 u_1 不变，当滑动接头 P 上下移动时可改变输出电压。某次检测得到用户电压 u_2 随时间 t 变化的曲线如图乙所示。以下正确的是



图甲　　图乙

A、$u_2=190\sqrt{2}\sin(50\pi t)$V

B、$u_2=190\sqrt{2}\sin(100\pi t)$V

C、为使用户电压稳定在 220V，应将 P 适当下移

D、为使用户电压稳定在 220V，应将 P 适当上移

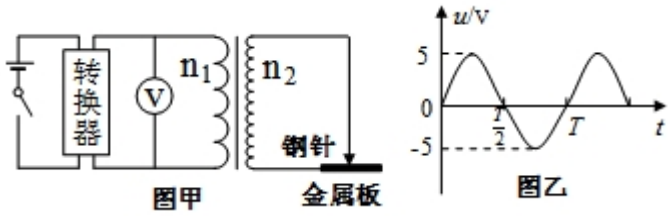
【答案】BD

【解析】由于用户电压 u_2 随时间 t 变化的曲线周期为 0.02s，所以 $u_2=190\sqrt{2}\sin(100\pi t)$V，选项 B 正确 A 错误；为使用户电压稳定在 220V，应减小变压器原线圈匝数，应将 P 适当上移，选项 C 错误 D 正确。

【考点定位】交流电图像，理想变压器

46.(2012·山东卷)图甲是某燃气炉点火装置的原理图。转换器将直流电压转换为图乙所示的正弦交变电压，并加在一理想变压器的原线圈上，变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1、n_2。V为交流电压表。当变压器副线圈电压的瞬时值大于 5000V 时，就会在钢针和金属板间引发电火花进而点燃气体。以下判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.电压表的示数等于 5V

B.电压表的示数等于$\frac{5}{\sqrt{2}}$V

C.实现点火的条件是$\frac{n_2}{n_1}$>1000

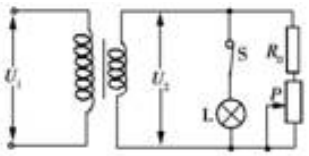
D.实现点火的条件是$\frac{n_2}{n_1}$<1000

【答案】BC

【解析】根据图乙得到原线圈电压的最大值为 5V，所以电压表的示数为：$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}=\frac{5}{\sqrt{2}}V$，故 A 错误，B 正确；根据$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，且$U_1=5V$，$U_2\geq 5000V$得：实现点火的条件是$\frac{n_2}{n_1}>1000$，故 C 正确，D 错误。故选 BC

【考点定位】本题考查变压器、交变电流有效值及其相关知识。

47.(2014·广东卷·T19)如图所示的电路中，P 为滑动变阻器的滑片。保持理想变压器的输入电压U_1不变，闭合电建 S，下列说法正确的是



A.P 向下滑动时，灯 L 变亮

B.P 向下滑动时，变压器的输出电压不变

C.P 向上滑动时，变压器的输入电流减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.P 向上滑动时，变压器的输出功率变大

【答案】BD

【解析】由于理想变压器输入电压不变，则副线圈电压 U_2 不变，滑片 P 滑动时，对灯泡电压没有影响，故灯泡亮度不变，则选项 A 错误；

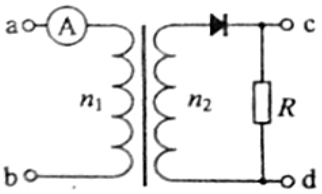
滑片 P 下滑，电阻变大，但副线圈电压由原线圈电压决定，则副线圈电压不变，故选项 B 正确；

滑片 P 上滑，电阻减小，电流 I_2 增大，则原线圈输入电流 I_1 也增大，故选项 C 错误；

此时变压器输出功率 $P_2=U_2I_2$ 将变大，故选项 D 正确。

【考点定位】本题考查变压器原理和电路动态平衡

48.(2014·新课标全国卷Ⅱ)如图所示，一理想变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1、n_2。原线圈通过一理想电流表Ⓐ接正弦交流电源，一个二极管和阻值为 R 的负载电阻串联后接到副线圈的两端；假设该二极管的正向电阻为零，反向电阻为无穷大；用交流电压表测得 a、b 端和 c、d 端的电压分别为 U_{ab} 和 U_{cd}，则



A.U_{ab}∶U_{cd}=n_1∶n_2　　B.增大负载电阻的阻值 R，电流表的读数变小

C.负载电阻的阻值越小，cd 间的电压 U_{cd} 越大　D.将二极管短路，电流表的读数加倍

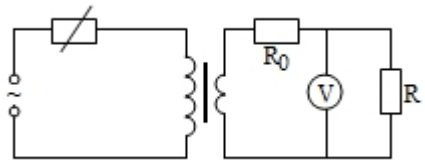
【答案】BD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】若变压器初级电压为 U_{ab}，则次级电压为 $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_{ab}$；由于二级管的单向导电性使得 $U_{cd}=\frac{1}{2}U_2$，故 $\frac{U_{ab}}{U_{cd}}=\frac{2n_1}{n_2}$，选项 A 错误；增大负载的阻值 R，则变压器次级电流减小，则初级电流也减小，即电流表的读数减小，选项 B 正确；cd 间的电压由变压器的初级电压决定，与负载电阻 R 的大小无关，选项 C 错误；若二极管短路则 $U_{cd}=U_2$，则次级电流会加倍，则初级电流也加倍，选项 D 正确。

【考点定位】变压器中原副线圈的电压及电流关系；二极管的特性；交流电的有效值。

49.(2015·海南卷·T10)如图，一理想变压器原、副线圈匝数比为 4：1，原线圈与一可变电阻串联后，接入一正弦交流电源；副线圈电路中固定电阻的阻值为 R_0，负载电阻的阻值 $R=11R_0$，Ⓥ是理想电压表；现将负载电阻的阻值减小为 $R=5R_0$，保持变压器输入电流不变，此时电压表读数为 5.0V，则



A.此时原线圈两端电压的最大值约为 34V

B.此时原线圈两端电压的最大值约为 24V

C.原线圈两端原来的电压有效值约为 68V

D.原线圈两端原来的电压有效值约为 48V

【答案】AD

【解析】A、现将负载电阻的阻值减小为 $R=5R_0$，保持变压器输入电流不变，此时电压表的读数为 5.0V，根据串并联知识和欧姆定律得副线圈电压

$U_2=\frac{5}{5R_0}\times 6R_0=6V$，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

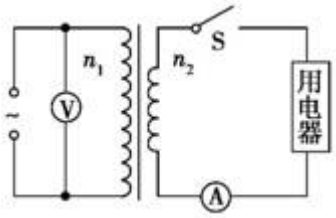
根据电压与匝数成正比可知，此时原线圈两端电压的有效值 $U_1=4U_2=24V$，所以此时原线圈两端电压的最大值约为 $U_{1m}=24\sqrt{2}\approx 34V$，故 A 正确，B 错误；

C、原来副线圈电路中固定电阻的阻值为 R_0，负载电阻的阻值 $R=11R_0$，由于保持变压器输入电流不变，所以输出电流也不变，所以原来副线圈电压

$U'_2=\frac{5}{5R_0}\times 12R_0=12V$，

根据电压与匝数成正比可知，原线圈两端原来的电压有效值约为 48V，故 C 错误，D 正确；【考点定位】理想变压器

50.(2014·山东卷)如图，将额定电压为 60V 的用电器，通过一理想变压器接在正弦交变电源上。闭合开关 S 后，用电器正常工作，交流电压表和交流电流表(均为理想电表)的示数分别为 220V 和 2.2A。以下判断正确的是



A.变压器输入功率为 484W

B.通过原线圈的电流的有效值为 0.6A

C.通过副线圈的电流的最大值为 2.2A

D.变压器原、副线圈的电流匝数比 $n_1:n_2=11:3$

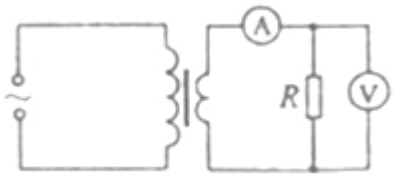
【答案】BD

【解析】变压器为理想变压器，因此输入功率等于输出功率，即 $P_{入}=U_2I_2=132\text{W}$，A 错误；根据 $n_1:n_2=U_1:U_2$ 可知，变压器的匝数比为 $n_1:n_2=11:3$，D 正确；根据 $n_1:n_2=I_2:I_1$，可得通过原线圈的电流的有效值 $I_1=0.6\text{A}$，B 正确；通过副线圈电流的有效值为 2.2A，因此通过副线圈电流的最大值为 $2.2\sqrt{2}A$，C 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】变压器，交变电流的有效值

51.(2010·海南卷·T9)如右图，一理想变压器原副线圈匝数之比为 4：1 ，原线圈两端接入一正弦交流电源；副线圈电路中 R 为负载电阻，交流电压表和交流电流表都是理想电表.下列结论正确的是



A.若电压表读数为 6V，则输入电压的最大值为$24\sqrt{2}$ V

B.若输入电压不变，副线圈匝数增加到原来的 2 倍，则电流表的读数减小到原来的一半

C.若输入电压不变，负载电阻的阻值增加到原来的 2 倍，则输入功率也增加到原来的 2 倍

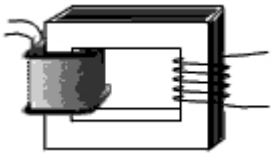
D.若保持负载电阻的阻值不变.输入电压增加到原来的 2 倍，则输出功率增加到原来的 4 倍

【答案】AD

【解析】若电压表读数为 6V，则输入电压为$U_1=\frac{4}{1}\times 6\,\mathrm{V}=24\,\mathrm{V}$是有效值，因此其最大值为$24\sqrt{2}$ V，A 正确；若输入电压不变，副线圈匝数增加到原来的 2 倍，则输出电压也增加到原来的 2 倍，电流表示数应增加到原来的 2 倍，B 错；若输入电压不变，负载电阻的阻值增加到原来的 2 倍，则输出电流减小到原来的一半，输入功率等于输出功率即$P=IU$也减小到原来的一半，C 错；若保持负载电阻的阻值不变.输入电压增加到原来的 2 倍，输出电压增大到原来的 2 倍，则由$P=\frac{U^2}{R}$可知输出功率增加到原来的 4 倍，D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

52.(2010·重庆卷·T17)一输入电压为 220v，输出电压为 36V 的变压器副线圈绕坏，为获知此变压器原、副线圈匝数，某同学拆下烧坏的副线圈，用绝缘导线在铁芯上新绕了 5 匝线圈。如题 17 图所示，然后将原来线圈接到 220v 交流电源上，测得新绕线圈的端电压为 1V，按理想变压器分析，该变压器烧坏前的原、副线匝数分别为



A.1100，360　　B.1100，180

C.2200，180　　D.2200，360

【答案】B

【解析】本题考查变压器的工作原理和$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$这一工作关系式。对于理想变压器，不管有几个副线圈，变压器输入和输出电压之比总等于匝数比。因此有关系式$U_1:U_2:U_3=n_1:n_2:n_3$，假设副线圈没有烧毁则有$220:36:1=n_1:n_2:5$，解得$n_1=1100$，$n_2=180$，B 项对。

53.(2010·浙江卷·T17)某水电站，用总电阻为 2.5Ω 的输电线输电给 500km 外的用户，其输出电功率是 3×10^6KW。现用 500kV 电压输电，则下列说法正确的是

A.输电线上输送的电流大小为 2×10^5A

B.输电线上由电阻造成的损失电压为 15kV

C.若改用 5kV 电压输电，则输电线上损失的功率为 9×10^8KW

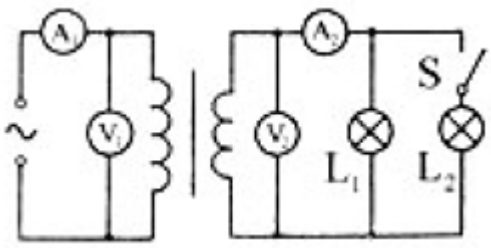
D.输电线上损失的功率为$\Delta P=U^2/r$，U 为输电电压，r 为输电线的电阻

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查远距离输电问题，考查考生对远距离输电问题基本关系的熟练应用。输电电流 $I=\frac{P}{U}=\frac{3\times10^{9}W}{500\times10^{3}V}=6\times10^{3}A$，输电线上损失的电压为 $\Delta U=Ir=6\times10^{3}A\times2.5\Omega=15kV$，A 项错误，B 项正确；输电线上损失的功率不可能比输出功率还大，C 项错误；输电线上损失的功率可以用 $\Delta P=\frac{\Delta U^{2}}{r}$ 计算，△U 为输电线上的电压降，不是输电电压，D 项错误。

54.(2010·天津卷·T7)为探究理想变压器原、副线圈电压、电流的关系，将原线圈接到电压有效值不变的正弦交流电源上，副线圈连接相同的灯泡 L_1、L_2，电路中分别接了理想交流电压表 V_1、V_2 和理想交流电流表 A_1、A_2，导线电阻不计，如图所示。当开关 S 闭合后



A.A_1 示数变大，A_1 与 A_2 示数的比值不变

B.A_1 示数变大，A_1 与 A_2 示数的比值变大

C.V_2 示数变小，V_1 与 V_2 示数的比值变大

D.V_2 示数不变，V_1 与 V_2 示数的比值不变

【答案】AD

【解析】本题考查的知识点是理想变压器，根据能量守恒有 $P_1=P_2$，又 $P_1=U_1I_1$，$P_2=U_2I_2$，变压器原理 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$，匝数比不变电压比就不会变，且输入电压不变，输出电压 U_2 也不会变，C 项错误，当开关闭合输出功率 P_2 增大，则输入功率 P_1 也增大，两个安培表示数都增大，此时二者示数之比等于电压的倒数比，也不变，A、D 项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

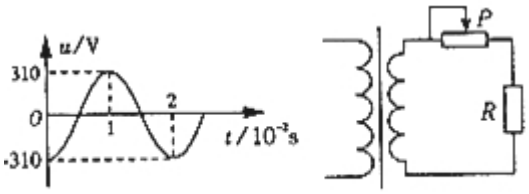
55.(2010·福建卷·T13)中国已投产运行的1000kV特高压输电是目前世界上电压最高的输电工程。假设甲、乙两地原来用500kV的起高压输电，输电线上损耗的电功率为P。保持输送电功率和输电线电阻都不变的条件下，现改用100kV特高压输电，若不考虑其他因素的影响，则输电线上损耗的电功率将变为

A. $\frac{p}{4}$　　B. $\frac{p}{2}$　　C. $2P$　　D. $4P$

【答案】A

【解析】本题考查远距离输电和考生的理解能力。设输送功率为P_0，改用1000KV的输电电压后输电线上损失的功率为P'。输送电流为$I=\frac{P_0}{U}$，输电线上损失的功率为$P=I^2R_{线}=\frac{P_0^2}{U^2}R_{线}$，代入数据得$\frac{P'}{P}=\frac{U^2}{U'^2}=(\frac{500KV}{1000KV})^2=\frac{1}{4}$，即$P'=\frac{P}{4}$，故正确的选项为A。

56.(2010·山东卷·T19)一理想变压器原、副线圈的匝数比为10：1，原线圈输入电压的变化规律如图甲所示，副线圈所接电路如图乙所示，为滑动变阻器的触头。下列说法正确的是



图甲

图乙

A.副线圈输出电压的频率为50Hz

B.副线圈输出电压的有效值为31V

C.P向右移动时，原、副线圈的电流比减小

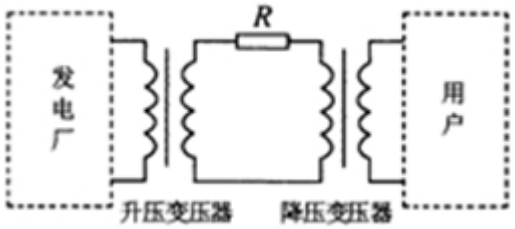
D.P向右移动时，变压器的输出功率增加

【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查了变压器、正弦交变电流的峰值和有效值，考生的理解和推理能力。变压器不改变电压的频率，副线圈的电压频率等于原线圈中的电压频率为 $f=\frac{1}{T}=50Hz$；由 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 可得副线圈中电压的最大值 31V，故有效值为 $\frac{31}{\sqrt{2}}$ V；P 向右滑动时，输出电路中电压不变，电阻减小，电流增大，输出功率增大，变压器的输入功率等于输出功率也增大，故正确的选项为 AD。

57.(2010·江苏卷·T7)在如图多事的远距离输电电路图中，升压变压器和降压变压器均为理想变压器，发电厂的输出电压和输电线的电阻均不变，随着发电厂输出功率的增大，下列说法中正确的有



A.升压变压器的输出电压增大　　B.降压变压器的输出电压增大

C.输电线上损耗的功率增大　　D.输电线上损耗的功率占总功率的比例增大

【答案】CD

【解析】A.应不变，A 错误；

B.$I=\frac{P}{U}$，$U_{损}=IR$，$U_3=U_2-U_{损}$，因 P 变大，I 变大，所以 $U_{损}$变大，所以降压变压器初级电压 U_3 变小，B 错误；

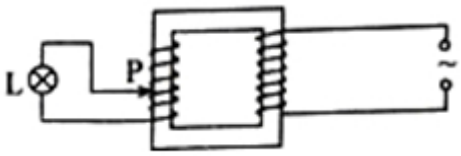
C.$P_{损}=(\frac{P}{U})^2R$，因 P 变大，所以 $P_{损}$变大，C 正确；

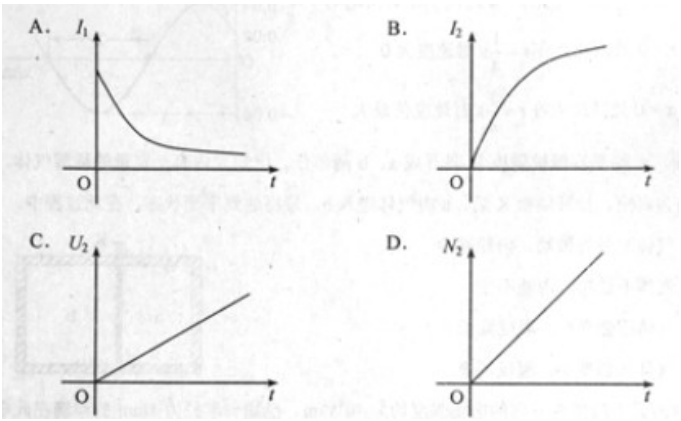
D.$\frac{P_{损}}{P}=\frac{(\frac{P}{U})^2R}{P}=\frac{PR}{U}$，因 P 变大，所以比值变大，D 正确；

本题选 CD。本题考查电能的输送，通常考查电压的变化引起其它变化，本题考查考查功率的变化引起其它变化，有新意。本题难度：中等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

58.(2010·全国Ⅱ卷·T19)图中为一理想变压器，其原线圈与一电压有效值不变的交流电源相连：P 为滑动头。现令 P 从均匀密绕的副线圈最底端开始，沿副线圈匀速上滑，直至白炽灯 L 两端的电压等于其额定电压为止。用 I_1 表示流过原线圈的电流，I_2 表示流过灯泡的电流，U_2 表示灯泡两端的电压，N_2 表示灯泡消耗的电功率(这里的电流、电压均指有效值：电功率指平均值)。下列 4 个图中，能够正确反映相应物理量的变化趋势的是



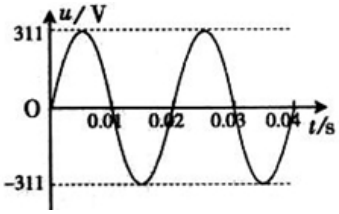


【答案】BC

【解析】副线圈是均匀密绕的且滑动头匀速上滑，说明副线圈的匝数在均匀增大，由变压器的变压比 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 得 $U_2=\frac{U}{n_1}kt$ 均匀增大(k 为单位时间增加的匝数)，故 C 正确。灯泡两端的电压由零增大时其电阻增大，描绘的伏安特性曲线为 B。灯泡的功率先增大的快(电阻小)后增大的慢(电阻大)，故 D 错误。原线圈功率等于灯泡功率是增大的，所以原线圈电流一定增大，故 A 错误。

59.(2010•广东卷•T19)图 7 是某种正弦式交变电压的波形图，由图可确定该电压的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

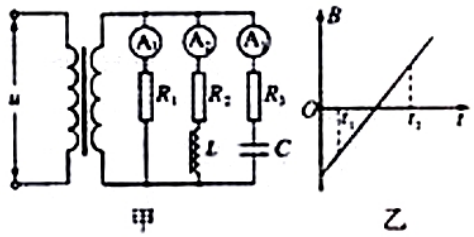


A.周期是 0.01s　　B.最大值是 311V　　C.有效值是 220V　　D.表达式为 u=220sin100πt(V)

【答案】BC

【解析】选项 A 错误，周期是 0.02s；选项 D 错误，应该用峰值，即正确的表达式应该为 u=311sin100πt(V)。

60.(2010·四川卷·T19)图甲所示电路中，A_1、A_2、A_3 为相同的电流表，C 为电容器，电阻 R_1、R_2、R_3 的阻值相同，线圈 L 的电阻不计。在某段时间内理想变压器原线圈内磁场的变化如图乙所示，则在 t_1～t_2 时间内



A.电流表 A_1 的示数比 A_2 的小

B.电流表 A_2 的示数比 A_1 的小

C.电流表 A_1 和 A_2 的示数相同

D.电流表的示数都不为零

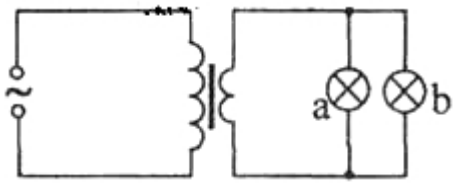
【答案】C

【解析】本题主要考查了变压器的原理、电容、电感和电阻对交流电的影响。从图中可知，原线圈中磁场变化率均匀，在副线圈中产生的稳定的电动势，而电容对交流的影响是隔直流通交流。电感是通直流阻交流，所以电流表 A_1 和 A_2 示数相同，选项 C 正确。而 ABD 项错误.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

非选择题：

61.(2011·海南卷)如图，理想变压器原线圈与一 10V 的交流电源相连，副线圈并联两个小灯泡 a 和 b，小灯泡 a 的额定功率为 0.3W，正常发光时电阻为 30Ω，已知两灯泡均正常发光，流过原线圈的电流为 0.09A，可计算出原、副线圈的匝数比为_____，流过灯泡 b 的电流为_____A。



【答案】10：3　0.2

【解析】副线圈两端电压 U_2 等于小灯泡 a 两端电压 Ua，由 $P_a=\frac{U_a^2}{R_a}$ 得，Ua=3V，则原、副线圈的匝数比 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{10}{3}$；流过灯泡 a 的电流 $I_a=U_a/R_a=0.1A$，又 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{I_2}{I_1}=\frac{I_2}{0.09}$，得 $I_2=0.3A$。流过灯泡 b 的电流 $I_b=I_2-I_a=0.3A-0.1A=0.2A$

【考点定位】理想变压器

62.(2012·安徽卷)图 1 是交流发电机模型示意图。在磁感应强度为 *B* 的匀强磁场中，有一矩形线图 abcd 可绕线圈平面内垂直于磁感线的轴 OO’转动，由线圈引起的导线 ae 和 df 分别与两个跟线圈一起绕 OO’转动的金属圈环相连接，金属圈环又分别与两个固定的电刷保持滑动接触，这样矩形线圈在转动中就可以保持和外电话电阻 *R* 形成闭合电路。图 2 是线圈的住视图，导线 ab 和 cd 分别用它们的横截面来表示。已知 ab 长度为 L_1，bc 长度为 L_2，线圈以恒定角速度 ω 逆时针转动。(只考虑单匝线圈)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

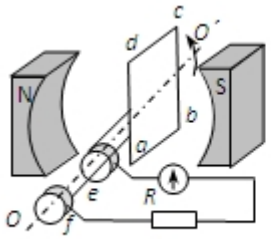


图 1

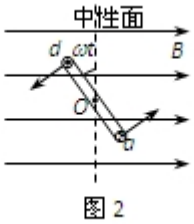


图 2

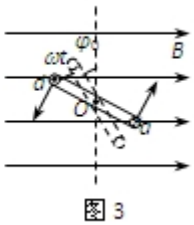


图 3

(1)线圈平面处于中性面位置时开始计时，试推导 t 时刻整个线圈中的感应电动势 e_1 的表达式；

(2)线圈平面处于与中性面成 φ_0 夹角位置时开始计时，如图 3 所示，试写出 t 时刻整个线圈中的感应电动势 e_2 的表达式；

(3)若线圈电阻为 r，求线圈每转动一周电阻 R 上产生的焦耳热。(其它电阻均不计)

【答案】(1) $e_1 = BL_1L_2\omega sin\omega t$ ；(2) $e_2 = BL_1L_2\omega sin(\omega t + \varphi_0)$ ；(3) $\pi R\omega\left(\frac{BL_1L_2}{R+r}\right)^2$

【解析】(1)矩形线圈 abcd 转动过程中，只有 ab 和 cd 切割磁感线，设 ab 和 cd 的转动速度为 v，则 $v=\omega\frac{L_2}{2}$ 在 t 时刻，导线 ab 和 cd 因切割磁感线而产生的感应电动势均为 $E_1 = BL_1v$ ，由图可知 $v_\perp = vsin\omega t$ ，则整个线圈的感应电动势为 $e_1 = 2E_1 = BL_1L_2\omega sin\omega t$ 。

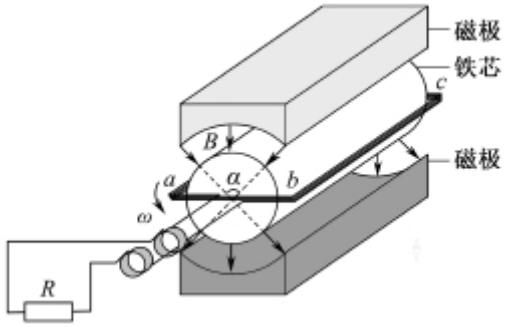
(2)当线圈由图 3 位置开始运动时，在 t 时刻整个线圈的感应电动势为 $e_2 = BL_1L_2\omega sin(\omega t + \varphi_0)$ 。

(3)由闭合电路欧姆定律可知 $I=\frac{E}{R+r}$ ，这里的 E 为线圈产生的电动势的有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=\frac{BL_1L_2\omega}{\sqrt{2}}$ ，则线圈转动一周在 R 上产生的焦耳热为 $Q_R=I^2RT$ ，其中 $T=\frac{2\pi}{\omega}$ ，于是 $Q_R = \pi R\omega\left(\frac{BL_1L_2}{R+r}\right)^2$ 。

【考点定位】此题考查交变电流的相关知识。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

63.(2012·江苏卷)某兴趣小组设计了一种发电装置，如图所示. 在磁极和圆柱状铁芯之间形成的两磁场区域的圆心角琢均为49仔，磁场均沿半径方向. 匝数为N的矩形线圈abcd的边长ab =cd =l 、bc =ad=2l . 线圈以角速度棕绕中心轴匀速转动，bc和ad边同时进入磁场. 在磁场中，两条边所经过处的磁感应强度大小均为B、方向始终与两边的运动方向垂直。线圈的总电阻为r，外接电阻为R。求：



(1)线圈切割磁感线时，感应电动势的大小E_m；

(2)线圈切割磁感线时，bc边所受安培力的大小F；

(3)外接电阻上电流的有效值I。

【答案】(1) $E_m=2NBl^2\omega$ (2) $F=\dfrac{4N^2B^2l^3\omega}{r+R}$ (3) $I=\dfrac{4NBl^2\omega}{3(r+R)}$

【解析】(1)bc、ad 边的运动速度 $v=\omega\dfrac{l}{2}$，感应电动势 $E_m=4NBl_v$，解得 $E_m=2NBl^2\omega$

(2)电流 $I_m=\dfrac{E_m}{r+R}$ 安培力 $F=2NBI_ml$ 解得 $F=\dfrac{4N^2B^2l^3\omega}{r+R}$

(3)一个周期内，通电时间 $t=\dfrac{4}{9}T$

R 上消耗的电能 $W=I_m^2Rt$ 且 $W=I^2RT$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得 $I=\frac{4NBl^2\omega}{3(r+R)}$

【考点定位】本题考查电磁感应、交流电及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 14　原子结构、原子核和波粒二象性

1．（2020·新课标II卷）氘核${}_1^2\mathrm{H}$可通过一系列聚变反应释放能量，其总效果可用反应式$6{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow 2{}_2^4\mathrm{He}+2{}_1^1\mathrm{H}+2{}_0^1\mathrm{n}+43.15\mathrm{MeV}$表示。海水中富含氘，已知1kg海水中含有的氘核约为1.0×10^{22}个，若全都发生聚变反应，其释放的能量与质量为M的标准煤燃烧时释放的热量相等；已知1 kg标准煤燃烧释放的热量约为2.9×10^{7} J，1 MeV= 1.6×10^{-13}J，则M约为

A．40 kg　　B．100 kg　　C．400　kg　　D．1 000 kg

【答案】C

【解析】氘核${}_1^2\mathrm{H}$可通过一系列聚变反应释放能量，其总效果可用反应式

$$6{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow 2{}_2^4\mathrm{He}+2{}_1^1\mathrm{H}+2{}_0^1\mathrm{n}+43.15\mathrm{MeV}$$

则平均每个氘核聚变释放的能量为

$$\varepsilon=\frac{E}{6}=\frac{43.15}{6}\mathrm{MeV}$$

1kg海水中含有的氘核约为1.0×10^{22}个，可以放出的总能量为

$$E_0=N\varepsilon$$

由$Q=mq$可得，要释放的相同的热量，需要燃烧标准煤燃烧的质量

$$m=\frac{Q}{q}=\frac{E_0}{q}\approx 400\mathrm{kg}$$

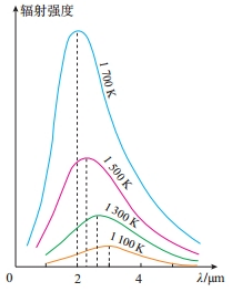
2．（2020·江苏卷）“测温枪”（学名“红外线辐射测温仪”）具有响应快、非接触和操作方便等优点。它是根据黑体辐射规律设计出来的，能将接收到的人体热辐射转换成温度显示。若人体温度升高，则人体热辐射强度I及其极大值对应的波长λ的变化情况是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A．I 增大，λ 增大 B．I 增大，λ 减小 C．I 减小，λ 增大 D．I 诚小，λ 减小

【答案】B

【解析】黑体辐射的实验规律如图



特点是，随着温度升高，各种波长的辐射强度都有增加，所以人体热辐射的强度 I 增大；随着温度的升高，辐射强度的峰值向波长较短的方向移动，所以 λ 减小。故选 B。

3．（2020·浙江卷）下列说法正确的是

A．质子的德布罗意波长与其动能成正比

B．天然放射的三种射线，穿透能力最强的是 α 射线

C．光电效应实验中的截止频率与入射光的频率有关

D．电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性

【答案】D

【解析】A．由公式

$$\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mE_{\mathrm{k}}}}$$

可知质子的德布罗意波长 $\lambda\propto\frac{1}{p}$，$\lambda\propto\frac{1}{\sqrt{E_{\mathrm{k}}}}$，故 A 错误；

B．天然放射的三种射线，穿透能力最强的是 γ 射线，故 B 错误；

C．由

$$E_{\mathrm{k}}=h\nu-W$$

当$h\nu_0=W$，可知截止频率与入射光频率无关，由材料决定，故 C 错误；

D．电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性，故 D 正确。

故选 D。

4．（2020·山东卷）氚核${}_1^3\mathrm{H}$发生β衰变成为氦核${}_2^3\mathrm{He}$。假设含氚材料中${}_1^3\mathrm{H}$发生β衰变产生的电子可以全部定向移动，在$3.2\times10^4\,\mathrm{s}$时间内形成的平均电流为$5.0\times10^{-8}\,\mathrm{A}$。已知电子电荷量为$1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}$，在这段时间内发生$\beta$衰变的氚核${}_1^3\mathrm{H}$的个数为（　　）

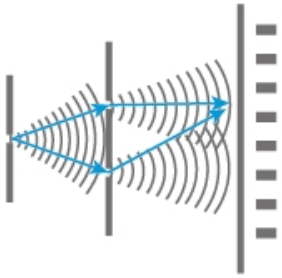
A．5.0×10^{14}　　B．1.0×10^{16}　　C．2.0×10^{16}　　D．1.0×10^{18}

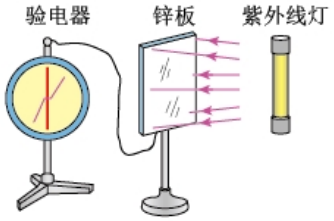
【答案】B

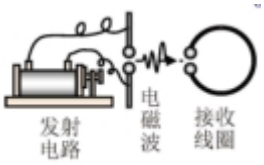
【解析】根据$I=\frac{q}{t}=\frac{ne}{t}$，可得产生的电子数为$n=\frac{It}{e}=\frac{5.0\times10^{-8}\times3.2\times10^4}{1.6\times10^{-19}}=10^{16}$个

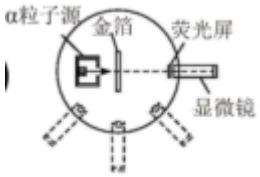
因在 β 衰变中，一个氚核产生一个电子，可知氚核的个数为1.0×10^{16}个。故选 B．

5．（2020·天津卷）在物理学发展的进程中，人们通过对某些重要物理实验的深入观察和研究，获得正确的理论认识。下列图示的实验中导致发现原子具有核式结构的是

A． 

B． 

C． 

D． 

【答案】D

【解析】A．双缝干涉实验说明了光具有波动性，故 A 错误；

B．光电效应实验，说明了光具有粒子性，故 B 错误；

C．实验是有关电磁波的发射与接收，与原子核无关，故 C 错误；

D．卢瑟福的 α 粒子散射实验导致发现了原子具有核式结构，故 D 正确；故选 D 。

6．（2020·新课标I卷）下列核反应方程中，X_1，X_2，X_3，X_4 代表 α 粒子的有

A．${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow{}_0^1\mathrm{n}+\mathrm{X}_1$　　B．${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_0^1\mathrm{n}+\mathrm{X}_2$

C．${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{56}^{144}\mathrm{Ba}+{}_{36}^{89}\mathrm{Kr}+3\mathrm{X}_3$　　D．${}_0^1\mathrm{n}+{}_3^6\mathrm{Li}\rightarrow{}_1^3\mathrm{H}+\mathrm{X}_4$

【答案】BD

【解析】α 粒子为氦原子核 ${}_2^4\mathrm{He}$，根据核反应方程遵守电荷数守恒和质量数守恒，A 选项中的 X_1 为 ${}_2^3\mathrm{He}$，B 选项中的 X_2 为 ${}_2^4\mathrm{He}$，C 选项中的 X_3 为中子 ${}_0^1\mathrm{n}$，D 选项中的 X_4 为 ${}_2^4\mathrm{He}$。故选 BD。

7．（2020·新课标III卷）1934 年，约里奥—居里夫妇用 α 粒子轰击铝箔，首次产生了人工放射性同位素 X，反应方程为：${}_2^4\mathrm{He}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow\mathrm{X}+{}_0^1\mathrm{n}$ 。X 会衰变成原子核 Y，衰变方程为 $\mathrm{X}\rightarrow\mathrm{Y}+{}_1^0\mathrm{e}$，则

A．X 的质量数与 Y 的质量数相等　　B．X 的电荷数比 Y 的电荷数少 1

C．X 的电荷数比 ${}_{13}^{27}\mathrm{Al}$ 的电荷数多 2　　D．X 的质量数与 ${}_{13}^{27}\mathrm{Al}$ 的质量数相等

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设X和Y的质子数分别为n_1和n_2，质量数分别为m_1和m_2，则反应方程为

$$^4_2\mathrm{He}+^{27}_{13}\mathrm{Al}\rightarrow ^{m_1}_{n_1}\mathrm{X}+^1_0\mathrm{n}\quad ，\quad ^{m_1}_{n_1}\mathrm{X}\rightarrow ^{m_2}_{n_2}\mathrm{Y}+^0_1e$$

根据反应方程质子数和质量数守恒，解得

$$2+13=n_1\quad ，\quad n_1=n_2+1$$

$$4+27=m_1+1\quad ，\quad m_1=m_2+0$$

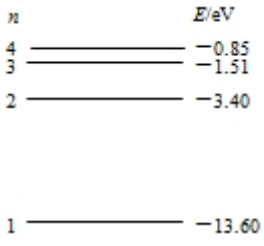
解得

$$n_1=15\quad ，\quad n_2=14\quad ，\quad m_1=30\quad ，\quad m_2=30$$

AC．X的质量数（$m_1=30$）与Y的质量数（$m_2=30$）相等，比$^{27}_{13}\mathrm{Al}$的质量数多3，故A正确，D错误；

BC．X的电荷数（$n_1=15$）比Y的电荷数（$n_2=14$）多1，比$^{27}_{13}\mathrm{Al}$的电荷数多2，故B错误，C正确；故选AC。

8．（2020·浙江省1月学业水平测试选考）由玻尔原子模型求得氢原子能级如图所示，已知可见光的光子能量在1.62eV到3.11eV之间，则



A．氢原子从高能级向低能级跃迁时可能辐射出γ射线

B．氢原子从$n=3$的能级向$n=2$的能级跃迁时会辐射出红外线

C．处于$n=3$能级的氢原子可以吸收任意频率的紫外线并发生电离

D．大量氢原子从$n=4$能级向低能级跃迁时可辐射出2种频率的可见光

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】CD

【解析】A．γ 射线为重核衰变或裂变时才会放出，氢原子跃迁无法辐射 γ 射线，故 A 错误；

B．氢原子从 $n=3$ 的能级向 $n=2$ 的能级辐射光子的能量：

$$E=-1.51\text{eV}-(-3.40\text{eV})=1.89\text{eV}$$

在可见光范围之内，故 B 错误；

C．氢原子在 $n=3$ 能级吸收 1.51eV 的光子能量就可以电离，紫外线的最小频率大于 1.51eV，可以使处于 $n=3$ 能级的氢原子电离，故 C 正确；

D．氢原子从 $n=4$ 能级跃迁至 $n=2$ 能级辐射光子的能量：

$$E'=-0.85\text{eV}-(-3.40\text{eV})=2.55\text{eV}$$

在可见光范围之内；同理，从 $n=3$ 的能级向 $n=2$ 的能级辐射光子的能量也在可见光范围之内，所以大量氢原子从 $n=4$ 能级向低能级跃迁时可辐射出 2 种频率的可见光，故 D 正确。故选 CD.

9．（2020·浙江卷）太阳辐射的总功率约为 $4\times10^{26}\,\text{W}$，其辐射的能量来自于聚变反应。在聚变反应中，一个质量为 $1876.1\text{MeV}/c^2$（c 为真空中的光速）的氘核（${}_1^2\text{H}$）和一个质量为 $2809.5\text{MeV}/c^2$ 的氚核（${}_1^3\text{H}$）结合为一个质量为 $3728.4\text{MeV}/c^2$ 的氦核（${}_2^4\text{He}$），并放出一个 X 粒子，同时释放大约 17.6MeV 的能量。下列说法正确的是（　　）

A．X 粒子是质子

B．X 粒子的质量为 $939.6\text{MeV}/c^2$

C．太阳每秒因为辐射损失的质量约为 $4.4\times10^9\,\text{kg}$

D．太阳每秒因为辐射损失的质量约为 $17.6\text{MeV}/c^2$

【答案】BC

【解析】A．由质量数和电荷数守恒可知，X 的质量数为 1，电荷数为 0，则 X 为中子，选项 A 错误；

B．根据能量关系可知

$$m_n c^2 = 1876.1 + 2809.5 - 3728.4 - 17.6$$

解得 $m_n = 939.6\text{MeV}/c^2$，选项 B 正确；

C．太阳每秒放出的能量

$$E = Pt = 4\times10^{26}\text{J}$$

损失的质量

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{4\times10^{26}}{9\times10^{16}}\text{kg} \approx 4.4\times10^{9}\text{kg}$$

选项 C 正确；

D．因为

$$E = 4\times10^{26}\text{J} = \frac{4\times10^{26}}{1.6\times10^{-19}}\text{eV} = 2.5\times10^{45}\text{eV} = 2.5\times10^{39}\text{MeV}$$

则太阳每秒因为辐射损失的质量为

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = 2.5\times10^{39}\text{MeV/c}^2$$

选项 D 错误。故选 BC。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 14 原子结构、原子核和波粒二象性

选择题：

1.(2019•全国Ⅱ卷•T2)太阳内部核反应的主要模式之一是质子-质子循环，循环的结果可表示为 $4{}_1^1\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+2{}_1^0\mathrm{e}+2\nu$，已知 ${}_1^1\mathrm{H}$ 和 ${}_2^4\mathrm{He}$ 的质量分别为 $m_{\mathrm{P}}=1.0078\mathrm{u}$ 和 $m_{\alpha}=4.0026\mathrm{u}$，1u=931MeV/$c^2$，$c$ 为光速。在 4 个 ${}_1^1\mathrm{H}$ 转变成 1 个 ${}_2^4\mathrm{He}$ 的过程中，释放的能量约为

A. 8 MeV　　B. 16 MeV　　C. 26 MeV　　D. 52 MeV

【答案】C

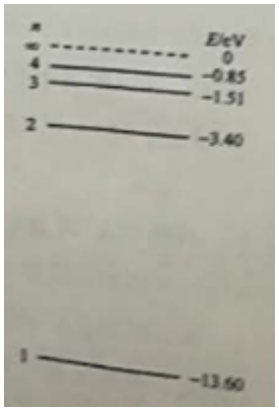
【解析】

【详解】由 $\Delta E=\Delta mC^2$ 知 $\Delta E=\left(4\times m_p-m_\alpha-2m_e\right)\cdot c^2$，

$\Delta m=\dfrac{\Delta E}{c^2}=\dfrac{931\times10^6\times1.6\times10^{-19}\mathrm{J}}{9\times10^{16}}\approx1.7\times10^{-27}\mathrm{kg}$？ $0.9\times10^{-31}\mathrm{kg}$，忽略电子质量，

则：$\Delta E=\left(4\times1.0078u-4.0026u\right)\cdot c^2\approx26\mathrm{MeV}$，故 C 选项符合题意；

2.(2019•全国Ⅰ卷•T1)氢原子能级示意图如图所示。光子能量在 1.63 eV~3.10 eV 的光为可见光。要使处于基态(n=1)的氢原子被激发后可辐射出可见光光子，最少应给氢原子提供的能量为



A. 12.09 eV　　B. 10.20 eV　　C. 1.89 eV　　D. 1.5l eV

【答案】A

【解析】

由题意可知，基态(n=1)氢原子被激发后，至少被激发到 n=3 能级后，跃迁才可能产生能量

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

在 1.63eV~3.10eV 的可见光。故 $\Delta E=-1.51-(-13.60)\text{eV}=12.09\text{eV}$ 。故本题选 A。

3.(2019•北京卷•T7)光电管是一种利用光照射产生电流的装置，当入射光照在管中金属板上时，可能形成光电流。表中给出了 6 次实验的结果。

组	次	入射光子的能量/eV	相对光强	光电流大小/mA	逸出光电子的最大动能/eV
第一组	1	4.0	弱	29	0.9
	2	4.0	中	43	0.9
	3	4.0	强	60	0.9
第二组	4	6.0	弱	27	2.9
	5	6.0	中	40	2.9
	6	6.0	强	55	2.9

由表中数据得出的论断中不正确的是

A. 两组实验采用了不同频率的入射光

B. 两组实验所用的金属板材质不同

C. 若入射光子的能量为 5.0 eV，逸出光电子的最大动能为 1.9 eV

D. 若入射光子的能量为 5.0 eV，相对光强越强，光电流越大

【答案】B

【解析】

由爱因斯坦质能方程 $E_k=h\nu-W_0$ 比较两次实验时的逸出功和光电流与光强的关系解题

由题表格中数据可知，两组实验所用的入射光的能量不同，由公式 $E=h\nu$ 可知，两组实验中所用的入射光的频率不同，故 A 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由爱因斯坦质能方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可得：第一组实验：$0.9 = 4.0 - W_{0_1}$，第二组实验：$2.9 = 6.0 - W_{02}$，解得：$W_{01} = W_{02} = 3.1\text{eV}$，即两种材料的逸出功相同也即材料相同，故 B 错误；

由爱因斯坦质能方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可得：$E_{\text{k}} = (5.0 - 3.1)\text{eV} = 1.9\text{eV}$，故 C 正确；

由题表格中数据可知，入射光能量相同时，相对光越强，光电流越大，故 D 正确。

4.(2019•天津卷•T6)我国核聚变反应研究大科学装置“人造太阳”2018 年获得重大突破，等离子体中心电子温度首次达到 1 亿度，为人类开发利用核聚变能源奠定了重要的技术基础。下列关于聚变的说法正确的是

A. 核聚变比核裂变更为安全、清洁

B. 任何两个原子核都可以发生聚变

C. 两个轻核结合成质量较大的核，总质量较聚变前增加

D. 两个轻核结合成质量较大的核，核子的比结合能增加

【答案】AD

【解析】核聚变的最终产物时氦气无污染，而核裂变会产生固体核废料，因此核聚变更加清洁和安全，A 正确；发生核聚变需要在高温高压下进行，大核不能发生核聚变，故 B 错误；核聚变反应会放出大量的能量，根据质能关系可知反应会发生质量亏损，故 C 错误；因聚变反应放出能量，因此反应前的比结合能小于反应后的比结合能，故 D 正确。

5.(2019•江苏卷•T13)100 年前，卢瑟福用 α 粒子轰击氮核打出了质子.后来，人们用 α 粒子轰击 ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ 核也打出了质子：${}^{4}_{2}\text{He} + {}^{60}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{62}_{29}\text{Cu} + {}^{1}_{1}\text{H} + \text{X}$；该反应中的 X 是_____(选填“电子”“正电子”或“中子”).此后，对原子核反应的持续研究为核能利用提供了可能.目前人类获得核能

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

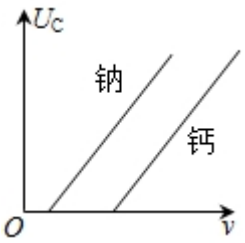
的主要方式是_____(选填“核衰变”“核裂变”或“核聚变”).

【答案】(1).中子　　(2).核裂变

【解析】

由质量数和电荷数守恒得：X 应为：$^{1}_{0}\mathrm{n}$ 即为中子，由于衰变是自发的，且周期与外界因素无关，核聚变目前还无法控制，所以目前获得核能的主要方式是核裂变；

6.(2019•海南卷•T7)对于钠和钙两种金属，其遏止电压U_c与入射光频率 v 的关系如图所示。用 h、e 分别表示普朗克常量和电子电荷量，则



A.钠的逸出功小于钙的逸出功

B.图中直线的斜率为$\frac{h}{e}$

C.在得到这两条直线时，必须保证入射光的光强相同

D.若这两种金属产生的光电子具有相同的最大初动能，则照射到钠的光频率较高

【答案】AB

【解析】解：A、根据光电效应方程得：$E_{km}=h\gamma-W_0=h\gamma-h\gamma_0$，又$E_{km}=eU_C$ 解得：$U_C=\frac{h}{e}\gamma-\frac{W_0}{e}=\frac{h}{e}\gamma-\frac{h\gamma_0}{e}$；当遏止电压为 0 时，对应的频率为金属的极限频率，结合图可知钠的极限频率小，则钠的逸出功小。故 A 正确；

B、由$U_C=\frac{h}{e}\gamma-\frac{h\gamma_0}{e}$知 U_0-γ 图线的斜率$k=\frac{h}{e}$，故 B 正确；

C、由$U_C=\frac{h}{e}\gamma-\frac{h\gamma_0}{e}$知图线的特点与光的强度无关。故 C 错误；

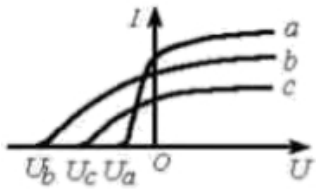
D、钠的逸出功小，结合$E_{km}=h\gamma-W_0$可知，若这两种金属产生的光电子具有相同的最大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

初动能，则照射到钠的光频率较小。故 D 错误

故选：AB。

7.(2019•天津卷•T5)如图为 a、b、c 三种光在同一光电效应装置中测的光电流和电压的关系。由 a、b、c 组成的复色光通过三棱镜时，下述光路图中正确的是



A.

B.

C.

D.

【答案】C

【解析】由光电效应的方程 $E_k = hv - W$，动能定理 $eU = E_k$，两式联立可得 $U = \frac{hv}{e} - \frac{W}{e}$，故截止电压越大说明光的频率越大，则有三种光的频率 $v_b > v_c > v_a$，则可知三种光的折射率的关系为 $n_b > n_c > n_a$，因此光穿过三棱镜时 b 光偏折最大，c 光次之，a 光最小，故选 C，ABD 错误。

8.(2019•江苏卷•T14)在“焊接”视网膜的眼科手术中，所用激光的波长 λ=6.4×10^{7}m，每个激光脉冲的能量 E=1.5×10^{-2}J.求每个脉冲中的光子数目.(已知普朗克常量 h=6.63×l0^{-34}J·s，光速 c=3×10^{8}m/s.计算结果保留一位有效数字)

【答案】光子能量 $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$，光子数目 n=$\frac{E}{\varepsilon}$，代入数据得 n=5×10^{16}

【解析】

每个光子的能量为 $E_0 = hv = h\frac{c}{\lambda}$，每个激光脉冲的能量为 E，所以每个脉冲中的光子个数

为：$N=\frac{E}{E_0}$，联立且代入数据解得：$N=5\times10^{16}$个。

9.(2018·北京卷)在核反应方程${}_2^4He+{}_7^{14}N+\rightarrow{}_8^{17}O+X$中，X 表示的是

A. 质子　　B. 中子　　C. 电子　　D. α 粒子

【答案】A

【解析】设 X 为：${}_A^Z\mathrm{X}$，根据核反应的质量数守恒：$4+14=17+Z$，则：$Z=1$

电荷数守恒：$2+7=8+A$，则$A=1$，即 X 为：${}_1^1\mathrm{H}$为质子，故选项 A 正确，BCD 错误。

点睛：本题考查了核反应方程式，要根据电荷数守恒、质量数守恒得出 X 的电荷数和质量数，从而确定 X 的种类。

10.(2016·上海卷)卢瑟福通过对 α 粒子散射实验结果的分析，提出了原子内部存在

A.电子　　B.中子　　C.质子　　D.原子核

【答案】D

【解析】卢瑟福在α粒子散射实验中观察到绝大多数α粒子穿过金箔后几乎不改变运动方向，只有极少数的 α 粒子发生了大角度的偏转，说明在原子的中央存在一个体积很小的带正电的物质，将其称为原子核。故选项 D 正确。

【考点定位】原子核式结构模型

【方法技巧】本题需要熟悉 α 粒子散射实验和原子核式结构模型。

11.(2016·上海卷·T1)放射性元素 A 经过 2 次 α 衰变和 1 次 β 衰变后生成一新元素 B，则元素 B 在元素周期表中的位置较元素 A 的位置向前移动了

A.1 位　　B.2 位　　C.3 位　　D.4 位

【答案】C

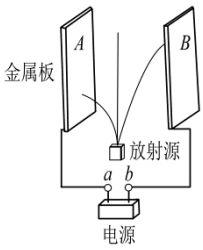
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】α 粒子是 $_{2}^{4}\mathrm{He}$，β 粒子是 $_{-1}^{0}\mathrm{e}$，因此发生一次 α 衰变电荷数减少 2，发生一次 β 衰变电荷数增加 1，据题意，电荷数变化为：$-2\times2+1=-3$，所以新元素在元素周期表中的位置向前移动了 3 位。故选项 C 正确。

【考点定位】α 衰变和 β 衰变、衰变前后质量数和电荷数守恒

【方法技巧】衰变前后质量数和电荷数守恒，根据发生一次 α 衰变电荷数减少 2，发生一次 β 衰变电荷数增加 1 可以计算出放射性元素电荷数的变化量。

12.(2016·上海卷·T10)研究放射性元素射线性质的实验装置如图所示。两块平行放置的金属板 A、B 分别与电源的两极 a、b 连接，放射源发出的射线从其上方小孔向外射出。则



A.a 为电源正极，到达 A 板的为 α 射线　　B.a 为电源正极，到达 A 板的为 β 射线

C.a 为电源负极，到达 A 板的为 α 射线　　D.a 为电源负极，到达 A 板的为 β 射线

【答案】B

β 射线为高速电子流，质量约为质子质量的 1/1800，速度接近光速；α 射线为氦核流，速度约为光速的 1/10。在同一电场中，β 射线偏转的轨迹曲率半径小于 α 射线的曲率半径，由图知，向左偏的为 β 射线，向右偏的为 α 射线，即到达 A 板的为 β 射线；因 α 粒子带正电，向右偏转，说明电场方向水平向右，那么 a 为电源正极，故 B 正确，ACD 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强电场中的偏转、α 射线和 β 射线的本质

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】通过类平抛运动计算粒子在竖直方向的位移关系式，根据公式分析该位移与比荷的关系，再结合图示进行比较判断。

13.(2016·江苏卷)贝克勒尔在 120 年前首先发现了天然放射现象，如今原子核的放射性在众多领域中有着广泛应用.下列属于放射性衰变的是_____.

A. ${}^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$　　B. ${}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{139}_{53}\mathrm{I} + {}^{95}_{39}\mathrm{Y} + 2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

C. ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$　　D. ${}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{27}_{13}\mathrm{Al} \rightarrow {}^{30}_{15}\mathrm{P} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$

【答案】A

【解析】A 为 β 衰变方程，B 为重核裂变，C 轻核聚变，D 原子核的人工转换，所以 A 正确.

【考点定位】核反应方程

【方法技巧】区分几种常见的核反应方程。

14.(2014·上海卷·T3)不能用卢瑟福原子核式结构模型得出的结论是

A.原子中心有一个很小的原子核　　B.原子核是由质子和中子组成的

C.原子质量几乎全部集中在原子核内　　D.原子的正电荷全部集中在原子核内

【答案】B

【解析】卢瑟福通过 α 散射实验，发现绝大多数粒子发生了偏转，少数发发生了大角度的偏转，极少数反向运动，说明原子几乎全部质量集中在核内；且和 α 粒子具有斥力，所以正电荷集中在核内；因为只有极少数反向运动，说明原子核很小；并不能说明原子核是由质子和中子组成的，B 项正确。

【考点定位】原子核式结构模型

15.(2015·福建卷·T30(1))下列有关原子结构和原子核的认识，其中正确的是_____。

A.γ 射线是高速运动的电子流

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.氢原子辐射光子后，其绕核运动的电子动能增大

C.太阳辐射能量的主要来源是太阳中发生的重核裂变

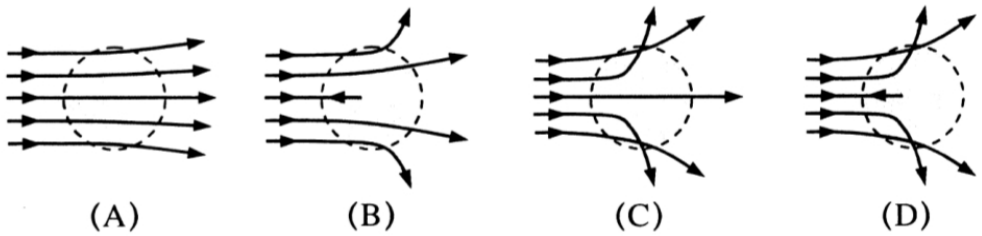
D. $^{210}_{83}\mathrm{Bi}$ 的半衰期是 5 天，100 克 $^{210}_{83}Bi$ 经过 10 天后还剩下 50 克

【答案】B

【解析】γ 射线是光子流，所以 A 错误；氢原子辐射光子后，从高轨道跃迁到低轨道，其绕核运动的电子速度增大，动能增大，故 B 正确；太阳辐射能量的主要来源是太阳中发生的轻核聚变，所以 C 错误；半衰期是大量的统计规律，少数原子核不适应，所以 D 错误。

【考点定位】原子结构和原子核

16.(2011·上海卷)卢瑟福利用α粒子轰击金箔的实验研究原子结构，正确反映实验结果的示意图是



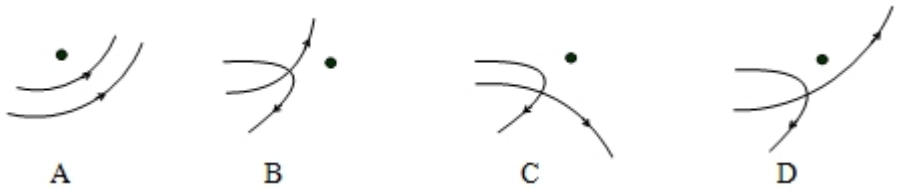
【答案】D

【解析】原子的中心是体积很小的原子核，原子的绝大部分质量和全部正电荷都集中在原子核上，当 α 粒子接近原子核的时候，就会发生大角度散射，甚至被弹回.所以 D 选项正确.

【考点定位】原子的核式结构及其组成

17.(2013·福建卷·T30(1))在卢瑟福 α 粒子散射实验中，金箔中的原子核可以看作静止不动，下列各图画出的是其中两个 α 粒子经历金箔散射过程的径迹，其中正确的是____。(填选图下方的字母)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】C

【解析】金箔原子核带正电，与 α 粒子带同种电荷，彼此间相互排斥，又由曲线运动特征可知，α 粒子所受金箔的排斥力应指向曲线的凹侧，故只有选项 C 正确。

【考点定位】本题考查卢瑟福的 α 粒子散射实验现象

18.(2011·北京卷)表示放射性元素碘 131($_{53}^{131}$I)β 衰变的方程是

A. ${}_{53}^{131}I \rightarrow {}_{51}^{127}Sb + {}_{2}^{4}He$　　B. ${}_{53}^{131}I \rightarrow {}_{54}^{131}Xe + {}_{-1}^{0}e$

C. ${}_{53}^{131}I \rightarrow {}_{53}^{130}I + {}_{0}^{1}n$　　D. ${}_{53}^{131}I \rightarrow {}_{52}^{130}Te + {}_{1}^{1}H$

【答案】B

【解析】β 衰变是原子核内的中子转化为质子同时放出电子个过程.该衰变是 α 衰变，故 A 错误；该衰变放出的是 β 粒子，属于 β 衰变，故 B 正确；产生是中子，故 C 错误；产生的是质子，故 D 错误.

【考点定位】核反应方程

19.(2014·重庆卷)碘 131 的半衰期约为 8 天，若某药物含有质量为 m 的碘 131，经过 32 天后，该药物中碘 131 的含量大约还有

A. $\frac{m}{4}$　　B. $\frac{m}{8}$　　C. $\frac{m}{16}$　　D. $\frac{m}{32}$

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】放射性物质发生衰变时，由原子核的衰变公式$m_{余}=m\cdot(\frac{1}{2})^{n}$，其中

$n=\frac{t}{T}=\frac{32}{8}=4$为半衰期的次数，解得$m_{余}=\frac{m}{16}$，故选 C.

【考点定位】本题考查了原子核的衰变规律、半衰期的计算.

20.(2011·上海卷)在存放放射性元素时，若把放射性元素①置于大量水中；②密封于铅盒中；③与轻核元素结合成化合物.则

A.措施①可减缓放射性元素衰变　　B.措施②可减缓放射性元素衰变

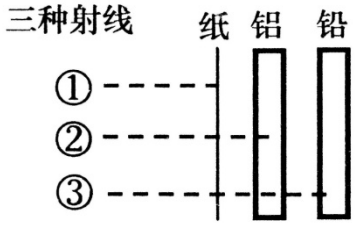
C.措施③可减缓放射性元素衰变　　D.上述措施均无法减缓放射性元素衰变

【答案】D

【解析】改变放射性元素所处的物理状态或化学状态都不会改变元素的原子核，所以，放射性衰变的快慢与题中叙述的几种因素无关，D 正确

【考点定位】天然放射现象

21.(2011·上海卷·T9)天然放射性元素放出的三种射线的穿透能力实验结果如图所示，由此可推知



A.②来自于原子核外的电子

B.①的电离作用最强，是一种电磁波

C.③的电离作用较强，是一种电磁波

D.③的电离作用最弱，属于原子核内释放的光子

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据天然放射性元素放出的三种射线的穿透能力实验结果如图判断，应该①是β射线，②是α射线，③是x射线，x射线的电离作用最弱，属于原子核内释放的光子。所以本题选D。

【考点定位】天然放射现象

22.(2011·浙江卷)关于天然放射现象，下列说法正确的是

A.α射线是由氦原子核衰变产生

B.β射线是由原子核外电子电离产生

C.γ射线是由原子核外的内层电子跃迁产生

D.通过化学反应不能改变物质的放射性

【答案】D

【解析】α射线是由α衰变产生的核原子核，A错误；β衰变现象是原子核内部的中子转化为质子同时失去一个电子，B错误；γ射线是由原子核外的外层电子跃迁产生，C错误；放射线是从原子核中释放出来的，通过化学反应并不能改变物质的放射性，故正确答案为D。

【考点定位】天然放射现象

23.(2011·重庆卷)核电站核泄漏的污染物中含有碘131和铯137.碘131的半衰期约为8天，会释放β射线；铯137是铯133的同位素，半衰期约为30年，发生衰变期时会辐射γ射线.下列说法正确的是

A.碘131释放的β射线由氦核组成

B.铯137衰变时辐射出的γ光子能量小于可见光光子能量

C.与铯137相比，碘131衰变更慢

D.铯133和铯137含有相同的质子数

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】β 射线是高速电子流，α 射线才是由氦核组成，故 A 错误；γ 光子在所有电磁波中频率最高，能量最大，故 B 错误；半衰期越小衰变越快，应该是碘 131 衰变更快，故 C 错误；铯 133 和铯 137 是同位素，质子数相同中子数不同，故 D 正确.

【考点定位】元素半衰期

24.(2012·大纲全国卷) $^{235}_{92}U$ 经过 m 次 α 衰变和 n 次 β 衰变 $^{207}_{82}Pb$，则

A.m=7，n=3　　B.m=7，n=4　　C.m=14，n=9　　D.m=14，n=18

【答案】B

【解析】原子核每发生一次 α 衰变，质量数减少 4，电荷数减少 2；每发生一次 β 衰变，质量数不变，电荷数增加 1.比较两种原子核，质量数减少 28，即发生了 α 衰变次数： $m=\frac{28}{4}=7$；电荷数应减少 14，而电荷数减少 10，说明发生了 β 衰变次数：n=m×2-(92-82)=4，所以 B 项正确.

【考点定位】本题考查原子核衰变次数的计算

25.(2012·上海物理)与原子核内部变化有关的现象是(　　)

A.电离现象　　B.光电效应现象　　C.天然放射现象　　D.α 粒子散射现象

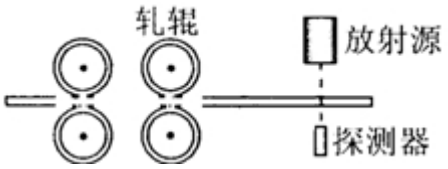
【答案】C

【解析】电离现象是电子脱离原子核的束缚，不涉及原子核内部变化.故 A 错误；光电效应是原子核外层电子脱离原子核的束缚而逸出，没有涉及到原子核的变化，故 B 错误；天然放射现象是原子核内部自发的放射出 α 粒子或电子的现象，反应的过程中核内核子数，质子数，中子数发生变化，涉及到原子核内部的变化.故 C 正确；α 粒子散射实验表明了原子内部有一个很小的核，并没有涉及到核内部的变化.故 D 错误；故选 C.

【考点定位】本题考查一些物理现象的产生原因及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

26.(2012·上海卷·T5)在轧制钢板时需要动态地监测钢板厚度,其检测装置由放射源、探测器等构成，如图所示。该装置中探测器接收到的是(　　)



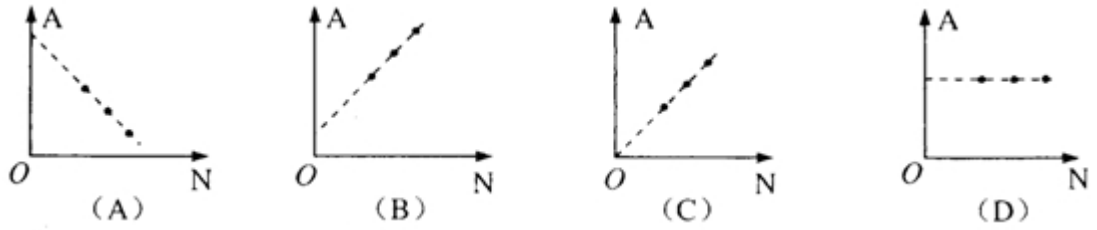
A.x 射线　　B.α 射线　　C.β 射线　　D.γ 射线

【答案】D

解析：首先，放射源放出的是 α 射线、β 射线 、γ 射线，无 x 射线，A 不对，另外 α 射线穿透本领最弱，一张纸就能挡住，而 β 射线穿透本领较强能穿透几毫米厚的铝板，γ 射线穿透本领最强可以穿透几厘米厚的铅板，而要穿过轧制钢板只能是 γ 射线，因此 D 正确

【考点定位】本题考查放射线的穿透能力及其相关知识

27.(2012·上海卷·T9)某种元素具有多种同位素，反映这些同位素的质量数 A 与中子数 N 关系的是图(　　)



【答案】B

【解析】某种元素中质子数与中子数基本相当，质量数等于质子数与中子数之和，因此当中子数 N 增多时，质量数 A 也会增大，因此 A、D 两个选项不对，只能从 B、C 两个选项中选，又因为氢原子中只有一个质子，无中子，也就是中子数 N 为零时，质量数 A 不为零，因此只有 B 正确。

【考点定位】本题考查同位素的质量数 A 与中子数 N 的关系及其相关知识

28.(2012·重庆卷)以下是物理学史上 3 个著名的核反应方程

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

x+${}_{3}^{7}$Li→2y，y+${}_{7}^{14}$N→x+${}_{8}^{17}$O，y+${}_{4}^{9}$Be→z+${}_{6}^{12}$C。

x、y 和 z 是 3 种不同的粒子，其中 z 是

A.α 粒子　　B.质子　　C.中子　　D.电子

【答案】C

【解析】将上述三个方程相加，整理后得 ${}_{3}^{7}Li+{}_{7}^{14}N+{}_{4}^{9}Be\rightarrow{}_{8}^{17}O+{}_{6}^{12}C+z$，根据电荷数守恒和质量数守恒，z 的质量数为 1，电荷数为 0，为中子，C 正确.A、B、D 错误.

【考点定位】本题考查核反应方程及其相关知识

29.(2015·上海卷·T7)在 α 粒子散射实验中，电子对 α 粒子运动的影响可以忽略，这是因为与 α 粒子相比，电子

A.电量太小　　B.速度太小　　C.体积太小　　D.质量太小

【答案】D

【解析】在 α 粒子散射实验中，由于电子的质量太小，电子的质量只有 α 粒子的 $\frac{1}{7300}$，它对 α 粒子速度的大小和方向的影响就像灰尘对枪弹的影响，完全可以忽略。故 D 正确，A、B、C 错误。

【考点定位】α 粒子散射实验

30.(2015·上海卷·T6) ${}_{90}^{232}Th$ 经过一系列 α 衰变和 β 衰变后变成 ${}_{82}^{208}Pb$，则 ${}_{82}^{208}Pb$ 比 ${}_{90}^{232}Th$ 少

A.16 个中子，8 个质子　　B.8 个中子，16 个质子

C.24 个中子，8 个质子　　D.8 个中子，24 个质子

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】${}^{208}_{82}Pb$比${}^{232}_{90}Pb$质子数少(90-82)=8个，核子数少(232-208)=24个，所以中子数少(24-8)=16个，故A正确；B、C、D错误。

【考点定位】核反应方程

31.(2015·北京卷·14)下列核反应方程中，属于α衰变的是

A. ${}^{14}_{7}N+{}^{4}_{2}He\rightarrow{}^{17}_{8}O+{}^{1}_{1}H$　　B. ${}^{238}_{92}U\rightarrow{}^{234}_{90}Th+{}^{4}_{2}He$

C. ${}^{2}_{1}H+{}^{3}_{1}H\rightarrow{}^{4}_{2}He+{}^{1}_{0}n$　　D. ${}^{234}_{90}Th\rightarrow{}^{234}_{91}Pa+{}^{0}_{-1}e$

【答案】B

【解析】A选项是人工核转变，用人工方法${}^{4}_{2}He$核轰击${}^{14}_{7}N$产生质子；选项A错误。B、衰变是原子核自发放射α粒子的核反应，选项B正确；C、两个轻核结合成中核的反应为轻核聚变反应，选项C错误；D为β衰变。故选B。

【考点定位】四类核反应方程的特点。

32.(2017·新课标Ⅱ卷)一静止的铀核放出一个α粒子衰变成钍核，衰变方程为${}^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$。下列说法正确的是

A.衰变后钍核的动能等于α粒子的动能

B.衰变后钍核的动量大小等于α粒子的动量大小

C.铀核的半衰期等于其放出一个α粒子所经历的时间

D.衰变后α粒子与钍核的质量之和等于衰变前铀核的质量

【答案】B

【解析】根据动量守恒定律可知，生成的钍核的动量与α粒子的动量等大反向，选项B正确；根据$E_{\mathrm{k}}=\frac{p^2}{2m}$可知，衰变后钍核的动能小于α粒子的动能，选项A错误；铀核的半衰期等于一半数量的铀核衰变需要的时间，而放出一个α粒子所经历的时间是一个原子核衰变的时间，故两者不等，选项C错误；由于该反应

放出能量，由质能方程可知，衰变后 α 粒子与钍核的质量之和小于衰变前铀核的质量，选项 D 错误；故选 B。

【考点定位】半衰期；动量守恒定律；质能方程

【名师点睛】此题考查了原子核的反冲问题以及对半衰期的理解；对于有能量放出的核反应，质量数守恒，但是质量不守恒；知道动量和动能的关系 $E_k=\frac{p^2}{2m}$。

33.(2014·新课标全国卷Ⅰ)关于天然放射性，下列说法正确的是_____，

A.所有元素都可能发生衰变

B.放射性元素的半衰期与外界的温度无关

C.放射性元素与别的元素与别的元素形成化合物时仍具有放射性

D.α、β 和 γ 三种射线中，γ 射线的穿透能力最强

E.一个原子核在一次衰变中可同量放出 α、β 和 γ 三种射线

【答案】BCD

【解析】并不是所有的元素都能衰变，只有原子序号超过 83 的元素才都能发生衰变，选项 A 错。放射性元素的半衰期由原子核内部的结构决定，与外界温度无关，选项 B 对。放射性元素其放射性来自于原子核内部的，与其他元素形成化合物并没有改变其内部原子核结构所以仍具有放射性，选项 C 对。α、β 和 γ 三种射线中，γ 射线能量最高，穿透能力最强，选项 D 对。一个原子核在一次衰变中，要么是 α 衰变要么是 β 衰变，同时伴随着能量的释放即 γ 射线，选项 E 错。

【考点定位】原子核结构　衰变

34.(2013·海南卷·T17(1))原子核 $^{232}_{90}Th$ 具有天然放射性，它经过若干次 α 衰变和 β 衰变后会变成新的原子核。下列原子核中，有三种是 $^{232}_{90}Th$ 衰变过程中可以产生的，它们是

A. $^{204}_{82}Pb$　　B. $^{203}_{82}Pb$　　C. $^{210}_{84}Po$　　D. $^{224}_{88}Ra$　　E. $^{226}_{88}Ra$

【答案】ACD

发生 α 衰变是放出 $^{4}_{2}He$，发生 β 衰变是放出电子 $^{0}_{-1}e$，根据质量数和电荷数守恒有，每发生一次 α 衰变质量数减少 4，电荷数减少 2，每发生一次 β 衰变质量数不变化，电荷数增加 1，由质量数的变化可确定 α 衰变的次数(必须是整数)，进而可知 β 衰变的次数。逐一判断可知 ACD 符合要求。

【考点定位】核反应方程

35.(2015·山东卷·T39(1))^{14}C 发生放射性衰变为 ^{14}N，半衰期约为 5700 年。已知植物存活其间，其体内 ^{14}C 与 ^{12}C 的比例不变；生命活动结束后，^{14}C 的比例持续减少。现通过测量得知，某古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一。下列说法正确的是

a.该古木的年代距今约为 5700 年

b.^{12}C 、^{13}C 、^{14}C 具有相同的中子数

c.^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出 β 射线

d.增加样品测量环境的压强将加速 ^{14}C 的衰变

【答案】ac

【解析】因古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一，则可知经过的时间为一个半衰期，即该古木的年代距今约为 5700 年，选项 a 正确；^{12}C 、^{13}C 、^{14}C 具有相同的质子数，由于质量数不同，故中子数不同，选项 b 错误；根据核反应方程可知，^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出电子，即发出 β 射线，选项 c 正确；外界环境不影响放射性元素的半衰期，选项 d 错误；故选 aC.

【考点定位】半衰期；核反应方程.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

36.(2018·天津卷·T5)氢原子光谱在可见光区域内有四条谱线H_α、H_β、H_γ、H_δ，都是氢原子中电子从量子数 n>2 的能级跃迁到 n=2 的能级发出的光，它们在真空中的波长由长到短，可以判定

A. H_α对应的前后能级之差最小

B. 同一介质对H_α的折射率最大

C. 同一介质中H_δ的传播速度最大

D. 用H_γ照射某一金属能发生光电效应，则H_β也一定能

【答案】A

【解析】试题分析：根据$h\nu = E_m - E_n$分析前后能级差的大小；根据折射率与频率的关系分析折射率的大小；根据$v = \frac{c}{n}$判断传播速度的大小；根据发生光电效应现象的条件是入射光的频率大于该光的极限频率判断是否会发生光电效应.

波长越大，频率越小，故H_α的频率最小，根据$E = h\nu$可知H_α对应的能量最小，根据$h\nu = E_m - E_n$可知H_α对应的前后能级之差最小，A 正确；H_α的频率最小，同一介质对应的折射率最小，根据$v = \frac{c}{n}$可知H_α的传播速度最大，BC 错误；H_γ的波长小于H_β的波长，故H_γ的频率大于H_β的频率，若用H_γ照射某一金属能发生光电效应，则H_β不一定能，D 错误.

波长越大，频率越小，故H_α的频率最小，根据$E = h\nu$可知H_α对应的能量最小，根据$h\nu = E_m - E_n$可知H_α对应的前后能级之差最小，A 正确；H_α的频率最小，同一介质对应的折射率最小，根据$v = \frac{c}{n}$可知H_α的传播速度最大，BC 错误；H_γ的波长小于H_β的波长，故H_γ的频率大于H_β的频率，若用H_γ照射某一金属能发生光电效应，则H_β不一定能，D 错误.

【点睛】光的波长越大，频率越小，同一介质对其的折射率越小，光子的能量越小.

37.(2016·北京卷)处于 n=3 能级的大量氢原子，向低能级跃迁时，辐射光的频率有

A.1 种　　B.2 种　　C.3 种　　D.4 种

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

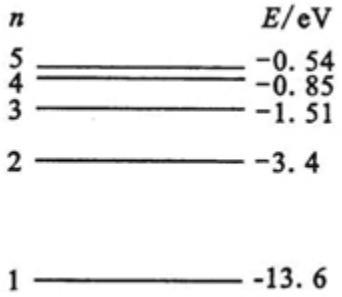
【答案】C

【解析】因为是大量处于 n=3 能级的氢原子，所以根据 C_n^2 可得辐射光的频率可能有 3 种，故 C 正确。

【考点定位】考查了氢原子跃迁

【方法技巧】解决本题的关键知道能级间跃迁辐射或吸收光子的能量等于两能级间的能级差，知道数学组合公式 C_n^2 的应用，另外需要注意题中给的是“大量”氢原子还是一个氢原子。

38.(2012·四川卷)如图为氢原子能级示意图的一部分，则氢原子



A.从 n＝4 能级跃迁到 n＝3 能级比从 n＝3 能级跃迁到 n＝2 能级辐射出电磁波的波长长

B.从 n＝5 能级跃迁到 n＝1 能级比从 n＝5 能级跃迁到 n＝4 能级辐射出电磁波的速度大

C.处于不同能级时，核外电子在各处出现的概率是一样的

D.从高能级向低能级跃迁时，氢原子核一定向外放出能量

【答案】A

【解析】由 $hv = E_m - E_n$ v 和 $E_4 - E_3 < E_3 - E_2$，可知 $v_{43} < v_{32}$，再根据 $c = \lambda v$，所以 $\lambda_{43} > \lambda_{32}$，A 正确。所有电磁波的速度都相同，B 错误。处于不同能级时，核外电子在各处出现的概率不一样，出现不同形状的电子云，C 错误。从高能级向低能级跃迁时，氢原子向外放出能量，D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查玻尔理论及其相关知识

39.(2012·天津卷·T1)下列说法正确的是

A.采用物理或化学方法可以有效地改变放射性元素的半衰期

B.由玻尔理论知道氢原子从激发态跃迁到基态时会放出光子

C.从高空对地面进行遥感摄影是利用紫外线良好的穿透能力

D.原子核所含核子单独存在时的总质量小于该原子核的质量

【答案】B

【解析】半衰期是原子的物理属性，不能采用物理或化学方法改变；高空遥感是用红外线的；由于核子结合为原子核时能量增加必然存在质量亏损；氢原子从高能量的激发态跃迁到低能量的基态时放出能量，所以放出光子。答案 B。

【考点定位】本题考查半衰期、波尔理论等相关知识

40.(2011·四川卷)氢原子从能级 m 跃迁到能级 n 时辐射红光的频率为 ν_1，从能级 n 跃迁到能级 k 时吸收紫光的频率为 ν_2，已知普朗克常量为 h，若氢原子从能级 k 跃迁到能级 m，则

A.吸收光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$

B.辐射光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$

C.吸收光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$

D.辐射光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$

【答案】D

氢原子从能级 m 跃迁到能级 n 时辐射红光，$E_m-E_n=h\nu_1$，从能级 n 跃迁到能级 k 时吸收紫光 $E_k-E_n=h\nu_2$，则从能级 k 跃迁到能级 m 有 $E_k-E_m=(E_k-E_n)-(E_m-E_n)=h\nu_2-h\nu_1$，因红光的能量小于紫光的能量，故能量降低辐射光子；故 A 正确，BCD 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】氢原子跃迁

41.(2012·北京卷)一个氢原子从 n=3 能级跃迁到 n=2 能级，该氢原子

A.放出光子，能量增加　　B.放出光子，能量减少

C.吸收光子，能量增加　　D.吸收光子，能量减少

【答案】B

【解析】一个氢原子从 n=3 能级跃迁到 n=2 能级，即从高能级向低能级跃迁，释放光子，能量减少，故选项 B 正确。

【考点定位】本题考查了原子的能级

42.(2011·全国卷)已知氢原子的基态能量为 E_1，激发态能量 $E_n=\frac{E_1}{n}$，其中 n=2、3、4……，用 h 表示普朗克常量，c 表示真空中的光速，能使氢原子从第一激发态电离的光子的最大波长为

A.$-\frac{4hc}{3E_1}$　　B.$-\frac{2hc}{E_1}$　　C.$-\frac{4hc}{E_1}$　　D.$-\frac{9hc}{E_1}$

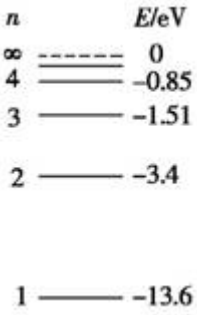
【答案】C

【解析】第一激发态即第二能级，是能量最低的激发态，则有：$E_2=\frac{E_1}{4}$；电离是氢原子从第一激发态跃迁到最高能级 0 的过程，需要吸收的光子能量最小为：$0-E_2=-\frac{E_1}{4}$，所以有：$-\frac{E_1}{4}=h\frac{c}{\lambda}$，解的：$\lambda=-\frac{4hc}{E_1}$，故 C 正确.

【考点定位】氢原子跃迁

43.(2014·山东卷)氢原子能级如图，当氢原子从 n=3 跃迁到 n=2 的能级时，辐射光的波长为 656nm。以下判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



a.氢原子从 n=2 跃迁到 n=1 的能级时，辐射光的波长大于 656nm

b.用波长为 325nm 的光照射，可使氢原子从 n=1 跃迁到 n=2 能级

c.一群处于 n=3 能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生 3 种谱线

d.用波长为 633nm 的光照射，不能使氢原子从 n=2 跃迁到 n=3 的能级

【答案】cd

【解析】由于 n=3 与 n=2 间的能量差为 $-1.51-(-3.4)=1.89eV$，而 n=1 与 n=2 间的能量差为 $-3.4-(-13.6)=10.2eV$，根据 $\Delta E=h\gamma=h\frac{c}{\lambda}$ 可知，氢原子从 n=2 跃迁到 n=1 的能级时辐射的波长 $\lambda=121.6nm$ 小于 656nm，a 错误；同样从 n=1 跃迁到 n=2 能级需要的光子的波长也恰好为 $121.6nm$，b 错误；一群处于 n=3 能级的氢原子向低能级跃迁时可能会出现 3 种可能，因此会放出 3 种不同频率的光子，c 正确；电子发生跃迁时，吸收或放出的能量一定等于这两个能级间的能量差，为一特定值，大于或小于这个特定的值都不能使之发生跃迁。因此 d 正确。

【考点定位】能级跃迁

44.(2018·全国 II 卷)用波长为 300 nm 的光照射锌板，电子逸出锌板表面的最大初动能为 1.28×10^{-19} J。已知普朗克常量为 6.63×10^{-34} J·s，真空中的光速为 3.00×10^{8} m·s^{-1}，能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为

A. 1×10^{14} Hz

B. 8×10^{14} Hz

C. 2×10^{15} Hz

D. 8×10^{15} Hz

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B

【解析】试题分析：知道光电效应方程$E_k=h\nu-W_0$；知道逸出功$W_0=h\nu_0$并结合两个公式求解。

由光电效应方程式得：$E_k=h\nu-W_0$得：$W_0=h\nu-E_k=h\frac{c}{\lambda}-E_k$

刚好发生光电效应的临界频率为ν_0，则$W_0=h\nu_0$

代入数据可得：$\nu_0=8\times10^{14}Hz$ ，故 B 正确；

故选 B

点睛：本题比较简单，知道光电效应方程并利用方程求解即可。

45.(2011·上海卷)用一束紫外线照射某金属时不能产生光电效应，可能使该金属产生光电效应的措施是

A.改用频率更小的紫外线照射　　B.改用X射线照射

C.改用强度更大的原紫外线照射　　D.延长原紫外线的照射时间

【答案】B

【解析】每一种金属对应一个极限频率，低于极限频率的光，无论照射时间有多长，光的强度有多大，都不能使金属产生光电效应，只要照射光的频率大于或者等于极限频率，就能产生光电效应，因为 X 射线的频率高于紫外线的频率，所以改用 X 射线照射能发生光电效应，B 正确。

【考点定位】光电效应

46.(2014·江苏卷·T12C(1))已知钙和钾的截止频率分别为 7.73×10^{14}Hz 和 5.44×10^{11}Hz，在某种单色光的照射下两种金属均发生光电效应，比较它们表面逸出的具有最大初动能的光电子，钙逸出的光电子具有较大的

A.波长　　B.频率　　C.能量　　D.动量

【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)根据光电效应方程 $E_k = h\nu - h\nu_0$；因为钙的截止频率较大，所以光电子的最大初动能较小，动量也较小，CD 项错误；根据德布罗意波长 $\lambda = \frac{h}{P}$ 可知从钙中逸出的光电子具有较大波长，A 项错误；波长大的，频率小，B 项错误。

【考点定位】本题主要考查了对爱因斯坦光电效应方程、德布罗意波长公式的理解与应用问题，属于中档偏低题。

47.(2013·上海卷)当用一束紫外线照射锌板时，产生了光电效应，这时

A.锌板带负电　　B.有正离子从锌板逸出

C.有电子从锌板逸出　　D.锌板会吸附空气中的正离子

【答案】C

【解析】光电效应发生的过程是锌板原子核外层电子在吸收光子后摆脱原子核的束缚逃离锌板，导致锌板带正电，选项 AB 错误，C 正确；锌板失去电子后带正电，因同种电荷排斥，所以锌板不会吸引空气中的正离子，D 错误。

【考点定位】光电效应的发生。

48.(2013·天津卷)下列说法正确的是

A.原子核发生衰变时要遵守电荷守恒和质量守恒的规律

B.α射线、β射线、γ射线都是高速运动的带电粒子流

C.氢原子从激发态向基态跃迁只能辐射特定频率的光子

D.发生光电效应时光电子的动能只与入射光的强度有关

【答案】C

【解析】A、原子核发生衰变时，电荷守恒，但会有质量亏损，遵循的是爱因斯坦的质能方程而非质量守恒规律； 故 A 错误. B、α 射线和 β 射线分别是带正电的氦核流和带负电的电子流，而 γ 射线不带电；故 B 错误.C、根据玻尔氢原子模型的相关理论，电子轨道和能量都是量子化的，而在跃迁”过程中要遵循 $h\upsilon=E_m-E_n$

，故只能辐射特定频率的光子.故 C 正确. D、由光电效应的方程 $E_k=h\upsilon-W_0$ 可知，光电子的动能由入射光频率决定.故 D 错误.故选 C

【考点定位】原子核衰变、玻尔理论、光电效应。

49.(2012·上海卷)在光电效应实验中，用单色光照时某种金属表面，有光电子逸出，则光电子的最大初动能取决于入射光的(　　)

A.频率　　B.强度　　C.照射时间　　D.光子数目

【答案】A

【解析】发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率，由公式 $h\nu-W=\frac{1}{2}mv^2$ 知，W 为逸出功不变，所以光电子的最大初动能取决于入射光的频率，A 正确。

【考点定位】本题考查光电效应及其相关知识

50.(2012·上海卷·T4)根据爱因斯坦的“光子说”可知

A.“光子说”本质就是牛顿的“微粒说”

B.光的波长越大，光子的能量越小

C.一束单色光的能量可以连续变化

D.只有光子数很多时，光才具有粒子性

【答案】B

【解析】爱因斯坦的“光子说”认为光是一份一份的不连续的它并不否定光的波动性，而牛顿的“微粒说”而波动说是对立的，因此 A 不对

在爱因斯坦的“光子说”中光了的能量；$E=h\nu=h\frac{C}{\lambda}$ 可知波长越长，光子的能量越小，因此 C 正确。

某一单色光，波长恒定，光子的能量也是恒定的，因此 C 不对

大量光子表现为波动性，而少数光子才表现为粒子性，因此 D 不对。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查爱因斯坦的光子学说及其相关知识

51.(2014·上海卷)在光电效应的实验结果中，与光的波动理论不矛盾的是

A.光电效应是瞬时发生的　　B.所有金属都存在极限频率

C.光电流随着入射光增强而变大　　D.入射光频率越大，光电子最大初动能越大

【答案】C

【解析】按照光的波动理论，电子通过波动吸收能量，若波的能量不足以使得电子逸出，那么就需要多吸收一些，需要一个能量累积的过程，而不是瞬时的，选项 A 对波动理论矛盾。根据波动理论，能量大小与波动的振幅有关，而与频率无关，即使光的能量不够大，只要金属表面的电子持续吸收经过一个能量累积过程，都可以发生光电效应，与选项 B 矛盾；光电子逸出后的最大初动能与入射光的能量有关，即与入射光的波动振幅有关，与频率无关，所以波动理论与选项 D 矛盾。对于光电流大小，根据波动理论，入射光增强，能量增大，所以光电流增大，选项 C 与波动理论并不矛盾，选项 C 正确。

【考点定位】光电效应与波动性

52.(2016·天津卷·T2)如图是 a、b 两光分别经过同一双缝干涉装置后在屏上形成的干涉图样，则

*a*光的干涉图样

*b*光的干涉图样

A.在同种均匀介质中，a 光的传播速度比 b 光的大

B.从同种介质射入真空发生全反射时 a 光临界角大

C.照射在同一金属板上发生光电效应时，a 光的饱和电流大

D.若两光均由氢原子能级跃迁产生，产生 a 光的能级能量差大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】

【解析】A、由图可知 a 光的干涉条纹间距小于 b 光，根据 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$ 可知，a 的波长小于 b 光，则 a 光的频率大于 b 光，a 的折射率大于 b 光，根据 n=c/v 可知，在同种介质中传播时 a 光的传播速度比 b 光的小，故 A 错误；

B、根据 sinC＝1/n 可知，同种介质射入真空发生全反射时 a 光临界角小，故 B 错误；

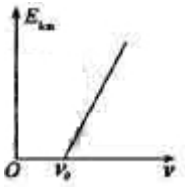
C、光电效应时饱和电流与入射光的强度有关，所以无法判断饱和电流的大小，故 C 错误；

D、因 a 光的频率大，故若两光均由氢原子能级跃迁产生，则产生 a 光的能级差大，故 D 正确。

【考点定位】双缝干涉、全反射、光电效应、玻尔理论

【名师点睛】此题考查了双缝干涉、全反射、光电效应以及玻尔理论等知识点；要知道双缝干涉中条纹间距的表达式 $\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$，能从给定的图片中得到条纹间距的关系；要知道光的频率越大，折射率越大，全反射临界角越小，波长越小，在介质中传播的速度越小。

53.(2011·福建卷)爱因斯坦因提出光量子概念并成功地解释光电效应的规律而获得 1921 年诺贝尔物理学奖。某种金属逸出光电子的最大初动能 E_{km} 与入射光频率 ν 的关系如图所示，其中 ν_0 为极限频率。从图中可以确定的是



A.逸出功与 ν 有关　　B.E_{km} 与入射光强度成正比

C.当 $\nu=\nu_0$ 时会逸出光电子　　D.图中直线斜率与普朗克常量有关

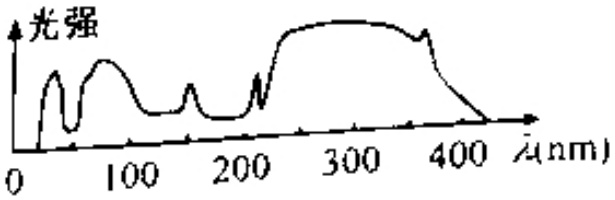
【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】逸出功与 ν_0 有关，选项 A 错误；E_{km} 与入射光频率有关，与入射光强度无关，选项 B 错误；当 $\nu=\nu_0$ 时入射光光子能量等于逸出功，不会逸出光电子，选项 C 错误；由爱因斯坦光电效应方程可知，图中直线斜率与普朗克常量有关，选项 D 正确。

【考点定位】光电效应

54.(2015·上海卷·T11)某光源发出的光由不同波长的光组成，不同波长的光的强度如图所示，表中给出了一些材料的极限波长，用该光源发出的光照射表中材料



材料	钠	铜	铂
极限波长(nm)	541	268	196

A.仅钠能产生光电子　　B.仅钠、铜能产生光电子

C.仅铜、铂能产生光电子　　D.都能产生光电子

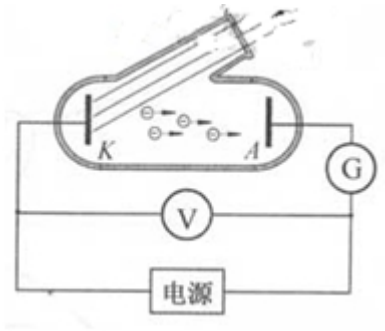
【答案】D

【解析】根据爱因斯坦光电效应方程可知，只有光源的波长小于某金属的极限波长，就有光电子逸出，该光源发出的光的波长有小于 100nm，小于钠、铜、铂三个的极限波长，都能产生光电子，故 D 正确，A、B、C 错误。

【考点定位】光电效应

55.(2013·北京卷·T20)以往我们认识的光电效应是单光子光电效应，即一个电子极短时间内能吸收到一个光子而从金属表面逸出。强激光的出现丰富了人们对于光电效应的认识，用强激光照射金属，由于其光子密度极大，一个电子在短时间内吸收多个光子成为可能，从而形成多光子电效应，这已被实验证实。光电效应实验装置示意如图。用频率为 v 的普通光源照射阴极 k，没有发生光电效应，换同样频率为 v 的强激光照射阴极 k，则发生了光电效应；此时，若加上反向电压

U，即将阴极 k 接电源正极，阳极 A 接电源负极，在 k、A 之间就形成了使光电子减速的电场，逐渐增大 U，光电流会逐渐减小；当光电流恰好减小到零时，所加反向电压 U 可能是下列的(其中 W 为逸出功，h 为普朗克常量，e 为电子电量)



A.$U=\frac{hv}{e}-\frac{W}{e}$　　B.$U=\frac{2hv}{e}-\frac{W}{e}$　　C.U=2hv-W　　D. $U=\frac{5hv}{2e}-\frac{W}{e}$

【答案】B

【解析】由题意可知，用强激光照射发生光电效应时有 $E_k=nh\upsilon-W$ (n=2，3，4，5，6……)，在 kA 之间逐渐增大 U，当光电流恰好减小到零时，由动能定理可得 $-eU=0-E_k$，联立可得 $U=\frac{nh\upsilon}{e}-\frac{W}{e}$ (n=2，3，4，5，6……)，对比各选项可知选 B。

【考点定位】光电效应

56.(2011·广东卷)光电效应实验中，下列表述正确的是

A.光照时间越长光电流越大　　B.入射光足够强就可以有光电流

C.遏止电压与入射光的频率有关　　D.入射光频率大于极限频率才能产生光电子

【答案】CD

【解析】光电流的大小与光照时间无光，与光的强度有关.故 A 错误；发生光电效应的条件是入射光频率大于极限频率，入射光强，不一定能发生光电效应.故 B 错误；根据光电效应方程 $E_{km}=eU_c=h\gamma-W_0$，知遏止电压与入射光的频率有关.故 C 正确；发生光电效应的条件是入射光频率大于极限频率.故 D 正确.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】光电效应

57.(2015·全国新课标Ⅱ卷·T35(1))实物粒子和光都具有波粒二象性，下列事实中突出体现波动性的是

A.电子束通过双缝实验后可以形成干涉图样

B. β 射线在云室中穿过会留下清晰的径迹

C.人们利慢中子衍射来研究晶体的结构

D.人们利用电子显微镜观测物质的微观结构

E.光电效应实验中，光电子的最大初动能与入射光的频率有关，与入射光的强度无关

【答案】ACD

【解析】电子束通过双缝实验后可以形成干涉图样，可以说明电子是一种波，故 A 正确；

β 射线在云室中穿过会留下清晰的径迹，可以说明 β 射线是一种粒子，故 B 错误；

人们利用慢中子衍射来研究晶体的结构，中子衍射说明中子是一种波，故 C 正确；

人们利用电子显微镜现测物质的微观结构，利用了电子的干涉现象，说明电子是一种波，故 D 正确；

光电效应实验中，光电子的最大初动能与入射光的频率有关，与入射光的强度无关，说明光是一种粒子，故 E 错误。

【考点定位】波粒二象性；光电效应

58.(2015·江苏卷·T12C(1))波粒二象性时微观世界的基本特征，以下说法正确的有

A.光电效应现象揭示了光的粒子性

B.热中子束射到晶体上产生衍射图样说明中子具有波动性

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.黑体辐射的实验规律可用光的波动性解释

D.动能相等的质子和电子，它们的德布罗意波也相等

【答案】AB

【解析】光电效应说明光的粒子性，所以A正确；热中子在晶体上产生衍射图样，即运动的实物粒子具有波的特性，即说明中子具有波动性，所以B正确；黑体辐射的实验规律说明电磁辐射具有量子化，即黑体辐射是不连续的、一份一份的，所以黑体辐射用光的粒子性解释，即C错误；根据的德布罗意波长公式$\lambda=\frac{h}{p}$，$p^2=2mE_k$，又质子的质量大于电子的质量，所以动能相等的质子和电子，质子的德布罗意波较短，所以D错误。

【考点定位】光的效应、黑体辐射、物质波

59.(2014·海南卷)在光电效应实验中，用同一种单色光，先后照射锌和银的表面，都能产生光电效应。对于这两个过程。下列四个物理量中，一定不同的是

_____

A.遏制电压　　B.饱和光电流　　C.光电子的最大初动能　　D.逸出功

【答案】ACD

【解析】不同的金属具有不同的逸出功，遏制电压为$U=\frac{h\nu-W_0}{e}$，光电子的最大初动能为$E_k=h\nu-W_0$，饱和光电流由单位时间内的入射光子数决定，综上可知 ACD 正确。

【考点定位】光电效应

60.(2014·广东卷)在光电效应实验中，用频率为ν的光照射光电管阴极，发生了光电效应，下列说法正确的是

A.增大入射光强度，光电流增大

B.减小入射光的强度，光电效应现象消失

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.改用频率小于 ν 的光照射，一定不发生光电效应

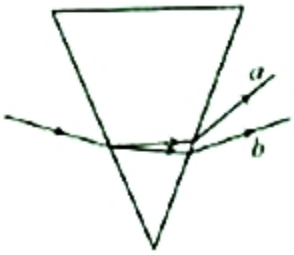
D.改用频率大于 ν 的光照射，光电子的最大初动能变大

【答案】AD

【解析】已知用频率为 ν 的光照射光电管阴极，发生光电效应，可知光电管阴极金属材料的极限频率肯定小于 ν，改用频率较小的光照射时，仍有可能发生光电效应，选项 C 错误；根据爱因斯坦光电效应方程 $E_k=h\nu-W_0$ 可知，增加照射光频率，光电子最大初动能也增大，故选项 D 正确；增大入射光强度，单位时间内照射到单位面积的光电子数增加，则光电流将增大，故选项 A 正确；光电效应是否产生于照射光频率有关而与照射光强度无关，故选项 B 错误。

【考点定位】本题考查光电效应

61.(2014·天津卷·T8)一束由两种频率不同的单色光组成的复色光从空气射入玻璃三棱镜后，出射光分成 a、b 两束，如图所示，则 a、b 两束光



A.垂直穿过同一块平板玻璃，a 光所用的时间比 b 光长

B.从同种介质射入真空发生全反射时，a 光临界角比 b 光的小

C.分别通过同一双缝干涉装置，b 光形成的相邻条纹间距小

D.若照射同一金属都能发生光电效应，b 光照射时逸出的光电子最大初动能大

【答案】AB

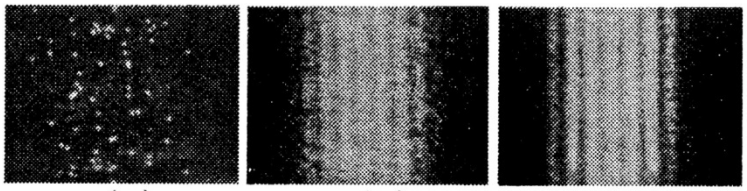
【解析】由题图可知，在玻璃中，*a* 光折射率大于 *b* 光，所以玻璃中的光速 *a* 小于 *b*，A 正确。由全反射可知，同种介质中 *a* 的折射率大于 *b*，则临界角 *a* 小于 *b*，B 正确。*a* 光波长小于 *b* 光，则双缝干涉中，*a* 光的相邻亮条纹间距小，C 错

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

。*a* 光频率大于 *b* 光，因此 *a* 光的光子能量大，在光电效应中，逸出电子的最大初动能更大，D 错。

【考点定位】光的折射规律、双缝干涉、光电效应

62.(2011·上海卷)用极微弱的可见光做双缝干涉实验，随着时间的增加，在屏上先后出现如图(a)、(b)、(c)所示的图像，则



A.图像(a)表明光具有粒子性

B.图像(c)表明光具有波动性

C.用紫外光观察不到类似的图像

D.实验表明光是一种概率波

【答案】ABD

【解析】少数光子的行为表现为光的粒子性，A 正确；大量光子的行为表现为光的波动性，B 正确；出现亮条纹的地方是光子达到概率大的地方，出现暗条纹的地方是光子到达概率小的地方，光时概率波 D 正确；紫外光虽然不是可见光，但也能够产生光的干涉现象，C 错误；

【考点定位】考查了光的波粒二象性，

63.(2012·上海卷)产生光电效应时，关于逸出光电子的最大初动能 E_k，下列说法正确的是

A.对于同种金属，E_k 与照射光的强度无关

B.对于同种金属，E_k 与照射光的波长成反比

C.对于同种金属，E_k 与光照射的时间成正比

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.对于同种金属，E_k 与照射光的频率成线性关系

E.对于不同种金属，若照射光频率不变，E_k 与金属的逸出功成线性关系

【答案】ADE

【解析】根据光电效应规律，对于同种金属，E_k 与照射光的强度无关，E_k 与光照射的时间无关，E_k 与照射光的频率成线性关系，E_k 与照射光的波长有关，但不是成反比，选项 AD 正确 BC 错误；对于不同种金属，若照射光频率不变，根据光电效应方程，$E_k = h\nu - W$，E_k 与金属的逸出功成线性关系，选项 E 正确。

【考点定位】本题考查光电效应及其相关知识

64.(2017·新课标Ⅲ卷)在光电效应实验中，分别用频率为 ν_a、ν_b 的单色光 a、b 照射到同种金属上，测得相应的遏止电压分别为 U_a 和 U_b、光电子的最大初动能分别为 E_{ka} 和 E_{kb}。h 为普朗克常量。下列说法正确的是

A.若 $\nu_a>\nu_b$，则一定有 $U_a<U_b$

B.若 $\nu_a>\nu_b$，则一定有 $E_{ka}>E_{kb}$

C.若 $U_a<U_b$，则一定有 $E_{ka}<E_{kb}$

D.若 $\nu_a>\nu_b$，则一定有 $h\nu_a-E_{ka}>h\nu_b-E_{kb}$

【答案】BC

【解析】由爱因斯坦光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W$，又由动能定理有 $E_{km} = eU$，当 $\nu_a > \nu_b$ 时，$E_{ka} > E_{kb}$，$U_a > U_b$，A 错误，B 正确；若 $U_a < U_b$，则有 $E_{ka} < E_{kb}$，C 正确；同种金属的逸出功不变，则 $W = h\nu - E_{km}$ 不变，D 错误。

【考点定位】光电效应

【名师点睛】本题主要考查光电效应。发生光电效应的条件是入射光的频率大于金属的极限频率，光的强弱只影响单位时间内发出光电子的数目；光电子的最大初动能和遏止电压由照射光的频率和金属的逸出功决定；逸出功由金属本身决定，与光的频率无关。

65.(2017·北京卷)2017 年年初，我国研制的“大连光源”——极紫外自由电子激光装置，发出了波长在 100 nm(1 nm=10^{-9} m)附近连续可调的世界上最强的极紫外激光脉冲。大连光源因其光子的能量大、密度高，可在能源利用、光刻技术、雾霾治理等领域的研究中发挥重要作用。一个处于极紫外波段的光子所具有的能量可以电离一个分子，但又不会把分子打碎。据此判断，能够电离一个分子的能量约为(取普朗克常量 h=6.6×10^{-34} J·s，真空光速 c=3×10^{8} m/s)

A.10^{-21} J　　B.10^{-18} J　　C.10^{-15} J　　D.10^{-12} J

【答案】B

【解析】一个处于极紫外波段的光子的能量约为$E=\frac{hc}{\lambda}\approx 2\times10^{-18}$ J，由题意可知，光子的能量应比电离一个分子的能量稍大，因此数量级应相同，故选 B。

【考点定位】光子的能量、电离

【名师点睛】根据题意可知光子的能量足以电离一个分子，因此该光子的能量应比该分子的电离能大，同时又不能把分子打碎，因此两者能量具有相同的数量级，不能大太多。

66.(2018·天津卷·T1)国家大科学过程——中国散裂中子源(CSNS)于 2017 年 8 月 28 日首次打靶成功，获得中子束流，可以为诸多领域的研究和工业应用提供先进的研究平台，下列核反应中放出的粒子为中子的是

A. $^{14}_{7}\mathrm{N}$俘获一个 α 粒子，产生$^{17}_{8}\mathrm{O}$并放出一个粒子

B. $^{27}_{13}\mathrm{Al}$俘获一个 α 粒子，产生$^{30}_{15}\mathrm{P}$并放出一个粒子

C. $^{11}_{5}\mathrm{B}$俘获一个质子，产生$^{8}_{4}\mathrm{Be}$并放出一个粒子

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D. ${}_{3}^{6}\mathrm{Li}$俘获一个质子，产生${}_{2}^{3}\mathrm{He}$并放出一个粒子

【答案】B

【解析】根据质量数和电荷数守恒可知四个核反应方程分别为${}_{7}^{14}\mathrm{N}+{}_{2}^{4}\mathrm{He}\rightarrow{}_{8}^{17}\mathrm{O}+{}_{1}^{1}\mathrm{H}$、${}_{13}^{27}\mathrm{Al}+{}_{2}^{4}\mathrm{He}\rightarrow{}_{15}^{30}\mathrm{P}+{}_{0}^{1}\mathrm{n}$、${}_{5}^{11}\mathrm{B}+{}_{2}^{4}\mathrm{He}\rightarrow{}_{4}^{8}\mathrm{Be}+{}_{3}^{7}\mathrm{Li}$，${}_{3}^{6}\mathrm{Li}+{}_{2}^{4}\mathrm{He}\rightarrow{}_{2}^{3}\mathrm{He}+{}_{3}^{7}\mathrm{Li}$，故只有 B 选项符合题意；

【点睛】核反应过程中，质量数与核电荷数守恒，应用质量数与核电荷数守恒即可写出核反应方程式.

67.(2018·全国 III 卷·T1)1934 年，约里奥-居里夫妇用 α 粒子轰击铝核${}_{13}^{27}\mathrm{Al}$，产生了第一个人工放射性核素 X：$\alpha+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow\mathrm{n}+\mathrm{X}$。X 的原子序数和质量数分别为

A. 15 和 28　　B. 15 和 30　　C. 16 和 30　　D. 17 和 31

【答案】B

【解析】试题分析　本题考查核反应方程遵循的规律及其相关的知识点。

解析　根据核反应遵循的质量数守恒和电荷数守恒可知，X 的电荷数为 2+13=15，质量数为 4+27-1=30，根据原子核的电荷数等于原子序数，可知 X 的原子序数为 15，质量数为 30，选项 B 正确。

点睛　此题与 2014 年高考上海试题和 2013 年高考重庆试题类似，都是给出核反应方程，要求利用核反应同时遵循的质量数守恒和电荷数守恒解答。

68.(2015·上海卷·T5)铀核可以发生衰变和裂变，铀核的

A.衰变和裂变都能自发发生　　B.衰变和裂变都不能自发发生

C.衰变能自发发生而裂变不能自发发生　　D.衰变不能自发发生而裂变能自发发生

【答案】C

【解析】铀是天然放射性元素，所以铀核的衰变是能自发发生，而铀核的裂变是人工实现的，是用中子轰击铀核实现的，所以铀核的裂变，不能自发发生，故 A、B、D 错误，C 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】衰变；裂变

69.(2014·北京卷)质子、中子和氘核的质量分别为 m_1、m_2 和 m_3，当一个质子和一个中子结合成氘核时，释放的能量是(c 表示真空中的光速)

A.$(m_1+m_2-m_3)c$　　B.$(m_1-m_2-m_3)c$　C.$(m_1+m_2-m_3)c^2$　　D.$(m_1-m_2-m_3)c^2$

【答案】C

【解析】根据质能方程 $\Delta E=\Delta mc^2$ 知，核反应过程中释放的能量等于质量的减少量与光速 c 平方的乘积，C 正确，A、B、D 错误。

【考点定位】主要考查质能方程

70.(2012·福建卷)关于近代物理，下列说法正确的是

A.α 射线是高速运动的氦原子

B.核聚变反应方程 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\longrightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$ 中，${}_0^1\mathrm{n}$ 表示质子

C.从金属表面逸出的光电子的最大初动能与照射光的频率成正比

D.玻尔将量子观念引入原子领域，其理论能够解释氢原子光谱的特征

【答案】D

【解析】α 射线是高速运动的氦核流，不是氦原子，故 A 错误；

核聚变反应方程 ${}_1^2H+{}_1^3H\rightarrow{}_2^4He+{}_0^1n$ 中，${}_0^1n$ 表示中子，故 B 错误；

根据光电效应方程 $E_{km}=h\nu-W_0$，知最大初动能与照射光的频率成线性关系，不是成正比，故 C 错误；

玻尔将量子观念引入原子领域，其理论能够解释氢原子光谱的特征，故 D 正确。

【考点定位】本题考查了核反应相关知识

71.(2013·重庆卷·T2)铀是常用的一种核燃料，若它的原子核发生了如下的裂变反应：${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow \mathrm{a}+\mathrm{b}+2{}_0^1\mathrm{n}$，则 a+b 可能是

A. ${}^{140}_{54}\mathrm{Xe}+{}^{93}_{36}\mathrm{Kr}$　　B. ${}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{92}_{36}\mathrm{Kr}$　　C. ${}^{141}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{93}_{38}\mathrm{Sr}$　　D. ${}^{140}_{54}\mathrm{Xe}+{}^{94}_{38}\mathrm{Sr}$

【答案】D

【解析】由原子核反应的质量数守恒及电荷数守恒规律知 D 正确.

【考点定位】重核裂变反应方程的书写

72.(2014·上海卷)核反应方程式 ${}^{9}_{4}\mathrm{Be}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow{}^{12}_{6}\mathrm{C}+\mathrm{X}$ 中的 X 表示

A.质子　　B.电子　　C.光子　　D.中子

【答案】D

【解析】核反应方程式遵循电荷数守恒和质量数守恒，设 X 的质量数为 a，电荷数为 b，则有 $9+4=12+a$，$4+2=6+b$，可得 $a=1$，$b=0$，所有对应得粒子是中子，选项 D 对。

【考点定位】电荷数守恒和质量数守恒

73.(2014·上海卷)链式反应中，重核裂变时放出的可以使裂变不断进行下去的粒子是

A.质子　　B.中子　　C.β 粒子　　D.α 粒子

【答案】B

【解析】重核裂变时放出的中子引起其他重核的裂变，可以使裂变不断进行下去，这就是链式反应，比如铀核的裂变 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{137}_{52}\mathrm{Te}+{}^{97}_{40}\mathrm{Zr}+2{}^{1}_{0}\mathrm{n}$，选项 B 对。

【考点定位】链式反应

74.(2017·天津卷·T1)我国自主研发制造的国际热核聚变核心部件在国际上率先通过权威机构认证，这是我国对国际热核聚变项目的重大贡献。下列核反应方程中属于聚变反应的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$　　B. ${}_7^{14}\mathrm{N}+{}_2^4\mathrm{He}\rightarrow{}_8^{17}\mathrm{O}+{}_1^1\mathrm{H}$

C. ${}_2^4\mathrm{He}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{15}^{30}\mathrm{P}+{}_0^1\mathrm{n}$　　D. ${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{56}^{144}\mathrm{Ba}+{}_{36}^{89}\mathrm{Kr}+3{}_0^1\mathrm{n}$

【答案】A

【解析】核聚变是指由质量小的原子，主要是指氘或氚，在一定条件下(如超高温和高压)，发生原子核互相聚合作用，生成新的质量更重的原子核，并伴随着巨大的能量释放的一种核反应形式，用快速粒子(天然射线或人工加速的粒子)穿入原子核的内部使原子核转变为另一种原子核的过程，这就是原子核的人工转变由此可知：核反应方程${}_1^2H+{}_1^3H\rightarrow{}_2^4He+{}_0^1n$是原子核的聚变反应；B 与 C 属于原子核的人工核转变；D 属于裂变反应；故只有 A 正确；BCD 错误；

【考点定位】核反应的种类

【名师点睛】本题的关键是知道核反应的分类，区别衰变和核反应。

75.(2017·新课标Ⅰ卷)大科学工程“人造太阳”主要是将氘核聚变反应释放的能量用来发电。氘核聚变反应方程是${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow{}_2^3\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$。已知${}_1^2\mathrm{H}$的质量为 2.013 6 u，${}_2^3\mathrm{He}$的质量为 3.015 0 u，${}_0^1\mathrm{n}$的质量为 1.008 7 u，1 u=931 MeV/c^2。氘核聚变反应中释放的核能约为

A.3.7 MeV　　B.3.3 MeV　　C.2.7 MeV　　D.0.93 MeV

【答案】B

【解析】根据质能方程，释放的核能$\Delta E=\Delta mc^2$，$\Delta m=2m_{\mathrm{H}}-m_{\mathrm{He}}-m_{\mathrm{n}}=0.003\,5\mathrm{u}$，则$\Delta E=0.003\,5\mathrm{u}\times931\,\mathrm{MeV}/c^2\times c^2=3.258\,5\,\mathrm{MeV}\approx3.3\,\mathrm{MeV}$，故 B 正确，ACD 错误。

【考点定位】质能方程

【名师点睛】本题考查质能方程，注意原子核的质量单位不是 kg，由质能方程求核能时要细心。

76.(2015·广东卷·T18)科学家使用核反应获取氚，再利用氘和氚核反应获得能量，核反应方程分别为：X＋Y→${}_2^4He$＋${}_1^3H$ ＋4.9MeV 和${}_1^2H$ ＋${}_1^3H$ →${}_2^4He$＋X＋17.6MeV，下列表述正确的有

A.X 是中子　　B.Y 的质子数是 3，中子数是 6

C.两个核反应都没有质量亏损　　D.氘和氚的核反应是核聚变反应

【答案】AD

【解析】由${}_1^2H$ ＋${}_1^3H$ →${}_2^4He$＋X＋17.6MeV，根据反应前后质量数、电荷数守恒可知，X 的质量数为 1，电荷数为 0，因此 X 是中子，故选项 A 正确；再由 X＋Y→${}_2^4He$＋${}_1^3H$ ＋4.9MeV，根据反应前后质量数、电荷数守恒可知，Y 的质量数为 6，电荷数为 3，即其质子数为 3，中子数也为 3，故选项 B 错误；由于两个反应中都释放了能量，因此根据爱因斯坦质能方程可知，两个反应中都存在质量亏损，故选项 C 错误；根据核聚变反应的定义可知，氘和氚反应生成了一个核${}_2^4He$，故选项 D 正确。

【考点定位】对爱因斯坦质能方程、核聚变反应概念的理解，及核反应方程中质量数、电荷数守恒的应用。

77.(2012·广东卷·T18)能源是社会发展的基础，发展核能是发展能源的途径之一。下列释放核能的反应方程，表述正确的有

A.${}_1^3H+{}_1^2H\rightarrow{}_2^4He+{}_0^1n$ 是核聚变反应

B.${}_1^3H+{}_1^2H\rightarrow{}_2^4He+{}_0^1n$ 是 β 衰变

C. ${}_{92}^{235}U+{}_0^1n\rightarrow{}_{56}^{144}Ba+{}_{36}^{89}Kr+3{}_0^1n$ 是核裂变反应

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D. ${}_{92}^{235}U+{}_{0}^{1}n\rightarrow{}_{54}^{140}Xe+{}_{38}^{94}Sr+2{}_{0}^{1}n$ 是 α 衰变

【答案】AC

【解析】B 选项是核聚变，D 选项是核裂变，所以 BD 不正确，故选 AC。

【考点定位】本题考查核反应相关知识

78.(2016·全国新课标III卷)一静止的铝原子核 ${}_{13}^{27}\mathrm{Al}$ 俘获一速度为 $1.0\times10^{7}\ \mathrm{m/s}$ 的质子 p 后，变为处于激发态的硅原子核 ${}_{14}^{28}\mathrm{Si}^{*}$，下列说法正确的是

A.核反应方程为 $\mathrm{p}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{14}^{28}\mathrm{Si}^{*}$

B.核反应方程过程中系统动量守恒

C.核反应过程中系统能量不守恒

D.核反应前后核子数相等，所以生成物的质量等于反应物的质量之和

E.硅原子核速度的数量级为 $10^{5}\ \mathrm{m/s}$，方向与质子初速度方向一致

【答案】ABE

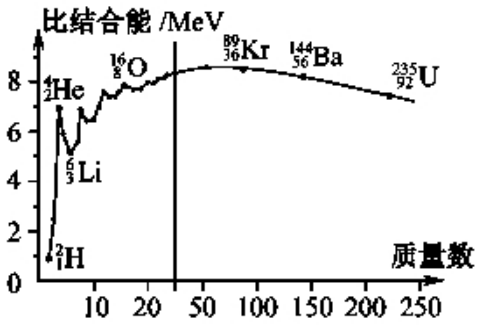
【解析】根据质量数和电荷数守恒可得核反应方程 $\mathrm{p}+{}_{13}^{27}\mathrm{Al}\rightarrow{}_{14}^{28}\mathrm{Si}^{*}$，A 正确；过程中释放的核力远远大于外力，故系统动量守恒，B 正确；核反应过程中系统能量守恒，C 错误；由于反应过程中，要释放大量的能量，即伴随着质量亏损，所以生成物的质量小于反应物的质量之和，D 错误；由动量守恒可知，$mv=28mv'$，解得 $v'=\dfrac{1.0}{28}\times10^{7}\ \mathrm{m/s}$，故数量级约为 10^{5} m/s，故 E 正确。

【考点定位】考查了动量守恒、能量守恒、核反应方程

【方法技巧】由质量数、电荷数守恒可知核反应方程；由动量守恒可知硅原子核速度的数量级及速度方向，本大题包含了 3-5 原子物理的内容，难度不大，但从题目来看考查范围很广，要求能全面掌握。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

79.(2017·江苏卷)原子核的比结合能曲线如图所示，根据该曲线，下列判断中正确的有_____.



(A)$^{4}_{2}$He 核的结合能约为 14 MeV

(B)$^{4}_{2}$He 核比$^{6}_{3}$Li 核更稳定

(C)两个$^{2}_{1}$H 核结合成$^{4}_{2}$He 核时释放能量

(D)$^{235}_{92}$U 核中核子的平均结合能比$^{89}_{36}$Kr 核中的大

【答案】BC

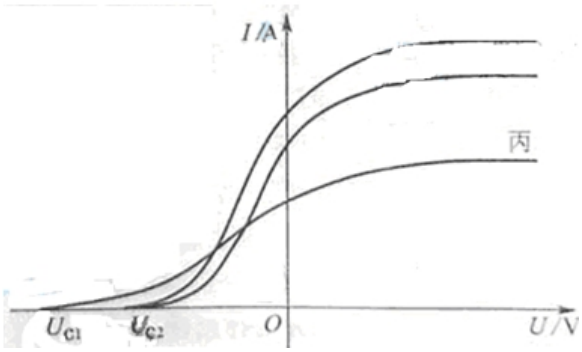
【解析】由图知$^{4}_{2}$He 核的比结合能约为 7 MeV，所以结合能约为 4×7=28 MeV，故 A 错误；$^{4}_{2}$He 核比$^{6}_{3}$Li 核的比结合能大，所以$^{4}_{2}$He 核比$^{6}_{3}$Li 核更稳定，B 正确；两个$^{2}_{1}$H 核结合成$^{4}_{2}$He 核时，即由比结合能小的反应生成比结合能大的释放能量，C 正确；由图知$^{235}_{92}$U 核中核子的平均结合能比$^{89}_{36}$Kr 核中的小，所以 D 错误.

【考点定位】比结合能 结合能

【名师点睛】本题主要是要理解比结合能的含义，知道结合能与比结合能的区分与关系.以及在核反应过程中由比结合能小的反应生成比结合能大的要释放能量.

80.(2010·浙江卷·T16)在光电效应实验中，飞飞同学用同一光电管在不同实验条件下得到了三条光电流与电压之间的关系曲线(甲光、乙光、丙光)，如图所示。则可判断出

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.甲光的频率大于乙光的频率

B.乙光的波长大于丙光的波长

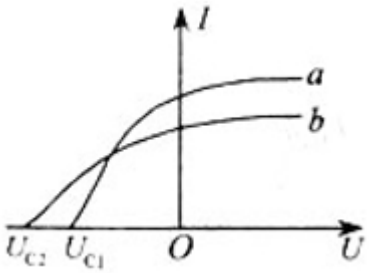
C.乙光对应的截止频率大于丙光的截止频率

D.甲光对应的光电子最大初动能大于丙光的光电子最大初动能

【答案】B

【解析】本题考查光电效应的规律，同时考查考生对规律的掌握和从图像中提取有效信息的能力。根据图像可知，丙光的频率最高，甲光和乙光的频率相同，但是甲光的强度大，所以 A 项错误，B 项正确；丙光的截止频率最大，C 项错误；丙光对应的光电子最大初动能最大，D 项错误。

81.(2010·天津卷·T8)用同一光电管研究 a、b 两种单色光产生的光电效应，得到光电流 I 与光电管两极间所加电压 U 的关系如图。则这两种光



A.照射该光电管时 a 光使其逸出的光电子最大初动能大

B.从同种玻璃射入空气发生全反射时，a 光的临界角大

C.通过同一装置发生双缝干涉，a 光的相邻条纹间距大

D.通过同一玻璃三棱镜时，a 光的偏折程度大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】BC

【解析】本题考查的是光电效应。通过图象我们可以根据$Ue=hv$得出 a 光的频率小，使逸出的电子最大动能就小，A 项错误；频率小则波长大，双缝干涉时根据$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$可知 C 项正确；又频率小折射率就小，D 项错误；由$\sin C=\frac{1}{n}$可知 B 项正确。

82.(2010·四川卷·T18)用波长为2.0×10^{-7}m 的紫外线照射钨的表面，释放出来的光电子中最大的动能是4.7×10^{-19}J。由此可知，钨的极限频率是(普朗克常量$h=6.63\times10^{-34}$J·s)，光速 c=3.0×10^{8}m/s，结果取两位有效数字)

A.5.5×10^{14}Hz　　B .7.9×10^{14}Hz　　C.9.8×10^{14}Hz　　D.1.2×10^{15}Hz

【答案】B

【解析】本题主要考查了光电效应的理解，由光电效应方程$h\upsilon=E_k-W_{逸}$和波长与频率的关系$\upsilon=\frac{c}{\lambda}$金属的逸出功$W=h\nu$代入数据可知金属极限频率为 7.9x1014HZ,选项 B 正确。

83.(2010·上海卷·T6)根据爱因斯坦光子说，光子能量 E 等于(h 为普朗克常量，c、λ 为真空中的光速和波长)

A.$h\frac{c}{\lambda}$　　B.$h\frac{\lambda}{c}$　　C.$h\lambda$　　D.$\frac{h}{\lambda}$

【答案】A

【解析】$E=hv=h\frac{c}{\lambda}$。

本题考查光子能量公式和光速公式。

难度：易。

84.(2010·天津卷·T2)下列关于原子和原子核的说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.β 衰变现象说明电子是原子核的组成部分

B.玻尔理论的假设之一是原子能量的量子化

C.放射性元素的半衰期随温度的升高而变短

D.比结合能越小表示原子核中的核子结合得越牢固

【答案】B

【解析】本题考查的知识点是原子物理。β 射线只能说明电子是原子的一部分，而不能说是原子核的一部分，故 A 项错；半衰期是由放射性元素的原子核内部因素决定的，与原子所处的物理状态或化学状态无关，C 项错；D 项中所述的比结合能越小应该是说明要破坏它们需要的能量越小，核子结合的越不牢固，所以错误，只有 B 项正确。

85.(2010·四川卷·T15)下列说法正确的是

A.α 粒子大角度散射表明 α 粒子很难进入原子内部

B.氢原子跃迁发出的光从空气射入水时可能发生全反射

C.裂变反应有质量亏损，质量数不守恒

D.γ 射线是一种波长很短的电磁波

【答案】D

【解析】本题主要考查近代物理知识的理解和识记，是一拼盘式的选择题。α 粒子散射实验大角度偏转是因为原子核集中大量正电荷和质量，半径很小；A 错误；氢原子越迁，光从空气射入水中不可能发生全反射，B 项错误；在衰变时释放能量质量亏损，而质量数守恒，C 选项错；由电磁波谱可知 γ 射线是一种波长很短的电磁波 D 项正确。

【误区警示】本题中答案 C 很多同学会觉的有问题。主要是对质量和质量数没区别开来。质量是指原子核的总质量，单位为千克，而质量数是指原子核内质子和中子的总个数，它们两者之间的关系时原子核的质量等于质量数乘以每个核子的平均质量。。在核反应中质量会亏损，而质量数却守恒。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

86.(2010·北京卷·T15)太阳因核聚变释放出巨大的能量，同时其质量不断减少。太阳每秒钟辐射出的能量约为 4×10^{26} J，根据爱因斯坦质能方程，太阳每秒钟减少的质量最接近

A.10^{36} kg　　B.10^{18} kg　　C.10^{13} kg　　D.10^{9} kg

【答案】D

【解析】根据爱因斯坦的质能方程，$\Delta m=\frac{\Delta E}{c^2}=\frac{4\times10^{26}}{9\times10^{16}}=4.4\times10^{9}$ kg，D 正确

87.(2010·新课标Ⅰ卷·T35(1))[物理——选修 3－5](15 分)

用频率为 ν_0 的光照射大量处于基态的氢原子，在所发射的光谱中仅能观测到频率分别为 ν_1、ν_2、ν_3 的三条谱线，且 $\nu_1<\nu_2<\nu_3$，则_____。(填入正确选项前的字母)

A.$v_0<v_1$　　B.$v_3=v_2+v_1$　　C.$v_0=v_1+v_2+v_3$　　D.$\frac{1}{v_1}=\frac{1}{v_2}+\frac{1}{v_3}$

【答案】B

【解析】(1)本题考查的是能级跃迁的能量计算，能级跃迁时的能量大小为 hν，根据跃迁时的总能量更变得 $h\nu_3=h\nu_2+h\nu_1$，则 $\nu_3=\nu_2+\nu_1$，B 项正确。

88.(2010•广东卷•T18)关于核衰变和核反应的类型，下列表述正确的有

A.$^{238}_{92}U\rightarrow{}^{234}_{90}Th+{}^{4}_{2}He$　是 α 衰变

B.$^{14}_{7}N+{}^{4}_{2}He\rightarrow{}^{17}_{8}O+{}^{1}_{1}H$　是 β 衰变

C.$^{2}_{1}H+{}^{3}_{1}H\rightarrow{}^{4}_{2}He+{}^{1}_{0}n$　是轻核聚变

D.$^{82}_{34}Se\rightarrow{}^{82}_{36}Kr+2\,{}^{0}_{-1}e$　是重核裂变

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】选项 B 错误，这是卢瑟福发现质子的核反应；选项 D 错误，这是 β 衰变。

89.(2010·全国Ⅰ卷·T14)原子核 $^{238}_{92}\mathrm{U}$ 经放射性衰变①变为原子核 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$，继而经放射性衰变②变为原子核 $^{234}_{91}\mathrm{Pa}$，再经放射性衰变③变为原子核 $^{234}_{92}\mathrm{U}$。放射性衰变①、②和③依次为

A.α 衰变、β 衰变和 β 衰变　　B.β 衰变、β 衰变和 α 衰变

C.β 衰变、α 衰变和 β 衰变　　D.α 衰变、β 衰变和 α 衰变

【答案】A

【解析】$^{238}_{92}U\xrightarrow{①}{}^{234}_{90}Th$,质量数少 4,电荷数少 2,说明①为 α 衰变.

$^{234}_{90}Th\xrightarrow{②}{}^{234}_{91}Pa$,质子数加 1,说明②为 β 衰变,中子转化成质子. $^{234}_{91}Pa\xrightarrow{③}{}^{234}_{92}U$,质子数加 1,说明③为 β 衰变,中子转化成质子.

【命题意图与考点定位】主要考查根据原子核的衰变反应方程，应用质量数与电荷数的守恒分析解决。

90.(2010·全国Ⅱ卷·T14)原子核 $^{A}_{Z}X$ 与氘核 $^{2}_{1}H$ 反应生成一个 α 粒子和一个质子。由此可知

A.A=2，Z=1　　B.A=2，Z=2　　C.A=3，Z=3　　D.A=3，Z=2

【答案】D

【解析】$^{A}_{Z}X+{}^{2}_{1}H\rightarrow{}^{4}_{2}He+{}^{1}_{1}H$，应用质量数与电荷数的守恒

$A+2=4+1, Z+1=2+1$，解得 $A=3, Z=2$，答案 D。

91.(2010·上海卷·T1)卢瑟福提出了原子的核式结构模型，这一模型建立的基础是

A.α 粒子的散射实验　　B.对阴极射线的研究

C.天然放射性现象的发现　　D.质子的发现

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】卢瑟福根据 α 粒子的散射实验结果，提出了院子的核式结构模型：原子核聚集了原子的全部正电荷和几乎全部质量，电子在核外绕核运转。

本题考查原子的核式结构的建立。

难度：易。

92.(2010·上海卷·T4)现已建成的核电站的能量来自于

A.天然放射性元素衰变放出的能量　　B.人工放射性同位素放出的的能量

C.重核裂变放出的能量　　D.化学反应放出的能量

【解析】C

本题考查原子核反应。难度：易。

93.(2010·上海卷·T8)某放射性元素经过 11.4 天有 $\frac{7}{8}$ 的原子核发生了衰变，该元素的半衰期为

A.11.4 天　　B.7.6 天　　C.5.7 天　　D.3.8 天

【答案】D

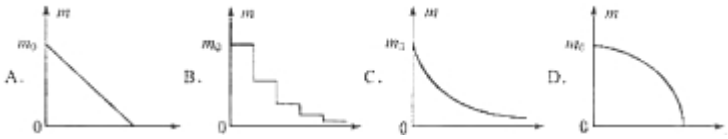
【解析】根据 $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}=\frac{1}{8}$，$\frac{t}{\tau}=3$，因为 t=11.4day，所以 $\tau=\frac{11.4}{3}$=3.8day，选 D。

本题考查原子核半衰期的计算。

难度：中等。

94.(2010·福建卷·T29)(1)^{14}C 测年法是利用 ^{14}C 衰变规律对古生物进行年代测定的方法。若以横坐标 t 表示时间，纵坐标 m 表示任意时刻 ^{14}C 的质量，m_0 为 t=0 时 m_0 的质量。下面四幅图中能正确反映 ^{14}C 衰变规律的是_____。(填选项前的字母)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)C

【解析】(1)本题考查衰变规律和考生的理解能力。设衰变周期为 T，那么 $m=(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}m_0$。可见，随着 t 的增长物体的质量越来越小，且变化越来越慢，很显然 C 项图线符合衰变规律。

非选择题：

95.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T35(1))在下列描述的核过程的方程中，属于 α 衰变的是_____，属于 β 衰变的是_____，属于裂变的是_____，属于聚变的是_____。(填正确答案标号)

A. ${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$　　B. ${}^{32}_{15}P \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}e$

C. ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$　　D. ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

E. ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2{}^{1}_{0}n$　　F. ${}^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

【答案】C　AB　E　F

【解析】衰变的反应物只有一个，生成物有 ${}^{4}_{2}He$ 或 ${}^{0}_{-1}e$，重核裂变的反应物一般是重核和中子，生成较轻的核，氢核聚变是轻核合成为较重的核。

【名师点睛】此题考查核反应的基本类型；要知道核反应分为四种：衰变、重核裂变、轻核聚变和人工核转变；记住各种类型方程的特点即可解决此题。

96.(2013 新课标全国卷Ⅰ)一质子束入射到静止靶核 ${}^{27}_{13}AI$ 上，产生如下核反应：p+ ${}^{27}_{13}AI \rightarrow x+n$ 式中 p 代表质子，n 代表中子，x 代表核反应产生的新核。由反应式可知，新核 x 的质子数为_____，中子数为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】14　13

【解析】由 ${}_{1}^{1}H+{}_{13}^{27}Al\rightarrow{}_{14}^{27}X+{}_{0}^{1}n$，由质量数守恒定律和电荷数守恒可得，新核的质子数为 14，中子数为 13。

【考点定位】核反应方程。

97.(2012·新课标卷)氘核和氚核可发生热核聚变而释放巨大的能量，该反应方程为：${}_{1}^{2}\mathrm{H}+{}_{1}^{3}\mathrm{H}\rightarrow{}_{2}^{4}\mathrm{He}+\mathrm{x}$，式中 x 是某种粒子。已知：${}_{1}^{2}\mathrm{H}$、${}_{1}^{3}\mathrm{H}$、${}_{2}^{4}\mathrm{He}$和粒子 x 的质量分别为 2.0141u、3.0161u、4.0026u 和 1.0087u；1u=931.5MeV/c²，c 是真空中的光速。由上述反应方程和数据可知，粒子 x 是_____，该反应释放出的能量为_____ MeV(结果保留 3 位有效数字)

【答案】中子；17.6；

【解析】由核电荷数守恒可知，x 粒子的核电荷数为：$1+1-2=0$，由质量数守恒可知，x 粒子的质量数为：$2+3-4=1$，则 x 粒子是 ${}_{0}^{1}n$ 或中子；核反应过程中释放的能量为 $E=\Delta mc^{2}=17.6MeV$；

【考点定位】本题考查核反应方程，质能方程

98.(2015·江苏卷·T12C(2))核电站利用原子核链式反应放出的巨大能量进行发电，${}_{92}^{235}U$ 是常用的核燃料。${}_{92}^{235}U$ 受一个中子轰击后裂变成 ${}_{56}^{144}Ba$ 和 ${}_{36}^{89}Kr$ 两部分，并产生_____个中子。要使链式反应发生，裂变物质的体积要_____(选填“大于”或者“小于”)它的临界体积。

【答案】3　大于

【解析】由质量数和电荷数守恒可知：${}_{92}^{235}U+{}_{0}^{1}n\rightarrow{}_{56}^{144}Ba+{}_{36}^{89}Kr+3\cdot{}_{0}^{1}n$，可见产生了 3 个中子，链式反应的一个条件是铀燃料的体积必须大于或等于临界体积。

【考点定位】核反应、重核裂变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

99.(2015·江苏卷·T12C(3))取质子的质量m_p=1.6726×10^{-27}kg，中子的质量m_n=1.6749×10^{-27}kg，α粒子的质m_α=6.6467×10^{-27}kg，光速c=3×10^{8}m/s，请计算α粒子的结合能。(计算结果保留两位有效数字)

【答案】$4.3\times10^{-12}J$

【解析】根据爱因斯坦质能方程$\Delta E=\Delta mc^2$，

可求：$\Delta E=\left(2m_p+2m_n-m_\alpha\right)c^2=4.3\times10^{-12}J$

100.(2014·江苏卷)氡 222 是一种天然放射性气体，被吸入后，会对人的呼吸系统造成辐射损伤。它是世界卫生组织公布的主要环境致癌物质之一。其衰变方程是$^{222}_{86}\mathrm{Rn}\rightarrow{}^{218}_{84}\mathrm{Po}+$___。已知$^{222}_{86}Rn$的半衰期约为 3.8 天，则约经过___天，16g 的$^{222}_{86}Rn$衰变后还剩 1g。

【答案】$^4_2\mathrm{He}$，15.2

【解析】根据衰变过程中，质量数与电荷数守恒可知，该衰变过程中，所释放的粒子的质量数为 A=222-218=4，电荷数为 Z=86-84=2，所以该粒子为$^4_2\mathrm{He}$，根据半衰期公式有：m＝$(\frac{1}{2})^{\frac{t}{\tau}}m_0$，代入数据解得：t＝4τ＝15.2 天。

【考点定位】本题主要考查了核反应中质量数与电荷数守恒、半衰期公式的应用问题，属于中档偏低题。

101.(2011·海南卷)2011 年 3 月 11 日，日本发生九级大地震，造成福岛核电站的核泄漏事故.在泄露的污染物中含有^{131}I和^{137}Cs两种放射性核素，它们通过一系列衰变产生对人体有危害的辐射.在下列四个式子中，有两个能分别反映^{131}I和^{137}Cs衰变过程，它们分别是_____和_____(填入正确选项前的字母).^{131}I和^{137}Cs原子核中的中子数分别是_____和_____

A. $X_1\rightarrow{}^{137}_{56}Ba+{}^0_1n$　B. $X_2\rightarrow{}^{131}_{54}Xe+{}^0_{-1}e$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C. $X_3 \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e$　D. $X_4 \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{1}_{1}p$

【答案】B　C　78　82

【解析】原子核的衰变有 2 种，即 α 衰变、β 衰变.其中 α 衰变产生 α 离子，β 衰变产生 β 离子即电子.只有 B、C 是衰变反应，并且产生的是电子即属于 β 衰变，正确选项 B 和 C；再由质量数和核电荷数守恒可以得出 ^{131}I 原子核中的中子数为：131-53=78；^{137}Cs 原子核中的中子数为；137-55=82.

【考点定位】原子核衰变及半衰期、衰变速度.

102.(2011·山东卷)碘 131 核不稳定，会发生 β 衰变，其半衰变期为 8 天。

(1)碘 131 核的衰变方程：${}^{131}_{53}I \rightarrow$_____(衰变后的元素用 X 表示)。

(2)经过_____天有 75%的碘 131 核发生了衰变。

【答案】(1) ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}X + {}^{0}_{-1}e$　(2)16

【解析】(1)衰变过程中质量数和电荷数守恒，衰变方程式：${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}X + {}^{0}_{-1}e$；

(2)半衰变期为 8 天，$m = m_0(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$，$m_0$ 为衰变前的质量，m 为经过时间 t 后的剩余质量，T 为半衰期.有 75%的碘 131 核发生了衰变，$m = \frac{1}{4}m_0$，解得：t=16 天.

【考点定位】衰变方程和半衰期

103.(2012·山东卷·T38(1))氢原子第 n 能级的能量为 $\boldsymbol{E_n = \frac{E_1}{n^2}}$，其中 E_1 为基态能量。当氢原子由第 4 能级跃迁到第 2 能级时，发出光子的频率为 ν_1；若氢原子由第 2 能级跃迁到基态，发出光子的频率为 ν_2，则 $\frac{\nu_1}{\nu_2}$=_____。

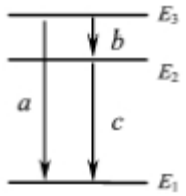
【答案】$\frac{1}{4}$

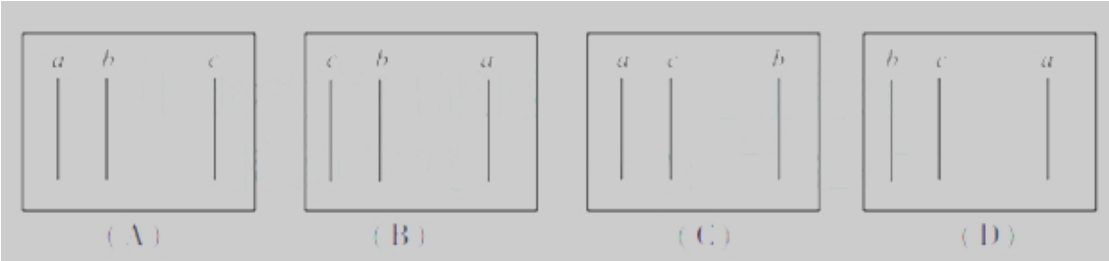
【解析】根据跃迁公式 $h\nu = E_m - E_n$ 即可解得。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查能级、波尔理论等相关知识

104.(2012·江苏卷·T12C)(1)如图所示是某原子的能级图，a、b、c 为原子跃迁所发出的三种波长的光。在下列该原子光谱的各选项中，谱线从左向右的波长依次增大，则正确的是 _____。





(2)一个中子与某原子核发生核反应，生成一个氘核，其核反应方程式为_____。该反应放出的能量为Q，则氘核的比结合能为 _____。

(3)A、B两种光子的能量之比为2 :1，它们都能使某种金属发生光电效应，且所产生的光电子最大初动能分别为E_A、E_B。求A、B两种光子的动量之比和该金属的逸出功。

【答案】(1)C (2)${}_0^1n+{}_1^1H\rightarrow{}_1^2H$；$\frac{Q}{2}$ (3)动量之比$P_A:P_B=2:1$，逸出功$W_0=E_A-2E_B$

【解析】(1)$\varepsilon=h\gamma$，γ为光的频率，波长$\lambda=\frac{c}{\gamma}$，可知 C 项对。

(2)${}_0^1n+{}_1^1H\rightarrow{}_1^2H$；$\frac{Q}{2}$

(3)光子的能量$\varepsilon=h\gamma$，动量$P=\frac{h}{\lambda}$，$\lambda=\frac{c}{\gamma}$得$p=\frac{E}{c}$，则$P_A:P_B=2:1$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A 照射时，光电子的最大初动能 $E_A = \varepsilon_A - W_O$，同理，$E_B = \varepsilon_B - W_O$ 解得 $W_0 = E_A - 2E_B$。

【考点定位】本题考查原子物理、动量及其相关知识

105.(2012·上海卷)$^{60}_{27}$Co 发生一次 β 衰变后变为 Ni 核，其衰变方程为_____；在该衰变过程中还发出频率为 ν_1、ν_2 的两个光子，其总能量为_____。

【答案】 Co(Ni＋$^{0}_{-1}$e， $h(n_1+n_2)$

【解析】发生一次 β 衰变后，原来的原子核质量数不变，核电荷数增加 1，故衰变方程：

$^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$，每个光子的能量为 $h\nu$，频率为 ν_1、ν_2 的两个光子的能量分别是 $h\nu_1$ 和 $h\nu_2$，其总能量为 $h\nu_1 + h\nu_2$.

【考点定位】本题考查衰变和光子能量等相关知识

106.(2016·江苏卷)已知光速为 c，普朗克常数为 h，则频率为 ν 的光子的动量为__.用该频率的光垂直照射平面镜，光被镜面全部垂直反射回去，则光子在反射前后动量改变量的大小为_____.

【答案】$\frac{h\nu}{c}$ $\frac{2h\nu}{c}$ν

【解析】根据光子的动量公式 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$，取入射的方向为正方向，则光子动量的变化量为 $\Delta p = -p - p = -\frac{2h\nu}{c}$.

【考点定位】光的粒子性，光子的动量

【方法技巧】光子的动量的公式以及动量的矢量性。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

107.(2011·辽宁卷)在光电效应试验中，某金属的截止频率相应的波长为 λ_0，该金属的逸出功为_____。若用波长为 $\lambda(\lambda<\lambda_0)$单色光做实验，则其截止电压为_____。已知电子的电荷量，真空中的光速和布朗克常量分别为 e，c 和 h。

【答案】$W_0=h\frac{c}{\lambda_0}$、$U=\frac{hc}{e\lambda}-\frac{hc}{e\lambda_0}$

【解析】金属的逸出功为：$W_0=h\gamma_0=h\frac{c}{\lambda_0}$，根据光电效应方程知：

$E_{km}=h\frac{c}{\lambda}-h\frac{c}{\lambda_0}$，又 $E_{km}=eU$，则遏止电压为：$U=\frac{hc}{e\lambda}-\frac{hc}{e\lambda_0}$.

【考点定位】光电效应方程

108.(2010·海南卷·T 19 (1))能量为 E_i 的光子照射基态氢原子，刚好可使该原子中的电子成为自由电子。这一能 E_i 称为氢的电离能.现用一频率为 ν 的光子从基态氢原子中击出了一电子，该电子在远离核以后速度的大小为_____(用光子频率 ν、电子质量 m、氢原子的电离能 E_i 和普朗克常量 h 表示)。

【答案】$\sqrt{\frac{2(h\nu-E_i)}{m}}$

【解析】由能量守恒得 $\frac{1}{2}mv^2=h\nu-E_i$，解得电子速度为 $v=\sqrt{\frac{2(h\nu-E_i)}{m}}$。

109.(2010·山东卷·T38) (1)大量氢原子处于不同能量激发态，发生跃迁时放出三种不同能量的光子，其能量值分别是：1.89eV、10.2eV、12.09eV。跃迁发生前这些原子分布在___个激发态能级上，其中最高能级的能量值是__eV(基态能量为－13.6eV)。

【答案】(1)①2；②－1.51

【解析】(1)本题考查氢原子的能级结构、能级公式及考生理解能力。由氢原子能级结构及三种光子能量可以推断，光子分别是原子从能级 n=3 跃迁到基态，n=3

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

跃迁到 n=2，n=2 跃迁到基态。则原来的氢原子可以处在 n=3 和 n=2 两个激发态上，最高能级为 n=3，能量值为－1.51eV。

110.(2017·北京卷)在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，一个静止的放射性原子核发生了一次 α 衰变。放射出的 α 粒子($^4_2\mathrm{He}$)在与磁场垂直的平面内做圆周运动，其轨道半径为 R。以 m、q 分别表示 α 粒子的质量和电荷量。

(1)放射性原子核用 $^A_Z\mathrm{X}$ 表示，新核的元素符号用 Y 表示，写出该 α 衰变的核反应方程。

(2)α 粒子的圆周运动可以等效成一个环形电流，求圆周运动的周期和环形电流大小。

(3)设该衰变过程释放的核能都转为为 α 粒子和新核的动能，新核的质量为 M，求衰变过程的质量亏损 Δm。

【答案】(1) $^A_Z\mathrm{X}\rightarrow{}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y}+{}^4_2\mathrm{He}$　(2) $\dfrac{2\pi m}{qB}$　$\dfrac{q^2B}{2\pi m}$　(3) $\dfrac{(M+m)(qBR)^2}{2mMc^2}$

【解析】(1)根据核反应中质量数与电荷数守恒可知，该 α 衰变的核反应方程为 $^A_Z\mathrm{X}\rightarrow{}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y}+{}^4_2\mathrm{He}$

(2)设 α 粒子在磁场中做圆周运动的速度大小为 v，由洛伦兹力提供向心力有

$$qvB=m\frac{v^2}{R}$$

根据圆周运动的参量关系有 $T=\dfrac{2\pi R}{v}$

得 α 粒子在磁场中运动的周期 $T=\dfrac{2\pi m}{qB}$

根据电流强度定义式，可得环形电流大小为 $I=\dfrac{q}{T}=\dfrac{q^2B}{2\pi m}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，得 $v=\frac{qBR}{m}$

设衰变后新核 Y 的速度大小为 v′，核反应前后系统动量守恒，有 Mv′–mv=0

可得 $v'=\frac{mv}{M}=\frac{qBR}{M}$

根据爱因斯坦质能方程和能量守恒定律有 $\Delta mc^2=\frac{1}{2}Mv'^2+\frac{1}{2}mv^2$

解得 $\Delta m=\frac{(M+m)(qBR)^2}{2mMc^2}$

说明：若利用 $M=\frac{A-4}{4}m$ 解答，亦可。

【考点定位】核反应方程、带电粒子在匀强磁场中的运动、动量守恒定律、爱因斯坦质能方程、能量守恒定律

【名师点睛】(1)无论哪种核反应方程，都必须遵循质量数、电荷数守恒。

(2)α 衰变的生成物是两种带电荷量不同的“带电粒子”，反应前后系统动量守恒，因此反应后的两产物向相反方向运动，在匀强磁场中，受洛伦兹力作用将各自做匀速圆周运动，且两轨迹圆相外切，应用洛伦兹力计算公式和向心力公式即可求解运动周期，根据电流强度的定义式可求解电流大小。

(3)核反应中释放的核能应利用爱因斯坦质能方程求解，在结合动量守恒定律与能量守恒定律即可解得质量亏损。

111.(2015·海南卷·T17(1))氢原子基态的能量为 $E_1=-13.6eV$。大量氢原子处于某一激发态。由这些氢原子可能发出的所有光子中，频率最大的光子能量为 $-0.96E_1$，频率最小的光子的能量为_____eV(保留 2 位有效数字)，这些光子可具有__种不同的频率。

【答案】$0.31eV$，10

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

频率最小的光子是从 $n=2$ 跃迁，即频率最小的光子的能量为

$E_{\min}=-3.4eV-\left(-13.6eV\right)\approx 10eV$

频率最大的光子能量为 $-0.96E_1$，即 $E_n-\left(-13.6eV\right)=-0.96\times\left(-13.6eV\right)$，

解得 $E_n=-0.54eV$

即 $n=5$，从 $n=5$ 能级开始，共有 $5\to1$，$5\to4$，$5\to3$，$5\to2$，$4\to1$，$4\to2$，$4\to3$，$3\to1$，$3\to2$，$2\to1$，10 种不同频率的光子

【考点定位】氢原子跃迁

112.(2016·江苏卷)几种金属的溢出功 W_0 见下表：

金属	钨	钙	钠	钾	铷
$W_0(\times10^{-19}\text{J})$	7.26	5.12	3.66	3.60	3.41

用一束可见光照射上述金属的表面，请通过计算说明哪些能发生光电效应.已知该可见光的波长范围为 4.0×10^{-7}~7.6×10^{-7}m，普朗克常数 $h=6.63\times10^{-34}$J·s.

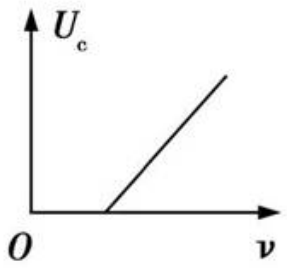
【答案】纳、钾、铷

【解析】光子的能量 $E=\frac{hc}{\lambda}$，取 $\lambda=4.0\times10^{-7}$ m，则 $E\approx5.0\times10^{-19}$ J，根据 $E>W_0$ 判断，纳、钾、铷能发生光电效应.

【考点定位】光的效应

【方法技巧】考查对光电效应的理解，还有就是计算能力。

113.(2015·全国新课标Ⅰ)在某次光电效应实验中，得到的遏制电压 u_0 与入射光的频率 ν 的关系如图所示，若该直线的斜率和截距分别为 k 和 b，电子电荷量的绝对值为 e，则普朗克常量可表示为_____，所用材料的逸出功可表示为_____。



【答案】$h=ek$　　$w_0=-eb$

【解析】光电效应中，入射光子能量$h\nu$，克服逸出功w_0后多余的能量转换为电子动能，反向遏制电压$eu=h\nu-w_0$；整理得$u=\frac{h}{e}\nu-\frac{w_0}{e}$，斜率即$\frac{h}{e}=k$，所以普朗克常量$h=ek$，截距为$b$，即$eb=-w_0$，所以逸出功$w_0=-eb$

【考点定位】光电效应

114.(2017·江苏卷·T12C(2))质子($_1^1\mathrm{H}$)和 α 粒子($_2^4\mathrm{H}$)被加速到相同动能时，质子的动量____(选填“大于”、“小于”或“等于”)α 粒子的动量，质子和 α 粒子的德布罗意波波长之比为_____.

【答案】小于 2：1

【解析】动量与动能的关系：$p^2=2mE_k$，又质子的质量小于 α 粒子的质量所以质子的动量小于 α 粒子的动量，且$\frac{p_1}{p_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\frac{1}{2}$；根据$\lambda=\frac{h}{p}$，可得质子和 α 粒子的德布罗意波波长之比为 2：1。

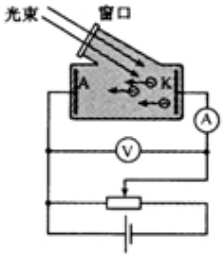
【考点定位】物质波

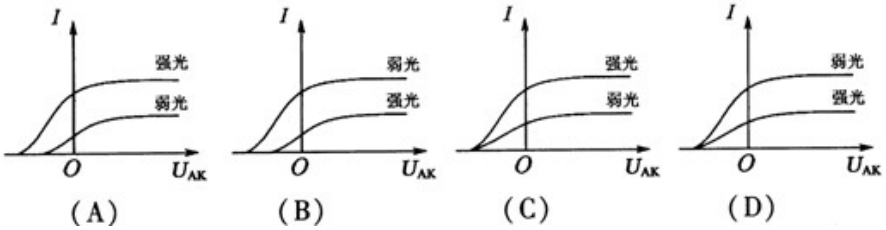
【名师点睛】考查公式，动量与动能的关系以及物质的波的波长和公式，较容易

.

115.(2010·江苏卷·TC)(1)研究光电效应电路如图所示，用频率相同、强度不同的光分别照射密封真空管的钠极板(阴极 K)，钠极板发射出的光电子被阳极 A 吸收，在电路中形成光电流。下列光电流 I 与 A\K 之间的电压　U_{ak} 的关系图象中，正确的是____.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





(2)钠金属中的电子吸收光子的能量，从金属表面逸出，这就是光电子。光电子从金属表面逸出的过程中，其动量的大小_____(选填“增大、“减小”或“不变”)，原因是_____。

(3)已知氢原子处在第一、第二激发态的能级分别为－3.4eV 和－1.51eV，金属钠的截止频率为5.53×10^{14} Hz，普朗克常量 h＝6.63×10^{-34} J·s.请通过计算判断，氢原子从第二激发态跃迁到第一激发态过程中发出的光照射金属钠板， 能否发生光电效应。

【答案】(1)C　　(2)减小；光电子受到金属表面层中力的阻碍作用(或需要克服逸出功)；　(3)不能

【解析】(1)选 C 本题考查光电效应规律

(2)减小；光电子受到金属表面层中力的阻碍作用(或需要克服逸出功)

(3)氢原子放出的光子能量$E=E_3-E_2$，带入数据的$E=1.89eV$

金属钠的逸出功$W_0=hv_0$，带入数据得$E=3.2eV$

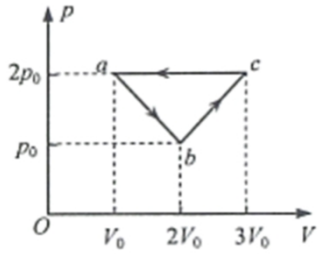
因为$E<W_0$，所以不能发生光电效应

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 15　选修 3-3

1．（2020 山东卷）一定质量的理想气体从状态 a 开始，经 $a\to b$、$b\to c$、$c\to a$ 三个过程后回到初始状态 a，其 p-V 图像如图所示。已知三个状态的坐标分别为 a（V_0，　$2p_0$）、 b（$2V_0$，p_0）、c（$3V_0$，$2p_0$） 以下判断正确的是



A．气体在 $a\to b$ 过程中对外界做的功小于在 $b\to c$ 过程中对外界做的功

B．气体在 $a\to b$ 过程中从外界吸收的热量大于在 $b\to c$ 过程中从外界吸收的热量

C．在 $c\to a$ 过程中，外界对气体做的功小于气体向外界放出的热量

D．气体在 $c\to a$ 过程中内能的减少量大于 $b\to c$ 过程中内能的增加量

【答案】C

【解析】A．根据气体做功的表达式 $W=Fx=pSx=p\cdot\Delta V$ 可知 $p-V$ 图线和体积横轴围成的面积即为做功大小，所以气体在 $a\to b$ 过程中对外界做的功等于 $b\to c$ 过程中对外界做的功，A 错误；

B．气体从 $a\to b$，满足玻意尔定律 $pV=C$，所以 $T_a=T_b$

所以 $\Delta U_{ab}=0$，根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知

$0=Q_{ab}+W_{ab}$，气体从 $b\to c$，温度升高，所以 $\Delta U_{bc}>0$，根据热力学第一定律可知

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\Delta U_{bc}=Q_{bc}+W_{bc}$，结合 A 选项可知$W_{ab}=W_{bc}<0$，所以$Q_{bc}>Q_{ab}$，$b\to c$过程气体吸收的热量大于$a\to b$过程吸收的热量，B 错误C．气体从$c\to a$，温度降低，所以$\Delta U_{ca}<0$，气体体积减小，外界对气体做功，所以$W_{ca}>0$，根据热力学第一定律可知$Q_{ca}<0$，放出热量，C 正确；D．理想气体的内能只与温度有关，根据$T_a=T_b$可知从$\left|\Delta T_{ca}\right|=\left|\Delta T_{bc}\right|$，所以气体从$c\to a$过程中内能的减少量等于$b\to c$过程中内能的增加量，D 错误。故选 C。

2．（2020 年天津卷）水枪是孩子们喜爱的玩具，常见的气压式水枪储水罐示意如图。从储水罐充气口充入气体，达到一定压强后，关闭充气口。扣动扳机将阀门 M 打开，水即从枪口喷出。若在不断喷出的过程中，罐内气体温度始终保持不变，则气体

A．压强变大　　B．对外界做功

C．对外界放热　　D．分子平均动能变大

【答案】B

【解析】A．随着水向外喷出，气体的体积增大，由于温度不变，根据

$$pV=\text{恒量}$$

可知气体压强减小，A 错误；

BC．由于气体体积膨胀，对外界做功，根据热力学第一定律

$$\Delta U=W+Q$$

气体温度不变，内能不变，一定从外界吸收热量，B 正确，C 错误；

D．温度是分子平均动能的标志，由于温度不变，分子的平均动能不变，D 错误。

故选 B。

3．（2020 江苏卷）玻璃的出现和使用在人类生活里已有四千多年的历史，它是一种非晶体。下列关于玻璃的说法正确的有

A．没有固定的熔点

B．天然具有规则的几何形状

C．沿不同方向的导热性能相同

D．分子在空间上周期性排列

【答案】AC

【解析】根据非晶体的特点可知非晶体是指组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。它没有一定规则的外形。它的物理性质在各个方向上是相同的，叫“各向同性”。它没有固定的熔点。故选 AC。

4．（2020 新课标II卷）下列关于能量转换过程的叙述，违背热力学第一定律的有_____，不违背热力学第一定律、但违背热力学第二定律的有_____。

A．汽车通过燃烧汽油获得动力并向空气中散热

B．冷水倒入保温杯后，冷水和杯子的温度都变得更低

C．某新型热机工作时将从高温热源吸收的热量全部转化为功，而不产生其他影响

D．冰箱的制冷机工作时从箱内低温环境中提取热量散发到温度较高的室内

【答案】BC

【解析】A．燃烧汽油产生的内能一方面向机械能转化，同时热传递向空气转移。既不违背热力学第一定律，也不违背热力学第二定律；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B．冷水倒入保温杯后，没有对外做功，同时也没有热传递，内能不可能减少，故违背热力学第一定律；

C．某新型热机工作时将从高温热源吸收的热量全部转化为功，必然产生其他影响故违背热力学第二定律；

D．制冷机消耗电能工作时从箱内低温环境中提取热量散发到温度较高的室内，发生了内能的转移，同时对外界产生了影响。既不违背热力学第一定律，也不违背热力学第二定律。

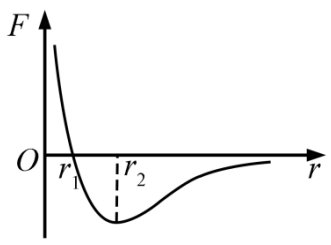
5．（2020 江苏卷）一瓶酒精用了一些后，把瓶盖拧紧，不久瓶内液面上方形成了酒精的饱和汽，此时_____（选填“有”或“没有”）酒精分子从液面飞出。当温度升高时，瓶中酒精饱和汽的密度_____（选填“增大”“减小”或“不变”）。

【答案】有　　增大

【解析】形成饱和气后，酒精还是会蒸发，只是液体里跑到气体中的分子和气体中的分子跑到液体里的速度一样快，整体来看是不变的。即此时仍然会有酒精分子从液面飞出；

温度升高使气体分子的动能增大，离开液体表面的气体分子更多，饱和汽密度增大。

6．（2020 新课标I卷）分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示，$r=r_1$ 时，$F=0$。分子间势能由 r 决定，规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零。若一分子固定于原点 O，另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动，在两分子间距减小到 r_2 的过程中，势能_____（填“减小“不变”或“增大”）；在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中，势能_____（填‘减小”“不变”或‘增大”）；在间距等于 r_1 处，势能_____（填“大于”“等于”或“小于”）零。



【答案】减小　减小　小于

【解析】从距O点很远处向O点运动，两分子间距减小到r_2的过程中，分子间体现引力，引力做正功，分子势能减小；

在$r_2 \to r_1$的过程中，分子间仍然体现引力，引力做正功，分子势能减小；

在间距等于r_1之前，分子势能一直减小，取无穷远处分子间势能为零，则在r_1处分子势能小于零。

7．（2020 新课标I卷）甲、乙两个储气罐储存有同种气体（可视为理想气体）。甲罐的容积为V，罐中气体的压强为p；乙罐的容积为$2V$，罐中气体的压强为$\frac{1}{2}p$。现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去，两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变，调配后两罐中气体的压强相等。求调配后：

（i）两罐中气体的压强；

（ii）甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比。

【答案】（i）$\frac{2}{3}p$　（ii）$\frac{2}{3}$

【解析】（i）气体发生等温变化，对甲乙中的气体，可认为甲中原气体有体积V变成$3V$，乙中原气体体积有$2V$变成$3V$，则根据玻意尔定律分别有

$$pV = p_1 \cdot 3V，\ \frac{1}{2}p \cdot 2V = p_2 \cdot 3V$$

则

$$pV + \frac{1}{2}p \cdot 2V = (p_1 + p_2) \times 3V$$

则甲乙中气体最终压强

$$p' = p_1 + p_2 = \frac{2}{3}p$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（ii）若调配后将甲气体再等温压缩到气体原来的压强为 p，则

$$p'V = pV'$$

计算可得

$$V' = \frac{2}{3}V$$

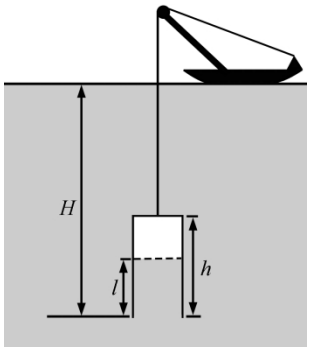
由密度定律可得，质量之比等于

$$\frac{m_{现}}{m_{原}} = \frac{V'}{V} = \frac{2}{3}$$

8．（2020 新课标II卷）潜水钟是一种水下救生设备，它是一个底部开口、上部封闭的容器，外形与钟相似。潜水钟在水下时其内部上方空间里存有空气，以满足潜水员水下避险的需要。为计算方便，将潜水钟简化为截面积为 S、高度为 h、开口向下的圆筒；工作母船将潜水钟由水面上方开口向下吊放至深度为 H 的水下，如图所示。已知水的密度为 ρ，重力加速度大小为 g，大气压强为 p_0，H？ h，忽略温度的变化和水密度随深度的变化。

（1）求进入圆筒内水的高度 l；

（2）保持 H 不变，压入空气使筒内的水全部排出，求压入的空气在其压强为 p_0 时的体积。



【答案】（1）$l = \frac{\rho g H}{p_0 + \rho g H} h$；（2）$V = \frac{\rho g S H h}{p_0}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】（1）设潜水钟在水面上方时和放入水下后筒内气体的体积分别为 V_0 和 V_1，放入水下后筒内气体的压强为 p_1，由玻意耳定律和题给条件有

$$p_1V_1=p_0V_0 \quad ①$$

$$V_0=hS \quad ②$$

$$V_1=（h–l）S \quad ③$$

$$p_1=p_0+\rho g（H–l） \quad ④$$

联立以上各式并考虑到 H？ h，$h>l$，解得

$$l=\frac{\rho gH}{p_0+\rho gH}h \quad ⑤$$

（2）设水全部排出后筒内气体的压强为 p_2；此时筒内气体的体积为 V_0，这些气体在其压强为 p_0 时的体积为 V_3，由玻意耳定律有

$$p_2V_0=p_0V_3 \quad ⑥$$

其中

$$p_2=p_0+\rho gH \quad ⑦$$

设需压入筒内的气体体积为 V，依题意

$$V=V_3–V_0 \quad ⑧$$

联立②⑥⑦⑧式得

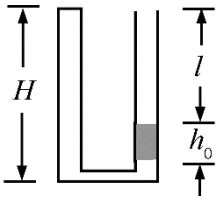
$$V=\frac{\rho gSHh}{p_0} \quad ⑨$$

9．（2020 新课标III卷）如图，两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 H=18cm 的 U 型管，左管上端封闭，右管上端开口。右管中有高 h_0= 4cm 的水银柱，水银柱上表面离管口的距离 l= 12cm。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 T_1=283K。大气压强 p_0=76cmHg。

（i）现从右侧端口缓慢注入水银（与原水银柱之间无气隙），恰好使水银柱下端到达右管底部。此时水银柱的高度为多少？

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（ii）再将左管中密封气体缓慢加热，使水银柱上表面恰与右管口平齐，此时密封气体的温度为多少？



【答案】（i）12.9cm；（ii）363K

【解析】（i）设密封气体初始体积为 V_1，压强为 p_1，左、右管的截面积均为 S，密封气体先经等温压缩过程体积变为 V_2，压强变为 p_2。由玻意耳定律有

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

设注入水银后水银柱高度为 h，水银的密度为 ρ，按题设条件有

$$p_1 = p_0 + \rho g h_0, \quad p_2 = p_0 + \rho g h$$

$$V_1 = S\left(2H - l - h_0\right), \quad V_2 = SH$$

联立以上式子并代入题中数据得

$$h=12.9\text{cm}$$

（ii）密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3，温度变为 T_2，由盖一吕萨克定律有

$$\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2}$$

按题设条件有

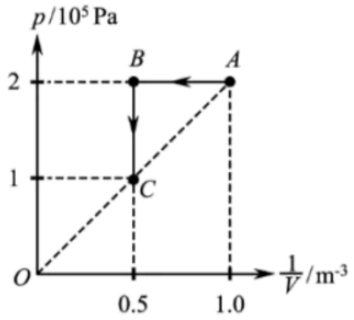
$$V_3 = S(2H - h)$$

代入题中数据得

$$T_2=363\text{K}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

10．（2020 江苏卷）一定质量的理想气体从状态 A 经状态 B 变化到状态 C，其 $p-\frac{1}{V}$ 图象如图所示，求该过程中气体吸收的热量 Q。



【答案】2×10^5 J

【解析】

根据 $P-\frac{1}{V}$ 图像可知状态 A 和状态 C 温度相同，内能相同；故从 A 经 B 到 C 过程中气体吸收的热量等于气体对外所做的功。根据图像可知状态 A 到状态 B 为等压过程，气体对外做功为

$W_1 = p\Delta V = 2\times10^5\times(2-1)\text{J}=2\times10^5\text{J}$

状态 B 到状态 C 为等容变化，气体不做功；故 A 经 B 到 C 过程中气体吸收的热量为

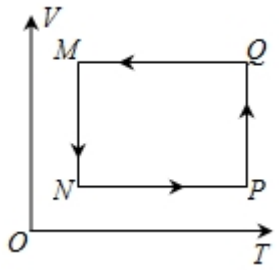
$Q = W_1 = 2\times10^5\text{J}$

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 15 选修 3-3

选择题：

1.(2019•海南卷•T15)一定量的理想气体从状态 M 出发，经状态 N、P、Q 回到状态 M，完成一个循环。从 M 到 N、从 P 到 Q 是等温过程；从 N 到 P、从 Q 到 M 是等容过程；其体积-温度图像(V-T 图)如图所示。下列说法正确的是



A.从 M 到 N 是吸热过程　　B.从 N 到 P 是吸热过程

C.从 P 到 Q 气体对外界做功　　D.从 Q 到 M 是气体对外界做功

E.从 Q 到 M 气体的内能减少

【答案】BCE

【解析】

A、从 M 到 N 理想气体温度不变，则内能不变，即△U=0，但体积减小，说明外界对气体做功，即 W＞0，由热力学第一定律：W+Q=△U，可知 Q＜0，所以是一个放热过程，故 A 错误；

B、从 N 到 P 理想气体温度升高，则内能增大，即△U＞0，但体积不变，说明外界没有对气体做功，气体也没有对外界做功，即 W=0，由热力学第一定律：W+Q=△U，可知 Q＞0，所以是一个吸热过程，故 B 正确；

C、从 P 到 Q 理想气体温度不变，则内能不变，即△U=0，但体积增大，说明气体对外界做功，故 C 正确；

D、从 Q 到 M 理想气体体积不变，说明外界没有对气体做功，气体也没有对外界做功，即 W=0，故 D 错误；

E、从 Q 到 M 理想气体温度降低，内能减小，故 E 正确；

2.(2019•北京卷•T3)下列说法正确的是

A. 温度标志着物体内大量分子热运动的剧烈程度

B. 内能是物体中所有分子热运动所具有的动能的总和

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C. 气体压强仅与气体分子的平均动能有关

D. 气体膨胀对外做功且温度降低，分子的平均动能可能不变

【答案】A

【解析】

根据温度是分子平均动能的标志确定气体分子热运动的程度和分子平均动能变化，内能是分子平均动能和分子势总和，由气体压强宏观表现确定压强

A.温度是分子平均动能的标志，所以温度标志着物体内大量分子热运动的剧烈程度，故 A 正确；

B.内能是物体中所有分子热运动所具有的动能和分子势能之和，故 B 错误；

C.由压强公式 $P=\frac{F}{S}$ 可知，气体压强除与分子平均动能有关即温度，还与体积有关，故 C 错误；

D.温度是分子平均动能的标志，所以温度降低，分子平均动能一定变小，故 D 错误。

3.(2019•江苏卷•T15)在没有外界影响的情况下，密闭容器内的理想气体静置足够长时间后，该气体_____.

A.分子的无规则运动停息下来　　B.每个分子的速度大小均相等

C.分子的平均动能保持不变　　D.分子的密集程度保持不变

【答案】CD

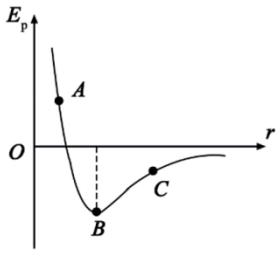
【解析】

分子的无规则运动则为分子的热运动，由分子动理论可知，分子热运动不可能停止，故 A 错误；密闭容器内的理想气体，温度不变，所以分子平均动能不变，但并不是每个分子的动能都相等，故 B 错误，C 正确；由于没有外界影响且容器密闭，所以分子的密集程度不变，故 D 正确。

4.(2019•江苏卷•T16)由于水的表面张力，荷叶上的小水滴总是球形的.在小水滴表面层中，水分子之间的相互作用总体上表现为_____(选填“引力”或“斥力”).分子势能 E_p 和分子间距离 r

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

的关系图象如图所示，能总体上反映小水滴表面层中水分子 E_p 的是图中_____(选填“*A*”“*B*”或“*C*”)的位置.



【答案】(1).引力　　(2).*C*

【解析】

由于在小水滴表面层中，水分子间的距离大于 r_0，所以水分子之间的相互作用总体上表现为引力，由于当分子间距离为 r_0 时，分子间作用力为 0，分子势能最小即图中的 B 点，由于表面层中分子间距大于 r_0 ，所以能总体反映小水滴表面层中水分子势能的是 C 位置。

5.(2018·北京卷·T2)关于分子动理论，下列说法正确的是

A. 气体扩散的快慢与温度无关

B. 布朗运动是液体分子的无规则运动

C. 分子间同时存在着引力和斥力

D. 分子间的引力总是随分子间距增大而增大

【答案】C

【解析】A、扩散的快慢与温度有关，温度越高，扩散越快，故 A 错误；

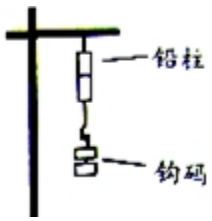
B、布朗运动为悬浮在液体中固体小颗粒的运动，不是液体分子的热运动，固体小颗粒运动的无规则性，是液体分子运动的无规则性的间接反映，故 B 错误；

C、分子间斥力与引力是同时存在，而分子力是斥力与引力的合力，分子间的引力和斥力都是随分子间距增大而减小；当分子间距小于平衡位置时，表现为斥力，即引力小于斥力，而分子间距大于平衡位置时，分子表现为引力，即斥力小于引力，但总是同时存在的，故 C 正确，D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点睛：本题考查了布朗运动、扩散以及分子间的作用力的问题；注意布朗运动和扩散都说明了分子在做永不停息的无规则运动，都与温度有关；分子间的斥力和引力总是同时存在的。

6.(2011·广东卷)如图所示，两个接触面平滑的铅柱压紧后悬挂起来，下面的铅柱不脱落，主要原因是



A.铅分子做无规则热运动　　B.铅柱受到大气压力作用

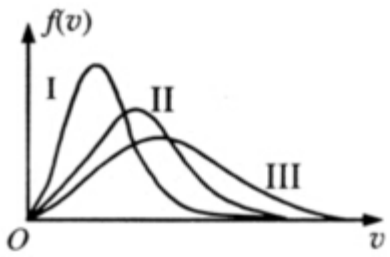
C.铅柱间存在万有引力作用　　D.铅柱间存在分子引力作用

【答案】D

【解析】分子间的引力的斥力是同时存在的，但它们的大小与分子间的距离有关.距离稍大时表现为引力，距离很近时则表现为斥力，两铅块紧密结合，是分子间引力发挥了主要作用。

【考点定位】分子间的相互作用力

7.(2011·上海卷)某种气体在不同温度下的气体分子速率分布曲线如图所示，图中f(v)表示v处单位速率区间内的分子数百分率，所对应的温度分别为T_I，T_{II}，T_{III}，则



A.$T_I > T_{II} > T_{III}$　B.$T_{III} > T_{II} > T_I$　C.$T_{II} > T_I$，$T_{II} > T_{III}$　D.$T_I = T_{II} = T_{III}$

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】温度越高分子热运动越激烈，分子运动激烈是指速率大的分子所占的比例大，图Ⅲ腰最粗，速率大的分子比例最大，温度最高图Ⅰ虽有更大速率分子，但所占比例最小，温度最低，故 B 正确.

【考点定位】气体分子速率分布曲线与温度的关系

8.(2011·四川卷)气体能够充满密闭容器，说明气体分子除相互碰撞的短暂时间外

A.气体分子可以做布朗运动

B.气体分子的动能都一样大

C.相互作用力十分微弱，气体分子可以自由运动

D.相互作用力十分微弱，气体分子间的距离都一样大

【答案】C

【解析】布朗运动是固体小颗粒的运动，A 错误；气体分子的运动是杂乱无章的，表示气体分子的速度大小和方向具有不确定性，与温度的关系是统计规律，B 错误；气体分子的相互作用力十分微弱，但是由于频繁撞击使得气体分子间的距离不是一样大，D 错误；气体分子的相互作用力十分微弱，气体分子可以自由运动造成气体没有形状。答案 C。

【考点定位】布朗运动，分子运动

9.(2012·广东卷)清晨 ，草叶上的露珠是由空气中的水汽凝结成的水珠。这一物理过程中，水分子间的

A.引力消失 ，斥力增大　　B. 斥力消失，引力增大

C.引力、斥力都减小　　D.引力、斥力都增大

【答案】D

【解析】水由气态凝结成液态的水，分子间距离变小.而分子间同时存在引力和斥力，且引力和斥力都随着分子间距离的减小而增大，故 D 正确。故选 D

【考点定位】本题考查分子动理论

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

10.(2014·上海卷)分子间同时存在着引力和斥力，当分子间距增加时，分子间的

A.引力增加，斥力减小　　B.引力增加，斥力增加

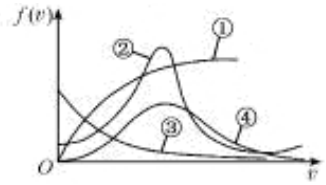
C.引力减小，斥力减小　　D.引力减小，斥力增加

【答案】C

【解析】分子间同时存在引力和斥力，当分子距离增加时，分子间的引力和斥力都减小，只是斥力减小的更快，当距离超过平衡位置时，斥力就会小于引力合力即分子力表现为引力，当距离小于平衡位置时，斥力大于引力，分子力表现为斥力，选项 C 对。

【考点定位】分子间相互作用力

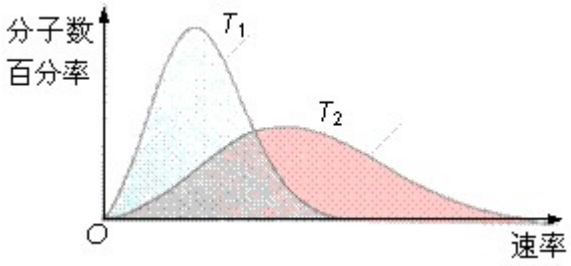
11.(2014·福建卷)如图，横坐标 v 表示分子速率，纵坐标 f(v)表示各等间隔速率区间的分子数占总分子数的百分比。途中曲线能正确表示某一温度下气体分子麦克斯韦速率分布规律的是



A.曲线①　　B.曲线②　　C.曲线③　　D.曲线④

【答案】D

【解析】麦克斯韦分子速率分布规律如图所示，呈现“两头大，中间小”的特点，曲线①、③可先排除，曲线②也不对，因为当 v=0 时，f(v)一定为零，且 v 很大时，f(v)趋于零，所以本题正确是曲线④，故 A、B、C 错误，D 正确。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查麦克斯韦气体分子速率分布规律

12.(2015·上海卷·T4)一定质量的理想气体在升温过程中

A.分子平均势能减小　　B.每个分子速率都增大

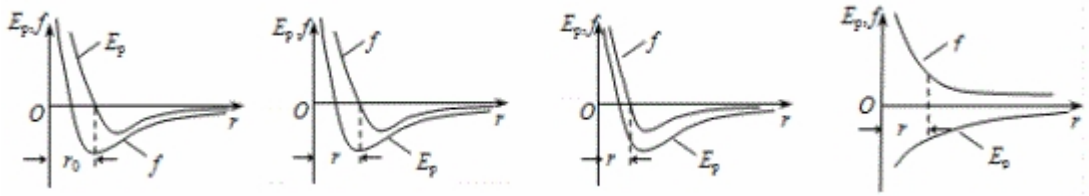
C.分子平均动能增大　　C.分子间作用力先增大后减小

【答案】C

【解析】一定质量的理想气体，分子势能不计，故 A 错误；在升温过程中，分了的平均动能增大，但不是每个分子的动能增大，故 B 错误，C 正确；理想气体的气体分子本身的体积和气体分子间的作用力都可以忽略不计的气体，故 D 错误。

【考点定位】分子动理论

13.(2013·福建卷)下列四幅图中，能正确反映分子间作用力 f 和分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化关系的图线是



A　　B　　C　　D

【答案】B

【解析】当分子间距离 r 等于平衡距离 r_0 时，分子间作用力 f 表现为零，分子势能 E_p 最小，故只有选项 B 正确。

【考点定位】本题考查了分子间作用力、分子势能随分子间距离的变化关系问题。

14.(2015·福建卷·T29(1))下列有关分子动理论和物质结构的认识，其中正确的是_。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.分子间距离减小时分子势能一定减小

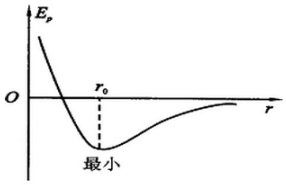
B.温度越高，物体中分子无规则运动越剧烈

C.物体内热运动速率大的分子数占总分子数比例与温度无关

D.非晶体的物理性质各向同性而晶体的物理性质都是各向异性

【答案】B

【解析】由图知，当分子间距离小于 r_0 时，分子势能随分子间距离的减小而增大，所以 A 错误；



由分子热运动理论知，温度越高，物体中分子无规则运动越剧烈，所以 B 正确；物体内热运动速率大的分子数占总分子数比例与温度有关，故 C 错误；非晶体是各向同性的，故 D 错误。

【考点定位】分子动理论和物质结构

15.(2016·北京卷·T20)雾霾天气是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述，是特定气候条件与人类活动相互作用的结果。雾霾中，各种悬浮颗粒物形状不规则，但可视为密度相同、直径不同的球体，并用 PM10、PM2.5 分别表示直径小于或等于 10 μm、2.5 μm 的颗粒物(PM 是颗粒物的英文缩写)。

某科研机构对北京地区的检测结果表明，在静稳的雾霾天气中，近地面高度百米的范围内，PM10 的浓度随高度的增加略有减小，大于 PM10 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小，且两种浓度分布基本不随时间变化。

据此材料，以下叙述正确的是

A.PM10 表示直径小于或等于 1.0×10^{-6} m 的悬浮颗粒物

B.PM10 受到的空气分子作用力的合力始终大于其受到的重力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动

D.PM2.5 的浓度随高度的增加逐渐增大

【答案】C

【解析】根据题给信息可知喃 $d_{PM10}\leq 10\mu m=10\times10^{-5}m$，A 错误；

由于颗粒物处于静止状态，其受到空气分子作用力的合力与重力等大反向，故 B 错误；

PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动，C 正确；

因为 PM10 的浓度随高度的增加略有减小，而 PM10 中含有 PM2.5，所以 PM2.5 的浓度也应随高度的增加略有减小，D 错误。

【考点定位】考查了布朗运动

16.(2017·北京卷)以下关于热运动的说法正确的是

A.水流速度越大，水分子的热运动越剧烈

B.水凝结成冰后，水分子的热运动停止

C.水的温度越高，水分子的热运动越剧烈

D.水的温度升高，每一个水分子的运动速率都会增大

【答案】C

【解析】水流速度是机械运动速度，不能反映热运动情况，A 错误；分子在永不停息地做无规则运动，B 错误；水的温度升高，水分子的平均速率增大，并非每一个水分子的运动速率都增大，D 错误；选项 C 说法正确。

【考点定位】分子动理论

【名师点睛】温度是分子平均动能的标志，但单个分子做无规则运动，单个分子在高温时速率可能较小。

17.(2016·上海卷·T17)某气体的摩尔质量为 M，分子质量为 m。若 1 摩尔该气体的体积为 V_m，密度为 ρ，则该气体单位体积分子数为(阿伏伽德罗常数为 N_A)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. $\frac{N_A}{V_m}$　　B. $\frac{M}{mV_m}$　　C. $\frac{\rho N_A}{M}$　　D. $\frac{\rho N_A}{m}$

【答案】ABC

【解析】根据题意，气体单位体积分子数是指单位体积气体分子的数量，选项 A 中 N_A 是指每摩尔该气体含有的气体分子数量，V_m 是指每摩尔该气体的体积，两者相除刚好得到单位体积该气体含有的分子数量，选项 A 正确；选项 B 中，摩尔质量 M 与分子质量 m 相除刚好得到每摩尔该气体含有的气体分子数，即为 N_A，此时就与选项 A 相同了，故选项 B 正确；选项 C 中，气体摩尔质量与其他密度相除刚好得到气体的摩尔体积 V_m，所以选项 C 正确、D 错误。

【考点定位】阿伏伽德罗常数、物质的量

18.(2012·大纲全国卷)下列关于布朗运动的说法，正确的是

A.布朗运动是液体分子的无规则运动

B.液体温度越高，悬浮粒子越小，布朗运动越剧列

C.布朗运动是由于液体各部分的温度不同而引起的

D.布朗运动是由液体分子从各个方向对悬浮粒子撞击作用的不平衡引起的

【答案】BD

【解析】布朗运动是悬浮颗粒的无规则运动，不是液体分子的运动，故 A 错误;

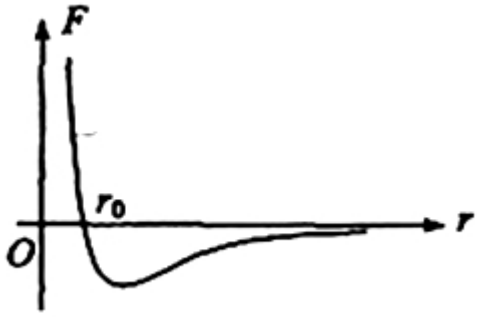
液体的温度越高，悬浮颗粒越小，布朗运动越剧烈，故 B 正确;

布朗运动是由于液体分子从各个方向对悬浮粒子撞击作用不平衡引起的，故 C 错误，D 正确。故选 BD

【考点定位】本题考查了分子动理论

19.(2012·海南卷·T17(1))两分子间的斥力和引力的合力 F 与分子间距离 r 的关系如图中曲线所示，曲线与 r 轴交点的横坐标为 r_0。相距很远的两分子在分子力作用下，由静止开始相互接近。若两分子相距无穷远处时分子势能为零，下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.在 $r>r_0$ 阶段，F 做正功，分子动能增加，势能减小

B.在 $r<r_0$ 阶段，F 做负功，分子动能减小，势能也减小

C.在 $r=r_0$ 时，分子势能最小，动能最大

D.在 $r=r_0$ 时，分子势能为零

E.分子动能和势能之和在整个过程中不变

【答案】ACE

在 $r>r_0$ 阶段，分子力为引力，相互靠近时分子力做正功，分子动能增加，势能减小，A 项正确；同理，在 $r<r_0$ 阶段，F 做负功，分子动能减小，势能增大，B 错；在 $r=r_0$ 时，分子力做正功最多，所以分子势能最小且为负值，动能最大，C 项正确 D 错误；分子力做功，分子势能和动能相互转化，总和不变，E 项正确.

【考点定位】本题考查分子力、分子力做功和势能变化及其相关知识

20.(2013·新课标全国卷I)两个相距较远的分子仅在分子力作用下由静止开始运动，直至不再靠近。在此过程中，下列说法正确的是_____。

A.分子力先增大，后一直减小

B.分子力先做正功，后做负功

C.分子动能先增大，后减小

D.分子势能先增大，后减小

E. 分子势能和动能之和不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】BCE

【解析】由分子动理论的知识，当两个分子相互靠近，直至不能靠近的过程中，分子力先是引力且先增大后减小，之后为分子斥力，一直增大，所以 A 错误；分子引力先做正功，然后分子斥力做负功，分子势能先减小再增大，分子动能先增大后减小，所以 B、C 正确，D 错误；因为只有分子力做功，所以分子势能和分子动能的总和保持不变，E 正确。

【考点定位】分子力；分子势能；分子力做功。

21.(2016·全国新课标III卷)关于气体的内能，下列说法正确的是

A.质量和温度都相同的气体，内能一定相同

B.气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大

C.气体被压缩时，内能可能不变

D.一定量的某种理想气体的内能只与温度有关

E.一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，内能一定增加

【答案】CDE

【解析】质量和温度都相同的气体，虽然分子平均动能相同，但可能是不同的气体，则其摩尔质量不同，即分子个数不同，所以分子动能不一定相同，A 错误；宏观运动和微观运动没有惯性，所以宏观运动动能大，内能不一定大，B 错误；根据 $\frac{pV}{T}=C$ 可知如果等温压缩，则内能不变，等压膨胀，温度增大，内能一定增大，CE 正确；理想气体的分子势能为零，所以理想气体的内能等于分子动能，而分子动能和温度有关，D 正确。

【考点定位】考查了分子热运动

【方法技巧】理想气体是一种理想化的物理模型，实际上并不存在；理想气体的内能仅与温度有关，与气体的体积无关；实际气体在温度不太低、压强不太大的情况下可以看作理想气体。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

22.(2015·山东卷·T37(1))墨滴入水，扩而散之，徐徐混匀。关于该现象的分析正确的是_____。

a.混合均匀主要是由于碳粒受重力作用

b.混合均匀的过程中，水分子和碳粒都做无规则运动

c.使用碳粒更小的墨汁，混合均匀的过程进行得更迅速

d.墨汁的扩散运动是由于碳粒和水分子发生化学反应引起的

【答案】bc

【解析】根据分子动理论的知识可知，混合均匀主要是由于水分子做无规则运动，使得碳粒无规则运动造成的布朗运动；由于布朗运动的剧烈程度与颗粒大小和温度有关，所以使用碳粒更小的墨汁，布朗运动会越明显，则混合均匀的过程进行得更迅速，故选 bc。

【考点定位】分子动理论

23.(2015·全国新课标II卷·T33(1))关于扩散现象，下列说法正确的是_____。

A.温度越高，扩散进行得越快

B.扩散现象是不同物质间的一种化学反应

C.扩散现象是由物质分子无规则运动产生的

D.扩散现象在气体、液体和固体中都能发生

E.液体中的扩散现象是由于液体的对流形成的

【答案】ACD

【解析】根据分子动理论，温度越高，扩散进行得越快，故 A 正确；

扩散现象不是化学反应，故 B 错误；

扩散现象是由物质分子无规则运动产生的，故 C 正确；

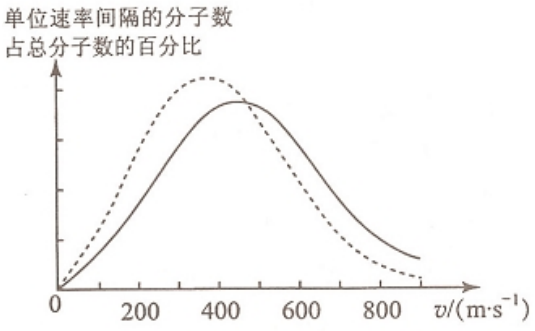
扩散现象在气体、液体和固体中都能发生，故 D 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

液体中的扩散现象不是由于液体的对流形成的，是液体分子无规则运动产生的，故 E 错误。

【考点定位】分子动理论

24.(2017·新课标I卷·T33(1))氧气分子在 0 ℃和 100 ℃温度下单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分别如图中两条曲线所示。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



A.图中两条曲线下面积相等

B.图中虚线对应于氧气分子平均动能较小的情形

C.图中实线对应于氧气分子在 100 ℃时的情形

D.图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数目

E.与 0 ℃时相比，100 ℃时氧气分子速率出现在 0~400 m/s 区间内的分子数占总分子数的百分比较大

【答案】ABC

【解析】温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同，温度越高，速率大的分子占比例越高，故虚线为 0℃，实线是 100℃对应的曲线，曲线下的面积都等于 1，故相等，所以 ABC 正确。

【考点定位】单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化曲线

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题主要抓住温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同的特点。

25.(2018·新课标 II 卷·T13)对于实际的气体，下列说法正确的是_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)

A.气体的内能包括气体分子的重力势能

B.气体的内能包括分子之间相互作用的势能

C.气体的内能包括气体整体运动的动能

D.气体体积变化时，其内能可能不变

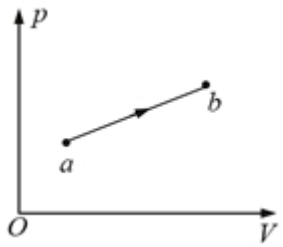
E.气体的内能包括气体分子热运动的动能

【答案】BDE

【解析】ABCE、气体的内能等于所有分子热运动动能和分子之间势能的总和，故 AC 错，BE 对；D、根据热力学第一定律ΔU＝W＋Q 知道，改变内能的方式有做功和热传递，所以体积发生变化时，内能可能不变，故 D 正确； 故选 BDE

点睛：不仅要知道内能是什么，还要知道改变内能的方式是什么。

26.(2018·新课标 III 卷·T13)如图，一定量的理想气体从状态 a 变化到状态 b，其过程如 p-V 图中从 a 到 b 的直线所示。在此过程中_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)



A.气体温度一直降低

B.气体内能一直增加

C.气体一直对外做功

D.气体一直从外界吸热

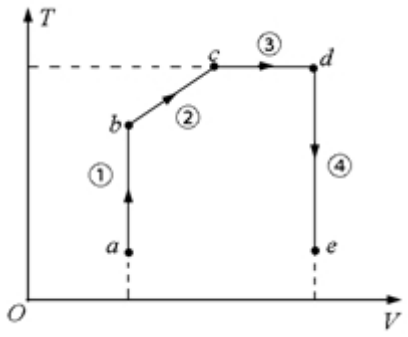
E.气体吸收的热量一直全部用于对外做功

【答案】BCD

【解析】试题分析本题考查对一定质量的理想气体的 p－V 图线的理解、理想气体状态方程、热力学第一定律、理想气体内能及其相关的知识点。

解析　一定质量的理想气体从 a 到 b 的过程，由理想气体状态方程 $p_aV_a/T_a=p_bV_b/T_b$ 可知，$T_b>T_a$，即气体的温度一直升高，选项 A 错误；根据理想气体的内能只与温度有关，可知气体的内能一直增加，选项 B 正确；由于从 a 到 b 的过程中气体的体积增大，所以气体一直对外做功，选项 C 正确；根据热力学第一定律，从 a 到 b 的过程中，气体一直从外界吸热，选项 D 正确；气体吸收的热量一部分增加内能，一部分对外做功，选项 E 错误。

27.(2018·新课标 I 卷·T13)如图，一定质量的理想气体从状态 a 开始，经历过程①、②、③、④到达状态 e，对此气体，下列说法正确的是_____。(填正确答案标号，选对 1 个给 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分 0 分)



A.过程①中气体的压强逐渐减小

B.过程②中气体对外界做正功

C.过程④中气体从外界吸收了热量

D.状态 c、d 的内能相等

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

E.状态 d 的压强比状态 b 的压强小

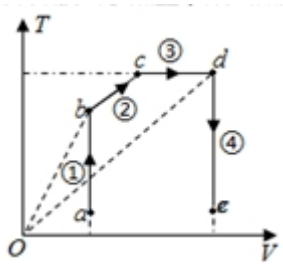
【答案】BDE

A.过程①中气体作等容变化，温度升高，根据查理定律 P/T＝C 知气体的压强逐渐增大，故 A 错误；

B.过程②中气体的体积增大，气体对外界做正功，故 B 正确；

C.过程④中气体作等容变化，气体不做功，温度降低，气体的内能减少，根据热力学第一定律△U＝W＋Q 知气体向外界放出了热量，故 C 错误；

D.状态 c、d 的温度相等，根据一定质量的理想气体的内能只跟温度有关，可知，状态 c、d 的内能相等。故 D 正确；



E、连接 bO 和 dO，根据数学知识可知，状态 d 的 V/T 值大于状态 b 的 V/T 值，根据气态方程 PV/T＝C 知状态 d 的压强比状态 b 的压强小，故 E 正确。

28.(2011·福建卷)一定量的理想气体在某一过程中，从外界吸收热量 2.5×10^4 J，气体对外界做功 1.0×10^4 J，则该理想气体的(填选项前的字母)

A.温度降低，密度增大　　B.温度降低，密度减小

C.温度升高，密度增大　　D.温度升高，密度减小

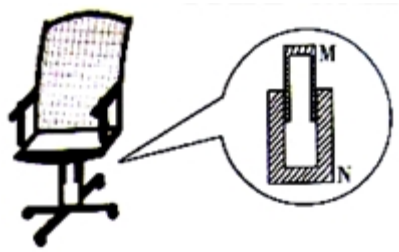
【答案】D

【解析】理想气体的内能仅用温度来衡量，由热力学第一定律△U=W+Q 可知，△U=1.5×10^4J，即气体内能增加，故温度升高。因对外做功，体积膨胀，故密度减小。

【考点定位】热力学第一定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

29.(2011·广东卷)图为某种椅子与其升降部分的结构示意图，M、N 两筒间密闭了一定质量的气体，M 可沿 N 的内壁上下滑动，设筒内气体不与外界发生热交换，在 M 向下滑动的过程中



A.外界对气体做功，气体内能增大　　B.外界对气体做功，气体内能减小

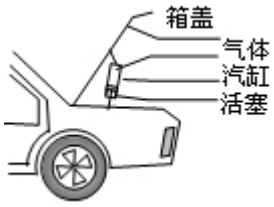
C.气体对外界做功，气体内能增大　　D.气体对外界做功，气体内能减小

【答案】A

【解析】M 向下滑动，压力与位移同方向，即外界对气体做正功，同时筒内气体不与外界发生热交换，根据能量守恒定律，气体内能一定增加；

【考点定位】能量守恒定律

30.(2011·重庆卷)某汽车后备箱内安装有撑起箱盖的装置，它主要由汽缸和活塞组成。开箱时，密闭于汽缸内的压缩气体膨胀，将箱盖顶起，如图所示。在此过程中，若缸内气体与外界无热交换，忽略气体分子间相互作用，则缸内气体



A.对外做正功，分子的平均动能减小

B.对外做正功，内能增大

C.对外做负功，分子的平均动能增大

D.对外做负功，内能减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

【解析】密闭于气缸内的压缩气体膨胀对外做正功，即外界对气体做负功，因而 W<0，缸内气体与外界无热交换说明 Q＝0，忽略气体分子间相互作用，说明内能是所有分子动能的总和，根据据热力学第一定律△U=W+Q，可知内能增加量△U<0，故内能减小，分子平均动能减小，温度降低。所以只有 A 正确。

【考点定位】热力学第一定律

31.(2012·广东卷)景颇族的祖先发明的点火器如图 1 所示，用牛角做套筒，木质推杆前端粘着艾绒。猛推推杆，艾绒即可点燃，对筒内封闭的气体，在此压缩过程中

A.气体温度升高，压强不变

B.气体温度升高，压强变大

C.气体对外界做正功，气体内能增加

D.外界对气体做正功，气体内能减少

【答案】B

【解析】封闭的气体被推杆压缩过程中，由公式 U=W+Q 知，在瞬间，Q=0，W＞0，所以内能增加，则温度升高，气体体积减小，压强增大，综上知 B 正确.

【考点定位】本题考查热力学第一定律和理想气体状态方程

32.(2015·北京卷·T13)下列说法正确的是

A.物体放出热量，其内能一定减小

B.物体对外做功，其内能一定减小

C.物体吸收热量，同时对外做功，其内能可能增加

D.物体放出热量，同时对外做功，其内能可能不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】C

【解析】A、由热力学第一定律△U＝W＋Q 可知，物体放热，Q<0，但是 W 未知，则△U 不一定小于零，即内能不一定减少，选项 A 错误。B、对外做功 W<0，但 Q 未知，所以△U 依旧不能判定，选项 B 错误。C、吸收热量 Q>0，对外做功 W<0，W+Q 可为正或为零或负，即内能可能增加或不变或减小，选项 C 正确。D、放热 Q<0，且对外做功 W<0，则△U<0，即内能一定减少。选项 D 错误。故选 C。

【考点定位】热力学第一定律。

33.(2014·北京卷)下列说法正确的是

A.物体温度降低，其分子热运动的平均动能增大

B.物体温度升高，其分子热运动的平均动能增大

C.物体温度降低，其内能一定增大

D.物体温度不变，其内能一定不变[

【答案】B

【解析】温度是物体的分子平均动能的标志，温度升高，物体分子的平均动能一定增大，A 错误，B 正确；内能是所有分子的动能和势能的和，不仅与温度有关，还与物体的体积有关，只知道温度一个因素的变化情况，无法确定物体内能的变化，C、D 错误。

【考点定位】温度和分子平均动能、内能的关系

34.(2015·重庆卷·T10(1))某驾驶员发现中午时车胎内的气压高于清晨时的，且车胎体积增大.若这段时间胎内气体质量不变且可视为理想气体，那么

A.外界对胎内气体做功，气体内能减小　　B.外界对胎内气体做功，气体内能增大

C.胎内气体对外界做功，内能减小　　D.胎内气体对外界做功，内能增大

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】对车胎内的理想气体分析知，体积增大为气体为外做功，内能只有动能，而动能的标志为温度，故中午温度升高，内能增大，故选 D。

【考点定位】理想气体的性质、功和内能、热力学第一定律。

35.(2013·北京卷)下列说法正确的是

A.液体中悬浮的无规则运动称为布朗运动

B.液体分子的无规则运动称为布朗运动

C.物体从外界吸收热量，其内能一定增加

D.物体对外界做功，其内能一定减少

【答案】A

【解析】悬浮在液体中的颗粒无规则运动，反映了液体分子无规则运动，这类现象称之为布朗运动，所以 A 对，液体分子的无规则运动不能称为布朗运动，B 错误；根据热力学第一定律$\Delta U=W+\Delta Q$ 可知，物体从外界吸收热量不一定内能增加，同理物体对外界做功，内能不一定减少。

【考点定位】本题考查了热学中典型的现象或结论，例如布朗运动、热力学第一定律的理解和应用。

36.(2012·福建卷)关于热力学定律和分子动理论，下列说法正确的是____。(填选项前的字母)

A.一定量气体吸收热量，其内能一定增大

B.不可能使热量由低温物体传递到高温物体

C.若两分子间距离增大，分子势能一定增大

D.若两分子间距离减小，分子间引力和斥力都增大

【答案】D

【解析】做功和热传递都能改变内能，气体吸收热量，其内能不一定增大，A 错误；可以使热量由低温物体传递到高温物体，但要引起其它变化，如电冰箱，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

故 B 错误; 若分子间距大于平衡位置时，分子间距离增大，分子势能一定增大C 错误；若两分子间距离减小，分子间引力和斥力都增大，D 正确。

37.(2016·全国新课标I卷·T33(1))关于热力学定律，下列说法正确的是

A.气体吸热后温度一定升高

B.对气体做功可以改变其内能

C.理想气体等压膨胀过程一定放热

D.热量不可能自发地从低温物体传到高温物体

E.如果两个系统分别与状态确定的第三个系统达到热平衡，那么这两个系统彼此之间也必定达到热平衡

【答案】BDE

【解析】气体内能的改变△U＝W＋Q，故对气体做功可改变气体内能，B 选项正确；气体吸热为 Q，但不确定外界做功 W 的情况，故不能确定气体温度变化，A 选项错误; 理想气体等压膨胀，W<0，由理想气体状态方程 PV＝nRT，P 不变，V 增大，气体温度升高，内能增大。由△U＝W＋Q，气体过程中一定吸热，C 选项错误；由热力学第二定律，D 选项正确；根据平衡性质，E 选项正确；

【考点定位】热力学定律、理想气体的性质

38.(2011·全国卷·T14)(多选题)关于一定量的气体，下列叙述正确的是

A.气体吸收的热量可以完全转化为功　　B.气体体积增大时，其内能一定减少

C.气体从外界吸收热量，其内能一定增加　D.外界对气体做功，气体内能可能减少

【答案】AD

【解析】根据热力学第一定律：△U＝W＋Q，在一定的条件下，控制温度不变，气体吸收热量可以完全转化为功，其内能的变化为零，A 正确；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

气体体积增大时，对外界做功，但不知是否有热传递，无法确定内能的增加与减小，B 错误；

气体对外界吸收热量，但不知气体是否对外界做功，无法确定内能的增加与减小，C 错误；

外界对气体做功，但不知道是否有热传递，无法确定内能的增加与减小，D 正确

【考点定位】热力学第一定律

39.(2012·新课标卷)关于热力学定律，下列说法正确的是_____

A.为了增加物体的内能，必须对物体做功或向它传递热量

B.对某物体做功，必定会使该物体的内能增加

C.可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功

D.不可能使热量从低温物体传向高温物体

E.功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程

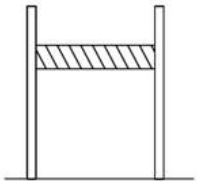
【答案】ACE

【解析】对物体做功或向它传递热量是增加物体的内能的方法，A 正确；对某物体做功，同时对外散发热量，物体的内能可能减少，B 错误；并非热不能完全转化为功，而是在不引起其他变化的条件下热不能完全转化为功。在一定条件下，可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功，C 正确；在外界对物体做功的情况下，可以使热量从低温物体传向高温物体，D 错误；根据热力学第二定律，功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程，E 正确。

【考点定位】本题考查热学、气体的等温和等容变化及理想气体的状态方程相关知识

40.(2014·山东卷)如图，内壁光滑、导热良好的气缸中用活塞封闭有一定质量的理想气体。当环境温度升高时，缸内气体

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



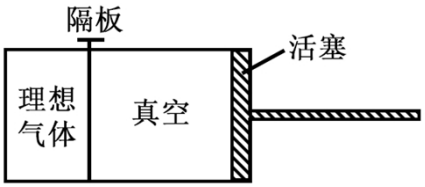
a.内能增加　　b.对外做功　　c.压强增大　　d.分子间的引力和斥力都增大

【答案】ab

【解析】由于气缸导热良好，当环境温度升高时，理想气体的温度也会升高，内能增加，a 正确，这时气缸内气体压强等于大气压与活塞产生的压强之和，保持不变，因此气体发生等压变化，压强不变，温度升高，气体膨胀，对外做功，b 正确；c 错误；气体分子间距离增加，由于气体认为是理想气体，分子间即不存在引力也不存在斥力，d 错误。

【考点定位】气体等压变化，热力学第一定律

41.(2017·新课标II卷·T33(1))(5 分)如图，用隔板将一绝热气缸分成两部分，隔板左侧充有理想气体，隔板右侧与绝热活塞之间是真空。现将隔板抽开，气体会自发扩散至整个气缸。待气体达到稳定后，缓慢推压活塞，将气体压回到原来的体积。假设整个系统不漏气。下列说法正确的是_____(选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。



A.气体自发扩散前后内能相同

B.气体在被压缩的过程中内能增大

C.在自发扩散过程中，气体对外界做功

D.气体在被压缩的过程中，外界对气体做功

E.气体在被压缩的过程中，气体分子的平均动能不变

【答案】ABD

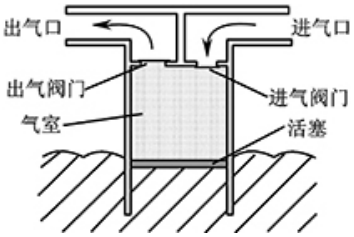
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】气体向真空扩散过程中不对外做功，且又因为气缸绝热，可知气体自发扩散前后内能相同，选项 A 正确，C 错误；气体在被压缩的过程中活塞对气体做功，因气缸绝热，则气体内能增大，选项 BD 正确；气体在被压缩的过程中，因气体内能增加，则温度升高，气体分子的平均动能增加，选项 E 错误；故选 ABD。

【考点定位】气体的内能；热力学第一定律

【名师点睛】此题考查学生对热力学第一定律的理解和运用能力；要知道气体在向真空膨胀时不对外做功；绝热状态时 Q=0；理想气体的内能只与温度有关。

42.(2014·江苏卷·T12A(1))一种海浪发电机的气室如图所示。工作时，活塞随海浪上升或下降，改变气室中空气的压强，从而驱动进气阀门和出气阀门打开或关闭。气室先后经历吸入、压缩和排出空气的过程，推动出气口处的装置发电。气室中的空气可视为理想气体。



(1)下列对理想气体的理解，正确的有_____。

A.理想气体实际上并不存在，只是一种理想模型

B.只要气体压强不是很高就可视为理想气体

C.一定质量的某种理想气体的内能与温度、体积都有关

D.在任何温度、任何压强下，理想气体都遵循气体实验定律

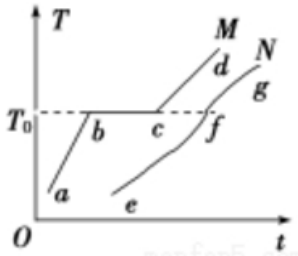
【答案】AD

【解析】理想气体是指气体本身的体积和分子间作用力都忽略不计的气体，是一种理想模型，A 项正确；B 项错误；理想气体的内能只有气体的温度决定，C 项错误；理想气体在任何情况下都严格遵守三大定律，D 项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题主要考查了对理想气体的理解问题，属于中档偏低题。

43.(2011·福建卷)如图所示，曲线 M、N 分别表示晶体和非晶体在一定压强下的熔化过程，图中横轴表示时间 t，纵轴表示温度 T.从图中可以确定的是(填选项前的字母)



A.晶体和非晶体均存在固定的熔点 T0

B.曲线 M 的 bc 段表示固液共存状态

C.曲线 M 的 ab 段、曲线 N 的 ef 段均表示固态

D.曲线 M 的 cd 段、曲线 N 的 fg 段均表示液态

【答案】B

【解析】晶体具有比较固定的焙点，非晶体则没有固定的熔点故 A 错误；

非晶体不是在固定的温度下熔化为液体，而是随着温度的升高逐渐由硬变软，最后变成液体。故 be 段表示固液共存状态；非曲线 N 非晶体在一定压强下的熔化过程，晶体只要吸热，熔化过程就进行，所以非晶体可以看作是过冷的液体，实际上只有晶体才是真正的固体，故 ef 段为液态，故 CD 错误、

【考点定位】晶体和非晶体

44.(2016·江苏卷)在高原地区烧水需要使用高压锅，水烧开后，锅内水面上方充满饱和汽，停止加热，高压锅在密封状态下缓慢冷却，在冷却过程中，锅内水蒸汽的变化情况为

A.压强变小　　B.压强不变　　C.一直是饱和汽　　D.变为未饱和汽

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AC

【解析】在冷却过程中，温度降低，锅内水蒸汽与锅内的液体处于动态平衡，所以锅内水蒸汽一直是饱和汽，故 C 正确；D 错误；在冷却过程中，温度降低，饱和汽的压强减小，所以 A 正确；B 错误.

【考点定位】饱和汽

【方法技巧】高压锅的密封的，在冷却的过程中，锅内水蒸汽与锅内的液体处于动态平衡。

45.(2011·海南卷)关于空气湿度，下列说法正确的是

A.当人们感到潮湿时，空气的绝对湿度一定较大

B.当人们感到干燥时，空气的相对湿度一定较小

C.空气的绝对湿度用空气中所含水蒸汽的压强表示

D.空气的相对湿度定义为水的饱和蒸汽压与相同温度时空气中所含水蒸气的压强之比

【答案】BC

【解析】绝对湿度是指单位体积空气中所含水蒸气的质量，通常以 1 立方米空气内做含有的水蒸气的克数来表示，水蒸气的压强是随着水蒸气的密度的增加而增加的，所以，空气里的绝对湿度的大小也可以通过水汽的压强来表示，因此 C 正确；人们感到潮湿或干燥的原因不是由空气中的水蒸气多少即绝对湿度决定，而是由离水汽饱和气压的距离及相对湿度决定的，因此 A 错误，B 正确；相对湿度是空气中实际所含水蒸气密度和同温度下饱和水蒸气密度的百分比值，D 错误。

【考点定位】相对湿度和绝对湿度

46.(2011·山东卷)人类对物质属性的认识是从宏观到微观不断深入的过程。以下说法正确的是

A.液体的分子势能与体积有关

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.晶体的物理性质都是各向异性的

C.温度升高，每个分子的动能都增大

D.露珠呈球状是由于液体表面张力的作用

【答案】AD

【解析】物体体积变化时，分子间的距离将发生改变，分子势能随之改变，所以分子势能与体积有关，故 A 正确；

晶体分为单晶体和多晶体，单晶体的物理性质各向异性，多晶体的物理性质各向同性，故 B 错误；

温度是分子平均动能的标志，具有统计的意义，故 C 错误；

液体表面的张力具有使液体表面收缩到最小的趋势，故 D 正确。

【考点定位】晶体和非晶体；液体的表面张力现象和毛细现象.

47.(2012·江苏卷)下列现象中，能说明液体存在表面张力的有

A.水黾可以停在水面上　　B.叶面上的露珠呈球形

C.滴入水中的红墨水很快散开　　D.悬浮在水中的花粉做无规则运动

【答案】AB

【解析】AB 说明液体存在表面张力，C 是扩散现象，D 是布朗运动说明水分子做热运动。

【考点定位】本题考查分子动理论

48.(2012·山东卷·T36)以下说法正确的是

A.水的饱和汽压随温度的升高而增大

B.扩散现象表明，分子在永不停息地运动

C.当分子间距离增大时，分子间引力增大，分子间斥力减小

D.一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，气体分子的平均动能减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AB

当分子间距离增大时，分子间引力减小，分子间斥力也减小，选项 c 错误；一定质量的理想气体，在等压膨胀过程中，温度升高，气体分子的平均动能增大，选项 d 错误。

【考点定位】本题考查分子动理论、气体等相关知识

49.(2014·海南卷)下列说法正确的是

A.液面表面张力的方向与液面垂直并指向液体内部

B.单晶体有固定的熔点，多晶体没有固定的熔点

C.单晶体中原子(或分子、离子)的排列具有空间周期性

D.通常金属在各个方向的物理性质都相同，所以金属是非晶体

E.液晶具有液体的流动性，同时具有晶体的各向异性特征

【答案】CE

【解析】液面表面张力的方向始终与液面相切，A 错；单晶体和多晶体都有固定的熔沸点，非晶体熔点不固定，B 错；单晶体中原子(或分子、离子)的排列是规则的，具有空间周期性，表现为各向异性，C 正确；金属材料虽然显示各向同性，但并不意味着就是非晶体，可能是多晶体，D 错误；液晶的名称由来就是由于它具有流动性和各向异性，故 E 正确。

【考点定位】晶体的特点

50.(2014·新课标全国卷II·T33(1))下列说法正确的是____。

A.悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了花粉分子的热运动

B.空气的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果

C.彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点

D.高原地区水的沸点较低，这是高原地区温度较低的缘故

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

E.干湿泡温度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，这是湿泡外纱布中的水蒸发吸热的结果

【答案】BCE

【解析】悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了水分子的无规则热运动，A 错误；空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果，B 正确；彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点，C 正确；高原地区水的沸点较低，是由于高原地区气压低，故水的沸点也较低，D 错误；干湿泡温度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，是由于湿泡外纱布中水蒸发吸收热量，使湿泡的温度降低的缘故，E 正确。

【考点定位】布朗运动；表面张力；液晶的特性；沸点与压强的关系及物态变化。

51.(2015·全国新课标I卷·T33(1))下列说法正确的是。

A.将一块晶体敲碎后，得到的小颗粒是非晶体

B.固体可以分为晶体和非晶体两类，有些晶体在不同的方向上有不同的光学性质

C.由同种元素构成的固体，可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体

D.在合适的条件下，某些晶体可以转化为非晶体，某些非晶体也可以转化为晶体

E.在熔化过程中，晶体要吸收热量，但温度保持不变，内能也保持不变

【答案】BCD

【解析】晶体有固定的熔点，并不会因为颗粒的大小而改变，即使敲碎为小颗粒，仍旧是晶体，选项 A 错。根据是否有固定的熔点，可以把固体分为晶体和非晶体两类，晶体有各向异性，选项 B 对。同种元素构成的可能由于原子的排列方式不同而形成不同的晶体如金刚石和炭。选项 C 对。晶体的分子排列结构如果遭到破坏就可能形成非晶体，反之亦然，选项 D 对。熔化过程中，晶体要吸热，温度不变，但是内能增大，选项 E 错。

【考点定位】晶体非晶体

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

52.(2015·江苏卷·T12A(1))对下列几种固体物质的认识，正确的有_____。

A.食盐熔化过程中，温度保持不变，说明食盐时晶体

B.烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面，熔化的蜂蜡呈椭圆形，说明蜂蜡时晶体

C.天然石英表现为各向异性，是由于该物质的微粒在空间的排列不规则

D.石墨和金刚石的物理性质不同，是由于组成它们的物质微粒排列结构不同

【答案】CD

【解析】物质熔化过程中，温度不变，可能是吸收热量同时对外做功，即 W=Q，如气体；若物体是晶体，则有：熔化过程中，温度保持不变，可见 A 是错误；烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面，熔化的蜂蜡呈椭圆形是由于液体的表面张力的作用，又因为受到重力作用，所以呈椭圆形，所以 B 错误；沿晶格的不同方向，原子排列的周期性和疏密程度不尽相同，由此导致晶体在不同方向的物理化学特性也不同，这就是晶体的各向异性。所以 C 正确、D 正确。

【考点定位】晶体、固体

53.(2013·海南卷)下列说法正确的是

A.把一枚针轻放在水面上，它会浮在水面，这是由于水表面存在表面张力的缘故

B.水在涂有油脂的玻璃板上能形成水珠，而在干净的玻璃板上却不能，为是因为油脂使水的表面张力增大的缘故

C.在围绕地球飞行的宇宙飞船中，自由飘浮的水滴呈球形，这是表面张力作用的结果

D.在毛细现象中，毛细管中的液面有的升高，有的降低，这与液体的种类和毛细管的材质有关

E.当两薄玻璃板间夹有一层水膜时，在垂直于玻璃板的方向很难将玻璃板拉开，这是由于水膜具有表面张力的缘故

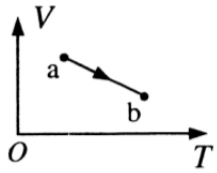
【答案】ACD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】水的表面层分子间距较大，分子力表现为引力，这种分子之间的引力液面具有收缩的趋势，针轻放在水面上，它会浮在水面上，正是由于水表面存在表面张力缘故，A 正确；水在涂有油脂的玻璃板上能形成水珠，而在干净的玻璃板上却不能，这是因为水不浸润油脂，但可以浸润玻璃，B 错误；在围绕地球飞生的宇宙飞船中，水滴处于完全失重状态，水滴表面仅在表面张力的作用下有收缩为球形的趋势，C 正确；在毛细现象中，毛细管中的液面有的升高，有的降低，这与液本的种类和毛细管的材料有关，D 正确，当两薄玻璃板间夹有一层水膜时，在垂直于玻璃板的方向很难将玻璃拉开，这是由于玻璃板之间的空气排开后，中间没有空气，即气压为零，而两玻璃板外面存在大气压强，大气压将两块玻璃紧紧地压在一起，E 错误。

【考点定位】考查热学部分的定性了解的内容。

54.(2011·上海卷)如图，一定量的理想气体从状态a沿直线变化到状态b，在此过程中，其压强



A.逐渐增大　　B.逐渐减小　　C.始终不变　　D.先增大后减小

【答案】A

【解析】因为$\frac{P_aV_a}{T_a}=\frac{P_bV_b}{T_b}$，从图像上看，$\frac{V_a}{T_a}>\frac{V_b}{T_b}$，所以$P_a<P_b$，A 正确

【考点定位】理想气体状态方程

55.(2012·福建卷·T28(2))空气压缩机的储气罐中储有 1.0atm 的空气 6.0L，现再充入 1.0 atm 的空气 9.0L。设充气过程为等温过程，空气可看作理想气体，则充气后储气罐中气体压强为_____。(填选项前的字母)

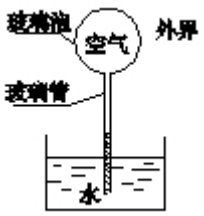
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.2.5 atm　　B.2.0 atm　　C.1.5 atm　　D.1.0 atm【答案】A

【解析】由等温变化可知 $P_1(V_1+V_2)=P_2V_1$ 代入数据可知答案 A 正确

【考点定位】本题考查气体定律等相关知识

56.(2012·重庆卷)题图为伽利略设计的一种测温装置示意图，玻璃管的上端与导热良好的玻璃泡连通，下端插入水中，玻璃泡中封闭有一定量的空气。若玻璃管内水柱上升，则外界大气的变化可能是



A.温度降低，压强增大

B.温度升高，压强不变

C.温度升高，压强减小

D.温度不变，压强减小

【答案】A

【解析】设玻璃泡中气体压强为 p，外界大气压强为 p'，则 $p'=p+\rho gh$，且玻璃泡中气体与外界大气温度相同.液柱上升，气体体积减小，根据理想气体的状态方程 $\frac{PV}{T}=C$ 可知，若 P 不变，则 V 减小时，T 减小；若 T 不变时，V 减小时，P 变大.即温度 T 降低或压强 P 变大是可能的情况.故 BCD 均不符合要求，A 正确.

【考点定位】本题考查气体的状态变化及其相关知识

57.(2013·重庆卷)某未密闭房间的空气温度与室外的相同，现对该室内空气缓慢加热，当室内空气温度高于室外空气温度时，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.室内空气的压强比室外的小

B.室内空气分子的平均动能比室外的大

C.室内空气的密度比室外大

D.室内空气对室外空气做了负功

【答案】B

【解析】未密闭房间说明是等压变化，压强不变，故 A 错误；

温度是分子平均动能的标志，温度升高分子平均动能增加，故 B 正确；

等压升温度，体积增大，密度变小，故 C 错误；

体积增大，对外做正功，故 D 错误。

【考点定位】分子热运动；气体的状态变化方程；热力学第一定律.

58.(2013·福建卷)某自行车轮胎的容积为 V，里面已有压强为 p_0 的空气，现在要使轮胎内的气压增大到 p，设充气过程为等温过程，空气可看作理想气体，轮胎容积保持不变，则还要向轮胎充入温度相同，压强也是 p_0，体积为___的空气(填选项前的字母)

A. $\frac{p_0}{p}V$　　B. $\frac{p}{p_0}V$　　C. $\left(\frac{p}{p_0}-1\right)V$　　D. $\left(\frac{p}{p_0}+1\right)V$

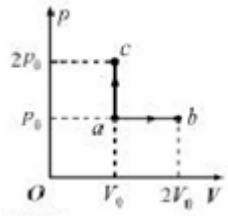
【答案】C

【解析】设需充入的气体体积为 V_0，由于整个过程中气体的温度保持不变，根据玻意耳定律有：$p_0(V+V_0)=pV$，解得：$V_0=\left(\frac{p}{p_0}-1\right)V$，故选项 C 正确。

【考点定位】本题玻意耳定律的应用问题。

59.(2015·福建卷·T29(2))如图，一定质量的理想气体，由 a 经过 ab 过程到达状态 b 或者经过 ac 过程到达状态 c。设气体在状态 b 和状态 c 的温度分别为 T_b 和 T_c，在过程 ab 和 ac 中吸收的热量分别为 Q_{ab} 和 Q_{ac}。则_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.$T_b>T_c$，$Q_{ab}>Q_{ac}$　　B.$T_b>T_c$，$Q_{ab}<Q_{ac}$

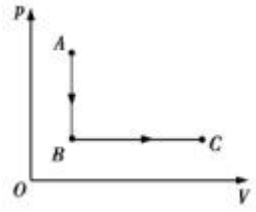
C.$T_b=T_c$，$Q_{ab}>Q_{ac}$　　D.$T_b=T_c$，$Q_{ab}<Q_{ac}$

【答案】C

【解析】根据理想气体状态方程：$\frac{p_cV_c}{T_c}=\frac{p_bV_b}{T_b}$，代入可得 $T_b=T_c$；根据热力学第一定律$\Delta U=W+Q$，又 $T_b=T_c$，故两过程的ΔU相同，从 a 到 c 过程 W=0，从 a 到 b 过程 W<0，所以 $Q_{ab}>Q_{ac}$，故 C 正确。

【考点定位】理想气体状态方程和热力学第一定律。

60.(2014·福建卷·T29(2))图为一定质量理想气体的压强 p 与体积 V 关系图象，它由状态 A 经等容过程到状态 B，再经等压过程到状态 C，设 A、B、C 状态对应的温度分别为 T_A、T_B、T_C，则下列关系式中正确的是___。(填选项前的字母)



A.$T_A<T_B$，$T_B<T_C$　　B. $T_A>T_B$，$T_B=T_C$　　C. $T_A>T_B$，$T_B<T_C$　　D. $T_A=T_B$，$T_B>T_C$

【答案】C

【解析】根据理想气体状态方程$\frac{PV}{T}=k$可得：从 A 到 B，因体积不变，压强减小，所以温度降低，即 $T_A>T_B$；从 B 到 C，压强不变，体积增大，故温度升高，即 $T_B<T_C$，故 A、B、D 错误，C 正确。

【考点定位】本题考查理想气体状态方程

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】抓住理想气体状态方程即可

61.(2014·重庆卷)重庆出租车常以天然气作为燃料，加气站储气罐中天然气的温度随气温升高的过程中若储气罐内气体体积及质量均不变，则罐内气体(可视为理想气体)

A.压强增大，内能减小　　B.吸收热量，内能增大

C.压强减小，分子平均动能增大　　D.对外做功，分子平均动能减小

【答案】B

【解析】对理想气体由 PV=nRT 可知体积和质量不变，温度升高时，压强增大，选项 C 错误。理想气体的内能只有分子动能，而温度是平均动能的标志，故温度升高，分子平均动能增大，内能增大，选项 A、D 错误，体积不变，故 W=0，由热力学第一定律△U=Q+W 知，吸热内能增大，故选 B。

【考点定位】本题考查了理想气体的等容变化、热力学第一定律、内能。

62.(2014·上海卷·T10)如图，竖直放置、开口向下的试管内用水银封闭一段气体，若试管自由下落，管内气体

A.压强增大，体积增大　　B.压强增大，体积减小

C.压强减小，体积增大　　D.压强减小，体积减小

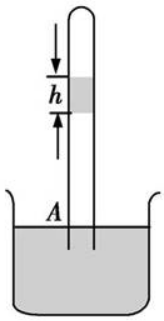
【答案】B

【解析】初始时，水银处于静止状态，受到重力和封闭气体的压力之和与外界大气压力等大反向；当试管自由下落时，管中水银也处于完全失重状态，加速度为 g 竖直向下，所以封闭气体的压强与外界大气压等大；由此可知封闭气体的压强增大，根据理想气体状态方程可知，气体的体积减小，B 项正确。

【考点定位】理想气体状态方程

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

63.(2015·上海卷·T9)如图，长为 h 的水银柱将上端封闭的玻璃管内气体分割成两部分，A 处管内外水银面相平。将玻璃管缓慢向上提升 H 高度(管下端未离开水银面)，上下两部分气体的压强发生变化分别为Δp_1和Δp_2，体积变化分别为ΔV_1和ΔV_2。已知水银密度为 ρ，玻璃管截面积为 S，则



A.Δp_2一定等于Δp_1　　B.ΔV_2一定等于ΔV_1

C.Δp_2与Δp_1之差为ρgh　　D.ΔV_2与ΔV_1之和为 HS

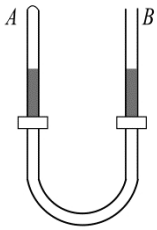
【答案】A

【解析】当玻璃管缓慢向上提升 H 高度时，气体的体积变大，压强变小，有部分水银进入玻璃管，也就是管中的水银面会比管外的水银面高，设高度差为△h，初状态上面气体的压强 $p_1 = p_0 - \rho gh$，末状态上面气体的压强 $p_1' = p_0 - \rho gh - \rho g\Delta h$，所以 $\Delta p_1 = \rho g\Delta h$，同理可求出 $\Delta p_2 = \rho g\Delta h$，故 A 正确，C 错误；由玻意耳定律得 $P_1V_1 = P_1'V_1'$，所以气体的变化 $\Delta V_1 = V_1' - V_1 = \frac{\Delta P_1}{P_1'}V_1$，同理可求出 $\Delta V_2 = \frac{\Delta P_2}{P_2'}V_2$，故 B 错误；因为有水银进入玻璃管内，所以$\Delta V_1$与$\Delta V_2$之和小于 HS，故 D 错误。

【考点定位】玻意耳定律

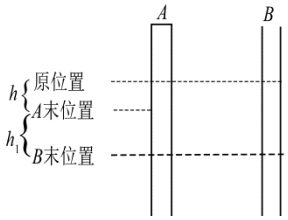
64.(2016·上海卷)如图，粗细均匀的玻璃管 A 和 B 由一橡皮管连接，一定质量的空气被水银柱封闭在 A 管内，初始时两管水银面等高，B 管上方与大气相通。若固定 A 管，将 B 管沿竖直方向缓慢下移一小段距离 H，A 管内的水银面高度相应变化 h，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.h=H　　B.h<$\frac{H}{2}$　　C.h=$\frac{H}{2}$　　D.$\frac{H}{2}$<h<H

【答案】B

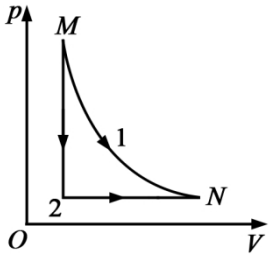


【解析】根据题意，原来 A、B 管内的水银高度相同，有 $p_A = p_0$；B 管下移后，设 A 管水银下移高度为 h，B 管内水银末位置高度如图所示，A、B 管内末位置水银高度差为 h_1，则 B 管内水银初、末位置高度差为：$h+h_1$，可以计算 B 管下降的高度为：$H = 2h + h_1$，此时由于 A 管内水银下降，则 A 管内气体体积增加，压强减小，即 $p'_A < p_0$，此时有：$p'_A + p_{h_1} = p_0$，计算得 $p'_A + \rho g(H-2h) = p_0$，最后有：$h = \frac{p'_A - p_0}{\rho g} + \frac{H}{2}$，由于 $p'_A < p_0$，所以 $h < \frac{H}{2}$，故选项 B 正确。

【考点定位】气体压强

65.(2016·海南卷·T15(1))一定量的理想气体从状态 M 可以经历过程 1 或者过程 2 到达状态 N，其 p–V 图象如图所示。在过程 1 中，气体始终与外界无热量交换；在过程 2 中，气体先经历等容变化再经历等压变化。对于这两个过程，下列说法正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.气体经历过程 1，其温度降低

B.气体经历过程 1，其内能减小

C.气体在过程 2 中一直对外放热

D.气体在过程 2 中一直对外做功

E.气体经历过程 1 的内能改变量与经历过程 2 的相同

【答案】ABE

【解析】气体经历过程 1，压强减小，体积变大，膨胀对外做功，内能减小，故温度降低，选项 AB 正确；

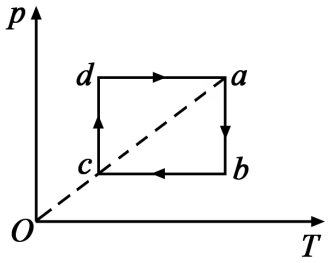
气体在过程 2 中，根据理想气体状态方程 $\frac{PV}{T}=C$，刚开始时，气体体积不变，压强减小，则温度降低，对外放热，然后压强不变，体积变大，膨胀对外做功，则温度升高，吸热，故选项 CD 错误；

无论是经过 1 过程还是过程 2，初、末状态相同，故内能改变量相同，选项 E 正确。

【考点定位】气体的等容变化和等压变化、热力学第一定律、气体的等温变化

66.(2016·全国新课标II卷·T33(1))一定量的理想气体从状态 a 开始，经历等温或等压过程 ab、bc、cd、da 回到原状态，其 p–T 图像如图所示，其中对角线 ac 的延长线过原点 O。下列判断正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.气体在 a、c 两状态的体积相等

B.气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能

C.在过程 cd 中气体向外界放出的热量大于外界对气体做的功

D.在过程 da 中气体从外界吸收的热量小于气体对外界做的功

E.在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功

【答案】ABE

【解析】由理想气体方程 PV＝nRT 知 $P=\frac{nR}{V}T$，a 与 b 的体积相等，选项 A 正确；

理想气体的内能由温度决定，而 $T_c<T_a$，故 a 的内能大于 c 的内能，选项 B 正确；

由热力学第一定律△U＝W＋Q 知，cd 过程温度不变(内能不变)，则 Q＝－W，选项 C 错误；

da 过程温度升高，即内能增大，则吸收的热量大于对外做的功，选项 D 错误；

be过程中外界对气体做的功 $W_{bc}=p_c(V_b-V_c)$，da过程中气体对外界做的功 $W_{da}=p_a(V_a-V_d)$，对两个等温变化过程有 $p_aV_a=p_cV_b$，$p_cV_c=p_aV_d$，联立各式得 $W_{bc}=p_aV_a-p_cV_c$，$W_{da}=p_aV_a-p_cV_c$，选项 E 正确。故迭 ABE。

【考点定位】理想气体状态方程、热力学第一定律

67.(2011·辽宁卷)对于一定量的理想气体，下列说法正确的是_____。

A.若气体的压强和体积都不变，其内能也一定不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.若气体的内能不变，其状态也一定不变

C.若气体的温度随时间不段升高，其压强也一定不断增大

D.气体温度每升高 1K 所吸收的热量与气体经历的过程有关

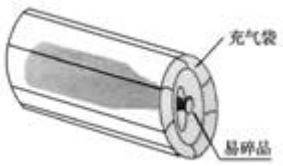
E.当气体温度升高时，气体的内能一定增大

【答案】ADE

【解析】由理想气体状态方程可知，若气体的压强和体积都不变，其温度不变，内能也一定不变，选项 A 正确；理想气体做等温变化，内能不变，而体积压强变化，状态变化，选项 B 错误；若气体的温度随时间不段升高，体积也随着增大，其压强也可能不变或减小，选项 C 错误；由热力学第一定律，气体温度每升高 1K 所吸收的热量与气体经历的过程有关，选项 D 正确；由于理想气体的内能只与温度有关，当气体温度升高时，气体的内能一定增大，选项 E 正确。

【考点定位】理想气体状态方程

68.(2014·广东卷)用密封性好、充满气体的塑料袋包裹易碎品，如图 10 所示。充气袋四周被挤压时，假设袋内气体与外界无热交换，则袋内气体



A.体积减小，内能增大

B.体积减小，压强减小

C.对外界做负功，内能增大

D.对外界做正功，压强减小

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】充气袋被挤压时，气体体积减小，外界对气体做功，已知袋内气体与外界无热交换，则袋内气体内能增加，故选项 C 正确，D 错误；气体体积减小，内能增加，温度一定升高，压强变大，故选项 A 正确，B 错误。

【考点定位】本题考查理想气体状态方程和影响内能的两种方式。

69.(2014·全国大纲卷)对于一定量的稀薄气体，下列说法正确的是

A.压强变大时，分子热运动必然变得剧烈

B.保持压强不变时，分子热运动可能变得剧烈

C.压强变大时，分子间的平均距离必然变小

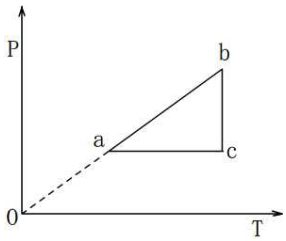
D.压强变小时，分子间的平均距离可能变小

【答案】BD

【解析】分子热运动的剧烈程度由温度决定，温度越高，分子分子热运动越剧烈，分子间的平均距离由体积决定，体积越大，分子间的平均距离越大，根据理想气体状态方程 pV＝nRT 可知，对于一定量的稀薄气体，当压强变大时，若体积减小，温度可能降低或不变，故选项 A 错误；若温度升高，则体积可能变大或不变，故选项 C 错误；当保持压强不变时，若体积增大，则温度升高，故选项 B 正确；当压强变小时，若温度不变，则体积增大，故选项 D 正确。

【考点定位】本题主要考查了对分子动理论、理想气体状态方程的理解与应用问题，属于中档题。

70.(2014·新课标全国卷I·T33(1))一定量的理想气体从状态 a 开始，经历三个过程 ab、bc、ca 回到原状态，其 $p-T$ 图象如图所示，下列判断正确的是_____。



A.过程 ab 中气体一定吸热

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.过程 bc 中气体既不吸热也不放热

C.过程 ca 中外界对气体所做的功等于气体所放的热

D.A、b 和 c 三个状态中，状态 a 分子的平均动能最小

E.b 和 c 两个状态中，容器壁单位面积单位时间内受到气体分子撞击的次数不同

【答案】ADE

【解析】从 a 到 b 的过程，根据图线过原点可得 $\frac{P_a}{T_a}=\frac{P_b}{T_b}$，所以为等容变化过程，气体没有对外做功，外界也没有对气体做功，所以温度升高，只能是吸热的结果，A 正确；

从 b 到 c 的过程温度不变，可是压强变小，说明体积膨胀，对外做功，理应内能减少温度降低，而温度不变说明从外界吸热，B 错误；

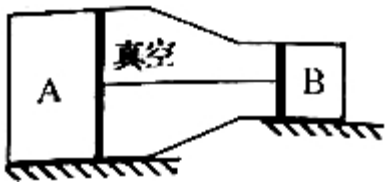
从 c 到 a 的过程，压强不变，根据温度降低说明内能减少，根据改变内能的两种方式及做功和热传递的结果是内能减少，所以外界对气体做的功小于气体放出的热量，C 错误；

分子的平均动能与温度有关，状态 a 的温度最低，所以分子平均动能最小，D 正确；

b 和 c 两个状态，温度相同，即分子运动的平均速率相等，单个分子对容器壁的平均撞击力相等，根据 b 压强大，可判断状态 b 单位时间内容器壁受到分子撞击的改数多，E 正确。

【考点定位】分子热运动理想气体状态方程气体压强的微观解释

71.(2014·上海卷)如图所示，水平放置的刚性气缸内用活塞封闭两部分气体 A 和 B，质量一定的两活塞用杆连接。气缸内两活塞之间保持真空，活塞与气缸壁之间无摩擦，左侧活塞面积交道，A、B 的初始温度相同。略抬高气缸左端使之倾斜，再使 A、B 升高相同温度，气体最终达到稳定状态。若始末状态 A、B 的压强变化量 Δp_A、Δp_B 均大于零，对活塞压力的变化量 ΔF_A、ΔF_B，则



A.A 体积增大　　B.A 体积减小　　C.ΔF_A > ΔF_B　　D.$\Delta p_A < \Delta p_B$

【答案】AD

【解析】设气缸内其他对活塞的压力分别为$F_A F_B$，初始则有$F_A = F_B$，倾斜后，设活塞斜向下的重力分力为 G'，根据受力平衡，则有$F_A' + G' = F_B'$，所以$\Delta F_A < \Delta F_B$选项 C 错。压强的变化量$\Delta P_A = \frac{\Delta F_A}{S_A}$，$\Delta P_B = \frac{\Delta F_B}{S_B}$，根据$\Delta F_A < \Delta F_B$，$S_A > S_B$，判断$\Delta P_A < \Delta P_B$，选项 D 对。根据理想气体状态方程即$\frac{P_A V_A}{T} = \frac{(P_A + \Delta P_A)V_A'}{T + \Delta T}$，$\frac{P_B V_B}{T} = \frac{(P_B + \Delta P_B)V_B'}{T + \Delta T}$，据此可得$\frac{P_A V_A}{(P_A + \Delta P_A)V_A'} = \frac{P_B V_B}{(P_B + \Delta P_B)V_B'}$，整理即得$\frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta P_A}{P_A})V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta P_B}{P_B})V_B'}$，可得$\frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta F_A}{F_A})V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta F_B}{F_B})V_B'}$根据$\Delta F_A < \Delta F_B$，$F_A = F_B$，可得$\frac{V_A}{V_A'} < \frac{V_B}{V_B'}$，根据两个部分体积一个增大另一个减小，判断 A 的体积增大，选项 A 对 B 错。

【考点定位】理想气体状态方程

72.(2015·广东卷·T17)如图为某实验器材的结构示意图，金属内筒和隔热外筒间封闭了一定体积的空气，内筒中有水，在水加热升温的过程中，被封闭的空气

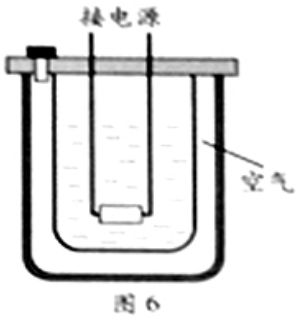


图 6

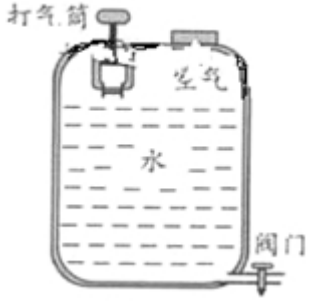
A.内能增大　　B.压强增大　　C.分子间引力和斥力都减小　　D.所有分子运动速率都增大

【答案】AB

【解析】当内筒中水加热升温时，金属内筒和隔热外筒间封闭的空气温度也将升高，其内能增大，故选项 A 正确；又由于其体积不变，根据查理定律可知，其压强也增大，故选项 B 正确；因气体体积、分子数不变，即分子间间距不变，因此分子间引力和斥力都不变，故选项 C 错误；温度升高，分子的热运动加剧，其平均速率增大，但分子的运动仍然为无规则运动，某时刻，对某个分子而言，其速率可能会很小，故选项 D 错误。

【考点定位】对分子动理论、查理定律的理解与应用。

73.(2013·广东卷·T18)如图所示为某同学设计的喷水装置，内部装有 2L 水，上部密封 1atm 的空气 0.5L，保持阀门关闭，再充入 1atm 的空气 0.1L，设在所有过程中空气可看作理想气体，且温度不变，下列说法正确的有



A.充气后，密封气体压强增加

B.充气后，密封气体的分子平均动能增加

C.打开阀门后，密封气体对外界做正功

D.打开阀门后，不再充气也能把水喷光

【答案】AC

【解析】温度不变，密封气体的分子平均动能不变，故 B 错误；充气过程为等温过程，气体原来的压强为 1.0 atm、体积为 0.6 L；后来气体的体积变为 0.5 L，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据玻意耳定律，$P_1V_1 = P_2V_2$ 可知 P_2 增大，故 A 正确；打开阀门，体积增大，密封气体对外界做正功，故 C 正确；打开阀门后，当内部气体与水产生的压强等于外气压相等时便不再喷水，不再充气不能把水喷光，故 D 错误。

【考点定位】理想气体、理想气体状态方程。容易题

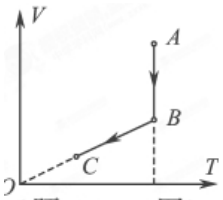
74.(2017·江苏卷)一定质量的理想气体从状态 A 经过状态 B 变化到状态 C，其 V–T 图象如图 12A–1 图所示.下列说法正确的有_____.

(A)A→B 的过程中，气体对外界做功

(B)A→B 的过程中，气体放出热量

(C)B→C 的过程中，气体压强不变

(D)A→B→C 的过程中，气体内能增加



（题 12A–1 图）

【答案】BC

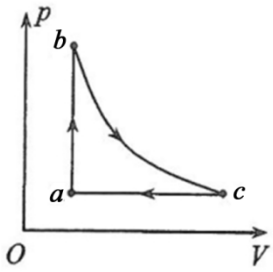
【解析】由图知 A→B 的过程中，温度不变，体积减小，故外界对气体做功，所以 A 错误；根据热力学定律知，A→B 的过程中，气体放出热量，B 正确；B→C 的过程为等压变化，气体压强不变，C 正确；A→B→C 的过程中，温度降低，气体内能减小，故 D 错误.

【考点定位】理想气体状态方程 热力学第一定律

【名师点睛】两个过程：A 到 B 等温变化，B 到 C 等压变化.

75.(2017·新课标III卷)如图，一定质量的理想气体从状态 a 出发，经过等容过程 ab 到达状态 b，再经过等温过程 bc 到达状态 c，最后经等压过程 ca 回到状态 a。下列说法正确的是_____(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.在过程 ab 中气体的内能增加

B.在过程 ca 中外界对气体做功

C.在过程 ab 中气体对外界做功

D.在过程 bc 中气体从外界吸收热量

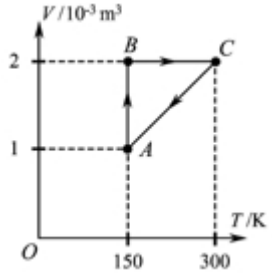
E.在过程 ca 中气体从外界吸收热量

【答案】ABD

【解析】在过程 ab 中，体积不变，外界不对气体做功，气体也不对外界做功，压强增大，温度升高，内能增加，A 正确，C 错误；在过程 ca 中，气体体积缩小，外界对气体做功，压强不变，温度降低，故内能减小，由热力学第一定律可得气体向外界放出热量，B 正确，E 错误；在过程 bc 中，温度不变，内能不变，体积增大，气体对外界做功，由热力学第一定律可知，气体要从外界吸收热量，D 正确。

【考点定位】理想气体的等容变化、等压变化和等温变化、热力学第一定律

76.(2018·江苏卷·T14)如图所示，一定质量的理想气体在状态 A 时压强为 2.0×10^5 Pa，经历 A→B→C→A 的过程，整个过程中对外界放出 61.4 J 热量.求该气体在 A→B 过程中对外界所做的功.



速率区间 (m·s⁻¹)	各速率区间的分子数占总分子数的百分比 /%	
	温度 T_1	温度 T_2
100 以下	0.7	1.4
100~200	5.4	8.1
200~300	11.9	17.0
300~400	17.4	21.4
400~500	18.6	20.4
500~600	16.7	15.1
600~700	12.9	9.2
700~800	7.9	4.5
800~900	4.6	2.0
900 以上	3.9	0.9

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

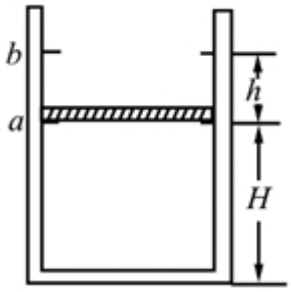
【答案】气体对外界做的功为 138.6 J

【解析】整个过程中，外界对气体做功 $W=W_{AB}+W_{CA}$，且 $W_{CA}=p_A(V_C-V_A)$

由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$，得 $W_{AB}=-(Q+W_{CA})$

代入数据得 $W_{AB}=-138.6$ J，即气体对外界做的功为 138.6 J

77.(2018·全国 II 卷·T14)如图，一竖直放置的气缸上端开口，气缸壁内有卡口 a 和 b，a、b 间距为 h，a 距缸底的高度为 H；活塞只能在 a、b 间移动，其下方密封有一定质量的理想气体。已知活塞质量为 m，面积为 S，厚度可忽略；活塞和汽缸壁均绝热，不计他们之间的摩擦。开始时活塞处于静止状态，上、下方气体压强均为 p_0，温度均为 T_0。现用电热丝缓慢加热气缸中的气体，直至活塞刚好到达 b 处。求此时气缸内气体的温度以及在此过程中气体对外所做的功。重力加速度大小为 g。



【答案】$W=(p_0S+mg)h$

【解析】试题分析：由于活塞处于平衡状态所以可以利用活塞处于平衡状态，求封闭气体的压强，然后找到不同状态下气体参量，计算温度或者体积。

开始时活塞位于 a 处，加热后，汽缸中的气体先经历等容过程，直至活塞开始运动。设此时汽缸中气体的温度为 T_1，压强为 p_1，根据查理定律有$\frac{p_0}{T_0}=\frac{p_1}{T_1}$①

根据力的平衡条件有$p_1S=p_0S+mg$②

联立①②式可得$T_1=\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0$③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

此后，汽缸中的气体经历等压过程，直至活塞刚好到达 b 处，设此时汽缸中气体的温度为 T_2；活塞位于 a 处和 b 处时气体的体积分别为 V_1 和 V_2。根据盖—吕萨克定律有

$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$④式中 V_1=SH⑤V_2=S(H+h)⑥

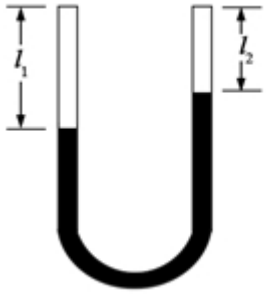
联立③④⑤⑥式解得$T_2=\left(1+\frac{h}{H}\right)\left(1+\frac{mg}{p_0S}\right)T_0$⑦

从开始加热到活塞到达 b 处的过程中，汽缸中的气体对外做的功为$W=(p_0S+mg)h$⑧

故本题答案是：$W=(p_0S+mg)h$

点睛：本题的关键是找到不同状态下的气体参量，再利用气态方程求解即可。

78.(2018·全国 III 卷·T14)在两端封闭、粗细均匀的 U 形细玻璃管内有一股水银柱，水银柱的两端各封闭有一段空气。当 U 形管两端竖直朝上时，左、右两边空气柱的长度分别为 l_1=18.0 cm 和 l_2=12.0 cm，左边气体的压强为 12.0 cmHg。现将 U 形管缓慢平放在水平桌面上，没有气体从管的一边通过水银逸入另一边。求 U 形管平放时两边空气柱的长度。在整个过程中，气体温度不变。

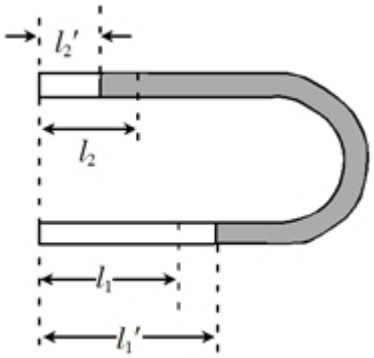


【答案】7.5 cm

【解析】试题分析　本题考查玻意耳定律、液柱模型、关联气体及其相关的知识点。

解析　设 U 形管两端竖直朝上时，左、右两边气体的压强分别为 p_1 和 p_2。U 形管水平放置时，两边气体压强相等，设为 p，此时原左、右两边气体长度分别变为 l_1'和 l_2'。由力的平衡条件有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

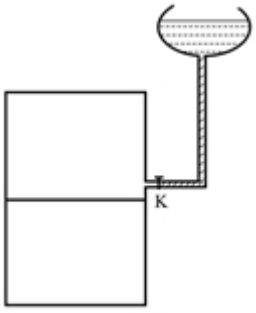


$p_1 = p_2 + \rho g\ (l_1 - l_2)$ ①式中为水银密度，g 为重力加速度大小。

由玻意耳定律有 $p_1 l_1 = p l_1'$②$p_2 l_2 = p l_2'$③$l_1' - l_1 = l_2 - l_2'$④

由①②③④式和题给条件得 $l_1' = 22.5$ cm⑤$l_2' = 7.5$ cm⑥

79.(2018·全国 I 卷·T14)如图，容积为 V 的汽缸由导热材料制成，面积为 S 的活塞将汽缸分成容积相等的上下两部分，汽缸上部通过细管与装有某种液体的容器相连，细管上有一阀门 K。开始时，K 关闭，汽缸内上下两部分气体的压强均为 p_0。现将 K 打开，容器内的液体缓慢地流入汽缸，当流入的液体体积为 $\frac{V}{8}$ 时，将 K 关闭，活塞平衡时其下方气体的体积减小了 $\frac{V}{6}$，不计活塞的质量和体积，外界温度保持不变，重力加速度大小为 g。求流入汽缸内液体的质量。



【答案】$m = \frac{15 p_0 S}{26 g}$

【解析】本题考查玻意耳定律、关联气体、压强及其相关的知识点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设活塞再次平衡后，活塞上方气体的体积为V_1，压强为p_1；下方气体的体积为V_2，压强为p_2。在活塞下移的过程中，活塞上、下方气体的温度均保持不变，由玻意耳定律得。

$p_0\frac{V}{2}=p_1V_1$ ①

$p_0\frac{V}{2}=p_2V_2$ ②

由已知条件得$V_1=\frac{V}{2}+\frac{V}{6}-\frac{V}{8}=\frac{13}{24}V$ ③$V_2=\frac{V}{2}-\frac{V}{6}=\frac{V}{3}$ ④

设活塞上方液体的质量为 m，由力的平衡条件得

$p_2S=p_1S+mg$ ⑤

联立以上各式得$m=\frac{15p_0S}{26g}$ ⑥

80.(2013·重庆卷·T10(2))汽车未装载货物时，某个轮胎内气体的体积为 v_0，压强为 p_0；装载货物后，该轮胎内气体的压强增加了 Δp。若轮胎内气体视为理想气体，其质量、温度在装载货物前后均不变，求装载货物前后此轮胎内气体体积的变化量。

【答案】$\Delta V=-\frac{\Delta pV_0}{p_0+\Delta p}$

对轮胎内气体进行研究：由于等温变化

则有 $p_0V_0=(p_0+\Delta p)V'$　　所以 $V'=\frac{p^0}{p^0+\Delta p}V_0$

所以 $\Delta V=V_0-V'=\frac{\Delta p}{p^0+\Delta p}V_0$

【考点定位】气体状态变化，玻意耳定律。

81.(2015·江苏卷·T12A(3))给某包装袋充入氮气后密封，在室温下，袋中气体压强为1个标准大气压、体积为1L。将其缓慢压缩到压强为2个标准大气压时，气体的体积变为0.45L。请通过计算判断该包装袋是否漏气。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】漏气

【解析】若不漏气，设加压后的体积为 V_1，由等温过程得：$P_0V_0=P_1V_1$，代入数据得 V_1=0.5L

因为 0.45L<0.5L，故包装袋漏气

【考点定位】考查理想气体状态方程

82.(2015·重庆卷·T10(2))北方某地的冬天室外气温很低，吹出的肥皂泡会很快冻结.若刚吹出时肥皂泡内气体温度为T_1，压强为P_1，肥皂泡冻结后泡内气体温度降为T_2.整个过程中泡内气体视为理想气体，不计体积和质量变化，大气压强为P_0.求冻结后肥皂膜内外气体的压强差.

【答案】$\Delta P=\frac{T_2}{T_1}P_1-P_0$

【解析】对气泡分析，发生等容变化，有：$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$

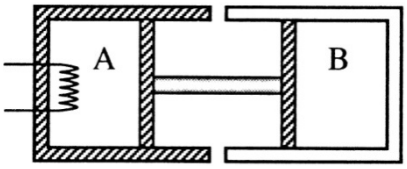
可得：$P_2=\frac{T_2}{T_1}P_1$

故内外气体的压强差为$\Delta P=P_2-P_1=\frac{T_2}{T_1}P_1-P_0$

【考点定位】理想气体状态方程。

83.(2011·上海卷)如图，绝热气缸A与导热气缸B均固定于地面，由刚性杆连接的绝热活塞与两气缸间均无摩擦。两气缸内装有处于平衡状态的理想气体，开始时体积均为V_0、温度均为T_0。缓慢加热A中气体，停止加热达到稳定后，A中气体压强为原来的1.2倍。设环境温度始终保持不变，求气缸A中气体的体积V_A和温度T_A。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$V_A=\frac{7}{6}V_0$，$T_A=1.4T_0$

【解析】设初态压强为p_0，膨胀后 A，B 压强相等$p_B=1.2p_0$

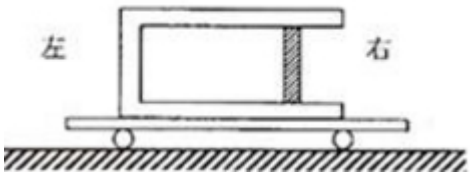
B 中气体始末状态温度相等$p_0V_0=1.2p_0(2V_0-V_A)$

$\therefore V_A=\frac{7}{6}V_0$

A 部分气体满足$\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{1.2p_0V_A}{T_A}\therefore T_A=1.4T_0$

【考点定位】理想气体状态方程.

84.(2012·海南卷)如图，一气缸水平固定在静止的小车上，一质量为 m、面积为 S 的活塞将一定量的气体封闭在气缸内，平衡时活塞与气缸底相距 L。现让小车以一较小的水平恒定加速度向右运动，稳定时发现活塞相对于气缸移动了距离 d。已知大气压强为 p_0，不计气缸和活塞间的摩擦，且小车运动时，大气对活塞的压强仍可视为 p_0，整个过程中温度保持不变。求小车的加速度的大小。



【答案】$a=\frac{P_0Sd}{m(l-d)}$

【解析】设小车加速度大小为 a，稳定是气缸内气体的压强为P_1，活塞受到气缸内外气体的压力分别为：$f_1=P_1S_1f_0=P_0S_1$

由牛顿第二定律得：$f_1-f_0=ma$

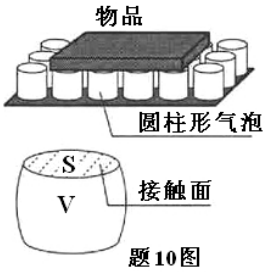
小车静止时，在平衡情况下，气缸内气体的压强为 P_0，由波意耳定律得：$P_1V_1 = P_0V$

式中 $V = SL$，$V_1 = S(L-d)$

联立得：$a = \dfrac{P_0Sd}{m(l-d)}$

【考点定位】本题考查气体定律和牛顿第二定律及其相关知识

85.(2014·重庆卷)如图为一种减震垫，上面布满了圆柱状薄膜气泡，每个气泡内充满体积这 V_0，压强为 p_0 的气体，当平板状物品平放在气泡上时，气泡被压缩，若气泡内气体可视为理想气体，其温度保持不变，当体积压缩到 V 时气泡与物品接触的面积为 S，求此时每个气泡内气体对接触面外薄膜的压力。



题10图

【答案】$F = \dfrac{V_0}{V}pS$

【解析】设压力为 F，压缩后气体压强为 p.

由等温过程：$p_0V_0 = pV$，$F = pS$

解得：$F = \dfrac{V_0}{V}pS$

【考点定位】本题考查了理想气体状态方程.

86.(2011·辽宁卷)如图，一上端开口，下端封闭的细长玻璃管，下部有长 l_1=66cm 的水银柱，中间封有长 l_2=6.6cm 的空气柱，上部有长 l_3=44cm 的水银柱，此时水银面恰好与管口平齐。已知大气压强为 p_0=70cmHg。如果使玻璃管绕低端在竖直平面内缓慢地转动一周，求在开口向下和转回到原来位置时管中空气柱的长度。封入的气体可视为理想气体，在转动过程中没有发生漏气。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】9cm

【解析】设玻璃管口向上时，空气柱压强为 $P_1=P_0+\rho g l_3$①式中 P 和 g 分别表示水银的密度和重力加速度，玻璃管开口向下时，原来上部的水银有一部分会流出，封闭端会有部分真空。

设此时开口端剩下的水银柱长度为 x，则 $P_2=\rho g l_1$，$P_2+\rho g x= P_0$②

式中，P_2 为管内空气柱的压强。由玻意耳定律得 $P_1 (Sl_2)=P_2 (Sh)$③

式中，h 是此时空气柱的长度，S 为玻璃管的横截面积。由①②③式和题给条件得 h＝12cm④

从开始转动一周后，设空气柱的压强为 P_3，则 $P_3＝P_0+\rho g x$ ⑤

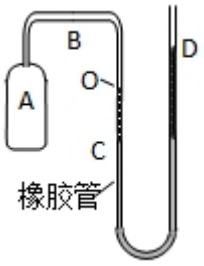
由玻意耳定律得 $P_1(Sl_2)＝P_2(Sh')$ ⑥

式中，h'是此时空气柱的长度，由①②③式得 $h'＝9cm$ ⑦

【考点定位】玻意耳定律

87.(2011·山东卷)气体温度计结构如图所示。玻璃测温泡 A 内充有理想气体，通过细玻璃管 B 和水银压强计相连。开始时 A 处于冰水混合物中，左管 C 中水银面在 O 点处，右管 D 中水银面高出 O 点 h_1=14cm。后将 A 放入待测恒温槽中，上下移动 D，使 C 中水银面仍在 O 点处，测得 D 中水银面高出 O 点 h_2=44cm。(已知外界大气压为 1 个标准大气压，1 标准大气压相当于 76cmHg)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



①求恒温槽的温度。

②此过程 A 内气体内能_____(填“增大”或“减小”)，气体不对外做功，气体将__(填“吸热”或“放热”)。

【答案】①恒温槽的温度为 364K.②增大；吸热

【解析】①由于使 C 中水银面仍在 O 点处，故温泡 A 内封闭气体的体积保持不变，发生等容变化.冰水混合物的温度 $T_1=273K$，此时封闭气体的压强

$P_1=P_0+h_1=90cmHg$

设待测恒温槽的温度 T_2，此时封闭气体的压强 $P_2=P_0+h_2=120cmHg$

根据查理定律得：$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$

代入数据得 T_2=364 K(或 91℃)

②A 中气体温度升高，理想气体的内能增加(理想气体只考虑分子平均动能)，气体不对外做功，由热力学第一定律△U=Q+W 可得，气体吸热.

【考点定位】理想气体状态方程，热力学第一定律。

88.(2016·上海卷)(10 分)如图，两端封闭的直玻璃管竖直放置，一段水银将管内气体分隔为上下两部分 A 和 B，上下两部分气体初始温度相等，且体积 $V_A>V_B$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)若 A、B 两部分气体同时升高相同的温度，水银柱将如何移动？

某同学解答如下：

设两部分气体压强不变，由 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$，…，$\Delta V=\frac{\Delta T}{T}V$，…，所以水银柱将向下移动。

上述解答是否正确？若正确，请写出完整的解答；若不正确，请说明理由并给出正确的解答。

(2)在上下两部分气体升高相同温度的过程中，水银柱位置发生变化，最后稳定在新的平衡位置，A、B 两部分气体始末状态压强的变化量分别为 Δp_A 和 Δp_B，分析并比较二者的大小关系。

【答案】(1)不正确　水银柱向上移动　(2) $\Delta p_A=\Delta p_B$

【解析】(1)不正确。

水银柱移动的原因是升温后，由于压强变化造成受力平衡被破坏，因此应该假设气体体积不变，由压强变化判断移动方向。

正确解法：设升温后上下部分气体体积不变，则由查理定律可得

$$\frac{p}{T}=\frac{p'}{T+\Delta T}$$

$$\Delta p=p'-p=\frac{\Delta T}{T}p$$

因为 $\Delta T>0$，$p_A<p_B$，可知 $\Delta p_A<\Delta p_B$，所示水银柱向上移动。

(2)升温前有 $p_B=p_A+p_h$(p_h 为汞柱压强)

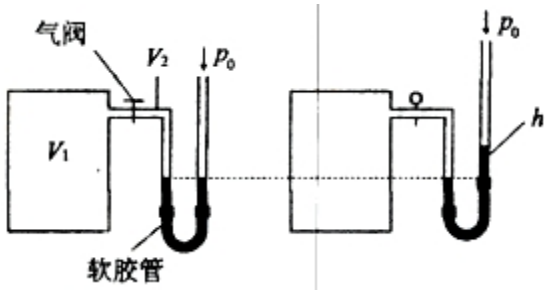
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

升温后同样有 $p_B'=p_A'+p_h$

两式相减可得 $\Delta p_A=\Delta p_B$

【考点定位】查理定律、封闭气体压强

89.(2011·海南卷)如图，容积为 V_1 的容器内充有压缩空气.容器与水银压强计相连，压强计左右两管下部由软胶管相连.气阀关闭时，两管中水银面等高，左管中水银面上方到气阀之间空气的体积为 V_2.打开气阀，左管中水银下降；缓慢地向上提右管，使左管中水银面回到原来高度，此时右管与左管中水银面的高度差为 h.已知水银的密度为 ρ，大气压强为 p_0，重力加速度为 g；空气可视为理想气体，其温度不变.求气阀打开前容器中压缩空气的压强 P_1.



【答案】 $P_1=P_0+\rho gh\left(1+\frac{V_2}{V_1}\right)$

【解析】打开阀门前两管中水银面等高说明此时 V2 内的气体压强等于大气压强 P_0，

对 V1 内的气体，打开阀门后发生等温变化， $P_1V_1=P_1'(V_1+V_2)$

对 V2 内的气体，打开阀门后也发生等温变化， $P_0V_2=P_2'(V_1+V_2)$

混合后的气体 $\left(P_2'+P_1'\right)S=\rho Sgh+P_0S$

解上述 3 式得 $P_1=P_0+\rho gh\left(1+\frac{V_2}{V_1}\right)$

【考点定位】理想气体状态方程

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

90.(2010•广东卷•T14)图 3 是密闭的气缸，外力推动活塞 P 压缩气体，对缸内气体做功 800J，同时气体向外界放热 200J，缸内气体的

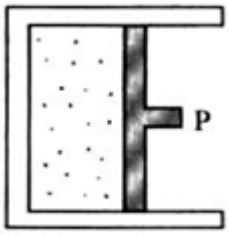


图 3

A.温度升高，内能增加 600J　　B.温度升高，内能减少 200J

C.温度降低，内能增加 600J　　D.温度降低，内能减少 200J

【答案】A

【解析】由能量守恒，$\Delta E = Q + W = -200 + 800 = 600$，内能增加 600J，则温度一定升高。

91.(2010•广东卷•T15)如图 4 所示，某种自动洗衣机进水时，与洗衣缸相连的细管中会封闭一定质量的空气，通过压力传感器感知管中的空气压力，从而控制进水量。设温度不变，洗衣缸内水位升高，则细管中被封闭的空气

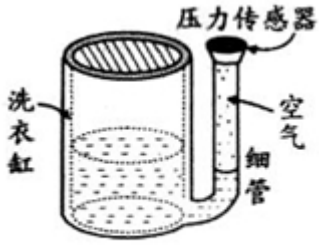


图 4

A.体积不变，压强变小　　B.体积变小，压强变大

C.体积不变，压强变大　　D.体积变小，压强变小

【答案】B

【解析】由图可知空气被封闭在细管内，水面升高时，根据玻马定律，气体压强增大，气体体积减小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

92.(2010·海南卷·T17(1))下列说法正确的是

(A)当一定质量的气体吸热时，其内能可能减小

(B)玻璃、石墨和金刚石都是晶体，木炭是非晶体

(C)单晶体有固定的熔点，多晶体和非晶体没有固定的熔点

(D)当液体与大气相接触时，液体表面层内的分子所受其它分子作用力的合力总是指向液体内部

(E)气体分子单位时间内与单位面积器壁碰撞的次数，与单位体积内气体的分子数和气体温度有关

【答案】(1)ADE

【解析】一定质量的气体吸热时，如果同时对外做功，且做的功大于吸收的热量，则内能减小，(A)正确；玻璃是非晶体，(B)错；多晶体也有固定的熔点，(C)错；液体表面层内的分子液体内部分子间距离的密度都大于大气，因此分子力的合力指向液体内部，(D)正确；气体分子单位时间内与单位面积器壁碰撞的次数，决定气体的压强，因此与单位体积内分子数和气体的温度有关，(E)对。

93.(2010·重庆卷·T15)给旱区送水的消防车停于水平面，在缓缓放水的过程中，若车胎不漏气，胎内气体温度不变，不计分子间势能，则胎内气体

A.从外界吸热　　B.对外界做负功

B.分子平均动能减少　　D.内能增加

【答案】A

【解析】本题考查热力学第一定律和气体的压强的微观解释。车胎内的气体的分子势能不计，气体只有动能，则当温度不变时，气体的内能不变，D 项错；洒水车质量逐渐减小，车胎内的气体的压强减小，由 $\frac{PV}{T}=C$，T 不变，P 减小，则 V 增大，气体对外界做功，再由△U=W＋Q 知，气体要向外界吸收热量，A 项对，B 项错；温度是气体分子平均动能的标志，则 C 项错。

94.(2010·四川卷·T14)下列现象中不能说明分子间存在分子力的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.两铅块能被压合在一起　　B.钢绳不易被拉断

C.水不容易被压缩　　D.空气容易被压缩

【答案】D

【解析】本题主要考查了分子运动论的分子间间相互作用，两铅块能合在一起说明分子间存在相互作用力的引力，A 项错误；钢绳不易被拉断说明分子间存在引力，而水不易被压缩说明分子间存在排斥力所以 BC 项均错；而气体间距较大，分子间作用力忽略不计答案 D 正确。

95.(2010·新课标Ⅰ卷·T33(1))关于晶体和非晶体，下列说法正确的是_____(填入正确选项前的字母)

A.金刚石、食盐、玻璃和水晶都是晶体

B.晶体的分子(或原子、离子)排列是有规则的

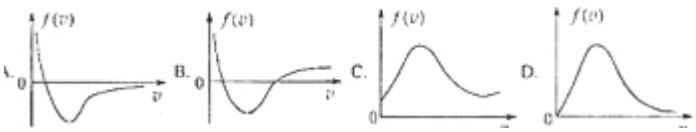
C.单晶体和多晶体有固定的熔点，非晶体没有固定的熔点

D.单晶体和多晶体的物理性质是各向异性的，非晶体是各向同性的

【答案】(1)BC

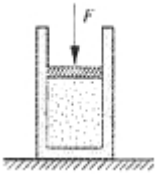
【解析】本题考查的是晶体和非晶体的特性。金刚石、食盐、水晶是晶体，但玻璃不是晶体，A 项错误；晶体的分子排列是有规则的，B 项正确；晶体有固定的熔点，非晶体；受有固定的熔点，C 项正确；单晶体的物理特性是各向异性，而多晶体不是各向异性的，D 项错误。

96.(2010·福建卷·T28)(1)1859 年麦克斯韦从理论上推导出了气体分子速率的分布规律，后来有许多实验验证了这一规律。若以横坐标 v 表示分子速率，纵坐标 f(v)表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比。下面四幅图中能正确表示某一温度下气体分子速率分布规律的是____。(填选项前的字母)



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)如图所示，一定质量的理想气体密封在绝热(即与外界不发生热交换)容器中，容器内装有一可以活动的绝热活塞。今对活塞施以一竖直向下的压力 F，使活塞缓慢向下移动一段距离后，气体的体积减小。若忽略活塞与容器壁间的摩擦力，则被密封的气体　　。(填选项前的字母)



A.温度升高，压强增大，内能减少　　B.温度降低，压强增大，内能减少

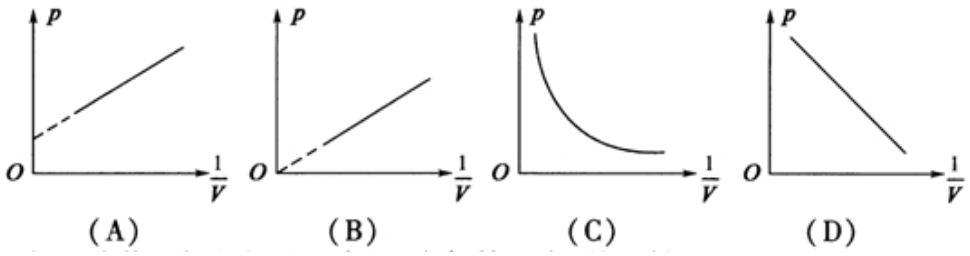
C.温度升高，压强增大，内能增加　　D.温度降低，压强减小，内能增加

【答案】(1)D　　(2)C

【解析】(1)本题考查的是分子速率的分布特点和考生的理解能力。气体分子的速率都呈“中间多，两头少”状态分布，并且速率不会等于零，更不会小于零。

(2)本题考查的是热力学第一定律和气体压强的微观解释和考生的理解能力。气缸和活塞都绝热，向下缓慢压缩活塞，对气体做功，根据热力学第一定律可知，气体温度升高，内能增大，气体体积减小，温度升高，气体分子单次撞击器壁的力增大，单位时间内的撞击次数也增大，故气体压强增大。

97.(2010·江苏卷·T12.A)(1)为了将空气装入气瓶内，现将一定质量的空气等温压缩，空气可视为理想气体。下列图象能正确表示该过程中空气的压强 p 和体积 V 关系的是___▲___。



(2)在将空气压缩装入气瓶的过程中，温度保持不变，外界做了 24KJ 的功。现潜水员背着该气瓶缓慢地潜入海底，若在此过程中，瓶中空气的质量保持不变，且

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

放出了 5KJ 的热量。在上述两个过程中，空气的内能共减小__▲__KJ，空气__▲__(选填“吸收”或“放出”)的总热量为▲__kJ

(3)已知潜水员在岸上和海底吸入空气的密度分别为 1.3kg/m^3 和 2.1kg/m^3，空气的摩尔质量为 0.029kg/mol，阿伏伽德罗常数 $N_A=6.02\times10^{23}mol^{-1}$。若潜水员呼吸一次吸入 2L 空气，试估算潜水员在海底比在岸上每呼吸一次多吸入空气的分子数。(结果保留一位有效数字)

【答案】(1)B　(2)5；放出；29　(3)

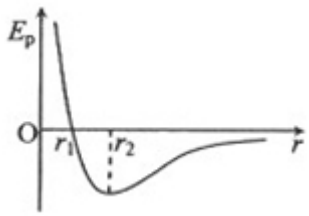
【解析】

(1)由 PV=c，得 P 与 $\frac{1}{V}$ 成正比，故选 B；

(2)根据热力学第一定律 W+Q=△U，第一阶段 $W_1=24J$，$\triangle U_1=0$，所以 $Q_1=-24J$，放热，第二阶段 $W_2=0$，$\triangle U_2=-5J$，所以 $Q_2=-5J$，放热，所以 $Q=Q_1+Q_2=-29J$，放热。△U=−5J，即减少 5J。

(3)设空气的摩尔质量为 M，在海底和岸上的密度分别为 $\rho_{海}$ 和 $\rho_{岸}$，一次吸入空气的体积为 V，则有 $\Delta n=\frac{(\rho_{海}-\rho_{岸})V}{M}N_A$，代入数据得△n=3×$10^{22}$。

98.(2010·全国Ⅰ卷·T19)右图为两分子系统的势能 E_p 与两分子间距离 r 的关系曲线。下列说法正确的是



A.当 r 大于 r_1 时，分子间的作用力表现为引力

B.当 r 小于 r_1 时，分子间的作用力表现为斥力

C.当 r 等于 r_2 时，分子间的作用力为零

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

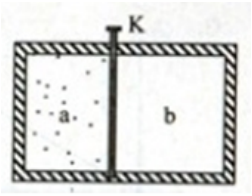
D.在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中，分子间的作用力做负功

【答案】BC

【解析】分子间距等于 r_0 时分子势能最小，即 $r_0=r_2$。当 r 小于 r_1 时分子力表现为斥力；当 r 大于 r_1 小于 r_2 时分子力表现为斥力；当 r 大于 r_2 时分子力表现为引力，A 错 BC 对。在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中，分子斥力做正功，分子势能减小，D 错误。

【命题意图与考点定位】分子间距于分子力、分子势能的关系

99.(2010·全国Ⅱ卷·T16)如图，一绝热容器被隔板 **K** 隔开 a 、b 两部分。已知 a 内有一定量的稀薄气体，b 内为真空。抽开隔板 **K** 后，a 内气体进入 b，最终达到平衡状态。在此过程中



A.气体对外界做功，内能减少　　B.气体不做功，内能不变

C.气体压强变小，温度降低　　D.气体压强变小，温度不变

【答案】BD

【解析】绝热容器内的稀薄气体与外界没有热传递，Q＝0。稀薄气体向真空扩散没有做功，W＝0。根据热力学第一定律稀薄气体的内能不变，则温度不变。稀薄气体扩散体积增大，压强必然减小。BD 正确。

100.(2010·上海卷·T14)分子间的相互作用力由引力与斥力共同产生，并随着分子间距的变化而变化，则

A.分子间引力随分子间距的增大而增大

B.分子间斥力随分子间距的减小而增大

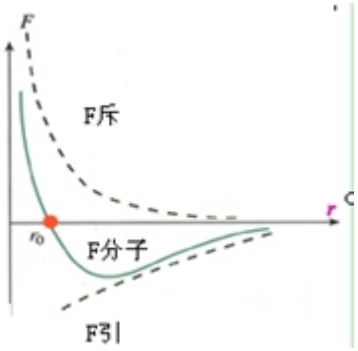
C.分子间相互作用力随分子间距的增大而增大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.分子间相互作用力随分子间距的减小而增大

【答案】B

【解析】根据分子力和分子间距离关系图象，如图，选 B。



本题考查分子间相互作用力随分子间距的变化，图象的理解。

难度：中等。

101.(2010·上海卷·T14)分子间的相互作用力由引力与斥力共同产生，并随着分子间距的变化而变化，则

A.分子间引力随分子间距的增大而增大

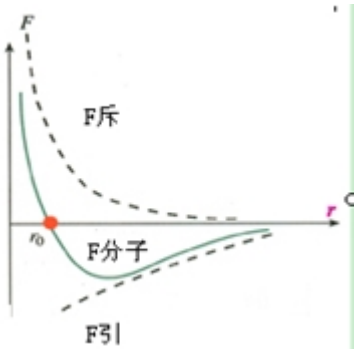
B.分子间斥力随分子间距的减小而增大

C.分子间相互作用力随分子间距的增大而增大

D.分子间相互作用力随分子间距的减小而增大

【答案】B

【解析】根据分子力和分子间距离关系图象，如图，选 B。

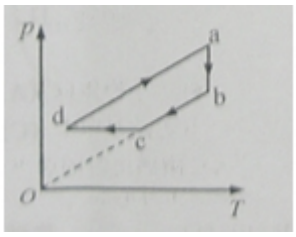


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

本题考查分子间相互作用力随分子间距的变化，图象的理解。

难度：中等。

102.(2010·上海卷·T17)一定质量理想气体的状态经历了如图所示的 ab、bc、cd、da 四个过程，其中 bc 的延长线通过原点，cd 垂直于 ab 且与水平轴平行，da 与 bc 平行，则气体体积在



A.ab 过程中不断增加

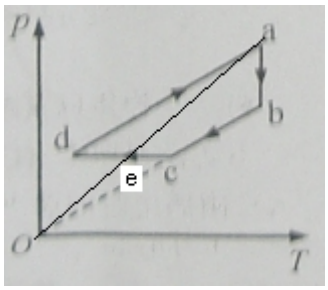
B.bc 过程中保持不变

C.cd 过程中不断增加

D.da 过程中保持不变

【答案】AB

【解析】首先，因为 bc 的延长线通过原点，所以 bc 是等容线，即气体体积在 bc 过程中保持不变，B 正确；ab 是等温线，压强减小则体积增大，A 正确；cd 是等压线，温度降低则体积减小，C 错误；连接 ao 交 cd 于 e，则 ae 是等容线，即 $V_a=V_e$，因为 $V_d<V_e$，所以 $V_d<V_a$，所以 da 过程中体积不是保持不变，D 错误；本题选 AB。



本题考查气体的 P—T 图象的理解。难度：中等。对 D，需要作辅助线，较难。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

103.(2010·上海卷·T10)如图，玻璃管内封闭了一段气体，气柱长度为 l，管内外水银面高度差为 h，若温度保守不变，把玻璃管稍向上提起一段距离，则

A.h、l 均变大　　B. h、l 均变小

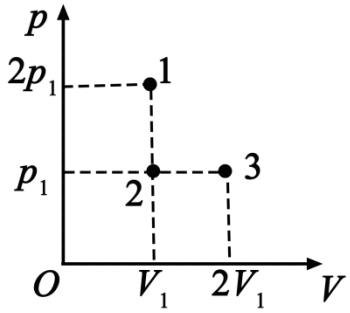
C.h 变大 l 变小　　D.h 变小 l 变大

【解析】根据 pl=c，l 变大，p 变小，根据 $p = p_0 - \rho g h$，h 变大，选 D。

本题考查气体状态方程。难度：中等。

非选择题：

104.(2019•全国Ⅱ卷•T13)如 p-V 图所示，1、2、3 三个点代表某容器中一定量理想气体的三个不同状态，对应的温度分别是 T_1、T_2、T_3。用 N_1、N_2、N_3 分别表示这三个状态下气体分子在单位时间内撞击容器壁上单位面积的次数，则 N_1_____N_2，T_1_____T_3，T_3，N_2_____N_3。(填“大于”“小于”或“等于”)



【答案】(1). 大于　　(2). 等于　　(3). 大于

【解析】

【详解】(1)1、2 等体积，2、3 等压强

由 $pV=nRT$ 得：$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}$，$V_1=V_2$，故 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$，可得：$T_1=2T_2$，即 $T_1>T_2$，由于分子密度相同，温度高，碰撞次数多，故 $N_1>N_2$；

由于 $p_1V_1=p_3V_3$；故 $T_1=T_3$；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则 $T_3>T_2$，又 $p_2=p_3$，2 状态分析密度大，分析运动缓慢，单个分子平均作用力小，3 状态分子密度小，分子运动剧烈，单个分子平均作用力大。故 3 状态碰撞容器壁分子较少，即 $N_2>N_3$；

105.(2019•全国Ⅰ卷•T13)某容器中的空气被光滑活塞封住，容器和活塞绝热性能良好，空气可视为理想气体。初始时容器中空气的温度与外界相同，压强大于外界。现使活塞缓慢移动，直至容器中的空气压强与外界相同。此时，容器中空气的温度_____(填“高于”“低于”或“等于”)外界温度，容器中空气的密度_____(填“大于”“小于”或“等于”)外界空气的密度。

【答案】(1). 低于　　(2). 大于

【解析】

由题意可知，容器与活塞绝热性能良好，容器内气体与外界不发生热交换，故 $\Delta Q=0$，但活塞移动的过程中，容器内气体压强减小，则容器内气体正在膨胀，体积增大，气体对外界做功，即 $W<0$，根据热力学第一定律可知：$\Delta U=\Delta Q+W<0$，故容器内气体内能减小，温度降低，低于外界温度。

最终容器内气体压强和外界气体压强相同，根据理想气体状态方程：$PV=nRT$

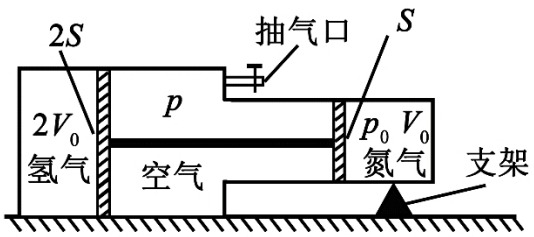
又 $\rho=\frac{m}{V}$，m 为容器内气体质量

联立得：$\rho=\frac{Pm}{nRT}$

取容器外界质量也为 m 的一部分气体，由于容器内温度 T 低于外界温度，故容器内气体密度大于外界。

106.(2019•全国Ⅱ卷•T14)如图，一容器由横截面积分别为 $2S$ 和 S 的两个汽缸连通而成，容器平放在地面上，汽缸内壁光滑。整个容器被通过刚性杆连接的两活塞分隔成三部分，分别充有氢气、空气和氮气。平衡时，氮气的压强和体积分别为 p_0 和 V_0，氢气的体积为 $2V_0$，空气的压强为 p。现缓慢地将中部的空气全部抽出，抽气过程中氢气和氮气的温度保持不变，活塞没有到达两汽缸的连接处，求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)抽气前氢气的压强；

(2)抽气后氢气的压强和体积。

【答案】(1)$\frac{1}{2}(p_0+p)$；(2)$\frac{1}{2}p_0+\frac{1}{4}p$；$\frac{4(p_0+p)V_0}{2p_0+p}$

【解析】

【详解】解：(1)设抽气前氢气的压强为p_{10}，根据力的平衡条件得

$(p_{10}-p)\cdot 2S=(p_0-p)\cdot S$①

得$p_{10}=\frac{1}{2}(p_0+p)$②

(2)设抽气后氢气的压强和体积分别为p_1和V_1，氢气的压强和体积分别为p_2和V_2，根据力的平衡条件有$p_2\cdot S=p_1\cdot 2S$③

由玻意耳定律得$p_1V_1=p_{10}\cdot 2V_0$④

$p_2V_2=p_0\cdot V_0$⑤

由于两活塞用刚性杆连接，故

$V_1-2V_0=2(V_0-V_2)$⑥

联立②③④⑤⑥式解得

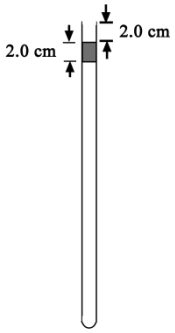
$p_1=\frac{1}{2}p_0+\frac{1}{4}p$⑦

$V_1=\frac{4(p_0+p)V_0}{2p_0+p}$⑧

107.(2019•全国Ⅲ卷•T14)如图，一粗细均匀的细管开口向上竖直放置，管内有一段高度为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2.0cm 的水银柱，水银柱下密封了一定量的理想气体，水银柱上表面到管口的距离为 2.0cm。若将细管倒置，水银柱下表面恰好位于管口处，且无水银滴落，管内气体温度与环境温度相同。已知大气压强为 76cmHg，环境温度为 296K。



(1)求细管的长度；

(2)若在倒置前，缓慢加热管内被密封的气体，直到水银柱的上表面恰好与管口平齐为止，求此时密封气体的温度。

【答案】(1)41cm；(2)312K

【解析】

以“液柱”为模型，通过对气体压强分析，利用玻意耳定律和盖-吕萨克定律求得细管长度和温度，找准初末状态、分析封闭气体经历的变化时关键。易错点：误把气体长度当成细管长度。

(1)设细管的长度为 l，横截面的面积为 S，水银柱高度为 h；初始时，设水银柱上表面到管口的距离为 h，被密封气体的体积为 V，压强为 p；细管倒置时，气体体积为 V_1，压强为 p_1。由玻意耳定律有

$$pV=p_1V_1①$$

由力的平衡条件有

$$p=p_0-\rho gh③$$

式中，ρ、g 分别为水银的密度和重力加速度的大小，p_0 为大气压强。由题意有

$$V=S(L-h_1-h)④$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$V_1=S(L-h)$⑤

由①②③④⑤式和题给条件得

$L=41\text{cm}$⑥

(2)设气体被加热前后的温度分别为 T_0 和 T，由盖–吕萨克定律有

$\frac{V}{T_0}=\frac{V_1}{T}$ ⑦

由④⑤⑥⑦式和题给数据得

$T=312\text{K}$⑧

108.(2019•全国Ⅰ卷•T14)热等静压设备广泛用于材料加工中。该设备工作时，先在室温下把惰性气体用压缩机压入到一个预抽真空的炉腔中，然后炉腔升温，利用高温高气压环境对放入炉腔中的材料加工处理，改部其性能。一台热等静压设备的炉腔中某次放入固体材料后剩余的容积为 013 m^3，炉腔抽真空后，在室温下用压缩机将 10 瓶氩气压入到炉腔中。已知每瓶氩气的容积为 $3.2\times10^{-2}\,m^3$，使用前瓶中气体压强为 $1.5\times10^7\,Pa$，使用后瓶中剩余气体压强为 $2.0\times10^6\,Pa$；室温温度为 27 ℃。氩气可视为理想气体。

(1)求压入氩气后炉腔中气体在室温下的压强；

(2)将压入氩气后的炉腔加热到 1 227 ℃，求此时炉腔中气体的压强。

【答案】(1)$3.2\times10^7\,Pa$　　(2)$1.6\times10^8\,Pa$

【解析】

(1)设初始时每瓶气体的体积为 V_0，压强为 p_0；使用后气瓶中剩余气体的压强为 p_1，假设体积为 V_0，压强为 p_0 的气体压强变为 p_1 时，其体积膨胀为 V_1，由玻意耳定律得：

$$p_0V_0=p_1V_1$$

被压入进炉腔的气体在室温和 p_1 条件下的体积为：$V'=V_1-V_0$

设 10 瓶气体压入完成后炉腔中气体的压强为 p_2，体积为 V_2，由玻意耳定律得：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$p_2V_2=10p_1V'$

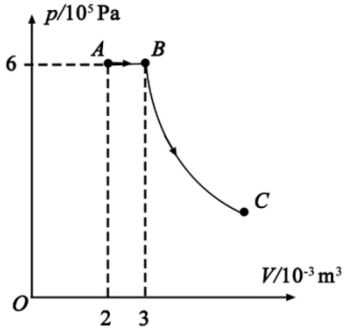
联立方程并代入数据得：$p_2=3.2\times10^7\,\mathrm{Pa}$

(2)设加热前炉腔的温度为T_0，加热后炉腔的温度为T_1，气体压强为p_3，由查理定律得：

$$\frac{p_3}{T_1}=\frac{p_2}{T_0}$$

联立方程并代入数据得：$p_3=1.6\times10^8\,\mathrm{Pa}$

109.(2019•江苏卷•T17)如图所示，一定质量理想气体经历 *A*→*B* 的等压过程，B→C 的绝热过程(气体与外界无热量交换)，其中 *B*→*C* 过程中内能减少 900J.求 *A*→*B*→*C* 过程中气体对外界做的总功.



【答案】*W*=1500J

【解析】

由题意可知，$A\to B$ 过程为等压膨胀，所以气体对外做功为：$W_1=-P\left(V_B-V_A\right)$

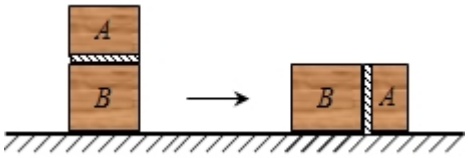
$B\to C$ 过程：由热力学第一定律得：$W_2=\Delta U$

则气体对外界做的总功为：$W=-\left(W_1+W_2\right)$

代入数据解得：$W=1500\mathrm{J}$ 。

110.(2019•海南卷•T16)如图，一封闭的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，一重量不可忽略

的光滑活塞将容器内的理想气体分为 A、B 两部分，A 体积为 $V_A = 4.0\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$。压强为 $p_\mathrm{A} = 47\mathrm{cmHg}$；B 体积为 $V_B = 6.0\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$，压强为 $p_B = 52\mathrm{cmHg}$。现将容器缓慢转至水平，气体温度保持不变，求此时 A、B 两部分气体的体积。



【答案】$V_A'=3.85\times10^{-3}m^3$　　$V_B'=6.15\times10^{-3}m^3$

【解析】

对 A 中气体：

初态：压强 $p_A=47cmHg$，体积 $V_A=4.0\times10^{-3}m^3$，

末态：压强 p_A'，体积 V_A'，

根据玻意耳定律可得：$p_AV_A=p_A'V_A'$…①

对 B 中气体：

初态：压强 $p_B=50cmHg$，体积 $V_B=6.0\times10\text{-}3m3$，

末态：压强 p_B'，体积 V_B'，

根据玻意耳定律可得：$p_BV_B=p_B'V_B'$…②

容器水平后有：$p_A'=p_B'$…③

容器的总体积保持不变，即：$V_A'+V_B'=V_A+V_B=1.0\times10^{-2}m^3$…④

联立①②③④式可得：$V_A'=3.85\times10^{-3}m^3$　　$V_B'=6.15\times10^{-3}m^3$

111.(2015·海南卷·T15(1))已知地球大气层的厚度 h 远小于地球半径 R，空气平均摩尔质量为 M，阿伏伽德罗常数为，N_A 地面大气压强为 P_0，重力加速度大小为 g。由此可以估算得，地球大气层空气分子总数为_____，空气分子之间的平均距离为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$\frac{4\pi R^2 P_0 N_A}{Mg}$，$a=\sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0 N_A}}$

【解析】设大气层中气体的质量为 m，由大气压强产生，$mg=p_0 S$，即：$m=\frac{p_0 S}{g}$

分子数 $n=\frac{mN_A}{M}=\frac{p_0 S N_A}{Mg}=\frac{4\pi R^2 P_0 N_A}{Mg}$，假设每个分子占据一个小立方体，各小立方体紧密排列，则小立方体边长即为空气分子平均间距，设为 a，大气层中气体总体积为 V，$a=\sqrt[3]{\frac{V}{n}}$，而 $V=4\pi R^2 h$，所以 $a=\sqrt[3]{\frac{Mgh}{P_0 N_A}}$。

【考点定位】气体压强，阿伏伽德罗常数

112.(2018·江苏卷·T13)一定量的氧气贮存在密封容器中，在 T_1 和 T_2 温度下其分子速率分布的情况见右表.则 T_1___(选填“大于”“小于”或“等于”)T_2.若约 10%的氧气从容器中泄漏，泄漏前后容器内温度均为 T1，则在泄漏后的容器中，速率处于 400~500 m/s 区间的氧气分子数占总分子数的百分比___(选填“大于”“小于”或“等于”)18.6%.

【答案】大于　等于

【解析】分子速率分布与温度有关，温度升高，分子的平均速率增大，速率大的分子数所占比例增加，速率小的分子数所占比例减小，所以 T_1 大于 T_2；泄漏前后容器内温度不变，则在泄漏后的容器中，速率处于 400~500 m/s 区间的氧气分子数占总分子数的百分比不变，仍为 18.6%.

113.(2015·江苏卷·T12A(2))在装有食品的包装袋中充入氮气，然后密封进行加压测试，测试时，对包装袋缓慢地施加压力，将袋内的氮气视为理想气体，则加压测试过程中，包装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力_____(选填“增大”、“减小”或“不变”)，包装袋内氮气的内能_____(选填“增大”、“减小”或“不变”)

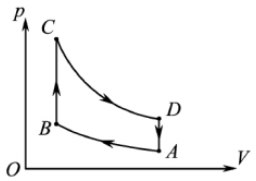
【答案】增大　不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】因为测试时，对包装袋缓慢地施加压力，外界对气体所做的功等于气体对外放出的热量，由热力学第一定律可知：气体的温度不变，即内能不变。玻意耳定律可知：气体体积变小，所以压强变大，由于气体的压强是由于气体分子对器壁的频繁碰撞而产生的，所以包装袋内壁单位面积上所受气体分子撞击的作用力增大。

【考点】热力学第一定律、气体的内能

114.(2016·江苏卷)如图所示，在 A→B 和 D→A 的过程中，气体放出的热量分别为 4J 和 20J.在 B→C 和 C→D 的过程中，气体吸收的热量分别为 20J 和 12J.求气体完成一次循环对外界所做的功.



【答案】8J

【解析】完成一次循环气体内能不变 ΔU=0，吸收的热量 Q=(20+12–4–20)J=8 J

由热力学第一定律 ΔU=Q+W 得，W=-8 J

气体对外做功为 8 J.

【考点定位】热力学定律

【方法技巧】重点考查热力学第一定律，本题的关键在于气体完成一次循环气体内能不变，从而结合热力学定律求解问题。

115.(2014·江苏卷·T12A(2))压缩过程中，两个阀门均关闭。若此过程中，气室中的气体与外界无热量交换，内能增加了 3.4×10^4J，则该气体的分子平均动能____(选填“增大”、“减小”或“不变”)，活塞对该气体所做的功_____(选填“大于”、“小于”或“等于”)3.4×10^4J。

【答案】增大，等于

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由于压缩过程中气体与外界无热量交换，气体内能增加，因此温度升高，气体的分子平均动能增大，根据热力学第一定律可知：$W=\Delta U=3.4\times10^4J$

【考点定位】本题主要考查了对分子动理论、热力学第一定律的理解与应用问题，属于中档偏低题。

116.(2014·江苏卷·T12A(3))上述过程中，气体刚被压缩时的温度为 27℃，体积为 $0.224m^3$，压强为 1 个标准大气压。已知 1mol 气体在 1 个标准大气压、0℃时的体积为 22.4L，阿伏加德罗常数 $N_A=6.02\times10^{23}mol^{-1}$。计算此时气室中气体的分子数。(计算结果保留一位有效数字)

【答案】$N=5\times10^{24}$(或 $N=6\times10^{24}$)

【解析】设气体在标准状况下的体积为 V_0，上述过程为等压过程，有：$\frac{V}{T}=\frac{V_0}{T_0}$

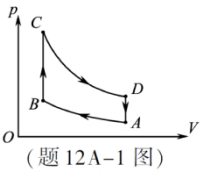
气体物质的量为：$n=\frac{V_0}{V_M}$

分子数为：$N=nN_A$

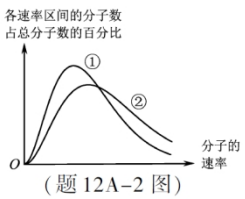
联立以上各式并代入数据解得：$N=\frac{T_0}{T}\cdot\frac{V}{V_M}\cdot N_A=5\times10^{24}$(或 6×10^{24})

【考点定位】本题主要考查了有关阿伏伽德罗常数的计算问题，属于中档偏低题。

117.(2016·江苏卷·T12)如题 12A−1 图所示，在斯特林循环的 p–V 图象中，一定质量理想气体从状态 A 依次经过状态 B、C 和 D 后再回到状态 A，整个过程由两个等温和两个等容过程组成.B→C 的过程中，单位体积中的气体分子数目____(选填“增大”、“减小”或“不变”).状态 A 和状态 D 的气体分子热运动速率的统计分布图象如题 12A−2 图所示，则状态 A 对应的是_____(选填“①”或“②”).



（题 12A−1 图）



（题 12A−2 图）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

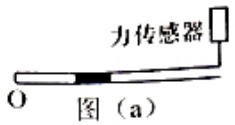
【答案】不变　①

【解析】由图知 B→C 的过程中气体的体积不变，所以密度不变，即单位体积中的空气分子数目不变；因当温度升高，分子热运动加剧，速度较大的分子所占百分比增高，分布曲线的峰值向速率大的方向移动即向高速区扩展，峰值变低，曲线变宽，变平坦，由 12A-1 图知状态 A 的温度低，所以对应的是①。

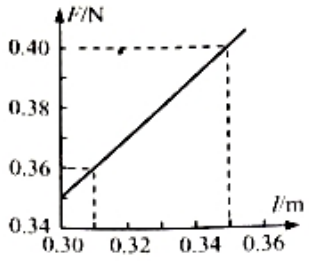
【考点定位】理想气体

【方法技巧】对一定质量的理想气体等容过程，气体的密度不变，即单位体积中的气体分子数目不变；理解气体分子热运动速率的统计分布图象。

118.(2016·上海卷·T29)某同学制作了一个结构如图(a)所示的温度计。一端封闭的轻质细管可绕封闭端 O 自由转动，管长 0.5 m。将一量程足够大的力传感器调零，细管的开口端通过细线挂于力传感器挂钩上，使细管保持水平、细线沿竖直方向。在气体温度为 270 K 时，用一段水银将长度为 0.3 m 的气柱封闭在管内。实验时改变气体温度，测得封闭气柱长度 l 和力传感器读数 F 之间的关系如图(b)所示(实验中大气压强不变)。



图（a）



图（b）

(1)管内水银柱长度为 ____m，为保证水银不溢出，该温度计能测得的最高温度为_____K。

(2)若气柱初始长度大于 0.3 m，该温度计能测量的最高温度将_____(选填：“增大”，“不变”或“减小”)。

(3)若实验中大气压强略有升高，则用该温度计测出的温度将_____(选填：“偏高”，“不变”或“偏低”)。

【答案】(1)0.1；360　(2)减小(3)偏低

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由于轻质管可以绕 O 点转动，通过力矩关系有：设水银长度的一半为 x，封闭气体长度为 l，$FL=\rho gSx(l+x)$，研究气体长度为 0.3 m 和 0.35 m 两个位置，可以计算出水银长度为：$2x=0.1\,\mathrm{m}$；为保证水银不溢出，水银刚好到达管口，此时封闭气体长度为 l=0.4 m，则根据 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$，可以算出此时温度为 $T=360\,\mathrm{K}$。

(2)根据上题结论，从公式 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$ 可以看出，后来温度与原来的气体长度有反比关系，所以该温度计能够测量的最大温度将会减小。

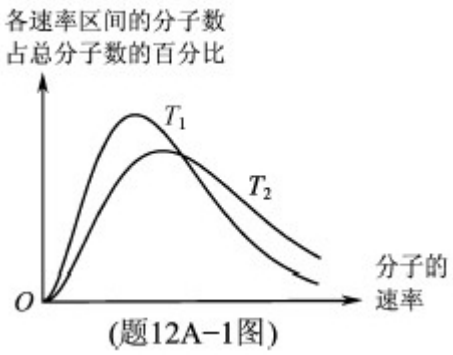
(3)实验过程中大气压强增加，公式 $\frac{p_0V_0}{T_0}=\frac{pV}{T}$，得到 $T=\frac{T_0pV}{p_0V_0}$，温度会增加，但如果仍然用 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$ 计算的话，会出现测量值偏低。

【考点定位】力矩、气体状态方程

【方法技巧】根据力矩的平衡计算水银长度，根据公式 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$ 计算气体温度，根据公式 $\frac{V_0}{T_0}=\frac{V}{T}$ 判断测量值温度的变化。

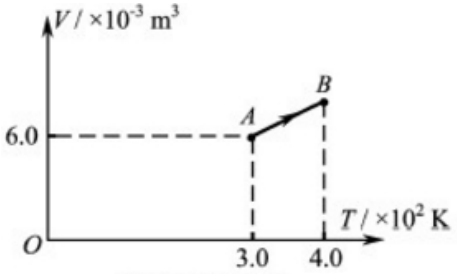
119.(2012·江苏卷·T12)(1)密闭在钢瓶中的理想气体，温度升高时压强增大. 从分子动理论的角度分析，这是由于分子热运动的 _____增大了。该气体在温度T_1、T_2时的分子速率分布图象如题12A-1 图所示，则T_1 _____(选填“大于”或“小于”)T_2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(题12A−1图)

(2)如题12A-2 图所示，一定质量的理想气体从状态A经等压过程到状态B。此过程中，气体压强p=1.0×10^5 Pa，吸收的热量Q =7.0×10^{2}J，求此过程中气体内能的增量.



(题12A−2图)

【答案】(1)平均动能；小于　(2) $\Delta U = 5.0\times10^2$ J

状态 A 经等压过程到状态 B，由 $\frac{V_A}{T_A}=\frac{V_B}{T_B}$，得 $V_B = 8\times10^{-3}m^3$，对外做的功 W =p(VB -VA)

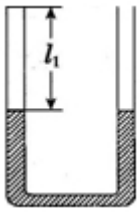
根据热力学第一定律△U=Q-W，解得 $\Delta U = 5.0\times10^2$ J 。

【考点定位】本题考查分子动理论、热力学第一定律及其相关知识

120.(2012·山东卷)如图所示，粗细均匀、导热良好、装有适量水银的 U 型管竖直放置，右端与大气相通，左端封闭气柱长 l_1=20cm(可视为理想气体)，两管中水银面等高。先将右端与一低压舱(未画出)接通，稳定后右管水银面高出左管水银面 h=10cm。(环境温度不变，大气压强 p_0=75cmHg)

①求稳定后低压舱内的压强(用“cmHg”做单位)

②此过程中左管内的气体对外界_____(填“做正功”“做负功”“不做功”)，气体将_____(填“吸热”或放热“)。



【答案】①50cmHg；②做正功，吸热

【解析】①设 U 型管的横截面积为 S，则左端被封闭的气体初状态：$P_1 = P_0$，$V_1 = l_1 S$

末状态为：P_2，$V_2 = (l_1 + \frac{10}{2})S$

有理想气体的等温变化得：$P_1 V_1 = P_2 V_2$

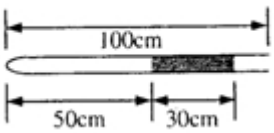
代入数据得：$P_2 = 60cmHg$

则低压仓的压强 $p = P_2 - h = 60 - 10 = 50cmHg$

②此过程中左管内的气体体积增大，对外做正功，温度又不变，由热力学第一定律可知，气体要从外界吸热.

【考点定位】本题考查玻意耳定律等相关知识

121.(2012·上海卷)如图，长 L=100cm，粗细均匀的玻璃管一端封闭。水平放置时，长 L_0=50cm 的空气柱被水银封住，水银柱长 h=30cm。将玻璃管缓慢地转到开口向下的竖直位置，然后竖直插入水银槽，插入后有 Δh=15cm 的水银柱进入玻璃管。设整个过程中温度始终保持不变，大气压强 p_0=75cmHg。求：



(1)插入水银槽后管内气体的压强 p；

(2)管口距水银槽液面的距离 H。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $62.5cmHg$ ； (2) $H=27.5cm$

【解析】(1)设当转到竖直位置时，水银恰好未流出，管截面积为 S，此时气柱长 $l=70cm$

由玻意耳定律： $p=p_0L_0/l=53.6cmHg$ ，由于 $p+rgh=83.6cmHg$ ，大于 p_0 ，因此必有水银从管中流出，

设当管转至竖直位置时，管内此时水银柱长为 x ，

由玻意耳定律： $p_0SL_0=(p_0-rgh)S(L-x)$ ，解得： $x=25cm$

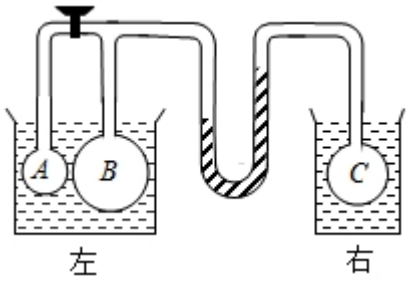
设插入槽内后管内柱长为 L' ， $L'=L-(x+Dh)=60cm$ ，

由玻意耳定律，插入后压强 $p=\frac{p_0L_0}{L'}=62.5cmHg$ ，

(2)设管内外水银面高度差为 h' ， $h'=75-62.5=12.5cm$ ，管口距槽内水银面距离距离 $H=L-L'-h'=27.5cm$ 。

【考点定位】本题考查气体定律及其相关知识。

122.(2012·新课标卷)如图，由 U 形管和细管连接的玻璃泡 A、B 和 C 浸泡在温度均为 0°C 的水槽中，B 的容积是 A 的 3 倍。阀门 S 将 A 和 B 两部分隔开。A 内为真空，B 和 C 内都充有气体。U 形管内左边水银柱比右边的低 60mm。打开阀门 S，整个系统稳定后，U 形管内左右水银柱高度相等。假设 U 形管和细管中的气体体积远小于玻璃泡的容积。



(i)求玻璃泡 C 中气体的压强(以 mmHg 为单位)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)将右侧水槽的水从 0°C 加热到一定温度时，U 形管内左右水银柱高度差又为 60mm，求加热后右侧水槽的水温。

【答案】(i)180mmHg　　(ii)364K

(i)加热前 C 中压强始终不变，B 内封闭气体初状态：$P_B=P_C+60$，打开阀门后 $P_B'=P_C$

由题意：$V_B'=\frac{4}{3}V_B$

由玻意尔定律 $P_BV_B=P_B'V_B'$

得：$P_B'=180mmHg$　　$P_C=P_B'=180mmHg$

(ii)当右侧水槽的水温加热至 T′时，U 形管左右水银柱高度差为△p。玻璃泡 C 中气体的压强为 $p_c'=p_a+\Delta p$

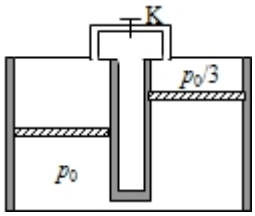
玻璃泡 C 的气体体积不变，根据查理定理得 $\frac{p_C}{T_0}=\frac{p_C'}{T'}$

联立，并代入题给数据得 $T'=364\ K$

【考点定位】本题考查热学、气体的等温和等容变化及理想气体的状态方程相关知识

123.(2013·新课标全国卷I)如图，两个侧壁绝热、顶部和底部都导热的相同气缸直立放置，气缸底部和顶部均有细管连通，顶部的细管带有阀门 K，两气缸的容积均为 V_0 气缸中各有一个绝热活塞(质量不同，厚度可忽略)。开始时 K 关闭，两活塞下方和右活塞上方充有气体(可视为理想气体)，压强分别为 p_0 和 $p_0/3$；左活塞在气缸正中间，其上方为真空；右活塞上方气体体积为 $V_0/4$。现使气缸底与一恒温热源接触，平衡后左活塞升至气缸顶部，且与顶部刚好没有接触；然后打开 K，经过一段时间，重新达到平衡。已知外界温度为 T_0，不计活塞与气缸壁间的摩擦。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(i)恒温热源的温度 T；

(ii)重新达到平衡后左气缸中活塞上方气体的体积 V_x。

【解析】(i)设左右活塞的质量分别为 M_1、M_2，左右活塞的横截面积威 S，由平衡可知 $p_0S=M_1g$ ①

$p_0S=M_2g+\frac{p_0S}{3}$ 得 $M_2g=\frac{2}{3}p_0S$ ②

由于左边活塞上升到顶部，但对顶部无压力，所以下面的气体发生等压变化，而右侧上部分气体的温度和压强均不变，所以体积仍保持 $\frac{1}{4}V_0$，所以当下面放入温度为 T 的恒温源后体积增大为 $(V_0+\frac{3}{4}V_0)$，则由等压变化：$\frac{\frac{1}{2}V_0+\frac{3}{4}V_0}{T_0}=\frac{V_0+\frac{3}{4}V_0}{T}$

③解得 $T=\frac{7}{5}T_0$ ④

(ii)由初始状态的力学平衡条件可知，左活塞的质量比右活塞的大.打开 K 后，右活塞必须升至气缸顶才能满足力学平衡条件.气缸顶部与外界接触，底部与恒温热源接触，两部分气体各自经历等温过程，设在活塞上方气体压强为 p，由玻意耳定律得 $PV_x=\frac{P_0}{3}\cdot\frac{V_0}{4}$ ③

对下方气体由玻意耳定律得：$(P+P_0)(2V_0-V_x)=p_0\cdot\frac{7V_0}{4}$ ④

联立③④式得 $6V_X^2-V_0V_X-V_0^2=0$

解得 $V_X=\frac{V_0}{2}$.另一解 $V_x=-\frac{1}{2}V_0$ 舍去.

【知识点定位】分子动理论；等压变化；等温变化.

124.(2014·新课标全国卷I)一定质量的理想气体被活塞封闭在竖直放置的圆形气缸内，汽缸壁导热良好，活塞可沿汽缸壁无摩擦地滑动。开始时气体压强为 p，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

活塞下表面相对于气缸底部的高度为 h，外界的温度为 T_0。现取质量为 m 的沙子缓慢地倒在活塞的上表面，沙子倒完时，活塞下降了 h/4。若此后外界的温度变为 T，求重新达到平衡后气体的体积。已知外界大气的压强始终保持不变，重力加速度大小为 g。

【答案】$v=\frac{9mghT}{4T_0\mathrm{P}}$

【解析】气缸导热良好，说明气体温度一直等于外界温度 T_0，设气缸底面积为 S，活塞质量为 m_0，大气压强 p_0

开始平衡时有 $p_0S+m_0g=pS$

沙子倒完后平衡时，对活塞分析 $p_0S+m_0g+mg=p'S$。整理可得 $mg=(p'-p)S$

根据理想气体状态方程有 $\frac{phS}{T_0}=\frac{p'\frac{3}{4}hS}{T_0}$ 可得 $p'=\frac{4p}{3}$

联立可得 $S=\frac{3mg}{p}$

外界温度变为 T 时，根据理想气体状态方程可得 $\frac{p'\frac{3}{4}hS}{T_0}=\frac{p''V}{T}$

根据活塞平衡可得 $p_0S+m_0g+mg=p''S$

重新平衡后的气体体积 $v=\frac{\frac{3}{4}hST}{T_0}=\frac{9mghT}{4T_0p}$

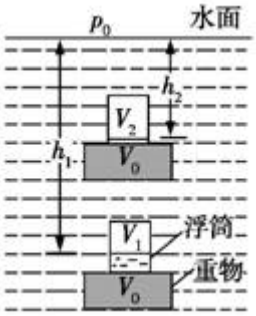
【考点定位】理想气体状态方程

125.(2014·山东卷) 一种水下重物打捞方法的工作原理如图所示。将一质量 $M=3\times10^3kg$、体积 $V_0=0.5m^3$ 的重物捆绑在开口朝下的浮筒上。向浮筒内冲入

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

一定质量的气体,开始时筒内液面到水面的距离$h_1=40m$,筒内气体体积$V_1=1m^3$。在拉力作用下浮筒缓慢上升，当筒内液面的距离为h_2时，拉力减为零，此时气体体积为V_2，随后浮筒和重物自动上浮。求V_2和h_2。

已知大气压强$P_0=1\times10^5P_a$，水的密度$\rho=1\times10^3kg/m^3$，重力加速度的大小$g=10m/s^2$。不计水温变化，筒内气体质量不变且可视为理想气体，浮筒质量和筒壁厚度可忽略。



【答案】$V_2=2.5m^3$；$h_2=10m$

【解析】当$F=0$时，由平衡条件得$Mg=\rho_{水}g(V_2+V_0)$ ①

代入数据得$V_2=2.5m^3$ ②

设筒内气体初、末态的压强分别为P_1、P_2，由题意得$P_1=P_0+\rho gh_1$ ③

$P_2=P_0+\rho gh_2$ ④

此过程中，筒内气体温度和质量不变，由玻意耳定律得$P_1V_1=P_2V_2$

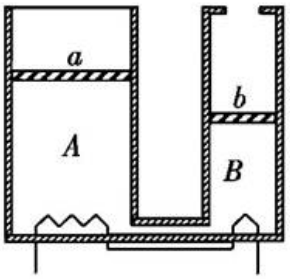
联立②③④⑤式，代入数据得$h_2=10m$ ⑥

【考点定位】玻意耳定律

【方法技巧】当拉力减为零时，物体处于平衡状态，根据平衡条件列方程；还有就是注意在运动过程中气体的温度和质量都保持不变，以此列玻意耳定律方程。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

126.(2014·新课标全国卷II·T33(2))如图所示，两气缸 AB 粗细均匀，等高且内壁光滑，其下部由体积可忽略的细管连通；A 的直径为 B 的 2 倍，A 上端封闭，B 上端与大气连通；两气缸除 A 顶部导热外，其余部分均绝热。两气缸中各有一厚度可忽略的绝热轻活塞 a、b，活塞下方充有氮气，活塞 a 上方充有氧气；当大气压为 p_0，外界和气缸内气体温度均为 7℃且平衡时，活塞 a 离气缸顶的距离是气缸高度的$\frac{1}{4}$，活塞 b 在气缸的正中央。



(i)现通过电阻丝缓慢加热氮气，当活塞 b 升至顶部时，求氮气的温度；

(ii)继续缓慢加热，使活塞 a 上升，当活塞 a 上升的距离是气缸高度的$\frac{1}{16}$时，求氧气的压强。

【答案】(i)320K(ii)$\frac{4}{3}P_0$

(i)活塞 b 升至顶部的过程中，活塞 *a* 不动，活塞 *ab* 下方的氮气经历等压过程，设气缸 A 的容积为 V_0，氮气初始状态的体积为 V_1，温度为 T_1，末态体积 V_2，温度为 T_2，按题意，气缸 B 的容积为 $V_0/4$，由题给数据及盖吕萨克定律有：

$$V_1=\frac{3}{4}V_0+\frac{1}{2}\frac{V_0}{4}=\frac{7}{8}V_0 \quad ①$$

且$V_1=\frac{3}{4}V_0+\frac{1}{2}\frac{V_0}{4}=\frac{7}{8}V_0$ ②

$$V_2=\frac{3}{4}V_0+\frac{V_0}{4}=V_0 \quad ③$$

由①②③式及所给的数据可得： $T_2=320K$ ④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)活塞 b 升至顶部后，由于继续缓慢加热，活塞 a 开始向上移动，直至活塞上升的距离是气缸高度的 1/16 时，活塞 a 上方的氮气经历等温过程，设氮气初始状态的体积为 V_1'，压强为 p_1'；末态体积为 V_2'，压强为 p_2'，由所给数据及玻意耳定律可得

$$V_1' = \frac{1}{4}V_0,\quad p_1' = p_0,\quad V_2' = \frac{3}{16}V_0 \quad ⑤$$

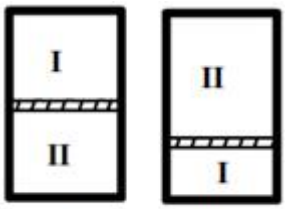
$$p_1'V_1' = p_2'V_2' \quad ⑥$$

由⑤⑥式可得：$p_2' = \frac{4}{3}p_0$ ⑦

考点定位：盖吕萨克定律；玻意耳定律。

【知识拓展】此题考查盖吕萨克定律及玻意耳定律的应用问题，关键是选择好研究对象及研究对象的两个状态的状态参量。

127.(2014·海南卷)一竖直放置、缸壁光滑且导热的柱形气缸内盛有一定量的氮气，被活塞分割成I、II两部分；达到平衡时，这两部分气体的体积相等，上部气体的压强为 p_{10}，如图(a)所示。若将气缸缓慢倒置，再次达到平衡时，上下两部分气体体积之比为 3:1，如图(b)所示。设外界温度不变。已知活塞面积为 S，重力加速度大小为 g，求活塞的质量。



图(a)　　图(b)

【答案】$\frac{4p_{10}S}{5g}$

【解析】设活塞的质量为 m，气缸倒置前下部气体的压强为 p_{20}，倒置后上下气体的压强分别为 p_2 和 p_1，由力的平衡条件有 $p_{20} = p_{10} + \frac{mg}{S}$　　$p_1 = p_2 + \frac{mg}{S}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

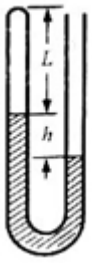
倒置过程中，两部分气体均经历等温过程，设气体的总体积为 V_0，由玻意耳定律得

$$p_{10}\frac{V_0}{2}=p_1\frac{V_0}{4}\qquad p_{20}\frac{V_0}{2}=p_2\frac{3V_0}{4}$$

联立以上各式得 $m=\frac{4p_{10}S}{5g}$

【考点定位】理想气体状态方程

128.(2014·上海卷)(10 分)如图，一端封闭、粗细均匀的 U 形玻璃管开口向上竖直放置，管内用水银将一段气体封闭在管中。当温度为 280K 时，被封闭的气柱长 L=22cm，两边水银柱高度差 h=16cm，大气压强 p_0=76cmHg。



(1)为使左端水银面下降 3cm，封闭气体温度应变为多少？

(2)封闭气体的温度重新回到 280K 后，为使封闭气柱长度变为 20cm，需向开口端注入的水银柱长度为多少？

【答案】(1) $T_2=350k$ (2) $10cm$

【解析】(1)设玻璃管的横截面积为 S，封闭气体压强为 P_1，初始根据水银液面受力平衡可分析得 $P_1+16cmHg=P_0$，可得 $P_1=60cmHg$

当左端水银面下降 $3cm$，右端液面必然上升 $3cm$，则左右液面高度差变为 $\Delta h=16cm-3cm-3cm=10cm$，此时封闭气体压强为 P_2

同样根据液面平衡可分析得 $P_2+10cmHg=P_0$，可得 $P_2=66cmHg$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据理想气体状态方程$\frac{P_1LS}{T_1}=\frac{P_2(L+3)S}{T_2}$，代入温度$T_1=280k$，可得$T_2=350k$

(2)设此时封闭气体压强为P_3，封闭气体的长度$L'=20cm$，根据理想气体状态方程可得

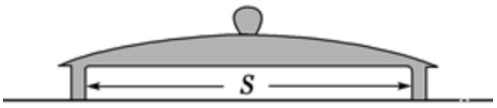
$\frac{P_1LS}{T_1}=\frac{P_3L'S}{T_1}$计算可得$P_3=66cmHg$

此时作用液面高度差$\Delta h=P_0-P_3=10cm$

左端液面上升$x_1=L-L'=2cm$，右端上升$x_2=h+x_1-\Delta h=8cm$，所以开口端注入水银的长度为$x_1+x_2=10cm$

【考点定位】理想气体状态方程。

129.(2015·山东卷·T37(2))扣在水平桌面上的热杯盖有时会发生被顶起的现象；如图，截面积为 S 的热杯盖扣在水平桌面上，开始时内部封闭气体的温度为 300K，压强为大气压强 p_0。当封闭气体温度上升至 303K 时，杯盖恰好被整体顶起，放出少许气体后又落回桌面，其内部压强立即减为 p_0，温度仍为 303K。再经过一段时间，内部气体温度恢复到 300K。整个过程中封闭气体均可视为理想气体。求：



(i)当温度上升到 303K 且尚未放气时，封闭气体的压强；

(ii)当温度恢复到 300K 时，竖直向上提起杯盖所需的最小力。

【答案】(i)1.01P_0；(ii)0.02P_0S

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(i)气体进行等容变化，开始时，压强 p_0，温度 T_0=300K；当温度上升到 303K 且尚未放气时，压强为 p_1，温度 T_1=303K；根据 $\frac{P_0}{T_0}=\frac{P_1}{T_1}$ 可得：

$$P_1=\frac{T_1}{T_0}P_0=\frac{303}{300}P_0=1.01P_0$$

(ii)当内部气体温度恢复到 300K 时，由等容变化方程可得：$\frac{P_0}{T_1}=\frac{P_2}{T_0}$，

解得 $P_2=\frac{T_0}{T_1}P_0=\frac{300}{303}P_0=\frac{P_0}{1.01}$

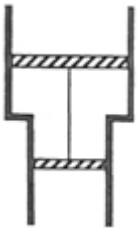
当杯盖恰被顶起时有：$P_1S=mg+P_0S$

若将杯盖提起时所需的最小力满足：$F_{\min}+P_2S=P_0S+mg$，

解得：$F_{\min}=\frac{201}{10100}P_0S\approx 0.02P_0S$

【考点定位】理想气体的状态方程；等容变化.

130.(2015·全国新课标I卷·T33(2))如图，一固定的竖直气缸有一大一小两个同轴圆筒组成，两圆筒中各有一个活塞，已知大活塞的质量为 $m_1=2.50kg$，横截面积为 $s_1=80.0cm^2$，小活塞的质量为 $m_2=1.50kg$，横截面积为 $s_2=40.0cm^2$；两活塞用刚性轻杆连接，间距保持为 $l=40.0cm$，气缸外大气压强为 $p=1.00\times10^5Pa$，温度为 $T=303K$。初始时大活塞与大圆筒底部相距 $\frac{l}{2}$，两活塞间封闭气体的温度为 $T_1=495k$，现气缸内气体温度缓慢下降，活塞缓慢下移，忽略两活塞与气缸壁之间的摩擦，重力加速度 g 取 $10m/s^2$，求



(i)在大活塞与大圆筒底部接触前的瞬间，缸内封闭气体的温度；

(ii)缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，缸内封闭气体的压强。

【答案】(i) $T_2=\frac{2}{3}T_1=330k$ (ii) $p_2=1.01\times10^5\,pa$

【解析】(1)大小活塞缓慢下降过程，活塞外表受力情况不变，气缸内压强不变，气缸内气体为等压变化，即 $\frac{v_1}{T_1}=\frac{v_2}{T_2}$

初始 $v_1=\frac{L}{2}(s_1+s_2)$　　末状态 $v_2=Ls_2$　　代入可得 $T_2=\frac{2}{3}T_1=330k$

(2)对大小活塞受力分析则有 $m_1g+m_2g+ps_1+p_1s_2=ps_2+p_1s_1$　可得

$p_1=1.1\times10^5\,pa$

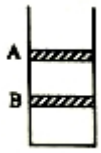
缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，气体体积不变，为等容变化 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$

可得 $p_2=1.01\times10^5\,pa$

【考点定位】理想气体状态方程

131.(2015·海南卷·T15(2))如图所示，一底面积为 S、内壁光滑的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，开口向上，内有两个质量均为 m 的相同活塞 A 和 B；在 A 与 B 之间、B 与容器底面之间分别封有一定量的同样的理想气体，平衡时体积均为 V。已知容器内气体温度始终不变，重力加速度大小为 g，外界大气压强为 P_O。现假设活塞 B 发生缓慢漏气，致使 B 最终与容器底面接触。求活塞 A 移动的距离。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$\Delta h=\dfrac{mgV}{\left(P_0S+mg\right)S}$

【解析】

设 A 与 B 之间、B 与容器底部之间的气体压强分别为 P_1、P_2，漏气前，对 A 分析有：$P_1=P_0+\dfrac{mg}{s}$，对 B 有 $P_2=P_1+\dfrac{mg}{s}$

B 最终与容器底面接触后，AB 间的压强为 P，气体体积为 V'，则有：$P=P_0+\dfrac{mg}{s}$

因为温度不变，对于混合气体有：$(P_1+P_2)\cdot V=PV'$

漏气前 A 距离底面的高度为 $h=\dfrac{2V}{S}$

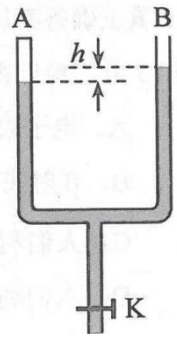
漏气后 A 距离底面的高度为 $h'=\dfrac{V'}{S}$；

联立可得：$\Delta h=h'-h=\dfrac{2P_0S+3mg}{\left(P_0S+mg\right)S}V-\dfrac{2V}{S}=\dfrac{mgV}{\left(P_0S+mg\right)S}$。

【考点定位】理想气体状态方程，玻意耳定律

132.(2015·全国新课标II卷·T33(2))如图，一粗细均匀的 U 形管竖直放置，A 侧上端封闭，B 侧上侧与大气相通，下端开口处开关 K 关闭，A 侧空气柱的长度为 l=10.0cm，B 侧水银面比 A 侧的高 h=3.0cm，现将开关 K 打开，从 U 形管中放出部分水银，当两侧的高度差为 h_1=10.0cm 时，将开关 K 关闭，已知大气压强 p_0=75.0cmHg。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(i)求放出部分水银后 A 侧空气柱的长度；

(ii)此后再向 B 侧注入水银，使 A、B 两侧的水银达到同一高度，求注入水银在管内的长度。

【答案】(1)12.0cm；(2)13.2cm

【解析】(1)以 cmHg 为压强单位，设 A 侧空气长度 l=10.0cm 时压强为 P；当两侧水银面的高度差为 h_1=10.0cm 时，空气柱的长度为 l_1，压强为 p_1，由玻意耳定律得 $pl=p_1l_1$

由力学平衡条件得：$p=p_0+h$

打开开关 K 放出水银的过程中，B 侧水银面处的压强始终为 p_0，而 A 侧水银面处的压强随空气柱的长度增加逐渐减小，B、A 两侧水银面的高度差也随之减小，直至 B 侧水银低于 A 侧水银面 h_1 为止，由力学平衡有 $p_1=p_0-h_1$

并代入数据得：l_1=12.0cm

(2)当 A、B 两侧水银面达到同一高度时，设 A 侧空气柱的长度为 l_2，压强为 p_2。由玻意耳定律得：$pl=p_2l_2$

由力学平衡条件可知：$p_2=p_0$

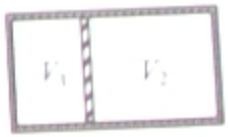
代入数据得 l_2=10.4cm

设注入的水银柱在管内的长度 Δh，依题意各 $\Delta h=2(l_1-l_2)+h_1$=13.2cm

【考点定位】玻意耳定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

133.(2015·上海卷·T30)如图，气缸左右两侧气体由绝热活塞隔开，活塞与气缸光滑接触。初始时两侧气体均处于平衡态，体积之比$V_1:V_2=1:2$，温度之比$T_1:T_2=2:5$。先保持右侧气体温度不变，升高左侧气体温度，使两侧气体体积相同；然后使活塞导热，两侧气体最后达到平衡，求：



(1)两侧气体体积相同时，左侧气体的温度与初始温度之比；

(2)最后两侧气体的体积之比。

【答案】(1)2；(2)$\frac{5}{4}$

【解析】(1)设初始时压强为 p

左侧气体满足：$\frac{pV_1}{T_1}=\frac{p'V}{kT_1}$　　右侧气体满足：$pV_2=p'V$　　解得$k=\frac{V_2}{V}=2$

(2)活塞导热达到平衡

左侧气体满足：$\frac{p'V_1}{kT_1}=\frac{p''V_1'}{T_1'}$　　右侧气体满足：$\frac{p'V}{T_2}=\frac{p''V_2'}{T_2'}$　　平衡时$T_1'=T_2'$

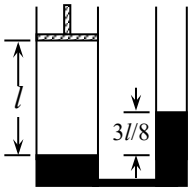
解得$\frac{V_1'}{V_2'}=\frac{T_2}{kT_1}=\frac{5}{4}$

【考点定位】气体状态方程

134.(2013·海南卷·T15(2))如图所示，一带有活塞的气缸通过底部的水平细管与一个上端开口的竖直管相连，气缸与竖直管的横截面面积之比为 3：1，初始时，该装置的底部盛有水银；活塞与水银面之间有一定量的气体，气柱高度为 l(以 cm 为单位)；竖直管内的水银面比气缸内的水银面高出$\frac{3}{8}l$。现使活塞缓慢向上移动

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\frac{11}{32}l$，这时气缸和竖直管内的水银面位于同一水平面上，求初始时气缸内气体的压强(以 cmHg 为单位)



【答案】$\frac{15}{8}l$

【解析】设 S 为气缸的横截面积，P 为活塞处于初始位置时汽缸内气体的压强，P_0 为大气压强，有：$P=P_0+\frac{3}{8}l$ ①

在活塞上移$\frac{11}{32}l$后，汽缸内气体的压强变为 P_0，设气体的体积为 V′，

由玻义耳定律，有：$P_0V'=PSl$ ②

设汽缸内水银面上升Δx，有：$\Delta x=\frac{3}{8}l-3\Delta x$ ③ $V'=\left(l+\frac{11}{32}l-\Delta x\right)S$ ④

联立①②③④式，解得 P＝$\frac{15}{8}l$ (cmHg)。

【考点定位】考查大气压及玻意耳定律。

135.(2017·江苏卷)科学家可以运用无规则运动的规律来研究生物蛋白分子.资料显示，某种蛋白的摩尔质量为 66 kg/mol，其分子可视为半径为 3×10^{-9} m 的球，已知阿伏加德罗常数为 6.0×10^{23} mol^{-1}.请估算该蛋白的密度.(计算结果保留一位有效数字)

【答案】$\rho=1\times10^3$ kg/m^3

【解析】摩尔体积$V=\frac{4}{3}\pi r^3N_A$

由密度$\rho=\frac{M}{V}$，解得$\rho=\frac{3M}{4\pi r^3N_A}$

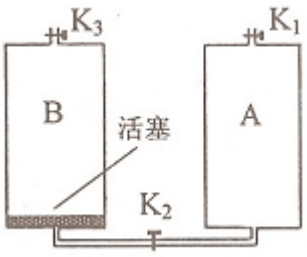
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

代入数据得$\rho=1\times10^3\ kg/m^3$

【考点定位】阿伏加德罗常数

【名师点睛】本题主要考查阿伏加德罗常数，摩尔质量、摩尔体积等物理量间的关系，记得公式，用心计算，小心有效数字的要求即可.

136.(2017·新课标I卷)如图，容积均为 V 的汽缸 A、B 下端有细管(容积可忽略)连通，阀门 K_2 位于细管的中部，A、B 的顶部各有一阀门 K_1、K_3；B 中有一可自由滑动的活塞(质量、体积均可忽略)。初始时，三个阀门均打开，活塞在 B 的底部；关闭 K_2、K_3，通过 K_1 给汽缸充气，使 A 中气体的压强达到大气压 p_0 的 3 倍后关闭 K_1。已知室温为 27 ℃，汽缸导热。



(i)打开 K_2，求稳定时活塞上方气体的体积和压强；

(ii)接着打开 K_3，求稳定时活塞的位置；

(iii)再缓慢加热汽缸内气体使其温度升高 20 ℃，求此时活塞下方气体的压强。

【答案】(i)V/2　$2p_0$　(ii)　顶部　(iii)1.6 p_0

【解析】(i)设打开 K_2 后，稳定时活塞上方气体的压强为 p_1，体积为 V_1。依题意，被活塞分开的两部分气体都经历等温过程。由玻意耳定律得 $p_0V=p_1V_1$ ①

$(3p_0)V=p_1(2V-V_1)$ ②

联立①②式得 $V_1=\frac{V}{2}$ ③ $p_1=2p_0$ ④

(ii)打开 K_3 后，由④式知，活塞必定上升。设在活塞下方气体与 A 中气体的体积之和为 $V_2(V_2\le2V)$时，活塞下气体压强为 p_2，由玻意耳定律得 $(3p_0)V=p_2V_2$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由⑤式得 $p_2=\frac{3V}{V_2}p_0$ ⑥

由⑥式知，打开 K_3 后活塞上升直到 B 的顶部为止；此时 p_2 为 $p_2'=\frac{3}{2}p_0$

(iii)设加热后活塞下方气体的压强为 p_3，气体温度从 T_1=300 K 升高到 T_2=320 K 的等容过程中，由查理定律得 $\frac{p_2'}{T_1}=\frac{p_3}{T_2}$ ⑦

将有关数据代入⑦式得 p_3=1.6$p_0$⑧

【考点定位】玻意耳定律、查理定律

【名师点睛】本题重点考查理想气体的状态方程，在分析的时候注意，气缸导热，即第一个过程为等温变化，审题的时候注意关键字眼。

137.(2017·新课标II卷)一热气球体积为 V，内部充有温度为 T_a 的热空气，气球外冷空气的温度为 T_b。已知空气在 1 个大气压、温度 T_0 时的密度为 ρ_0，该气球内、外的气压始终都为 1 个大气压，重力加速度大小为 g。

(i)求该热气球所受浮力的大小；

(ii)求该热气球内空气所受的重力；

(iii)设充气前热气球的质量为 m_0，求充气后它还能托起的最大质量。

【答案】(i)$\frac{\rho_0 gVT_0}{T_b}$ (ii)$\frac{\rho_0 gVT_0}{T_a}$ (iii)$\frac{\rho_0 VT_0}{T_b}-\frac{\rho_0 VT_0}{T_a}-m_0$

【解析】(i)设 1 个大气压下质量为 m 的空气在温度 T_0 时的体积为 V_0，密度为

$\rho_0=\frac{m}{V_0}$ ①

温度为 T 时的体积为 V_T，密度为：$\rho(T)=\frac{m}{V_T}$ ②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由盖-吕萨克定律可得：$\frac{V_0}{T_0}=\frac{V_T}{T}$ ③

联立①②③解得：$\rho(T)=\rho_0\frac{T_0}{T}$ ④

气球所受的浮力为：$f=\rho(T_b)gV$ ⑤

联立④⑤解得：$f=\frac{\rho_0 gVT_0}{T_b}$ ⑥

(ii)气球内热空气所受的重力：$G=\rho(T_a)Vg$ ⑦

联立④⑦解得：$G=Vg\rho_0\frac{T_0}{T_a}$ ⑧

(iii)设该气球还能托起的最大质量为 m，由力的平衡条件可知：$mg=f-G-m_0g$ ⑨

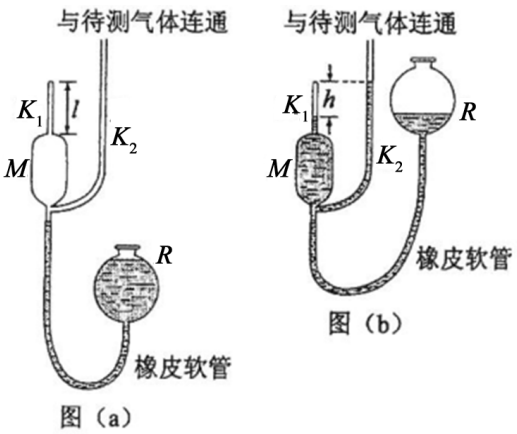
联立⑥⑧⑨可得：$m=\frac{\rho_0 VT_0}{T_b}-\frac{\rho_0 VT_0}{T_a}-m_0$

【考点定位】盖-吕萨克定律；物体的平衡

【名师点睛】此题是热学问题和力学问题的结合题；关键是知道阿基米德定律，知道温度不同时气体密度不同；能分析气球的受力情况列出平衡方程。

138.(2017·新课标III卷)一种测量稀薄气体压强的仪器如图(a)所示，玻璃泡 M 的上端和下端分别连通两竖直玻璃细管 K_1 和 K_2。K_1 长为 l，顶端封闭，K_2 上端与待测气体连通；M 下端经橡皮软管与充有水银的容器 R 连通。开始测量时，M 与 K_2 相通；逐渐提升 R，直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高，此时水银已进入 K_1，且 K_1 中水银面比顶端低 h，如图(b)所示。设测量过程中温度、与 K_2 相通的待测气体的压强均保持不变。已知 K_1 和 K_2 的内径均为 d，M 的容积为 V_0，水银的密度为 ρ，重力加速度大小为 g。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(i)待测气体的压强；

(ii)该仪器能够测量的最大压强。

【答案】(i)$\frac{\pi\rho g d^2 h^2}{4V_0+\pi d^2(l-h)}$　(ii)$\frac{\pi\rho g d^2 l^2}{4V_0}$

【解析】(i)水银面上升至 M 的下端使玻璃泡中的气体恰好被封住，设此时被封闭的气体的体积为 V，压强等于待测气体的压强 p。提升 R，直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高时，K_1 中的水银面比顶端低 h；设此时封闭气体的压强为 p_1，体积为 V_1，则

$V=V_0+\frac{\pi d^2 l}{4}$ ①　　$V_1=\frac{\pi d^2 h}{4}$ ②

由力学平衡条件得 $p_1=p+\rho g h$ ③

整个过程为等温过程，由玻意耳定律得 $pV=p_1V_1$ ④

联立①②③④式得 $p=\frac{\pi\rho g d^2 h^2}{4V_0+\pi d^2(l-h)}$ ⑤

(ii)由题意知 $h\le l$ ⑥

联立⑤⑥式有 $p\le\frac{\pi\rho g d^2 l^2}{4V_0}$ ⑦

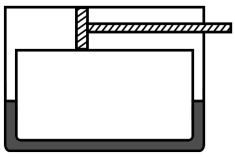
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

该仪器能够测量的最大压强为 $p_{max}=\frac{\pi\rho g d^2 l^2}{4V_0}$ ⑧

【考点定位】玻意耳定律

【名师点睛】此题主要考查玻意耳定律的应用，解题关键是确定以哪一部分气体为研究对象，并能找到气体在不同状态下的状态参量，然后列方程求解。

139.(2016·海南卷)如图，密闭汽缸两侧与一 U 形管的两端相连，汽缸壁导热；U 形管内盛有密度为 ρ=7.5×10² kg/m³ 的液体。一活塞将汽缸分成左、右两个气室，开始时，左气室的体积是右气室的体积的一半，气体的压强均为 p_0=4.5×10³ Pa。外界温度保持不变。缓慢向右拉活塞使 U 形管两侧液面的高度差 h=40 cm，求此时左、右两气室的体积之比。取重力加速度大小 g=10 m/s²，U 形管中气体的体积和活塞拉杆的体积忽略不计。



【答案】1:1

【解析】设初始状态时汽缸左气室的体积为 V_{01}，右气室的体积为 V_{02}；当活塞至汽缸中某位置时，左、右气室的压强分别为 p_1、p_2，体积分别为 V_1、V_2，由玻意耳定律得 $p_0V_{01}=p_1V_1$①

$p_0V_{02}=p_2V_2$②

依题意有 $V_{01}+V_{02}=V_1+V_2$③

由力的平衡条件有 $p_2-p_1=\rho gh$④

联立①②③④式，并代入题给数据得 $2V_1^2+3V_{01}V_1-9V_{01}^2=0$⑤

由此解得 $V_1=\frac{3}{2}V_{01}$(另一解不合题意，舍去)⑥

由③⑥式和题给条件得 $V_1:V_2=1:1$⑦

【考点定位】理想气体的状态方程、封闭气体压强

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题考查了求气体体积，应用玻意耳定律即可正确解题，求出气体的压强是正确解题的关键。

140.(2016·全国新课标II卷)一氧气瓶的容积为 0.08 m^3，开始时瓶中氧气的压强为 20 个大气压。某实验室每天消耗 1 个大气压的氧气 0.36 m^3。当氧气瓶中的压强降低到 2 个大气压时，需重新充气。若氧气的温度保持不变，求这瓶氧气重新充气前可供该实验室使用多少天。

【解析】设氧气开始时的压强为 p_1，体积为 V_1，压强变为 p_2(2 个大气压)时，体积为 V_2。根据玻意耳定律得 $p_1V_1=p_2V_2$①

重新充气前，用去的氧气在 p_2 压强下的体积为 $V_3=V_2-V_1$②

设用去的氧气在 p_0(1 个大气压)压强下的体积为 V_0，则有 $p_2V_3=p_0V_0$③

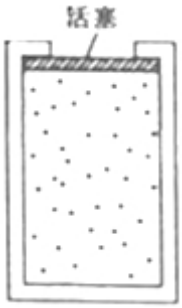
设实验室每天用去的氧气在 p_0 下的体积为 ΔV，则氧气可用的天数为 $N=V_0/\Delta V$④

联立①②③④式，并代入数据得 N=4(天)⑤

【考点定位】气体实验定律

【名师点睛】此题主要考查玻意耳定律的应用；解题关键是确定以哪一部分气体为研究对象，并能找到气体在不同状态下的状态参量，然后列方程求解。

141.(2010·海南卷·T17(2))如右图，体积为 V、内壁光滑的圆柱形导热气缸顶部有一质量和厚度均可忽略的活塞；气缸内密封有温度为 $2.4T_0$、压强为 $1.2p_0$ 的理想气体 p_0 和 T_0 分别为大气的压强和温度。已知：气体内能 U 与温度 T 的关系为 $U=\alpha T$，α 为正的常量；容器内气体的所有变化过程都是缓慢的。求



(i)气缸内气体与大气达到平衡时的体积 V_1；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)在活塞下降过程中，气缸内气体放出的热量 Q。

【答案】(2)(ⅰ) $V_1=\frac{1}{2}V$ ；(ⅱ) $Q=\frac{1}{2}p_0V+\alpha T_0$

【解析】(2)(ⅰ)在气体由压缩 $p=1.2p_0$ 下降到 p_0 的过程中，气体体积不变，温度由 $T=2.4T_0$ 变为 T_1，由查理定律得 $\frac{T_1}{T}=\frac{p_0}{p}$ ①

在气体温度由 T_1 变为 T_0 的过程中，体积由 V 减小到 V_1，气体压强不变，由着盖·吕萨克定律得 $\frac{V}{V_1}=\frac{T_1}{T_0}$ ②

由①②式得 $V_1=\frac{1}{2}V$ ③

(ⅱ)在活塞下降过程中，活塞对气体做的功为

$W=p_0(V-V_1)$ ④

在这一过程中，气体内能的减少为

$\Delta U=\alpha(T_1-T_0)$ ⑤

由热力学第一定律得，气缸内气体放出的热量为

$Q=W+\Delta U$ ⑥

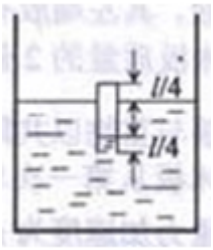
由②③④⑤⑥式得

$Q=\frac{1}{2}p_0V+\alpha T_0$

142.(2010·新课标Ⅰ卷·T33(2))如图所示，一开口气缸内盛有密度为 ρ 的某种液体；一长为 *l* 的粗细均匀的小平底朝上漂浮在液体中，平衡时小瓶露出液面的部分

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

和进入小瓶中液柱的长度均为 $\frac{l}{4}$。现用活塞将气缸封闭(图中未画出)，使活塞缓慢向下运动，各部分气体的温度均保持不变。当小瓶的底部恰好与液面相平时，进入小瓶中的液柱长度为 $\frac{l}{2}$，求此时气缸内气体的压强。大气压强为 ρ_0，重力加速度为 g。



【答案】(2) $p_3=\frac{3}{2}p_0+\frac{\rho gl}{4}$

【解析】(2)本题考查的是气体压缩的特性和玻意耳定律。

设当小瓶内气体的长度为 $\frac{3}{4}l$ 时，压强为 p_1，当小瓶的底部恰好与液面相平时，瓶内气体的压强为 p_2，气缸内气体的压强为 p_3。

依题意 $p_1=p_0+\frac{1}{3}\rho gl$ ①

由玻意耳定律 $p_1\frac{3l}{4}S=p_2(l-\frac{l}{2})S$ ②

式中 S 为小瓶的横截面积。联立①②两式，得 $p_2=\frac{3}{2}(p_0+\frac{1}{2}\rho gl)$ ③

又有 $p_2=p_3+\frac{1}{2}\rho gl$ ④ 联立③④式，得 $p_3=\frac{3}{2}p_0+\frac{\rho gl}{4}$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

143.(2010·山东卷·T36)一太阳能空气集热器，底面及侧面为隔热材料，顶面为透明玻璃板，集热器容积为 v_0，开始时内部封闭气体的压强为 P_0。经过太阳曝晒 T_0＝300K，气体温度由升至 T_1＝350K。

(1)求此时气体的压强。

(2)保持 T_1＝350K 不变，缓慢抽出部分气体，使气体压强再变回到 p_0。求集热器内剩余气体的质量与原来总质量的比值。判断在抽气过程中剩余气体是吸热还是放热，并简述原因。

【答案】

【解析】本题考查气体的实验定律、热力学定律和考生的理解能力。

解：(1)设升温后气体的压强为 P_1，由查理定律得 $\frac{P_0}{T_0}=\frac{P_1}{T_1}$ ①代入数据得 $P_1=\frac{7}{6}P_0$ ②

(2)抽气过程可等效为等温膨胀过程，设膨胀后气体的总体积为 V，由玻意耳定律得 $P_1V_0=P_0V$③

联立②③式得 $V=\frac{7}{6}V_0$ ④

设剩余气体的质量与原来总质量的比值为 k，由题意得 $k=\frac{V_0}{V}$ ⑤

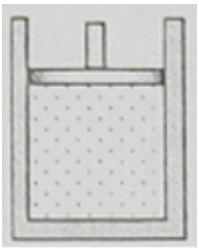
联立④⑤式得 $k=\frac{6}{7}$ ⑥

吸热。因为抽气过程中剩余气体温度不变，故内能不变，二剩余气体膨胀对外做功，所以根据热力学第一定律可知剩余气体要吸热。

144.(2010·上海卷·T22)如图，上端开口的圆柱形气缸竖直放置，截面积为 $5*10^{-3}m^2$，一定质量的气体被质量为 2.0kg 的光滑活塞封闭在气缸内，其压强为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

____pa(大气压强取 $1.01*10^5\,pa$，g 取$10m/s^2$)。若从初温27^0c开始加热气体，使活塞离气缸底部的高度由 0.5m 缓慢变为 0.51m，则此时气体的温度为____℃。



【解析】$P=P_0+\frac{mg}{S}=1.41\times10^5\,pa$

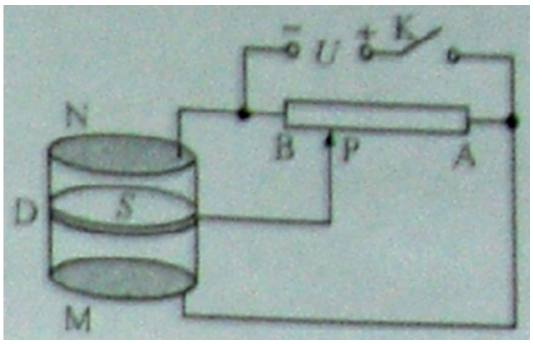
$\frac{PV_1}{T_1}=\frac{PV_2}{T_2}$，$T_2$=306K，$t_2$=33℃

本题考查气体实验定律。

难度：易。

145.(2010·上海卷·T33)如图，一质量不计，可上下自由活动的活塞将圆筒分为上下两室，两室中分别封闭有理想气体，筒的侧壁为绝缘体，上底 N，下底 M 及活塞 D 均为导体并按图连接，活塞面积$S=2cm^2$。在电键 K 断开时，两室中气体压强均为$p_0=240Pa$，ND 间距$l_1=1\mu m$，DM 间距$l_2=3\mu m$，将变阻器的滑片 P 滑到左端 B，闭合电键后，活塞 D 与下底 M 分别带有等量异种电荷，并各自产生匀强电场，在电场力作用下活塞 D 发生移动。稳定后，ND 间距$l_1'=3\mu m$，DM 间距$l_2'=1\mu m$，活塞 D 所带电量的绝对值$q=\varepsilon_0 SE$(式中 E 为 D 与 M 所带电荷产生的合场强，常量$\varepsilon_0=8.85*10^{-12}C^2/N\cdot m^2$)求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)两室中气体的压强(设活塞移动前后气体温度保持不变)；

(2)活塞受到的电场力大小 F；

(3)M 所带电荷产生的场强大小 E_M 和电源电压 U；

(4)使滑片 P 缓慢地由 B 向 A 滑动，活塞如何运动，并说明理由。

【解析】

(1) $p_0 l_1 = p_1 l'_1$ 解得 P1=80Pa

$p_0 l_2 = p_2 l'_2$，解得 P2=720Pa

(2)根据活塞受力的平衡， $F = (p_2 - p_1)S = 0.128$ N。

(3)因为 E 为 D 与 M 所带电荷产生的合场强，EM 是 M 所带电荷产生的场强大小，所以 E=2EM，所以 $q = \varepsilon_0 SE = 2\varepsilon_0 SE_M$ ，所以 $E_M = \frac{F}{q} = \frac{F}{2\varepsilon_0 SE_M}$ ，得

$E_M = \sqrt{\frac{F}{2\varepsilon_0 S}} = 6\times10^6 N/c$ 。

电源电压 $U = 2E_M l'_2 = 12V$

(4)因 U_{MD} 减小，E_{MD} 减小，向下的力 F 减小，U_{DN} 增大，E_{DN} 减小，向上的力 F 增大，活塞向上移动。

本题考查电场、电场力，气体等综合知识和分析综合能力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

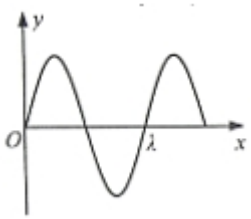
难度：难。

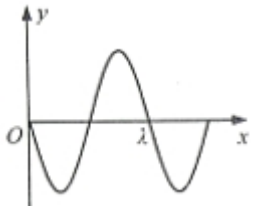
把电场和气体结合一起，具有新意。

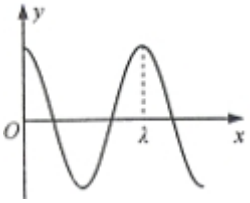
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

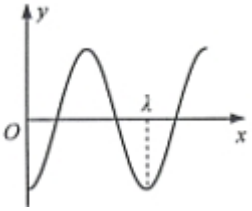
专题 16　机械振动和机械波

1．（2020 山东卷）一列简谐横波在均匀介质中沿 x 轴负方向传播，已知 $x=\frac{5}{4}\lambda$ 处质点的振动方程为 $y=A\cos(\frac{2\pi}{T}t)$，则 $t=\frac{3}{4}T$ 时刻的波形图正确的是

A． 

B． 

C． 

D． 

【答案】D

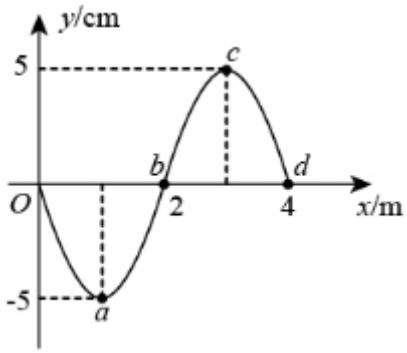
【解析】根据题意可知，$t=\frac{3}{4}T$ 时，在 $\frac{5}{4}\lambda=\lambda+\frac{1}{4}\lambda$ 处的质点处于

$$y=A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)=A\cos\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{3}{4}T\right)=A\cos\left(\frac{3\pi}{2}\right)=0$$

则此时质点位于平衡位置；下一时刻，该质点向上运动，原理平衡位置，根据题意，横波沿 x 轴负方向传播，根据同侧法判断可知，ABC 错误，D 正确。故选 D。

2．（2020 年天津卷）一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 T，$t=0$ 时的波形如图所示。$t=\frac{T}{4}$ 时

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A．质点 a 速度方向沿 y 轴负方向

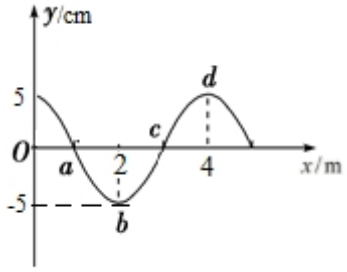
B．质点 b 沿 x 轴正方向迁移了 1m

C．质点 c 的加速度为零

D．质点 d 的位移为-5cm

【答案】C

【解析】经过$\frac{T}{4}$周期，波向右传播了$\frac{\lambda}{4}$，波形如图所示



A．由图可知，质点 a 点恰好运动到平衡位置且沿着 y 轴正方向运动，A 错误；

B．质点 b 点只在竖直方向上运动不会随波迁移，B 错误；

C．质点 c 恰好运动到平衡，速度最大，加速度为零，C 正确；

D．质点 d 的位移为 5 cm，D 错误。故选 C。

3．（2020 新课标I卷）在下列现象中，可以用多普勒效应解释的有

A．雷雨天看到闪电后，稍过一会儿才能听到雷声

B．超声波被血管中的血流反射后，探测器接收到的超声波频率发生变化

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C．观察者听到远去的列车发出的汽笛声，音调会变低

D．同一声源发出的声波，在空气和水中传播的速度不同

E.天文学上观察到双星（相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星）光谱随时间的周期性变化

【答案】BCE

【解析】A．之所以不能同时观察到是因为声音的传播速度比光的传播速度慢，所以 A 错误；

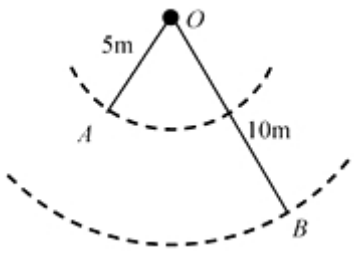
B．超声波与血液中的血小板等细胞发生反射时，由于血小板的运动会使得反射声波的频率发生变化，B 正确；

C．列车和人的位置相对变化了，所以听得的声音频率发生了变化，所以 C 正确；

D．波动传播速度不一样是由于波的频率不一样导致的， D 错误；

E．双星在周期性运动时，会使得到地球的距离发生周期性变化，故接收到的光频率会发生变化，E 正确。故选 BCE。

4．（2020 年浙江省 1 月学业水平测试选考）如图所示，波源 O 垂直于纸面做简谐运动，所激发的横波在均匀介质中向四周传播，图中虚线表示两个波面。$t=0$ 时，离 O 点 5m 的 A 点开始振动；$t=1\text{s}$ 时，离 O 点 10m 的 B 点也开始振动，此时 A 点第五次回到平衡位置，则



A．波的周期为 0.4s

B．波的波长为 2m

C．波速为$5\sqrt{3}\text{m/s}$

D．$t=1\text{s}$时AB连线上有4个点处于最大位移

【答案】AB

【解析】A．经过1s时A第五次回到平衡位置，即：

$$2.5T=1\text{s}$$

解得周期：$T=0.4\text{s}$，故A正确；

BC．根据题意可知波速：

$$v=\frac{10\text{m}-5\text{m}}{1\text{s}}=5\text{m/s}$$

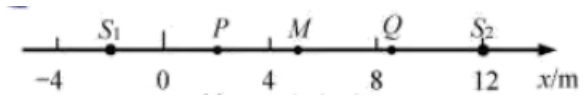
波长：

$$\lambda=vT=5\times0.4\text{m}=2\text{m}$$

故B正确，C错误；

D．1s时A处于平衡位置，根据波长和两点之间距离可知，AB之间有2.5个波形，因此有5个点处于最大位移处，故D错误。故选AB．

5．（2020浙江卷）如图所示，x轴上-2m、12m处有两个振动周期均为4s、振幅均为1cm的相同的波源S_1、S_2，$t=0$时刻同时开始竖直向下振动，产生波长均为4m沿x轴传播的简谐横波。P、M、Q分别是x轴上2m、5m和8.5m的三个点，下列说法正确的是



A．6.0s时P、M、Q三点均已振动

B．8.0s后M点的位移始终是2cm

C．10.0s后P点的位移始终是0

D．10.5s时Q点的振动方向竖直向下

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】CD

【解析】A．波速为

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{4}\text{m/s}=1\text{m/s}$$

在 6s 内两列波传播了 6m，则此时 PQ 两质点已振动，但是 M 点还未振动，A 错误；

B．因 M 点到两个振源的距离相等，则 M 是振动加强点，振幅为 2cm，但不是位移始终为 2cm，B 错误；

C．P 点到两振源的距离只差为 6cm，为半波长的 3 倍，则该点为振动减弱点，振幅为零，即 10.0s 后 P 点的位移始终为零，C 正确；

D．S_1 波源的振动传到 Q 点的时间为 $\frac{10.5}{1}s=10.5\text{s}$，则 10.5s 时 Q 点由 S_1 引起的振动为竖直向下；S_2 波源的振动传到 Q 点的时间为 $\frac{3.5}{1}\text{s}=3.5\text{s}$，则 10.5s 时 Q 点由 S_2 引起的振动已经振动了 7s，此时在最高点，速度为零，则 10.5s 时刻 Q 点的振动速度为竖直向下，D 正确。故选 CD。

6．（2020 新课标II卷）用一个摆长为 80.0 cm 的单摆做实验，要求摆动的最大角度小于 5°，则开始时将摆球拉离平衡位置的距离应不超过_____cm（保留 1 位小数）。（提示：单摆被拉开小角度的情况下，所求的距离约等于摆球沿圆弧移动的路程。）

某同学想设计一个新单摆，要求新单摆摆动 10 个周期的时间与原单摆摆动 11 个周期的时间相等。新单摆的摆长应该取为_____cm。

【答案】6.9　　96.8

【解析】拉离平衡位置的距离

$$x=2\pi\times80\text{cm}\times\frac{5°}{360°}=6.97\text{cm}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

题中要求摆动的最大角度小于5°，且保留 1 位小数，所以拉离平衡位置的不超过6.9cm；

根据单摆周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$结合题意可知

$$10T'=11T$$

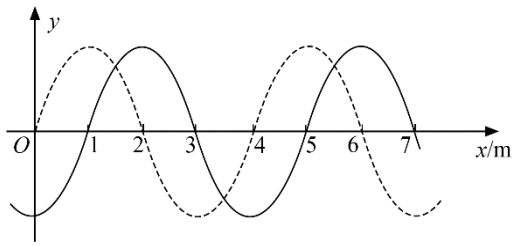
代入数据为

$$10\sqrt{L'}=11\sqrt{80\text{cm}}$$

解得新单摆的摆长为

$$L'=96.8\text{cm}$$

7．（2020 新课标III卷）如图，一列简谐横波平行于 x 轴传播，图中的实线和虚线分别为 t=0 和 t=0.1 s 时的波形图。已知平衡位置在 x=6 m 处的质点，在 0 到 0.1s 时间内运动方向不变。这列简谐波的周期为_____s，波速为_____m/s，传播方向沿 x 轴_____（填“正方向”或“负方向”）。



【答案】0.4　　10　　负方向

【解析】因为$x=6\text{m}$处的质点在$0:\ 0.1\text{s}$内运动方向不变，所以该处质点从正向位移最大处经过四分之一个周期向下运动至平衡位置处，即

$$\frac{1}{4}T=0.1\text{s}$$

解得周期为$T=0.4\text{ s}$，所以波速为

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4\text{ m}}{0.4\text{ s}}=10\text{ m/s}$$

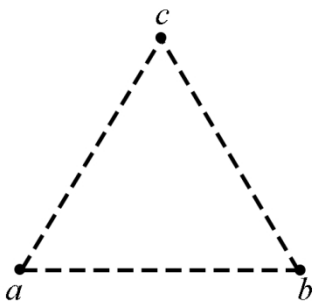
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

在虚线上，$x=6\ \mathrm{m}$ 处的质点向下运动，根据同侧法可知波沿 x 轴负方向传播。

8．（2020 新课标I卷）一振动片以频率 f 做简谐振动时，固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动水面上 a、b 两点，两波源发出的波在水面上形成稳定的干涉图样。c 是水面上的一点，a、b、c 间的距离均为 l，如图所示。已知除 c 点外，在 ac 连线上还有其他振幅极大的点，其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$。求：

（i）波的波长；

（ii）波的传播速度。



【答案】（i）$\frac{1}{4}l$；（ii）$\frac{1}{4}fl$

【解析】（i）设与 c 点最近的振幅极大点为 d，则

$$ad=l-\frac{3}{8}l=\frac{5}{8}l$$

$$bd=\sqrt{cd^2+bc^2-2bc\times cd\cos 60^\circ}=\frac{7}{8}l$$

根据干涉加强点距离差的关系：

$$\Delta x=x_1-x_2=n\lambda$$

$$bd-ad=\frac{1}{4}l$$

所以波长为 $\frac{1}{4}l$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（ii）由于受迫振动的频率取决于受迫源的频率由 $v=\lambda f$ 知，

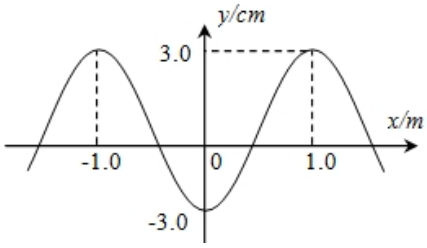
$$v=\frac{1}{4}fl$$

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 16 机械振动和机械波

选择题：

1.(2019•海南卷•T17)一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 0.2s，t=0 时的波形图如图所示。下列说法正确的是_____。



A.平衡位置在 x=1m 处的质元的振幅为 0.03m

B.该波的波速为 10m/s

C.t=0.3s 时，平衡位置在 x=0.5m 处的质元向 y 轴正向运动

D. t=0.4s 时，平衡位置在 x=0.5m 处的质元处于波谷位置

E. t=0.5s 时，平衡位置在 x=1.0m 处的质元加速度为零

【答案】ABC

【解析】

A.一列简谐横波上所有质元的振幅都相同，故 A 正确；

B.从图中可以得出波长为 2 米，由 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{0.2}=10m/s$，故 B 正确；

C.周期为 0.2s，所有质元 0.3s 后都振动 1.5 个周期，平衡位置在 x=0.5m 处的质元仍在平衡

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

位置，并且向 y 轴正向运动，故 C 正确；

D.周期为 0.2s，所有质元 0.4s 后都振动 2 个周期，平衡位置在 x=0.5m 处的质元仍在原来位置，故 D 错误；

E. 周期为 0.2s，所有质元 0.5s 后都振动 2.5 个周期，平衡位置在 x=1.0m 处的质元处于波谷，质元的加速度最大，故 E 错误。

2.(2019•天津卷•T7)一列简谐横波沿 x 轴传播，已知 x 轴上 x_1=1m 和 x_2=7m 处质点的振动图像分别如图 1、图 2 所示，则此列波的传播速率可能是

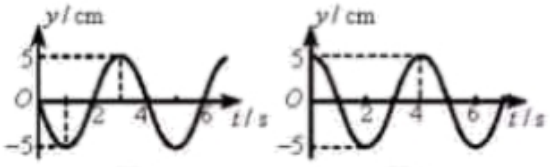


图1

图2

A. 7 m/s　　B. 2m/s　　C. 1.2 m/s　　D. 1 m/s

【答案】BC

【解析】

【详解】当该列波向右传播时，根据题干可知 1m 和 7m 之间的距离满足的关系为 $6=n\lambda+\frac{1}{4}\lambda$，则由 $v=\frac{\lambda}{T}$ 可得波速为 $v=\frac{6}{4n+1}$，当 n=1 时可得 $v=1.2\text{m/s}$，故 C 正确，当波向做传播时 1m 和 7m 之间的距离关系满足 $6=n\lambda+\frac{3}{4}\lambda$，则 $v=\frac{6}{4n+3}$，当 n=1 时可得 v=2 m/s，故 B 正确，讲 A 和 D 选项代入两个波速表达式，n 均不是整数，因此 A 和 D 错误。

3.(2019•全国Ⅲ卷•T15)水槽中，与水面接触的两根相同细杆固定在同一个振动片上。振动片做简谐振动时，两根细杆周期性触动水面形成两个波源。两波源发出的波在水面上相遇。在重叠区域发生干涉并形成了干涉图样。关于两列波重叠区域内水面上振动的质点，下列说法正确的是_____。

A. 不同质点的振幅都相同

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B. 不同质点振动的频率都相同

C. 不同质点振动的相位都相同

D. 不同质点振动的周期都与振动片的周期相同

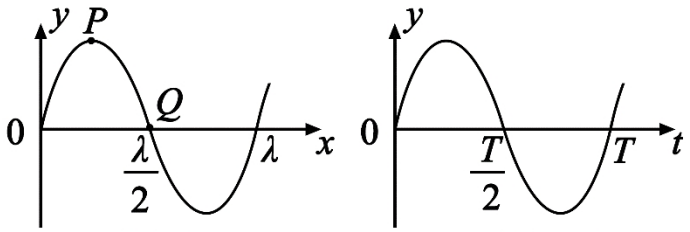
E. 同一质点处，两列波的相位差不随时间变化

【答案】BDE

【解析】

两列波叠加形成稳定的干涉现象的条件是两列波的频率相同;任何质点都在按照相同的频率在振动,不同区域的质点振幅和位移不一定相同,各质点振动的频率与波源频率相同,波源振动频率又与振动片的振动频率相同

4.(2019•全国Ⅰ卷•T15)一简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 t=5 时刻，该波的波形图如图(a)所示，P、Q 是介质中的两个质点。图(b)表示介质中某质点的振动图像。下列说法正确的是(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



A. 质点 Q 的振动图像与图(b)相同

B. 在 t=0 时刻，质点 P 的速率比质点 Q 的大

C. 在 t=0 时刻，质点 P 的加速度的大小比质点 Q 的大

D. 平衡位置在坐标原点的质点的振动图像如图(b)所示

E. 在 t=0 时刻，质点 P 与其平衡位置的距离比质点 Q 的大

【答案】CDE

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

A、由图(b)可知，在$t=\frac{T}{2}$时刻，质点正在向 y 轴负方向振动，而从图(a)可知，质点 Q 在$t=\frac{T}{2}$正在向 y 轴正方向运动，故 A 错误；

B、由$t=\frac{T}{2}$的波形图推知，$t=0$时刻，质点 P 正位于波谷，速率为零；质点 Q 正在平衡位置，故在$t=0$时刻，质点 P 的速率小于质点 Q，故 B 错误；

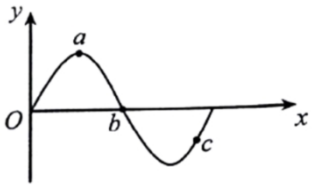
C、$t=0$时刻，质点 P 正位于波谷，具有沿 y 轴正方向最大加速度，质点 Q 在平衡位置，加速度为零，故 C 正确；

D、$t=0$时刻，平衡位置在坐标原点处的质点，正处于平衡位置，沿 y 轴正方向运动，跟(b)图吻合，故 D 正确；

E、$t=0$时刻，质点 P 正位于波谷，偏离平衡位置位移最大，质点 Q 在平衡位置，偏离平衡位置位移为零，故 E 正确。

故本题选 CDE。

5.(2019•北京卷•T1)一列简谐横波某时刻的波形如图所示，比较介质中的三个质点 a、b、c，则



A. 此刻 a 的加速度最小

B. 此刻 b 的速度最小

C. 若波沿 x 轴正方向传播，此刻 b 向 y 轴正方向运动

D. 若波沿 x 轴负方向传播，a 比 c 先回到平衡位置

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

由机械振动特点确定质点的加速度和速度大小，由“上下坡法”确定振动方向。

由波动图象可知，此时质点 a 位于波峰处，根据质点振动特点可知，质点 a 的加速度最大，故 A 错误，此时质点 b 位于平衡位置，所以速度为最大，故 B 错误，若波沿 x 轴正方向传播，由“上下坡法”可知，质点 b 向 y 轴正方向运动，故 C 正确，若波沿 x 轴负方向传播，由“上下坡法”可知，a 质点沿 y 轴负方向运动，c 质点沿 y 轴正方向运动，所以质点 c 比质点 a 先回到平衡位置，故 D 错误。

6.(2019•江苏卷•T18)一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的_____.

A.位移增大　　B.速度增大

C.回复力增大　　D.机械能增大

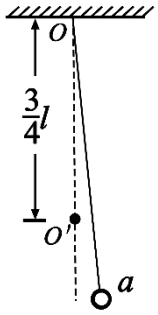
【答案】AC

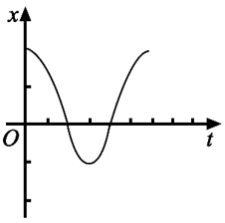
【解析】

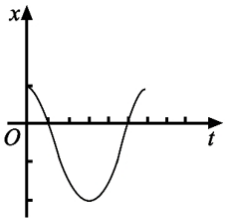
由简谐运动的特点可知，当偏角增大，摆球偏离平衡位置的位移增大，故 A 正确；当偏角增大，动能转化为重力势能，所以速度减小，故 B 错误；由回复力 $F=-kx$ 可知，位移增大，回复力增大，故 C 正确，单摆做简谐运动过程中只有重力做功，所以机械能守恒，故 D 错误；

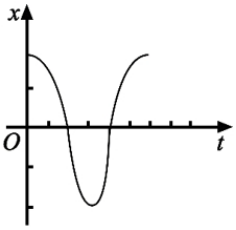
7.(2019•全国 II 卷•T15)如图，长为 l 的细绳下方悬挂一小球 a。绳的另一端固定在天花板上 O 点处，在 O 点正下方 $\frac{3}{4}l$ 的 O' 处有一固定细铁钉。将小球向右拉开，使细绳与竖直方向成一小角度(约为 2°)后由静止释放，并从释放时开始计时。当小球 a 摆至最低位置时，细绳会受到铁钉的阻挡。设小球相对于其平衡位置的水平位移为 x，向右为正。下列图像中，能描述小球在开始一个周期内的 x-t 关系的是

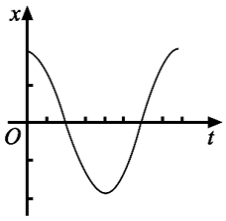
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】A

【解析】

【详解】由 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 得：$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，$T_2=2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}l}{g}}=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=\frac{1}{2}T_1$，故 BD 错误；

$x_1=2l\cdot\sin\frac{\theta_1}{2}$，$x_2=2l'\cdot\sin\frac{\theta_2}{2}=2\frac{L}{4}\cdot\sin\frac{\theta_2}{2}=\frac{L}{2}\cdot\sin\frac{\theta_2}{2}$

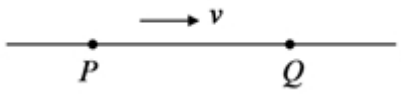
$$\frac{x_1}{x_2}=\frac{2l\sin\frac{\theta}{2}}{\frac{l}{2}\cdot\sin\frac{\theta}{2}}=\frac{4\sin\frac{\theta_1}{2}}{\sin\frac{\theta_2}{2}}$$

由能量守恒定律可知，小球先后摆起得最大高度相同，故 $l-l\cos\theta_1=\frac{l}{4}-\frac{l}{4}\cdot\cos\theta_2$

根据数学规律可得：$\sin\frac{\theta_2}{2}=2\sin\frac{\theta_1}{2}$ 故 $\frac{x_1}{x_2}=\frac{4\sin\frac{\theta_1}{2}}{\sin\frac{\theta_2}{2}}=2$，即第一次振幅是第二次振幅得 2 倍，故 A 正确，C 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

8.(2018·北京卷)如图所示，一列简谐横波向右传播，P、Q 两质点平衡位置相距 0.15 m。当 P 运动到上方最大位移处时，Q 刚好运动到下方最大位移处，则这列波的波长可能是



A. 0.60 m

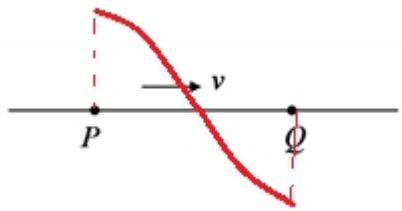
B. 0.30 m

C. 0.20 m

D. 0.15 m

【答案】B

【解析】可以画出 PQ 之间的最简单的波形，如图所示：



同时由于 PQ 可以含有多个完整的波形，则：$x_{PQ}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda(n=0,1,2\ldots)$

整理可以得到：$\lambda=\frac{2x_{PQ}}{2n+1}(n=0,1,2\ldots)$

当$n=0$时，$\lambda=0.3m$

当$n=1$时，$\lambda=0.1m$，故选项 B 正确，ACD 错误。

点睛：解决机械波的题目关键在于理解波的周期性，即时间的周期性或空间的周期性，得到波长的通项，再求解处波长的特殊值。

9.(2011·北京卷·T16)介质中有一列简谐机械波传播，对于其中某个振动质点，

A.它的振动速度等于波的传播速度

B.它的振动方向一定垂直于波的传播方向

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.它在一个周期内走过的路程等于一个波长

D.它的振动频率等于波源的振动频率

【答案】D

【解析】介质中某个振动质点做简谐运动，其速度按正弦(或余弦)规律变化，而在同一介质中波的传播速度是不变的，振动速度和波的传播速度是两个不同的速度，A错误；

在横波中振动方向和波的传播方向垂直，在纵波中振动方向和波的传播方向在一条直线上，B错误；

振动质点在一个周期内走过的路程为4个振幅，C错误；

波在传播的过程中，频率不变为波源的频率，D正确。

【考点定位】机械波传播

10.(2012·浙江卷)用手握住较长软绳的一端连续上下抖动，形成一列简谐横波。某一时刻的波形图如图所示，绳上 a、b 两质点均处于波锋位置。下列说法正确的是

A.a、b 两点之间的距离为半个波长

B.a、b 两点开始时刻相差半个周期

C.b 点完成全振动的次数比 a 点多一次

D.b 点完成全振动的次数比 a 点少一次

【答案】D

【解析】a、b 两点之间的距离为一个波长.故 A 错误；根据简谐横波传播过程中，振动在一个周期内传播一个波长的距离，可知 a、b 两点振动开始时刻相差一

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

个周期.故 B 错误；简谐横波向右传播，b 点完成全振动次数比 a 点少一次.故 C 错误，D 正确。故选：D。

【考点定位】本题考查振动和波、波的基本特征及其相关知识

11.(2014·浙江卷)下列说法正确的是

A.机械波的振幅与波源无关

B.机械波的传播速度由介质本身的性质决定

C.物体受到的静摩擦力方向与其运动方向相反

D.动摩擦因数的数值跟相互接触的两个物体的材料无关

【答案】B

【解析】机械波的振幅描述振动的能量，故与波源有关，故 A 错误；机械波传播速度由介质决定，故 B 正确；静摩擦力的方向与相对运动的方向相反，所以 C 错误；动摩擦因数的数值跟相互接触的两个物体的材料有关，所以 D 错误。

【考点定位】机械波、摩擦力、摩擦因数

12.(2014·天津卷)平衡位置处于坐标原点的波源 S 在 y 轴上振动，产生频率为 50Hz 的简谐横波向 x 轴正、负两个方向传播，波速均为 100m/s，平衡位置在 x 轴上的 P、Q 两个质点随波源振动着，P、Q 的 x 轴坐标分别为 $x_P = 3.5\text{m}$、$x_Q = -3\text{m}$，当 S 位移为负且向－y 方向运动时，P、Q 两质点的

A.位移方向相同、速度方向相反　　B.位移方向相同、速度方向相同

C.位移方向相反、速度方向相反　　D.位移方向相反、速度方向相同

【答案】D

【解析】由题可知该波分别向两个方向传播，根据机械波周期、频率关系可知，该波的周期 $T = \frac{1}{f} = 0.02s$，根据波长、波速、周期的关系可知该波波长为 λ=vT=

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2m，故可确定跟原点 3m 处的 P 点位移为负、速度向上，而距原点－3.5m 处的 Q 点位移为正、速度向上，故只有 D 正确。

【考点定位】机械波的传播

13.(2015·四川卷·T2)平静湖面传播着一列水面波(横波)，在波的传播方向上有相距 3m 的甲、乙两小木块随波上下运动，测得两个小木块每分钟都上下 30 次，甲在波谷时，乙在波峰，且两木块之间有一个波峰。这列水面波

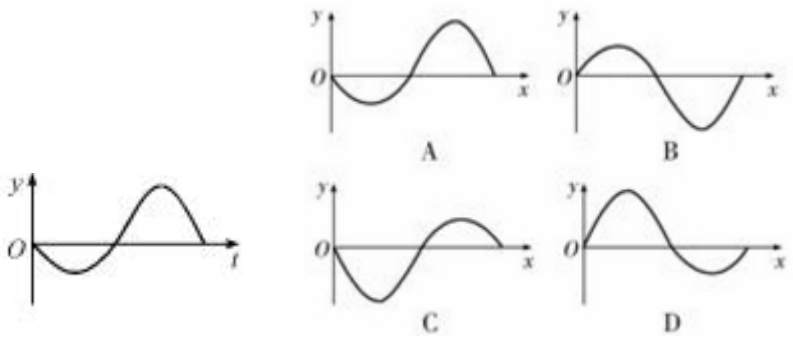
A.频率是 30Hz　　B.波长是 3m　　C.波速是 1m/s　　D.周期是 0.1s

【答案】C

【解析】木块的上下运动反映了所在位置水面质点的振动情况，即波传播方向上的质点每分钟完成 30 次全振动，因此其周期为：$T=\frac{60}{30}s=2s$，故选项 D 错误；频率为：$f=\frac{1}{T}=0.5Hz$，故选项 A 错误；又因为甲在波谷时，乙在波峰，且两木块之间有一个波峰，所以 $s_{AB}=\frac{3}{2}\lambda$，解得波长为：$\lambda=\frac{2s_{AB}}{3}=2m$，故选项 B 错误；根据波长、波速、周期间关系可知，这列水面波的波速为：$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{2}m/s=1m/s$，故选项 C 正确。

【考点定位】对机械波、机械振动特点和规律的理解与应用。

14.(2014·福建卷·T17)在均匀介质中，一列沿 x 轴正向传播的横波，其波源 O 在第一个周期内的振动图象，如图所示，则该波在第一个周期末的波形图是



【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】因为介质中所以质点起振的方向都与振源起振的方向相同，由振动图象知波源开始振动的方向为负 y 方向，故第一个周期末开始振动的质点，其振动方向也是负 y 方向，根据上下波法可判断，A、C 错误；

由振动图象知，后半个周期振幅较大，根据波的传播特点知，B 错误；D 正确。

【考点定位】本题考查机械振动、机械波

15.(2016·全国新课标III卷)由波源 S 形成的简谐横波在均匀介质中向左、右传播。波源振动的频率为 20 Hz，波速为 16 m/s。已知介质中 P、Q 两质点位于波源 S 的两侧，且 P、Q 和 S 的平衡位置在一条直线上，P、Q 的平衡位置到 S 的平衡位置之间的距离分别为 15.8 m、14.6 m，P、Q 开始振动后，下列判断正确的是

A.P、Q 两质点运动的方向始终相同

B.P、Q 两质点运动的方向始终相反

C.当 S 恰好通过平衡位置时，P、Q 两点也正好通过平衡位置

D.当 S 恰好通过平衡位置向上运动时，P 在波峰

E.当 S 恰好通过平衡位置向下运动时，Q 在波峰

【答案】BDE

【解析】根据题意信息可得 $T=\frac{1}{20}\text{s}=0.05\text{s}$， $v=16\text{ m/s}$，故波长为 $\lambda=vT=0.8\text{ m}$，找 P 点关于 S 点的对称点 P'，根据对称性可知 P' 和 P 的振动情况完全相同， P'、Q 两点相距 $\Delta x=\left(\frac{15.8}{0.8}-\frac{14.6}{0.8}\right)\lambda=\frac{3}{2}\lambda$，为半波长的整数倍，所以两点为反相点，故 P'、Q 两点振动方向始终相反，即 P、Q 两点振动方向始终相反，A 错误 B 正确；P 点距离 S 点 $x=19\frac{3}{4}\lambda$，当 S 恰好通过平衡位置向上振动时，P 点在波峰，同理 Q 点相距 S 点 $x'=18\frac{1}{4}\lambda$，当 S 恰好通过平衡位置向下振动时，Q 点在波峰，DE 正确。

【考点定位】考查了机械波的传播

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

16.(2013·新课标全国卷Ⅰ)如图，a.、b、c.、d 是均匀媒质中 x 轴上的四个质点，相邻两点的间距依次为 2m、4m 和 6m 一列简谐横波以 2m/s 的波速沿 x 轴正向传播，在 t=0 时刻到达质点 a 处，质点 a 由平衡位置开始竖直向下运动，t=3s 时 a 第一次到达最高点。下列说法正确的是_____。

A.在 t=6s 时刻波恰好传到质点 d 处

B.在 t=5s 时刻质点 c 恰好到达最高点

C.质点 b 开始振动后，其振动周期为 4s

D.在 4s<t<6s 的时间间隔内质点 c 向上运动

E.当质点 d 向下运动时，质点 b 一定向上运动

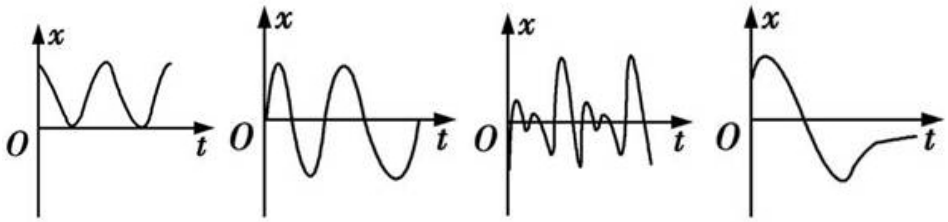
【答案】ACD

【解析】ad 间距离为 x=12m，波在同一介质中匀速传播，则波从 a 传到 d 的时间为 $t=\frac{x}{v}=\frac{12}{2}s=6s$，即在 t=6s 时刻波恰好传到质点 d 处.故 A 正确.设该波的周期为 T，由题可得，$\frac{3}{4}$T=3s，得 T=4s.波从 a 传到 c 的时间为 $t=\frac{x}{v}=\frac{2+4}{2}s=3s$，则在 t=5s 时刻质点 c 已振动了 2s，而 c 起振方向向下，故在 t=5s 时刻质点 c 恰好经过平衡位置向上.故 B 错误.质点 b 的振动周期等于 a 的振动周期，即为 4s.故 C 正确.在 4s＜t＜6s 的时间间隔内，质点 c 已振动了 1s＜t＜3s，质点 c 正从波谷向波峰运动，即向上运动.故 D 正确.波长为 λ=vT=2×4m=8m，bd 间距离为 10m=$1\frac{1}{4}$λ，结合波形得知，当质点 d 向下运动时，质点 b 不一定向上运动.故 E 错误.故选 ACD

【知识点定位】机械波的传播；波形图.

17.(2015·上海卷·T17)质点运动的位移 x 与时间 t 的关系如图所示，其中做机械振动的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



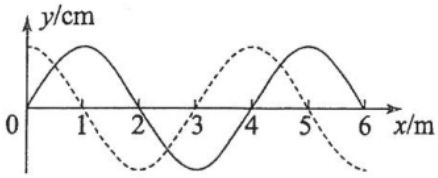
A　　B　　C　　D

【答案】ABC

【解析】机械振动是指物体在某一平衡位置附近做来回往复运动，质点运动的位移 x 与时间 t 的关系如图所示中，故 A、B、C 正确，D 错误。

【考点定位】机械运动

18.(2017·新课标Ⅲ卷·T34(1))如图，一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，实线为 t=0 时的波形图，虚线为 t=0.5 s 时的波形图。已知该简谐波的周期大于 0.5 s。关于该简谐波，下列说法正确的是_____(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。



A.波长为 2 m　　B.波速为 6 m/s　　C.频率为 1.5 Hz

D.t=1 s 时，x=1 m 处的质点处于波峰

E.t=2 s 时，x=2 m 处的质点经过平衡位置

【答案】BCE

A、由图象可知，波长为 λ=4m，故 A 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

BC、由题意知：（$n+\frac{3}{4}$）$T=0.5$，所以周期为$T=\frac{0.5}{n+\frac{3}{4}}=\frac{2}{4n+3}$，因为该简谐波的周期大于 0.5s。$\frac{2}{4n+3}$＞0.5，解得：n＜$\frac{1}{4}$，即当 n=0 时，T=$\frac{2}{3}$s，频率 f=$\frac{1}{T}$=1.5Hz，波速为：$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{\frac{4}{2}}{3}=6m/s$，故 BC 正确；

D、t=0 时 x=1m 处的质点位于波峰，经 t=1s，即经过 1.5 个周期，该质点位于波谷，故 D 错误；

E、t=0 时 x=2m 处的质点位于平衡位置正向上运动，经 t=2s，即经过 3 个周期，质点仍然位于平衡位置正向上运动，故 E 正确。故选：BCE。

【考点定位】机械波的传播、质点的振动

19.(2018·天津卷·T8)(多选)一振子沿 x 轴做简谐运动，平衡位置在坐标原点。t=0 时振子的位移为-0.1 m，t=1 s 时位移为 0.1 m，则

A. 若振幅为 0.1 m，振子的周期可能为$\frac{2}{3}s$

B. 若振幅为 0.1 m，振子的周期可能为$\frac{4}{5}s$

C. 若振幅为 0.2 m，振子的周期可能为 4 s

D. 若振幅为 0.2 m，振子的周期可能为 6 s

【答案】AD

【解析】试题分析：t=0 时刻振子的位移 x=-0.1m，t=1s 时刻 x=0.1m，关于平衡位置对称；如果振幅为 0.1m，则 1s 为半周期的奇数倍；如果振幅为 0.2m，分靠近平衡位置和远离平衡位置分析.

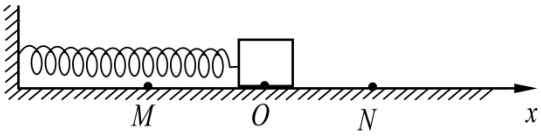
若振幅为0.1m，根据题意可知从t=0s到t=1s振子经历的周期为$(n+\frac{1}{2})T$，则$(n+\frac{1}{2})T=1s$，(n = 0.1.2.3....)，解得$T=\frac{2}{2n+1}s$，(n = 0.1.2.3....)，当 n=1 时$T=\frac{2}{3}s$，无论 n 为何值，T 都不会等于$\frac{4}{5}$s，A 正确 B 错误；如果振幅为0.2m，结合位移时间关系图象，有$1s=\frac{T}{2}+nT$①，或者$1s=\frac{5}{6}T+nT$

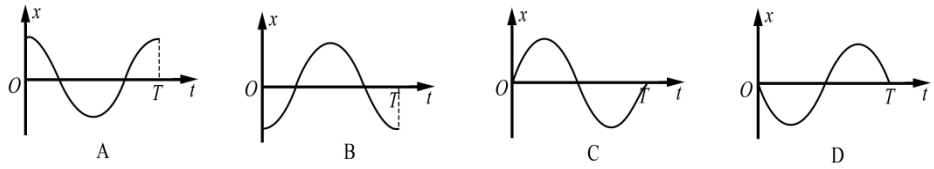
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②，或者$1s=\frac{T}{6}+nT$③，对于①式，只有当 n=0 时，T=2s，为整数；对于②式，T 不为整数；对于③式，当 n=0 时，T=6s，之后只会大于 6s，故 C 错误 D 正确

【点睛】t=0 时刻振子的位移 x=-0.1m，t=1s 时刻 x=0.1m，关于平衡位置对称；如果振幅为 0.1m，则 1s 为半周期的奇数倍；如果振幅为 0.2m，分靠近平衡位置和远离平衡位置分析.

20.(2016·北京卷)如图所示，弹簧振子在 M、N 之间做简谐运动。以平衡位置 O 为原点，建立 Ox 轴。向右为 x 的轴的正方向。若振子位于 N 点时开始计时，则其振动图像为



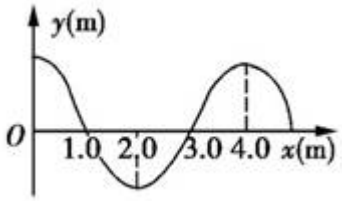


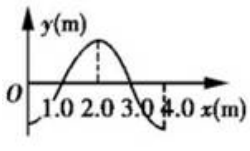
【答案】A

【解析】由于向右为正方向，振子位于 N 点时开始计时，所以 0 时刻位移为正，在正向最大位移处，将向左运动，即向负方向运动，故 A 正确。

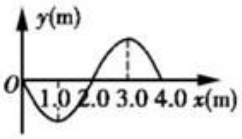
【方法技巧】在考纲上简谐振动这一块要求学生能从振动图象上获取信息，会求简谐运动的路程和位移，以及掌握简谐运动的表达式$x=A\sin(\omega t+\varphi)$。

21.(2012·安徽卷)一列简谐被沿 x 轴正方向传播，在 t=0 时波形如图 1 所示，已知波的速度为 10m/s。则 t=0.1s 时正确的波形应是图 2 中的

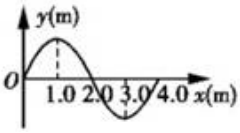




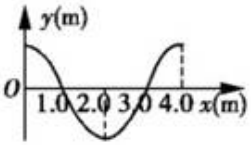
A



B



C



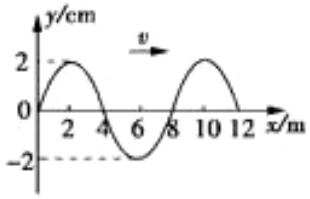
D

【答案】C

【解析】根据图象可知，波长 $\lambda = 4m$，所以 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{10}s = 0.4s$，所以 $t = 0.1s$ 时，波形向右平移 $\frac{1}{4}$ 个波长，所以 C 正确.

【考点定位】此题考查波的传播及其相关知识

22.(2013·北京卷) 一列沿 x 轴正方向传播的间谐机械横波，波速为 4m/s。某时刻波形如图所示，下列说法正确的是



A.这列波的振幅为 4cm　　B.这列波的周期为 1s

C.此时 x=4m 处质点沿 y 轴负方向运动　　D.此时 x=4m 处质点的加速度为 0

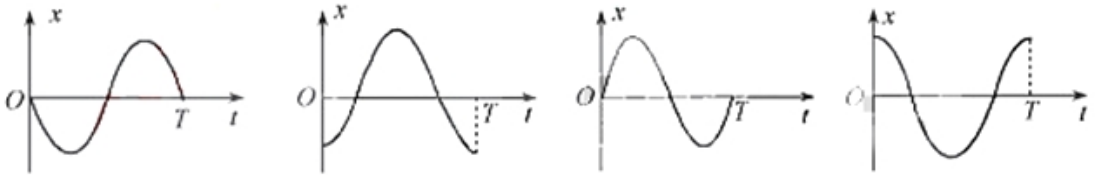
【答案】D

【解析】根据机械波同侧法可知，此刻此时 x=4m 处质点沿 y 轴正方向运动，C 错；由于此刻 x=4m 处位移为零，说明回复力为零，即加速度为零，D 对；波长为 8m，根据 $v = \lambda f$，周期为 0.5s。由图可知振幅为 2cm，即答案为 D。

【考点定位】题考查了机械波的传播问题，包括常见的波速、周期、质点的振动方向的判断。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

23.(2012·北京卷·T17)一个弹簧振子沿 x 轴做简谐运动，取平衡位置 O 为 x 轴坐标原点.从某时刻开始计时，经过四分之一的周期，振子具有沿 x 轴正方向的最大加速度.能正确反映振子位移 x 与时间 t 关系的图像是



A. B. C. D.

【答案】A

【解析】回复力：F＝－kx，加速度：$a=\frac{F}{m}$，故有$a=-\frac{k}{m}x$，经$\frac{1}{4}$周期振子具有正方向的最大加速度，故结合上述公式得到：此时振子有负方向的最大位移，A 图符合，故 A 正确；

经$\frac{1}{4}$周期振子位移为零，故 B 错误；

经$\frac{1}{4}$周期振子位移正向最大，故 C 错误；

经$\frac{1}{4}$周期振子位移为零，故 D 错误。

【考点定位】本题考查了简谐运动及其相关知识

24.(2012·重庆卷)装有砂粒的试管竖直静浮于水面，如图所示。将试管竖直提起少许，然后由静止释放并开始计时，在一定时间内试管在竖直方向近似做简谐运动。若取竖直向上为正方向，则以下描述试管振动的图象中可能正确的是

【答案】D

【解析】根据题中规定的正方向，开始计时时刻位移为正的最大值，由于简谐运动的图象是正弦或余弦曲线，可知 D 正确。

【考点定位】本题考查简谐振动及其图象及其相关知识

25.(2013·上海卷·T4)做简谐振动的物体，当它每次经过同一位置时，可能不同的物理量是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.位移　　B.速度　　C.加速度　　D.回复力

【答案】B

【解析】做简谐振动的物体，当它每次经过同一位置时，位移相同，加速度相同，位移相同，可能不同的物理量是速度，选项 B 正确。

【考点定位】简谐振动的位移，速度，加速度，回复力的关系。

26.(2013·重庆卷)一列简谐波沿直线传播，某时刻该列波上正好经过平衡位置的两质点相距 6m，且这两质点之间的波峰只有一个，则该简谐波可能的波长为

A.4m、6m 和 8m　　B.6m、8m 和 12m

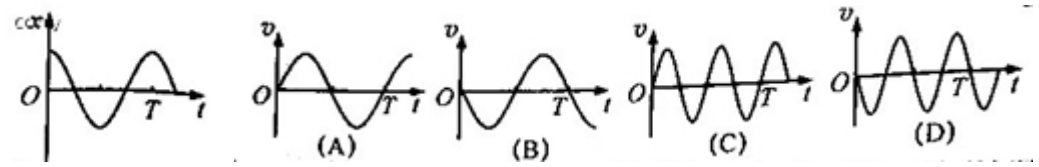
C.4m、6m 和 12m　　D.4m、8m 和 12m

【答案】C

【解析】若两质点经过平衡位置时的振动方向相同，说明 λ=6m；若两质点经过平衡位置时的振动方向相反，说明 6m=$\frac{1}{2}$λ 或$\frac{3}{2}$λ，即 λ=4m 或 12m。综上分析，选项 C 正确。

【考点定位】简谐横波波长的计算。

27.(2014·上海卷)质点做简谐运动，其 x—t 关系如图，以 x 轴正向为速度 v 的正方向，该质点的 v—t 关系是



【答案】B

【解析】根据间歇振动的位移时间关系图像，切线斜率即$\frac{\Delta x}{\Delta t}=v$，所以前半个周期，斜率都是负值代表速度为负方向，最高点和最低点速度斜率都等于 0 即速度等于 0，对照选项 A、C 错。后半个周期，斜率为正值代表速度为正方向，选项 D 错。对照答案选项 B 对。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】简谐振动的速度变化

28.(2014·上海卷·T14)一系列横波沿水平放置的弹性绳向右传播，绳上两质点 A、B 的平衡位置相距 3/4 波长，B 位于 A 右方。t 时刻 A 位于平衡位置上方且向上运动，再经过 1/4 周期，B 位于平衡位置

A.上方且向上运动　　B.上方且向下运动

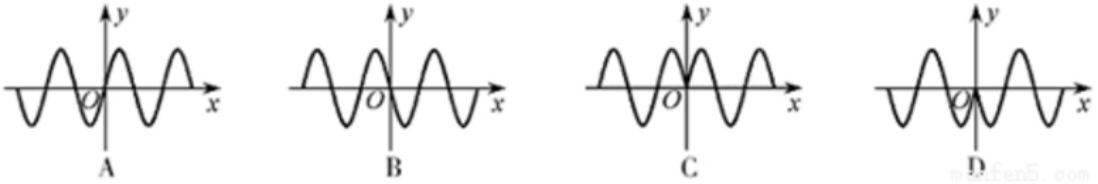
C.下方且向上运动　　D.上方且向下运动

【答案】D

【解析】B 在 A 的右端，根据波的传播方向可知，B 的振动落后 A 四分之三个周期，从 t 时刻后在经过四分之一周期，A 到达最高点的下方，此时 B 位于平衡位置的下方且向下运动，D 项正确。

【考点定位】机械波

29.(2013·福建卷)如图，t=0 时刻，波源在坐标原点从平衡位置沿 y 轴正向开始振动，振动周期为 0.4s，在同一均匀介质中形成沿 x 轴正、负两方向传播的简谐波。下图中能够正确表示 t=0.6s 时波形的图是



【答案】C

【解析】由于波源位于坐标原点，从在 t=0 时刻起分别沿+x、-x 方向传播，起振方向相同，为+y 方向，因此波动图象应关于 y 轴对称，故 A、B 错误，又因为波传播过程，传递的是振动的形式和能量，因此途径各的点的起振方向均为+y 方向，经过时间 t=0.6s=1.5T 后，在+x，-x 方向各形成 1.5 个完整波形，根据最后传至质点的起振方向沿 y 方向的波，则 C 正确，D 错误。

【考点定位】本题考查了波的振动和传播。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

30.(2015·上海卷·T15)一简谐横波沿水平绳向右传播，波速为 v，周期为 T，振幅为 A。绳上两质点 M、N 的平衡位置相距四分之三波长，N 位于 M 右方。设向上为正，在 t=0 时刻 M 位移为 $+\frac{A}{2}$，且向上运动；经时间 t($t<T$)，M 位移仍为 $+\frac{A}{2}$，但向下运动，则

A.在 t 时刻，N 恰好在波谷位置

B.在 t 时刻，N 位移为负，速度向上

C.在 t 时刻，N 位移为负，速度向下

D.在 2t 时刻，N 位移为 $-\frac{A}{2}$，速度向下

【答案】C

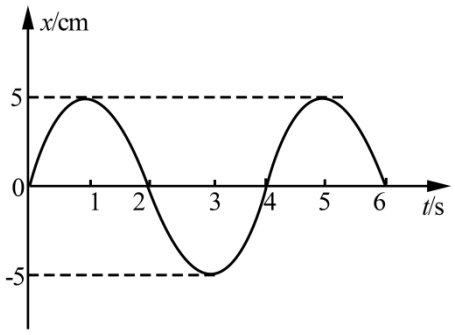
【解析】因为波向右传播，当 t/2 时 M 在波峰位置时，N 点在平衡位置且向下振动，当 M 点由波峰向平衡位置运动过程中，N 点就由平衡位置向波谷运动，所以经过时间 t，M 点的位置是 $+\frac{A}{2}$ 时，N 点在平衡位置下方，向下运动，还没有到达波谷，故 A、B 错误，C 正确；

M 点经过 t/2 时间从 $+\frac{A}{2}$ 运动到波峰，所以从 $+\frac{A}{2}$ 运动到平衡位置时间小于 t/2，所以，M 点从平衡位置向下运动，到返回平衡位位置向上运动过程中，N 点就从波谷向波峰运动，经过 2t 后，M 点在平衡位置的下方，所以 N 点速度方向向上，所以 D 错误。

【考点定位】波的传播

31.(2017·北京卷·T15)某弹簧振子沿 x 轴的简谐运动图象如图所示，下列描述正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.t=1 s 时，振子的速度为零，加速度为负的最大值

B.t=2 s 时，振子的速度为负，加速度为正的最大值

C.t=3 s 时，振子的速度为负的最大值，加速度为零

D.t=4 s 时，振子的速度为正，加速度为负的最大值

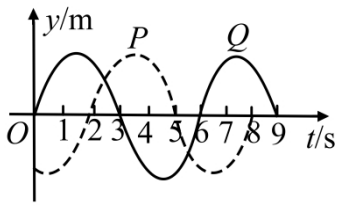
【答案】A

【解析】在 t=1 s 和 t=3 s 时，振子偏离平衡位置最远，速度为零，回复力最大，加速度最大，方向指向平衡位置，A 正确，C 错误；在 t=2 s 和 t=4 s 时，振子位于平衡位置，速度最大，回复力和加速度均为零，BD 错误。

【考点定位】振动图象

【名师点睛】根据振动图象判断质点振动方向的方法：沿着时间轴看去，“上坡”段质点向上振动，“下坡”段质点向下振动。

32.(2016·四川卷·T6)简谐横波在均匀介质中沿直线传播，P、Q 是传播方向上相距 10 m 的两质点，波先传到 P，当波传到 Q 开始计时，P、Q 两质点的振动图像如图所示。则



A.质点 Q 开始振动的方向沿 y 轴正方向

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.该波从 P 传到 Q 的时间可能为 7 s

C.该波的传播速度可能为 2 m/s

D.该波的波长可能为 6 m

【答案】AD

【解析】A、由图象可知，质点 P 的振动图象为虚线，质点 Q 的振动图象为实线，从 0 时刻开始，质点 Q 的起振方向沿 y 轴正方向，所以选项 A 正确；

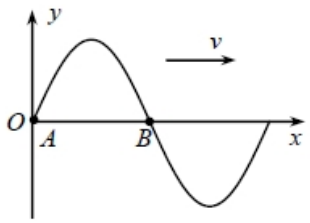
B、由题可知，简谐横波的传播方向从 P 到 Q，由图可知，周期 T=6s，质点 Q 的振动图象向左 4s、后与 P 点的振动重合，意味着 Q 点比 P 点振动滞后了 4s，即 P 传到 Q 的时间△t 可能为 4s，同时由周期性可知，从 P 传到 Q 的时间△t 为(4+nT)s，n=0、1、2、3…，即△t=4s，10s，16s…，不可能为 7s，所以选项 B 错误；

C、由 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，考虑到波的周期性，当△t=4s，10s，16s…时，速度 v 可能为 2.5m/s，1m/s，0.625m/s…，不可能为 2m/s，选项 C 错误；

D、同理，考虑到周期性，由 λ=vT 可知，波长可能为 15m、6m、3.75m…，所以选项 D 正确。

考点：振动图像；机械波的传播

33.(2011·天津卷)位于坐标原点处的波源 A 沿 y 轴做简谐运动，A 刚好完成一次全振动时，在介质中形成的简谐横波的波形如图所示，B 是沿波传播方向上介质的一个质点，则



A.波源 A 开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向

B.此后$\frac{1}{4}$周期内回复力对波源 A 一直做负功

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.经半个周期时间质点 B 将向右迁移半个波长

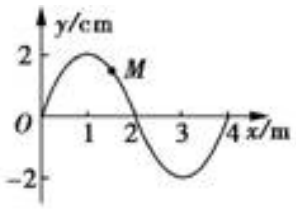
D.在一个周期时间内 A 所受回复力的冲量为零

【答案】ABD

【解析】由 A 刚好完成一次全振动时的图线可知波源 A 的起振方向沿 y 轴负方向，A 选项正确；经过$\frac{1}{4}$周期之后质点 A 将向负向最大位移运动，回复力做负功，B 正确；质点不随波迁移，C 选项错误；由简谐运动的对称性可知回复力在一个周期内的冲量为零，D 选项正确。

【考点定位】简谐振动

34.(2012·天津卷)沿 x 轴正方向传播的一列简谐横波在 t = 0 时刻的波形如图所示，M 为介质中的一个质点，该波的传播速度为 40m/s，则 t =$\frac{1}{40}$ s 时



A.质点 M 对平衡位置的位移一定为负值

B.质点 M 的速度方向与对平衡位置的位移方向相同

C.质点 M 的加速度方向与速度方向一定相同

D.质点 M 的加速度方向与对平衡位置的位移方向相反

【答案】CD

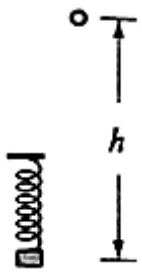
【解析】由图读出波长为$\lambda = 4m$，则该波的周期为$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{40}s = 0.1s$，$t = \frac{1}{40}s = \frac{T}{4}$，$t = 0$时刻质点 M 向上运动，则在$t = \frac{1}{40}s$时刻，质点 M 正从波峰向平衡位置运动，所以其速度增大，加速度减小.位移为正，质点 M 的速度沿 y 轴负方向，加速度沿 y 轴负方向，所以加速度方向与速度方向相同，速度方向与位移方向相反，质

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

点 M 的加速度方向与对平衡位置的位移方向相反，故 CD 正确，AB 错误；故选 CD。

【考点定位】本题考查波的传播及其相关知识

35.(2015·山东卷·T38(1))如图，轻弹簧上端固定，下端连接一小物块，物块沿竖直方向做简谐运动。以竖直向上为正方向，物块简谐运动的表达式为 $y=0.1\sin(2.5\pi t)$m。t=0 时刻，一小球从距物块 h 高处自由落下；t=0.6s 时，小球恰好与物块处于同一高度。取重力加速度的大小为 $g=10\text{m/s}^2$.以下判断正确的是



a.h=1.7m　　b.简谐运动的周期是 0.8s

c.0.6s 内物块运动的路程是 0.2m　　d.t=0.4s 时，物块与小球运动方向相反

【答案】ab

【解析】a、由振动方程式可得，t=0.6s 物体的位移为 $y=0.1\sin(2.5\pi\times0.6)=-0.1$m；则对小球有：$h+|y|=\frac{1}{2}gt^2$，解得 h=1.7m；故 a 正确；

b、由公式可知，简谐运动的周期 $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{2.5\pi}=0.8s$；故 b 正确；

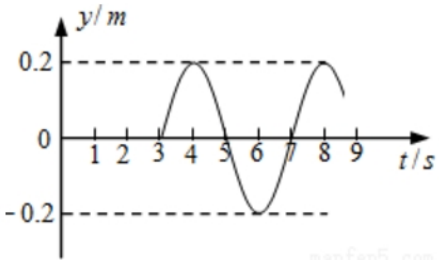
c、振幅为 0.1m；故 0.6s 内物块运动的路程为 3A=0.3m；故 c 错误；

d、t=0.4s=T/2，此时物体在平衡位置向下振动，则此时物块与小球运动方向相同，故 d 错误；故选：ab。

【考点定位】简谐振动；自由落体运动.

36.(2014·山东卷)一列简谐横波沿直线传播。以波源 O 为平衡位置开始振动为计时零点，质点 A 的振动图象如图所示，已知 O、A 的平衡位置相距 0.9m，以下判断正确的是_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



a.波长为 1.2m　　b.波源起振方向沿 y 轴正方向

c.波速大小为 0.4m/s　　d.质点 A 的动能在$t=4s$时最大

【答案】ab

【解析】由于 OA 平衡位置间的距离为$0.9m$，波从 O 传到 A 点用时 t=3s，波速$v=\frac{s}{t}=0.3m/s$，c 错误；由振动图象可知，质点的振动周期为$T=4s$，根据$v=\frac{\lambda}{T}$，可得波长$\lambda=1.2m$，a 正确；由于 A 点起振的方向沿 x 轴正方向，因此波源起振的方向也一定沿 x 轴正方向，b 正确，在$t=4s$时，质点 A 运动到最大位移处，此时动能为零，d 错误。

【考点定位】机械振动和机械波

37.(2011·辽宁卷)一振动周期为 T，振幅为 A，位于 x=0 点的波源从平衡位置沿 y 轴正向开始做简谐振动，该波源产生的一维简谐横波沿 x 轴正向传播，波速为 v，传播过程中无能量损失，一段时间后，该振动传播至某质点 P，关于质点 P 振动的说法正确的是_____。

A.振幅一定为 A

B.周期一定为 T

C.速度的最大值一定为 v

D.开始振动的方向沿 y 轴向上或向下取决去他离波源的距离

E.若 P 点与波源距离 s=vT，则质点 P 的位移与波源的相同

【答案】ABE

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】波传播过程中，介质中质点做受迫振动，由于波传播过程中无能量损失，所以质点 P 振动的振幅一定为 A，周期一定为 T，质点振动的最大速度与波速无关，选项 AB 正确 C 错误；开始振动的方向与波源开始振动方向相同，选项 D 错误；若 P 点与波源距离 s=vT，则质点 P 与波源振动步调一致，P 的位移与波源的相同，选项 E 正确。

【考点定位】横波的图象；波长、频率和波速的关系.

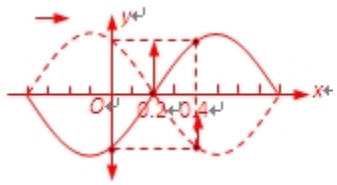
38.(2011·全国卷)一列简谐横波沿 x 轴传播，波长为 1.2m，振幅为 A。当坐标为 x=0 处质元的位移为 $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ 且向 y 轴负方向运动时.坐标为 x=0.4m 处质元的位移为 $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ 。当坐标为 x=0.2m 处的质元位于平衡位置且向 y 轴正方向运动时，x=0.4m 处质元的位移和运动方向分别为

A. $-\frac{1}{2}A$ 、沿 y 轴正方向　　B. $-\frac{1}{2}A$ ，延 y 轴负方向

C. $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ 、延 y 轴正方向　　D. $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ 、延 y 轴负方向

【答案】C

【解析】根据题意，此简谐横波必沿 x 轴正向传播，在同一坐标系中做出两状态的波形图分别如实线和虚线所示，C 正确。



【考点定位】横波图像

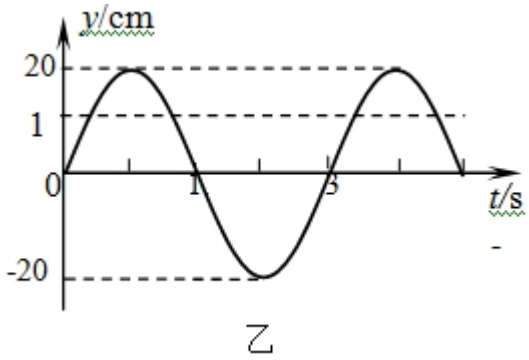
39.(2014·浙江卷)一位游客在千岛湖边欲乘游船，当日风浪很大，游船上下浮动。可把游艇浮动简化成竖直方向的简谐运动，振幅为 20cm，周期为 3.0s。当船上升到最高点时，甲板刚好与码头地面平齐。地面与甲板的高度差不超过 10cm 时，游客能舒服地登船。在一个周期内，游客能舒服地登船的时间是

A.0.5s　　B.0.75s　　C.1.0s　　D.1.5s

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】C

【解析】由题意知，游艇在做简谐振动其振动图像如图所示，根据振动方程 $y=A\sin(\omega t+\varphi)$，结合振动图像知

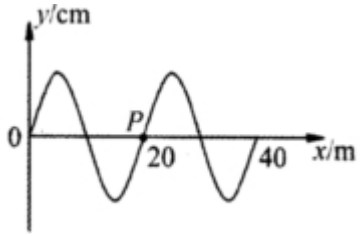


乙

地面与甲板的高度差不超过 10cm 的时间有三分之一周期，故 C 正确；A、B、D 错误。

【考点定位】机械振动

40.(2015·北京卷·T15)周期为 2.0s 的简谐横波沿 x 轴传播，该波在某时刻的图像如图所示，此时质点 P 沿 y 轴负方向运动，则该波



A.沿 x 轴正方向传播，波速 v=20m/s　　B.沿 x 轴正方向传播，波速 v=10m/s

C.沿 x 轴负方向传播，波速 v=20m/s　　D.沿 x 轴负方向传播，波速 v=10m/s

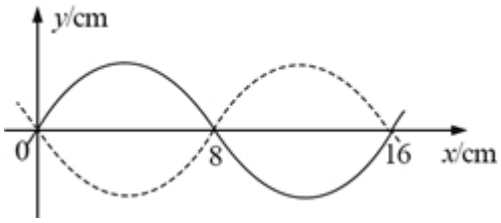
【答案】B

【解析】横波的振动方向与传播方向垂直，已知 P 点的振动方向向下，由同侧法可知传播方向右，而读图得波长 $\lambda=20\text{m}$，$T=2\text{s}$，则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=10m/s$，故选项 B 正确。

【考点定位】横波的性质、机械振动与机械波的关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

41.(2018·全国 III 卷·T15)一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 t=0 和 t=0.20 s 时的波形分别如图中实线和虚线所示。已知该波的周期 T>0.20 s。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



A.波速为 0.40 m/s

B.波长为 0.08 m

C.x=0.08 m 的质点在 t=0.70 s 时位于波谷

D.x=0.08 m 的质点在 t=0.12 s 时位于波谷

E.若此波传入另一介质中其波速变为 0.80 m/s，则它在该介质中的波长为 0.32 m

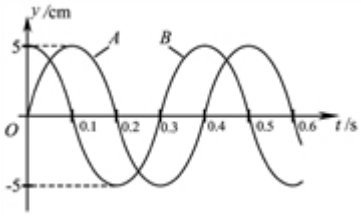
【答案】ACE

【解析】试题分析　本题考查波动图像、波速计算、波动传播及其相关的知识点。

解析　根据波形图可知，波长 λ=16cm=0.16m，选项 B 错误；根据 t=0 时刻和 t=0.20s 时刻的波形图和该波的周期 T>0.20s 可知，可知该波的周期 T=0.40s，波速 v=λ/T=0.40m/s，选项 A 正确；简谐波沿 x 轴正方向传播，x=0.08m 的质点在 t=0 时刻沿 y 轴正方向运动，在 t=0.70s 时位于波谷，在 t=0.12s 时位于 y＞0 的某位置(不是位于波谷)，选项 C 正确 D 错误；若此波传入另一介质中，周期 T 不变，其波速变为 v=0.80m/s，由 λ=vT 可得它在该介质中的波长为 λ=0.80×0.4m=0.32m，选项 E 正确。

42.(2018·江苏卷·T17)一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 x=0 和 x=0.6 m 处的两个质点 A、B 的振动图象如图所示.已知该波的波长大于 0.6 m，求其波速和波长

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



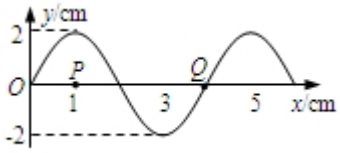
【答案】v=2 m/s ； λ=0.8 m

【解析】由图象可知，周期 T=0.4 s

由于波长大于 0.6 m，由图象可知，波从 A 到 B 的传播时间 Δt=0.3 s

波速$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，代入数据得 v=2 m/s 波长 λ=vT，代入数据得 λ=0.8 m

43.(2011·四川卷)如图为一列沿 x 轴负方向传播的简谐横波在 t=0 时的波形图，当 Q 点在 t=0 时的振动状态传到 P 点时，则



A.1cm＜x＜3cm 范围内的质点正在向 y 轴的负方向运动

B.Q 处的质点此时的加速度沿 y 轴的正方向

C.Q 处的质点此时正在波峰位置

D.Q 处的质点此时运动到 P 处

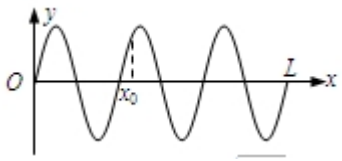
【答案】B

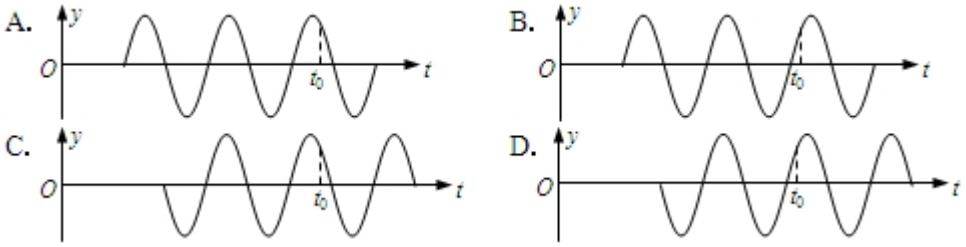
【解析】当 Q 点在 t＝0 时的振动状态传到 P 点时，Q 点在 t＝0 时的波沿也向左传到 P 点，所以 x＝0cm 处质元在波谷，x＝2cm 处质元在波峰，则 1cm＜x＜2cm 向 y 轴的正方向运动，2cm＜x＜3cm 向 y 轴的负方向运动，A 错误；Q 点振动四分之三周期后到达波谷加速度沿 y 轴的正方向最大，不能平移，B 正确，C D 错误。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

44.(2011·重庆卷)介质中坐标原点 O 处的波源在 t=0 时刻开始振动，产生的简谐波沿 x 轴正向传播，t_0 时刻传到 L 处，波形如图所示。下列能描述 x_0 处质点振动的图象是



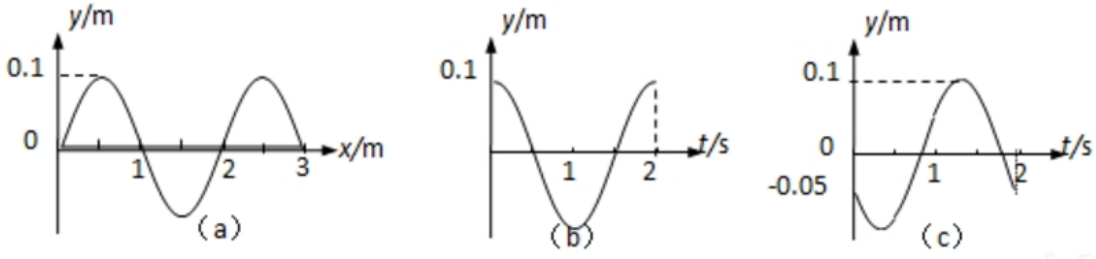


【答案】C

【解析】从波形图可以看出，t_0 时刻传到 L=3λ 处，说明 t_0=3T。简谐波沿 x 轴正向传播，则在 t_0 时刻 x=质点的运动方向和波源在 t=0 时刻的运动方向相同是沿 y 轴的负方向的，即每一个质点的起振方向都是沿 y 轴的负方向的，则 C、D 可能正确。由于 λ＜x_0＜5λ/4，说明在 T＜t＜5 T /4 的时间内 x_0 处质点没有振动，所以在 t_0 时刻 x_0 处质点的振动时间是 3T -5 T /4＜t_0-t＜3 T -T，即 7 T /4＜t_0-t＜2T，即振动图像中 t_0 时刻前有少于 2 个多于 7/4 个的完整图形，所以 C 正确

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

45.(2012·大纲全国卷)一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，图(a)是 t=0 时刻的波形图，图(b)和图(c)分别是 x 轴上某两处质点的振动图像。由此可知，这两质点平衡位置之间的距离可能是



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

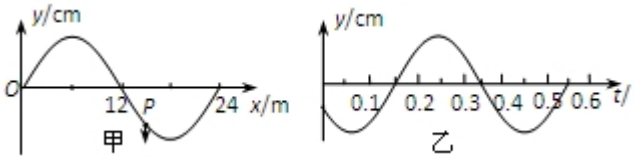
A. $\frac{1}{3}$m　　B. $\frac{2}{3}$m　　C.1m　　D. $\frac{4}{3}$m

【答案】B

【解析】图(b)所示质点在$t=0$时在正向最大位移处，图(c)所示质点在$t=0$时，$x=-0.05$(振幅的一半)，运动方向沿 y 轴负方向，结合波形图找到对应的点，若图(c)所示质点在图(b)所示质点的左侧有$\frac{\lambda}{12}+\frac{\lambda}{4}+n\lambda=\frac{\lambda}{3}+n\lambda$，当$n=0$时，B 正确；若图(c)所示质点在图(b)所示质点的右侧有$\frac{\lambda}{6}+\frac{\lambda}{2}+n\lambda=\frac{2\lambda}{3}+n\lambda$，当$n=0$时，D 正确。故选 BD

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

46.(2012·福建卷)一列简谐波沿 x 轴传播，t=0 时刻的波形如图甲所示，此时质点 P 正沿 y 轴负方向运动，其振动图像如图乙所示，则该波的传播方向和波速分别是



A.沿 x 轴负方向，60m/s　　B.沿 x 轴正方向，60m/s

C.沿 x 轴负方向，30 m/s　　D.沿 x 轴正方向， 30m/s

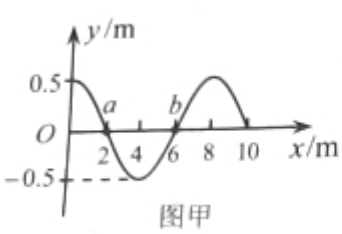
【答案】A

【解析】由乙图可知：P 点下一个时刻位移沿负方向增大，所以 P 点此时的运动方向向下，得出此波沿 x 轴负方向传播，由乙图可知：$T=0.4s$，由甲图可知：$\lambda=24m$，所以$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{24}{0.4}=60m/s$，故选 A。

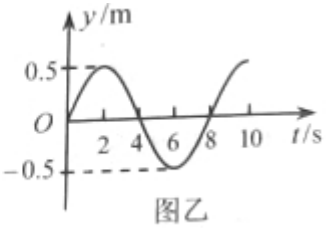
【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

47.(2015·天津卷·T3)图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图，a、b 两质点的横坐标分别为 $x_a=2m$ 和 $x_b=6m$，图乙为质点 b 从该时刻开始计时的振动图象，下列说法正确的是



图甲



图乙

A.该波沿+x 方向传播，波速为 1m/s

B.质点 a 经过 4s 振动的路程为 4m

C.此时刻质点 a 的速度沿+y 方向

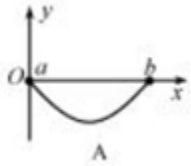
D.质点 a 在 t=2s 时速度为零

【答案】D

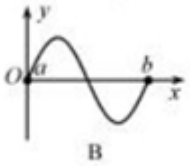
【解析】根据 b 点在该时刻向上运动可以确定波沿-x 传播，A 错。由乙图可知周期为 8 秒，4 秒内 a 质点振动的路程为 1m，B 错。波沿-x 传播可以判定 a 沿-y 方向运动，C 错。经过 2 秒质点振动四分之一周期，a 质点刚好运动到最大位移处速度为零，D 正确。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

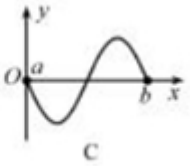
48.(2015·福建卷·T16)简谐横波在同一均匀介质中沿 x 轴正方向传播，波速为 v。若某时刻在波的传播方向上，位于平衡位置的两质点 a、b 相距为 s，a、b 之间只存在一个波谷，则从该时刻起，下列四副波形中质点 a 最早到达波谷的是( )



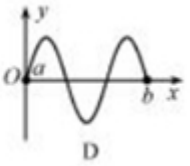
A



B



C



D

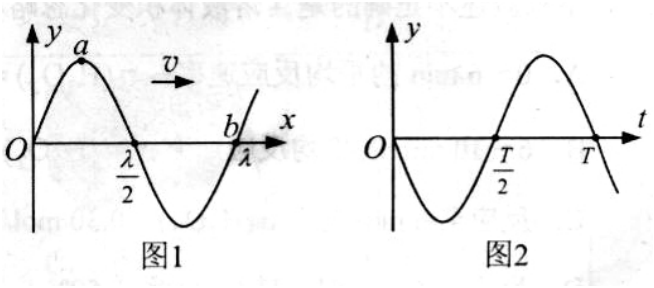
【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由图 A 知，波长 $\lambda = 2s$，周期 $T = \frac{2s}{v}$，由图知质点 a 向上振动，经 3T/4 第一次到达波谷，用时 $t_1 = \frac{3}{4}T = \frac{3s}{2v}$，B 图对应波长 $\lambda = s$，周期 $T = \frac{s}{v}$，由图知质点 a 向下振动，经 T/4 第一次到达波谷，用时 $t_2 = \frac{1}{4}T = \frac{s}{4v}$，C 图对应波长 $\lambda = s$，周期 $T = \frac{s}{v}$，由图知质点 a 向上振动，经 3T/4 第一次到达波谷，用时 $t_3 = \frac{3}{4}T = \frac{3s}{4v}$，D 图对应波长 $\lambda = \frac{4s}{5}$，由图知质点 a 向下振动，经 T/4 第一次到达波谷，用时 $t_4 = \frac{1}{4}T = \frac{s}{5v}$，所以 D 正确。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

49.(2014·北京卷)一简谐横波沿 x 轴正方向传播，波长为 λ，周期为 T。t=0 时刻的波形如图 1 所示，a、b 是波上的两个质点。图 2 是波上某一质点的振动图象。下列说法正确的是



A.t=0 时质点 a 的速度比质点 b 的大

B.t=0 时质点 a 的加速度比质点 b 的大

C.图 2 可以表示质点 a 的振动

D.图 2 可以表示质点 b 的振动

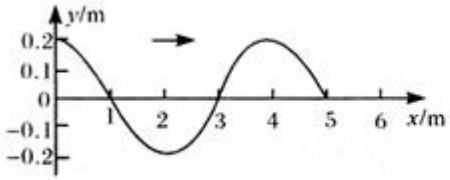
【答案】D

【解析】在振动的过程中，质点在平衡位置处的振动速度是最大的，所以在零时刻质点 a 的速度小于质点 b 的速度，A 错误；质点偏离平衡位置越远加速度越大，质点 a 的加速度大于质点 b 的加速度，B 错误；在零时刻，质点 a 在平衡位置且向上运动，而质点 b 在平衡位置且向下运动，故题图 2 可以表示质点 b 的振动，C 错误，D 正确。

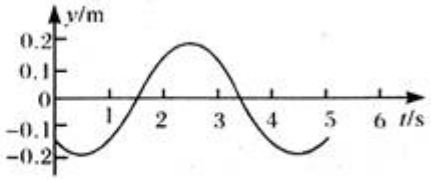
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

50.(2014·安徽卷)一简谐横波沿 x 轴正向传播，图 1 示 t=0 时刻的波形图，图 2 是介质中某质点的振动图象，则该质点的 x 坐标值合理的是



甲



乙

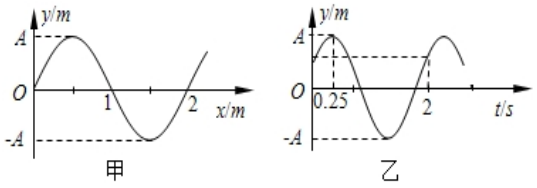
A.0.5m　　B.1.5m　　C.2.5m　　D.3.3m

【答案】C

【解析】由题图 2 可知，该质点在 t=0 时刻竖直方向的坐标为-0.1m＞y＞- 0 .2m，并且向 y 轴负方向运动，由题可知波向 x 轴正方向运动，综上可知，该质点的坐标值可能为 2.67m＞x＞2m 之间，故选 C。

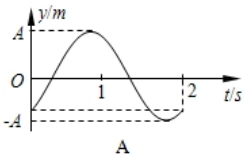
【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

51.(2014·四川卷)如图所示，甲为 t = 1s 时某横波的波形图象，乙为该波传播方向上某一质点的振动图象，距该质点△x = 0.5m 处质点的振动图象可能是

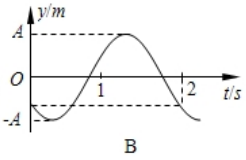


甲

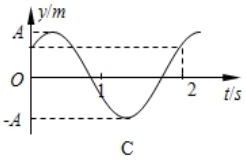
乙



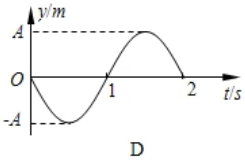
A



B



C

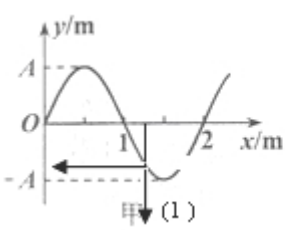


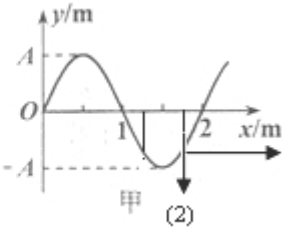
D

【答案】A

【解析】由题意知 λ＝2m，T＝2s，由乙图知 t＝1s 时在 y 轴负向且向下运动，满足该条件的点有两个，如图所示，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





无论向左传△x＝0.5m 的图(1)，还是向右传△x＝0.5m 的图(2)，都可确定在 t＝1s 时沿波的传播方向上据质点该△x＝0.5m 处，质点都在 y 轴正向且向下运动，满足题意的选项只有 A 选项正确。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

52.(2017·天津卷)手持较长软绳端点 O 以周期 T 在竖直方向上做简谐运动，带动绳上的其他质点振动形成简谐波沿绳水平传播，示意如图。绳上有另一质点 P，且 O、P 的平衡位置间距为 L。t=0 时，O 位于最高点，P 的位移恰好为零，速度方向竖直向上，下列判断正确的是

A.该简谐波是纵波　　B.该简谐波的最大波长为 2L

C.$t=\frac{T}{8}$时，P 在平衡位置上方　　D.$t=\frac{3T}{8}$时，P 的速度方向竖直向上

【答案】C

【解析】绳波中质点的振动方向与波的传播方向垂直，属于横波，纵波的传播方向和质点的振动方向在同一直线上，故 A 错误，根据波形图和波的传播方向可知，位移恰好为零且速度方向竖直向上的质点与 O 点的距离应为$L=(n+\frac{1}{4})\lambda$，其中 n=0、1、2……，波长$\lambda=\frac{L}{n+\frac{1}{4}}$，可知当 n=0 时有波长的最大值，为$\lambda_m=4L$，故 B 错误；0~$\frac{T}{4}$内 P 由平衡位置振动到波峰，$\frac{T}{4}$~$\frac{T}{2}$内 P 由波峰回动到平衡位

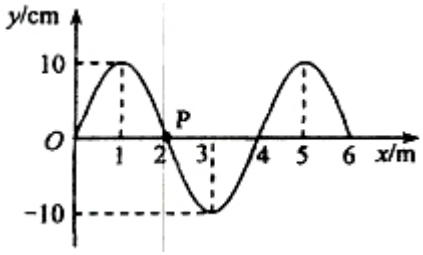
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

置，可知$t=\frac{T}{8}$时 P 在平衡位置上方向上振动，$t=\frac{3T}{8}$时 P 在平衡位置上方向下振动，故 C 正确，D 错误。

【考点定位】机械振动和机械波

【名师点睛】本题应注意波的周期性，要从波长入手。

53.(2011·海南卷)一列简谐横波在 t=0 时的波形图如图所示。介质中 x=2m 处的质点 P 沿 y 轴方向做简谐运动的表达式为 y=10sin(5πt)cm。关于这列简谐波，下列说法正确的是



A.周期为 4.0s　　B.振幅为 20cm

C.传播方向沿 x 轴正向　　D.传播速度为 10m/s

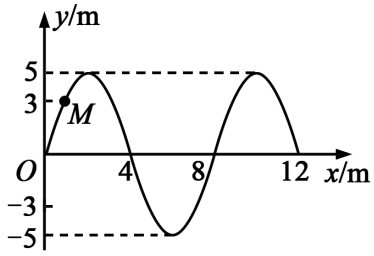
【答案】CD

【解析】从表达式中可得$\omega=5\pi$周期为：$T=\frac{2\pi}{\omega}=0.4s$，由波的图象得：振幅 A=10cm、波长$\lambda=4\text{m}$，故波速为$v=\frac{\lambda}{T}=10m/s$，p 点在 t=0 时振动方向为正 y 方向，波向正 x 方向传播，CD 正确

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

54.(2016·天津卷)在均匀介质中坐标原点 O 处有一波源做简谐运动，其表达式为$y=5\sin(\frac{\pi}{2}t)$，它在介质中形成的简谐横波沿 x 轴正方向传播，某时刻波刚好传播到 x=12 m 处，波形图象如图所示，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.此后再经 6 s 该波传播到 x=24 m 处

B.M 点在此后第 3 s 末的振动方向沿 y 轴正方向

C.波源开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向

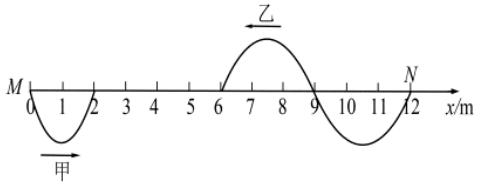
D.此后 M 点第一次到达 y=–3 m 处所需时间是 2 s

【答案】AB

【解析】波的周期 T=4 s，波长 λ=8 m，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=2$ m/s，则再经过 6 s，波传播的距离为 x=vt=12 m，故该波传到 x=24 m 处，选项 A 正确；M 点在此时振动方向向下，则第 3 s 末，即经过了 0.75T，该点的振动方向沿 y 轴正方向，选项 B 正确；因波传到 x=12 m 处时，质点向 y 轴正方向振动，故波源开始振动时的运动方向沿 y 轴正方向，选项 C 错误；因为 $\frac{3}{5}<\frac{\sqrt{2}}{2}=\sin 45°$，故 M 点第一次到达 y=–3 m 位置时，振动的时间小于 $\frac{T}{4}=1$ s，选项 D 错误。

【考点定位】机械波的传播、质点的振动

55.(2016·上海卷)甲、乙两列横波在同一介质中分别从波源 M、N 两点沿 x 轴相向传播，波速为 2 m/s，振幅相同；某时刻的图像如图所示。则



A.甲乙两波的起振方向相反

B.甲乙两波的频率之比为 3:2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.再经过 3 s，平衡位置在 x=7 m 处的质点振动方向向下

D.再经过 3 s，两波源间(不含波源)有 5 个质点位移为零

【答案】ABD

【解析】根据题意，甲波向右传播，起振方向向下，乙波向左传播，起振方向向上，故选项 A 正确；据图可知甲波波长为 4 m，甲波周期为：$T=\frac{\lambda}{v}=2\,\mathrm{s}$，频率 $f=\frac{1}{2}\mathrm{Hz}$，乙波波长为 6m，周期为：$T=\frac{\lambda}{v}=3\,\mathrm{s}$，频率为：$f=\frac{1}{3}\mathrm{Hz}$，故选项 B 正确；再经过 3 s，甲波波谷到达 x=7 m 处，乙波是平衡位置与波峰之间某一振动到达 x=7 m 处，所以该质点应该向上振动，选项 C 错误；此时除了波源还有 x=9 m 处、x=6-7 m 处、x=6 m 处、x=5-6 m 处、x=2-3 m 处质点位移为零，故选项 D 正确。

【考点定位】机械波的传播、质点的振动

56.(2016·全国新课标I卷)某同学漂浮在海面上，虽然水面波正平稳地以 1.8 m/s 的速率向着海滩传播，但他并不向海滩靠近。该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15 s。下列说法正确的是

A.水面波是一种机械波

B.该水面波的频率为 6 Hz

C.该水面波的波长为 3 m

D.水面波没有将该同学推向岸边，是因为波传播时能量不会传递出去

E.水面波没有将该同学推向岸边，是因为波传播时振动的质点并不随波迁移

【答案】ACE

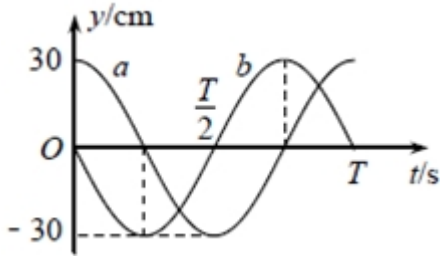
【解析】水面波是一种机械波，故 A 正确；该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15 s，所以周期 $T=\frac{t}{n}=\frac{15}{9}\mathrm{s}=\frac{5}{3}\mathrm{s}$，该水面波的频率 f=0.6Hz，故 B 错误；该水面波的波长 $\lambda=vT=3\,\mathrm{m}$，故 C 正确；水面波没有将该

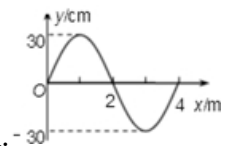
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

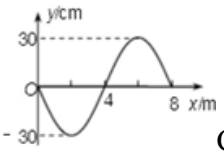
同学推向岸边，只能说是因为波传播时振动的质点并不随波迁移，不能说波传播时能量不会传递出去，波的传播过程也是能量传递过程，故 D 错误，E 正确。

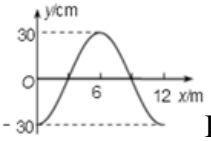
【考点定位】波的传播

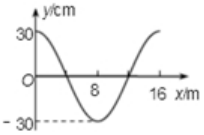
57.(2013·天津卷)一列简谐波沿直线传播，该直线上平衡位置相距 9m 的 a，b 两质点的振动图像如图所示，下列描述该波的图像可能正确的是



A. 

B. 

C. 

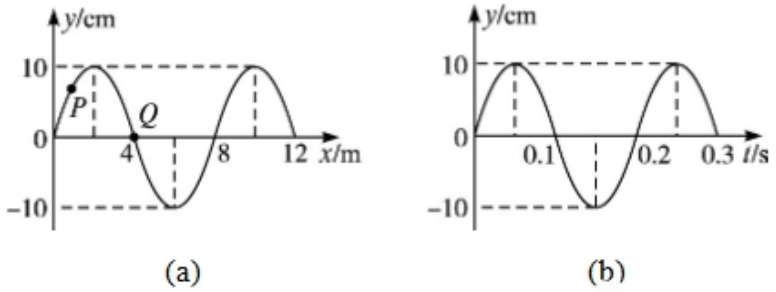
D. 

【答案】AC

【解析】由振动图象可知，当 t＝0 时，质点 a 处在波峰位置，质点 b 处在平衡位置且向下振动，当简谐波由 a 向 b 传播时，有 $\frac{3}{4}\lambda+n\lambda=9$，解得可能波长为 $\lambda=\frac{36}{4n+3}$(n=0，1，2….)。当简谐波由 b 向 a 传播时，有 $\frac{1}{4}\lambda+n\lambda=9$，解得可能波长为 $\lambda=\frac{36}{4n+1}$(n＝0，1，2….)。故选 AC。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

58.(2014·新课标全国卷II)图(a)为一列简谐横波在 t=0.10s 时刻的波形图，P 是平衡位置在 x=1.0m 处的质点，Q 是平衡位置在 x=4.0m 处的质点；图(b)为质点 Q 的振动图象，下列说法正确的是



A.在 t=0.10s 时，质点 Q 向 y 轴正方向运动

B.在 t=0.25s 时，质点 P 的加速度方向与 y 轴正方向相同

C.从 t=0.10s 到 t=0.25s，该波沿 x 轴负方向传播了 6m

D.从 t=0.10s 到 t=0.25s，质点 P 通过的路程为 30cm

E.质点 Q 简谐运动的表达式为$y=0.10\sin 10\pi t$(国际单位)

【答案】BCE

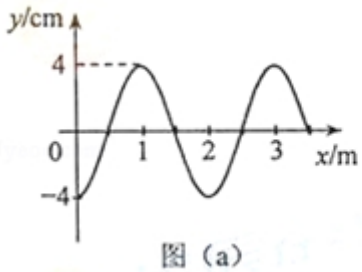
【解析】由 Q 点的振动图线可知，t=0.10s 时质点 Q 向 y 轴负方向振动，选项 A 错误；由波的图象可知，波向左传播，波的周期为 T=0.2s，t=0.10s 时质点 P 向上振动，经过 0.15s=$\frac{3}{4}$T 时，即在 t=0.25s 时，质点振动到 x 轴下方位置，且速度方向向上，加速度方向也沿 y 轴正向，选项 B 正确；波速为$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{8\text{m}}{0.2\text{s}}=40\text{m/s}$，故从 t=0.10s 到 t=0.25s，该波沿 x 负方向传播的距离为：$x=vt=40\times 0.15m=6m$，选项 C 正确；由于 P 点不是在波峰或波谷或者平衡位置，故从 t=0.10s 到 t=0.25s 的 3/4 周期内，通过的路程不等于 3A=30cm，选项 D 错误；质点 Q 做简谐振动的表达式为：

$y=A\sin(\frac{2\pi}{T})t=0.10\sin(\frac{2\pi}{0.2})t=0.10\sin 10\pi t$(国际单位)，选项 E 正确。

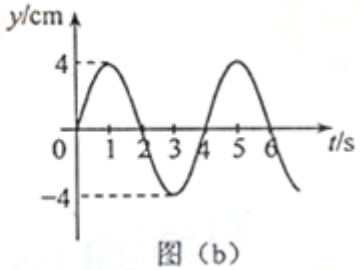
【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

59.(2014·新课标全国卷I)图(a)为一列波在 t=2s 时的波形图，图(b)为媒质是平衡位置在 x=1.5m 处的质点的振动图象，P 是平衡位置为 x=2m 的质点，下列说法正确的是



图（a）



图（b）

A.波速为 0.5m/s

B.波的传播方向向右

C.0-2s 时间内，P 运动的路程为 8cm

D.0-2s 时间内，P 向 y 轴正方向 运动

E.当 t=7s 时，P 恰好回到平衡位置

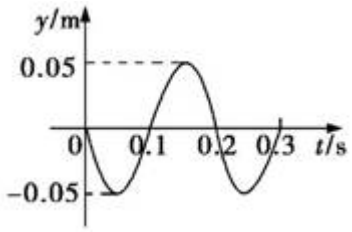
【答案】ACE

【解析】根据图(a)的波形图判断机械波的波长 $\lambda = 2m$，根据图(b)可得振动周期 $T = 4s$，所以波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.5m/s$，选项 A 对。根据图(b)可判断 $x = 1.5m$ 的质点在 t=2s 振动方向为 y 轴负方向，在图(a)中，根据质点振动方向和传播方向在图象同一侧可判断波的传播方向向左，选项 B 错。t=2s 时质点 P 在最低点，根据周期 t=4s，可知 $T = 0$ 时质点 P 在最高点，所以 0-2s 时间内质点 P 通过的路程为 2 倍的振幅即 8cm，选项 C 对。0-2s 质点 P 向 y 轴负方向 运动，选项 D 错。t=2s 到 t=7s 共经历 $5s = \frac{5}{4}T$，所以质点 P 刚好回到平衡位置，选项 E 对。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

60.(2014·海南卷)一列简谐横波沿 x 轴传播，a、b 为 x 轴上的两质点，平衡位置分别为 $x = 0$，$x = x_b\ (x_b > 0)$。A 点的振动规律如图所示。已知波速为 $v = 10\ \text{m/s}$，在 $t = 0.1\ \text{s}$ 时 b 的位移为 0.05m，则下列判断可能正确的是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.波沿 x 轴正向传播，$x_b=0.5\,\mathrm{m}$

B.波沿 x 轴正向传播，$x_b=1.5\,\mathrm{m}$

C.波沿 x 轴负向传播，$x_b=2.5\,\mathrm{m}$

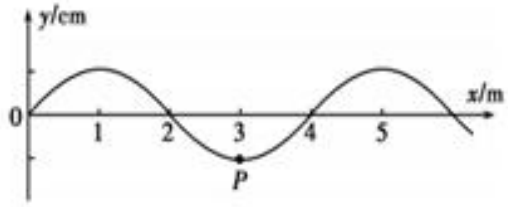
D.波沿 x 轴负向传播，$x_b=3.5\,\mathrm{m}$

【答案】BC

【解析】由题知，该波波长为$\lambda=vT=2\mathrm{m}$，若波沿 x 轴正向传播，且$x_b=1.5\mathrm{m}$，则 a、b 距离为四分之三个波长，当 a 在平衡位置向上振动时，b 刚好在正向最大位移处，即位移为 0.05m，B 对；若波沿 x 轴负向传播，且$x_b=2.5\mathrm{m}$(一又四分之一波长处)，当 a 在平衡位置向上振动时 b 刚好也处在正向最大位移处，即位移为 0.05m，C 对。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

61.(2015·海南卷·T16(1))一列沿 x 轴正方向传播的简谱横波在 t=0 时刻的波形如图所示，质点 P 的 x 坐标为 3m.。已知任意振动质点连续 2 次经过平衡位置的时间间隔为 0.4s。下列说法正确的是



A.波速为 4m/s

B.波的频率为 1.25Hz

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.x 坐标为 15m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波谷

D.x 的坐标为 22m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波峰

E.当质点 P 位于波峰时，x 坐标为 17m 的质点恰好位于波谷

【答案】BDE

【解析】任意振动质点连续 2 次经过平衡位置的时间间隔为 0.4s，则 $\frac{1}{2}T=0.4s$，解得 $T=0.8s$

从图像中可知 $\lambda=4m$，所以根据公式 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{0.8}=5m/s$，故 A 错误；根据公式 $f=\frac{1}{T}$ 可得波的频率为 1.25Hz，B 正确；x 坐标为 15m 的质点和 x 坐标为 3m 的质点相隔 12m，为波长的整数倍，即两质点为同相点，而 x 坐标为 3m 的质点经过 t=0.2s 即四分之一周期振动到平衡位置，所以 x 坐标为 15m 的质点在 t=0.2s 时振动到平衡位置，C 错误；x 的坐标为 22m 的质点和 x 的坐标为 2m 的质点为同相点，x 的坐标为 2m 的质点经过 t=0.2s 即四分之一周期恰好位于波峰，故 x 的坐标为 22m 的质点在 t=0.2s 时恰好位于波峰，D 正确；当质点 P 位于波峰时，经过了半个周期，而 x 坐标为 17m 的质点和 x 坐标为 1m 的质点为同相点，经过半个周期 x 坐标为 1m 的质点恰好位于波谷，E 正确。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

62.(2011·上海卷·T5)两个相同的单摆静止于平衡位置，使摆球分别以水平初速v_1、v_2($v_1>v_2$)，在竖直平面内做小角度摆动，它们的频率与振幅分别为f_1、f_2和A_1、A_2，则

A.$f_1>f_2$，$A_1=A_2$　　B.$f_1<f_2$，$A_1=A_2$　　C.$f_1=f_2$，$A_1>A_2$　　D.$f_1=f_2$，$A_1<A_2$

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据单摆周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，相同的单摆，周期相同，频率$f=\frac{1}{T}$，所以频率相同。根据摆动过程能量守恒，$\frac{1}{2}mv^2=kA$，所以 $A_1>A_2$。本题选 C。

【考点定位】单摆周期

63.(2014·安徽卷)在科学研究中，科学家常将未知现象同已知现象进行比较，找出其共同点，进一步推测未知现象的特性和规律。法国物理学家库仑在研究异种电荷的吸引力问题时，曾将扭秤的振动周期与电荷间距离的关系类比单摆的振动周期与摆球到地心距离的关系。已知单摆摆长为 l，引力常量为 G，地球质量为 M，摆球到地心的距离为 r，则单摆振动周期 T 与距离 r 的关系式为

A. $T=2\pi r\sqrt{\frac{GM}{l}}$　　B. $T=2\pi r\sqrt{\frac{l}{GM}}$　　C. $T=\frac{2\pi}{r}\sqrt{\frac{GM}{l}}$　　D. $T=2\pi l\sqrt{\frac{r}{GM}}$

【答案】B

【解析】单摆的周期为$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，其中摆球所在处的重力加速度为$g=G\frac{M}{r^2}$，联立两式可得$T=2\pi r\sqrt{\frac{l}{GM}}$，B 正确。

【考点定位】万有引力定律、单摆周期公式

64.(2016·海南卷·T16(1))下列说法正确的是

A.在同一地点，单摆做简谐振动的周期的平方与其摆长成正比

B.弹簧振子做简谐振动时，振动系统的势能与动能之和保持不变

C.在同一地点，当摆长不变时，摆球质量越大，单摆做简谐振动的周期越小

D.系统做稳定的受迫振动时，系统振动的频率等于周期性驱动力的频率

E.已知弹簧振子初始时刻的位置及其振动周期，就可知振子在任意时刻运动速度的方向

【答案】ABD

【解析】在同一地点，重力加速度 g 为定值，根据单摆周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$可知，周期的平方与摆长成正比，故选项 A 正确；

弹簧振子做简谐振动时，只有动能和势能参与转化，根据机械能守恒条件可知，振动系统的势能与动能之和保持不变，故选项 B 正确；

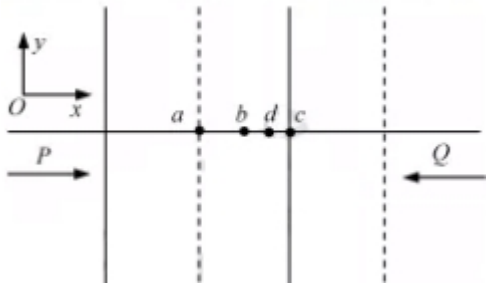
根据单摆周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$可知，单摆的周期与质量无关，故选项 C 错误；

当系统做稳定的受迫振动时，系统振动的频率等于周期性驱动力的频率，故选项 D 正确；

若弹簧振子初始时刻在波峰或波谷位置，知道周期后，可以确定任意时刻运动速度的方向，若弹簧振子初始时刻不在波峰或波谷位置，则无法确定，故选项 E 错误。

【考点定位】简谐运动、受迫振动

65.(2018·浙江卷)(多选)两列频率相同、振幅均为 A 的简谐横波 P、Q 分别沿+x 和-x 轴方向在同一介质中传播，两列波的振动方向均沿 y 轴，某时刻两波的波面如图所示，实线表示 P 波的波峰，Q 波的波谷；虚线表示 P 波的波谷、Q 波的波峰。a、b、c 为三个等间距的质点，d 为 b、c 中间的质点。下列判断正确的是



A. 质点 a 的振幅为 2A

B. 质点 b 始终静止不动

C. 图示时刻质点 c 的位移为 0

D. 图示时刻质点 d 的振动方向沿－y 轴

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】CD

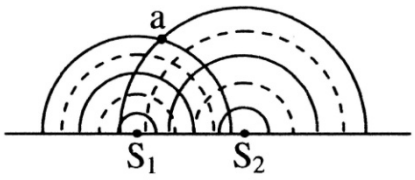
【解析】A、虚线表示 P 波的波谷、Q 波的波峰，所以 a 点是 P 波的波谷、Q 波的波峰相遇的点，所以 a 点的振幅是 0，故 A 错误；

B、b 点为 a、c 的中点，也是 P 与 Q 的中点，所以 b 点一定是振动的加强点，所以 b 点的振幅是 2A，故 B 错误；

C、实线表示 P 波的波峰、Q 波的波谷，所以 c 点是 P 波的波峰、Q 波的波谷相遇的点，所以 c 点的振幅是 0，图示时刻质点 c 的位移为 0，故 C 正确；

D、a、b、c 为三个等间距的质点，由于 a、c 分别位于波峰与波谷处，所以 b 点在图示的时刻，是两列波的平衡位置所在处；波 P 向右传播，由图可知，d 点位于波峰与平衡位置之间，由振动与波的传播方向之间的关系可知，P 波的振动方向向下；同时，Q 波向左传播，d 点位于平衡位置与波谷之间，由振动与波的传播方向之间的关系可知，P 波的振动方向向下。综合以上可知，图示时刻质点 d 的振动方向沿－y 轴，故 D 正确。故选：CD。

66.(2011·上海卷)两波源S_1、S_2在水槽中形成的波形如图所示，其中实线表示波峰，虚线表示波谷，则



A.在两波相遇的区域中会产生干涉

B.在两波相遇的区域中不会产生干涉

C.a点的振动始终加强

D.a点的振动始终减弱

【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】从图中看，两列水波的波长相不同，波在水中的速度都相等，根据$T=\frac{\lambda}{v}$，可知两列波的周期不相等，不满足相干条件，在两波相遇的区域中不会产生干涉现象，B 正确。

【考点定位】波的干涉

67.(2015·上海卷·T2)如图，P 为桥墩，A 为靠近桥墩浮出水面的叶片，波源 S 连续振动，形成水波，此时叶片 A 静止不动。为使水波能带动叶片振动，可用的方法是

A.提高波源频率　　B.降低波源频率

C.增加波源距桥墩的距离　　D.减小波源距桥墩的距离

【答案】B

【解析】叶片 A 之所以不动，是因为水波不能绕过桥墩传过来，也就是说水波衍射不太明显，而发生明显衍射的条件是，障碍物的尺寸也比波长小或差不多，所以要让叶片 A 动起来方法只能是减小桥墩的尺寸或增大水波的波长，水波的速度一定，减小频率会增长波长，增大频率会减小波长，故 A 错误，B 正确；

改变波源与桥墩的距离不会让衍射现象更明显，所以 C，D 错误。

【考点定位】波的衍射

68.(2015·江苏卷·T12B(1))一渔船向鱼群发出超声波，若鱼群正向渔船靠近，则被鱼群反射回来的超声波与发出的超声波相比

A.波速变大　B.波速不变　C.频率变高　D.频率不变

【答案】BC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】在同种介质中，超声波的传播速度保持不变，根据多普勒效应可知，当波源与观察者相互靠近时，观察者接受到的频率大于波源发出的频率，所以 BC 正确。

【考点】多普勒效应

69.(2014·全国大纲卷)两列振动方向相同、振幅分别为 A_1 和 A_2 的相干简谐横波相遇。下列说法正确的是

A.波峰与波谷相遇处质点的振幅为$|A_1-A_2|$

B.波峰与波峰相遇处质点离开平衡位置的位移始终为 A_1+A_2

C.波峰与波谷相遇处质点的位移总是小于波峰与波峰相遇处质点的位移

D.波峰与波峰相遇处质点的振幅一定大于波峰与波谷相遇处质点的振幅

【答案】AD

【解析】根据波的叠加原理可知，两列横波波峰与波谷相遇处质点的振动减弱，其振幅为两者振幅差的绝对值，故选项 A 正确；

波峰与波峰相遇处质点的振动加强，其振幅为两者振幅的和，但质点依然在平衡位置附近做往复运动，因此位移不断变化，故选项 B、C 错误；选项 D 正确。

【考点定位】本题主要考查了对波的叠加原理的理解与应用问题，属于中档题。

70.(2013·海南卷)下列选项与多普勒效应有关的是_____

A.科学家用激光测量月球与地球间的距离

B.医生利用超声波探测病人血管中血液的流速

C.技术人员用超声波探测金属、陶瓷、混凝土中是否有气泡

D.交通警察向车辆发射超声波并通过测量反射波的频率确定车辆行进的速度

E.科学家通过比较星球与地球上同种元素发出光的频率来计算星球远离地球的速度

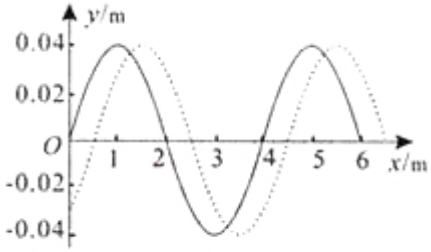
【答案】BDE

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】多普勒效应是指波源或观察者之间发生相对移动(远离或者靠近)，使它们之间的距离发生变化，使观察者接收到波的频率发生了变化。激光测距利用了激光的平行性好，激光的直线传播，A 错误；选项 C 利用了超声波的方向性好C 错误；根据多普勒效应的定义可判断选项 BDE 正确。

【考点定位】考查多普勒效应。

71.(2010·重庆卷·T14)一列简谐波在两时刻的波形如题 14 图中实践和虚线所示，由图可确定这列波的



题 14 图

A.周期　　B.波速　　C.波长　　D.频率

【答案】C

【解析】本题考查波根据波的图像获取相关的信息，描述波的几个物理量之间的关系。由图像直接知道，波长为 4m。因为没有给出这两个时刻具体的数值，无法求出波的周期、频率，也不能知道波速。

【误区警示】有些考生凭经验，之前做过的题中具体给出了两个具体的时刻，就能求周期和波速等，可能会掉到陷阱里了不能自拔。

72.(2010·浙江卷·T18)在 O 点有一波源，t＝0 时刻开始向上振动，形成向右传播的一列横波。t_1=4s 时，距离 O 点为 3m 的 A 点第一次达到波峰；t_2=7s 时，距离 O 点为 4m 的 B 点第一次达到波谷。则以下说法正确的是

A.该横波的波长为 2m

B.该横波的周期为 4s

C.该横波的波速为 1m/s

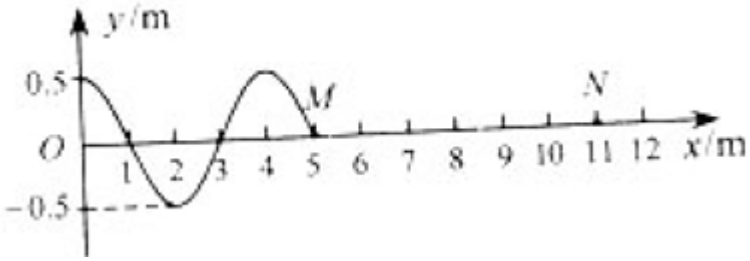
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.距离 O 点为 5m 的质点第一次开始向上振动的时刻为 6s 末

【答案】BC

【解析】本题考查机械波的知识，考查考生灵活运用知识的能力。根据波是振动形式的传播可知，$\frac{3}{v}+\frac{T}{4}=4$；$\frac{4}{v}+\frac{3T}{4}=7$，解得 v＝1m/s，T＝4s，所以波长为 4 m，故 A 项错误，B、C 项正确；距 O 点 7 m 处的点第一次向上运动时刻为 t＝7s，D 项错误。

73.(2010·天津卷·T4)一列简谐横波沿 x 轴正向传播，传到 M 点时波形如图所示，再经 0.6s，N 点开始振动，则该波的振幅 A 和频率 f 为



A.A＝1m　　f＝5Hz

B.A＝0.5m　　f＝5Hz

C.A＝1m　　f＝2.5Hz

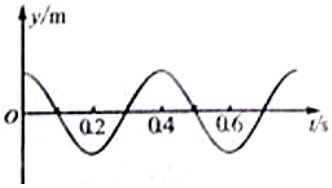
D.A＝0.5m　　f＝2.5Hz

【答案】D

【解析】本题考查的知识点是机械波的波动图像。从图中我们可以得知波的振幅 A＝0.5m，波长为 4m，M、N 之间的距离 x＝6m 所以 A、C 项错误。又知波在 M、N 间的传播时间为 0.6s，由 $v=\frac{x}{t}=\lambda f$ 得频率 f＝2.5Hz，D 项正确。

74.(2010·四川卷·T16)一列简谐横波沿直线由 A 向 B 传播，A、B 相距 0 .45m，右图是 A 处质点的震动图像。当 A 处质点运动到波峰位置时，B 处质点刚好到达平衡位置且向 y 轴正方向运动，这列波的波速可能是

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

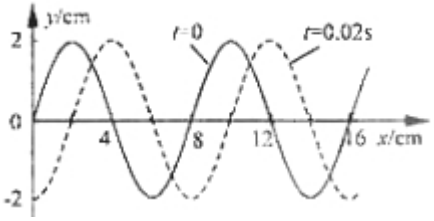


A.4.5m/s　　B.3.0m/s　　C.1.5m/s　　D.0.7m/s

【答案】A

【解析】本题主要考查了波和振动图像的关系，较容易。从图中可知周期为 0.4s 由题可知质点 AB 间最简单波形如图所示，所以可能 AB 间距和波长的关系为 $s=(n+\frac{1}{4})\lambda$ 再由公式 $v=\frac{\lambda}{T}$ 代入数据可知波速 $v=4.5m/s$ 选项 A 正确。

75.(2010·福建卷·T15)一列简谐横波在 t=0 时刻的波形如图中的实线所示，t=0.02s 时刻的波形如图中虚线所示。若该波的周期 T 大于 0.02s，则该波的传播速度可能是



A.2m/s

B.3m/s

C.4m./s

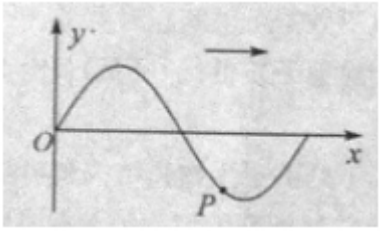
D.5m/s

【答案】B

【解析】本题考查横波的图像和波速公式及考生的理解能力和推理能力。若波向右传播，则波传播的距离为 x_1=0.02m，则波速 $v_1=\frac{x_1}{t}=1m/s$。若波向左传播，则波传播的距离为 x_2=0.06m，则波速 $v_2=\frac{x_2}{t}=3m/s$，故正确的选项为 B。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

76.(2010·安徽卷·T15)一列沿 X 轴方向传播的简谐横波,某时刻的波形如图所示P为介质中的一个质点，从该时刻开始的一段极短时间内，P 的速度 v 和加速度 a 的大小变化情况是



A. v 变小，a 变大

B. v 变小，a 变小

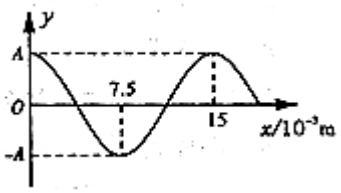
C. v 变大，a 变大

D. v 变大，a 变小

【答案】D

【解析】本题考查简谐振动及波的规律。从波动图像中根据同侧原理可以判断此时 P 点正向上运动，在简谐运动中正靠近原点，做加速度逐渐减小的加速运动。故 D 项正确。

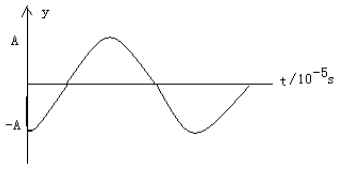
77.(2010·山东卷·T37) (1)渔船常利用超声波来探测远外鱼群的方位。已知某超声波频率为 1.0×10^5 Hz，某时刻该超声波在水中传播的波动图像如图所示。



①从该时刻开始计时，画出 $x=7.5\times10^{-3}$ m 处质点做简谐运动的振动图像(至少一个周期)。

②现测得超声波信号从渔船到鱼群往返一次所用时间为 4s，求鱼群与渔船间的距离(忽略船和鱼群的运动)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】① 

② $s=\frac{vt}{2}=3000m$

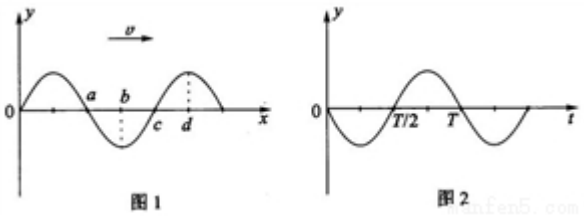
【解析】①如上图。

②从图读出 $\lambda=15\times10^{-3}m$，求出 $v=\lambda f=1500m/s$，$s=\frac{vt}{2}=3000m$。

78.(2010·北京卷·T17)一列横波沿 x 轴正向传播，a、b、c、d 为介质中沿波传播方向上四个质点的平衡位置。某时刻的波形如图 1 所示，此后，若经过 $\frac{3}{4}$ 周期开始计时，则图 2 描述的是

A.a 处质点的振动图象　　B.b 处质点的振动图象

C.c 处质点的振动图象　　D.d 处质点的振动图象

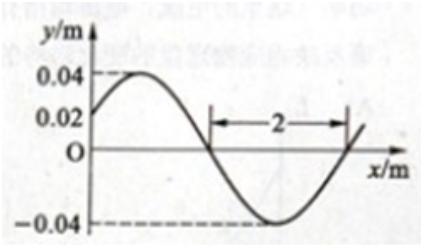


【答案】B

【解析】由波的图像经过 $\frac{3}{4}$ 周期 a 到达波谷，b 到达平衡位置向下运动，c 到达波峰，d 到达平衡位置向上运动，这是四质点在 0 时刻的状态，只有 b 的符合振动图像，答案 B。

79.(2010·全国Ⅱ卷·T15)一简谐横波以 4m/s 的波速沿 x 轴正方向传播。已知 t=0 时的波形如图所示，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.波的周期为 1s　　B.x=0 处的质点在 t=0 时向 y 轴负向运动

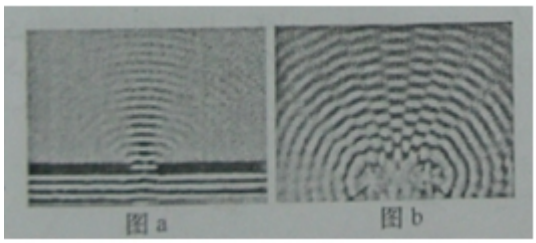
C.x=0 处的质点在 t= $\frac{1}{4}$ s 时速度为 0　　D.x=0 处的质点在 t= $\frac{1}{4}$ s 时速度值最大

【答案】AB

【解析】由波的图像可知半个波长是 2m，波长是 4m，周期是 T＝$\frac{\lambda}{v}$=1s，A 正确。

波在沿 x 轴正方向传播，则 x＝0 的质点在沿 y 轴的负方向运动，B 正确。x=0 的质点的位移是振幅的一半则要运动到平衡位置的时间是$\frac{1}{3}\times\frac{T}{4}=\frac{1}{12}$，则 t＝$\frac{1}{4}$ s 时刻 x＝0 的质点越过了平衡位置速度不是最大，CD 错误。

80.(2010·上海卷·T2)利用发波水槽得到的水面波形如 a、b 所示，则



A.图 a、b 均显示了波的干涉现象

B.图 a、b 均显示了波的衍射现象

C.图 a 显示了波的干涉现象，图 b 显示了波的衍射现象

D.图 a 显示了波的衍射现象，图 b 显示了波的干涉现象

【解析】D

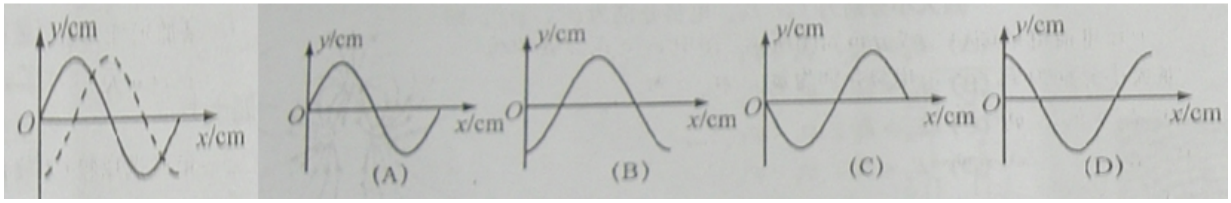
本题考查波的干涉和衍射。难度：易。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

波绕过障碍物继续传播的现象就是波的衍射现象，故图 a 说明发生了明显的衍射现象。

当频率相同的两列波相遇时当波程差为波长的整数倍时振动加强，当波程差为半个波长的奇数倍时振动减弱，使有的地方振动加强有的地方振动减弱，且加强和减弱的区域交替出现，故图 b 是发生了干涉现象。故 D 正确。

81.(2010·上海卷·T16)如右图，一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，实线和虚线分别表示＜时的波形，能正确反映 $t_3 = 7.5s$ 时波形的是图



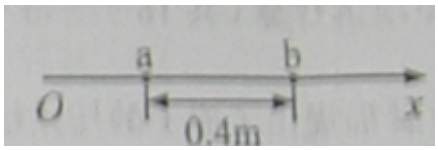
【答案】D

【解析】因为 t2＜T，可确定波在 0.5s 的时间沿 x 轴正方向传播 $\frac{1}{4}\lambda$，即 $\frac{1}{4}T = 0.5s$，所以 T=2s，$t_3 = 7.5s = 3\frac{3}{4}T$，波峰沿 x 轴正方向传播 $\frac{3}{4}\lambda$，从 $\frac{1}{4}\lambda$ 处到 λ 处，选 D。

本题考查波的传播及波长、周期等。

难度：中等。

82.(2010·上海卷·T20)如图，一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，振幅为 2cm，波速为 2m/s，在波的传播方向上两质点 a、b 的平衡位置相距 0.4m(小于一个波长)，当质点 a 在波峰位置时，质点 b 在 x 轴下方与 x 轴相距 1cm 的位置，则



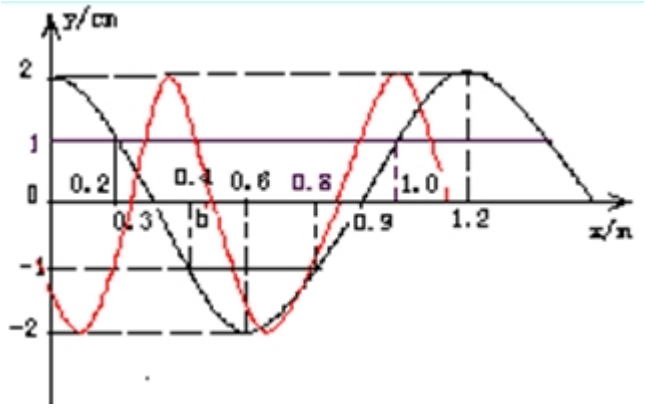
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.此波的周期可能为 0.6s

B.此波的周期可能为 1.2s

C.从此时刻起经过 0.5s，b 点可能在波谷位置

D.从此时刻起经过 0.5s，b 点可能在波峰位置

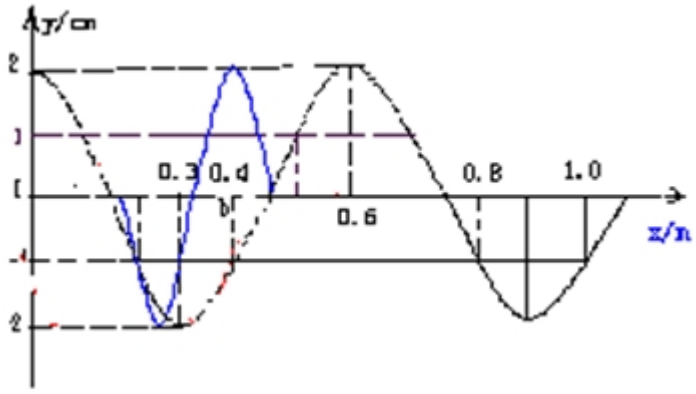


【解析】如上图，$\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{12}\right)\lambda=0.4$，$\lambda=1.2$。根据$v=\frac{\lambda}{T}$，$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{1.2}{2}=0.6s$，A 正确，从此时刻起经过 0.5s，即$\frac{5}{6}T$，波沿 x 轴正方向传播$\frac{5}{6}\lambda$=1.0m，波峰到 x=1.2m 处，b 不在波峰，C 错误。

如下图，$\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{12}\right)\lambda=0.4$，$\lambda=0.6m$，根据$v=\frac{\lambda}{T}$，$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{0.6}{2}=0.3s$，B 错误；

从此时可起经过 0.5s，即$\frac{5}{3}T$，波沿 x 轴正方向传播$\frac{5}{3}\lambda$=1.0m，波峰到 x=1.0m 处，x=0.4 的 b 在波峰，D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



本题考查波的传播，出现非$\frac{1}{4}T$和非$\frac{1}{4}\lambda$得整数倍的情况，有新意。

难度：难。

83.(2010·上海卷·T3)声波能绕过某一建筑物传播而光波却不能绕过该建筑物，这是因为

A.声波是纵波，光波是横波　　B.声波振幅大，光波振幅小

C.声波波长较长，光波波长很短　　D.声波波速较小，光波波速很大

【解析】C

本题考查波的衍射条件：障碍物与波长相差不多。难度：易。

波发生明显的衍射现象的条件是：孔缝的宽度或障碍物尺寸与波长相比差不多或比波长更短。由于声波的波长比较大（1.7cm～17m）和楼房的高度相近，故可以发生明显的衍射现象，而可见光的波长很小，无法发生明显的衍射现象。故只有 C 正确。

非选择题：

84.(2015·江苏卷·T12B(2))用2×10^6Hz的超声波检查胆结石，该超声波在结石和胆汁中的波速分别为2250m/s和1500m/s，则该超声波在结石中的波长时胆汁中的_____倍。用超声波检查胆结石是因为超声波的波长短，遇到结石时_____(选填“容易”或者“不容易”)发生衍射。

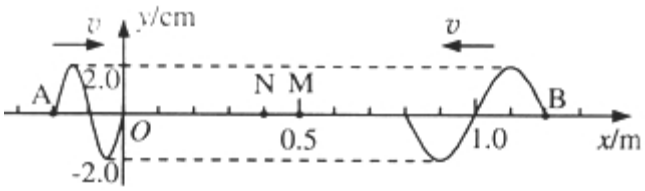
【答案】1.5　不容易

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据$\lambda=\frac{v}{f}$，在传播过程中，频率保持不变，所以$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{v_1}{v_2}=1.5$；根据波长越长越容易发生衍射，所以用超声波遇到结石时，不容易发生衍射。

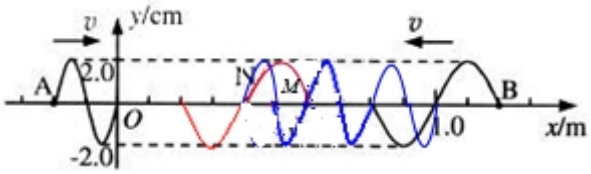
【考点】波的衍射

85.(2011·上海卷)两列简谐波沿x轴相向而行，波速均为$v=0.4m/s$，两波源分别位于A、B处，t=0时的波形如图所示.当$t=2.5s$时，M点的位移为_____cm，N点的位移为_____cm。



【答案】2、0

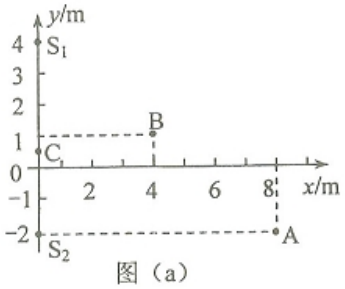
【解析】在 t=0 到 t=2.5s 时间内，A 波向右传播的距离为$\Delta x=v\Delta t=0.4\times2.5=1.0m$；B 波向左传播的距离也是$\Delta x=v\Delta t=0.4\times2.5=1.0m$，据此画出在 t=2.5s 时刻的波形图如图，其中蓝色的是以 A 为波源的波形，红色的是以 B 为波源的波形.然后根据振动的叠加，$\Delta x=v\Delta t=0.4\times2.5=1.0m$



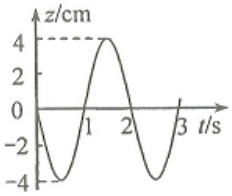
【考点定位】波的传播

86.(2017·新课标I卷·T34(1))(5 分)如图(a)，在 xy 平面内有两个沿 z 方向做简谐振动的点波源 S_1(0， 4)和 S_2(0，–2)。两波源的振动图线分别如图(b)和图(c)所示，两列波的波速均为 1.00 m/s。两列波从波源传播到点 A(8，–2)的路程差为_____m，两列波引起的点 B(4，1)处质点的振动相互_____(填“加强”或“减弱”)，点 C(0，0.5)处质点的振动相互_____(填“加强”或“减弱”)。

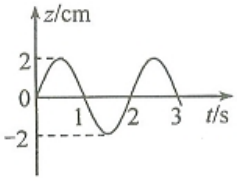
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）



图（b）



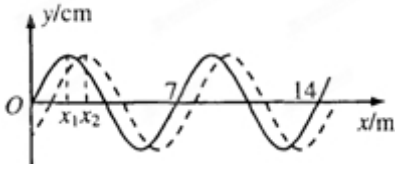
图（c）

【答案】2　减弱　加强

【解析】由几何关系可知 AS_1=10m，AS_2=8m，所以波程差为 2m；同理可求 BS_1-BS_2=0，为波长整数倍，由振动图像知两振源振动方向相反，故 B 点为振动减弱点，CS_1-CS_2=1m，波长$\lambda = vT = 2m$，所以 C 点振动加强。

【考点定位】波的叠加、干涉

87.(2012·上海卷)如图，简谐横波在 t 时刻的波形如实线所示，经过 Δt=3s，其波形如虚线所示。已知图中 x_1 与 x_2 相距 lm，波的周期为 T，且 2T<Δt<4T 。则可能的最小波速为_____m/s，最小周期为_____s。



【答案】5，$\frac{7}{9}$

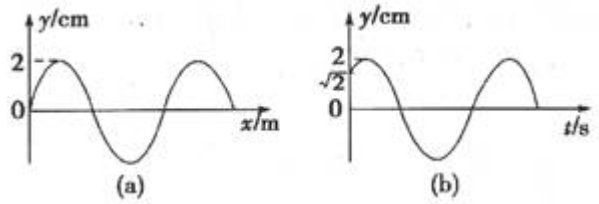
【解析】从图中可知波长 $\lambda = 7m$，波可能向右传播也可能向左传播，由于 $2T < \Delta t < 4T$，若向右传播，传播的距离为 $S_1 = 2\lambda + 1 = 15m$ 或 $S_2 = 3\lambda + 1 = 22m$；若向左传播，传播的距离为 $S_3 = 2\lambda + 6 = 20m$ 或 $S_4 = 3\lambda + 6 = 27m$，根据 $v = \frac{s}{t}$ 知传播距离最短的波速最小，这时最小波速为：$v = \frac{15}{3} = 5m/s$。

根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知波速度最大时周期最小，而最大波速度 $v_M = \frac{s_4}{t} = \frac{27}{3} = 9m/s$，此时对应的最小周期 T=$\frac{\lambda}{v_M} = \frac{7}{9}s$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

88.(2012·新课标卷)一简谐横波沿 x 轴正向传播，t=0 时刻的波形如图(a)所示，x=0.30m 处的质点的振动图线如图(b)所示，该质点在 t=0 时刻的运动方向沿 y 轴_____(填“正向”或“负向”)。已知该波的波长大于 0.30m，则该波的波长为_____m。



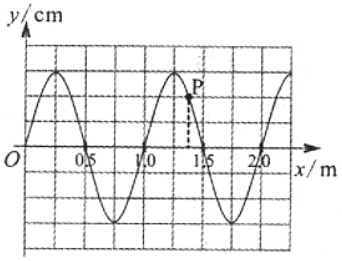
【答案】正向；0.8

【解析】由图 b 可知，$t=0$ 时刻，该质点的位移为 $\sqrt{2}cm$，在下一时刻，位移大于 $\sqrt{2}cm$。所以该质点在 t=0 时刻的运动方向沿 y 轴正向.

由振动方程得：$y=Asin\frac{2\pi}{T}t$，则有：$\sqrt{2}=2sin\frac{2\pi}{T}t$，解得：$sin\frac{2\pi}{T}t=\frac{\sqrt{2}}{2}$，波长大于 $0.30m$，所以 $\frac{2\pi}{T}t=\frac{3\pi}{4}$，$t=\frac{3}{8}T$ $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{x}{t}=\frac{0.3}{\frac{3}{8}T}$，解得：$\lambda=0.8m$。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

89.(2015·重庆卷·T11(2))如图为一列沿 x 轴正方向传播的简谐机械横波某时刻的波形图，质点 P 的振动周期为 0.4s。求该波的波速并判断 P 点此时的振动方向。



【答案】$v=2.5m/s$；P 点沿 y 轴正向振动

【解析】由波形图可知 $\lambda=1.0m$，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=2.5m/s$，波沿 x 轴正方向，由同侧法可知 P 点沿 y 轴正向振动。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

90.(2015·全国新课标II卷·T34(2))平衡位置位于原点 O 的波源发出简谐横波在均匀介质中沿水平 x 轴传播，P、Q 为 x 轴上的两个点(均位于 x 轴正向)，P 与 Q 的距离为 35cm，此距离介于一倍波长与二倍波长之间，已知波源自 t=0 时由平衡位置开始向上振动，周期 T=1s，振幅 A=5cm。当波传到 P 点时，波源恰好处于波峰位置；此后再经过 5s，平衡位置在 Q 处的质点第一次处于波峰位置，求：

(i)P、Q 之间的距离；

(ii)从 t=0 开始到平衡位置在 Q 处的质点第一次处于波峰位置时，波源在振动过程中通过路程。

【答案】(1)133cm；(2)125cm

【解析】(1)由题意，O、P 两点的距离与波长满足：$OP=\frac{5}{4}\lambda$

波速与波长的关系为：$v=\frac{\lambda}{T}$

在 t=5s 时间间隔内波传播的路程为 vt，由题意有：$vt=PQ+\frac{\lambda}{4}$

综上解得：PQ=133cm

(2)Q 处的质点第一次处于波峰位置时，波源运动时间为：

$t_1=t+\frac{5}{4}T$

波源由平衡位置开始运动，每经过$\frac{T}{4}$，波源运动的路程为 A，由题意可知：

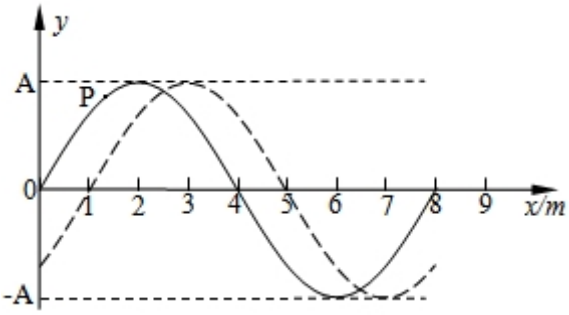
$t_1=25\times\frac{1}{4}T$

故 t_1 时间内，波源运动的路程为 s=25A=125cm

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

91.(2011·山东卷)如图所示，一列简谐波沿 x 轴传播，实线为 $t_1=0$ 时的波形图，此时 P 质点向 y 轴负方向运动，虚线为 $t_2=0.01s$ 时的波形图。已知周期 $T>0.01s$。



(1)波沿 x 轴_____(填“正”或“负”)方向传播。

(2)求波速。

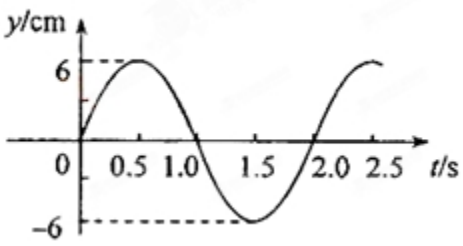
【答案】(1)正 (2)v=100m/s

【解析】(1)由于 $t_1=0$ 时 P 质点向 y 轴负方向运动，所以波沿 x 轴正方向传播。

(2)由题意知，波长 $\lambda=8m$，$t_2-t_1=T/8$，$v=\lambda/T$，联立解得 $v=100m/s$。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

92.(2012·海南卷)某波源 s 发出一列简谐横波，波源 s 的振动图像如图所示。在波的传播方向上有 A、B 两点，它们到 s 的距离分别为 45m 和 55m。测得 A、B 两点开始振动的时间间隔为 1.0s。由此可知



(1)波长 λ=____m。

(2)当 B 点离开平衡位置的位移为+6cm 时，A 点离开平衡位置的位移是____cm。

【答案】20，－6

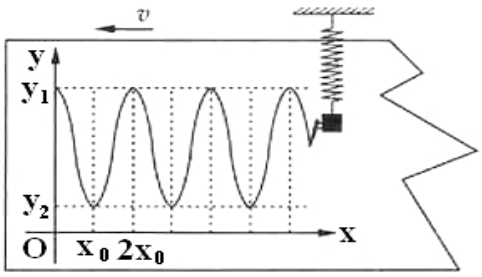
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由振动图象可知，$T=2s$，A、B 两点开始振动的时间间隔为$1.0s$，所以 AB 间的距离为半个波长，所以$\lambda=2\times(55-45)\ m=20m$；

(2)AB 两个点之间始终相差半个周期，所以当 B 点离开平衡位置的位移为$+6cm$时，A 点离开平衡位置的位移是$-6cm$。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

93.(2014·重庆卷)一竖直悬挂的弹簧振子，下端装有一记录笔，在竖直面内放置有一记录纸，当振子上下振动时，以速率v水平向左匀速拉动记录纸，记录笔在纸上留下如所示的图像.y_1、y_2、x_0、$2x_0$为纸上印迹的位置坐标，由此图求振动的周期和振幅。



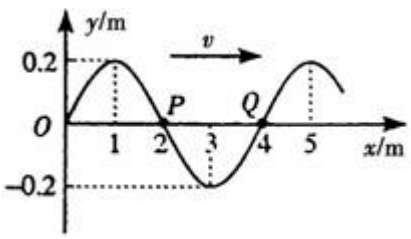
【答案】$T=\dfrac{2x_0}{v}$；$A=\dfrac{y_1-y_2}{2}$

【解析】设周期为T，振幅为A。

由题意可得：$T=\dfrac{2x_0}{v}$，$A=\dfrac{y_1-y_2}{2}$。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

94.(2012·山东卷)一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，t=0 时刻的波形如图所示，介质中质点 P、Q 分别位于 x=2m、x=4m 处。从 t=0 时刻开始计时，当 t=15s 时质点刚好第 4 次到达波峰。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求波速。

(2)写出质点 P 简谐运动的表达式(不要求推导过程)。

【答案】(1)1m/s　(2)y=0.2sin(0.5πt)m

【解析】(1)根据波形图得到波长 $\lambda=4m$；$t=0$ 时刻，质点 Q 正向下运动；从 $t=0$ 时刻开始计时，当 $t=15s$ 时质点 Q 刚好第 4 次到达波峰，故有 $3T+\frac{3}{4}T=t$ 解得 $T=\frac{4t}{15}=4s$，故波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=1m/s$；

(2)t=0 时刻，质点 P 正在向上运动，振幅为：$A=0.2m$；角频率为：$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{4}=\frac{\pi}{2}rad/s$，故质点 P 做简谐运动的表达式为：$y=0.2sin\frac{\pi}{2}t\,m$。

【考点定位】波的图像和波长、频率及波速关系

95.(2012·江苏卷)地震时,震源会同时产生两种波,一种是传播速度约为 3. 5 km/ s 的 S 波,另一种是传播速度约为 7. 0 km/ s 的 P 波. 一次地震发生时,某地震监测点记录到首次到达的 P 波比首次到达的 S 波早 3 min. 假定地震波沿直线传播,震源的振动周期为 1. 2 s, 求震源与监测点之间的距离 x 和 S 波的波长 λ

【答案】$x=1260km$，$\lambda=4.2km$。

【解析】设 P 波的传播时间为 t，则 $x=v_pt, x=v_s(t+\Delta t)$，解得 $x=\frac{v_pv_s}{v_p-v_s}\Delta t$，代入数据得：$x=1260km$，由 $\lambda=v_sT$，解得 $\lambda=4.2km$。

【考点定位】本题考查机械波

96.(2016·全国新课标II卷·T34(2))一列简谐横波在介质中沿 x 轴正向传播，波长不小于 10 cm。O 和 A 是介质中平衡位置分别位于 x=0 和 x=5 cm 处的两个质点。t=0 时开始观测，此时质点 O 的位移为 y=4 cm，质点 A 处于波峰位置；t=$\frac{1}{3}$ s 时，质点 O 第一次回到平衡位置，t=1 s 时，质点 A 第一次回到平衡位置。求：

(i)简谐波的周期、波速和波长；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)质点 O 的位移随时间变化的关系式。

【答案】(i)4 s　7.5 cm/s　30 cm　(2)$y=0.08\cos(\frac{\pi t}{2}+\frac{\pi}{3})$

【解析】(i)设振动周期为 T，由于质点 A 在 0 到 1s 内由最大位移处第一次回到平衡位置，经历的是$\frac{1}{4}$个周期，由此可知 T＝4s①

由于质点 O 与 A 的距离 5cm 小于半个波长，且波沿 x 轴由正向传播，质点 0 在 t＝$\frac{1}{3}$s 时回到平衡位置，而质点 A 在 t＝1s 时回到平衡位置，时间相差$\frac{2}{3}$s，两质点平衡位置间的距离除以传播时间，可得波的速度 v＝7.5m/s②

利用波长、波速和周期的关系得，简谐波的波长 λ=30 cm③

(ii)设质点 O 的位移随时间变化的关系为 $y=A\cos(\frac{2\pi t}{T}+\varphi_0)$④

将①式及题给条件代入上式得 $\begin{cases}4=A\cos\varphi_0\\0=A\cos(\frac{\pi}{6}+\varphi_0)\end{cases}$ ⑤

解得 $\varphi_0=\frac{\pi}{3}$，A=8 cm⑥

质点 O 的位移随时间变化的关系为 $y=0.08\cos(\frac{\pi t}{2}+\frac{\pi}{3})$(国际单位制)⑦或 $y=0.08\sin(\frac{\pi t}{2}+\frac{5\pi}{6})$(国际单位制)

【考点定位】机械振动和机械波

97.(2010·新课标Ⅰ卷·T34(2))波源 S_1 和 S_2 振动方向相同，频率均为 4Hz，分别置于均匀介质中 x 轴上的 O、A 两点处，OA＝2m，如图所示。两波源产生的简谐横波沿 x 轴相向传播，波速为 4m/s。已知两波源振动的初始相位相同。求：

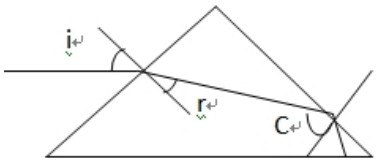
(i)简谐横波的波长：

(ii)OA 间合振动振幅最小的点的位置。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)A　　(2) λ＝1m；$x=0.25m,0.75m,1.25m,1.75m$

【解析】本题考查的是折射率的求法。$n=\frac{\sin i}{\sin r}$，$n=\frac{1}{\sin C}$，r＋C＝π，根据几何关系和函数关系可以解出$n=\frac{\sqrt{6}}{2}$。



(2)

【解析】本题考查的是机械波的计算，以及干涉减弱的条件。

解：(i)设简谐横波波长为 λ，频率为 ν，波速为 v，则$\lambda=\frac{v}{\nu}$①

代入已知数据得 λ＝1m②

(ii)以 O 为坐标原点，设 P 为 OA 间的任意一点，其坐标为 x，则两波源到 P 点的波程差△l 为$\Delta l=|x-(2-x)|,0\le x\le 2$③

其中 x、△l 以 m 为单位。

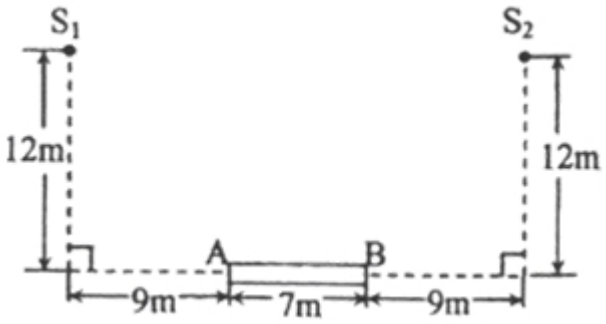
合振动振幅最小的点的位置满足$\Delta l=(k+\frac{1}{2})\lambda$，k 为整数④

联立③④式，得$x=0.25m,0.75m,1.25m,1.75m$⑤

98.(2010·海南卷·T18.(2))右图为某一报告厅主席台的平面图，AB 是讲台，S_1、S_2是与讲台上话筒等高的喇叭，它们之间的相互位置和尺寸如图所示.报告者的声音放大后经喇叭传回话筒再次放大时可能会产生啸叫.为了进免啸叫，话筒最好摆放在讲台上适当的位置，在这些位置上两个喇叭传来的声音因干涉而相消。已

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

知空气中声速为 340m/s，若报告人声音的频率为 136Hz，问讲台上这样的位置有多少个？

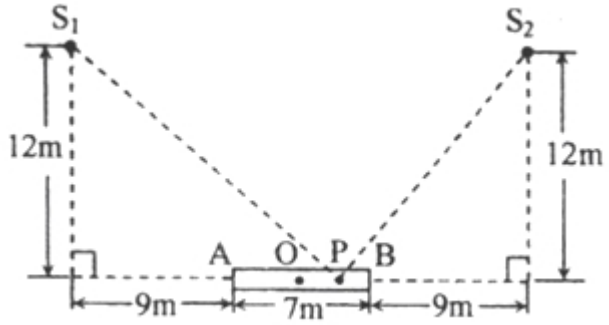


【答案】4

【解析】相应于声频 $f=136\,\mathrm{Hz}$ 的声波的波长是

$$\lambda=\frac{v}{f}=2.5\,\mathrm{m} \qquad ①$$

式中 $v=340\,\mathrm{m/s}$ 是空气中的声速。在右图中



O 是 AB 的中点，P 是 OB 上任一点。将 $\overline{S_1P}-\overline{S_2P}$ 表示为 $\overline{S_1P}-\overline{S_2P}=k\frac{\lambda}{2}$

②

式中 k 为实数，当 $k=0,2,4,\cdots$ 时，从两个喇叭来的声波因干涉而加强；当 $k=1,3,5\cdots$ 时，从两个喇叭来的声波因干涉而相消。由此可知，O 是干涉加强点；对于 B 点，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$\overline{S_1B}-\overline{S_2B}=20\,\mathrm{m}-15\,\mathrm{m}=4\frac{\lambda}{2} \qquad ③$$

所以，B 点也是干涉加强点。因而 O、B 之间有两个干涉相消点，由对称性可知，AB 上有 4 个干涉相消点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 17　光学　电磁波　相对论

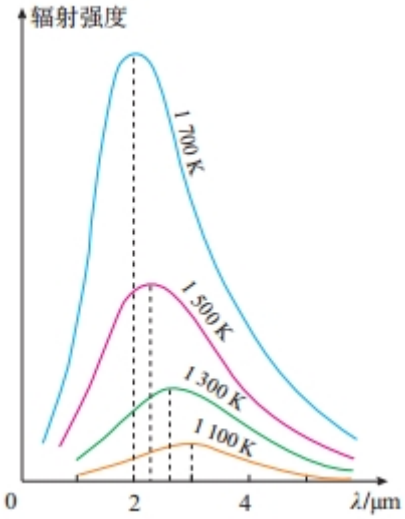
1．（2020·江苏I卷）“测温枪”（学名“红外线辐射测温仪”）具有响应快、非接触和操作方便等优点。它是根据黑体辐射规律设计出来的，能将接收到的人体热辐射转换成温度显示。若人体温度升高，则人体热辐射强度 I 及其极大值对应的波长 λ 的变化情况是

A．I 增大，λ 增大　　B．I 增大，λ 减小

C．I 减小，λ 增大　　D．I 诚小，λ 减小

【答案】B

【解析】黑体辐射的实验规律如图。



特点是，随着温度升高，各种波长的辐射强度都有增加，所以人体热辐射的强度 I 增大；随着温度的升高，辐射强度的峰值向波长较短的方向移动，所以 λ 减小。

故选 B。

2．（2020·浙江卷）在抗击新冠病毒的过程中，广泛使用了红外体温计测量体温，如图所示。下列说法正确的是

A．当体温超过 37.3℃时人体才辐射红外线

B．当体温超过周围空气温度时人体才辐射红外线

C．红外体温计是依据体温计发射红外线来测体温的

D．红外体温计是依据人体温度越高，辐射的红外线强度越大来测体温的

【答案】D

【解析】AB．凡是温度高于绝对零度的物体都能产生红外辐射，故人体一直都会辐射红外线，故 A 错误，B 错误；CD．人身体各个部位体温是有变化的，所以辐射的红外线强度就会不一样，温度越高红外线强度越高，温度越低辐射的红外线强度就越低，所以通过辐射出来的红外线的强度就会辐射出个各部位的温度；红外体温计并不是靠体温计发射红外线来测体温的，故 C 错误，D 正确。故选 D。

3．（2020·浙江卷）下列说法正确的是

A．质子的德布罗意波长与其动能成正比

B．天然放射的三种射线，穿透能力最强的是α射线

C．光电效应实验中的截止频率与入射光的频率有关

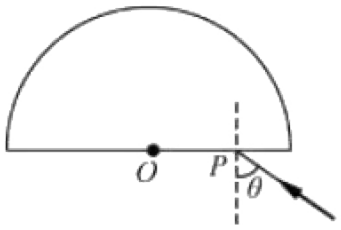
D．电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性

【答案】D

【解析】A．由公式$\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mE_{\mathrm{k}}}}$，可知质子的德布罗意波长$\lambda\propto\frac{1}{p}$，$\lambda\propto\frac{1}{\sqrt{E_{\mathrm{k}}}}$，故 A 错误；B．天然放射的三种射线，穿透能力最强的是γ射线，故 B 错误；C．由$E_{\mathrm{k}}=h\nu-W$，当$h\nu_0=W$，可知截止频率与入射光频率无关，由材料决定，

故 C 错误；D．电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性，故 D 正确。故选 D。

4．（2020·新课标I卷）如图所示，圆心为 O、半径为 R 的半圆形玻璃砖置于水平桌面上，光线从 P 点垂直界面入射后，恰好在玻璃砖圆形表面发生全反射；当入射角 $\theta=60°$ 时，光线从玻璃砖圆形表面出射后恰好与入射光平行。已知真空中的光速为 c，则



A．玻璃砖的折射率为 1.5

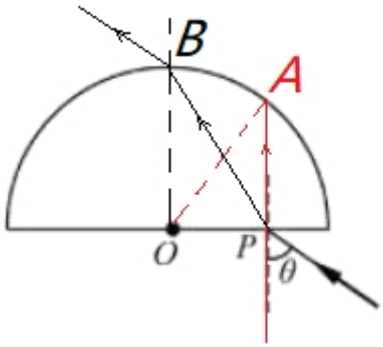
B．OP 之间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$

C．光在玻璃砖内的传播速度为 $\frac{\sqrt{3}}{3}c$

D．光从玻璃到空气的临界角为 30°

【答案】C

【解析】AB．作出两种情况下的光路图，如图所示。

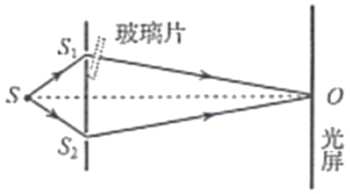


公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设$OP=x$，在A处发生全反射故有$\sin C=\frac{1}{n}=\frac{x}{R}$。由于出射光平行可知，在$B$处射出，故$n=\frac{\sin 60^{\circ}}{\sin\angle OBP}$

由于$\sin\angle OBP=\frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}}$。联立可得$n=\sqrt{3}$，$x=\frac{\sqrt{3}}{3}R$，故AB错误；C. 由$v=\frac{c}{n}$可得$v=\frac{\sqrt{3}}{3}c$，故C正确；D. 由于$\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，所以临界角不为30°，故D错误。故选C。

5. （2020·山东卷）双缝干涉实验装置的截面图如图所示。光源S到S_1、S_2的距离相等，O点为S_1、S_2连线中垂线与光屏的交点。光源S发出的波长为λ的光，经S_1出射后垂直穿过玻璃片传播到O点，经S_2出射后直接传播到O点，由S_1到O点与由S_2到O点，光传播的时间差为Δt。玻璃片厚度为10λ，玻璃对该波长光的折射率为1.5，空气中光速为c，不计光在玻璃片内的反射。以下判断正确的是（　　）



A. $\Delta t=\frac{5\lambda}{c}$　　B. $\Delta t=\frac{15\lambda}{2c}$　　C. $\Delta t=\frac{10\lambda}{c}$　　D. $\Delta t=\frac{15\lambda}{c}$

【答案】A

【解析】光在玻璃中的传播速度为$v=\frac{c}{n}$，可知时间差$\Delta t=\frac{10\lambda}{v}-\frac{10\lambda}{c}=\frac{5\lambda}{c}$，故选A。

6. （2020·新课标I卷）在下列现象中，可以用多普勒效应解释的有_____。

A. 雷雨天看到闪电后，稍过一会儿才能听到雷声

B. 超声波被血管中的血流反射后，探测器接收到的超声波频率发生变化

C．观察者听到远去的列车发出的汽笛声，音调会变低

D．同一声源发出的声波，在空气和水中传播的速度不同

E.天文学上观察到双星（相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星）光谱随时间的周期性变化

【答案】BCE

【解析】A．之所以不能同时观察到是因为声音的传播速度比光的传播速度慢，所以 A 错误；B．超声波与血液中的血小板等细胞发生反射时，由于血小板的运动会使得反射声波的频率发生变化，B 正确；C．列车和人的位置相对变化了，所以听得的声音频率发生了变化，所以 C 正确；D．波动传播速度不一样是由于波的频率不一样导致的， D 错误；E．双星在周期性运动时，会使得到地球的距离发生周期性变化，故接收到的光频率会发生变化，E 正确。故选 BCE。

7．（2020·江苏卷）电磁波广泛应用在现代医疗中。下列属于电磁波应用的医用器械有

A．杀菌用的紫外灯

B．拍胸片的 X 光机

C．治疗咽喉炎的超声波雾化器

D．检查血流情况的“彩超”机

【答案】AB

【解析】A．紫外灯的频率高，能量强，所以用于杀菌，属于电磁波的应用，A 正确；B．X 光的穿透能力较强，所以用于拍胸片，属于电磁波的应用，B 正确；C．超声波雾化器是超声波的应用，与电磁波无关，C 错误；D．彩超属于超声波的应用，与电磁波无关，D 错误。故选 AB。

8．（2020·江苏卷）玻璃的出现和使用在人类生活里已有四千多年的历史，它是一种非晶体。下列关于玻璃的说法正确的有

A．没有固定的熔点

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B．天然具有规则的几何形状

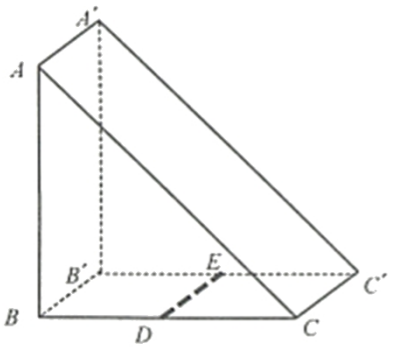
C．沿不同方向的导热性能相同

D．分子在空间上周期性排列

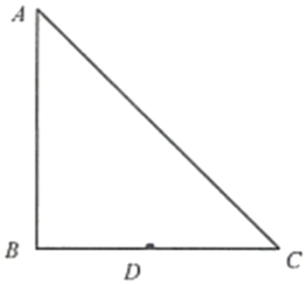
【答案】AC

【解析】根据非晶体的特点可知非晶体是指组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。它没有一定规则的外形。它的物理性质在各个方向上是相同的，叫“各向同性”。它没有固定的熔点。故选 AC。

9．（2020·山东卷）截面为等腰直角三角形的三棱镜如图甲所示。DE 为嵌在三棱镜内部紧贴 $BB'C'C$ 面的线状单色可见光光源，DE 与三棱镜的 ABC 面垂直，D 位于线段 BC 的中点。图乙为图甲中 ABC 面的正视图。三棱镜对该单色光的折射率为 2，只考虑由 DE 直接射向侧面 $AA'CC$ 的光线。下列说法正确的是（　　）



图甲



图乙

A．光从 $AA'C'C$ 面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{1}{2}$

B．光从 $AA'C'C$ 面出射的区域占该侧面总面积的 $\frac{2}{3}$

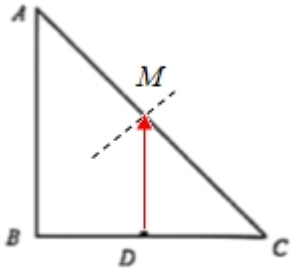
C．若 DE 发出的单色光频率变小，$AA'C'C$ 面有光出射的区域面积将增大

D．若 DE 发出的单色光频率变小，$AA'C'C$ 面有光出射的区域面积将减小

【答案】AC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】AB．由题可知$\sin C=\frac{1}{\sqrt{2}}$，可知临界角为45°，因此从D点发出的光，竖直向上从M点射出的光线恰好是出射光线的边缘，同时C点也恰好是出射光线的边缘，如图所示，因此光线只能从MC段射出，根据几何关系可知，M恰好为AC的中点，因此在$AA'C'C$平面上有一半的面积有光线射出，A正确，B错误；C．由于频率越高，折射率越大，当光源发出的光的频率变小，，折射率也会变小，导致临界角会增大，这时M点上方也会有光线出射，因此出射光线区域的面积将增大，C正确，D错误。故选AC。



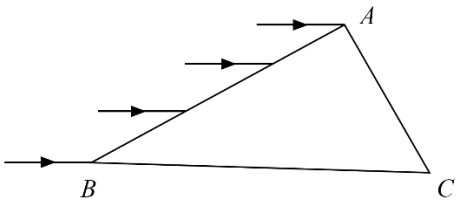
10．（2020·江苏卷）我国的光纤通信技术处于世界领先水平。光纤内芯（内层玻璃）的折射率比外套（外层玻璃）的_____（选填“大”或“小”）。某种光纤的内芯在空气中全反射的临界角为$43°$，则该内芯的折射率为_____。（取$\sin 43°=0.68,\cos 43°=0.73$，结果保留2位有效数字）

【答案】大　　1.5

【解析】根据全反射定律$\sin C=\frac{1}{n}$可知光钎内芯的折射率比外套的折射率大，这样光在内芯和外壳的界面上才能发生全反射，保证信息的传输。

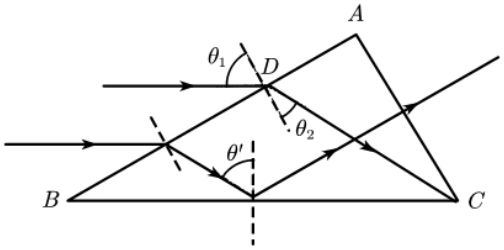
折射率为$n=\frac{1}{\sin 43°}=\frac{1}{0.68}=1.5$

11．（2020·新课标III卷）如图，一折射率为$\sqrt{3}$的材料制作的三棱镜，其横截面为直角三角形ABC，$\angle A$=90°，$\angle B$=30°。一束平行光平行于BC边从AB边射入棱镜，不计光线在棱镜内的多次反射，求AC边与BC边上有光出射区域的长度的比值。



【答案】2

【解析】设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点，光在 AB 边上的入射角为 θ_1，折射角为 θ_2，如图所示



由折射定律有 $\sin\theta_1 = n\sin\theta_2$

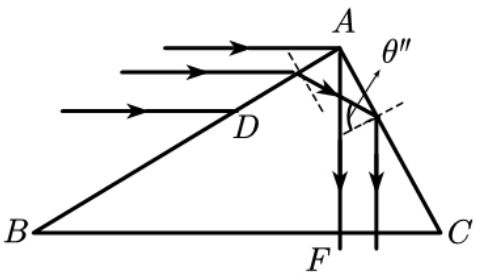
设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ'，由几何关系有

$\theta' = 30° + \theta_2$

代入题中数据解得 $\theta_2 = 30°$，$\theta' = 60°$

$n\sin\theta' > 1$

所以从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射，反射光线垂直射到 AC 边，AC 边上全部有光射出。设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ''，如图所示



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由几何关系可知$\theta''=90°-\theta_2$

根据已知条件可知$n\sin\theta''>1$

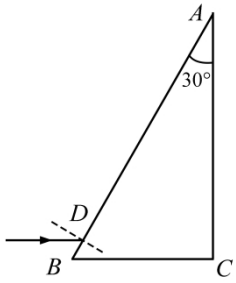
即从AD范围入射的光折射后在AC边上发生全反射，反射光线垂直射到BC边上。设BC边上有光线射出的部分为CF，由几何关系得$CF=AC\cdot\sin30°$

AC边与BC边有光射出区域的长度比值为$\frac{AC}{CF}=2$

12．（2020·新课标II卷）直角棱镜的折射率n=1.5，其横截面如图所示，图中∠C=90°，∠A=30°。截面内一细束与BC边平行的光线，从棱镜AB边上的D点射入，经折射后射到BC边上。

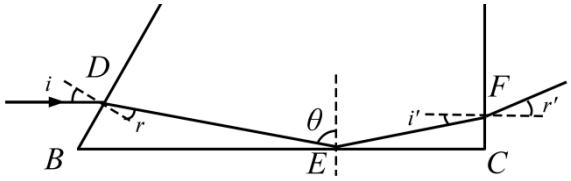
（1）光线在BC边上是否会发生全反射?说明理由；

（2）不考虑多次反射，求从AC边射出的光线与最初的入射光线夹角的正弦值。



【答案】（1）光线在E点发生全反射；（2）$\sin r'=\frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4}$

【解析】（1）如图，设光线在D点的入射角为i，折射角为r。折射光线射到BC边上的E点。设光线在E点的入射角为θ，由几何关系，有



θ=90°–（30°–r）＞60°　　①

根据题给数据得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\sin\theta > \sin 60° > \frac{1}{n}$ ②

即 θ 大于全反射临界角，因此光线在 E 点发生全反射。

（2）设光线在 AC 边上的 F 点射出棱镜，光线的入射角为 i'，折射角为 r'，由几何关系、反射定律及折射定律，有

$i = 30°$ ③

$i' = 90° - \theta$ ④

$\sin i = n\sin r$ ⑤

$n\sin i' = \sin r'$ ⑥

联立①③④⑤⑥式并代入题给数据，得

$\sin r' = \frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3}}{4}$ ⑦

由几何关系，r'即 AC 边射出的光线与最初的入射光线的夹角。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 17 光学 电磁波 相对论

选择题：

1.(2019•北京卷•T2)利用图 1 所示的装置(示意图)，观察光的干涉、衍射现象，在光屏上得到如图 2 中甲和乙两种图样。下列关于 P 处放置的光学元件说法正确的是

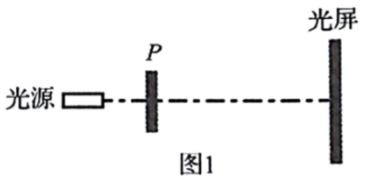


图1

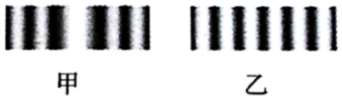

甲 乙

图2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A. 甲对应单缝，乙对应双缝

B. 甲对应双缝，乙对应单缝

C. 都是单缝，甲对应的缝宽较大

D. 都是双缝，甲对应的双缝间距较大

【答案】A

【解析】

根据单缝衍射图样和双缝干涉图样特点判断。

单缝衍射图样为中央亮条纹最宽最亮，往两边变窄，双缝干涉图样是明暗相间的条纹，条纹间距相等，条纹宽度相等，结合图甲，乙可知，甲对应单缝，乙对应双缝，故 A 正确。

2.(2018·江苏卷·T16)两束单色光 A、B 的波长分别为 λ_A、λ_B，且 $\lambda_A>\lambda_B$，则_____(选填“A”或“B”)在水中发生全反射时的临界角较大.用同一装置进行杨氏双缝干涉实验时，可以观察到_____(选填“A”或“B”)产生的条纹间距较大.

【答案】A　A

【解析】波长越长，频率越小，折射率越小，根据临界角 $\sin C=\frac{1}{n}$，可知波长越大临界角越大，所以 A 光的临界角大；双缝干涉条纹的间距 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，因为 A 光的波长较长，所以 A 光产生的条纹间距较大。

3.(2016·上海卷)一束单色光由空气进入水中，则该光在空气和水中传播时

A.速度相同，波长相同　　B.速度不同，波长相同

C.速度相同，频率相同　　D.速度不同，频率相同

【答案】D

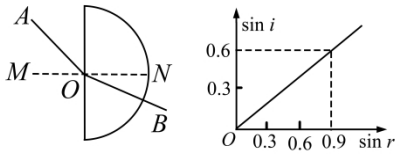
【解析】不同的单色光频率不相同，同一单色光在不同的介质内传播过程中，光的频率不会发生改变；由公式 $v=\frac{c}{n}$ 可以判断，水的折射率大于空气的，所以该单色光进入水中后传播速度减小。故选项 D 正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】光的传播、光速、波长与频率的关系

【方法技巧】本题分析时要抓住光在不同介质中传播频率不变这个特征，应用公式$v=\frac{c}{n}$公式分析光进入不同介质中的传播速度。

4.(2016·四川卷·T5)某同学通过实验测定半圆形玻璃砖的折射率 n。如图甲所示，O 是圆心，MN 是法线，AO、BO 分别表示某次测量时光线在空气和玻璃砖中的传播路径。该同学测得多组入射角 i 和折射角 r，做出 sin i-sin r 图像如图乙所示。则



甲

乙

A.光由 A 经 O 到 B，n=1.5　　B.光由 B 经 O 到 A，n=1.5

C.光由 A 经 O 到 B，n=0.67　　D.光由 B 经 O 到 A，n=0.67

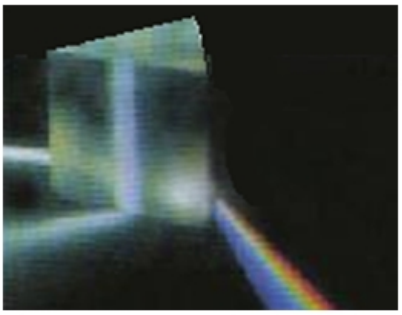
【答案】B

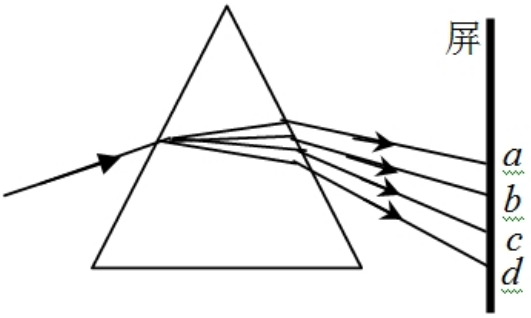
试题分析：由图线可知$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{0.6}{0.9}=\frac{2}{3}=\frac{1}{n}$，可得 n=1.5；因 i 是入射角，r 是折射角，折射角大于入射角，故光由 *B* 经 *O* 到 *A*，故选 B.

考点：光的折射定律

5.(2011·安徽卷)实验表明，可见光通过三棱镜时各色光的折射率 n 随着波长 λ 的变化符合科西经验公式：$n=A+\frac{B}{\lambda^2}+\frac{C}{\lambda^4}$，其中 A、B、C 是正的常量。太阳光进入三棱镜后发生色散的情形如下图所示。则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





A.屏上 c 处是紫光　　B.屏上 d 处是红光

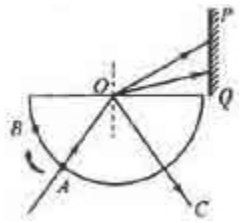
C.屏上 b 处是紫光　　D.屏上 a 处是红光

【答案】D

【解析】白色光经过三棱镜后产生色散现象，在光屏由上至下(a、b、c、d)依次为红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫.由于紫光的折射率最大，所以偏折最大；红光的折射率最小，则偏折程度最小.故屏上 a 处为红光，屏上 d 处是紫光，D 正确.

【考点定位】光的折射，光的色散

6.(2011·福建卷)如图，半圆形玻璃砖置于光屏 PQ 的左下方。一束白光沿半径方向从 A 点射入玻璃砖，在 O 点发生反射和折射，折射光在白光屏上呈现七色光带。若入射点由 A 向 B 缓慢移动，并保持白光沿半径方向入射到 O 点，观察到各色光在光屏上陆续消失。在光带未完全消失之前，反射光的强度变化以及光屏上最先消失的光分别是



A.减弱，紫光　　B.减弱，红光　　C.增强，紫光　　D.增强，,红光

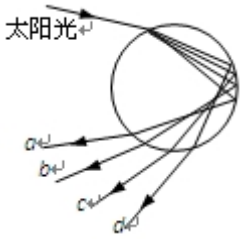
【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】光线从光密介质到光疏介质，入射角增大则反射光的强度增强；因紫色光的折射率最大，发生全反射的临界角最小，故紫光最先发生全反射，在光屏上最先消失，C 正确

【考点定位】光的折射，全反射

7.(2011·全国卷·T16)雨后太阳光入射到水滴中发生色散而形成彩虹。设水滴是球形的，图中的圆代表水滴过球心的截面，入射光线在过此截面的平面内，a、b、c、d 代表四条不同颜色的出射光线，则它们可能依次是



A.紫光、黄光、蓝光和红光　　B.紫光、蓝光、黄光和红光

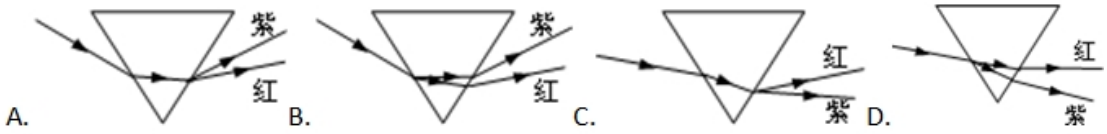
C.红光、蓝光、黄光和紫光　　D.红光、黄光、蓝光和紫光

【答案】B

【解析】由题图可得：太阳光通过水滴折射后，偏折程度从小到大的排序为 d、c、b、a，则介质对色光的折射率为：$n_d<n_c<n_b<n_a$，色光的频率关系为：$f_d<f_c<f_b<f_a$，按题意，a、b、c、d 代表色光可能为紫光、蓝光、黄光和红光，故 B 正确。

【考点定位】光的折射

8.(2013·福建卷)一束由红、紫两色光组成的复色光，从空气斜射向玻璃三棱镜。下面四幅图中能正确表示该复色光经三棱镜折射分离成两束单色光的是(　　)



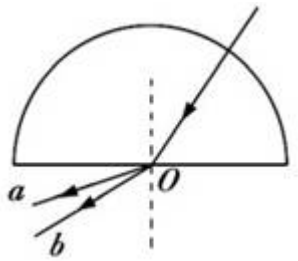
【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】当光由空气斜射向三棱镜时，将发生光的折射现象，且入射角大于折射角，故选项 C、D 错误；由于玻璃对紫光的折射率比对红光的折射率大，因此进入玻璃时紫光的折射角比红光的折射角小，故选项 A 错误；选项 B 正确。

【考点定位】本题主要考查光的折射，属于容易题。

9.(2013·北京卷·T14)如图所示，一束可见光射向半圆形玻璃砖的圆心 O，经折射后分为两束单色光 a 和 b。下列判断正确的是



A.玻璃对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率

B.a 光的频率大于 b 光的频率

C.在真空中 a 光的波长大于 b 光的波长

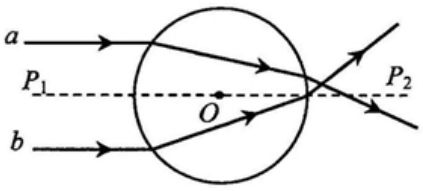
D.a 光光子能量小于 b 光光子能量

【答案】B

【解析】由题图可知 a 光在玻璃砖中的偏折程度较大，故玻璃砖对 a 光的折射率大，可假设 a 光是紫光，b 光是红光，结合所学易知选项 A、C 错误，B 正确；由 $E = h\upsilon$ 可知 a 光光子能量大于 b 光光子能量，D 错误。本题选 B。

【考点定位】本题考查了不同频率光在介质中的折射率、波长等光学知识

10.(2015·四川卷·T3)直线 P_1P_2 过均匀玻璃球球心 O，细光束 a、b 平行且关于 P_1P_2 对称，由空气射入玻璃球的光路如图。a、b 光相比



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.玻璃对 a 光的折射率较大　　B.玻璃对 a 光的临界角较小

C.b 光在玻璃中的传播速度较小　　D.b 光在玻璃中的传播时间较短

【答案】C

【解析】由于 a、b 光平行且关于过球心 O 的直线 P_1P_2 对称，因此它们的入射角 i 相等，根据图中几何关系可知，b 光在玻璃球中的光路偏离进入球之前方向较多，即 b 光的折射角 γ 较小，很据折射定律有：$n=\frac{\sin i}{\sin r}$，所以玻璃对 b 光的折射率较大，故选项 A 错误；

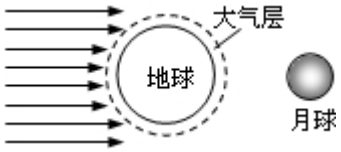
根据临界角公式有：$\sin C=\frac{1}{n}$，所以玻璃对 a 光的临界角较大，故选项 B 错误；

根据折射率的定义式有：$n=\frac{c}{v}$，所以 b 光在玻璃中的传播速度 v 较小，故选项 C 正确；

根据图中几何关系可知，a、b 光进入玻璃球后，b 光的光程 d 较大，根据匀速直线运动规律有：$t=\frac{d}{v}$，所以 b 光在玻璃中的传播时间较长，故选项 D 错误。

【考点定位】对折射率、临界角、光的折射定律的理解与应用。

11.(2013·浙江卷)与通常观察到的月全食不同，小虎同学在 2012 年 12 月 10 日晚观看月全食时，看到整个月亮是暗红的。小虎画了月全食的示意图，并提出了如下猜想，其中最为合理的是(　　)



A.地球上有人用红色激光照射月球

B.太阳照射到地球的红光反射到月球

C.太阳光中的红光经地球大气层折射到月球

D.太阳光中的红光在月球表面形成干涉条纹

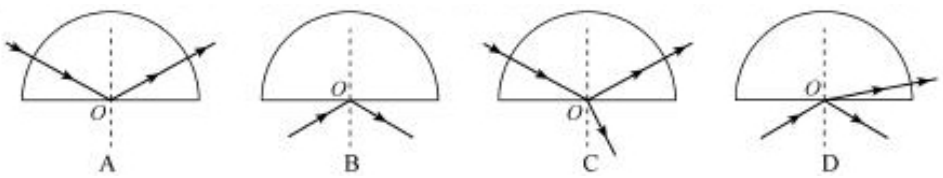
【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】当太阳、地球、月球在同一直线上，地球位于太阳与月球之间时，太阳发出的沿直线传播的光被不透明的地球完全挡住，光线照不到月球上，在地球上完全看不到月球的现象就是月全食.看到整个月亮是暗红的，是因为太阳光中的红光经地球大气层折射到月球.故 C 正确，A、B、D 错误.故选 C

【考点定位】光的折射定律。

12.(2014·福建卷)如图，一束光由空气射向半圆柱体玻璃砖，O 点为该玻璃砖截面的圆心，下图能正确描述其光路图的是



【答案】A

【解析】光从空气进入玻璃在分界面上会发生折射，且折射角小于入射角，故 B、D 错误；光从玻璃进入空气折射角应大于入射角，所以 C 错误；从光密进入光梳，若满足入射角大于临界角的情况，则会发生全反射，故 A 正确。

【考点定位】本题考查光的折射、全反射

13.(2014·四川卷·T3)如图所示，口径较大、充满水的薄壁圆柱形玻璃缸底有一发光小球，则

A.小球必须位于缸底中心才能从侧面看到小球

B.小球所发的光能从水面任何区域射出

C.小球所发的光从水中进入空气后频率变大

D.小球所发的光从水中进入空气后传播速度变大

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】只要发光小球在缸底的光线能从侧面折射出光线，就可以从侧面看到发光小球，故 A 选项错误；

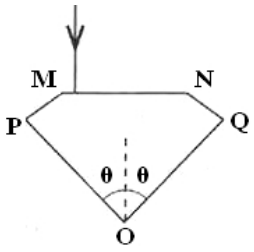
发光小球由水中射向水面的光线，存在一个全反射临界角，当入射角大于全反射临界角时，不能从水面射出，故 B 选项错误；

折射光不改变光的频率，故 c 选项错误；

由 $n=\frac{c}{v}$，得 $v=\frac{c}{n}$，而 n>1，故 c>v，所以 D 选项正确。

【考点定位】光的折射 全反射 光的频率

14.(2014·重庆卷)打磨某剖面如图 1 所示的宝石时，必须将 OP、OQ 边与轴线的夹角 θ 切磨在 $\theta_1<\theta<\theta_2$ 的范围内，才能使从 MN 边垂直入射的光线，在 OP 边和 OQ 边都发生全反射(仅考虑如图所示的光线第一次射到 OP 边并反射到 OQ 过后射向 MN 边的情况)，则下列判断正确的是



A.若 $\theta>\theta_2$，光线一定在 OP 边发生全反射　　B.若 $\theta>\theta_2$，光线会从 OQ 边射出

C.若 $\theta<\theta_1$，光线会从 OP 边射出　　D.若 $\theta<\theta_1$，光线会在 OP 边发生全反射

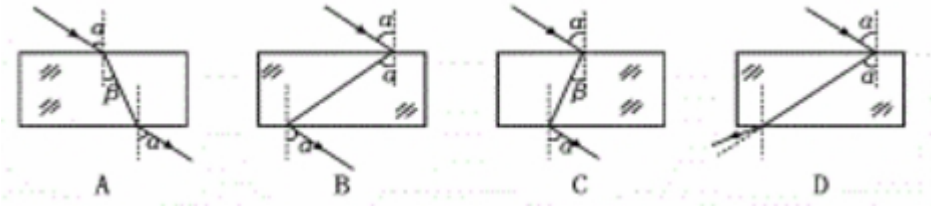
【答案】D

【解析】由全反射的临界角满足 $\sin C=\frac{1}{n}$，则入射角满足 $i\geq C$ 发生全反射；作出光路可知当 $\theta>\theta_2$ 时，根据几何关系，可知光线在 PO 边上的入射角较小，光线将从 PO 射出，AB 项错误；同理当 $\theta<\theta_1$ 时，光线在 PO 边上的入射角较大，大于临界角，光线将在 PO 射边上发生全反射，D 项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查了光的折射和全反射.

15.(2014·北京卷)以往，已知材料的折射率都为正值(n>0)。现已有针对某些电磁波设计制作的人工材料，其折射率可以为负值(n<0)，称为负折射率材料。位于空气中的这类材料，入射角 i 与折射角 r 依然满足 sini/sinr=n，但是折射线与入射线位于法线的同一侧(此时折射角取负值)。若该材料对于电磁波的折射率 n=1，[正确反映电磁波穿过该材料的传播路径的示意图是

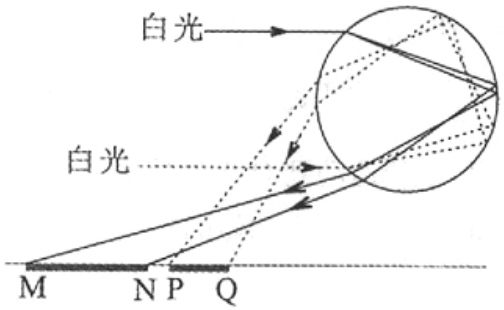


【答案】B

【解析】根据题目所给负折射率的意义，折射角和入射角应该在法线的一侧，A、D 错误；该材料的折射率等于 1，说明折射角和入射角相等，B 正确，C 错误。

【考点定位】考查了折射率的意义

16.(2015·重庆卷·T11(1))虹和霓是太阳光在水珠内分别经过一次和两次反射后出射形成的，可用白光照射玻璃球来说明。两束平行白光照射到透明玻璃球后，在水平的白色桌面上会形成 MN 和 PQ 两条彩色光带，光路如图所示。M、N、P、Q 点的颜色分别为



A.紫、红、红、紫　　B.红、紫、红、紫　　C.红、紫、紫、红　　D.紫、红、紫、红

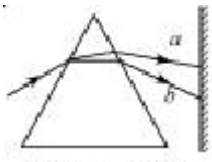
【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】白光中的可见光部分从红到紫排列，对同一介质的折射率 $n_{紫} > n_{红}$，由折射定律知紫光的折射角较小，由光路可知，紫光将到达 M 点和 Q 点，而红光到达 N 点和 P 点，故选 A。

【考点定位】光的折射和全反射、光路、折射率。

17.(2015·福建卷·T13)如图所示，一束光经玻璃三棱镜折射后分为两束单色光 a、b，波长分别为 λ_a、λ_b，该玻璃对单色光 a、b 的折射率分别为 n_a、n_b。则（　）



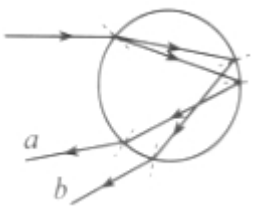
A.$\lambda_a<\lambda_b$，$n_a>n_b$　　B.$\lambda_a>\lambda_b$，$n_a<n_b$　　C.$\lambda_a<\lambda_b$，$n_a<n_b$　　D.$\lambda_a>\lambda_b$，$n_a>n_b$

【答案】B

【解析】由图知，三棱镜对 b 光的折射率较大，又因为光的频率越大，介质对光的折射率就越大，所以 $n_a<n_b$，故 b 光的频率大于 a 光的频率，在根据 $\nu=\frac{c}{\lambda}$，所以 b 光的波长小于 a 光的波长，即 $\lambda_a>\lambda_b$，所以 B 正确，ACD 错误。

【考点定位】光的折射、折射率

18.(2015·天津卷·T2)中国古人对许多自然现象有深刻认识，唐人张志和在《玄真子。涛之灵》中写道：“雨色映日而为虹”，从物理学的角度看，虹时太阳光经过雨滴的两次折射和一次反射形成的，右图是彩虹成因的简化示意图，其中 a、b 时两种不同频率的单色光，则两光



A.在同种玻璃种传播，a 光的传播速度一定大于 b 光

B.以相同角度斜射到同一玻璃板透过平行表面后，b 光侧移量大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.分别照射同一光电管，若 b 光能引起光电效应，a 光一定也能

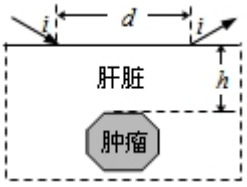
D.以相同的入射角从水中射入空气，在空气张只能看到一种光时，一定是 a 光

【答案】C

【解析】由图可知，光线 a 的折射率大于 b 根据 $n=\frac{c}{v}$ 可以确定 a 光在同种玻璃中速度小于光速故 A 错误，以相同的入射角度射入平行玻璃砖折射率越大侧移量越大。故 B 错误，根据 $E=hv$ 光的频率越大光子能量越大就越容易发生光电效应 C 正确。根据 $\sin C=\frac{1}{n}$ 折射率越大，越容易发生全反射，在水外越不容易看到，D 错误。

【考点定位】光的反射、折射、全反射及光电效应。

19.(2011·浙江卷)“B 超”可用于探测人体内脏的病变状况。下图是超声波从肝脏表面入射，经折射与反射，最后从肝脏表面射出的示意图。超声波在进入肝脏发生折射时遵循的规律与光的折射规律类似，可表述为 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}$ (式中 θ_1 是入射角，θ_2 是折射角，v_1、v_2 为别是超声波在肝外和肝内的传播速度)，超声波在肿瘤表面发生反射时遵循的规律与光的反射规律相同，已知 $v_2=0.9v_1$ 入射点与出射点之间的距离是 d，入射角为 i，肿瘤的反射面恰好与肝脏表面平行，则肿瘤离肝脏表面的深度 h 为



A. $\frac{9d\sin i}{\sqrt[2]{100-81\sin^2 i}}$　　B. $\frac{d\sqrt{81-100\sin^2 \mathrm{i}}}{100\sin \mathrm{i}}$

C. $\frac{d\sqrt{81-100\sin^2 \mathrm{i}}}{20\sin \mathrm{i}}$　　D. $\frac{d\sqrt{100-81\sin^2 \mathrm{i}}}{18\sin \mathrm{i}}$

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】已知入射角为i，设折射角为r，根据题意有$\tan r=\frac{\frac{d}{2}}{h}$、$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{v_1}{v_2}$，而$v_2=0.9v_1$，解得$h=\frac{d\sqrt{100-81\sin^2 i}}{18\sin i}$。

【考点定位】光的折射

20.(2011·重庆卷)在一次讨论中，老师问道：“假如水中相同深度处有 a、b、c 三种不同颜色的单色点光源，有人在水面上方同等条件下观测发现，b 在水下的像最深，c 照亮水面的面积比 a 的大。关于这三种光在水中的性质，同学们能做出什么判断？”有同学回答如下：①c 光的频率最大；②a 光的传播速度最小；③b 光的折射率最大；④a 光的波长比 b 光的短。根据老师的假定，以上回答正确的是

A.①② B.①③ C.②④ D.③④

【答案】C

【解析】根据视深公式$h'=\frac{h}{n}$说明频率最小的光，水对它的折射率最小，在水下的像最深，所以 b 的折射率最小，频率最小，波长最大，传播速度最大，③错误，④正确；

照亮水面的圆面积的半径 R 与临界角 C 满足$tanC=\frac{R}{h}$，又$sinC=\frac{1}{n}$，c 照亮水面的面积比 a 的大，则 c 的临界角大，水对 c 的折射率小，所以 a 的折射率最大，a 的频率最大，a 的传播速度最小，①错误，②正确.所以正确的说法是②和④；

【考点定位】光的折射，光的全反射

21.(2012 北京卷·T14)一束单色光经由空气射入玻璃，这束光的

A.速度变慢，波长变短 B.速度不变，波长变短

C.频率增高，波长变长 D.频率不变，波长变长

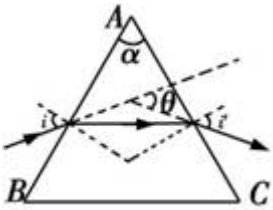
【答案】A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】一束单色光经由空气射入玻璃，是由光疏介质进入光密介质，由$v=\frac{c}{n}$可知，光的传播速度变慢，一单色光在不同的介质中传播时频率不变，由 v=λf 可知，波长变短，综上所述可知选项 A 正确，选项 BCD 错误。

【考点定位】本题考查了光的折射和波长、频率和波速的关系

22.(2015·安徽卷·T18)如图所示，一束单色光从空气入射到棱镜的 AB 面上，经 AB 和 AC 两个面折射后从 AC 面进入空气。当出射角i'和入射角 i 相等时，出射光线相对于入射光线偏转的角度为θ。已知棱镜顶角为 α，则计算棱镜对该色光的折射率表达式为



A. $\frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}$　　B. $\frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\theta}{2}}$　　C. $\frac{\sin\theta}{\sin(\theta-\frac{\alpha}{2})}$　　D. $\frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha-\frac{\theta}{2})}$

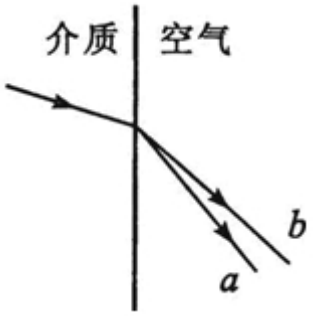
【答案】A

【解析】由几何关系，得入射角等于$\frac{\alpha+\theta}{2}$，折射角等于$\frac{\alpha}{2}$，所以折射率为$\frac{\sin\frac{\alpha+\theta}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}$，故选 A。

【考点定位】考查折射率知识。

23.(2012·四川卷·T18)a、b 两种单色光组成的光束从介质进入空气时，其折射光束如图所示。用 a、b 两束光

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.先后照射双缝干涉实验装置，在缝后屏上都能出现干涉条纹，由此确定光是横波

B.先后照射某金属，a 光照射时恰能逸出光电子，b 光照射时也能逸出光电子

C.从同一介质以相同方向射向空气，其界面为平面，若 b 光不能进入空气，则 a 光也不能进入空气

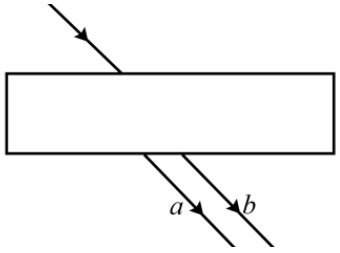
D.从同一介质以相同方向射向空气，其界面为平面，a 光的反射角比 b 光的反射角大

【答案】C

【解析】确定光是横波应该用光的偏振实验，故 A 错；由题图可知 a 光的折射率大于 b 光的折射率，可知 a 光的频率大于 b 光的频率，根据光电效应规律，B 光照射时一定不能逸出光子，B 错；因为 sinC=1/n，所以 a 光发生全反射的临界角较大，故 C 正确；由光的反射定律可知，二者反射角应该相同，故 D 错。

【考点定位】本题考查光的折射、反射、光电效应等相关知识

24.(2017·北京卷)如图所示，一束可见光穿过平行玻璃砖后，变为 a、b 两束单色光。如果光束 b 是蓝光，则光束 a 可能是

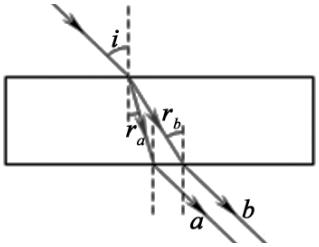


A.红光　　B.黄光　　C.绿光　　D.紫光

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】D

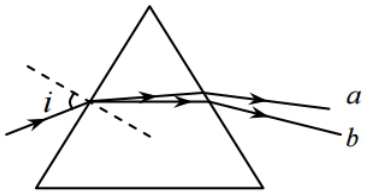
【解析】根据题意作出完整光路图，如图所示，a 光进入玻璃砖时光线偏折角较大，根据光的折射定律可知玻璃砖对 a 光的折射率较大，因此 a 光的频率应高于 b 光，故选 D。



【考点定位】光的折射

【名师点睛】由教材中白光通过三棱镜时发生色散的演示实验可知，光线在进入棱镜前后偏折角度越大，棱镜对该光的折射率越大，该光的频率越大。

25.(2017·天津卷)明代学者方以智在《阳燧倒影》中记载：“凡宝石面凸，则光成一条，有数棱则必有一面五色”，表明白光通过多棱晶体折射会发生色散现象。如图所示，一束复色光通过三棱镜后分解成两束单色光 a、b，下列说法正确的是



A.若增大入射角 i，则 b 光先消失

B.在该三棱镜中 a 光波长小于 b 光

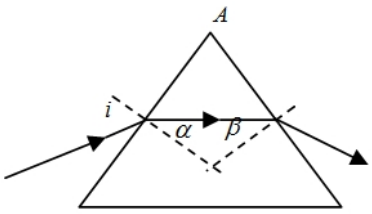
C.a 光能发生偏振现象，b 光不能发生

D.若 a、b 光分别照射同一光电管都能发生光电效应，则 a 光的遏止电压低

【答案】D

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

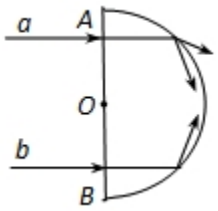
【解析】设折射角为α，在右界面的入射角为β，根据几何关系有：$\alpha+\beta=A$，根据折射定律：$n=\frac{\sin i}{\sin\alpha}$，增大入射角 i，折射角 α 增大，β 减小，而 β 增大才能使 b 光发生全反射，故 A 错误；由光路图可知，



a 光的折射率小于 b 光的折射率($n_a<n_b$)，则 a 光的波长大于 b 光的波长($\lambda_a>\lambda_b$)，故 B 错误；根据光电效应方程和遏止电压的概念可知：最大初动能 $E_k=h\nu-W_0$，再根据动能定理：$-eU_c=0-E_k$，即遏止电压 $U_c=\frac{h}{e}\nu-\frac{W_0}{e}$，可知入射光的频率越大，需要的遏止电压越大，$n_a<n_b$，则 a 光的频率小于 b 光的频率($\nu_a<\nu_b$)，a 光的遏止电压小于 b 光的遏止电压，故 D 正确；光是一种横波，横波有偏振现象，纵波没有，有无偏振现象与光的频率无关，故 C 错误。

【考点定位】光的折射，全反射，几何光学

26.(2012·天津卷)半圆形玻璃砖横截面如图，AB 为直径，O 点为圆心。在该截面内有 a、b 两束单色可见光从空气垂直于 AB 射入玻璃砖，两入射点到 O 的距离相等。两束光在半圆边界上反射和折射的情况如图所示，则 a、b 两束光



A.在同种均匀介质中传播，a 光的传播速度较大

B.以相同的入射角从空气斜射入水中，b 光的折射角大

C.若 a 光照射某金属表面能发生光电效应，b 光也一定能

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

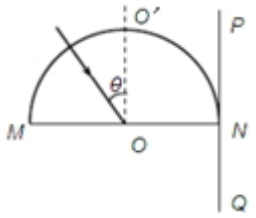
D.分别通过同一双缝干涉装置，a 光的相邻亮条纹间距大

【答案】ACD

【解析】由图可知 a 光未发生全反射，b 光已发生全反射，b 光的临界角小，由 $\sin C=\frac{1}{n}$，b 光的折射率大，根据 $n=\frac{c}{v}$，可知在同种均匀介质中传播，a 光的传播速度较大，A 正确。由 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$，可知以相同的入射角 i 从空气斜射入水中，b 光的折射角 γ 小，B 错误。b 光的折射率 n 大，频率 v 高，a 光照射某金属表面能发生光电效应，则 b 光也一定能，C 正确。根据 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 可知，a 光的频率 v 低，波长 λ 长，亮条纹间距大，D 正确。

【考点定位】本题考查光的反射、折射、全反射及其相关知识

27.(2013·天津卷·T8)固定的半圆形玻璃砖的横截面如图，O 点为圆心，OO'为直径 MN 的垂线，足够大的光屏 PQ 紧靠玻璃砖右侧且垂直于 MN。由 A、B 两种单色光组成的一束光沿半径方向射向 O 点，入射光线与 OO'夹角 θ 较小时，光屏 NQ 区域出现两个光斑，逐渐增大 θ 角，当 θ=α 时，光屏 NQ 区域 A 光的光斑消失，继续增大θ角，当 θ=β 时，光屏 NQ 区域 B 光的光斑消失，则



A.玻璃砖对 A 光的折射率比对 B 光的大

B.A 光在玻璃砖中传播速度比 B 光的大

C.α＜θ＜β 时，光屏上只有 1 个光斑

D.β＜θ＜$\frac{\pi}{2}$时，光屏上只有 1 个光斑

【答案】AD

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设 θ 较小时，A、B 两种单色光折射率分别为 n_A 和 n_B，因 θ 角逐渐增大时，A 光的光斑先消失，则表明 A 光在 MN 界面发生了全反射，也知 A 光的临界角小于 B 光的临界角，由 $\sin C=\frac{1}{n}$ 可知，$n_A>n_B$，故选项 A 正确；

由 $n=\frac{c}{v}$ 得 $v_A>v_B$，故选项 B 错误；

当 α<θ<β 时，A 光发生全反射，B 光既有反射也有折射，折射光在 NQ 区域形成一个光斑。由反射定律知，反射角等于入射角，所以 A、B 两光的反射光为同一束光，所以在光屏 PN 区域形成第二个光斑，所以选项 C 错误；

当 θ>β 时，A、B 两种单色光在 NQ 区域的光斑都消失了，说明两种单色光在 MN 界面均发生了全反射，所以 A 光与 B 光的反射光为一束光，在 NP 区域形成一个光斑，所以选项 D 正确。

【考点定位】反射定律和折射定律、全反射。

28.(2018·北京卷·T3)用双缝干涉实验装置得到白光的干涉条纹，在光源与单缝之间加上红色滤光片后

A. 干涉条纹消失

B. 彩色条纹中的红色条纹消失

C. 中央条纹变成暗条纹

D. 中央条纹变成红色

【答案】D

【解析】当用白光做干涉实验时，频率相同的色光，相互叠加干涉，在光屏上形成彩色条纹，中央形成白色亮条纹；当在光源与单缝之间加上红色滤光片后，只有红光能通过单缝，然后通过双缝后相互叠加干涉，在光屏上形成红色干涉条纹，光屏中央为加强点，所以中央条纹变成红色亮条纹，故选项 D 正确，ABC 错误。

点睛：本题考查了光的干涉现象，注意只有频率相同、振动相同的两列波才能形成稳定的干涉图像，同时要掌握哪些点是振动加强点，哪些点是振动减弱点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

29.(2018·江苏卷)两束单色光 A、B 的波长分别为λ_A、λ_B，且$\lambda_A>\lambda_B$，则_____(选填“A”或“B”)在水中发生全反射时的临界角较大.用同一装置进行杨氏双缝干涉实验时，可以观察到_____(选填“A”或“B”)产生的条纹间距较大.

【答案】A　A

【解析】波长越长，频率越小，折射率越小，根据临界角$\sin C=\frac{1}{n}$，可知波长越大临界角越大，所以 A 光的临界角大；双缝干涉条纹的间距$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，因为 A 光的波长较长，所以 A 光产生的条纹间距较大。

30.(2016·上海卷)各种不同频率范围的电磁波按频率由大到小的排列顺序是

A.γ 射线、紫外线、可见光、红外线

B.γ 射线、红外线、紫外线、可见光

C.紫外线、可见光、红外线、γ 射线

D.红外线、可见光、紫外线、γ 射线

【答案】A

【解析】在电磁波谱中，各电磁波按照频率从小到大的排列顺序是：无线电波、红外线、可见光、紫外线、α 射线、γ 射线，所以选项 A 正确。

【考点定位】电磁波谱

【方法技巧】本题需要记得电磁波谱按照波长或频率的排列顺序，按照这个顺序就可以分析出答案。

31.(2016·北京卷·T14)下列说法正确的是

A.电磁波在真空中以光速 c 传播

B.在空气中传播的声波是横波

C.声波只能在空气中传播

D.光需要介质才能传播

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】A

电磁波在真空中的传播速度等于光速，A 正确；在空气中传播的声波是纵波，B 错误；声波的传播需要介质，可以在空气，液体，和固定中传播，C 错误；光属于电磁波，其传播不需要介质，可以在真空中传播，D 错误

【考点定位】考查了机械波和电磁波

32.(2016·上海卷)在双缝干涉实验中，屏上出现了明暗相间的条纹，则

A.中间条纹间距较两侧更宽

B.不同色光形成的条纹完全重合

C.双缝间距离越大条纹间距离也越大

D.遮住一条缝后屏上仍有明暗相间的条纹

【答案】D

【解析】据干涉图样的特征可知，干涉条纹特征是等间距、彼此平行，故选项 A 错误；不同色光干涉条纹分布位置不相同，因此选项 B 错误；据公式$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$可知，双缝间距 d 越大，干涉条纹距离越小，故选项 C 错误；遮住一条缝后，变成了单缝衍射，光的衍射也有衍射条纹，故选项 D 正确。

【考点定位】双缝干涉、 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$、单缝衍射

【方法技巧】通过双缝干涉条纹特征和单缝衍射条纹特征进行分析和判断，再应用公式$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$分析条纹间距。

33.(2016·江苏卷·T12B.(1))一艘太空飞船静止时的长度为 30m，它以 0.6c(c 为光速)的速度沿长度方向飞行越过地球，下列说法正确的是_____.

A.飞船上的观测者测得该飞船的长度小于 30m

B.地球上的观测者测得该飞船的长度小于 30m

C.飞船上的观测者测得地球上发来的光信号速度小于 c

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.地球上的观测者测得飞船上发来的光信号速度小于 c

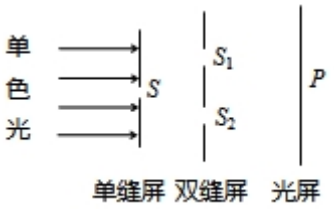
【答案】B

【解析】根据狭义相对论理论，沿相对运动方向的长度缩短，所以地球上的观测者测得该飞船的长度小于 30m，飞船上的人测量飞船的长度等于 30cm，所以 A 错误；B 正确；根据光速不变原理，飞船上和地球上测量光的速度都等于 c，故 C、D 错误。

【考点定位】狭义相对论

【方法技巧】对动尺缩短的理解，沿相对运动方向长度缩短以及光速不变原理。

34.(2011·北京卷)如图所示的双缝干涉实验，用绿光照射单缝 S 时，在光屏 P 上观察到干涉条纹.要得到相邻条纹间距更大的干涉图样，可以



A.增大S_1与S_2的间距

B.减小双缝屏到光屏的距离

C.将绿光换为红光

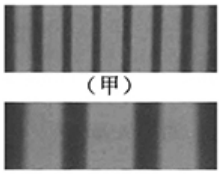
D.将绿光换为紫光

【答案】C

【解析】在波的干涉中，干涉条纹的间距$\Delta x=\frac{l}{\lambda}d$，由公式可得，条纹间距与波长、屏之间的距离成正比，与双缝间的距离 d 成反比，故要增大间距应减小 d，增大双缝屏到光屏的距离或增大光的波长，故只有 C 正确；

【考点定位】双缝干涉

35.(2014·江苏卷·T12B.(1))某同学用单色光进行双缝干涉实验，在屏上观察到题12B-1(甲)图所示的条纹，仅改变一个实验条件后，观察到的条纹如题 12B-1(乙)图所示。他改变的实验条件可能是



（甲）

（乙）

（题 12B-1 图）

A.减小光源到单缝的距离　　B.减小双缝之间的距离

C.减小双缝到光屏之间的距离　　D.换用频率更高的单色光源

【答案】B

【解析】由条纹间距 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知减小光源到单缝间距离，对条纹间距没有影响，A 项错误；

减小双缝间距 d,可以增大条纹间距，B 项正确；

减小双缝到屏的距离 L，条纹间距会减小，C 项错误；

换用更高频率的光，波长会减小，条纹间距减小，D 项错误。

【考点定位】本题主要考查了对双缝干涉实验的理解问题，属于中档偏低题。

36.(2014·全国大纲卷)在双缝干涉实验中，一钠灯发出的波长为 589nm 的光，在距双缝 1.00m 的屏上形成干涉图样。图样上相邻两明纹中心间距为 0.350cm，则双缝的间距为(　　)

A.2.06×10^{-7}m　　B.2.06×10^{-4}m　　C.1.68×10^{-4}m　　D.1.68×10^{-3}m

【答案】C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】根据双缝干涉实验中相邻两明纹中心间距公式有：$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，解得：$d=\frac{l}{\Delta x}\lambda=\frac{1.00}{0.350\times10^{-2}}\times589\times10^{-9}\text{m}=1.68\times10^{-4}\text{m}$，故选项 C 正确。

【考点定位】本题主要考查了对双缝干涉实验中相邻两明纹中心间距公式的理解与应用问题，属于中档题。

37.(2013·上海卷)白光通过双缝后产生的干涉条纹是彩色的，其原因是不同色光的

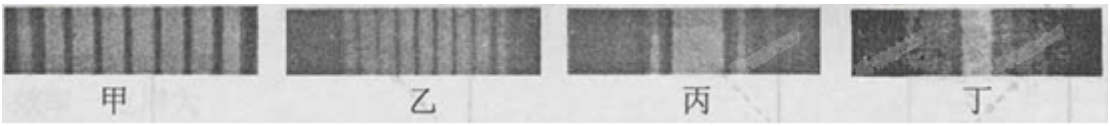
A.传播速度不同　　B.强度不同　　C.振动方向不同　　D.频率不同

【答案】D

【解析】双缝干涉的条纹间距 $\Delta x=l\frac{\lambda}{d}$，$l$ 为双缝到屏的距离，λ 为入射光的波长，d 是双缝的间距。白光通过双缝后对 7 种单色光来讲，只有 λ 有是不同的，所以条纹间距不同，导致 7 种单色光的亮条纹暗条纹交替出现形成彩色条纹，各种色光传播的速度都一样 3×10^{8} m/s，$c=\lambda f$，波长不同即频率不同，D 正确.

【考点定位】双缝干涉的条纹间距

38.(2012·上海卷·T2)下图为红光或紫光通过双缝或单缝所呈现的图样，则(　　)



A.甲为紫光的干涉图样　　B.乙为紫光的干涉图样

C.丙为红光的干涉图样　　D.丁为红光的干涉图样

【答案】B

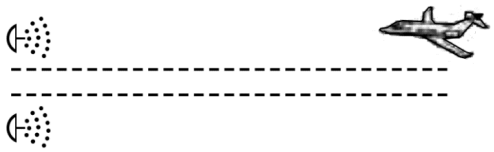
【解析】当单色光通过双缝时形成的干涉图样为等间距的，而通过单缝时的图案是中间宽两边窄的衍射图样，因此甲、乙为干涉图案；而丙、丁为衍射图案。并且红光的波长较长，干涉图样中，相邻条纹间距较大，而紫光的波长较短，干涉图样中相邻条纹间距较小，因此 B 选项正确。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查光的双缝干涉和单缝衍射图样的相关知识

39.(2017·北京卷)物理学原理在现代科技中有许多重要应用。例如，利用波的干涉，可将无线电波的干涉信号用于飞机降落的导航。

如图所示，两个可发射无线电波的天线对称地固定于飞机跑道两侧，它们类似于杨氏干涉实验中的双缝。两天线同时都发出波长为 λ_1 和 λ_2 的无线电波。飞机降落过程中，当接收到 λ_1 和 λ_2 的信号都保持最强时，表明飞机已对准跑道。下列说法正确的是



A.天线发出的两种无线电波必须一样强

B.导航利用了 λ_1 与 λ_2 两种无线电波之间的干涉

C.两种无线电波在空间的强弱分布稳定

D.两种无线电波各自在空间的强弱分布完全重合

【答案】C

【解析】由于两无线电波波源对称分布在跑道两侧，两种波长的无线电波各自发生干涉，在跑道处干涉均加强，两种无线电波各自在空间的强弱分布稳定，但不重合，当接收到的 λ_1 和 λ_2 的信号都保持最强时，表明飞机已对准跑道。由题意，天线发出的两种无线电波不必一样强，A 错误；导航利用了两种波长的无线电波各自的稳定干涉，B 错误；若两种无线电波各自在空间的强弱分布完全重合，则接收到 λ_1 和 λ_2 的信号都保持最强的位置，不一定在跑道上，D 错误；故选 C。

【考点定位】波的干涉

【名师点睛】波长相等的两列波可以产生稳定的干涉，类似双缝干涉实验，在两波源连线的中垂线上干涉始终加强(波程差为零)。

40.(2012·大纲全国卷·T16)在双缝干涉实验中，某同学用黄光作为入射光，为了增大干涉条纹的间距，该同学可以采用的方法有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.改用红光作为入射光　　B.改用蓝光作为入射光

C.增大双缝到屏的距离　　D.增大双缝之间的距离

【答案】AC

【解析】光的干涉现象中，条件间距公式$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，即干涉条纹间距与入射光的波长成正比，与双缝到屏的距离成正比，与双缝间距离成反比。红光波长大于黄光波长，选项 A 正确；蓝光波长小于黄光波长，选项 B 错；增大双缝到屏的距离，选项 C 正确；增大双缝之间的距离，选项 D 错。

【考点定位】本题考查双缝干涉实验

41.(2011·天津卷)甲、乙两单色光分别通过同一双缝干涉装置得到各自的干涉图样，设相邻两个亮条纹的中心距离为Δx，若$\Delta x_{甲}>\Delta x_{乙}$，则下列说法正确的是

A.甲光能发生偏振现象，则乙光不能

B.真空中甲光的波长一定大于乙光的波长

C.甲光的光子能量一定大于乙光的光子能量

D.在同一种均匀介质中甲光的传播速度大于乙光

【答案】BD

【解析】偏振现象是横波特有的现象，甲乙都可以有偏振现象发生，A 错；由$\Delta x_{甲}>\Delta x_{乙}$，$\Delta x=\frac{L}{d}\lambda$可知甲光的波长大于乙光，B 正确；光子能量取决于光子的频率，而光子频率与波长成反比，C 错；波速与波长之间同步变化，D 正确。

【考点定位】光的偏振，波长、波速以及频率的关系

42.(2011·浙江卷)关于波动，下列说法正确的是

A.各种波均会发生偏振现象

B.用白光做单缝衍射与双缝干涉实验，均可看到彩色条纹

C.声波传播过程中，介质中质点的运动速度等于声波的传播速度

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.已知地震波得纵波速度大于横波速度，此性质可用于横波的预警

【答案】BD

【解析】只有横波才能发生偏振现象，故 A 错误；用白光做单缝衍射与双缝衍射，都可以观察到彩色条纹，故 B 正确；声波在传播过程中，介质中质点的速度并不等于声波的传播速度，故 C 错误；已知地震波的纵波波速大于横波波速，此性质可用于横波的预警，故 D 正确。

【考点定位】光的偏振，光的衍射与干涉，声波的传播，横波与纵波

43.(2014·浙江卷·T18)关于下列光学现象，说法正确的是

A.水中蓝光的传播速度比红光快

B.光从空气向射入玻璃时可能发生全反射

C.在岸边观察前方水中的一条鱼，鱼的实际深度比看到的要深

D.分别用蓝光和红光在同一装置上做双缝干涉实验，用红光时得到的条纹间距更宽

【答案】CD

【解析】蓝光的频率大于红光的频率，故水对蓝光的折射率较大，再根据 $v=\frac{c}{n}$ 可得水中蓝光的传播速度比红光慢，所以 A 错误；

光从空气射入玻璃时，是从光疏进入光密介质不可能发生全反射，所以 B 错误；

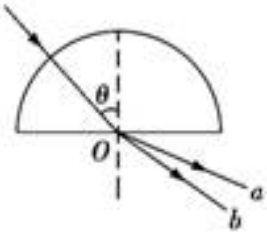
根据光的折射定律可知，在岸边观察前方水中的一条鱼，鱼的实际深度比看到的要深，所以 C 正确；

根据 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 知，同一装置，波长越长条纹间距越宽，故 D 正确。

【考点定位】光的折射率、反射、全反射、双缝干涉

44.(2015·全国新课标II卷·T34(1))如图，一束光沿半径方向射向一块半圆形玻璃砖，在玻璃砖底面上的入射角为 θ，经折射后射出 a、b 两束光线，则

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.在玻璃中，a 光的传播速度小于 b 光的传播速度

B.在真空中，a 光的波长小于 b 光的波长

C.玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率

D.若改变光束的入射方向使 θ 角逐渐变大，则折射光线 a 首先消失

E.分别用 a、b 光在同一个双缝干涉实验装置上做实验，a 光的干涉条纹间距大于 b 光的干涉条纹间距

【答案】ABD

【解析】由图可知：玻璃砖对 *a* 光的折射率大于对 *b* 光的折射率，故 C 错误；在玻璃中，*a* 光的传播速度小于 *b* 光的传播速度，故 A 正确；*a* 光的频率大于 *b* 光的频率,在真空中，*a* 光的波长小于 *b* 光的波长，故 B 正确；若改变光束的入射方向使 *θ* 角逐渐变大，因为 *a* 光的折射率大，则折射光线 *a* 首先消失，故 D 正确；*a* 光的波长小于 *b* 光的波长，分别用 *a*、*b* 光在同一个双缝干涉实验装置上做实验，*a* 光的干涉条纹间距小于 *b* 光的干涉条纹间距，故 E 错误。

【考点定位】光的折射；光的干涉；波长、频率和波速

45.(2016·全国新课标II卷)关于电磁波，下列说法正确的是

A.电磁波在真空中的传播速度与电磁波的频率无关

B.周期性变化的电场和磁场可以相互激发，形成电磁波

C.电磁波在真空中自由传播时，其传播方向与电场强度、磁感应强度均垂直

D.利用电磁波传递信号可以实现无线通信，但电磁波不能通过电缆、光缆传输

E.电磁波可以由电磁振荡产生，若波源的电磁振荡停止，空间的电磁波随即消失

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】ABC

【解析】电磁波在真空中的传播速度即为真空中的光速，与频率无关，选项 A 错误；根据麦克斯韦的电磁场理论，选项 B 正确。电磁波是横波，其传播方向与电场强度、磁感应强度两两垂直，选项 C 正确。电磁波可以通过全反射在光缆中传播，选项 D 错误。波源停止振动，波会继续传播，直到能量为零，选项 E 错误。故选 ABC。

【考点定位】电磁波的产生和传播

46.(2017·江苏卷)接近光速飞行的飞船和地球上各有一只相同的铯原子钟，飞船和地球上的人观测这两只钟的快慢，下列说法正确的有_____.

(A)飞船上的人观测到飞船上的钟较快

(B)飞船上的人观测到飞船上的钟较慢

(C)地球上的人观测到地球上的钟较快

(D)地球上的人观测到地球上的钟较慢

【答案】AC

【解析】飞船相对地球高速运动，所以地球上的人观测飞船上的时钟较慢，而地球相对飞船高速运动，所以飞船上的人认为地球上的时钟较慢，所以 A、C 正确；B、D 错误.

【考点定位】狭义相对论

【名师点睛】本题主要考查狭义相对论时间间隔的相对性，注意运动的相对的，飞船相对地球高速运动，地球也相对飞船高速运动.

47.(2017·新课标II卷·T34(1))(5 分)在双缝干涉实验中，用绿色激光照射在双缝上，在缝后的屏幕上显示出干涉图样。若要增大干涉图样中两相邻亮条纹的间距，可选用的方法是_____(选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。

A.改用红色激光　　B.改用蓝色激光

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.减小双缝间距　　D.将屏幕向远离双缝的位置移动

E.将光源向远离双缝的位置移动

【答案】ACD

【解析】根据条纹间距表达式 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 可知：因红光的波长大于绿光的波长，则改用红色激光可增大条纹间距，选项 A 正确；

因蓝光的波长小于绿光的波长，则改用蓝色致光可减小条纹间距，选项 B 错误；

减小双缝间距 d 可增加条纹间距，选项 C 正确；

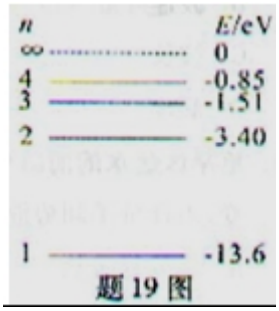
将屏幕向远离双缝的位置移动，即增加 *l* 可使条纹间距变大，选项 D 正确；

光源与双缝间的距离不影响条纹间距，选项 E 错误，故选 ACD。

【考点定位】双缝干涉

【名师点睛】此题考查双缝干涉中条纹间距的影响因素；关键是理解实验原理，知道干涉条纹间距的表达式 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，题目较简单。

48.(2010·重庆卷·T19)氢原子部分能级示意图如题 19 所示，不同色光的光子能量如下表所示。



题 19 图

色光	赤	橙	黄	绿	蓝—靛	紫
光子能量范围(eV)	1.61~2.00	2.00~2.07	2.07~2.14	2.14~2.53	2.53~2.76	2.76~3.10

处于某激发态的氢原子，发射的光的谱线在可见光范围内仅有 2 条，其颜色分别为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.红、蓝-靛

B.黄、绿

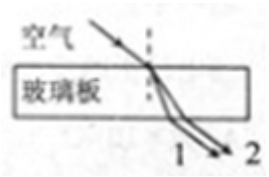
C.红、紫

D.蓝-靛、紫

【答案】

【解析】本题考查波尔理论和分析表格获取倍息的能力。由波尔理论知若 n＝5，则能级的能量为－0.54V，当氢原子从 n＝5 的激发态向低能级跃迁时，有 3 种光子是可见光，n 越大，是可见光的种数越多，当 n＝4 时，刚好有两种光是可见的，对应的能量分别为－0.85－(－3.40)＝2.55eV 和－1.51－(－3.40)＝l.89eV，再对照表格知 A 项对。

49.(2010·全国Ⅱ卷·T20)频率不同的两束单色光 1 和 2 以相同的入射角从同一点射入一厚玻璃板后，其光路如右图所示，下列说法正确的是



A.单色光 1 的波长小于单色光 2 的波长

B.在玻璃中单色光 1 的传播速度大于单色光 2 的传播速度

C.单色光 1 通过玻璃板所需的时间小于单色光 2 通过玻璃板所需的时间

D.单色光 1 从玻璃到空气的全反射临界角小于单色光 2 从玻璃到空气的全反射临界角

【答案】AD

【解析】由折射光路知，1 光线的折射率大，频率大，波长小，在介质中的传播速度小，产生全反射的临界角小，AD 对，B 错。$n=\frac{\sin i}{\sin r}$，在玻璃中传播的距

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

离为$l=\frac{d}{\cos r}$，传播速度$v=\frac{c}{n}$，所以光的传播时间为$t=\frac{l}{v}=\frac{d\sin i}{c\sin r\cos r}=\frac{2d\sin i}{c\sin 2r}$，1 光线的折射角小所经历的时间长，故 C 错误。

50.(2010·上海卷·T7)电磁波包含了γ射线、红外线、紫外线、无线电波等，按波长由长到短的排列顺序是

A.无线电波、红外线、紫外线、γ射线

B.红外线、无线电波、γ射线、紫外线

C.γ射线、红外线、紫外线、无线电波

D.紫外线、无线电波、γ射线、红外线

【解析】A

本题考查电磁波普。难度：易。

51.(2010·天津卷·T1)下列关于电磁波的说法正确的是

A.均匀变化的磁场能够在空间产生电场　　B.电磁波在真空和介质中传播速度相同

C.只要有电场和磁场，就能产生电磁波　　D.电磁波在同种介质中只能沿直线传播

【答案】A

【解析】本题考查的是电磁波内容。电磁波其实就是电磁场在空间的相互激发和传播。在真空中传播速度最大等于光速，在其它介质中速度小于光速，既然是波，就具有波衍射的特性，所以 B、D 项错误;但只有变化的电场周围会产生磁场，变化的磁场周围会产生电场，如果是均匀变化，周围激发的是恒定的场，所以 C 项错误，A 项正确.

52.(2010·江苏卷·TB)(1)激光具有相干性好，平行度好、亮度高等特点，在科学技术和日常生活中应用广泛。下面关于激光的叙述正确的是_____

(A)激光是纵波

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(B)频率相同的激光在不同介质中的波长相同

(C)两束频率不同的激光能产生干涉现象

(D)利用激光平行度好的特点可以测量月球到地球的距离

53.(2010·北京卷·T14)对于红、黄、绿、蓝四种单色光，下列表述正确的是

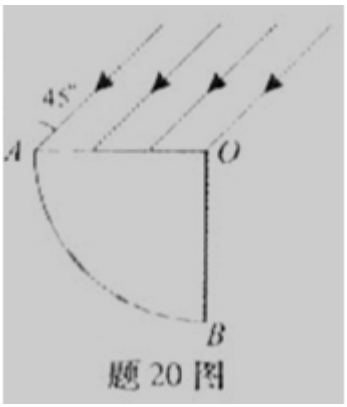
A.在相同介质中，绿光的折射率最大　　B.红光的频率最高

C.在相同介质中，蓝光的波长最短　　D.黄光光子的能量最小

【答案】C

【解析】红、黄、绿、蓝四种单色光的频率依次增大，光从真空进入介质频率不变，B 错。由色散现象同一介质对频率大的光有大的折射率，A 错。频率大的光在真空中和介质中的波长都小，蓝光的波长最短，C 正确。频率大，光子能量大，D 错。

54.(2010·重庆卷·T20)如题 20 图所示，空气中有一折射率为$\sqrt{2}$的玻璃柱体，其横截而是圆心角为 90°，、半径为 R 的扇形 OAB、一束平行光平行于横截面，以 45°入射角射到 OA 上，OB 不透光，若考虑首次入射到圆弧$\overset{\frown}{AB}$上的光，则$\overset{\frown}{AB}$上有光透出的部分的弧长为



题 20 图

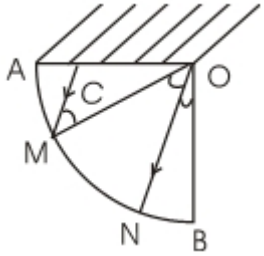
A.1/6 πR　　B.1/4πR

C.1/3 πR　　D.5/12 πR

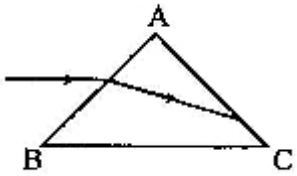
【答案】B

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】本题考查几何光学的作图，光的折射定律，全反射定律等知识点。由折射定律知$\frac{\sin 45^0}{\sin\gamma}=n=\sqrt{2}$，解得γ=30°。则折射角为30°，过圆心的光线是临界光线，此时的折射光线ON和OB夹角就是折射角，还要考虑到全反射的情况，如图所示，射到M点的光线的入射角为临界角C=45°，则射到AM弧上的光线发生了全反射，那么照亮弧对应的圆心角为45°，长度为$2\pi R\times\frac{1}{8}=\frac{\pi R}{4}$，B项对。



55.(2010·新课标Ⅰ卷·T34(1))如图，一个三棱镜的截面为等腰直角△ABC，∠A为直角。此截面所在平面内的光线沿平行于BC边的方向射到AB边，进入棱镜后直接射到AC边上，并刚好能发生全反射。该棱镜材料的折射率为_____。(填入正确选项前的字母)



A.$\frac{\sqrt{6}}{2}$　　B.$\sqrt{2}$　　C.$\frac{3}{2}$　　D.$\sqrt{3}$

非选择题：

56.(2019•江苏卷•T19)将两支铅笔并排放在一起，中间留一条狭缝，通过这条狭缝去看与其平行的日光灯，能观察到彩色条纹，这是由于光的_____(选填“折射”“干涉”或“衍射”).当缝

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

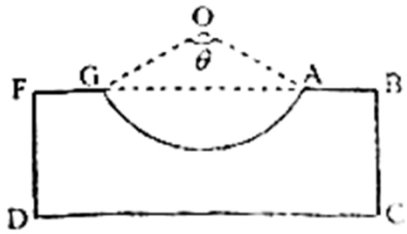
的宽度_____(选填“远大于”或“接近”)光波的波长时，这种现象十分明显.

【答案】(1)衍射　　(2)接近

【解析】

通过两支铅笔中间的缝能看到彩色条纹，说明光绕过缝而到人的眼睛，所以这是由于光的衍射现象，由发生明显衍射条件可知，当缝的宽度与光波的波长接近或比光波的波长少得多时能发生明显衍射现象；

57.(2019•海南卷•T18)一透明材料制成的圆柱体的上底面中央有一球形凹陷，凹面与圆柱体下底面可透光，表面其余部分均涂有遮光材料。过圆柱体对称轴线的截面如图所示。O 点是球形凹陷的球心，半径 OA 与 OG 夹角 θ=120°。平行光沿轴线方向向下入射时，从凹面边缘 A 点入射的光线经折射后，恰好由下底面上 C 点射出。已知 $AB=FG=1\text{cm}$，$BC=\sqrt{3}\text{cm}$，OA=2cm。



(i)求此透明材料的折射率；

(ii)撤去平行光，将一点光源置于球心 O 点处，求下底面上有光出射的圆形区域的半径(不考虑侧面的反射光及多次反射的影响)。

【答案】(i)$\sqrt{3}$　　(ii)$\dfrac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}\text{cm}$

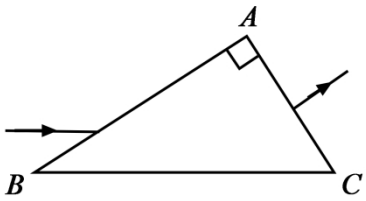
【解析】(i)通过几何关系求得，入射角 60°，折射角 30°，$n=\dfrac{\sin i}{\sin r}=\sqrt{3}$

(ii)点光源处在球心，在进入介质的时候不会折射，当光线从 CD 面射向空气，刚好发生全反射时，入射角为临界角 C。

$\sin C=\dfrac{1}{n}$；$\tan C=\dfrac{1}{\sqrt{n^2-1}}$；$OC=\sqrt{3}+1$；$R=OC\tan C=\dfrac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

58.(2019•全国Ⅲ卷•T16)如图，直角三角形 ABC 为一棱镜的横截面，$\angle A=90°$，$\angle B=30°$。一束光线平行于底边 BC 射到 AB 边上并进入棱镜，然后垂直于 AC 边射出。



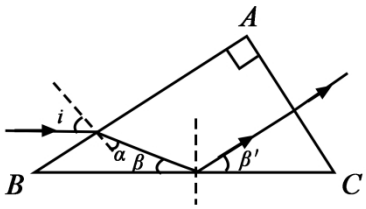
(1)求棱镜的折射率；

(2)保持 AB 边上的入射点不变，逐渐减小入射角，直到 BC 边上恰好有光线射出。求此时 AB 边上入射角的正弦。

【答案】(1)$\sqrt{3}$；(2)$\sin i'=\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}$

【解析】

(1)光路图及相关量如图所示。光束在 AB 边上折射，由折射定律得



$\frac{\sin i}{\sin\alpha}=n$ ①

式中 n 是棱镜的折射率。由几何关系可知 $\alpha+\beta=60°$②

由几何关系和反射定律得 $\beta+\beta'=\angle B$ ③

联立①②③式，并代入 $i=60°$得 $n=\sqrt{3}$ ④

(2)设改变后的入射角为i'，折射角为α'，由折射定律得 $\frac{\sin i'}{\sin\alpha'}=n$⑤

依题意，光束在 BC 边上的入射角为全反射的临界角 θ_c，且 $\sin\theta_c=\frac{1}{n}$ ⑥

由几何关系得 $\theta_c=\alpha'+30°$ ⑦

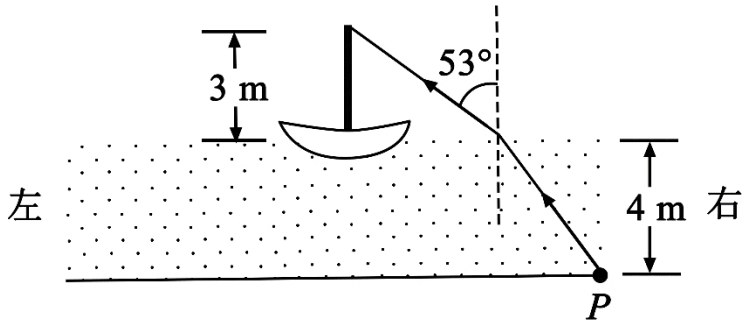
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由④⑤⑥⑦式得入射角的正弦为 $\sin i'=\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}$ ⑧

59.(2019•全国Ⅰ卷•T16)如图，一般帆船静止在湖面上，帆船的竖直桅杆顶端高出水面 3 m。距水面 4 m 的湖底 P 点发出的激光束，从水面出射后恰好照射到桅杆顶端，该出射光束与竖直方向的夹角为 53°(取 sin53°=0.8)。已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$

(1)求桅杆到 P 点的水平距离；

(2)船向左行驶一段距离后停止，调整由 P 点发出的激光束方向，当其与竖直方向夹角为 45° 时，从水面射出后仍然照射在桅杆顶端，求船行驶的距离。



【答案】(1)7m　　(2)5.5m

【解析】

①设光束从水面射出的点到桅杆的水平距离为 x_1，到 P 点的水平距离为 x_2，桅杆高度为 h_1，P 点处水深为 h_2；激光束在水中与竖直方向的夹角为 θ，由几何关系有

$$\frac{x_1}{h_1}=\tan 53^\circ$$

$$\frac{x_2}{h_2}=\tan\theta$$

由折射定律有：$\sin 53^\circ = n\sin\theta$

设桅杆到 P 点的水平距离为 x

则 $x=x_1+x_2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立方程并代入数据得：$x=7\text{m}$

②设激光束在水中与竖直方向的夹角为45°时，从水面出射的方向与竖直方向夹角为i'

由折射定律有：$\sin i'=n\sin 45^\circ$

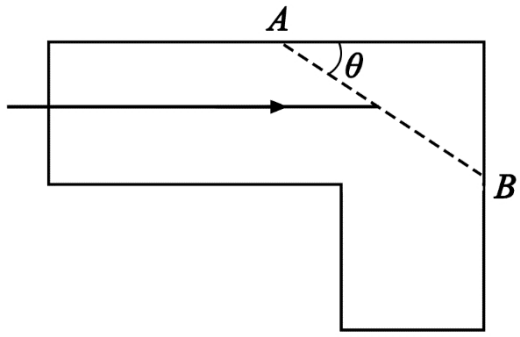
设船向左行驶的距离为x'，此时光束从水面射出的点到桅杆的水平距离为x_1'，到 P 点的水平距离为x_2'，则：$x_1'+x_2'=x'+x$

$$\frac{x_1'}{h_1}=\tan i'$$

$$\frac{x_2'}{h_2}=\tan 45^\circ$$

联立方程并代入数据得：$x'=\left(6\sqrt{2}-3\right)\text{m}\approx 5.5\text{m}$

60.(2019•江苏卷•T20)如图所示，某 L 形透明材料的折射率 n=2.现沿 AB 方向切去一角，AB 与水平方向的夹角为 θ.为使水平方向的光线射到 AB 面时不会射入空气，求 θ 的最大值.



【答案】$\theta=60^\circ$

【解析】

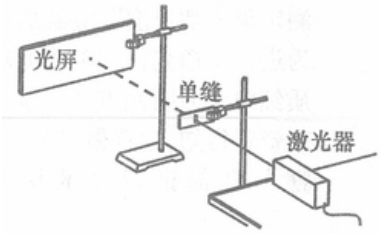
要使光线不会射入空气，即发生全反射，设临界角为 C，即有：$\sin C=\frac{1}{n}$

由几何关系得：$C+\theta=90^\circ$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立解得：$\theta = 60^{\circ}$ 。

61.(2014·上海卷·T26) 如图，在“观察光的衍射现象”实验中，保持缝到光屏的距离不变，增加缝宽，屏上衍射条纹间距将_____ (选填：“增大”、“减小”或“不变”)；该现象表明，光沿直线传播只是一种近似规律，只有在_____情况下，光才可以看作是沿直线传播的。

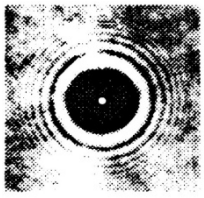


【答案】减小　光的波长比障碍物小的多

【解析】缝隙越窄，条纹宽度越小，衍射条纹越宽，衍射现象越明显，当增加缝宽时，衍射条纹变窄，条纹间距变小。当条纹足够宽时，几乎看不到条纹，衍射不明显，所以只有在光的波长比障碍物小的多时才可以把光的传播看做直线传播。

【考点定位】单缝衍射

62.(2011·上海卷)如图，当用激光照射直径小于激光束的不透明圆盘时，在圆盘后屏上的阴影中心出现了一个亮斑。这是光的_____(填“干涉”、“衍射”或“直线传播”)现象，这一实验支持了光的_____(填“波动说”、“微粒说”或“光子说”)。



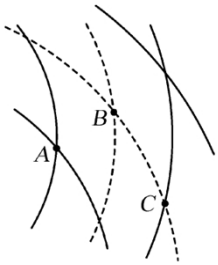
【答案】衍射；波动说

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】当用激光照射直径小于激光束的不透明圆盘时，在圆盘后屏上的阴影中心出现了一个亮斑，亮斑的周围是明暗相间的环状衍射条纹.这就是泊松亮斑，是激光绕过不透光的圆盘发生衍射形成的.泊松最初做本实验的目的是推翻光的波动性，而实验结果却证明了光的波动性.

【考点定位】光的衍射，光的波动性

63.(2016·江苏卷)杨氏干涉实验证明光的确是一种波，一束单色光投射在两条相距很近的狭缝上，两狭缝就成了两个光源，它们发出的光波满足干涉的必要条件，则两列光的_____相同.如图所示，在这两列光波相遇的区域中，实线表示波峰，虚线表示波谷，如果放置光屏，在_____(选填“A”、“B”或“C”)点会出现暗条纹.



【答案】频率　C

【解析】产生稳定干涉图样的条件是两束光的频率相同，A、B 两点为振动加强点，出现明条纹，C 点波峰与波谷相遇振动减弱，为暗条纹.

【考点定位】光的干涉

【方法技巧】掌握产生稳定干涉图样的条件，加强区、减弱区的位置条件。

64.(2015·全国新课标I卷·T34(1))在双缝干涉实验中，分布用红色和绿色的激光照射同一双缝，在双缝后的屏幕上，红光的干涉条纹间距 Δx_1 与绿光的干涉条纹间距 Δx_2 相比 Δx_1 _____ Δx_2 .(填“>”“<”或“=”)。若实验中红光的波长为 630nm，双缝到屏幕的距离为 1m，测得第一条到第 6 条亮条纹中心间的距离为 10.5mm，则双缝之间的距离为_____mm。

【答案】＞　0.3

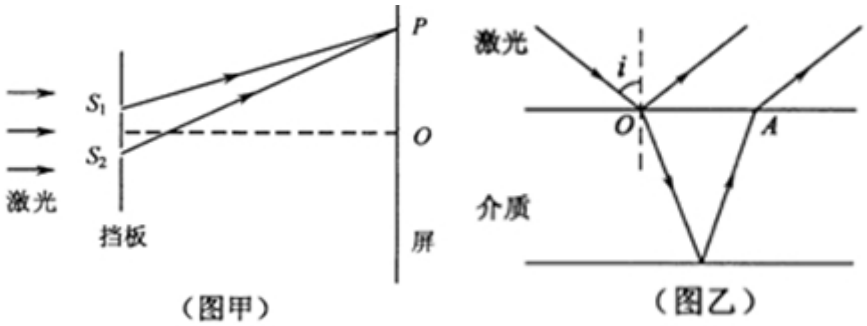
【解析】双缝干涉条纹间距 $\Delta x=\frac{L\lambda}{d}$，红光波长长，所以红光的双缝干涉条纹间距较大，即

$\Delta x_1>\Delta x_2$。条纹间距根据数据可得 $\Delta x=\frac{10.5mm}{5}=2.1mm=2.1\times10^{-2}m$，根据

$\Delta x=\frac{L\lambda}{d}$ 可得 $d=\frac{L\lambda}{\Delta x}=\frac{1m\times630\times10^{-9}m}{2.1\times10^{-2}m}=3\times10^{-4}m=0.3mm$。

【考点定位】双缝干涉实验

65.(2010·江苏卷·TB) (2)如图甲所示，在杨氏双缝干涉实验中，激光的波长为5.30×10^{-7} m，屏上 P 点距双缝 s_1 和 s_2 的路程差为 7.95×10^{-7} m.则在这里出现的应是___(选填“明条纹”或“暗条纹”)。现改用波长为 6.30×10^{-7} m 的激光进行上述实验，保持其他条件不变，则屏上的条纹间距将_____ (选填“变宽”、“变窄”、或“不变”。



（图甲）

（图乙）

(3)如图乙所示，一束激光从 O 点由空气射入厚度均匀的介质，经下表面反射后，从上面的 A 点射出。已知入射角为 i ，A 与 O 相距 l，介质的折射率为 n，试求介质的厚度 d。

【答案】(1)D　(2)暗条纹；变宽；　(3) $d=\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i}}{2\sin i}l$

【解析】

(1)

A.光是一种电磁波，属于横波；故 A 错误；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.光的不同介质中传播速度不同，频率相同的激光在不同介质中的波长不同；故 B 错误；

C.频率相同的光才能发生干涉现象；故 C 错误；

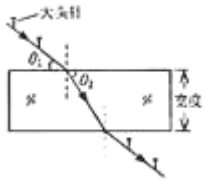
D.激光方向集中，也就是平行度好，可用于测量月球到地球的距离；故 D 正确；

(2)要计算波程差，由 $\frac{7.05}{5.30}=1.5$，是波程差是半波长的奇数倍，是暗条纹。

$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$，λ 变大，△x 变宽；

(3)设折射角为 r，折射定律 $\frac{\sin i}{\sin r}=n$；几何关系 l=2dtanr，解得 $d=\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i}}{2\sin i}l$。

66.(2010·福建卷·T19(1)) (6 分)某同学利用“插针法”测定玻璃的折射率，所用的玻璃砖两面平行。正确操作后，作出的光路图及测出的相关角度如图所示。



①此玻璃的折射率计算式为 n= ____(用图中的 θ_1、θ_2 表示)；②如果有几块宽度大小不同的平行玻璃砖可供选择，为了减小误差，应选用宽度____ (填“大”或“小”)的玻璃砖来测量。

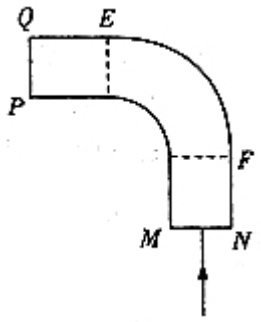
【答案】(1) $\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$ 或 $\frac{\sin(90^0-\theta_1)}{\sin(90^0-\theta_2)}$

【解析】

(1)本题考查测量玻璃的折射率及考生运用数学知识解决物理问题的能力、实验能力。光线在上界面上的入射角为 $90^0-\theta_1$，折射角为 $90^0-\theta_2$，由折射定律 $n=\frac{\sin\left(90^0-\theta_1\right)}{\sin(90^0-\theta_2)}=\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$，采用厚一点的玻璃砖，则折射光线可以画的长一些，折射角的测量误差小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

67.(2010·山东卷·T37) (2)如图所示，一段横截面为正方形的玻璃棒，中间部分弯成四分之一圆弧形状，一细束单色光由 MN 端面的中点垂直射入，恰好能在弧面 EF 上发生全反射，然后垂直 PQ 端面射出。



①求该玻璃棒的折射率。

②若将入射光向 N 端平移，当第一次射到弧面 EF 上时_____(填“能”“不能”或“无法确定能否”)发生全反射。

【答案】①$\sqrt{2}$ ②能

【解析】①如图，临界角 C＝45°，$\sin C=\frac{1}{\sqrt{2}}, n=\sqrt{2}$ 。

②入射角大于临界角，能。

68.(2016·江苏卷)在上述杨氏干涉实验中，若单色光的波长 λ=5.89×10^{-7}m，双缝间的距离 d=1mm，双缝到屏的距离 l=2m.求第 1 个亮条纹到第 11 个亮条纹的中心间距.

【答案】1.178×10^{-2} m

【解析】相邻亮条纹的中心间距 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$

由题意知，亮条纹的数目 n=10

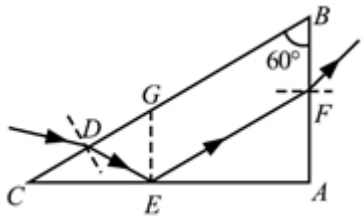
解得 $L=\frac{nl\lambda}{d}$，代入数据得 L=1.178×10^{-2} m

【考点定位】光的双缝干涉

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【方法技巧】重点考查条纹间距的公式$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$。

69.(2018·全国 II 卷·T16)如图，△ABC 是一直角三棱镜的横截面，∠A＝90°，∠B＝60°，一细光束从 BC 边的 D 点折射后，射到 AC 边的 E 点，发生全反射后经 AB 边的 F 点射出。EG 垂直于 AC 交 BC 于 G，D 恰好是 CG 的中点。不计多次反射。



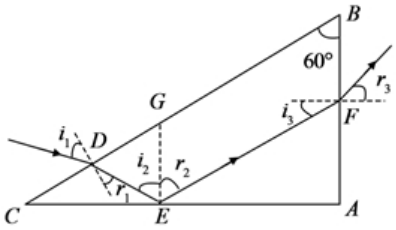
(i)求出射光相对于 D 点的入射光的偏角；

(ii)为实现上述光路，棱镜折射率的取值应在什么范围？

【答案】(1)δ=60°　(2)$\frac{2\sqrt{3}}{3}\leq n\leq 2$

【解析】

(i)光线在 BC 面上折射，由折射定律有



$\sin i_1=n\sin r_1$①

式中，n 为棱镜的折射率，i_1 和 r_1 分别是该光线在 BC 面上的入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射，由反射定律有 $i_2=r_2$②

式中 i_2 和 r_2 分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。光线在 AB 面上发生折射，由折射定律有$n\sin i_3=\sin r_3$③

式中 i_3 和 r_3 分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角。由几何关系得 $i_2=r_2=60°$，$r_1=i_3=30°$④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为 $\delta=(r_1-i_1)+(180°-i_2-r_2)+(r_3-i_3)$⑤

由①②③④⑤式得 $\delta=60°$⑥

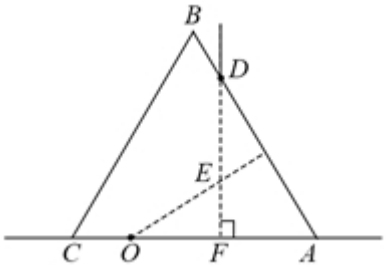
(ii)光线在 AC 面上发生全反射，光线在 AB 面上不发生全反射，有$n\sin i_2 \geq n\sin C > n\sin i_3$⑦

式中 C 是全反射临界角，满足$n\sin C = 1$⑧

由④⑦⑧式知，棱镜的折射率 n 的取值范围应为$\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n \leq 2$⑨

故本题答案是：(1)$\delta=60°$　(2)$\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n \leq 2$

70.(2018·全国 III 卷·T16)如图，某同学在一张水平放置的白纸上画了一个小标记“·”(图中 O 点)，然后用横截面为等边三角形 ABC 的三棱镜压在这个标记上，小标记位于 AC 边上。D 位于 AB 边上，过 D 点做 AC 边的垂线交 AC 于 F。该同学在 D 点正上方向下顺着直线 DF 的方向观察。恰好可以看到小标记的像；过 O 点做 AB 边的垂线交直线 DF 于 E；DE=2 cm，EF=1 cm。求三棱镜的折射率。(不考虑光线在三棱镜中的反射)

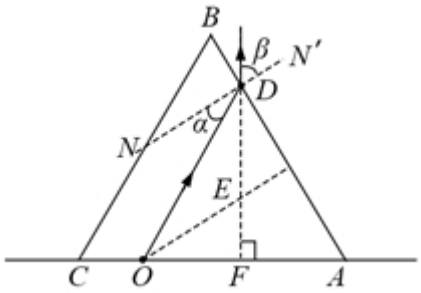


【答案】$\sqrt{3}$

【解析】试题分析　本题考查折射定律、光在三棱镜中传播及其相关的知识点。

解析过 D 点作 AB 边的发现NN'，连接 OD，则$\angle ODN = \alpha$为 O 点发出的光纤在 D 点的入射角；设该光线在 D 点的折射角为 β，如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



根据折射定律有$n\sin\alpha=\sin\beta$①　式中 n 为三棱镜的折射率

由几何关系可知$\angle\beta=60°$②$\angle EOF=30°$③

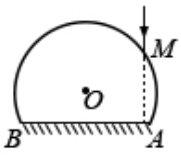
在ΔOEF中有$EF=OE\sin\angle EOF$④

由③④式和题给条件得$OE=2\,\text{cm}$⑤

根据题给条件可知，$\triangle OED$为等腰三角形，有$\alpha=30°$⑥

由①②⑥式得$n=\sqrt{3}$⑦

71.(2016·全国新课标III卷)如图，玻璃球冠的折射率为$\sqrt{3}$，其底面镀银，底面的半径是球半径的$\frac{\sqrt{3}}{2}$倍；在过球心 O 且垂直于底面的平面(纸面)内，有一与底面垂直的光线射到玻璃球冠上的 M 点，该光线的延长线恰好过底面边缘上的 A 点。求该光线从球面射出的方向相对于其初始入射方向的偏角。



【答案】$\beta=180^\circ-\angle ENO=150^\circ$

【解析】设球半径为 R，球冠底面中心为O'，连接OO'，则$OO'\perp AB$，令$\angle OAO'=\alpha$

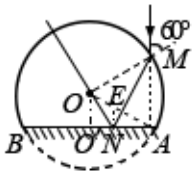
则$\cos\alpha=\frac{O'A}{OA}=\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R}$，即$\alpha=30°$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据题意 MA⊥AB，所以∠OAM=60°

设图中 N 点为光线在球冠内底面上的反射点，所考虑的光线的光路图如图所示，设光线在 M 点的入射角为 i，折射角为 r，在 N 点的入射角为 i'，反射角为 i''，玻璃折射率为 n，由于 $\triangle OAM$ 为等边三角形，有 i=60°

根据折射定律可得 $\sin i = n \sin r$



代入题中条件 $n = \sqrt{3}$ 可得 r＝30°

作底面在 N 点的防线 NE，由于 NE//QM，有 i'＝30°

根据放射定律可得 i''＝30°

连接 ON，由几何关系可知△MAN≌△NOM，故有∠MNO＝60°

故可得∠ENO＝30°

于是∠ENO 为反射角，ON 为反射光线，这一反射光线经球面再次折射后不改变方向。所以，经一次反射后射出玻璃球冠的光线相对于入射光线的偏角 β 为

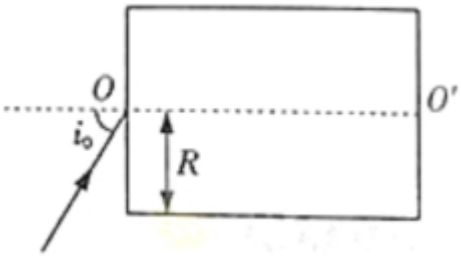
$\beta = 180° - \angle ENO = 150°$

【考点定位】光的折射定律

【方法技巧】解决光学问题的关键要掌握全反射的条件、折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$、临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$、光速公式 $v = \frac{c}{n}$，运用几何知识结合解决这类问题。

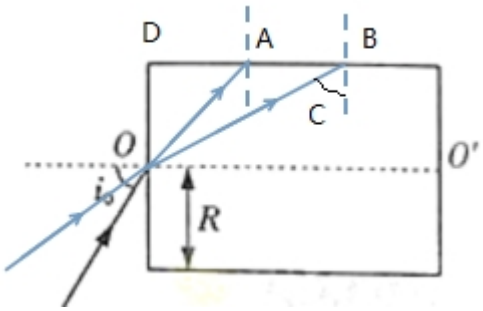
72.(2015·山东卷·T38(2))半径为 R、介质折射率为 n 的透明圆柱体，过其轴线 OO'的截面如图所示。位于截面所在平面内的一细束光线，以角 i_0 由 O 点入射，折射光线由上边界的 A 点射出。当光线在 O 点的入射角减小至某一值时，折射光线在上边界的 B 点恰好发生全反射。求 A、B 两点间的距离。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$d=(\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}-\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i_0}}{\sin i_0})R$

【解析】



当光线在 O 点的入射角为 i_0 时，设折射角为 r_0，由折射定律得：$\frac{\sin i_0}{\sin r_0}=n$ ①

设 AD 间的距离为 d_1，由几何关系得：$\sin r_0=\frac{R}{\sqrt{R^2+d_1^2}}$ ②

若光线在 B 点恰好发生全反射，则在 B 点的入射角恰好等于临界角 C，设 BD 间的距离为 d_2 。

则有：sinC=1/n③

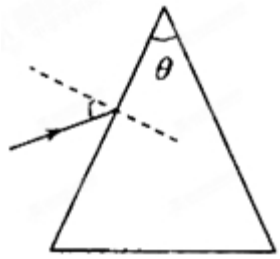
由几何关系得：$\sin C=\frac{d_2}{\sqrt{R^2+d_2^2}}$ ④

则 A、B 两点间的距离为：$d=d_2-d_1$；⑤联立解得：$d=(\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}-\frac{\sqrt{n^2-\sin^2 i_0}}{\sin i_0})R$ ⑥

【考点定位】光的折射定律；全反射.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

73.(2012·海南卷)一玻璃三棱镜，其截面为等腰三角形，顶角 θ 为锐角，折射率为$\sqrt{2}$。现在横截面内有一光线从其左侧面上半部射入棱镜。不考虑棱镜内部的反射。若保持入射线在过入射点的法线的下方一侧(如图)，且要求入射角为任何值的光线都会从棱镜的右侧面射出，则顶角 θ 可在什么范围内取值？



【答案】$0<\theta<45°$

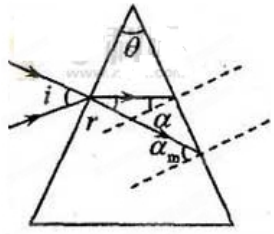
【解析】设入射光线经玻璃折射时，入射角为 i，折射角为 r，射至棱镜右侧面的入射角为 α，根据折射定律得，$sini = nsinr$ ①

由几何关系得，$\theta = \alpha + r$ ②

当 i=0 时，由①知 r=0，α 有最大值 α_m.由②知，$\theta=\alpha_m$.③

同时 α_m 应小于玻璃对空气全反射的临界角，即 $sin\alpha_m<\frac{1}{n}$ ④

由①②③④式及题设条件可知：$0<\theta<45°$.

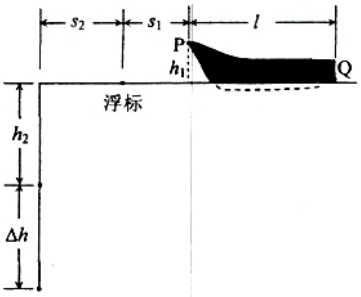


【考点定位】本题考查折射定律、全反射及其相关知识

74.(2011·海南卷)一赛艇停在平静的水面上，赛艇前端有一标记 P 离水面的高度为 h_1=0.6m，尾部下端 Q 略高于水面；赛艇正前方离赛艇前端 s_1=0.8m 处有一浮标，示意如图。一潜水员在浮标前方 s_2=3.0m 处下潜到深度为 h_2=4.0m 时，看到

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

标记刚好被浮标挡住，此处看不到船尾端 Q；继续下潜△h=4.0m，恰好能看见 Q 。求

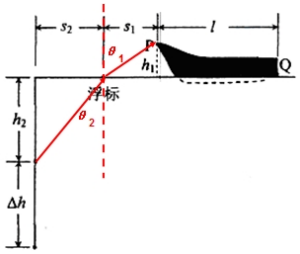


(i)水的折射率 n；

(ii)赛艇的长度 l。(可用根式表示)

【答案】(1)$\frac{4}{3}$　(2)$l=(\frac{24}{7}\sqrt{7}-3.8)m$

【解析】(1)如图所示



水的折射率 $n=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{\frac{s_1}{\sqrt{s_1^2+h_1^2}}}{\frac{s_2}{\sqrt{s_2^2+h_2^2}}}$

$=\frac{s_1\sqrt{s_2^2+h_2^2}}{s_2\sqrt{s_1^2+h_1^2}}=\frac{0.8\times\sqrt{3.0^2+4.0^2}}{3.0\times\sqrt{0.8^2+0.6^2}}=\frac{4}{3}$

(2)潜水员和 Q 点连线与竖直方向的夹角刚好为临界角 C，则：$sinC=\frac{1}{n}=\frac{3}{4}$ ④

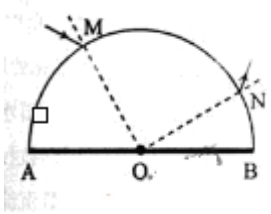
由几何知识解得：$\cot C=\frac{\sqrt{7}}{3},\cot C=\frac{h_2+\Delta h}{s_1+s_2+l}$ ⑤

由④⑤得：$l=(\frac{24}{7}\sqrt{7}-3.8)m$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】光的折射，光的全反射

75.(2011·辽宁卷)一半圆柱形透明物体横截面如图所示，地面 AOB 镀银，O 表示半圆截面的圆心，一束光线在横截面内从 M 点的入射角为 30°，角 MOA=60°，角 NOB=30°。求



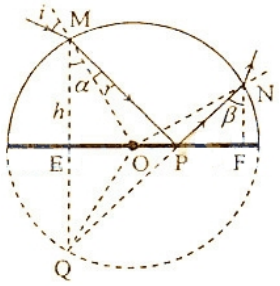
(1)光线在 M 点的折射角；

(2)透明物体的折射率。

【答案】(1)15^0(2) $n=\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2}$

【解析】(1)如图，透明物体内部的光路为折线 MPN，Q、M 点相对于底面 EF 对称，Q、P 和 N 三点共线。

设在 M 点处，光的入射角为 i，折射角的 r，∠OMQ＝a，∠PNF＝β。根据题意有 α＝30^0 ①



由几何关系得，∠PNO＝∠PQO＝r，于是 β+r＝30^0 ②且 a+r＝β ③

由①②③式得 r＝15^0 ④

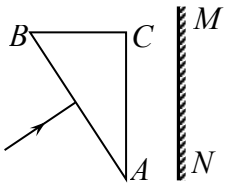
(2)根据折射率公式有 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

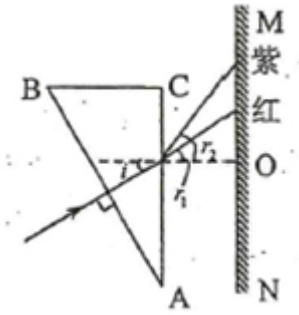
由④⑤式得 $n=\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2}$ ⑥

【考点定位】光的折射

76.(2013·海南卷)如图所示，三棱镜的横截面为直角三角形 ABC，∠A=30°，AC 平行于光屏 MN，与光屏的距离为 L，棱镜对红光的折射率为 n_1，对紫光的折射率为 n_2。一束很细的白光由棱镜的侧面 A、B 垂直射入，直接到达 A、C 面并射出。画出光路示意图，并标出红光和紫光射在光屏上的位置，求红光和紫光在光屏上的位置之间的距离。



【答案】光路图如图所示 $L\left(\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}}-\frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}}\right)$



【解析】光路如图所示。

红光和紫光在 AC 面的入射角相同，设为 i，折射角分别为 r_1 和 r_2，它们射到屏上的置离 O 点的距离分别为 d_1 和 d_2。由折射定律得 $n_1\sin i=\sin r_1$， $n_2\sin i=\sin r_2$

由几何关系得：$i=\angle A$， $d_1=L\tan r_1$， $d_2=L\tan r_2$

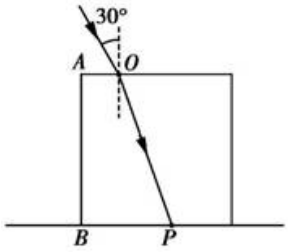
联立以上各式并利用题给条件得，红光和紫光在光屏上的位置之间的距离为

$$d_2-d_1=L\left(\frac{n_2}{\sqrt{4-n_2^2}}-\frac{n_1}{\sqrt{4-n_1^2}}\right)$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】考查光的折射定律。

77.(2015·江苏卷·T12B(3))人造树脂时常用的眼镜片材料，如图所示，光线射在一人造树脂立方体上，经折射后，射在桌面上的P点，已知光线的入射角为30°，OA=5cm，AB=20cm，BP=12cm，求该人造树脂材料的折射率n。



【答案】$n=\frac{\sqrt{449}}{14}$(或n＝1.5)

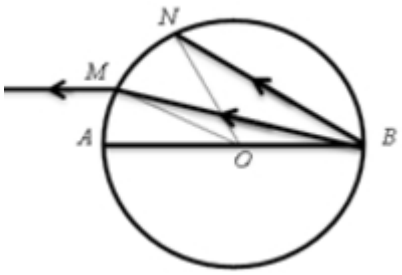
【解析】设折射角为γ，由折射定律是sin30°=nsinγ

由几何关系知$\sin\gamma=\frac{PB-OA}{OP}$，且$OP=\sqrt{(PB-OA)^2+AB^2}$

代入数据得$n=\frac{\sqrt{449}}{14}$(或n＝1.5)

【考点定位】光的折射

78.(2012·山东卷)如图所示，一玻璃球体的半径为 R，O 为球心，AB 为直径。来自 B 点的光线 BM 在 M 点射出。出射光线平行于 AB，另一光线 BN 恰好在 N 点发生全反射。已知∠ABM=30°，求



(1)玻璃的折射率。

(2)球心 O 到 BN 的距离。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $n=\sqrt{3}$ (2) $d=\frac{\sqrt{3}}{3}R$

【解析】(1)已知 $\angle ABM=30°$，由几何关系知入射角 $i=\angle BMO=30°$，折射角 $\beta=60°$

由 $n=\frac{sin\beta}{sini}=\frac{sin60°}{sin30°}=\sqrt{3}$ 。

(2)由题意知临界角 $C=\angle ONB$， $sinC=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，则球心 O 到 BN 的距离

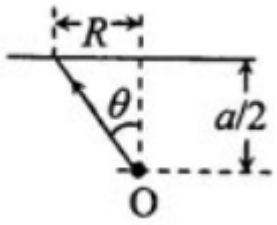
$d=RsinC=\frac{\sqrt{3}}{3}R$ 。

【考点定位】本题考查光的折射、全反射等相关知识

79.(2012·新课标全国卷)一玻璃立方体中心有一点状光源。今在立方体的部分表面镀上不透明薄膜，以致从光源发出的光线只经过一次折射不能透出立方体。已知该玻璃的折射率为 $\sqrt{2}$，求镀膜的面积与立方体表面积之比的最小值。

【答案】$\frac{S'}{S}=\frac{\pi}{4}$

【解析】如图，考虑从玻璃立方体中心 O 点发出的一条光线，假设它斜射到玻璃立方体上表面发生折射。



根据折射定律有 $n\sin\theta=\sin\alpha$ ①

式中，n 是玻璃的折射率，入射角等于 θ，α 是折射角。

现假设 A 点是上表面面积最小的不透明薄膜边缘上的一点。由题意，在 A 点刚好发生全反射，故 $\alpha_A=\frac{\pi}{2}$ ②

设线段 OA 在立方体上表面的投影长为 R_A，由几何关系有 $\sin\theta_A=\frac{R_A}{\sqrt{R_A^2+(\frac{a}{2})^2}}$ ③

式中 a 为玻璃立方体的边长，由①②③式得 $R_A=\frac{a}{2\sqrt{n^2-1}}$ ④

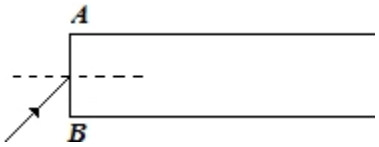
由题给数据得 $R_A=\frac{a}{2}$ ⑤

由题意，上表面所镀的面积最小的不透明薄膜应是半径为 R_A 的圆。所求的镀膜面积 S′与玻璃立方体的表面积 S 之比为 $\frac{S'}{S}=\frac{6\pi R_A^2}{6a^2}$ ⑥

由⑤⑥式得 $\frac{S'}{S}=\frac{\pi}{4}$ ⑦

【考点定位】本题考查光的折射、全反射并与几何知识相联系及其相关知识。

80.(2013·新课标全国卷I)图示为一光导纤维(可简化为一长玻璃丝)的示意图，玻璃丝长为 L，折射率为 n，AB 代表端面。已知光在真空中的传播速度为 C.



(i)为使光线能从玻璃丝的 AB 端面传播到另一端面，求光线在端面 AB 上的入射角应满足的条件；

(ii)求光线从玻璃丝的 AB 端面传播到另一端面所需的最长时间。

【答案】(i)$\sin i\le\sqrt{n^2-1}$ (ii)$t=\frac{n^2L}{c}$

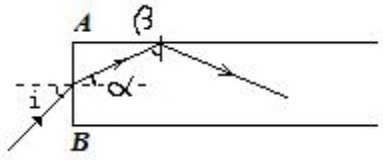
【解析】(i)设入射角为i折射角r，光线到达上界面的入射角为α，全反射临界角为 C，由折射定律 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ ①，由几何关系$r+\alpha=90$ ②

即$\sin r=\cos\alpha$ ③，当$\alpha\ge C$时发生全发射

由因为$\sin C=\frac{1}{n}$④,$\cos\alpha\ge\cos C=\frac{\sqrt{n^2-1}}{n}$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①②③④⑤解得 $\sin i \le \sqrt{n^2-1}$ ⑥



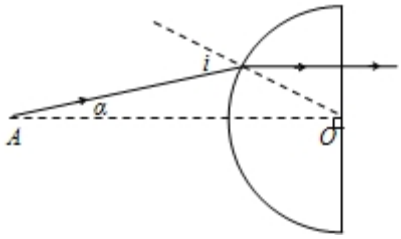
(ii)当折射光线发生全反射后，光在介质中传播的速度 $n=\frac{c}{v}$ ⑦

在介质中传播的距离为 $L'=\frac{L}{\sin\alpha}$ ⑧，α 越小 $\sin\alpha$ 也越小，α 最小等于临界角 C 时光在介质中传播最长的距离 $L_m=\frac{L}{\sin C}=nL$

所以最长时间 $t=\frac{L_m}{v}=\frac{n^2L}{c}$

【考点定位】光的折射定律；全反射.

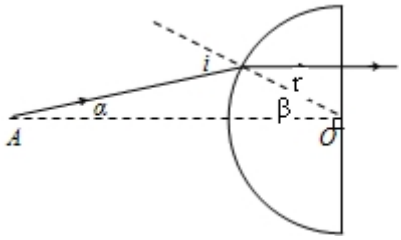
81.(2013·重庆卷)利用半圆柱形玻璃，可减小激光束的发散程度。在题 11(2)图所示的光路中，A 为激光的出射点，O 为半圆柱形玻璃横截面的圆心，AO 过半圆顶点。若某条从 A 点发出的与 AO 成 α 角的光线，以入射角 i 入射到半圆弧上，出射光线平行于 AO，求此玻璃的折射率。



【答案】折射率 $n=\frac{\sin i}{\sin(i-\alpha)}$

【解析】设折射角为 r，根据光路图，利用几何关系可得 $i=r+\alpha$，由折射定律可得，玻璃的折射率 $n=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{\sin i}{\sin(i-\alpha)}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】光的折射定律，折射率的计算。

82.(2014·新课标全国卷II)一厚度为 h 的大平板玻璃水平放置，其下表面贴有一半径为 r 的圆形发光面。在玻璃板上表面放置一半径为 R 的圆纸片，圆纸片与圆形发光面的中心在同一竖直线上。已知圆纸片恰好能完全挡住从圆形发光面发出的光线(不考虑反射)，求平板玻璃的折射率。

【答案】$\sqrt{1+(\frac{h}{R-r})^2}$

【解析】如图，考虑从圆形发光面边缘的 A 点发出的一条光线，假设它斜射到玻璃上表面的 A'点折射，根据折射定律有:$n\sin\theta=\sin\alpha$ ①

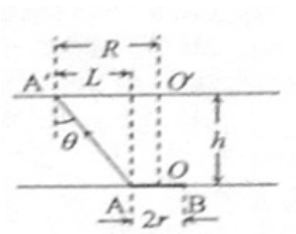
式中，n 是玻璃的折射率，θ 是入射角，α 是折射角

现假设 A'恰好在纸片边缘，由题意，在 A'刚好发生全反射，故$\alpha=\frac{\pi}{2}$②

设 AA'线段在玻璃上表面的投影长为 L，由几何关系有：$\sin\theta=\frac{L}{\sqrt{L^2+h^2}}$③

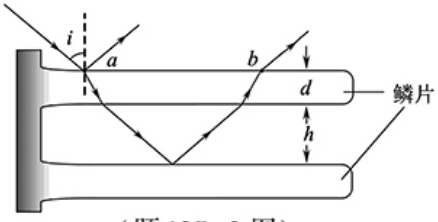
由题意纸片的半径应为：R=L+r ④

联立以上各式可得：$n=\sqrt{1+(\frac{h}{R-r})^2}$ ⑤



【考点定位】光的折射定律及全反射。

83.(2014·江苏卷·T12B(2))Morpho 蝴蝶的翅膀在阳光的照射下呈现出闪亮耀眼的蓝色光芒，这是因为光照射到翅膀的鳞片上发生了干涉。电子显微镜下鳞片结构的示意图见题 12B-2 图。一束光以入射角 i 从 a 点入射，经过折射和反射后从 b 点出射。设鳞片的折射率为 n，厚度为 d，两片之间空气层厚度为 h。取光在空气中的速度为 c，求光从 a 到 b 所需的时间 t。



（题 12B-2 图）

【答案】$\frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2-\sin^2 i}}+\frac{2h}{c\cos i}$

【解析】①应从单摆运动到最低点开始计时时，此位置容易判断，计时误差较小②为了减小偶然误差，可以多次测量多次全振动的时间，然后取平均值求周期。

(3)设光在鳞片中的折射角为γ,折射定律$\sin i = n\sin\gamma$

在鳞片中传播的路程$l_1 = \frac{2d}{\cos\gamma}$，传播速度$v = \frac{c}{n}$，传播时间$t_1 = \frac{l_1}{v}$

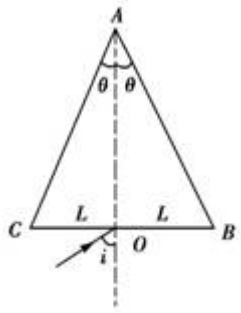
解得$t_1 = \frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}$，同理在空气中传播的时间$t_2 = \frac{2h}{c\cos i}$

$t = t_1 + t_2 = \frac{2n^2d}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} + \frac{2h}{c\cos i}$

【考点定位】本题主要考查了折射定律的应用问题，属于中档偏低题。

84.(2014·山东卷)如图所示，三角形 ABC 为某透明介质的横截面，O 为 BC 边的中点，位于截面所在平面内的一束光线自 O 以角度 i 入射，第一次到达 AB 边恰好发生全反射。已知$\theta = 15^0$，BC 边长为 2L，该介质的折射率为$\sqrt{2}$。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

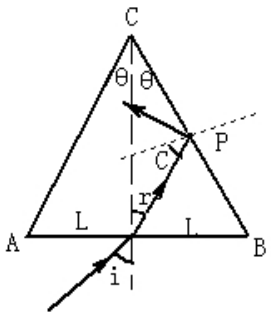


(i)入射角 i

(ii)从入射到发生第一次全反射所用的时间(设光在真空中的速度为 c，可能用到：$\sin 75^0 = \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{4}$ 或 $\tan 15^0 = 2-\sqrt{3}$)。

【答案】(i) 45^0；(ii) $\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2c}L$

【解析】



(i)根据全反射规律可知，光线在 AB 面上 P 点的入射角等于临界角 C，由折射定律得 $\sin C = \frac{1}{n}$ ①

代入数据得 $C = 45^0$ ②

设光线在 BC 面上的折射角为 r，由几何关系得 $r = 30^0$ ③

根据光的折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ④

联立③④式代入数据得 $i = 45^0$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

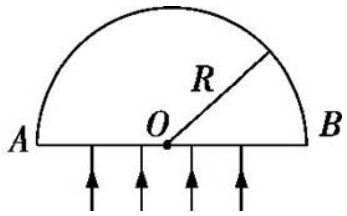
(ii)在ΔOPB中，根据正弦定理得$\frac{\overline{OP}}{\sin 75^0}=\frac{L}{\sin 45^0}$ ⑥

设所用时间为t，光线在介质中的速度为v，得$\overline{OP}=vt$ ⑦$v=\frac{c}{n}$ ⑧

联立⑥⑦⑧式，代入数据得$t=\frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2c}L$ ⑨

【考点定位】光的折射，正弦定律

85.(2014·新课标全国卷I)一个半圆形玻璃砖，某横截面半径为R的半圆，AB为半圆的直径。O为圆心，如图所示，玻璃的折射率为$n=\sqrt{2}$.



(i)一束平行光垂直射向玻璃砖的下表面，若光线到达上表面后，都能从该表面射出，则入射光束在AB上的最大宽度为多少？

(ii)一细束光线在O点左侧与O相距$\frac{\sqrt{3}}{2}R$处垂直于AB从下方入射，求此光线从玻璃砖射出点的位置。

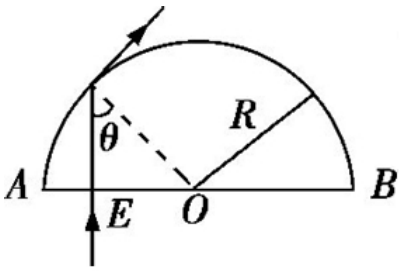
【答案】(i)$d=\sqrt{2}R$(ii)右侧与O相距$\frac{\sqrt{3}}{2}R$

【解析】(i)光线垂直AB面入射后传播方向不变，在圆弧面发生折射，射入射角为θ，如图(1)所示

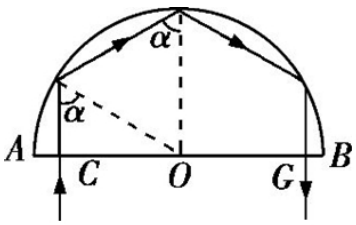
出射时发生全反射的临界角$\sin\theta=\frac{1}{n}$，即可得$\theta=45^\circ$

根据对称性可得入射光的宽度$d=2R\sin 45^\circ=\sqrt{2}R$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图(1)



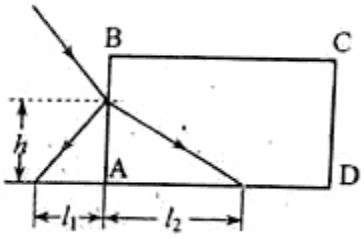
图(2)

(ii)由于$\frac{\sqrt{3}}{2}R > R\sin 45^\circ$所以一细束光线在 O 点左侧与 O 相距$\frac{\sqrt{3}}{2}R$处垂直于 AB 从下方入射后在圆弧面发生全反射，根据几何关系可得入射角$\sin\alpha = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{3}}{2}$，即$\alpha = 60^\circ$

在圆弧面反射后根据几何关系入射角仍为$\alpha = 60^\circ$，由此发生第三次反射，如图(2)所示，根据几何关系，可得$OG = OC = \frac{\sqrt{3}}{2}R$，所以出射点在 O 点右侧$\frac{\sqrt{3}}{2}R$处。

【考点定位】光的折射全反射

86.(2014·海南卷)如图，矩形 ABCD 为一水平放置的玻璃砖的截面，在截面所在平面内有一细束激光照射玻璃砖，入射点距底面的高度为 h，反射光线和折射光线的底面所在平面的交点到 AB 的距离分别为 l_1 和 l_2。在截面所在平面内，改变激光束在 AB 面上入射点的高度和入射角的大小，当折射光线与底面的交点到 AB 的距离为 l_3 时，光线恰好不能从底面射出。求此时入射点距底面的高度 H。



【答案】$H = \sqrt{\frac{l_2^2 - l_1^2}{l_1^2 + h^2}}l_3$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设玻璃砖的折射率为 n，入射角和反射角为 θ_1，折射角为 θ_2，

由光的折射定律 $n=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

根据几何关系，有 $\sin\theta_1=\frac{h}{\sqrt{l_1^2+h^2}}$　　$\sin\theta_2=\frac{h}{\sqrt{l_2^2+h^2}}$

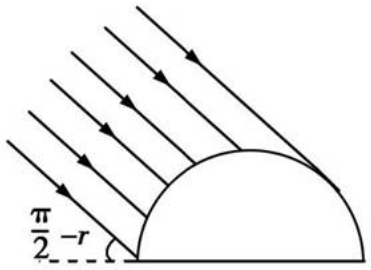
联立以上各式得 $n=\sqrt{\frac{l_2^2+h^2}{l_1^2+h^2}}$

根据题意，折射光线在某一点刚好无法从底面射出，此时发生全反射。设在底面发生全反射时的入射角为 θ_3，有 $\sin\theta_3=\frac{1}{n}$　由几何关系得 $\sin\theta_3=\frac{l_3}{\sqrt{l_3^2+H^2}}$

联立可得 $H=\sqrt{\frac{l_2^2-l_1^2}{l_1^2+h^2}}l_3$

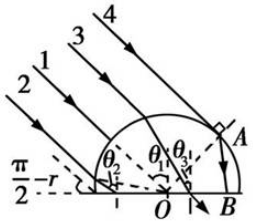
考点：光的折射

87.(2015·海南卷·T16(2))一半径为 R 的半圆形玻璃砖，横截面如图所示。已知玻璃的全反射临界角 r($r<\frac{\pi}{3}$)。与玻璃砖的底平面成($\frac{\pi}{2}-r$)角度、且与玻璃砖横截面平行的平行光射到玻璃砖的半圆柱面上。经柱面折射后，有部分光(包括与柱面相切的入射光)能直接从玻璃砖底面射出。若忽略经半圆柱内表面反射后射出的光，求底面透光部分的宽度。



【答案】$OE=R\sin r$

【解析】

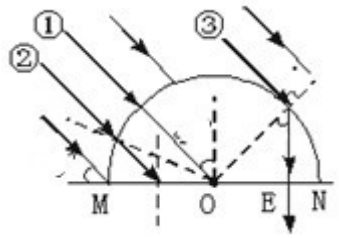


光路图如图所示，沿半径方向射入玻璃砖的光线，即光线①射到 *MN* 上时，根据几何知识入射角恰好等于临界角，即恰好在圆心 O 处发生全反射，光线①左侧的光线，经球面折射后，射到 *MN* 上的角一定大于临界角，即在 *MN* 上发生全反射，不能射出，光线①右侧的光线射到 *MN* 上的角小于临界角，可以射出，如图光线③与球面相切，入射角 $\theta_1=90^0$，从 *MN* 上垂直射出，

根据折射定律可得 $\sin\theta_2=\frac{\sin\theta_1}{n}$，

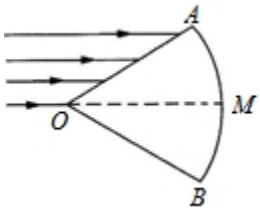
根据全反射定律 $n=\frac{1}{\sin r}$，两式联立解得 $\theta_2=r$

根据几何知识，底面透光部分的宽度 $OE=R\sin r$



【考点定位】光的折射全反射

88.(2011·山东卷)如图所示，扇形 AOB 为透明柱状介质的横截面，圆心角∠AOB=60°。一束平行于角平分线 OM 的单色光由 OA 射入介质，经 OA 折射的光线恰平行于 OB。



(1)求介质的折射率。

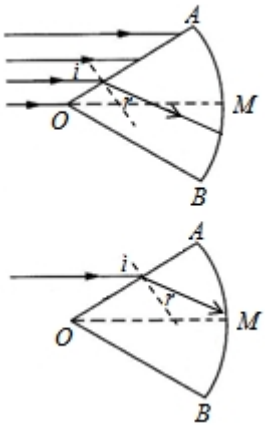
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)折射光线中恰好射到 M 点的光线_____(填“能”或“不能”)发生全反射。

【答案】(1)n=$\sqrt{3}$ (2)不能

【解析】(1)由几何知识可知，入射角 i=60°，折射角 r=30°

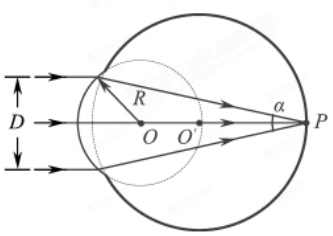
根据折射定律得：n=sini/sinr，代入数据解得 n=$\sqrt{3}$ 。



(2)由图中几何关系可知，折射光线中恰好射到 M 点的光线，在 M 点的入射角仍为 30°，小于临界角 arcsin($\sqrt{3}$ /3)，不能发生全反射。

【考点定位】光的折射，全反射

89.(2017·江苏卷)人的眼球可简化为如图所示的模型，折射率相同、半径不同的两个球体共轴，平行光束宽度为 D，对称地沿轴线方向射入半径为 R 的小球，会聚在轴线上的 P 点.取球体的折射率为$\sqrt{2}$，且 D=$\sqrt{2}$ R，求光线的会聚角 α.(示意图未按比例画出)



【答案】30°

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由几何关系 $\sin i=\frac{D}{2R}$，解得 $i=45°$

则由折射定律 $\frac{\sin i}{\sin \gamma}=n$，解得 $\gamma=30°$

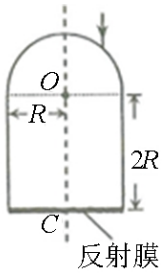
且 $i=\gamma+\frac{\alpha}{2}$，解得 $\alpha=30°$

【考点定位】光的折射、反射

【名师点睛】几何光学的问题，画出光路图，剩下的就是平面几何，找边角关系

.

90.(2017·新课标I卷)(10 分)如图，一玻璃工件的上半部是半径为 R 的半球体，O 点为球心；下半部是半径为 R、高位 2R 的圆柱体，圆柱体底面镀有反射膜。有一平行于中心轴 OC 的光线从半球面射入，该光线与 OC 之间的距离为 0.6R。已知最后从半球面射出的光线恰好与入射光线平行(不考虑多次反射)。求该玻璃的折射率。



【答案】 $n=\sqrt{2.05}\approx 1.43$

【解析】如图，根据光路的对称性和光路可逆性，与入射光线相对于 OC 轴对称的出射光线一定与入射光线平行。这样，从半球面射入的折射光线，将从圆柱体底面中心 C 点反射。

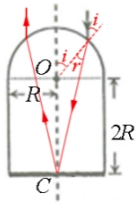
设光线在半球面的入射角为 i，折射角为 r。由折射定律有 $\sin i=n\sin r$ ①

由正弦定理有 $\frac{\sin r}{2R}=\frac{\sin(i-r)}{R}$ ②

由几何关系,入射点的法线与OC的夹角为i。由题设条件和几何关系有 $\sin i=\frac{L}{R}$ ③

式中L是入射光线与OC的距离。由②③式和题给数据得 $\sin r=\frac{6}{\sqrt{205}}$ ④

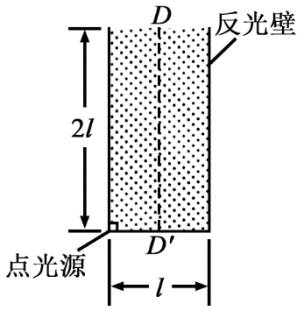
由①③④式和题给数据得 $n=\sqrt{2.05}\approx 1.43$ ⑤



【考点定位】光的折射

【名师点睛】本题的关键条件是出射光线与入射光线平行，依据这个画出光路图，剩下就是平面几何的运算了。

91.(2017·新课标II卷)(10分)一直桶状容器的高为2l，底面是边长为l的正方形；容器内装满某种透明液体，过容器中心轴DD′、垂直于左右两侧面的剖面图如图所示。容器右侧内壁涂有反光材料，其他内壁涂有吸光材料。在剖面的左下角处有一点光源，已知由液体上表面的D点射出的两束光线相互垂直，求该液体的折射率。

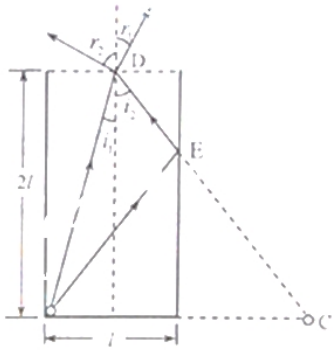


【答案】1.55

【解析】设从光源发出直射到D点的光线的入射角为 i_1，折射角为 r_1，在剖面内做光源相对于反光壁的镜像对称点C，连接CD，交反光壁于E点，由光源射向

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

E 点的光线，反射后沿 ED 射向 D 点；光线在 D 点的入射角为 i_2，折射角为 r_2，如图所示；



设液体的折射率为 n，由折射定律：$n\sin i_1=\sin r_1$ ①

$n\sin i_2=\sin r_2$ ②

依题意：$r_1+r_2=90°$ ③

联立①②③解得：$n^2=\dfrac{1}{\sin^2 i_1+\sin^2 i_2}$ ④

由几何关系：$\sin i_1=\dfrac{\frac{l}{2}}{\sqrt{4l^2+\frac{l^2}{4}}}=\dfrac{1}{\sqrt{17}}$ ⑤

$\sin i_2=\dfrac{\frac{3l}{2}}{\sqrt{4l^2+\frac{9l^2}{4}}}=\dfrac{3}{5}$ ⑥

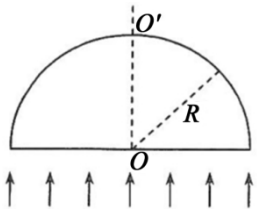
联立④⑤⑥解得：n=1.55

【考点定位】光的折射及反射定律

92.(2017·新课标III卷·T34(2))(10 分)如图，一半径为 R 的玻璃半球，O 点是半球的球心，虚线 OO′表示光轴(过球心 O 与半球底面垂直的直线)。已知玻璃的折射

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

率为 1.5。现有一束平行光垂直入射到半球的底面上，有些光线能从球面射出(不考虑被半球的内表面反射后的光线)。求



(i)从球面射出的光线对应的入射光线到光轴距离的最大值；

(ii)距光轴 $\frac{R}{3}$ 的入射光线经球面折射后与光轴的交点到 O 点的距离。

【答案】(i) $\frac{2}{3}R$　(ii) $\frac{3(2\sqrt{2}+\sqrt{3})R}{5}\approx 2.74R$

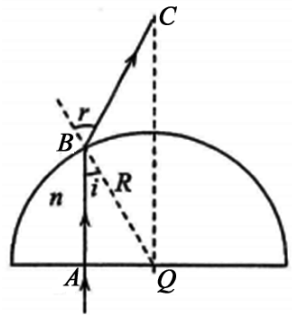
【解析】(i)如图，从底面上 A 处射入的光线，在球面上发生折射时的入射角为 i，当 i 等于全反射临界角 i_0 时，对应入射光线到光轴的距离最大，设最大距离为 l。

$i=i_0$ ①

设 n 是玻璃的折射率，由全反射临界角的定义有 $n\sin i_0=1$　②

由几何关系有 $\sin i=\frac{l}{R}$ ③

联立①②③式并利用题给条件，得 $l=\frac{2}{3}R$ ④



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii) 设与光轴$\frac{R}{3}$的光线在球面 B 点折射时的入射角和折射角分别为 i_1 和 r_1，由折射定律有

$$n\sin i_1=\sin r_1 \qquad ⑤$$

设拆解光线与光轴的交点为 C，在$\triangle OBC$ 中，由正弦定理有

$$\frac{\sin\angle C}{R}=\frac{\sin(180^\circ-r_1)}{OC} \qquad ⑥$$

由几何关系有

$$\angle C=r_1-i_1 \qquad ⑦$$

$$\sin i_1=\frac{1}{3} \qquad ⑧$$

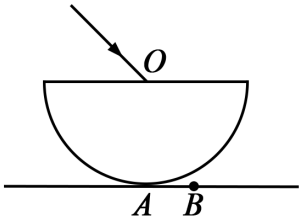
联立⑤⑥⑦⑧式及题给的条件得

$$OC=\frac{3(2\sqrt{2}+\sqrt{3})R}{5}\approx 2.74R \qquad ⑨$$

【考点定位】光的折射、全反射

【名师点睛】本题主要考查光的折射定律的应用，解题关键是根据题意画出光路图，根据几何知识确定入射角与折射角，然后列方程求解。

93.(2016·海南卷)如图，半径为 R 的半球形玻璃体置于水平桌面上，半球的上表面水平，球面与桌面相切于 A 点。一细束单色光经球心 O 从空气中摄入玻璃体内(入射面即纸面)，入射角为 45°，出射光线射在桌面上 B 点处。测得 AB 之间的距离为$\frac{R}{2}$。现将入射光束在纸面内向左平移，求射入玻璃体的光线在球面上恰好发生全反射时，光束在上表面的入射点到 O 点的距离。不考虑光线在玻璃体内的多次反射。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$\frac{\sqrt{2}}{2}$R

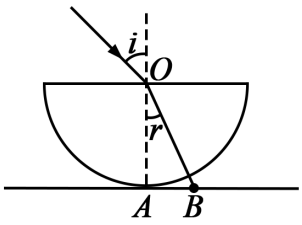
【解析】当光线经球心 O 入射时，光路图如图(a)所示。设玻璃的折射率为 n，由折射定律有

n=$\frac{\sin i}{\sin \gamma}$①

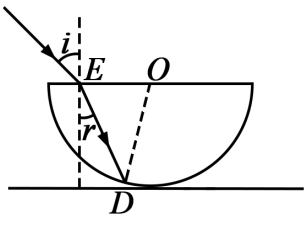
式中，入射角 i=45°，γ 为折射角。

△OAB 为直角三角形，因此 sin γ=$\frac{AB}{\sqrt{OA^2+AB^2}}$②

发生全反射时，临界角 C 满足 sin C=$\frac{1}{n}$③



图（a）



图（b）

在玻璃体球面上光线恰好发生全反射时，光路图如图(b)所示。设此时光线入射点为 E，折射光线射到玻璃体球面的 D 点。由题意有∠EDO=C④

在△EDO 内，根据正弦定理有$\frac{OD}{\sin(90^\circ-\gamma)}=\frac{OE}{\sin C}$⑤

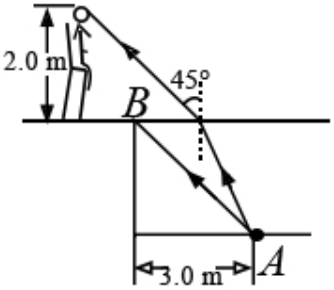
联立以上各式并利用题给条件得 OE=$\frac{\sqrt{2}}{2}$R⑥

【考点定位】折射定律、全反射

【名师点睛】本题是简单的几何光学问题，其基础是作出光路图，根据几何知识确定入射角与折射角，根据折射定律求解。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

94.(2016·全国新课标I卷)(10 分)如图，在注满水的游泳池的池底有一点光源 A，它到池边的水平距离为 3.0 m。从点光源 A 射向池边的光线 AB 与竖直方向的夹角恰好等于全反射的临界角，水的折射率为。

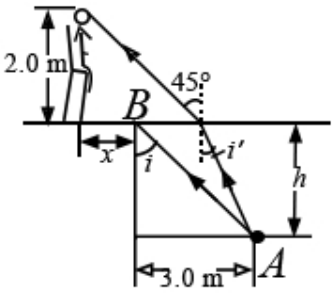


(i)求池内的水深；

(ii)一救生员坐在离池边不远处的高凳上，他的眼睛到地面的高度为 2.0 m。当他看到正前下方的点光源 A 时，他的眼睛所接受的光线与竖直方向的夹角恰好为 45°。求救生员的眼睛到池边的水平距离(结果保留 1 位有效数字)。

【答案】(i)$\sqrt{7}$ m≈2.6 m　(ii)0.7 m

【解析】(i)如图，设到达池边的光线的入射角为 i。依题意，水的折射率 n=$\frac{4}{3}$，光线的折射角 θ=90°。



由折射定律有 nsin i=sin θ①

由几何关系有 sin i=$\frac{l}{\sqrt{l^2+h^2}}$②

式中，l=3 m，h 是池内水的深度。联立①②式并代入题给数据得 h=$\sqrt{7}$ m≈2.6 m③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)设此时救生员的眼睛到池边的距离为 x。依题意，救生员的视线与竖直方向的夹角为 θ'=45°。由折射定律有 nsini'=sin θ' ④

式中，i'是光线在水面的入射角。设池底点光源 A 到水面入射点的水平距离为 a。

由几何关系有 $\sin i'=\frac{a}{\sqrt{a^2+h^2}}$ ⑤　　x+*l*=a+h' ⑥

式中 h'=2 m。联立③④⑤⑥式得 $x=(3\sqrt{\frac{7}{23}}-1)\text{m}\approx 0.7\text{ m}$ ⑦

【考点定位】光的折射定律

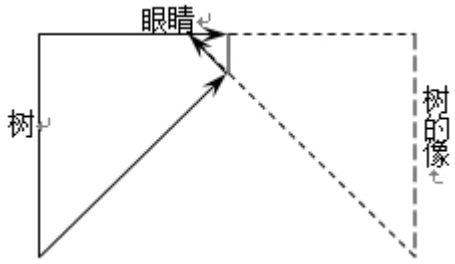
【名师点睛】本题主要考查了光的折射定律的应用；解题关键是根据题意画出完整的光路图，然后根据光的折射定律结合几何关系列出方程求解；此题意在考查考生应用数学处理物理问题的能力。

95.(2010·全国Ⅰ卷·T20)某人手持边长为 6cm 的正方形平面镜测量身后一棵树的高度。测量时保持镜面与地面垂直，镜子与眼睛的距离为 0.4m。在某位置时，他在镜中恰好能够看到整棵树的像；然后他向前走了 6.0 m，发现用这个镜子长度的 5/6 就能看到整棵树的像，这棵树的高度约为

A.5.5m　　B.5.0m　　C.4.5m　　D.4.0m

【答案】B

【解析】如图是恰好看到树时的反射光路，由图中的三角形可得



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\frac{\text{树高}}{\text{镜高6cm}}=\frac{\text{树到镜的距离}+\text{眼睛距镜的距离0.4m}}{\text{眼睛距镜的距离0.4m}}$，即$\frac{H}{0.06\text{m}}=\frac{L+0.4\text{m}}{0.4\text{m}}$。人离树越远，视野越大，看到树所需镜面越小，同理有$\frac{H}{0.05\text{m}}=\frac{L+0.4\text{m}+6\text{m}}{0.4\text{m}}$，以上两式解得 *L*=29.6m，*H*=4.5m。[来

【命题意图与考点定位】平面镜的反射成像，能够正确转化为三角形求解

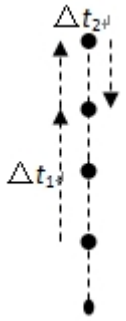
96.(2010·全国Ⅰ卷·T21)一简谐振子沿 *x* 轴振动，平衡位置在坐标原点。 $t=0$时刻振子的位移$x=-0.1\text{m}$； $t=\frac{4}{3}\text{s}$时刻$x=0.1\text{m}$； $t=4\text{s}$时刻$x=0.1\text{m}$。该振子的振幅和周期可能为

A.0. 1 m，$\frac{8}{3}\text{s}$　　B.0.1 m，8s　　C.0.2 m，$\frac{8}{3}\text{s}$　　D.0.2 m，8s

【答案】AD

【解析】在 *t*=$\frac{4}{3}$s 和 *t*=4s 两时刻振子的位移相同，第一种情况是此时间差是周期的整数倍$4-\frac{4}{3}=nT$，当 n=1 时$T=\frac{8}{3}\text{s}$。在$\frac{4}{3}$s 的半个周期内振子的位移由负的最大变为正的最大，所以振幅是 0.1m。A 正确。

第二种情况是此时间差不是周期的整数倍则$(\frac{4}{3}-0)+(4-\frac{4}{3})=nT+\frac{T}{2}$，当 n=0 时$T=8\text{s}$，且由于$\Delta t_2$是$\Delta t_1$的二倍说明振幅是该位移的二倍为 0.2m。如图答案 D。



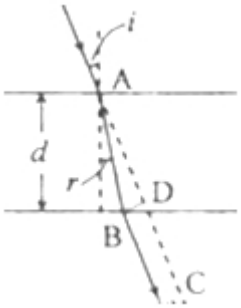
【命题意图与考点定位】振动的周期性引起的位移周期性变化。

97.(2010·海南卷·T18.(1))一光线以很小的入射角 i 射入一厚度为 d、折射率为 n 的平板玻璃，求出射光线与入射光线之间的距离(θ 很小时. sinθ＝θ，cosθ＝1)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$\frac{(n-1)d}{n}i$

【解析】如图



设光线以很小的入射角i入射到平板玻璃表面上的A点，折射角为γ，从平板玻璃另一表面上的B点射出。设AC为入射光线的延长线。由折射定律和几何关系可知，它与出射光线平行。过B点作$BD\perp AC$，交AC于D点，则BD的长度就是出射光线与入射光线之间的距离，由折射定律得

$$\frac{\sin i}{\sin\gamma}=n \qquad ①$$

由几何关系得 $\angle BAD=i-\gamma$ ②

$$\overline{AB}=\frac{d}{\cos\gamma} \qquad ③$$

出射光线与入射光线之间的距离为

$$\overline{BD}=\overline{AB}\sin(i-\gamma) \qquad ④$$

当入射角i很小时，有

$$\sin i=i,\sin\gamma=\gamma,\sin(i-\gamma)=i-\gamma,\cos\gamma=1$$

由此及①②③④式得 $\overline{BD}=\frac{(n-1)d}{n}i$ ⑤

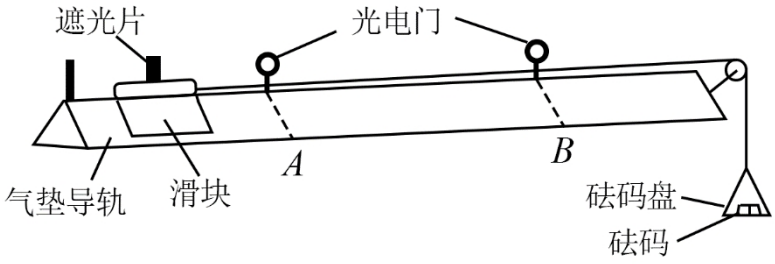
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 18　力学实验

1．（2020·新课标I卷）某同学用如图所示的实验装置验证动量定理，所用器材包括：气垫导轨、滑块（上方安装有宽度为 d 的遮光片）、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。

实验步骤如下：



（1）开动气泵，调节气垫导轨，轻推滑块，当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时，可认为气垫导轨水平；

（2）用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1、滑块（含遮光片）的质量 m_2；

（3）用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接，并让细线水平拉动滑块；

（4）令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动，和计算机连接的光电门能测量出遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1、Δt_2 及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12}；

（5）在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中，如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，拉力冲量的大小 I=_____，滑块动量改变量的大小 Δp=_____；（用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示）

（6）某次测量得到的一组数据为：d=1.000 cm，m_1=1.50×10^{-2} kg，m_2=0.400 kg，Δt_1=3.900×10^{-2} s，Δt_2=1.270×10^{-2} s，t_{12}=1.50 s，取 g=9.80 m/s^2。计算可得 I=_____N·s，Δp=____ kg·m·s^{-1}；（结果均保留 3 位有效数字）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（7）定义 $\delta=\left|\frac{I-\Delta p}{I}\right|\times 100\%$，本次实验 δ=_____%（保留 1 位有效数字）。

【答案】大约相等　　m_1gt_{12}　　$m_2(\frac{d}{\Delta t_2}-\frac{d}{\Delta t_1})$　　0.221　　0.212　　4

【解析】（1）当经过 A,B 两个光电门时间相等时，速度相等，此时由于阻力很小，可以认为导轨是水平的。

（5）由 $I=Ft$，知 $I=m_1gt_{12}$，　由 $\Delta p=mv_2-mv_1$ 知

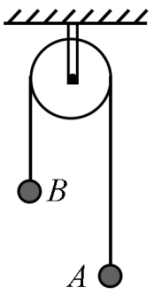
$\Delta p=m_2\cdot\frac{d}{\Delta t_2}-m_2\cdot\frac{d}{\Delta t_1}=m_2(\frac{d}{\Delta t_2}-\frac{d}{\Delta t_1})$。

（6)代入数值知，冲量 $I=m_1gt_{12}=1.5\times10^{-2}\times9.8\times1.5\mathrm{N\cdot s}=0.221\mathrm{N\cdot s}$，动量改变量

$\Delta p=m_2(\frac{d}{\Delta t_2}-\frac{d}{\Delta t_1})=0.212\mathrm{kg\cdot m\cdot s^{-1}}$。

（7）$\delta=\frac{|I-\Delta p|}{I}\times100\%=\frac{0.225-0.212}{0.225}\times100\%\approx4\%$。

2．（2020·新课标II卷）一细绳跨过悬挂的定滑轮，两端分别系有小球 A 和 B，如图所示。一实验小组用此装置测量小球 B 运动的加速度。



令两小球静止，细绳拉紧，然后释放小球，测得小球 B 释放时的高度 h_0=0.590 m，下降一段距离后的高度 h=0.100 m；由 h_0 下降至 h 所用的时间 T=0.730 s。由此求得小球 B 加速度的大小为 a=_____m/s²（保留 3 位有效数字）。

从实验室提供的数据得知，小球 A、B 的质量分别为 100.0 g 和 150.0 g，当地重力加速度大小为 g=9.80 m/s²。根据牛顿第二定律计算可得小球 B 加速度的大小为 a'=_____m/s²（保留 3 位有效数字）。

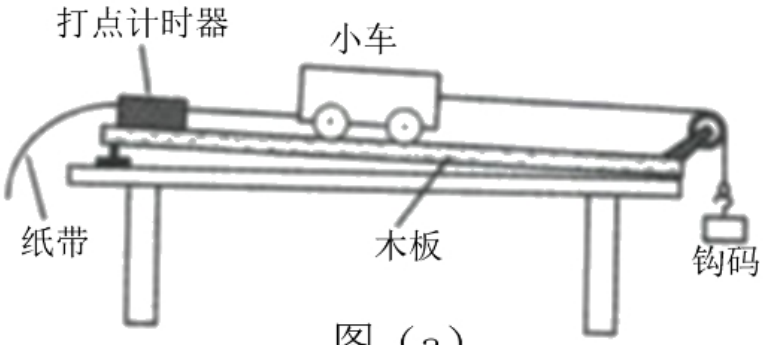
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

可以看出，a'与 a 有明显差异，除实验中的偶然误差外，写出一条可能产生这一结果的原因：_____。

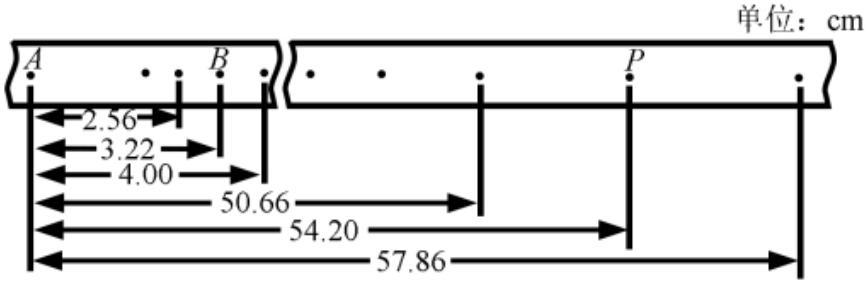
【答案】1.84　1.96　滑轮的轴不光滑，绳和滑轮之间有摩擦（或滑轮有质量）

【解析】①有题意可知小球下降过程中做匀加速直线运动，故根据运动学公式有 $h_0 - h = \frac{1}{2}aT^2$，代入数据解得 a=1.84m/s^2；②根据牛顿第二定律可知对小球 A 有 $T - m_A g = m_A a$，对小球 B 有 $m_B g - T = m_B a$，带入已知数据解得 a= 1.96m/s^2；③在实验中绳和滑轮之间有摩擦会造成实际计算值偏小。

3．（2020·新课标III卷）某同学利用图（a）所示装置验证动能定理。调整木板的倾角平衡摩擦阻力后，挂上钩码，钩码下落，带动小车运动并打出纸带。某次实验得到的纸带及相关数据如图（b）所示。



图（a）



图（b）

已知打出图（b）中相邻两点的时间间隔为 0.02 s，从图（b）给出的数据中可以得到，打出 B 点时小车的速度大小 v_B=_____m/s，打出 P 点时小车的速度大小 v_P=_____m/s（结果均保留 2 位小数）。

若要验证动能定理，除了需测量钩码的质量和小车的质量外，还需要从图（b）给出的数据中求得的物理量为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】0.36　1.80　B、P 之间的距离

【解析】由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度

$v_B=\dfrac{(4.00-2.56)\times10^{-2}}{0.04}\text{m/s}=0.36\text{m/s}$；　$v_{\text{P}}=\dfrac{(57.86-50.66)\times10^{-2}}{0.04}\text{m/s}=1.80\text{m/s}$，验证动能定理需要求出小车运动的过程中拉力对小车做的功，所以还需要测量对应的 B、P 之间的距离。

4．（2020·江苏卷）疫情期间“停课不停学”，小明同学在家自主开展实验探究。用手机拍摄物体自由下落的视频，得到分帧图片，利用图片中小球的位置来测量当地的重力加速度，实验装置如题图 1 所示。

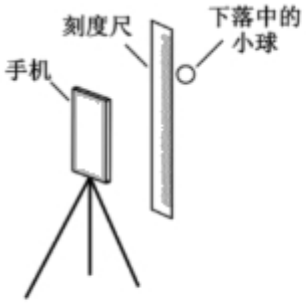


图 1

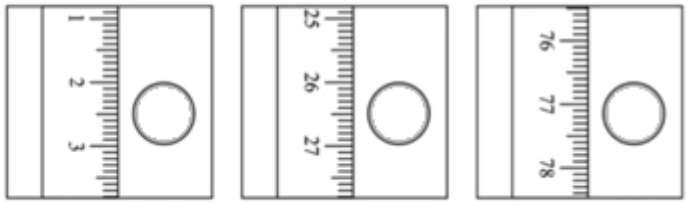


图 2

(1)家中有乒乓球、小塑料球和小钢球，其中最适合用作实验中下落物体的是_____。

(2)下列主要操作步骤的正确顺序是_____。（填写各步骤前的序号）

①把刻度尺竖直固定在墙上

②捏住小球，从刻度尺旁静止释放

③手机固定在三角架上，调整好手机镜头的位置

④打开手机摄像功能，开始摄像

(3)停止摄像，从视频中截取三帧图片，图片中的小球和刻度如题图 2 所示。已知所截取的图片相邻两帧之间的时间间隔为 $\dfrac{1}{6}\text{s}$，刻度尺的分度值是 1mm，由此测得重力加速度为_____ m/s^2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)在某次实验中，小明释放小球时手稍有晃动，视频显示小球下落时偏离了竖直方向。从该视频中截取图片，_____（选填“仍能”或“不能”）用(3)问中的方法测出重力加速度。

【答案】小钢球　　①③④②　　9.61（9.5~9.7）　　仍能

【解析】(1)要测量当地重力加速度需要尽量减小空气阻力的影响，所以密度大体积小的小钢球最适合；

(2)要完成实验首先应该将刻度尺竖直固定在墙上，安装好三脚架，调整好手机摄像头的位置；因为下落时间很短，所以一定要先打开摄像头开始摄像，然后在将小球从刻度尺旁静止释放，故顺序为①③④②；

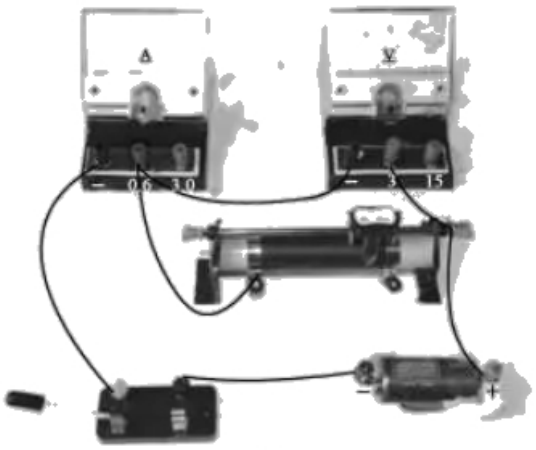
(3)由三张图片读出小球所在位置的刻度分别为 2.50cm，26.50cm，77.20cm；小球做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可得

$$g = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{(77.20 - 26.50)\times 10^{-2} - (26.50 - 2.50)\times 10^{-2}}{\left(\frac{1}{6}\right)^2}\ \mathrm{m/s^2} = 9.61\mathrm{m/s^2}$$；

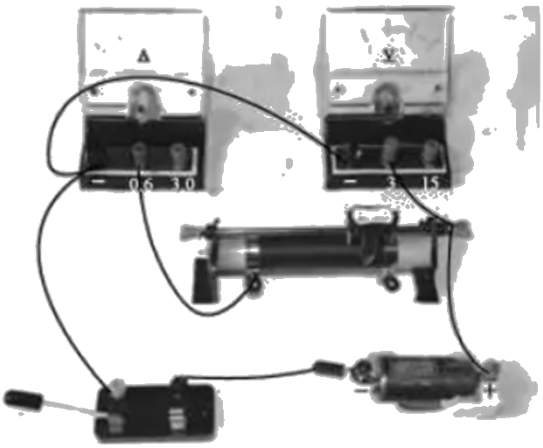
(4)因为就算小球偏离了竖直方向，但是小球在竖直方向上的运动依然是自由落体运动，对实验结果无影响，故仍能用前面的方法测量出重力加速度。

5．（2020·浙江卷）某同学分别用图甲和图乙的电路测量同一节干电池的电动势和内阻。

(1)在答题纸相应的方框中画出图乙的电路图_____；

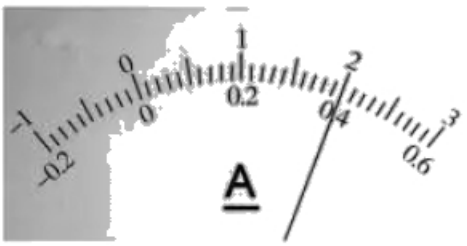


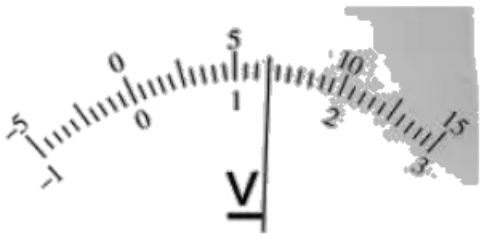
甲



乙

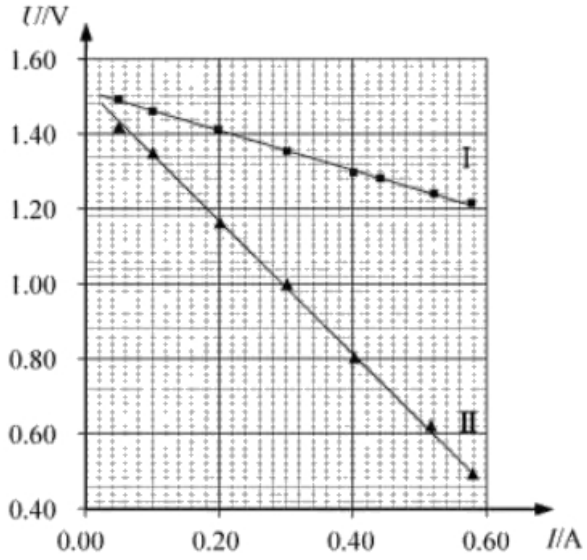
(2)某次测量时电流表和电压表的示数如图所示，则电流$I=$_____A，电压$U=$_____V；



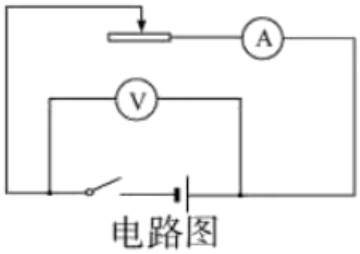


(3)实验得到如图所示的两条直线，图中直线Ⅰ对应电路是图1_____（选填“甲”或“乙”）；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



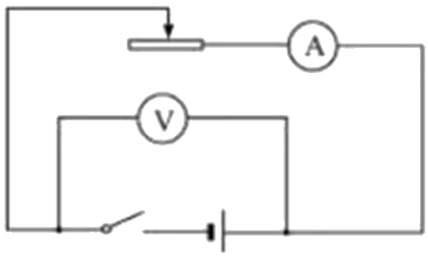
(4)该电池的电动势 $E=$_____V（保留三位有效数字），内阻 $r=$_____Ω（保留两位有效数字）。

【答案】 

电路图

0.39～0.41　1.29～1.31　乙　1.51～1.54　0.52～0.54

【解析】(1)图乙中，电流表内接和变阻器串联接在电源两端，电压表测路段电压，则图乙对应的电路图为



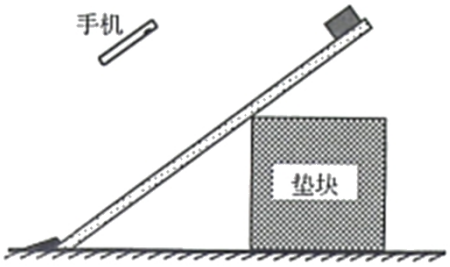
(2)一节干电池的电动势一般约为 1.5V，故电压表量程选择 0~3V，电流表量程选择 0~0.6A，所以量表的读数分别为 1.30V（1.29～1.31V 均可），0.40A（0.39～0.41A 均可）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

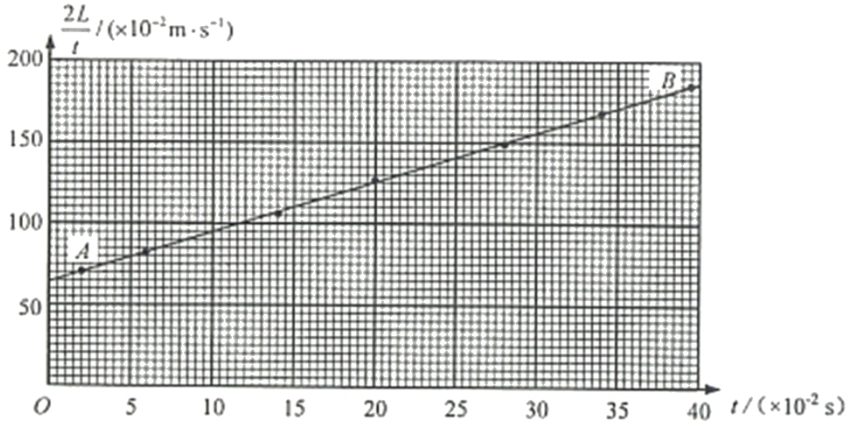
(3)由闭合电路欧姆定律可得$U=E-Ir$，可得 *U-I* 图象的纵轴截距为电源电动势，斜率为电源内阻。图甲中电流表外接，则实验测得的电源内阻$r_{测}=r_{内}+r_{A}$，测量值偏大；图乙中电路$r_{测}=\frac{r_V}{r_{内}+r_V}r_{内}$，测量值偏小，但是由于$R_V$？$r_{真}$，故图乙实验测出的内阻误差更小，故图线I对应图乙，图线II对应的图甲。

(4)图线II与纵轴的交点为电源的电动势 *E*=1.52V ；在图线I与横轴的交点为短路电流 *I*=2.86A，由$r=\frac{E}{I}=\frac{1.52\text{V}}{2.86\text{A}}=0.53\Omega$，，此实验原理无误差。

6．（2020·山东卷）2020 年 5 月，我国进行了珠穆朗玛峰的高度测量，其中一种方法是通过使用重力仪测量重力加速度，进而间接测量海拔高度。某同学受此启发就地取材设计了如下实验，测量当地重力加速度的大小。实验步骤如下：



图甲



图乙

（i）如图甲所示，选择合适高度的垫块，使木板的倾角为 53°，在其上表面固定一与小物块下滑路径平行的刻度尺（图中未画出）。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（ii）调整手机使其摄像头正对木板表面，开启视频录像功能。将小物块从木板顶端释放，用手机记录下小物块沿木板向下做加速直线运动的情况。然后通过录像的回放，选择小物块运动路径上合适的一点作为测量参考点，得到小物块相对于该点的运动距离 L 与运动时间 t 的数据。

（iii）该同学选取部分实验数据，画出了 $\frac{2L}{t}$-t 图像，利用图像数据得到小物块下滑的加速度大小为 5.6 m/s^2。

（iv）再次调节垫块，改变木板的倾角，重复实验。

回答以下问题：

(1)当木板的倾角为 37°时，所绘图像如图乙所示。由图像可得，物块过测量参考点时速度的大小为_____m/s；选取图线上位于坐标纸网格交叉点上的 A、B 两点，利用 A、B 两点数据得到小物块下滑加速度的大小为_____m/s^2。（结果均保留 2 位有效数字）

(2)根据上述数据，进一步分析得到当地的重力加速度大小为_____ m/s^2。（结果保留 2 位有效数字，sin37°= 0.60，cos37°=0.80）

【答案】0.32 或 0.33　　3.1　　9.4

【解析】(1)根据 $L=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 可得 $\frac{2L}{t}=2v_0+at$，则由 $\frac{2L}{t}$-t 图像可知

$2v_0=65\times10^{-2}\text{m/s}$，则 v_0=0.33m/s，$a=k=\frac{(190-65)\times10^{-2}}{40\times10^{-2}}\text{m/s}^2=3.1\text{m/s}^2$。

(2) 由牛顿第二定律可知 $mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$，即 $a=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$，当 θ=53°时 a=5.6m/s^2，即 $g\sin53^\circ-\mu g\cos53^\circ=5.6$，当 θ=37°时 a=3.0m/s^2，即 $g\sin37^\circ-\mu g\cos37^\circ=3.1$，联立解得 g=9.4m/s^2。

7．（2020·天津卷）某实验小组利用图 1 所示装置测定平抛运动的初速度。把白纸和复写纸叠放一起固定在竖直木板上，在桌面上固定一个斜面，斜面的底边 ab

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

与桌子边缘及木板均平行。每次改变木板和桌边之间的距离，让钢球从斜面顶端同一位置滚下，通过碰撞复写纸，在白纸上记录钢球的落点。

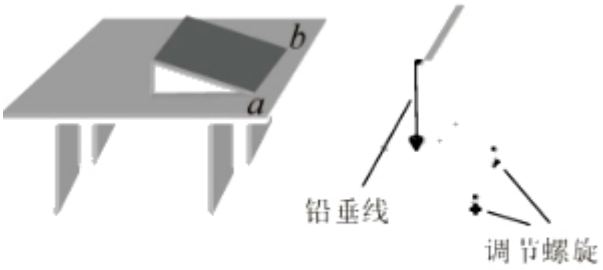


图1

①为了正确完成实验，以下做法必要的是_____。

A．实验时应保持桌面水平

B．每次应使钢球从静止开始释放

C．使斜面的底边 *ab* 与桌边重合

D．选择对钢球摩擦力尽可能小的斜面

②实验小组每次将木板向远离桌子的方向移动0.2m，在白纸上记录了钢球的 4 个落点，相邻两点之间的距离依次为15.0cm、25.0cm、35.0cm，示意如图 2。重力加速度 $g=10\mathrm{m/s^2}$，钢球平抛的初速度为_____m/s。

图2

③图 1 装置中，木板上悬挂一条铅垂线，其作用是_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】AB　　2　　方便调整木板保持在竖直平面上

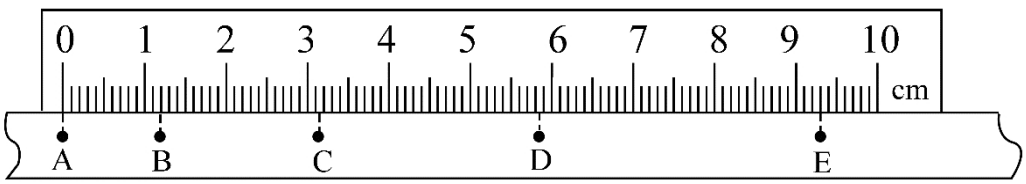
【解析】①A．实验过程中要保证钢球水平抛出，所以要保持桌面水平，故 A 正确；B．为保证钢球抛出时速度相同，每次应使钢球从同一位置静止释放，故 B 正确；CD．实验只要每次钢球抛出时速度相同即可，斜面底边 *ab* 与桌面是否重合和钢球与斜面间的摩擦力大小对于每次抛出的速度无影响，故 C 错误，D 错误。故选 AB。

② 每次将木板向远离桌子的方向移动 0.2m，则在白纸上记录钢球的相邻两个落点的时间间隔相等，刚球抛出后在竖直方向做自由落体运动，根据 $\Delta x = gT^2$ 可知相邻两点的时间间隔为 $T = \sqrt{\frac{(25-15)\times 10^{-2}}{10}}\text{s}=0.1\text{s}$，刚球在水平方向上做匀速直线运动，所以小球初速度为 $v = \frac{x}{T} = \frac{0.2}{0.1}\text{m/s}=2\text{m/s}$，③悬挂铅垂线的目的是方便调整木板保持在竖直平面上。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 18 力学、光学、热学实验

1.(2019•全国Ⅰ卷•T9)某小组利用打点计时器对物块沿倾斜的长木板加速下滑时的运动进行研究。物块拖动纸带下滑，打出的纸带一部分如图所示。已知打点计时器所用交流电的频率为 50 Hz，纸带上标出的每两个相邻点之间还有 4 个打出的点未画出。在 *ABCDE* 五个点中，打点计时器最先打出的是_____点，在打出 *C* 点时物块的速度大小为_____m/s(保留 3 位有效数字)；物块下滑的加速度大小为_____m/s²(保留 2 位有效数字)。



【答案】(1). A　　(2). 0.233　　(3). 0.75

【解析】

分析可知，物块沿倾斜长木板最匀加速直线运动，纸带上的点迹，从 A 到 E，间隔越来越大，可知，物块跟纸带的左端相连，纸带上最先打出的是 A 点；在打点计时器打 C 点瞬间，物块的速度 $v_C=\frac{x_{BD}}{2T}=\frac{4.65\times10^{-2}}{2\times0.1}=0.233\text{m/s}$；根据逐差法可知，物块下滑的加速度 $a=\frac{x_{CE}-x_{AC}}{4T^2}=\frac{(6.15-3.15)\times10^{-2}}{4\times0.1^2}=0.75\text{m/s}^2$。

故本题正确答案为：A；0.233；0.75。

2.(2019•天津卷•T10)某小组做测定玻璃的折射率实验，所用器材有：玻璃砖，大头针，刻度尺，圆规，笔，白纸。

①下列哪些措施能够提高实验准确程度_____。

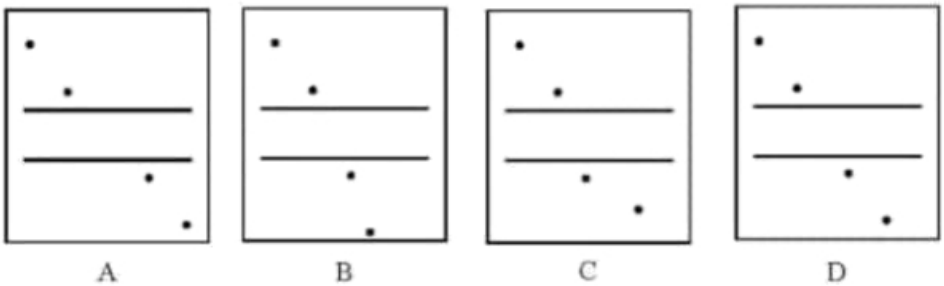
A.选用两光学表面间距大的玻璃砖

B.选用两光学表面平行的玻璃砖

C.选用粗的大头针完成实验

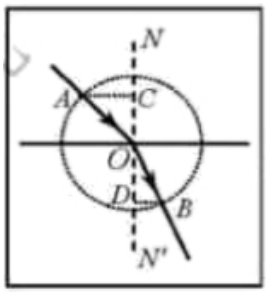
D.插在玻璃砖同侧的两枚大头针间的距离尽量大些

②该小组用同一套器材完成了四次实验，记录的玻璃砖界线和四个大头针扎下的孔洞如下图所示，其中实验操作正确的是_____。



③该小组选取了操作正确的实验记录，在白纸上画出光线的径迹，以入射点 O 为圆心作圆，与入射光线、折射光线分别交于 A、B 点，再过 A、B 点作法线 NN'的垂线，垂足分别为 C、D 点，如图所示，则玻璃的折射率 n=_____。(用图中线段的字母表示)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1). AD　　(2). D　　(3). $\frac{AC}{BD}$

【解析】采用插针法测定光的折射率的时候，应选定光学表面间距大一些的玻璃砖，这样光路图会更加清晰，减小误差，同时两枚大头针的距离尽量大一些，保证光线的直线度，因此 AD 正确，光学表面是否平行不影响该实验的准确度，因此 B 错误，应选用细一点的大头针因此 C 错误。

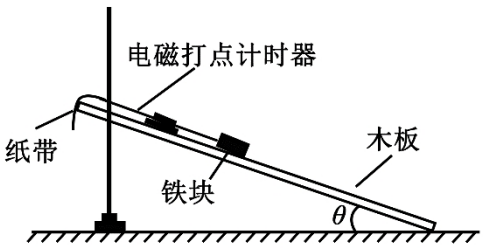
根据光的折射定律可知当选用平行的玻璃砖时出射光和入射光应是平行光，又因发生了折射因此出射光的出射点应相比入射光的延长线向左平移，因此 D 正确，ABC 错误

由折射定律可知折射率 $n=\frac{\sin\angle AOC}{\sin\angle BOD}$，$\sin\angle AOC=\frac{AC}{R}$，$\sin\angle BOD=\frac{BD}{R}$，联立解得

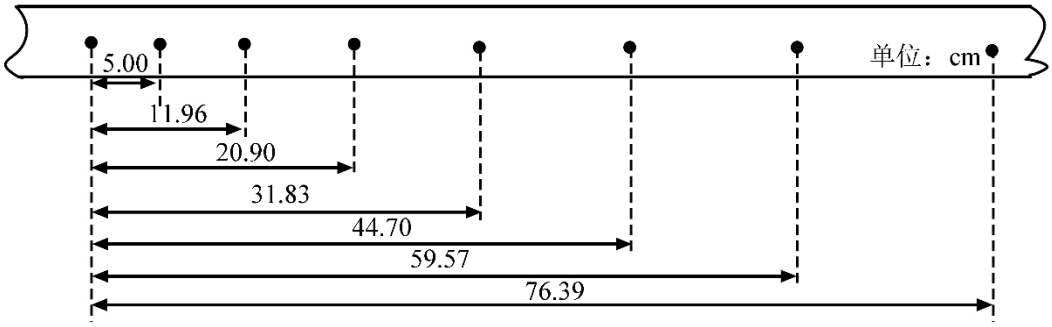
$n=\frac{AC}{BD}$

3.(2019•全国Ⅱ卷•T9)如图(a)，某同学设计了测量铁块与木板间动摩擦因数的实验。所用器材有：铁架台、长木板、铁块、米尺、电磁打点计时器、频率 50Hz 的交流电源，纸带等。回答下列问题：

(1)铁块与木板间动摩擦因数 μ=_____(用木板与水平面的夹角 θ、重力加速度 g 和铁块下滑的加速度 a 表示)



(2)某次实验时，调整木板与水平面的夹角 θ=30°。接通电源。开启打点计时器，释放铁块，铁块从静止开始沿木板滑下。多次重复后选择点迹清晰的一条纸带，如图(b)所示。图中的点为计数点(每两个相邻的计数点间还有 4 个点未画出)。重力加速度为 9.8 m/s²。可以计算出铁块与木板间的动摩擦因数为_____(结果保留 2 位小数)。



【答案】(1). $\frac{g\sin\theta-a}{g\cos\theta}$　　(2). 0.35

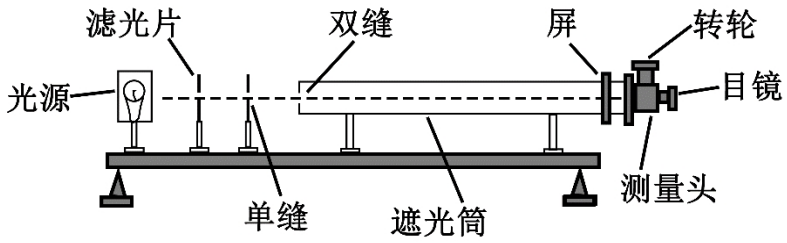
【解析】

【详解】(1)由 $mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$，解得：$\mu=\frac{g\sin\theta-a}{g\cos\theta}$ ……①

(2)由逐差法 $a=\frac{S_{II}-S_{I}}{9T^2}$ 得 S_{II}=(76.39-31.83)×10⁻²m，T=0.15s，S_{I}=(31.83-5.00)×10⁻²m，故 $a=\frac{44.56\times10^{-2}-26.83\times10^{-2}}{9\times10^{-2}}$ m/s²=1.97 m/s²，代入①式，得：$\mu=\frac{9.8\times\frac{1}{2}-1.97}{9.8\times\frac{\sqrt{3}}{2}}$ =0.35

4.(2019•全国Ⅱ卷•T16)某同学利用图示装置测量某种单色光的波长。实验时，接通电源使光源正常发光：调整光路，使得从目镜中可以观察到干涉条纹。回答下列问题：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)若想增加从目镜中观察到的条纹个数，该同学可_____；

A.将单缝向双缝靠近

B.将屏向靠近双缝的方向移动

C.将屏向远离双缝的方向移动

D.使用间距更小的双缝

(2)若双缝的间距为 d，屏与双缝间的距离为 l，测得第 1 条暗条纹到第 n 条暗条纹之间的距离为 Δx，则单色光的波长 λ=_____；

(3)某次测量时，选用的双缝的间距为 0.300 mm，测得屏与双缝间的距离为 1.20 m，第 1 条暗条纹到第 4 条暗条纹之间的距离为 7.56 mm。则所测单色光的波长为_____nm(结果保留 3 位有效数字)。

【答案】(1). B　　(2). $\frac{\Delta x \cdot d}{(n-1)\,l}$　　(3). 630

【解析】

【详解】(i)由 $\Delta x=\frac{\lambda l}{d}$ ，因 Δx 越小，目镜中观察得条纹数越多，故 B 符合题意；

(ii)由 $\frac{\Delta x}{n-1}=\frac{\lambda l}{d}$，$\lambda=\frac{d\Delta x}{(n-1)l}$

(iii)$\lambda=\frac{d\Delta x}{(n-1)l}=\frac{0.3\times10^{-3}\,\mathrm{m}\times7.56\times10^{-3}\,\mathrm{m}}{(4-1)\times1.2\mathrm{m}}\approx6.3\times10^{-3}\,\mathrm{m}=630\mathrm{nm}$

5.(2019•全国III卷•T9)甲乙两位同学设计了利用数码相机的连拍功能测重力加速度的实验。实验中，甲同学负责释放金属小球，乙同学负责在小球自由下落的时候拍照。已知相机每间

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

隔 0.1s 拍 1 幅照片。

(1)若要从拍得的照片中获取必要的信息，在此实验中还必须使用的器材是_____。(填正确答案标号)

A.米尺　　B.秒表　　C.光电门　　D.天平

(2)简述你选择的器材在本实验中的使用方法。

答：_____

(3)实验中两同学由连续 3 幅照片上小球的位置 a、b 和 c 得到 ab=24.5cm、ac=58.7cm，则该地的重力加速度大小为 g=___m/s^2。(保留 2 位有效数字)

【答案】(1). A　　(2). 将米尺竖直放置，使小球下落时尽量靠近米尺。　　(3). 9.7

【解析】

此实验用数码相机替代打点计时器,故实验原理是相同的,仍然需要米尺来测量点与点之间的距离;就本实验而言,因为是不同照片,所以是测量连续几张照片上小球位置之间的距离;加速度求解仍然用逐差法计算,注意是 bc 与 ab 之间的距离差.

6.(2019•全国Ⅲ卷•T13)用油膜法估算分子大小的实验中，首先需将纯油酸稀释成一定浓度的油酸酒精溶液，稀释的目的是_____。实验中为了测量出一滴已知浓度的油酸酒精溶液中纯油酸的体积，可以_____。为得到油酸分子的直径，还需测量的物理量是_____。

【答案】(1). 使油酸在浅盘的水面上容易形成一块单分子层油膜　　(2). 把油酸酒精溶液一滴一滴地滴入小量筒中，测出 1mL 油酸酒精溶液的滴数，得到一滴溶液中纯油酸的体积　　(3). 油膜稳定后得表面积 S。

【解析】

油膜法测量分子大小需要形成单分子油膜，故而需要减少油酸浓度；一滴油酸的体积非常微小不易准确测量，故而使用累积法，测出 N 滴油酸溶液的体积 V，用 V 与 N 的比值计算一滴油酸的体积；由于形成单分子油膜，油膜的厚度 h 可以认为是分子直径，故而还需要测量

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

出油膜的面积 S，以计算厚度 $h=\frac{V}{S}$.

7.(2019•北京卷•T9)用如图 1 所示装置研究平地运动。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在竖直的硬板上。钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从 Q 点飞出，落在水平挡板 MN 上。由于挡板靠近硬板一侧较低，钢球落在挡板上时，钢球侧面会在白纸上挤压出一个痕迹点。移动挡板，重新释放钢球，如此重复，白纸上将留下一系列痕迹点。

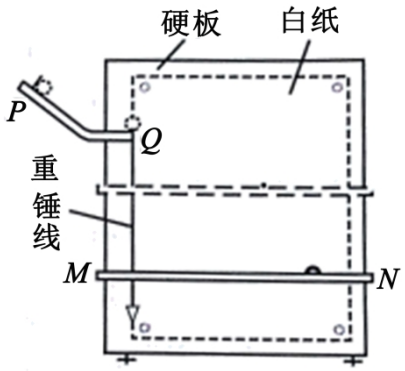


图1

(1)下列实验条件必须满足的有_____。

A.斜槽轨道光滑

B.斜槽轨道末段水平

C.挡板高度等间距变化

D.每次从斜槽上相同的位置无初速度释放钢球

(2)为定量研究，建立以水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴的坐标系。

a.取平抛运动的起始点为坐标原点，将钢球静置于 Q 点，钢球的_____(选填“最上端”、“最下端”或者“球心”)对应白纸上的位置即为原点；在确定 y 轴时_____(选填“需要”或者“不需要”)y 轴与重锤线平行。

b.若遗漏记录平抛轨迹的起始点，也可按下述方法处理数据：如图 2 所示，在轨迹上取 A、B、C 三点，AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x，测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2，则 $\frac{y_1}{y_2}$ _____ $\frac{1}{3}$(选填“大于”、“等于”或者“小于”)。可求得钢球平抛的初速度大小为_____(已知当地重力加速度为 g，结果用上述字母表示)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

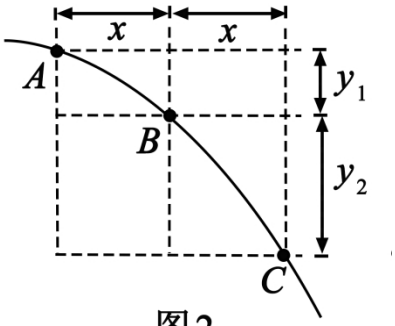


图2

(3)为了得到平抛物体的运动轨迹，同学们还提出了以下三种方案，其中可行的是_____。

A.从细管水平喷出稳定的细水柱，拍摄照片，即可得到平抛运动轨迹

B.用频闪照相在同一底片上记录平抛小球在不同时刻的位置，平滑连接各位置，即可得到平抛运动轨迹

C.将铅笔垂直于竖直的白纸板放置，笔尖紧靠白纸板，铅笔以一定初速度水平抛出，将会在白纸上留下笔尖的平抛运动轨迹

(4)伽利略曾研究过平抛运动，他推断：从同一炮台水平发射的炮弹，如果不受空气阻力，不论它们能射多远，在空中飞行的时间都一样。这实际上揭示了平抛物体_____。

A.在水平方向上做匀速直线运动

B.在竖直方向上做自由落体运动

C.在下落过程中机械能守恒

(5)牛顿设想，把物体从高山上水平抛出，速度一次比一次大，落地点就一次比一次远，如果速度足够大，物体就不再落回地面，它将绕地球运动，成为人造地球卫星。

同样是受地球引力，随着抛出速度增大，物体会从做平抛运动逐渐变为做圆周运动，请分析原因。

_____

【答案】(1). BD　　(2). 球心　　(3). 需要　　(4). 大于　　(5). $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(6). B　　(7). B　　(8). 利用平抛运动的轨迹的抛物线和圆周运动知识证明即可

【解析】

根据平抛运动的规律：水平方向匀速直线运动，竖直方向自由落体运动解答。

(1)本实验中要保证小球飞出斜槽末端时的速度为水平，即小球做平抛运动，且每次飞出时的速度应相同，所以只要每次将小球从斜槽上同一位置由静止释放即可，故 BD 正确；

(2)a.平抛运动的起始点应为钢球静置于 Q 点时，钢球的球心对应纸上的位置，由于平抛运动在竖直方向做自由落体运动，所以在确定 y 轴时需要 y 轴与重锤线平行；

b.由初速度为零的匀加速直线运动规律即在相等时间间隔内所通过的位移之比为 $1:3:5:7:....$ 可知，由于 A 点不是抛出点，所以 $\frac{y_1}{y_2}>\frac{1}{3}$；设 AB，BC 间所用的时间为 T，竖直方向有：$y_2-y_1=gT^2$，水平方向有：$x=v_0T$，联立解得：$v_0=x\sqrt{\frac{g}{y_2-y_1}}$；

(3)A 项：从细管水平喷出稳定的细水柱，由于细水柱射出后受到空气阻力的作用，所以此方案不可行；

B 项：用频闪照相在同一底片上记录小球不同时刻的位置即平抛运动的轨迹上的点，平滑连接在一起即为平抛运动轨迹，所以此方案可行；

C 项：将铅笔垂直于竖直的白板放轩，以一定初速度水平抛出，笔尖与白纸间有摩擦阻力的作用，所以铅笔作的不是平抛运动，故此方案不可行；

(4)由平抛运动竖直方向运动可知，$h=\frac{1}{2}gt^2$，时间 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，所以只要高度相同，时间相同，故 B 正确；

(5)由平抛运动可知，竖直方向：$h=\frac{1}{2}gt^2$，水平方向：$x=v_0t$，联立解得：$y=\frac{g}{2v_0^2}x^2$，即抛出物体的轨迹为抛物线，当抛出的速度越大，在抛物线上某点的速度足以提供该点做圆周运动的向心力时，物体的轨迹从抛物线变为圆。

8.(2019•江苏卷•T10)某兴趣小组用如题 1 图所示的装置验证动能定理.

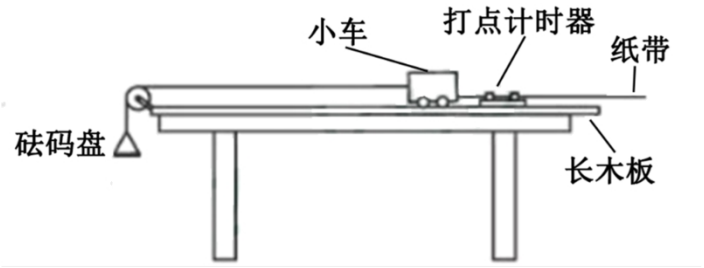
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)有两种工作频率均为 50Hz 的打点计时器供实验选用：

A.电磁打点计时器

B.电火花打点计时器

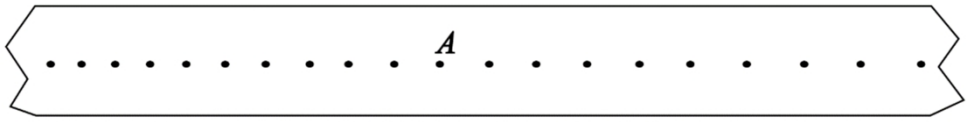
为使纸带在运动时受到的阻力较小，应选择_____(选填“A”或“B”).



1图

(2)保持长木板水平，将纸带固定在小车后端，纸带穿过打点计时器的限位孔.实验中，为消除摩擦力的影响，在砝码盘中慢慢加入沙子，直到小车开始运动.同学甲认为此时摩擦力的影响已得到消除.同学乙认为还应从盘中取出适量沙子，直至轻推小车观察到小车做匀速运动.看法正确的同学是_____(选填“甲”或“乙”).

(3)消除摩擦力的影响后，在砝码盘中加入砝码.接通打点计时器电源，松开小车，小车运动.纸带被打出一系列点，其中的一段如题 2 图所示.图中纸带按实际尺寸画出，纸带上 A 点的速度 v_A=_____m/s.



2图

(4)测出小车的质量为 M，再测出纸带上起点到 A 点的距离为 L.小车动能的变化量可用 $\Delta E_k=\frac{1}{2}Mv_A^2$ 算出.砝码盘中砝码的质量为 m，重力加速度为 g；实验中，小车的质量应_____(选填远大于”“远小于”或接近”)砝码、砝码盘和沙子的总质量，小车所受合力做的功可用 $W=mgL$ 算出.多次测量，若 W 与 ΔE_k 均基本相等则验证了动能定理.

【答案】(1).B　　(2).乙　　(3).0.31(0.30~0.33 都算对)　　(4).远大于

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)为使纸带在运动时受到的阻力较小，应选电火花打点计时器即 B；

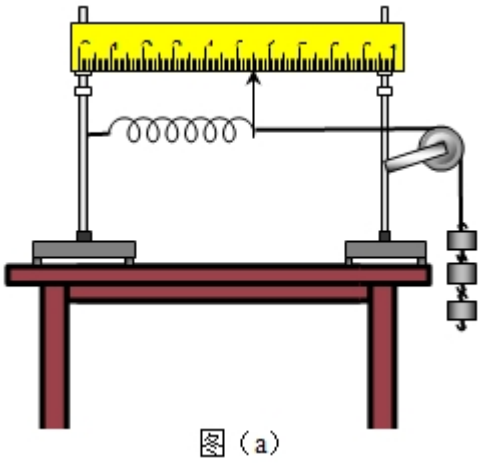
(2)当小车开始运动时有小车与木板间的摩擦为最大静摩擦力，由于最大静摩擦力大于滑动摩擦力，所以甲同学的看法错误，乙同学的看法正确；

(3)由图可知，相邻两点间的距离约为 0.62cm，打点时间间隔为 0.02s，所以速度为

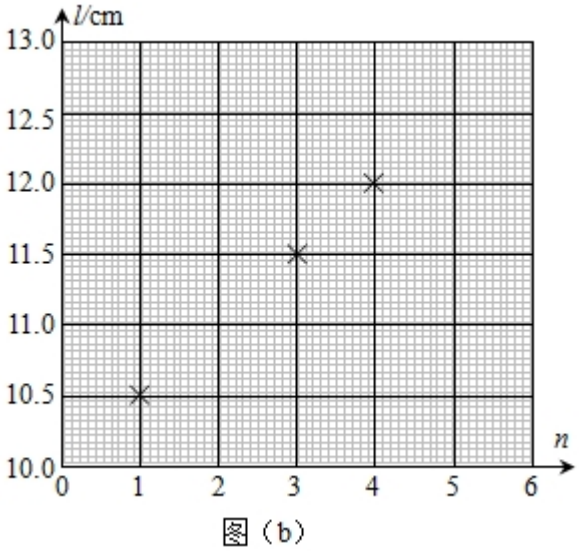
$v=\frac{s}{t}=\frac{0.0062}{0.02}\mathrm{m/s}=0.31\mathrm{m/s}$ ；

(4)对小车由牛顿第二定律有：$T=Ma$，对砝码盘由牛顿第二定律有：$mg-T=ma$ 联立解得：$T=\frac{Mmg}{m+M}=\frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$，当$M$？ m时有：$T\approx mg$，所以应满足：M？ m。

9.(2019•海南卷•T12)某同学利用图(a)的装置测量轻弹簧的劲度系数。图中，光滑的细杆和直尺水平固定在铁架台上，一轻弹簧穿在细杆上，其左端固定，右端与细绳连接；细绳跨过光滑定滑轮，其下端可以悬挂砝码(实验中，每个砝码的质量均为 m=50.0g)。弹簧右端连有一竖直指针，其位置可在直尺上读出。实验步骤如下：



图（a）



图（b）

①在绳下端挂上一个硅码，调整滑轮，使弹簧与滑轮间的细线水平且弹簧与细杆没有接触；

②系统静止后，记录砝码的个数及指针的位置；

③逐次增加砝码个数，并重复步骤②(保持弹簧在弹性限度内)；

④用 n 表示砝码的个数，l 表示相应的指针位置，将获得的数据记录在表格内。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

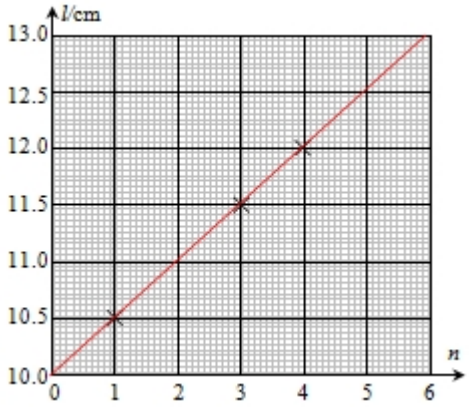
回答下列问题：

(1)根据下表的实验数据在图(b)中补齐数据点并做出$l-n$图像_____。

l	1	2	3	4	5
l / cm	10.48	10.96	11.45	11.95	12.40

(2)弹簧的劲度系数 k 可用砝码质量 m、重力加速度大小 g 及$l-n$图线的斜率 α 表示，表达式为 k=_____。若 g 取$9.80\text{m}/\text{s}^2$，则本实验中 k=_____N/m(结果保留 3 位有效数字)。

【答案】(1)图线如图所示：

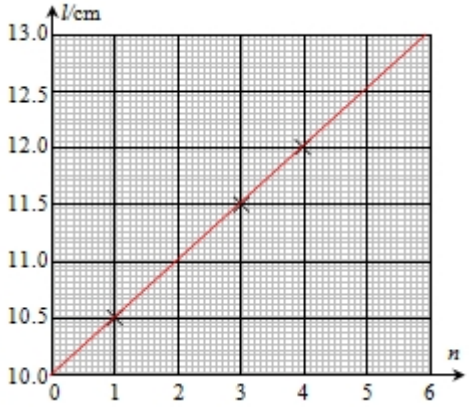


(2)$\frac{mg}{\alpha}$，(3)109

【解析】

(1)描出点后，作出图线如图所示：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)L－n 图线的斜率为 $\alpha=\frac{\Delta l}{\Delta n}$

由胡克定律有：△F=k△l 即△nmg=k△l

联立以上各式可得：$k=\frac{mg}{\alpha}$

由图可得斜率约为 α=0.45×10^{-2}m

所以可得劲度系数为：k＝(50×10^{-3}×9.8)/(0.45×10^{-2})＝109N/m

10.(2018·北京卷)用图 1 所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

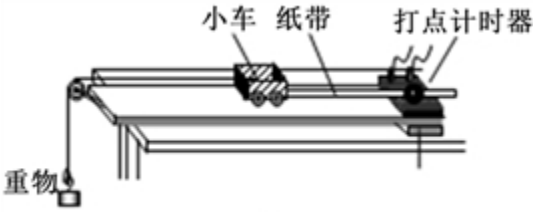


图1

主要实验步骤如下：

a.安装好实验器材。接通电源后，让拖着纸带的小车沿长木板运动，重复几次。

b.选出一条点迹清晰的纸带，找一个合适的点当作计时起点 O(t=0)，然后每隔相同的时间间隔 T 选取一个计数点，如图 2 中 A、B、C、D、E、F……所示。

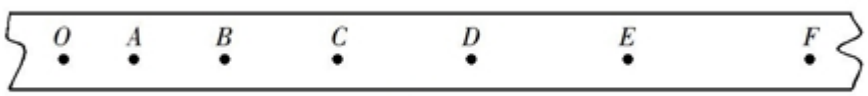


图 2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

c.通过测量、计算可以得到在打 A、B、C、D、E……点时小车的速度，分别记作 v_1、v_2、v_3、v_4、v_5……

d.以速度 v 为纵轴、时间 t 为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点，如图 3 所示。

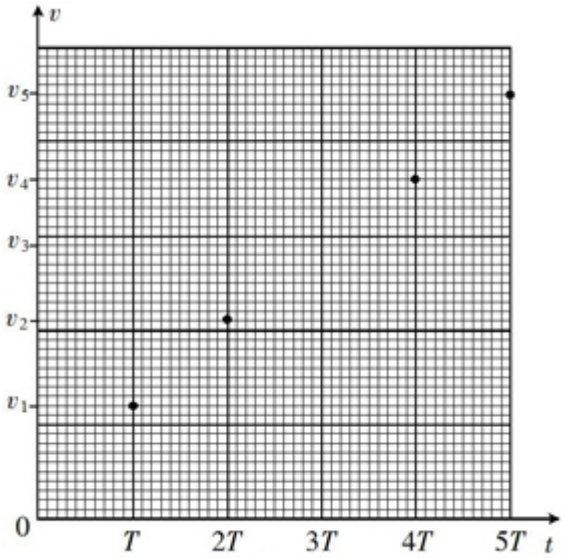


图 3

结合上述实验步骤，请你完成下列任务：

(1)在下列仪器和器材中，还需要使用的有_____和_____(填选项前的字母)。

A.电压合适的 50 Hz 交流电源

B.电压可调的直流电源

C.刻度尺

D.秒表

E.天平(含砝码)

(2)在图 3 中已标出计数点 A、B、D、E 对应的坐标点，请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点，并画出 v-t 图像_____。

(3)观察 v-t 图像，可以判断小车做匀变速直线运动，其依据是_____。v-t 图像斜率的物理意义是_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)描绘 v-t 图像前，还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度$\frac{\Delta x}{\Delta t}$表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对$\triangle t$ 的要求是_____(选填“越小越好”或“与大小无关”)；从实验的角度看，选取的$\triangle x$ 大小与速度测量的误差_____(选填“有关”或“无关”)。

(5)早在 16 世纪末，伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时，为此他设计了如图 4 所示的“斜面实验”，反复做了上百次，验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识，分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的_____。

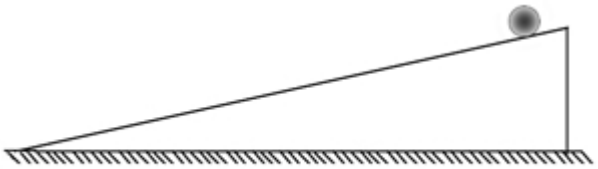
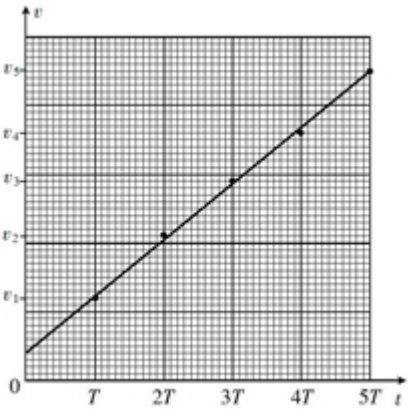


图4

【答案】A　C　如图所示：

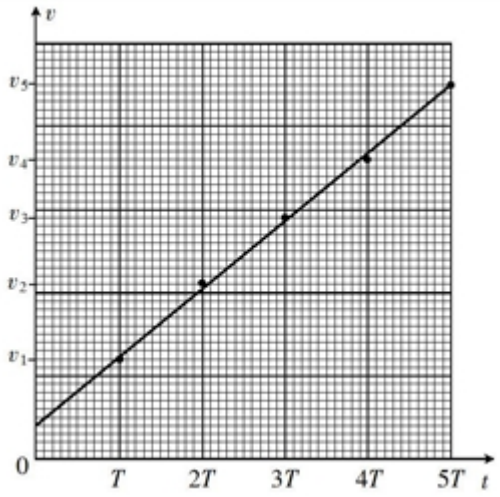


小车的速度随时间均匀变化　加速度　越小越好　有关　如果小球的初速度为 0，其速度$v \propto t$，那么它通过的位移 $x \propto t^2$。因此，只要测量小球通过不同位移所用的时间，就可以检验小球的速度是否随时间均匀变化。

【解析】(1)打点计时器需用交流电源；为了计算速度需要利用刻度尺测量长度。故需要的仪器选 AC

(2)利用所给点迹描点连线，得图像

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



其中 C 点的横坐标为 $3T$，纵坐标为v_3

(3)结合图像可以看出小球速度随时间均匀变化，所以小球做匀加速运动，图像的斜率代表了运动时的加速度

(4)△t 越小，$\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 越接近计数点瞬时速度，所以△t 越小越好，计算速度需要用到△t 的测量值，所以△t 大小与速度测量的误差有关。

(5)如果小球的初速度为 0，其速度 $v\propto t$,那么它通过的位移 $x\propto t^2$。因此，只要测量小球通过不同位移所用时间，就可以检验小球的速度是否随时间均匀变化。(要检验小球的速度是随时间均匀变化的，可以检验小球运动位移与时间的平方成正比，利用滴水可以得到小球的运动时间，并测出小球在相应时间内的位移，则可以验证。)

点睛: 本题考查了速度与与时间得关系，速度没有办法直接测量，所以要利用物理关系转化，转换成我们能够测量的量，然后在来验证速度与时间得关系。

11.(2018·北京卷全国 III 卷)甲、乙两同学通过下面的实验测量人的反应时间。实验步骤如下：

(1)甲用两个手指轻轻捏住量程为 L 的木尺上端，让木尺自然下垂。乙把手放在尺的下端(位置恰好处于 L 刻度处，但未碰到尺)，准备用手指夹住下落的尺。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)甲在不通知乙的情况下，突然松手，尺子下落；乙看到尺子下落后快速用手指夹住尺子。若夹住尺子的位置刻度为 L_1，重力加速度大小为 g，则乙的反应时间为_____(用 L、L_1 和 g 表示)。

(3)已知当地的重力加速度大小为 g=9.80 m/s^2，L=30.0 cm，L_1=10.4 cm，乙的反应时间为_____s。(结果保留 2 位有效数字)

(4)写出一条提高测量结果准确程度的建议：_____。

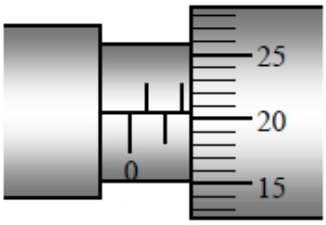
【答案】$\sqrt{\frac{2（L-L_1）}{g}}$　0.20　多次测量取平均值；初始时乙的手指尽可能接近尺子

【解析】试题分析　本题主要考查自由落体运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用教材知识解决实际问题的能力。

解析　根据题述，在乙的反应时间 t 内，尺子下落高度 $h=L-L_1$，由自由落体运动规律，$h=\frac{1}{2}gt^2$，解得 t=$\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$。代入数据得：$t$=0.20s。

点睛　测量反应时间是教材上的小实验，此题以教材小实验切入，难度不大。

12.(2011·天津卷)用螺旋测微器测量某金属丝直径的结果如图所示。该金属丝的直径是_____mm



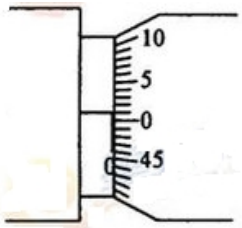
【答案】1.706

【解析】注意副尺一定要有估读。读数为 1.5+20.6×0.01mm=1.706mm。因为个人情况不同，估读不一定一致，本题读数 1.704～1.708 都算正确。

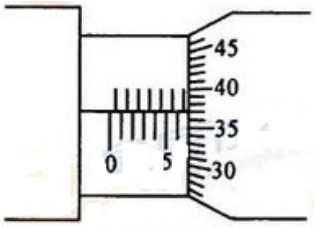
【考点定位】螺旋测微器的读数

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

13.(2012·新课标卷)某同学利用螺旋测微器测量一金属板的厚度。该螺旋测微器校零时的示数如图(a)所示，测量金属板厚度时的示数如图(b)所示。图(a)所示读数为_____mm，图(b)所示读数为_____mm，所测金属板的厚度为_____mm。



图（a）



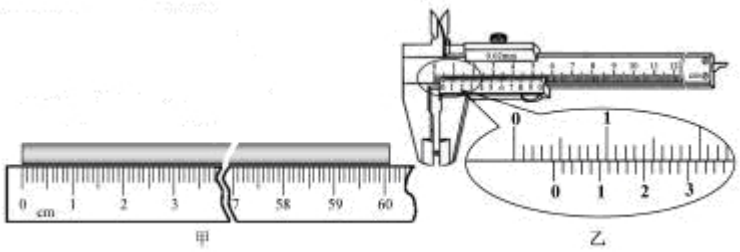
图（b）

【答案】0.010　6.870　6.860

【解析】该螺旋测微器校零时的示数如图(a)所示，螺旋测微器的固定刻度为 0mm，可动刻度为 $0.01\times1.0mm=0.010mm$，所以最终读数为 0.010mm；测量金属板厚度时的示数如图(b)所示，螺旋测微器的固定刻度为 6.5mm，可动刻度为 $0.01\times37.0mm=0.370mm$，所以最终读数为 6.870mm。所测金属板的厚度为 $6.870-0.010=6.860mm$。

【考点定位】本题考查螺旋测微器的读数及其相关知识

14.(2014·福建卷)某同学测定一金属杆的长度和直径，示数如图甲、乙所示，则该金属杆的长度和直径分别为_____cm 和_____mm。



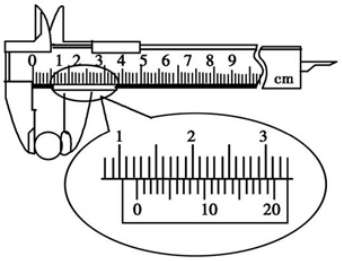
【答案】60.10　4.20

【解析】由图知测量值为 60.10cm；游标卡尺主尺读数为 4mm，游标尺 10×0.02mm=0.20mm，故测量值为 4.20mm。

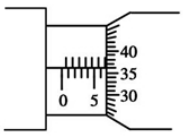
【考点定位】本题考查刻度尺与游标卡尺的读数

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

15.(2015·海南卷·T11)某同学利用游标卡尺和螺旋测微器分别测量一圆柱体工件的直径和高度，测量结果如图(a)和(b)所示。该工件的直径为_____cm，高度为_____mm。



图(a)



图(b)

【答案】1.220cm，6.861mm

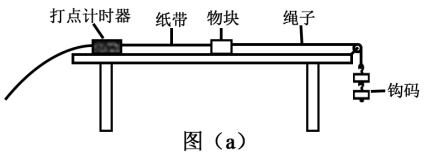
【解析】游标卡尺读数为 $d=12mm+4\times\frac{1}{20}mm=12.20mm=1.220cm$

螺旋测微器的读数为：$h=6.5mm+36.1\times0.01mm=6.861mm$

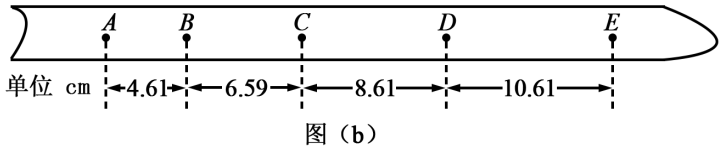
【考点定位】螺旋测微器，游标卡尺读数

【方法技巧】解决本题的关键掌握游标卡尺读数的方法，主尺读数加上游标读数，不需估读.螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读。

16.(2016·海南卷)某同学利用图(a)所示的实验装置探究物块速度随时间的变化。物块放在桌面上，细绳的一端与物块相连，另一端跨过滑轮挂上钩码。打点计时器固定在桌面左端，所用交流电源频率为 50 Hz。纸带穿过打点计时器连接在物块上。启动打点计时器，释放物块，物块在钩码的作用下拖着纸带运动。打点计时器打出的纸带如图(b)所示(图中相邻两点间有 4 个点未画出)。



图（a）



图（b）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据实验数据分析，该同学认为物块的运动为匀加速运动。回答下列问题：

(1)在打点计时器打出 B 点时，物块的速度大小为_____m/s。在打出 D 点时，物块的速度大小为_____m/s；(保留两位有效数字)

(2)物块的加速度大小为_____m/s^2。(保留两位有效数字)

【答案】(1)0.56　0.96　(2)2.0

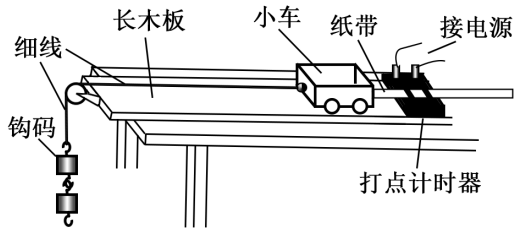
【解析】(1)根据匀变速直线运动的中间时刻的速度等于该过程的平均速度，可知 $v_B=\frac{x_{AC}}{2T}=\frac{4.61+6.59}{0.2}\times10^{-2}$ m/s=0.56 m/s，$v_B=\frac{x_{CE}}{2T}=\frac{8.61+10.61}{0.2}\times10^{-2}$ m/s=0.96 m/s；

(2)由逐差法可得加速度 $a=\frac{x_{CE}-x_{AC}}{4T^2}=\frac{10.61+8.61-6.59-4.61}{4\times0.1^2}\times10^{-2}$ m/s^2=2.0 m/s^2。

【考点定位】探究小车速度随时间变化的规律

【名师点睛】根据匀变速直线运动中中间时刻的速度等于该过程中的平均速度，可以求出打纸带上小车的瞬时速度大小，然后在速度公式求加速度即可。

17.(2016·天津卷)某同学利用图示装置研究小车的匀变速直线运动。



(1)实验中必要的措施是_____。

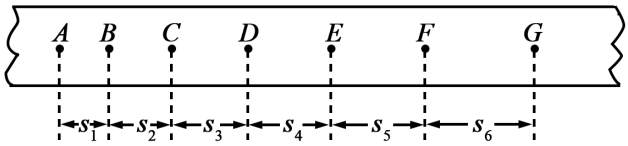
A.细线必须与长木板平行　　B.先接通电源再释放小车

C.小车的质量远大于钩码的质量　　D.平衡小车与长木板间的摩擦力

(2)他实验时将打点计时器接到频率为 50 Hz 的交流电源上，得到一条纸带，打出的部分计数点如图所示(每相邻两个计数点间还有 4 个点，图中未画出)。s_1=3.59 cm，s_2=4.41 cm，s_3=5.19 cm，s_4=5.97 cm，s_5=6.78 cm，s_6=7.64 cm。则小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

车的加速度 a=_____m/s²(要求充分利用测量的数据)，打点计时器在打 B 点时小车的速度 v_B=_____m/s。(结果均保留两位有效数字)



【答案】(1)AB　(2)0.80　0.40

【解析】(1)实验时，细线必须与长木板平行，以减小实验的误差，选项 A 正确；实验时要先接通电源再释放小车，选项 B 正确；此实验中没必要使小车的质量远大于钩码的质量，选项 C 错误；此实验中不需平衡小车与长木板间的摩擦力，选项 D 错误。

(2)两相邻计数点间的时间间隔 T=0.1 s；由逐差法可得 $a=\frac{s_6+s_5+s_4-s_3-s_2-s_1}{9T^2}$ =0.80 m/s²，打点计时器在打 B 点时小车的速度 $v_B=\frac{s_1+s_2}{2T}$=0.40 m/s。

【考点定位】研究小车的匀变速直线运动实验

【名师点睛】此题是一道考查研究小车的匀变速直线运动的常规实验题；注意不要把此实验与验证牛顿第二定律的实验相混淆；在验证牛顿第二定律的实验中，要求小车的质量远大于钩码的质量和平衡小车与长木板间的摩擦力，但在此实验中是不必要的；此题考查学生对力学基本实验的掌握情况。

18.(2011·广东卷)图 1 是“研究匀变数直线运动”实验中获得的一条纸带，O、A、B、C、D 和 E 为纸带上六个计数点。加速度大小用 a 表示.

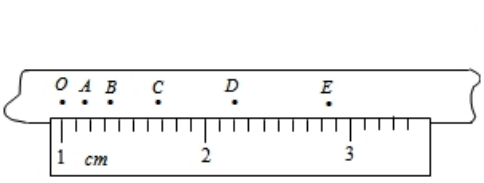


图 1

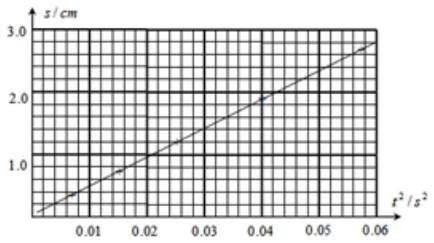


图 2

(1)OD 间的距离为_____cm.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)图 2 是根据实验数据绘出的 s—t^2 图线(s 为各计数点至同一起点的距离)，斜率表示_____，其大小为_____m/s²(保留三位有效数字)。

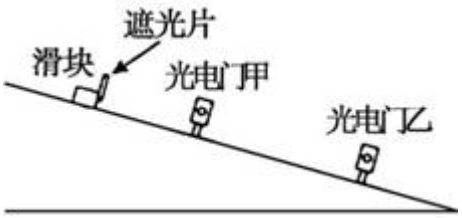
【答案】(1)1.20　　(2)$a/2$　　0.933

【解析】(1)最小刻度是毫米的刻度尺读数要估读到最小刻度的下一位，故拿零来补充估测值位置，所以 OD 间的距离为 1.20cm.

(2)由公式 $s=\frac{1}{2}at^2$ 知图象的斜率表示 $\frac{1}{2}a$，即加速度的二分之一，计算斜率得 $a=2k=0.933m/s^2$.

【考点定位】“研究匀变数直线运动”实验

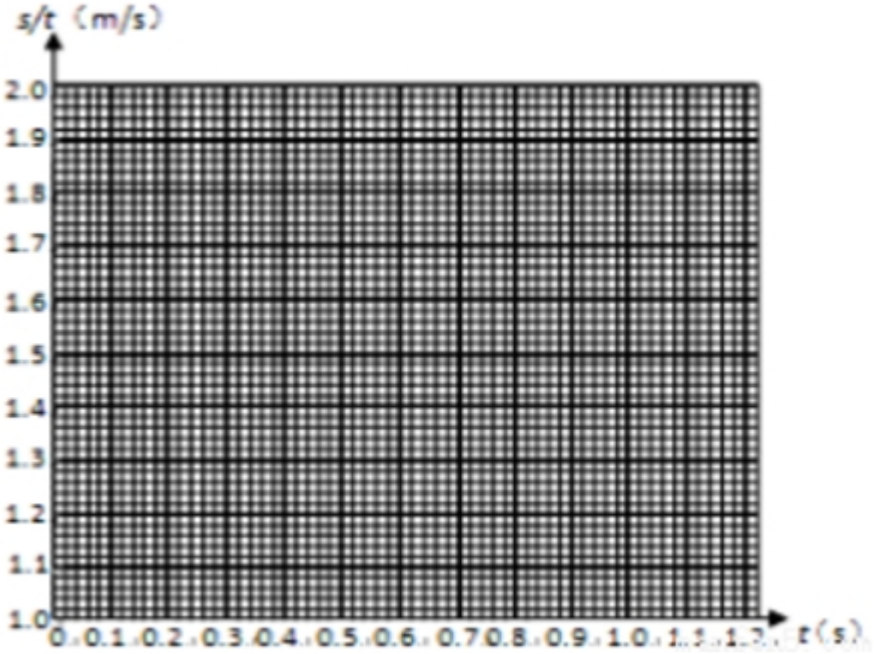
19.(2011·辽宁卷)利用图 1 所示的装置可测量滑块在斜面上运动的加速度。一斜面上安装有两个光电门，其中光电门乙固定在斜面上靠近底端处，光电门甲的位置可移动，当一带有遮光片的滑块自斜面上滑下时，与两个光电门都相连的计时器可以显示出遮光片从光电门甲至乙所用的时间 t。改变光电门甲的位置进行多次测量，每次都使滑块从同一点由静止开始下滑，并用米尺测量甲、乙之间的距离 s，记下相应的 t 值；所得数据如下表所示。



s(m)	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950
t(ms)	292.9	371.5	452.3	552.8	673.8	776.4
s/t(m/s)	1.71	1.62	1.55	1.45	1.34	1.22

(1)根据表中给出的数据，在图乙给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t}-t$ 图线；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

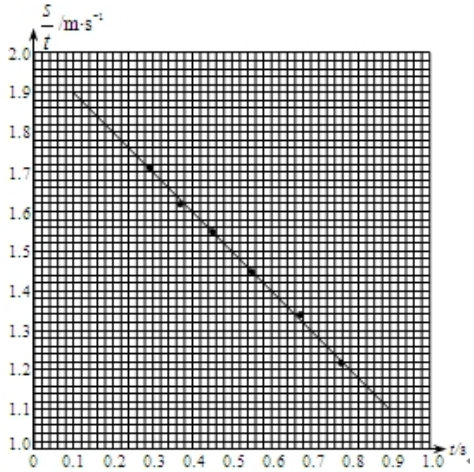


(2)若滑块所受摩擦力为一常量，滑块加速度的大小 a、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v、测量值 s 和 t 四个物理量之间所满足的关系式是_____；

(3)由所画出的 $\frac{s}{t}-t$ 图线，得出滑块加速度的大小为 a=_____$\mathrm{m/s^2}$(保留 2 位有效数字).

【答案】(1)如图所示；(2) $s=vt-\frac{1}{2}at^2$；(3)2.0

【解析】(1)根据表中给出的数据，在图乙给出的坐标纸上画出 $\frac{s}{t}-t$ 图线；



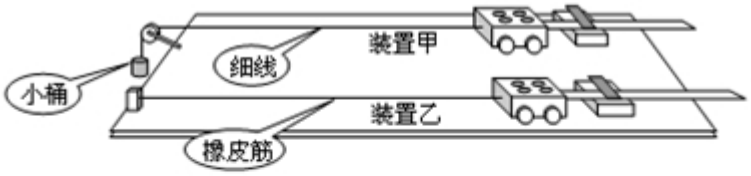
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

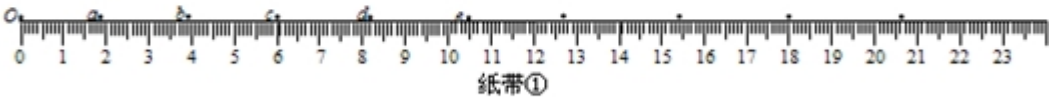
(2)已知滑块沿斜面下滑时做匀加速运动，滑块加速度的大小 a、滑块经过光电门乙时的瞬时速度 v、测量值 s 和 t 四个物理量。因为时速度 v_1 是下滑的末速度，所以我们可以看下滑的逆过程，所以满足的关系式是 $s=v_1t-\frac{1}{2}at^2$ 。

(3)由 $s=v_1t-\frac{1}{2}at^2$ 整理得：$\frac{s}{t}=v_1-\frac{1}{2}at$，由表达式可知，加速度等于斜率大小的两倍.所以由图象得出滑块加速度的大小为 a=2.0m/s^2。

【考点定位】测定匀变速直线运动的加速度

20.(2013·浙江卷·T21)如图所示，装置甲中挂有小桶的细线绕过定滑轮，固定在小车上；装置乙中橡皮筋的一端固定在导轨的左端，另一端系在小车上。一同学用装置甲和乙分别进行实验，经正确操作获得两条纸带①和②，纸带上的 a、b、c……均为打点计时器打出的点。





纸带①

纸带②

(1)任选一条纸带读出 b、c 两点间的距离为_____；

(2)任选一条纸带求出 c、e 两点间的平均速度大小为_____，纸带①和②上 c、e 两点间的平均速度 $\bar{v}_{①}$ _____ $\bar{v}_{②}$(填“大于”“等于”或“小于”)。

(3)图中 _____(填选项)

A.两条纸带均为用装置甲实验所得

B.两条纸带均为用装置乙实验所得

C.纸带①为用装置甲实验所得，纸带②为用装置乙实验所得

D.纸带①为用装置乙实验所得，纸带②为用装置甲实验所得.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)2.10cm 或 2.40cm(±0.05 cm，有效数字位数正确) (2)1.13m/s 或 1.25m/s(±0.05 m/s，有效数字位数不作要求) 小于 (3)C

【解析】(1)选②纸带读出 b、c 两点间的距离为 6.50-4.10cm=2.40cm

(2)选②纸带读出 c、e 两点间的距离为 5cm，相对应的平均速度 $\bar{v}=\frac{5\text{cm}}{0.04s}=1.25m/s$

选①纸带读出 c、e 两点间的距离为 4.5cm，所以平均速度 $\bar{v}$①小于 $\bar{v}$②。

(3)装置甲实验中小车做匀加速直线运动，所以相邻的计时点的间距之差相等，装置乙实验中小车受橡皮筋的弹力越来越小，所以做加速度减小的变加速直线运动，以相邻的计时点的间距之差减小，所以带①为用装置甲实验所得，纸带②为用装置乙实验所得。故选 C.

【考点定位】打点计时器；纸带处理。

21.(2013·广东卷·T34)研究小车匀变速直线运动的实验装置如图(a)所示其中斜面倾角 θ 可调，打点计时器的工作频率为 50Hz。纸带上计数点的间距如图(b)所示，其中每相邻两点之间还有 4 个记录点未画出。

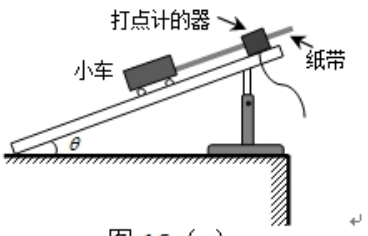


图 16（a）

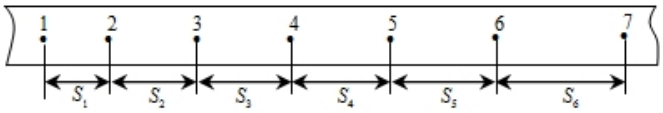


图 16（b）

(1)部分实验步骤如下：

A.测量完毕，关闭电源，取出纸带

B.接通电源，待打点计时器工作稳定后放开小车

C.将小车依靠在打点计时器附近，小车尾部与纸带相连

D.把打点计时器固定在平板上，让纸带穿过限位孔

上述实验步骤的正确顺序是：_____(用字母填写)。

(2)图(b)中标出的相邻两计数点的时间间隔 T=_____s。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)计数点 5 对应的瞬时速度大小计算式为 v_5=_____。

(4)为了充分利用记录数据，减小误差，小车加速度大小的计算式应为 a=_____。

【答案】(1)DCBA　(2)0.1　(3)$\frac{s_4+s_5}{2T}$　(4)$\frac{(s_4+s_5+s_6)-(s_1+s_2+s_3)}{9T^2}$

【解析】① (1)实验步骤应是先安装仪器，做好实验前时佳备工作，开始实验，然后处理数据，因此实验步骤为 DCBA。

②时间 $T=nT_0=5*0.02s=0.1s$(n 为相邻两个计数的间隔数)

③用在匀变速直线运动中：中时刻速度的等于平均速度计算

④取 $s_1'=s_1+s_2+s_3$　$s_2'=s_4+s_5+s_6$ 则：$T'=3T$ 就可用 $\Delta s'=aT'^2$ 求 a

【考点定位】在研究小车匀变速运动的实验

22.(2014·山东卷)某实验小组利用弹簧秤和刻度尺，测量滑块在木板上运动的最大速度。

实验步骤：

①用弹簧秤测量橡皮泥和滑块的总重力，记作 G；

②将装有橡皮泥的滑块放在水平木板上，通过水平细绳和固定弹簧秤相连，如图甲所示。在 A 端向右拉动木板，待弹簧秤示数稳定后，将读数记作 F；

③改变滑块上橡皮泥的质量，重复步骤①②；

实验数据如下表所示：

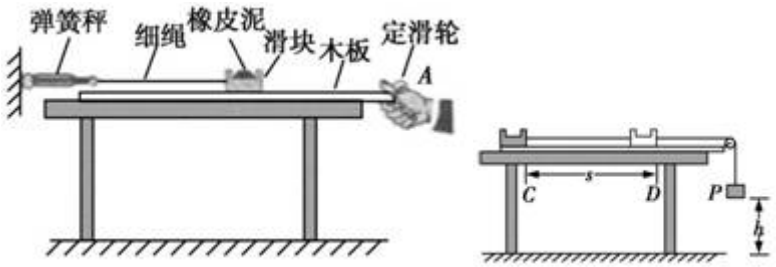
G/N	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
F/N	0.59	0.83	0.99	1.22	1.37	1.61

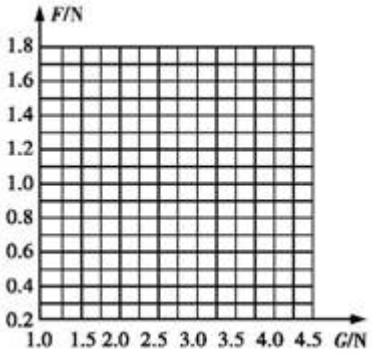
④如图乙所示，将木板固定在水平桌面上，滑块置于木板上左端 C 处，细绳跨过定滑轮分别与滑块和重物 P 连接，保持滑块静止，测量重物 P 离地面的高度 h；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

⑤滑块由静止释放后开始运动并最终停在木板上的 D 点(未与滑轮碰撞)，测量 C、D 间的距离 s 。

完成下列作图和填空：





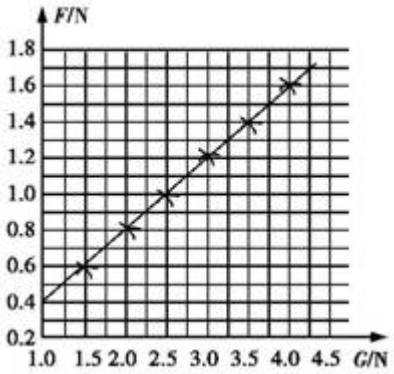
图甲　　图乙

(1)根据表中数据在给定坐标纸上作出 $F-G$ 图线。

(2)由图线求得滑块和木板间的动摩擦因数 μ=_____(保留 2 位有效数字)。

(3)滑块最大速度的大小 v=_____(用 h、s、μ 和重力加速度 g 表示)。

【答案】(1)如图所示　(2)0.40(0.38、0.39、0.41、0.42 均正确)；(3)$\sqrt{2\mu g(s-h)}$



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

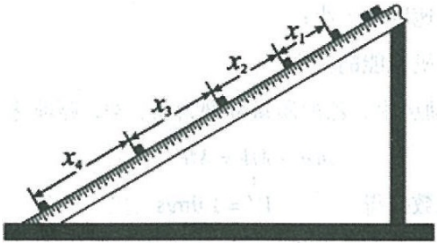
【解析】(1)在坐标纸上，描出各点，然后用直线将各点连接起来，得到$F-G$图象，见答案。

(2)弹簧称的示数就是物体受到的摩擦力，根据$F=\mu F_N=\mu G$，可知图象的斜率就是动摩擦因数，找特殊点代入可得μ=0.4。

(3)P 落地后，滑块又前进了$s-h$的距离才停止运动，在这段时间内，滑块做减速运动，根据$v^2=2a(s-h)$，而滑块的加速度$a=\mu g$，代入数据整理得，最大速度为$v=\sqrt{2\mu g(s-h)}$。

【考点定位】滑动摩擦力，匀变速直线运动位移与速度的关系.

23.(2014·全国大纲卷)现用频闪照相方法来研究物块的变速运动。在一小物块沿斜面向下运动的过程中，用频闪相机拍摄的不同时刻物块的位置如图所示。拍摄时频闪频率是 10Hz；通过斜面上固定的刻度尺读取的 5 个连续影像间的距离依次为x_1、x_2、x_3、x_4。已知斜面顶端的高度 h 和斜面的长度 s。数据如下表所示。重力加速度大小 g=9.80m/s^2。



单位：cm

x_1	x_2	x_3	x_4	h	s
10.76	15.05	19.34	23.65	48.00	80.00

根据表中数据，完成下列填空：

(1)物块的加速度 a＝_____m/s^2(保留 3 位有效数字)。

(2)因为_____，可知斜面是粗糙的。

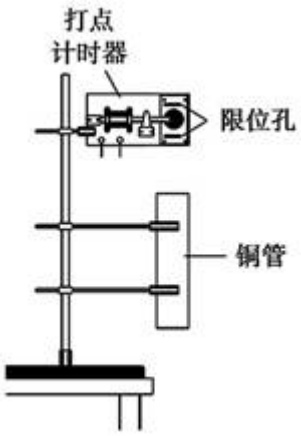
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)4.30(或 4.29 或 4.31)；(2)物块加速度小于 $g\frac{h}{s}$ =5.88m/s²(或物块加速度小于物块沿光滑斜面下滑的加速度)

【解析】(1)根据逐差法可求得物块的加速度为：$a=\frac{(x_3+x_4)-(x_1+x_2)}{0.2^2}=4.30m/s^2$；若斜面是光滑的，小物块下滑的加速度应该为：$a'=\frac{gh}{s}=5.88m/s^2$，由于物块加速度小于物块沿光滑斜面下滑的加速度，所以说明斜面是粗糙的。

【考点定位】本题主要考查了研究匀变速直线运动的实验、牛顿第二定律的应用等问题，属于中档题。

24.(2015·江苏卷·T11)某同学探究小磁铁在铜管中下落时受电磁阻尼作用的运动规律，实验装置如图所示，打点计时器的电源为50Hz的交流电。



(1)下列实验操作中，不正确的有_____。

A.将铜管竖直地固定在限位孔的正下方

B.纸带穿过限位孔，压在复写纸下面

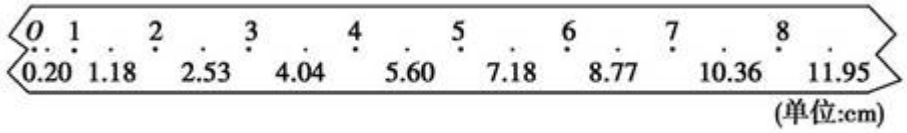
C.用手捏紧磁铁保持静止，然后轻轻地松开让磁铁下落

D.在磁铁下落的同时接通打点计时器的电源

(2)该同学按照正确的步骤进行试验(记为“实验①”)，将磁铁从管口处释放，打出一条纸带，取开始下落的一段，确定一合适的点为*O*点，每隔一个计时点取一个

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

计数点，标为1、2、3……8，用刻度尺量出各计数点的相邻计时点到O点的距离，记录在纸带上，如图所示



计算相邻计时点间的平均速度$\bar{v}$，粗略地表示各计数点的速度，抄入下表，请将表中的数据补充完整

位置	1	2	3	4	5	6	7	8
$\bar{v}$(cm/s)	24.5	33.8	37.8	▲	39.5	39.8	39.8	39.8

(3)分析上表的实验数据可知：在这段纸带记录的时间内，磁铁运动速度的变化情况是_____;磁铁受到阻尼作用的变化情况是_____.

(4)该同学将装置中的铜管更换为相同尺寸的塑料管，重复上述实验操作(记为实验②)，结果表明磁铁下落的运动规律与自由落体运动规律几乎相同，请问实验②是为了说明说明？对比实验①和②的结果得到什么结论？

【答案】(1)CD(2)39.0　(3)逐渐增大到39.8 cm/ s　　逐渐增大到等于重力(4)为了说明磁铁在塑料管中几乎不受阻尼作用，磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用。

【解析】(1)在实验时，应用手拿着纸带释放，而不是拿着磁铁，应先接通电源，让打点计时器工作，然后释放磁铁，所以不正确的是CD；

(2)由$v=\frac{x}{t}=\frac{5.60-4.04}{0.04}$可求$v_4$=39.0m/s；

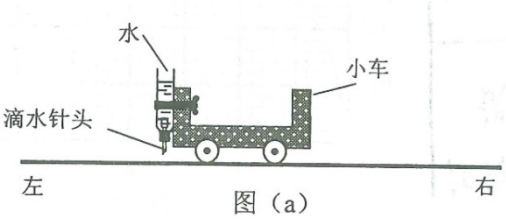
(3)由纸带上的测量数据知，磁铁的速度逐渐增大，最后匀速下落，阻力逐渐增大到等于重力；

(4)为了说明磁铁在塑料管中几乎不受阻尼作用，磁铁在铜管中受到的阻尼作用主要是电磁阻尼作用。

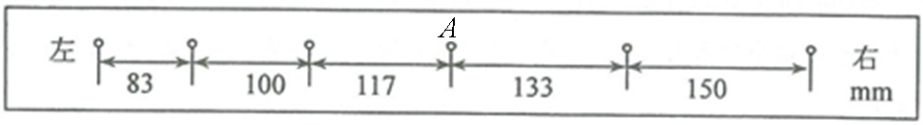
【考点】研究电磁阻尼

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

25.(2017·新课标Ⅰ卷)某探究小组为了研究小车在桌面上的直线运动，用自制“滴水计时器”计量时间。实验前，将该计时器固定在小车旁，如图(a)所示。实验时，保持桌面水平，用手轻推一下小车。在小车运动过程中，滴水计时器等时间间隔地滴下小水滴，图(b)记录了桌面上连续的 6 个水滴的位置。(已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴)



图（a）



图（b）

(1)由图(b)可知，小车在桌面上是_____(填“从右向左”或“从左向右”)运动的。

(2)该小组同学根据图(b)的数据判断出小车做匀变速运动。小车运动到图(b)中 A 点位置时的速度大小为_____m/s，加速度大小为_____m/s²。(结果均保留 2 位有效数字)

【答案】(1)从右向左　(2)0.19　0.037

【解析】(1)小车在阻力的作用下，做减速运动，由图(b)知，从右向左相邻水滴间的距离逐渐减小，所以小车在桌面上是从右向左运动；(2)已知滴水计时器每 30 s 内共滴下 46 个小水滴，所以相邻两水滴间的时间间隔为：$\Delta t=\frac{30}{45}\text{s}=\frac{2}{3}\text{s}$，所以 A 点位置的速度为：$v_A=\frac{0.117+0.133}{2\Delta t}\text{m/s}=0.19\ \text{m/s}$，

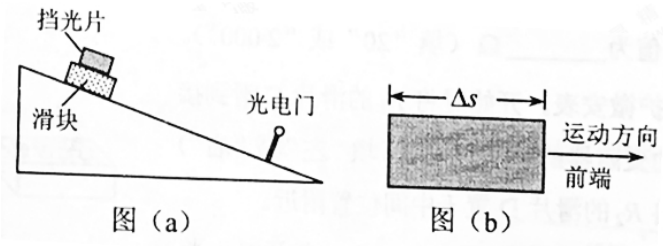
根据逐差法可求加速度：$(x_4+x_5)-(x_1+x_2)=6a(\Delta t)^2$，解得 a=0.037 m/s²。

【考点定位】匀变速直线运动的研究

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】注意相邻水滴间的时间间隔的计算，46滴水有45个间隔；速度加速度的计算，注意单位、有效数字的要求。

26.(2017·新课标Ⅱ卷)某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系。使用的器材有：斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器。



实验步骤如下：

①如图(a)，将光电门固定在斜面下端附近；将一挡光片安装在滑块上，记下挡光片前端相对于斜面的位置，令滑块从斜面上方由静止开始下滑；

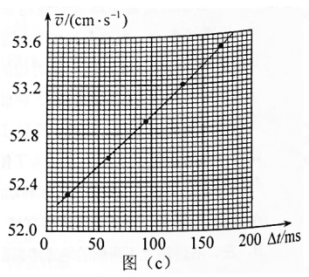
②当滑块上的挡光片经过光电门时，用光电计时器测得光线被挡光片遮住的时间Δt；

③用Δs表示挡光片沿运动方向的长度，如图(b)所示，$\bar{v}$表示滑块在挡光片遮住光线的Δt时间内的平均速度大小，求出$\bar{v}$；

④将另一挡光片换到滑块上，使滑块上的挡光片前端与①中的位置相同，令滑块由静止开始下滑，重复步骤②、③；

⑤多次重复步骤④；

⑥利用实验中得到的数据作出$\bar{v}$–Δt图，如图(c)所示。



完成下列填空：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)用 a 表示滑块下滑的加速度大小，用 v_A 表示挡光片前端到达光电门时滑块的瞬时速度大小，则 $\bar{v}$ 与 v_A、a 和 Δt 的关系式为 $\bar{v}$ =_____。

(2)由图(c)可求得，v_A=_____cm/s，a=_____cm/s²。(结果保留 3 位有效数字)

【答案】(1) $\bar{v}=v_A+\frac{1}{2}a\Delta t$　(2)52.1　16.3(15.8~16.8)

【解析】(1)设挡光片末端到达光电门的速度为 v，则由速度时间关系可知：

$v=v_A+a\Delta t$，且 $\bar{v}=\frac{v_A+v}{2}$

联立解得：$\bar{v}=v_A+\frac{1}{2}a\Delta t$；

(2)由图(c)可求得 v_A=52.1 cm/s，$\frac{1}{2}a=\frac{53.6-52.1}{180\times10^{-3}}\text{ cm/s}^2\approx8.3\text{ cm/s}^2$，即 a=16.6 cm/s²。

【考点定位】匀变速直线运动的规律

【名师点睛】此题主要考查学生对匀变速直线运动的基本规律的运用能力；解题时要搞清实验的原理，能通过运动公式找到图象的函数关系，结合图象的截距和斜率求解未知量。

27.(2018·天津卷)某研究小组做“验证力的平行四边形定则”的实验，所有器材有：方木板一块，白纸，量程为 5 N 的弹簧测力计两个，橡皮条(带两个较长的细绳套)，刻度尺，图钉(若干个)。

①具体操作前，同学们提出了如下关于实验操作的建议，其中正确的是_____。

A.橡皮条应和两绳套夹角的角平分线在一条直线上

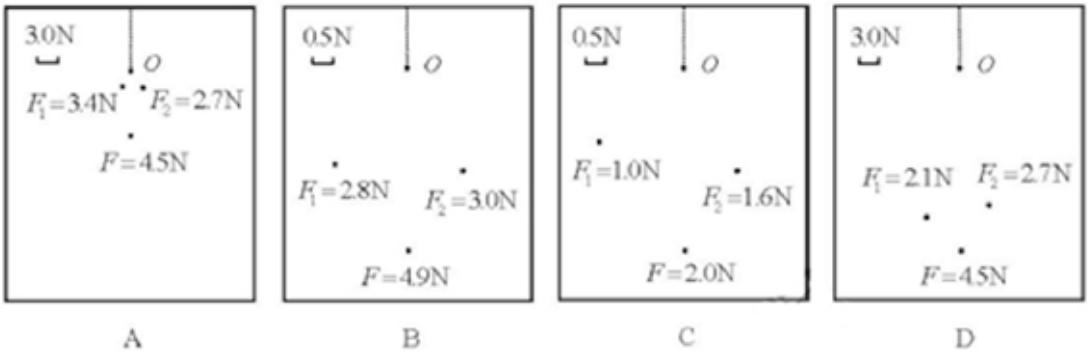
B.重复实验再次进行验证时，结点 O 的位置可以与前一次不同

C.使用测力计时，施力方向应沿测力计轴线；读数时视线应正对测力计刻度

D.用两个测力计互成角度拉橡皮条时的拉力必须都小于只用一个测力计时的拉力

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②该小组的同学用同一套器材做了四次实验，白纸上留下的标注信息有结点位置 O，力的标度、分力和合力的大小及表示力的作用线的点，如下图所示。其中对于提高实验精度最有利的是_____。



A　　B　　C　　D

【答案】BC　B

【解析】①为了使实验结果更具有普遍性，在实验过程中不应让橡皮条的拉力方向具有特殊的角度或位置，A 错误；

只有每一次实验时用一个力和用两个力拉的效果相同即可，即 O 点位置相同，不需要每次实验的 O 点位置都相同，B 正确；

使用测力计时，施力方向应沿测力计轴线，读数时，视线应正对弹簧测力计的刻度，C 正确；

合力可以大于任一个分力，也可以等于分力，还可以小于任一分力，D 错误。

②AD 实验中选取的力的标度过大，导致画力时，线段太短，不利于实验精确度；B 图和 C 图选用的标度相同，但 C 中力太小，不利于作平行四边形，故 B 符合题意；

28.(2012·浙江卷·T22)在“探究求合力的方法”实验中，现有木板、白纸、图钉、橡皮筋、细绳套和一把弹簧秤。

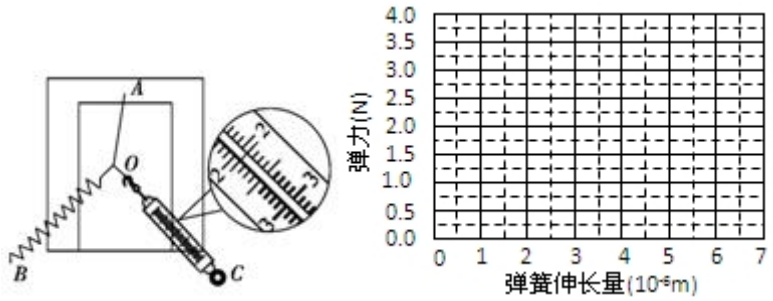
(1)为完成实验，某同学另找来一根弹簧，先测量其劲度系数，得到的实验数据如下表

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

弹力F（N）	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
伸长量x（10^{-2} m）	0.74	1.80	2.80	3.72	4.68	5.58	6.42

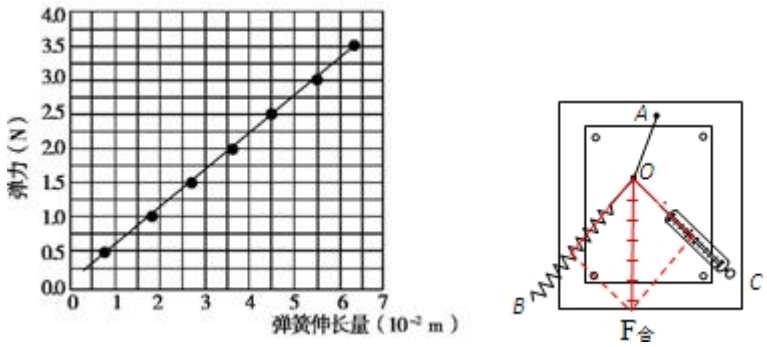
用作图法求得该弹簧的劲度系数 $k=$_____N/m；

(2)某次实验中，弹簧的指针位置如图所示，其读数为_____N，同时利用(3)中结果获得弹簧上的弹力值为 2.50N，请在答题纸上画出这两个共点力的合力 $F_{合}$；



(3)由图得到 $F_{合}=$_____N。

【答案】(1)如图所示　55　(2)2.10　如图所示　(3)3.3



(1)根据图线斜率求得弹簧的劲度系数 k=55N/m；

(2)读数时估读一位，F=2.10N；

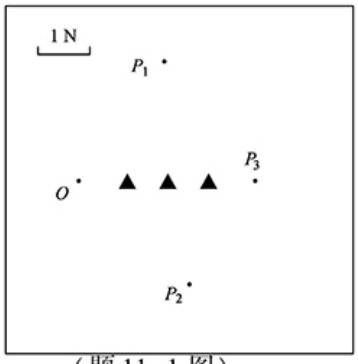
(3)作图，在同一力的图示中使用相同的比例标尺，做平行四边形，量出如图对角线的长度，根据比例标尺换算出合力，$F_{合}$=3.3N。

【考点定位】本题考查“探究求合力的方法”实验及其相关知识。

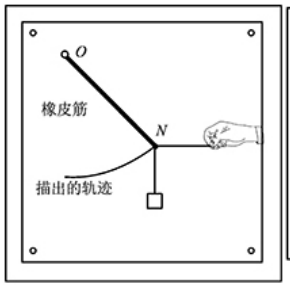
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

29.(2014·江苏卷)小明通过实验验证力的平行四边形定则。

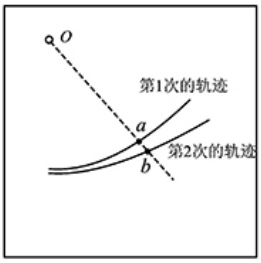
(1)实验记录纸如图 1 所示，O 点为橡皮筋被拉伸后伸长到的位置，两弹簧测力计共同作用时，拉力 F_1 和 F_2 的方向分别过 P_1 和 P_2 点；一个弹簧测力计拉橡皮筋时，拉力 F_3 的方向过 P_3 点。三个力的大小分别为：F_1＝3.30 N、F_2＝3.85 N 和 F_3＝4.25 N。请根据图中给出的标度作图求出 F_1 和 F_2 的合力。



(题 11-1 图)



(题 11-2 图)



(题 11-3 图)

(2)仔细分析实验，小明怀疑实验中的橡皮筋被多次拉伸后弹性发生了变化，影响实验结果。他用弹簧测力计先后两次将橡皮筋拉伸到相同长度，发现读数不相同，于是进一步探究了拉伸过程对橡皮筋弹性的影响。

实验装置如图 2 所示，将一张白纸固定在竖直放置的木板上，橡皮筋的上端固定于 O 点，下端 N 挂一重物。用与白纸平行的水平力缓慢地移动 N，在白纸上记录下 N 的轨迹。重复上述过程，再次记录下 N 的轨迹。

两次实验记录的轨迹如图 3 所示，过 O 点作一条直线与轨迹交于 a、b 两点，则实验中橡皮筋分别被拉伸到 a 和 b 时所受拉力 F_a、F_b 的大小关系为_____。

(3)根据(2)中的实验，可以得出的实验结果有哪些？_____(填写选项前的字母)

A.橡皮筋的长度与受到的拉力成正比

B.两次受到的拉力相同时，橡皮筋第 2 次的长度较长

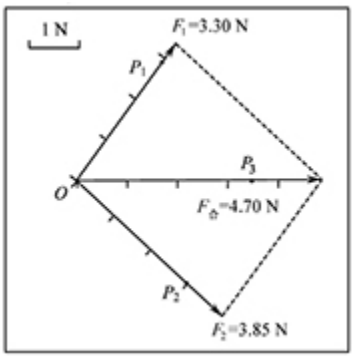
C.两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较大

D.两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)根据小明的上述实验探究，请对验证力的平行四边形定则实验提出两点注意事项。

【答案】(1)如图所示　4.7N(4.6～4.9N 均可)；(2)$F_a=F_b$；(3)BD；(4)选用新橡皮筋；橡皮筋拉伸不宜过长



【解析】(1)根据力的图示法作出力 F_1 和 F_2 的图示，如答案图所示，并根据力的平行四边形定则作出两者的合力，用刻度尺量得其长度为单位长度的 4.7 倍，即合力大小为 4.7N(4.6～4.9N 均可)。

(2)设 Oab 与竖直方向的夹角为 θ，根据共点力平衡条件解得：$F=mg\tan\theta$，因此有：$F_a=F_b$

(3)由中分析可知，橡皮筋上的拉力大小为：$T=\dfrac{mg}{\cos\theta}$，因此有 $T_a=T_b$，显然图中 $Ob>Oa$，故选项 A 错误；选项 B 正确；橡皮筋因老化，每次被拉后，形变已经不能完全恢复，因此两次受到的拉力相同时，拉力越大，橡皮筋两次的长度之差越大故选项 D 正确；两次被拉伸到相同长度时，橡皮筋第 2 次受到的拉力较小，故选项 C 错误。

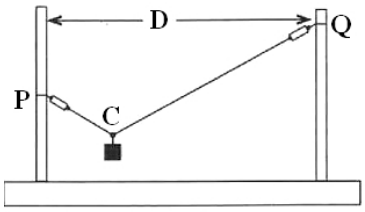
(4)有上述分析可知，要确保橡皮筋发生弹性形变，因此应注意选用新的弹性较好的橡皮筋，每次橡皮筋的形变要在弹性限度内，即拉伸不宜过长。

【考点定位】本题主要考查了验证力的平行四边形定则实验和探究弹簧伸长量与弹力的关系实验问题，属于中档题。

30.(2014·重庆卷)为了研究人们用绳索跨山谷过程中绳索拉力的变化规律，同学们设计了如题 6 图 3 所示的实验装置，他们将不可伸长轻绳的两端通过测力计(

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

不及质量及长度)固定在相距为 D 的两立柱上，固定点分别为 P 和 Q，P 低于 Q，绳长为 $L\,(L>\overline{PQ})$。他们首先在绳上距离 P 点 10cm 处(标记为 C)系上质量为 m 的重物(不滑动)，由测力计读出绳 PC、QC 的拉力大小 T_P 和 T_Q，随后改变重物悬挂点的位置，每次将 P 到 C 点的距离增加 10cm，并读出测力计的示数，最后得到 T_P、T_Q 与绳长 $\overline{PC}$ 之间的关系曲线如题 6 图 4 所示，由实验可知：

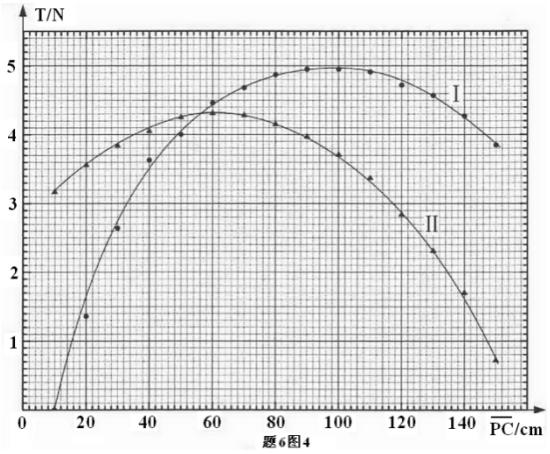


题 6 图 3

(1)曲线 II 中拉力最大时，C 与 P 点的距离为_____cm，该曲线为_____(选填：T_P 或 T_Q)的曲线.

(2)在重物从 P 移动到 Q 的整个过程中受到最大拉力的是_____(选填：P 或 Q)点所在的立柱。

(3)在曲线 I、II 相交处，可读出绳的拉力 T_Q=_____N，它与 L、D、m 和重力加速度 g 的关系为 T_Q=_____。



题6图4

【答案】(1)60(56～64)　T_P　　(2) Q　(3) 4.30(4.25～4.35)　$\dfrac{mgL\sqrt{L^2-D^2}}{2(L^2-D^2)}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由曲线 II 的最高点拉力最大，对应的横坐标 $\overline{PC}=60cm$，设 PC 和 QC 与水平的夹角为 α 和 β，对 C 点的平衡可知 $T_P\cdot\cos\alpha=T_Q\cdot\cos\beta$，开始 C 点靠近 P 点，因 $\alpha>\beta$，则 $\frac{T_P}{T_Q}=\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}>1$，即 $T_P>T_Q$，结合两曲线左侧部分，II 曲线靠上则为 T_P 的曲线。

(2)比较两图象的顶点大小可知，I 曲线的最高点更大，代表 Q 有最大拉力。

(3)两曲线的交点表示左右的绳拉力大小相等，读出纵坐标为 $T_P=T_Q=4.30N$，设 CQ 绳与立柱的夹角为 θ，延长 CQ 线交另立柱上，构成直角三角形，则 $\cos\theta=\frac{\sqrt{L^2-D^2}}{L}$，两拉力相等构成菱形由力的平衡可知 $2T_Q\cos\theta=mg$，则

$$T_Q=\frac{mg}{2\cos\theta}=\frac{mgL\sqrt{L^2-D^2}}{2(L^2-D^2)}$$

【考点定位】本题考查了平行四边形法则、力的平衡条件及其应用.

31.(2015·山东卷·T21)某同学通过下述实验验证力的平行四边形定则。实验步骤：

①将弹簧秤固定在贴有白纸的竖直木板上，使其轴线沿竖直方向。

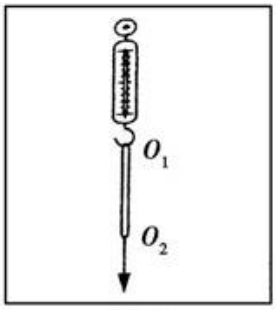
②如图甲所示，将环形橡皮筋一端挂在弹簧秤的秤钩上，另一端用圆珠笔尖竖直向下拉，直到弹簧秤示数为某一设定值时，将橡皮筋两端的位置记为 O_1、O_2，记录弹簧秤的示数 F，测量并记录 O_1、O_2 间的距离(即橡皮筋的长度 l)。每次将弹簧秤示数改变 0.50N，测出所对应的 l，部分数据如下表所示：

F(N)	0	0.50	1.00	1.05	2.00	2.50
l (cm)	l_0	10.97	12.02	13.00	13.98	15.05

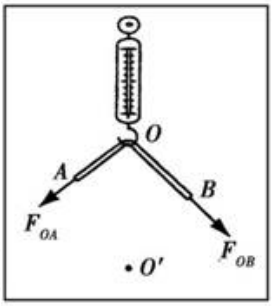
③找出②中 F=2.50N 时橡皮筋两端的位置，重新记为 O、O'，橡皮筋的拉力记为 $F_{OO'}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

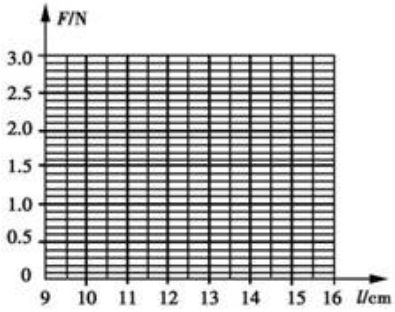
④在秤钩上涂抹少许润滑油，将橡皮筋搭在秤钩上，如图乙所示。用两圆珠笔尖成适当角度同时拉橡皮筋的两端，使秤钩的下端达到 O 点，将两笔尖的位置标记为 A、B，橡皮筋 OA 段的拉力记为 F_{OA}，OB 段的拉力记为 F_{OB}。



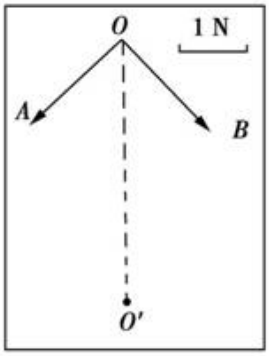
图甲



图乙



图丙



图丁

完成下列作图和填空：

(1)利用表中数据在给出的坐标纸上(图丙)画出 F—l 图线，根据图线求得 l_0=_____cm。

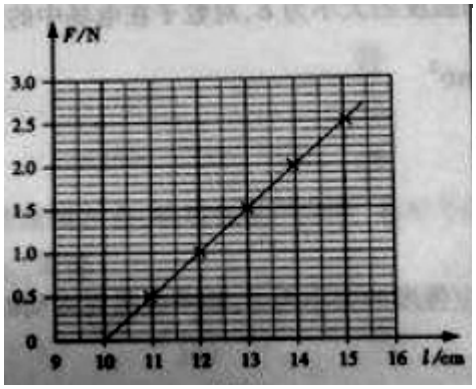
(2)测得 OA=6.00cm，OB=7.60cm，则 F_{OA} 的大小为_____N。

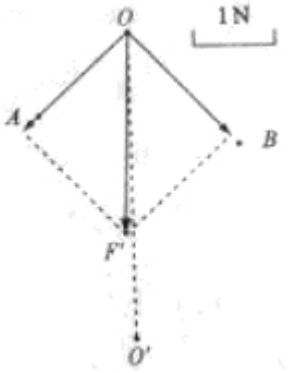
(3)根据给出的标度，在图丁上作出 F_{OA} 和 F_{OB} 的合力 F' 的图示。

(4)通过比较 F' 与_____的大小和方向，即可得出实验结论。

【答案】(1)如图甲所示　10.00　(2)1.80　(3)如图乙所示　(4)$F_{OO'}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！





【解析】(1)做出 F-l 图像，求得直线的截距即为 l_0，可得 l_0=10.00cm；

(2)可计算弹簧的劲度系数为 $k=\frac{F}{\Delta x}=\frac{1}{0.02}N/m=50N/m$；若 OA=6.00cm，OB=7.60cm，则弹簧的弹力 $F=k\Delta l=50(6.00+7.60-10.0)\times10^{-2}N=1.8N$；则此时 $F_{OA}=F=1.8N$。

(4)通过比较 F'和 $F_{OO'}$的大小和方向，可得出实验结论.

【考点定位】验证力的平行四边形法则.

32.(2015·安徽卷·T21I)在“验证力的平行四边形定则”实验中，某同学用图钉把白纸固定在水平放置的木板上，将橡皮条的一端固定在木板上一点，两个细绳套系在橡皮条的另一端，用两个弹簧测力计分别拉住两个细绳套，互成角度地施加拉力，使得橡皮条伸长，结点到达纸面上某一位置，如图所示，请将以下的实验操作和处理补充完整：

(1)用铅笔描下结点位置，记为 O；

(2)记录两个弹簧测力计的示数 F_1 和 F_2，沿每条细绳的方向用铅笔分别描出几个点，用刻度尺把相应的点连成线；

(3)只用一个弹簧测力计，通过细绳套把橡皮条的结点仍拉到位置 O，记录测力计的示数 F_3，_____；

(4)按照力的图示要求，作出拉力 F_1、F_2、F_3；

(5)根据力的平行四边形定则作出 F_1、F_2 的合力 F；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(6)比较_____的一致程度，若有较大差异，对其原因进行分析，并作出相应的改进后再进行试验。

【答案】(3)沿此时细绳的方向用铅笔描出几个点，用刻度尺把这些点连成直线 (6)F 和 F_3

【解析】(3)需要记录拉力的方向。(6)应该比较用平行四边形定则做出的合力 F 和实际值 F_3 的大小和方向是否一样。

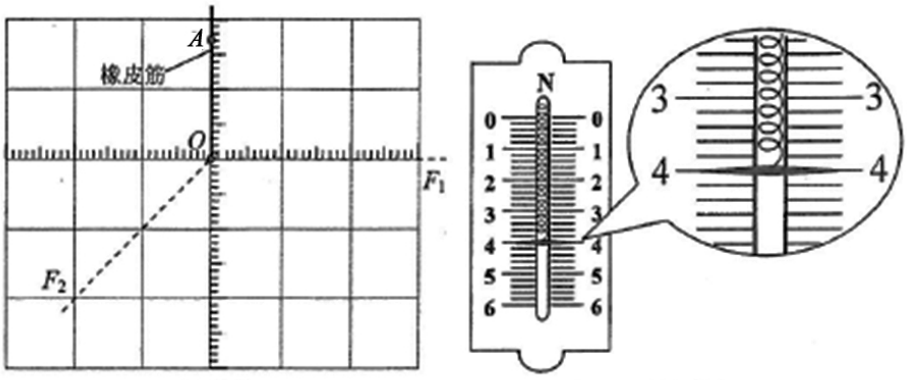
考点：考查了验证力的平行四边形实验

33.(2017·新课标Ⅲ卷)某探究小组做“验证力的平行四边形定则”实验，将画有坐标轴(横轴为 x 轴，纵轴为 y 轴，最小刻度表示 1 mm)的纸贴在水平桌面上，如图(a)所示。将橡皮筋的一端 Q 固定在 y 轴上的 B 点(位于图示部分之外)，另一端 P 位于 y 轴上的 A 点时，橡皮筋处于原长。

(1)用一只测力计将橡皮筋的 P 端沿 y 轴从 A 点拉至坐标原点 O，此时拉力 F 的大小可由测力计读出。测力计的示数如图(b)所示，F 的大小为_____N。

(2)撤去(1)中的拉力，橡皮筋 P 端回到 A 点；现使用两个测力计同时拉橡皮筋，再次将 P 端拉至 O 点。此时观察到两个拉力分别沿图(a)中两条虚线所示的方向，由测力计的示数读出两个拉力的大小分别为 F_1=4.2 N 和 F_2=5.6 N。

(i)用 5 mm 长度的线段表示 1 N 的力，以 O 为作用点，在图(a)中画出力 F_1、F_2 的图示，然后按平形四边形定则画出它们的合力 $F_{合}$；



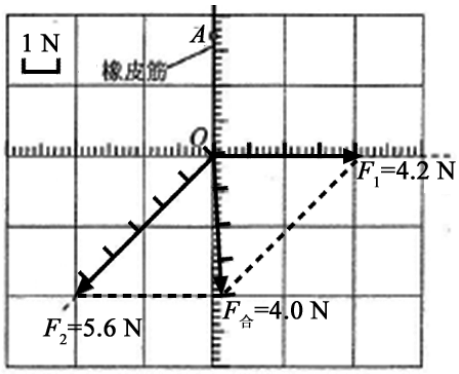
图（a）　　图（b）

(ii)$F_{合}$的大小为_____N，$F_{合}$与拉力 F 的夹角的正切值为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

若 $F_{合}$与拉力 F 的大小及方向的偏差均在实验所允许的误差范围之内，则该实验验证了力的平行四边形定则。

【答案】(1)4.0　(2)(i)如图　(ii)4.0　0.05



【解析】(1)由图可知，F 的大小为 4.0 N。

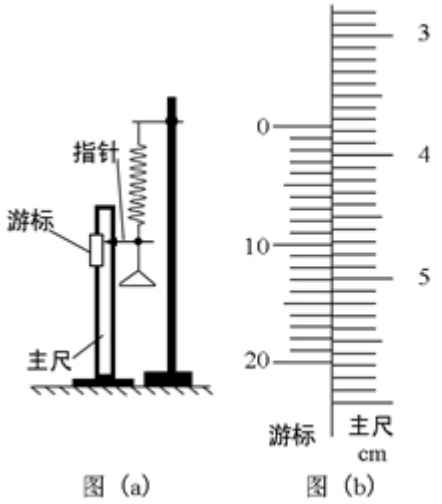
(2)作力 F_1、F_2 的图示，作出合力 $F_{合}$，$F_{合}$长为 20 mm，所以 $F_{合}$大小为 4.0 N，$F_{合}$与拉力 F 的夹角的正切值为 0.05。

【考点定位】验证力的平行四边形定则

【名师点睛】验证力的平行四边形定则中的作图法要注意标明：力的标度、刻度、方向箭头、大小和物理量名称。

34.(2018·新课标 I 卷·T9)如图(a)，一弹簧上端固定在支架顶端，下端悬挂一托盘：一标尺由游标和主尺构成，主尺竖直固定在弹簧左边；托盘上方固定有一能与游标刻度线准确对齐的装置，简化为图中的指针。现要测量图(a)中弹簧的劲度系数，当托盘内没有砝码时，移动游标，使其零刻度线对准指针，此时标尺读数为 1.950 cm；当托盘内放有质量为 0.100 kg 的砝码时，移动游标，再次使其零刻度线对准指针，标尺示数如图(b)所示，其读数为_____cm。当地的重力加速度大小为 9.80 m/s^2，此弹簧的劲度系数为_____N/m(保留 3 位有效数字)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）　　图（b）

【答案】3.775　　53.7

【解析】实验所用的游标卡尺精度为 0.05mm，游标卡尺上游标第 15 条刻度线与主尺刻度线对齐，根据游标卡尺的读数规则，图(b)所示的游标卡尺读数为 3.7cm+15×0.05mm=3.7cm+0.075cm=3.775cm。

托盘中放有质量为 m=0.100kg 的砝码时，弹簧受到的拉力 F=mg=0.100×9.8N=0.980N，弹簧伸长 x=3.775cm-1.950cm=1.825cm=0.01825m，根据胡克定律，F=kx，解得此弹簧的劲度系数 k=F/x=53.7N/m。

【点睛】解答此题常见错误主要有：一是游标卡尺读数误差，或单位搞错导致错写成 37.70；二是把重力加速度按照习惯用 g=10m/s^2 代入计算导致错误；三是考虑采用图象法处理实验数据计算劲度系数耽误时间。

35.(2016·浙江卷·T21)某同学在“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验中，测得图中弹簧 *OC* 的劲度系数为 500 N/*m*。如图 1 所示，用弹簧 *OC* 和弹簧秤 *a*、*b* 做“探究求合力的方法”实验。在保持弹簧伸长 1.00 cm 不变的条件下，

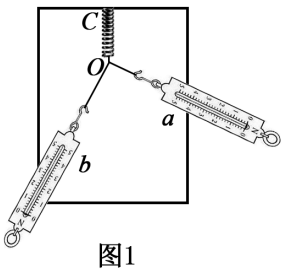


图1

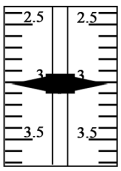


图2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

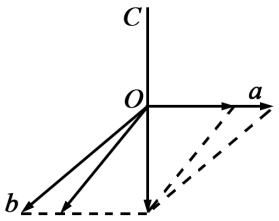
(1)若弹簧秤 *a*、*b* 间夹角为 90°，弹簧秤 *a* 的读数是____N(图 2 中所示)，则弹簧秤 *b* 的读数可能为_____N。

(2)若弹簧秤 *a*、*b* 间夹角大于 90°，保持弹簧秤 *a* 与弹簧 *OC* 的夹角不变，减小弹簧秤 *b* 与弹簧 *OC* 的夹角，则弹簧秤 *a* 的读数_____、弹簧秤 *b* 的读数_____(填“变大”、“变小”或“不变”)。

【答案】(1)3.00~3.02　3.09~4.1(有效数不作要求) (2)变大　变大

【解析】(1)由题图 2 可知弹簧秤 a 的读数是 F_1＝3.0N；因合力为 F＝kx＝500×0.01N=5N，两分力的夹角为 90°，则另一个分力的大小为 $F_2=\sqrt{F^2-F_1^2}=4.0N$。

(2)若弹簧秤 *a*、*b* 间的夹角大于 90°，保持弹簧秤 *a* 与弹簧 *OC* 的夹角不变，减小弹簧秤 *b* 与弹簧 *OC* 的夹角，根据力的平行四边形法则可知，弹簧秤 *a* 的读数变大，弹簧秤 *b* 的读数变大。

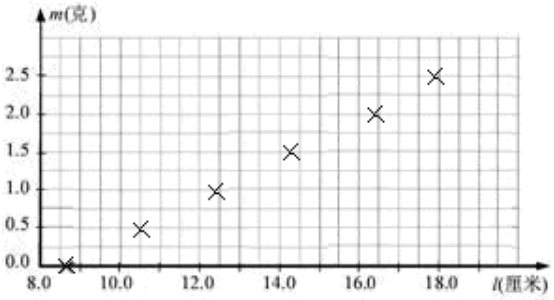


【考点定位】探究求合力的方法

【名师点睛】此题考查力的平行四边形法则问题。解题的关键是弄清实验的原理，熟练掌握力的平行四边形定则；第二问是力的动态分析，要会用“图解法”画图分析解答试题。

36.(2011·安徽卷)为了测量某一弹簧的劲度系数，降该弹簧竖直悬挂起来，在自由端挂上不同质量的砝码。实验册除了砝码的质量 m 与弹簧长度 *l* 的相应数据，七对应点已在图上标出。($g=9.8m/s^2$)

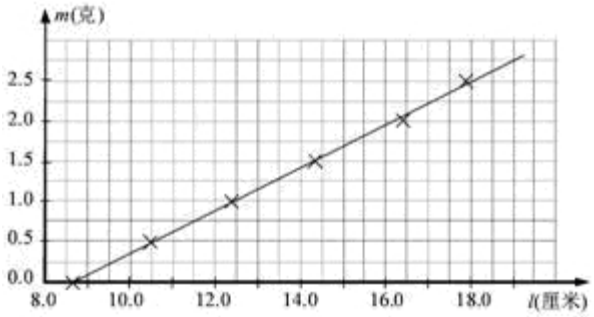
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



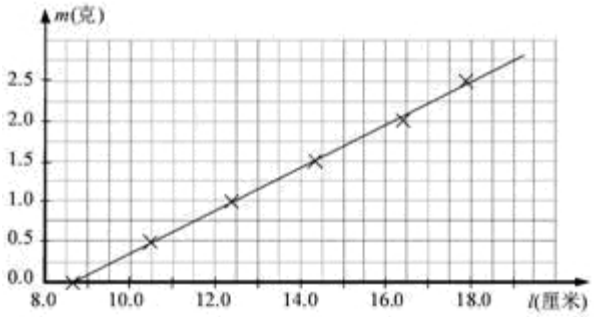
(1)作出 *m-l* 的关系图线；

(2)弹簧的劲度系数为____N/m.

【答案】(1)如图所示(2)0.248~0.262



【解析】(1)如图所示



(2)在图线选取相距较远的两点，读出坐标为(19.0*cm*，2.75*g*)，(9.5*cm*，0.25*g*)，求出图线的斜率 $k_{斜}=0.0263kg/m$，则劲度系数

$k_{劲}=gk_{斜}=9.8\times0.263N/m=0.258N/m$。

【考点定位】胡克定律

37.(2012·广东卷·T34(2))某同学探究弹力与弹簧伸长量的关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

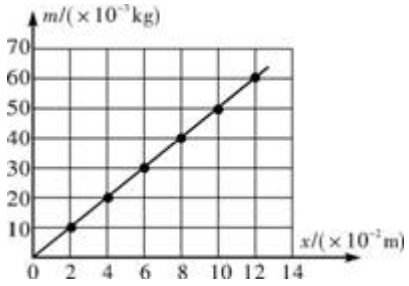
(1)将弹簧悬挂在铁架台上，将刻度尺固定在弹簧一侧，弹簧轴线和刻度尺都应在_____方向(填“水平”或“竖直”)。

(2)弹簧自然悬挂，待弹簧_____时，长度记为L_0，弹簧下端挂上砝码盘时，长度记为L_x；在砝码盘中每次增加10g砝码，弹簧长度依次记为L_1至L_6，数据如下表表：

代表符号	L_0	L_x	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
数值(cm)	25.35	27.35	29.35	31.30	33.4	35.35	37.40	39.30

表中有一个数值记录不规范，代表符号为_____。由表可知所用刻度尺的最小分度为_____。

(3)如图是该同学根据表中数据作的图，纵轴是砝码的质量，横轴是弹簧长度与____的差值(填“L_0或L_x”)。



(4)由图可知弹簧的劲度系数为_____N/m；通过图和表可知砝码盘的质量为_____g(结果保留两位有效数字，重力加速度取9.8m/s^2)。

【答案】(1)竖直，(2)稳定，L_3，1mm；(3)L_x，(4)4.9，10.

【解析】(1)用铁架台，一定是竖直悬挂；

(2)弹簧晃动时测量无意义；

(3)用毫米刻度尺测量长度是要估读到分度值的下一位，记录数据的最后一位是估读位，故数据 L_3 记录不规范，由表可知所用刻度尺的最小刻度为 1mm；

(4)根据胡克定律公式△F＝k△x，有：k＝4.9N/kg

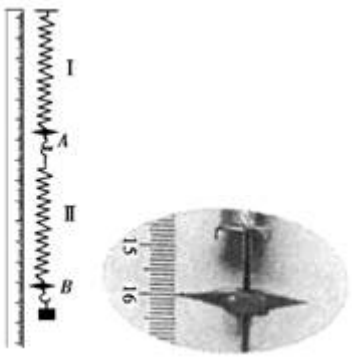
由表格得到，弹普原长为：L_0=23.35cm；挂砝码盘时：L_x＝27.35cm；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据胡克定律，砝码盘质量为：M＝10g。

【考点定位】本题考查了“探究弹力与弹簧伸长量的关系”实验

38.(2014·浙江卷)在“探究弹力和弹簧伸长的关系”时，某同学把两根弹簧如图 1 连接起来进行探究。



钩码数	1	2	3	4
L_A/cm	15.71	19.71	23.66	27.76
L_B/cm	29.96	35.76	41.51	47.36

(1)某次测量如图 2 所示，指针示数为_____cm。

(2)在弹性限度内，将 50g 的钩码逐个挂在弹簧下端，得到指针 A、B 的示数 L_A 和 L_B 如表 1。用表 1 数据计算弹簧 1 的劲度系数为_____N/m(重力加速度 g=10m/s^2)。由表 1 数据_____(填“能”或“不能”)计算出弹簧 2 的劲度系数。

【答案】(1)15.95cm--16.05cm　(2)12.2—12.8 N/m　　能

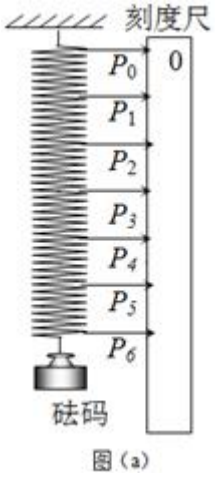
【解析】(1)由图 2 可得读数为 15.95cm～16.05cm；(2)由表 1 的数据结合胡可定律可得 $2mg-mg=k_1(L_{A2}-L_{A1})$、$3mg-2mg=k_1(L_{A3}-L_{A2})$、$4mg-3mg=k_1(L_{A4}-L_{A3})$，再对三个 k_1 求平均可得弹簧 1 的劲度系数约为 12.2～12.8N/m，由挂 1 个钩码到挂 2 个钩码弹簧 2 的形变量为 $x_2=(L_{B2}-L_{A2})-(L_{B1}-L_{A1})$，所以同样可求弹簧 2 的劲度系数。

【考点定位】刻度尺读数、胡可定律

39.(2014·新课标全国卷II)某实验小组探究弹簧的劲度系数 k 与其长度(圈数)的关系；实验装置如图(a)所示：一均匀长弹簧竖直悬挂，7 个指针 P_0、P_1、P_2、P_3、P_4、P_5、P_6 分别固定在弹簧上距悬点 0、10、20、30、40、50、60 圈处；通过旁边竖直放置的刻度尺，可以读出指针的位置，P_0 指向 0 刻度；设弹簧下端未挂

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

重物时，各指针的位置记为 x_0；挂有质量为 0.100kg 砝码时，各指针的位置记为 x；测量结果及部分计算结果如下表所示(n 为弹簧的圈数，取重力加速度为 9.80m/s^2).已知实验所用弹簧的总圈数为 60，整个弹簧的自由长度为 11.88cm.

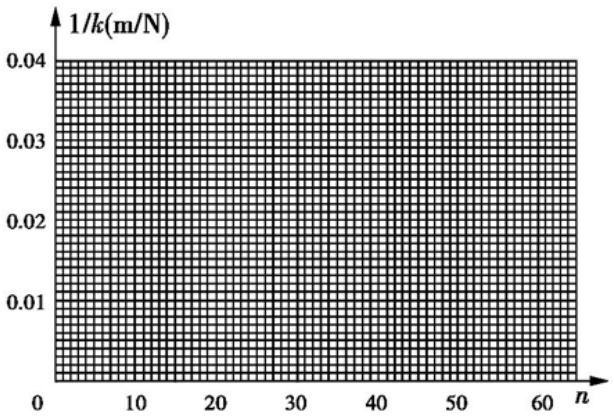


图(a)

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
x_0 (cm)	2.04	4.06	6.06	8.05	10.03	12.01
x (cm)	2.64	5.26	7.81	10.30	12.93	15.41
n	10	20	30	40	50	60
k(N/m)	163	①	56.0	43.6	33.8	28.8
1/k(m/N)	0.0061	②	0.0179	0.0229	0.0296	0.0347

(1)将表中数据补充完整：__①__，__②__；

(2)以 n 为横坐标，1/k 为纵坐标，在图(b)给出的坐标纸上画出 1/k-n 图。

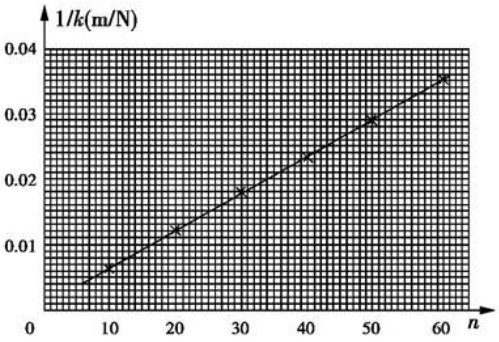


图(b)

(3)图(b)中画出的直线可以近似认为通过原点；若从实验中所用的弹簧截取圈数为 n 的一段弹簧，该弹簧的劲度系数 k 与其圈数 n 的关系的表达式为 k=__③__N/m；该弹簧的劲度系数 k 与其自由长度 l_0(单位为 m)的表达式为 k=__④__ N/m.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)①81.7　②0.0122　(2)如图所示　(3)③$k=\frac{1.71\times10^3}{n}$(N/m)(在$\frac{1.67\times10^3}{n}$：$\frac{1.83\times10^3}{n}$之间均可)　④$k=\frac{3.38}{l_0}$。(在$\frac{3.31}{l_0}$：$\frac{3.62}{l_0}$之间均可)



【解析】(1)①中$k=\frac{mg}{\Delta x_2}=\frac{0.1\times9.8\text{N}}{(5.26\text{-}4.06)\times10^{-2}\text{m}}$=81.7N/m；

②$\frac{1}{k}=\frac{1}{81.7}$m/N=0.0122m/N

(3)③由图线可知直线的斜率为$\frac{0.035}{60}$，故直线方程满足$\frac{1}{k}=\frac{0.035}{60}n$，即

$k=\frac{1.71\times10^3}{n}$(N/m)(在$\frac{1.67\times10^3}{n}$：$\frac{1.83\times10^3}{n}$之间均可)

④由于60匝弹簧的总长度为11.88cm；则n匝弹簧的原长满足$\frac{n}{l_0}=\frac{60}{11.88\times10^{-2}}$，代入$k=\frac{1.71\times10^3}{n}$可得：$k=\frac{3.38}{l_0}$。(在$\frac{3.31}{l_0}$：$\frac{3.62}{l_0}$之间均可)

【考点定位】测量弹簧的劲度系数实验；

40.(2015·福建卷·T19(1))某同学做“探究弹力和弹簧伸长量的关系”的实验。

(1)图甲是不挂钩码时弹簧下端指针所指的标尺刻度，其示数为7.73cm，图乙是在弹簧下端悬挂钩码后指针所指的标尺刻度，此时弹簧的伸长量Δl为_____cm;

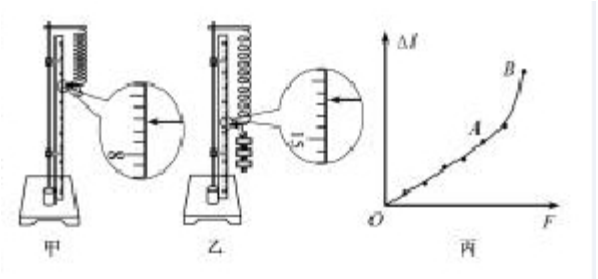
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)本实验通过在弹簧下端悬挂钩码的方法来改变弹簧的弹力，关于此操作，下列选项中规范的做法是_____；(填选项前的字母)

A.逐一增挂钩码，记下每增加一只钩码后指针所指的标尺刻度和对应的钩码总重

B.随意增减钩码，记下增减钩码后指针所指的标尺刻度和对应的钩码总重

(3)图丙是该同学描绘的弹簧的伸长量Δl与弹力F的关系图线，图线的AB段明显偏离直线OA，造成这种现象的主要原因是_____。



【答案】(1)6.93cm(2)A (3)钩码重力超过弹簧弹力范围

【解析】(1)由乙图知，读数为 14.66cm，所以弹簧伸长 14.66－7.73=6.93cm；

(2)若随意增减珐码，会作图不方便，有可能会超出弹簧形变范围，所以应逐一增挂钩码；

(3)由图知 AB 段伸长量与弹力不成线性关系，是因为钩码重力超过弹簧弹力范围。

【考点】：探究弹力和弹簧伸长量的关系

41.(2015·四川卷·T8(1))某同学在“探究弹力和弹簧伸长的关系”时，安装好实验装置，让刻度尺零刻度与弹簧上端平齐，在弹簧下端挂 1 个钩码，静止时弹簧长度为l_1，如图 1 所示，图 2 是此时固定在弹簧挂钩上的指针在刻度尺(最小分度是 1 毫米)上位置的放大图，示数l_1=_____cm.。在弹簧下端分别挂 2 个、3 个、4 个、5 个相同钩码，静止时弹簧长度分别是l_2、l_3、l_4、l_5。已知每个钩码质量是 50g，挂 2 个钩码时，弹簧弹力F_2=_____N(当地重力加速度g=9.8m/s^2)。要得到弹簧伸长量x，还需要测量的是_____。作出F-x曲线，得到弹力与弹簧伸长量的关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

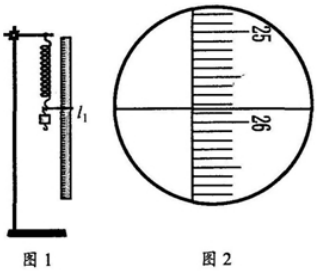


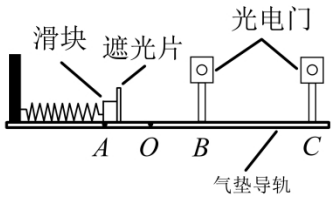
图 1　　图 2

【答案】25.85，0.98，弹簧的原长 l_0。

【解析】根据图 2 指针指示可知，l_1＝25.85cm，挂 2 个钩码时，以 2 个钩码整体为对象，受重力 mg 和弹簧的拉力 F_2 作用而处于平衡，根据共点力平衡条件有：F_2=mg=2×50×10^{-3}×9.8N=0.98N，弹簧的伸长(或缩短)量 x=|l-l_0|，其中 l 为弹簧形变以后的长度，l_0 为弹簧的原长，因此要得到弹簧伸长量 x，还需要测量的是弹簧的原长 l_0。

【考点定位】“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验

42.(2016·四川卷)用如图所示的装置测量弹簧的弹性势能。将弹簧放置在水平气垫导轨上，左端固定，右端在 O 点；在 O 点右侧的 B、C 位置各安装一个光电门，计时器(图中未画出)与两个光电门相连。先用米尺测得 B、C 两点间距离 s，再用带有遮光片的滑块压缩弹簧到某位置 A，静止释放，计时器显示遮光片从 B 到 C 所用的时间 t，用米尺测量 A、O 之间的距离 x。



(1)计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是_____。

(2)为求出弹簧的弹性势能，还需要测量_____。

A.弹簧原长　　B.当地重力加速度　　C.滑块(含遮光片)的质量

(3)增大 A、O 之间的距离 x，计时器显示时间 t 将_____。

A.增大　　B.减小　　C.不变

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$v=\frac{s}{t}$　(2)C　(3)B

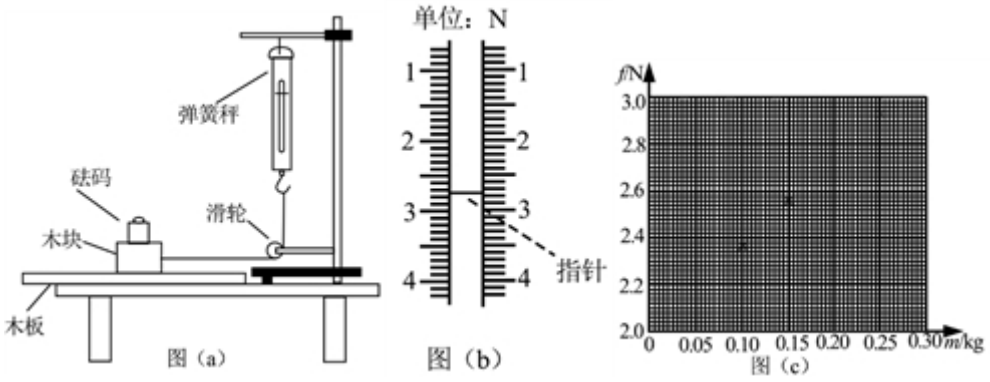
【解析】(1)计算滑块离开弹簧时速度大小的表达式是$v=\frac{s}{t}$。(2)弹簧的弹性势能等于滑块得到的动能，则为求出弹簧的弹性势能，还需要测量滑块(含遮光片)的质量，故选 C。(3)增大 A、O 之间的距离 x，弹簧压缩量变大，滑块得到的速度变大，则滑块经过计时器显示的时间 t 将减小，故选 B。

考点：测量弹簧的弹性势能

【名师点睛】此实验比较简单，实验的原理及步骤都很清楚；实验中引入的计时器装置可与刻度尺结合测量速度；首先要知道测量的物理量的表达式，然后才能知道要测量的物理量.

43.(2018·全国 II 卷)某同学用图(a)所示的装置测量木块与木板之间的摩擦因数。跨过光滑定滑轮的细线两端分别与木块和弹簧秤相连，滑轮和木块之间的细线保持水平，在木块上放置砝码。缓慢向左拉动水平放置的木板，当木块和砝码相对桌面静止且木板仍在继续滑动时，弹簧秤的示数即为木块受到的滑动摩擦力的大小。某次实验所得数据在下表中给出，其中f_4的值从图(b)中弹簧秤的示数读出。

砝码的质量 m/kg	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
滑动摩擦力 f/N	2.15	2.36	2.55	f_4	2.93



回答下列问题

(1)f_4=_____N

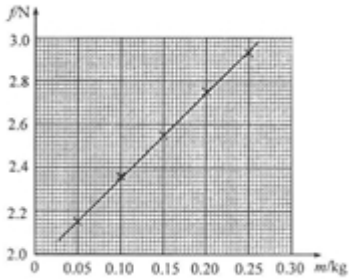
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)在图(c)的坐标纸上补齐未画出的数据点_____并绘出 *f-m* 图线_____；

(3)*f* 与 *m*、木块质量 *M*、木板和木块之间的滑动摩擦因数μ及重力加速度大小 *g* 之间的关系式 *f*=_____，*f-m* 图线(直线)的斜率的表达式 k=_____；

(4)取 *g*=9.80 m/s^2，由绘出的 *f-m* 图线求得μ = _____(保留 2 位有效数字)

【答案】(1)2.75　　(2)如图所示



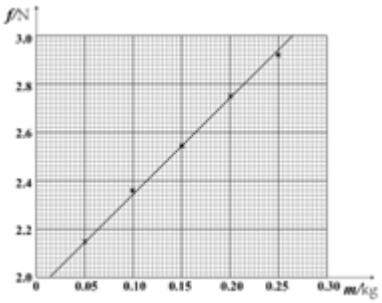
(3)$\mu(M+m)g$　　μg　(4)0.40

【解析】试题分析：①描点连线时要注意让所有点均匀分布在线上或线的两边

②要结合图像坐标整理出相应的数学函数，然后观测斜率和截距分别代表什么。

(1)指针在 2.7 与 2.8 之间，估读为2.75N

(2)描点画线注意让所有点均匀分布在线上或线的两边，作图如下：



(3)木块受到的是滑动摩擦力，根据滑动摩擦力的定义知$f = \mu(M + m)g$

把公式化简可得：$f = \mu(M + m)g = (\mu g)m + \mu Mg$

所以图像的斜率$k = \mu g$

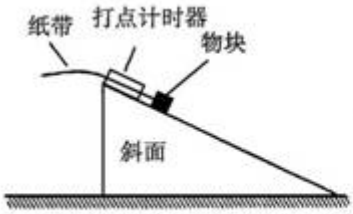
(4)取 *g*=9.80 m/ s^2，取图像上相距较远的两点求斜率$k = \frac{2.94 - 2.16}{0.25 - 0.05} = 3.9$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

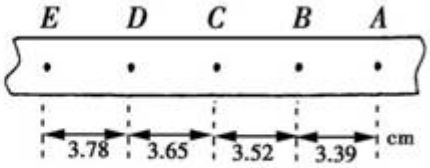
则$\mu=\frac{k}{g}=\frac{3.9}{9.8}\approx 0.40$

点睛：在描点连线时要注意尽可能让点在直线上，如果没法在直线上也要均匀分布在直线的两侧，来减小误差。

44.(2015·全国新课标II卷·T22)某学生用图(a)所示的实验装置测量物块与斜面的动摩擦因数。已知打点计时器所用电源的频率为 50*Hz*，物块下滑过程中所得到的只带的一部分如图(*b*)所示，图中标出了 5 个连续点之间的距离。



图（a）



图（b）

(1)物块下滑是的加速度 *a*=_____m/s²；打点 C 点时物块的速度 *v*=_____m/s；

(2)已知重力加速度大小为 *g*，求出动摩擦因数，还需测量的物理量是_____(填正确答案标号)。

A.物块的质量　　B.斜面的高度　　C.斜面的倾角

【答案】(1)3.25　1.79　(2)C

【解析】试题分析：(1)根据纸带数据可知：加速度

$a=\frac{(x_{CD}+x_{DE})-(x_{AB}+x_{BC})}{4T^2}=3.25m/s$；打点 C 点时物块的速度

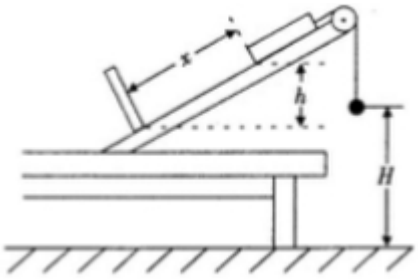
$v_C=\frac{x_{BD}}{2T}=1.79m/s$

(2)由牛顿第二定律得：加速度 $a=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$，所以求出动摩擦因数，还需测量的物理量是斜面的倾角。

【考点定位】测量物块与斜面的动摩擦因数

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

45.(2011·山东卷)某探究小组设计了“用一把尺子测定动摩擦因数”的实验方案。如图所示，将一个小球和一个滑块用细绳连接，跨在斜面上端。开始时小球和滑块均静止，剪断细绳后，小球自由下落，滑块沿斜面下滑，可先后听到小球落地和滑块撞击挡板的声音，保持小球和滑块释放的位置不变，调整挡板位置，重复以上操作，直到能同时听到小球落地和滑块撞击挡板的声音。用刻度尺测出小球下落的高度 H、滑块释放点与挡板处的高度差 h 和沿斜面运动的位移 x 。(空气阻力对本实验的影响可以忽略)



(1)滑块沿斜面运动的加速度与重力加速度的比值为_____。

(2)滑块与斜面间的动摩擦因数为_____。

(3)以下能引起实验误差的是_____。

a.滑块的质量

b.当地重力加速度的大小

c.长度测量时的读数误差

d.小球落地和滑块撞击挡板不同时

【答案】(1) $\frac{a}{g}=\frac{x}{H}$ (2) $\mu=(h-\frac{x^2}{H})\frac{1}{\sqrt{x^2-h^2}}$ (3)CD

【解析】(1)由于同时听到小球落地和滑块撞击挡板的声音，说明小球和滑块的运动时间相同，

由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 和 $H=\frac{1}{2}gt^2$ 得： $\frac{a}{g}=\frac{x}{H}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)根据几何关系可知：$\sin\alpha=\frac{h}{x},\cos\alpha=\frac{\sqrt{x^2-h^2}}{x}$

对滑块由牛顿第二定律得：$mgsin\alpha-\mu mgcos\alpha=ma$，且$a=\frac{gx}{H}$，

联立方程解得$\mu=(h-\frac{x^2}{H})\frac{1}{\sqrt{x^2-h^2}}$

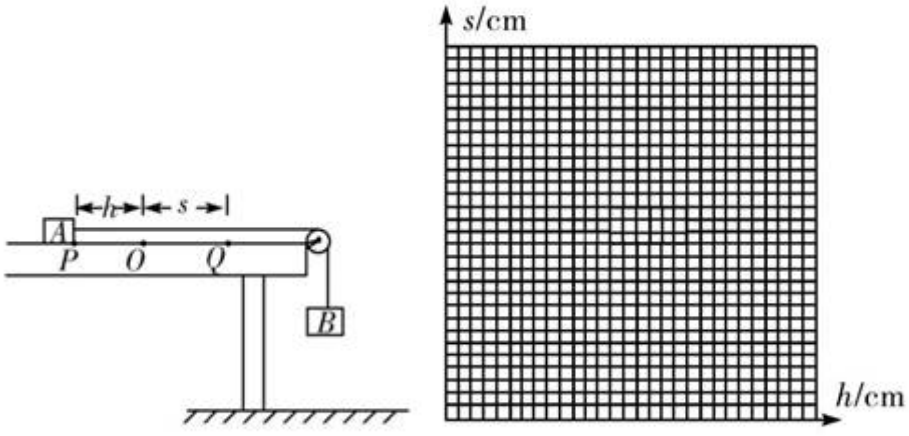
(3)由μ得表达式可知，能引起实验误差的是长度x、h、H测量时的读数误差，同时要注意小球落地和滑块撞击挡板不同时也会造成误差，故选cd.

【考点定位】“用一把尺子测定动摩擦因数”的实验

46.(2012·江苏卷·T11)为测定木块与桌面之间的动摩擦因数，小亮设计了如图所示的装置进行实验. 实验中，当木块A位于水平桌面上的O点时，重物B刚好接触地面。将A拉到P点，待B稳定后静止释放，A 最终滑到Q点。分别测量OP、OQ的长度h和s。改变h，重复上述实验，分别记录几组实验数据.

(1)实验开始时，发现A释放后会撞到滑轮. 请提出两个解决方法。

(2)请根据下表的实验数作出s-h关系的图象。



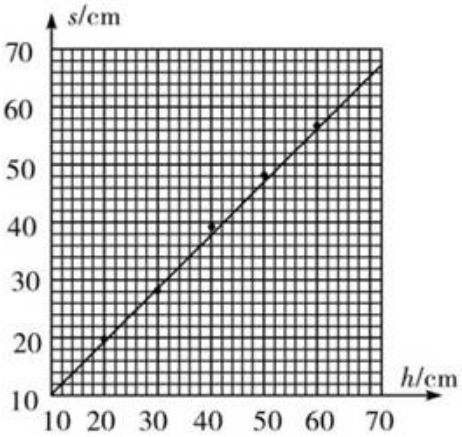
h(cm)	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
s(cm)	19.5	28.5	39.0	48.0	56.5

(3)实验测得A、B的质量分别为m= 0.40 kg、M=0.50 kg. 根据s-h图象可计算出A块与桌面间的动摩擦因数μ= _____. (结果保留一位有效数字)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)实验中，滑轮轴的摩擦会导致μ的测量结果_____(选填“偏大”或“偏小”).

【答案】(1)减小 B 的质量;增加细线的长度 (或增大 A 的质量;降低 B 的起始高度) (2)如图所示 (3)0. 4 (4)偏大



【解析】(1)B 减少的重力势能转化成系统的内能和 AB 的动能，A 释放后会撞到滑轮，说明 B 减少的势能太多，转化成系统的内能太少，可以通过减小 B 的质量;增加细线的长度(或增大 A 的质量；降低 B 的起始高度)解决。

(3)由能的转化和守恒定律可得：$Mgh=\mu mgh+\frac{1}{2}(M+m)v^2,\frac{1}{2}mv^2=\mu mgs$，又 A、B 的质量分别为$m=0.40kg$、$M=0.5m=0.40kg$、$M=0.50kg0kg$，可知$\frac{1}{2}Mv^2=\frac{5}{4}\mu mgs$，在 s -$h$ 图象上任取一组数据代入可以求得$\mu=0.4$。

(4)若考虑滑轮轴的摩擦，有一部分机械能转化成滑轮轴的内能，实际计算时忽略了这部分能量，由于摩擦产生是内能比实际变大，所以测量结果偏大。

【考点定位】本题考查探究性实验及其相关知识

47.(2013·新课标全国卷I卷)图(a)为测量物块与水平桌面之间动摩擦因数的实验装置示意图。

实验步骤如下：

①用天平测量物块和遮光片的总质量 M，重物的质量 m；用游标卡尺测量遮光片的宽度 d；用米尺测量两光电门之间的距离 s；

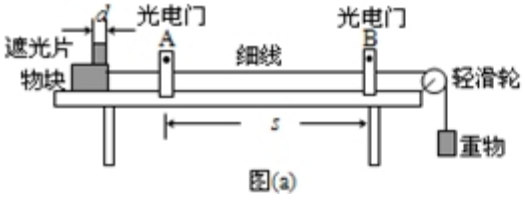
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②调整轻滑轮，使细线水平；

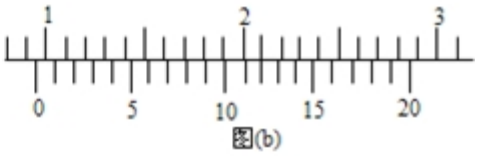
③让物块从光电门 A 的左侧由静止释放，用数字毫秒计分别测出遮光片经过光电门 A 和光电门 B 所用的时间Δt_A和Δt_B，求出加速度 a；

④多次重复步骤③，求 a 的平均$\bar{a}$；

⑤根据上述实验数据求出动擦因数 μ。



图(a)



图(b)

回答下列为题：

(1)测量 d 时，某次游标卡尺(主尺的最小分度为 1mm)的示如图(b)所示。其读数为___cm。

(2)物块的加速度 a 可用 d、s、Δt_A和Δt_B表示为 a=_____。

(3)动摩擦因数 μ 可用 M、m、$\bar{a}$和重力加速度 g 表示为 μ=_____。

(4)如果细线没有调整到水平.由此引起的误差属于___(填“偶然误差”或”系统误差”)。

【答案】(1)0.960 (2) $a=\frac{d^2}{2s}\left[(\frac{1}{\Delta t_B})^2-(\frac{1}{\Delta t_A})^2\right]$ (3) $\mu=\frac{mg-(M+m)\bar{a}}{Mg}$ (4)系统误差

【解析】(1)由游标卡尺的读数规则可得：9mm+12×0.05mm=9.560mm=0.960cm。

(2) $v_A=\frac{d}{\Delta t_A}$，$v_B=\frac{d}{\Delta t_B}$，由 $v_B^2=v_A^2+2as$ 解得 $a=\frac{d^2}{2s}\left[(\frac{1}{\Delta t_B})^2-(\frac{1}{\Delta t_A})^2\right]$

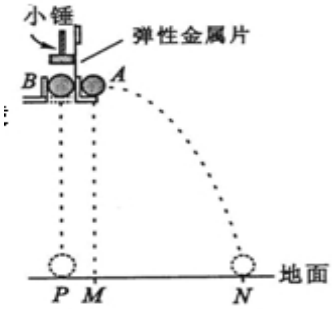
(3)由牛顿第二定律可知 $mg-\mu Mg=(m+M)\bar{a}$ 解得：$\mu=\frac{mg-(M+m)\bar{a}}{Mg}$.

(4)由原理可知属于系统误差。难度中等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】游标卡尺的读数、瞬时速度、匀加速直线运动规律、牛顿第二定律。

48.(2012·四川卷·T22(1))某物理兴趣小组采用如图所示装置深入研究平抛运动。质量分别为 m_A 和 m_B 的 A、B 小球处于同一高度，M 为 A 球中心初始时在水平地面上的垂直投影。用小锤打击弹性金属片，使 A 球沿水平方向飞出，同时松开 B 球，B 球自由下落。A 球落到地面 N 点处，B 球落到地面 P 点处。测得 m_A = 0.04kg，m_B= 0.05kg，B 球距地面的高度是 1.225m，M、N 间距离为 1.500m，则 B 落到了 P 点的时间是_____s，A 球落地时的动能是_____J(忽略空气阻力，g 取 9.8m/s^2)。

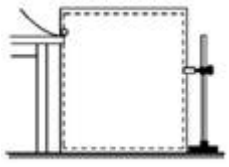


【答案】0.5；　0.66

由 $h=gt^2/2$ 可知 B 球落到 P 点的时间是 0.5s；A 球初速度为 $v_0=1.500/0.5m/s=7.5m/s$,则 A 球落地时的动能为 $m_Av_0^2/2+m_Agh=0.66J$。

【考点定位】本题考查自由落体运动，平抛运动，机械能守恒定律及其相关知识

49.(2014·安徽卷·T21)图 1 是“研究平抛物体运动”的实验装置，通过描点画出平抛小球的运动轨迹。



(1)以下实验过程的一些做法，其中合理的有_____.

a.安装斜槽轨道，使其末端保持水平

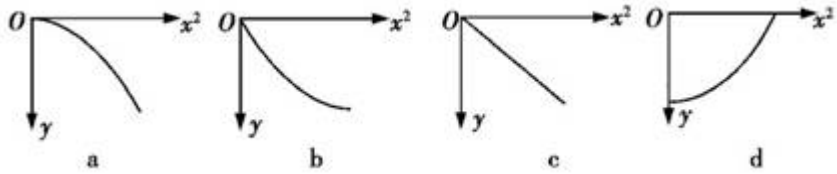
b.每次小球释放的初始位置可以任意选择

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

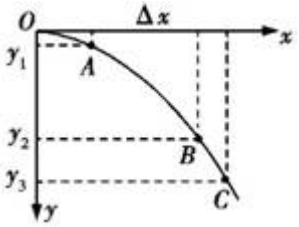
c.每次小球应从同一高度由静止释放

d.为描出小球的运动轨迹描绘的点可以用折线连接

(2)实验得到平抛小球的运动轨迹，在轨迹上取一些点，以平抛起点 O 为坐标原点，测量它们的水平坐标 x 和竖直坐标 y，图 2 中 y-x 图象能说明平抛小球的运动轨迹为抛物线的是_____.



(3)图 3 是某同学根据实验画出的平抛小球的运动轨迹，O 为平抛起点，在轨迹上任取三点 A、B、C，测得 A、B 两点水平距离 Δx 为 40.0cm，则平抛小球的初速度 v_0 为_____m/s，若 C 点的竖直坐标 y_3 为 60.0cm，则小球在 C 点的速度为 v_C=_____m/s(结果保留两位有效数字，g 取 10m/s²)。



【答案】(1)a、c；(2)c(3)2.0；4.0

【解析】(1)斜槽末端水平，才能保证小球离开斜槽末端时速度为水平方向，故 a 对；

为保证小球多次运动是同一条轨迹，每次小球的释放点都应该相同，b 错 c 对；

小球的运动轨迹是平滑曲线，故连线时不能用折线，d 错。

(2)平抛运动水平位移与竖直位移联立可得 $y=\frac{g}{2v_0^2}x^2$，可知 y－x² 图象是直线时，

说明小球运动轨迹是抛物线。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由竖直方向的分运动可知，$y=\frac{1}{2}gt^2$，$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，即$t_1=\sqrt{\frac{2y_1}{g}}=0.1\text{s}$，

$t_2=\sqrt{\frac{2y_2}{g}}=0.3\text{s}$

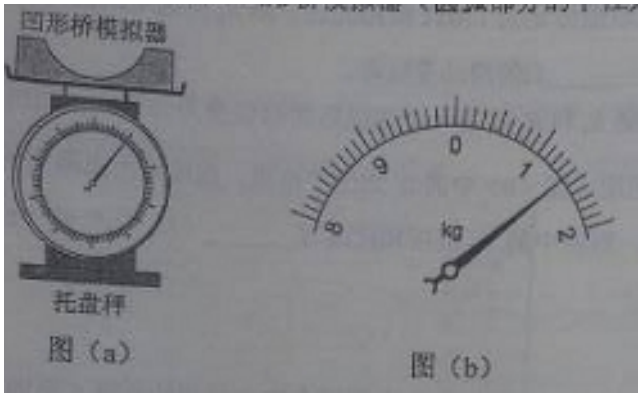
水平初速度为$v_0=\frac{\Delta x}{t_2-t_1}=2.0\,\text{m/s}$

C点的竖直分速度为$v_y=\sqrt{2gy_3}=2\sqrt{3}\,\text{m/s}$

由运动合成可知$v_C=\sqrt{v_0^2+v_y^2}=4.0\,\text{m/s}$

【考点定位】实验：平抛物体的运动

50.(2015·全国新课标I卷·T22)某物理小组的同学设计了一个粗制玩具小车通过凹形桥最低点时的速度的实验。所用器材有：玩具小车、压力式托盘秤、凹形桥模拟器(圆弧部分的半径为R=0.20m)。



完成下列填空：

(1)将凹形桥模拟器静置于托盘秤上，如图(a)所示，托盘秤的示数为1.00kg；

(2)将玩具小车静置于凹形桥模拟器最低点时，托盘秤的示数如图(b)所示，该示数为_____kg;

(3)将小车从凹形桥模拟器某一位置释放，小车经过最低点后滑向另一侧，此过程中托盘秤的最大示数为m；多次从同一位置释放小车，记录各次的m值如下表所示：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

序号	1	2	3	4	5
m(kg)	1.80	1.75	1.85	1.75	1.90

(4)根据以上数据，可求出小车经过凹形桥最低点时对桥的压力为_____N；小车通过最低点时的速度大小为_____m/s。(重力加速度大小取 9.80m/s^2，计算结果保留 2 位有效数字)

【答案】(2)1.4　　(4) $7.94N$；$v \approx 1.4m/s$

【解析】(2)根据秤盘指针可知量程是 10kg，指针所指示数为 1.4kg .(4)记录的托盘称各次示数并不相同，为减小误差，取平均值，即 $m = 1.81kg$。而模拟器的重力为 $G = m'g = 9.8N$，所以小车经过凹形桥最低点的压力为 $mg - mg' \approx 7.94N$。

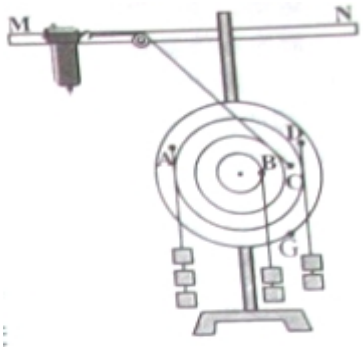
根据径向合力提供向心力即 $7.94N - (1.4kg - 1kg) \times 9.8/kg = (1.4kg - 1kg)\frac{v^2}{R}$，整理可得 $v \approx 1.4m/s$

【考点定位】圆周运动

【规律总结】由于小车过程不是平衡状态，所以托盘称的示数并不等于二者的质量之和，而且要把质量和受力相互转化。其实就是一个圆周运动向心力的分析.

掌握匀变速直线运动的运动(位移、速度、加速度、时间)规律，初速度为零的匀变速直线运动的推论(比例式)。

51.(2015·上海卷·T28)改进后的研究有固定转动轴物体平衡条件”的实验装置如图所示，力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤，已知力矩盘上各同心圆的间距均为 5cm



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)(多选题)做这样改进的有点是

A.力传感器既可测拉力又可测压力

B.力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高

C.能消除转轴摩擦力引起的实验误差

D.保证力传感器所受拉力方向不变

(2)某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N。再对力传感器进行调零，然后悬挂钩码进行实验，此方法_____(选填“能”、“不能”)消除力矩盘偏心引起的实验误差，已知每个钩码所受重力为 1N，力矩盘按图示方式悬挂钩码后，力矩盘所受顺时针方向的合力矩为_____Nm。力传感器的读数为_____N.

【答案】(1)BD　　(2)能，0.7、-0.5

【解析】(1)力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤主要好处是：力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高和保证力传感器所受拉力方向不变，所以 B、D 正确；弹射也可以测拉力和压力的，所以 A 错误；不能消除转轴摩擦力引起的实验误差，故 C 错误。

(2)某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N。说明此时偏心的顺时针力矩 $M_0=3\times2\times0.05Nm=0.3Nm$，再对力传感器进行调零，这时就可以消除力矩盘偏心引起的实验误差；力矩盘所受顺时针方向的合力矩 $M_1=(2\times1\times0.05+2\times1\times3\times0.05+0.3)N\cdot m=0.7N\cdot m$；根据有固定转动轴物体平衡条件：$F\times2\times0.05+3\times1\times3\times0.05+0.3=2\times1\times0.05+2\times1\times3\times0.05+0.3$，解得：F＝－0.5N。

【考点定位】研究有固定转动轴物体平衡条件

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

52.(2016·上海卷·T26)在“用 DIS 研究机械能守恒定律”的实验中，用到的传感器是_____传感器。若摆锤直径的测量值大于其真实值会造成摆锤动能的测量值偏_____。(选填：“大”或“小”)。

【答案】光电门；大

【解析】在实验中，摆锤的速度通过光电门进行测量，测量的速度是通过小球直径 d 与挡光时间的比值进行计算，为：v=d/△t，当摆锤直径测量值大于真实值时，小球直径 d 会变大，导致计算出的小球速度变大，故小球动能也会变大。

【考点定位】机械能守恒定律的验证

【方法技巧】要熟悉实验“机械能守恒定律的验证”，会计算摆球通过光电门时的速度，根据动能的公式就可以分析小球动能的变化情况。

53.(2016·全国新课标II卷·T22)某物理小组对轻弹簧的弹性势能进行探究，实验装置如图(a)所示：轻弹簧放置在光滑水平桌面上，弹簧左端固定，右端与一物块接触而不连接，纸带穿过打点计时器并与物块连接。向左推物块使弹簧压缩一段距离，由静止释放物快，通过测量和计算，可求得弹簧被压缩后的弹性势能。

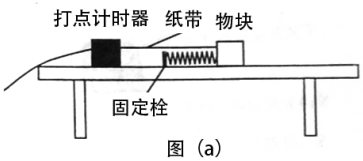


图 (a)

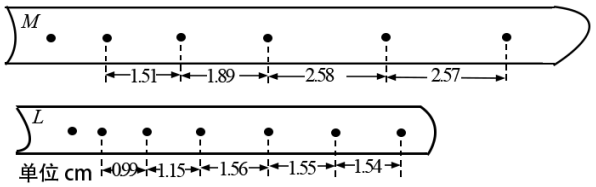


图 (b)

(1)试验中涉及下列操作步骤：

①把纸带向左拉直

②松手释放物块

③接通打点计时器电源

④向左推物块使弹簧压缩，并测量弹簧压缩量

上述步骤正确的操作顺序是_____(填入代表步骤的序号)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)图(b)中 M 和 L 纸带是分别把弹簧压缩到不同位置后所得到的实际打点结果。打点计时器所用交流电的频率为 50 Hz。由 M 纸带所给的数据，可求出在该纸带对应的试验中物块脱离弹簧时的速度为_____m/s。比较两纸带可知，_____(填“M”或“L”)纸带对应的试验中弹簧被压缩后的弹性势能大。

【答案】(1)④①③②　(2)1.29　M

【解析】(1)打点计时器应先通电后释放物块，正确的顺序④①③②

(2)物块脱离弹簧时速度最大，v＝$\frac{\Delta x}{\Delta t}$＝1.29m/s；由动能定理 $\Delta E_P=\frac{1}{2}mv^2$，根据纸带知 M 纸带获得的最大速度较大，则弹性势能较大。

【考点定位】探究弹簧的弹性势能

【名师点睛】此题是创新实验，考查探究弹簧的弹性势能实验；关键是弄懂装置的原理，并能正确地处理实验数据；题目比较简单，考查考生处理基本实验的能力。

54.(2016·全国新课标I卷)某同学用图(a)所示的实验装置验证机械能守恒定律，其中打点计时器的电源为交流电源，可以使用的频率有 20 Hz、30 Hz 和 40 Hz。打出纸带的一部分如图(b)所示。

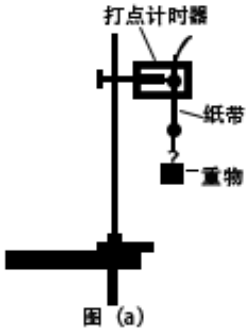


图 (a)

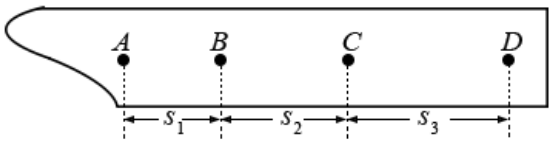


图 (b)

该同学在实验中没有记录交流电的频率 f，需要用实验数据和其它题给条件进行推算。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)若从打出的纸带可判定重物匀加速下落，利用 f 和图(b)中给出的物理量可以写出：在打点计时器打出 B 点时，重物下落的速度大小为_____，打出 C 点时重物下落的速度大小为_____，重物下落的加速度大小为_____.

(2)已测得 s_1=8.89 cm，s_2=9.50 cm，s_3=10.10 cm；当重力加速度大小为 9.80 m/s^2，实验中重物受到的平均阻力大小约为其重力的 1%。由此推算出 f 为_____ Hz。

【答案】(1) $\frac{1}{2}(s_1+s_2)f$　$\frac{1}{2}(s_2+s_3)f$　$\frac{1}{2}(s_3-s_1)f^2$　(2)40

【解析】(1)打 B 点时，重物下落的速度等于 AC 段的平均速度，所以 $v_B=\frac{s_1+s_2}{2T}=\frac{(s_1+s_2)f}{2}$；同理　打出 C 点时，重物下落的速度 $v_C=\frac{s_2+s_3}{2T}=\frac{(s_2+s_3)f}{2}$；由加速度的定义式得 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(s_3-s_1)f^2}{2}$。

(2)由牛顿第二定律得：$mg-kmg=ma$，解得：$f=\sqrt{\frac{2(1-k)g}{s_3-s_1}}$，代入数值解得：$f$=40Hz。

【考点定位】验证机械能守恒定律、纸带数据分析

【名师点睛】本题主要考查验证机械能守恒定律实验、纸带数据分析。解决这类问题的关键是会根据纸带数据求出打某一点的瞬时速度、整个过程的加速度；解决本题要特别注意的是打点计时器的频率不是经常用的 50 Hz。

55.(2016·北京卷·T21(2))利用图 2 装置做“验证机械能守恒定律”实验。

(1)为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的____。

A.动能变化量与势能变化量　　B.速度变化量和势能变化量　　C.速度变化量和高度变化量

(2)除带夹子的重物、纸带、铁架台(含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是_____。

A.交流电源　　B.刻度尺　　C.天平(含砝码)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

图 2

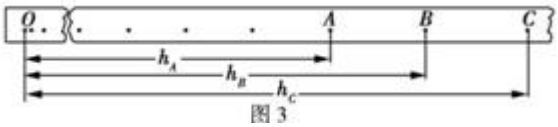


图 3

(3)实验中，先接通电源，再释放重物，得到图 3 所示的一条纸带。在纸带上选取三个连续打出的点 A、B、C，测得它们到起始点 O 的距离分别为 h_A、h_B、h_C。已知当地重力加速度为 g，打点计时器打点的周期为 T。设重物的质量为 m。从打 O点到打 B点的过程中，重物的重力势能变化量 ΔE_p =_____，动能变化量 ΔE_k =_____。

(4)大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，原因是_____。

A.利用公式 $v = gt$ 计算重物速度

B.利用公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算重物速度

C.存在空气阻力和摩擦阻力的影响

D.没有采用多次实验取平均值的方法

(5)某同学想用下述方法研究机械能是否守恒，在纸带上选取多个计数点，测量它们到起始点 O 的距离 h，计算对应计数点的重物速度 v，描绘 v^2-h 图像，并做如下判断：若图像是一条过原点的直线，则重物下落过程中机械能守恒。请你分析论证该同学的判断依据是否正确。

【答案】(1)A　②AB　③$-mgh_B, \frac{1}{2}m(\frac{h_C - h_A}{2T})^2$　④C　⑤该同学的判断依据不正确。在重物下落 h 的过程中，若阻力 f 恒定，根据 $mgh - fh = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow v^2 = 2(g - \frac{f}{m})h$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

可知，v^2-h 图像就是过原点的一条直线。要向通过 v^2-h 图像的方法验证机械能是否守恒，还必须看图像的斜率是否接近 $2g$。

【解析】①根据机械能守恒定律可得 $mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$，故需要比较动能变化量与势能变化量，A 正确；

②电磁打点计时器使用的是交流电源，故 A 正确；

因为在计算重力势能变化量时，需要用到纸带上两点之间的距离，所以还需要刻度尺，故 B 正确；

根据 $mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$ 可得等式两边的质量抵消，故不需要天平，C 错误。

③重力势能改变两为 $E_p=mgh_B$，由于下落过程中是匀变速直线运动，所以根据中间时刻规律可得 B 点的速度为 $v_B=\frac{h_C-h_A}{2T}$，所以 $\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}m(\frac{h_C-h_A}{2T})^2$

④实验过程中存在空气阻力，纸带运动过程中存在摩擦力，C 正确；

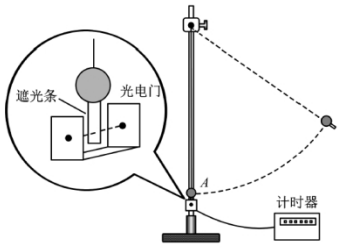
⑤该同学的判断依据不正确，在重物下落 h 的过程中，若阻力 f 恒定，根据 $mgh-fh=\frac{1}{2}mv^2-0\Rightarrow v^2=2(g-\frac{f}{m})h$ 可知，v^2-h 图像就是过原点的一条直线。要向通过 v^2-h 图像的方法验证机械能是否守恒，还必须看图像的斜率是否接近 2g

【考点定位】验证机械能守恒定律实验。

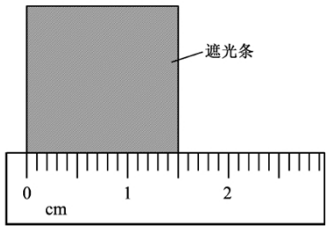
【方法技巧】解决本题的关键掌握实验的原理，会通过原理确定器材，以及掌握纸带的处理方法，会通过纸带求解瞬时速度的大小，做分析匀变速直线运动情况时，其两个推论能使我们更为方便地解决问题，一、在相等时间内走过的位移差是一个定值，即 $\Delta x=aT^2$，二、在选定的某一过程中，中间时刻瞬时速度等于该过程中的平均速度。

56.(2016·江苏卷·T11)某同学用如题 11–1 图所示的装置验证机械能守恒定律.一根细线系住钢球，悬挂在铁架台上，钢球静止于 A 点，光电门固定在 A 的正下方.在钢球底部竖直地粘住一片宽带为 d 的遮光条.将钢球拉至不同位置由静止释放，

遮光条经过光电门的挡光时间 t 可由计时器测出，取 $v=\frac{d}{t}$ 作为钢球经过 A 点时的速度.记录钢球每次下落的高度 h 和计时器示数 t,计算并比较钢球在释放点和 A 点之间的势能变化大小 ΔE_p 与动能变化大小 ΔE_k，就能验证机械能是否守恒.



（题 11–1 图）



（题 11–2 图）

(1)用 $\Delta E_p=mgh$ 计算钢球重力势能变化的大小，式中钢球下落高度 h 应测量释放时的钢球球心到

之间的竖直距离.

(A)钢球在 A 点时的顶端　　(B)钢球在 A 点时的球心　　(C)钢球在 A 点时的底端

（2）用 $\Delta E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 计算钢球动能变化的大小，用刻度尺测量遮光条宽度，示数如题 11–2 图所示，其读数为_____cm.某次测量中，计时器的示数为 0.0100 s，则钢球的速度为 v=_____m/s.

（3）下表为该同学的实验结果：

ΔE_p($\times10^{-2}$ J)	4. 892	9. 786	14. 69	19. 59	29. 38
ΔE_k($\times10^{-2}$ J)	5. 04	10. 1	15. 1	20. 0	29. 8

他发现表中的 ΔE_p 与 ΔE_k 之间存在差异，认为这是由于空气阻力造成的.你是否同意他的观点？请说明理由.

(4)请你提出一条减小上述差异的改进建议.

【答案】(1)B　(2)1.50(1.49~1.51 都算对)　1.50(1.49~1.51 都算对)(3)不同意，因为空气阻力会造成 ΔE_k 小于 ΔE_p，但表中 ΔE_k 大于 ΔE_p.(4)分别测出光电门和球心到悬点的长度 L 和 l，计算 ΔE_k 时，将 v 折算成钢球的速度 $v'=\frac{l}{L}v$.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

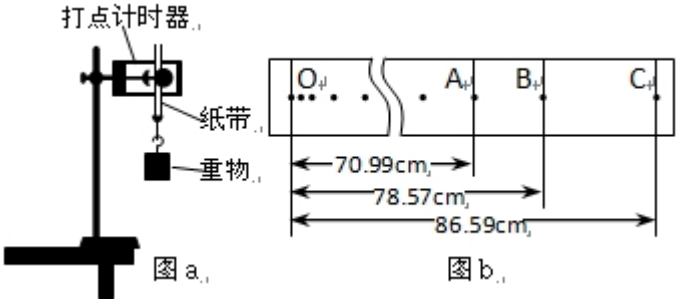
【解析】

试题分析：(1)小球下落的高度为初末位置球心间的距离，所以选 B；(2)由图知读数为 1.50cm，小球的速度为 $v=\frac{d}{t}$，带入解得 v=1.50m/s；(3)若是空气阻力造成的，则 ΔE_k 小于 ΔE_p，根据表格数据知不是空气阻力造成的；(4)分别测出光电门和球心到悬点的长度为 L 和 l，计算 ΔE_k 时，将 v 折算成钢球的速度 $v'=\frac{l}{L}v$.

【考点定位】验证机械能守恒

【方法技巧】本题重在考查实验的误差分析，空气阻力的影响是使得一部分势能转化为内能，势能的减少量大于动能的增加量。

57.(2013·海南卷)某同学用图(a)所示的实验装置验证机械能守恒定律。已知打点计时器所用电源的频率为 50Hz，当地重力加速度为 g=9.80m/s^2。实验中该同学得到的一条点迹清晰的完整纸带如图(b)所示。纸带上的第一个点记为 O，另选连续的三个点 A、B、C 进行测量，图中给出了这三个点到 O 点的距离 h_A、h_B 和 h_C 的值。回答下列问题(计算结果保留 3 位有效数字)



(1)打点计时器打 B 点时，重物速度的大小 v_B=_____m/s；

(2)通过分析该同学测量的实验数据，他的实验结果是否验证了机械能守恒定律？简要说明分析的依据。

【答案】(1)3.90(2)$v_B^2/2$=7.61(m/s)^2，因为 $mv_B^2/2\approx mgh_B$，近似验证机械能守恒定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度可知 $v_B=\frac{h_C-h_A}{2T}$，由电源频率为 50Hz 可知 T=0.02s，代入其他数据可解得 $v_B=$ 3.90m/s.

(2)本实验是利用自由落体运动验证机械能守恒定律，只要在误差允许范围内，重物重力势能的减少等于其动能的增加，即可验证机械能守恒定律。选 B 点分析，由于 $\frac{1}{2}mv_B^2\approx 7.61m, mgh_B=7.857m$，故该同学的实验结果近似验证了机械能守恒定律。

【考点定位】考查验证机械能守恒定律的原理及数据处理。

58.(2015·浙江卷·T21)甲同学准备做“验证机械能守恒定律”实验，乙同学准备做“探究加速度与力、质量的关系”实验

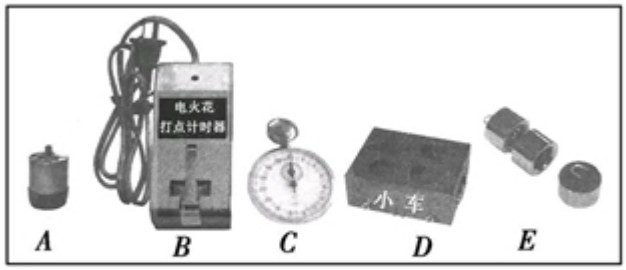


图 1

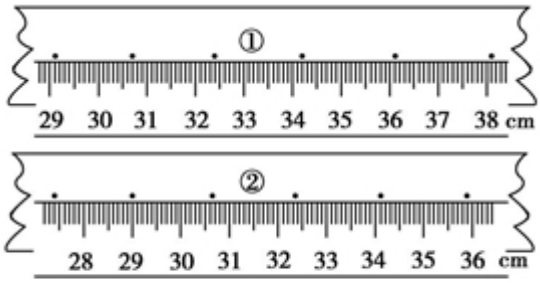


图 2

(1)图 1 中 A、B、C、D、E 表示部分实验器材，甲同学需在图中选用的器材_____，乙同学需在图中选用的器材_____。(用字母表示)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)乙同学在实验室选齐所需器材后，经正确操作获得如图 2 所示的两条纸带①和②。纸带_____的加速度大(填①或者②)，其加速度大小为_____。

【答案】(1)AB；BDE(2)①，2.5 m/s²($2.5\pm0.2\ m/s^2$)

【解析】(1)“验证机械能守恒定律”实验，需要在竖直面上打出一条重锤下落的纸带，即可验证，故选仪器 AB；“探究加速度与力、质量的关系”实验需要钩码拉动小车打出一条纸带，故选 BDE

(2)纸带①中前第 1、2 点与第 2、3 点的位移差为三个点的位移差为

$\triangle x_1$=(32.40－30.70)cm－(30.70－29.10)cm=0.1cm

纸带②中前第 1、2 点与第 2、3 点的位移差为三个点的位移差为

$\triangle x_2$=(31.65－29.00)cm－(29.00－27.40)cm=0.05cm

根据逐差法$\triangle x=aT^2$可得纸带①的加速度大，大小为 $a=\frac{0.1\times10^{-2}}{(0.2)^2}=2.5m/s^2$

【考点定位】“验证机械能守恒定律”实验；“探究加速度与力、质量的关系”实验

【方法技巧】此类实验，一般都会运用到匀变速直线运动规律的两个推导公式，即做匀变速直线运动过程中一段位移中间时刻速度等于过程中的平均速度

$v_{\frac{t}{2}}=\frac{x}{t}$ 和做匀变速直线运动过程中，在相等时间内走过的位移差是一个定值，即

$\Delta x=aT^2$

59.(2014·广东卷)某同学根据机械能守恒定律，设计实验探究弹簧弹性势能与压缩量的关系

(1)如图(a)，将轻质弹簧下端固定于铁架台，在上端的托盘中依次增加砝码，测量相应的弹簧长度，部分数据如下表，由数据算得劲度系数 k=_____N/m。(g 取 9. 80m/s²)

砝码质量(g)	50	100	150

弹簧长度(cm)	8.62	7.63	6.66

(2)取下弹簧，将其一端固定于气垫导轨左侧，如图(b)所示：调整导轨，使滑块自由滑动时，通过两个光电门的速度大小_____。

(3)用滑块压缩弹簧，记录弹簧的压缩量 x；释放滑块，记录滑块脱离弹簧后的速度 v，释放滑块过程中，弹簧的弹性势能转化为_____。

(4)重复(3)中操作，得到 v 与 x 的关系如图(c)。由图可知，v 与 x 成_____关系。由上述实验可得结论：对同一根弹簧，弹性势能与弹簧的_____成正比。

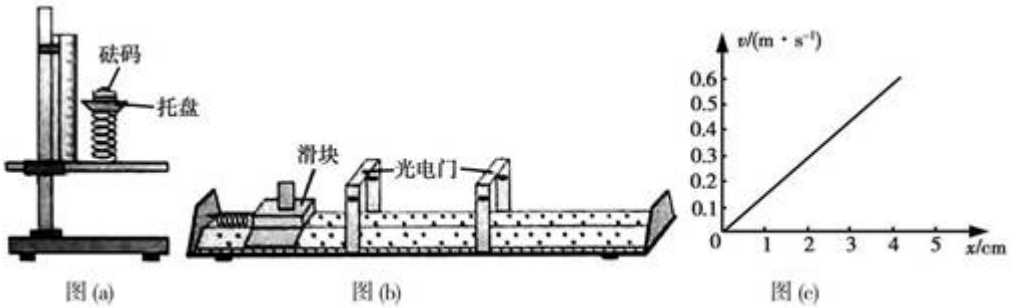


图 (a)　　图 (b)　　图 (c)

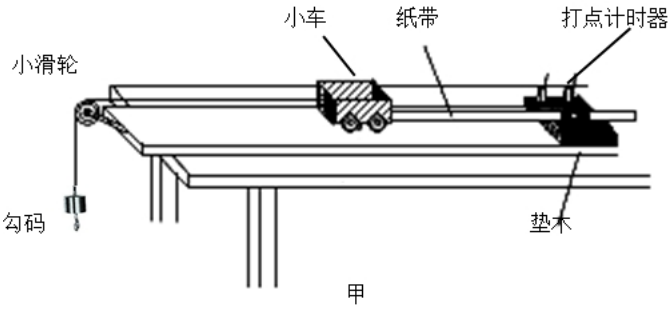
【答案】(1)50N/m(49.5～50.5) (2)相等　(3)动能　(4)正比；x^2(或压缩量的平方)

【解析】(1)据 $F_1 = mg = k\Delta x_1$，$F_2 = 2mg = k\Delta x_2$，有：$\Delta F = F_1 - F_2 = k\Delta x_1 - k\Delta x_2$，则 $k = \frac{0.49}{0.0099}$ N/m=49.5N/m，同理可以求得：$k' = \frac{0.49}{0.0097}$ N/m=50.5N/m，则劲度系数为：$\bar{k} = \frac{k + k'}{2} = 50$N/m。(2)使滑块通过两个光电门时的速度相等，则可以认为滑块离开弹簧后做匀速直线运动；(3)弹性势能转化为滑块的动能；(4)图线是过原点的倾斜直线，所以 v 与 x 成正比；弹性势能转化为动能，即 $E_{弹} = \frac{1}{2}mv^2$，即弹性势能与速度平方成正比，又由 v 与 x 成正比，则弹性势能与压缩量的平方成正比。

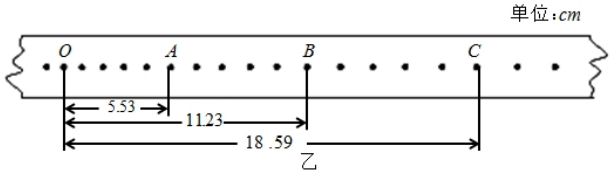
【考点定位】本题考查胡克定律和能量转化

60.(2013·福建卷·T19(1))在“探究恒力做功与动能改变的关系”实验中(装置如图甲)：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



甲



乙

(1)下列说法哪一项是正确的_____。(填选项前字母)

A.平衡摩擦力时必须将钩码通过细线挂在小车上

B.为减小系统误差，应使钩码质量远大于小车质量

C.实验时，应使小车靠近打点计时器由静止释放

(2)图乙是实验中获得的一条纸带的一部分，选取 O、A、B、C 计数点，已知打点计时器使用的交流电频率为 50Hz，则打 B 点时小车的瞬时速度大小为____m/s(保留三位有效数字)。

【答案】(1)C　　(2)0.653

【解析】(1)在本实验中进行平衡摩擦力操作时，是使小车重力沿木板方向的分量等于小车运动过程中小车受到的木板的摩擦力与纸带与打点计时器之间的摩擦等阻力，因此不要挂钩码，故选项 A 错误；本实验的目的是探究恒力做功与小车动能改变的关系，本实验中，在平衡摩擦完成后，是用钩码的重力代替了细线的拉力即小车受到的合力，因此在钩码质量远远小于小车质量的情况下，实验的系统误差才较小，故选项 B 错误；本实验是通过纸带上留下的打点来计算小车的速度(动能)，因此实验时让小车从靠近打点计时器处由静止释放，是为了尽可能多的纸带能打上点，即纸带上留下的打点尽可能多，以减小实验偶然误差，故选项 C 正确。

②打 B 点时小车的瞬时速度大小 $v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{18.59-5.53}{0.2}cm/s=65.3cm/s=0.653m/s$

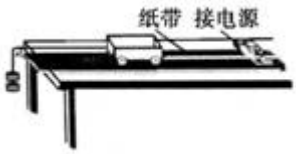
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】考查了“探究恒力做功与动能变化的关系”实验。

61.(2014·天津卷·T9(2))某同学把附有滑轮的长木板放在实验桌上，将细绳一端拴在小车上，另一端绕过定滑轮，挂上适当的钩码，使小车在钩码的牵引下运动，以此定量探究绳拉力做功与小车动能变化的关系，此外还准备了打点计时器及配套的电源、导线、复写纸、纸带、小木块等。组装的实验装置如图所示。

(1)若要完成该实验，必需的实验器材还有哪_____。

(2)实验开始时，他先调节木板上定滑轮的高度，使牵引小车的细绳与木板平行，他这样做的目的是下列的哪个_____(填字母代号)



A．避免小车在运动过程中发生抖动

B．可使打点计时器在纸带上打出的点清晰

C．可以保证小车最终能够实现匀速直线运动

D．可在平衡摩擦力后使细绳拉力等于小车受的合力

(3)平衡摩擦力后，当他用多个钩码牵引小车时，发现小车运动过快，致使打出的纸带上点数较少，难以选到合适的点计算小车速度，在保证所挂钩码数目不变的条件下，请你利用本实验的器材提出一个解决办法：_____。

(4)他将钩码重力做的功当作细绳拉力做的功，经多次实验发现拉力做功总是要比小车动能增量大一些，这一情况可能是下列哪些原因造成的_____(填字母代号)。

A．在接通电源的同时释放了小车

B．小车释放时离打点计时器太近

C．阻力未完全被小车重力沿木板方向的分力平衡掉

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D．钩码匀加速运动，钩码重力大于细绳拉力

【答案】(1) 刻度尺、天平(包括砝码)；(2) D；(3)可在小车上加适量的砝码(或钩码)；(4) CD；

【解析】①本实验要测量钩码重力当拉力，测量小车的质量，所以需要天平，另外纸带长度测量需要刻度尺；

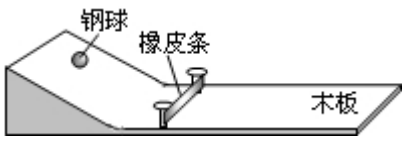
②当绳子拉力平行木板并平衡摩擦后，可以让拉力提供小车的加速度，所以选择 D

③要减小小车的加速度，再拉力一定的情况下，根据牛顿第二定律，可以增加车的质量。

④钩码重力做功转化为钩码动能，小车动能，在没有完全平衡摩擦的情况下，还会增加摩擦生热。所以当重力做功大于小车动能增量时，可能是因为摩擦，也能是因为没有满足钩码重力远小于车这个条件。所以选 CD

【考点定位】力学实验：探究功与动能变化的关系

62.(2013·重庆卷)我国舰载飞机在“辽宁舰”上成功着舰后，某课外活动小组以舰载飞机利用阻拦索着舰的力学问题很感兴趣。他们找来了木板、钢球、铁钉、橡皮条以及墨水，制作了如图图所示的装置，准备定量研究钢球在橡皮条阻拦下前进的距离与被阻拦前速率的关系。要达到实验目的，需直接测量的物理量是钢球由静止释放时的_____和在橡皮条阻拦下前进的距离，还必须增加的一种实验器材是_____。忽略钢球所受的摩擦力和空气阻力，重力加速度已知，根据定律(定理)，可得到钢球被阻拦前的速率。



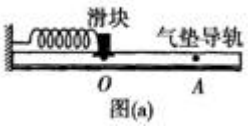
【答案】高度(距水平木板的高度) 刻度尺　机械能守恒(动能)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】在该实验中，量出钢球由静止释放时距水平木板的高度，以及在橡皮条阻拦下前进的距离，根据机械能守恒定律得出被橡皮条阻拦前的速度，从而定量研究钢球在橡皮条阻拦下前进的距离与被阻拦前速率的关系。

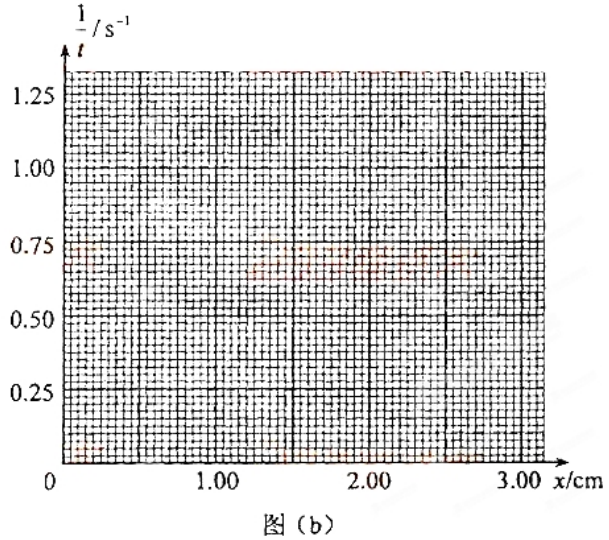
【考点定位】考查考生利用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理实际问题，包括简单的设计性实验的能力。

63.(2012·海南卷·T14)水平放置的轻弹簧，一端固定，另一端与小滑块接触，但不粘连；初始时滑块静止于水平气垫导轨上的 O 点，如图(a)所示。现利用此装置探究弹簧的弹性势能 E_p 与其压缩时长度的改变量 x 的关系。先推动小滑块压缩弹簧，用米尺测出 x 的数值；然后将小滑块从静止释放。用计时器测出小滑块从 O 点运动至气垫导轨上另一固定点 A 所用的时间 t。多次改变 x，测得的 x 值及其对应的 t 值如下表所示。(表中的 $\frac{1}{t}$ 值是根据 t 值计算得出的)



图(a)

x(cm)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
t(s)	3.33	2.20	1.60	1.32	1.08
$1/t(s^{-1})$	0.300	0.455	0.625	0.758	0.926



图（b）

(1)根据表中数据，在图(b)中的方格纸上作 $\frac{1}{t}$—x 图线。

(2)回答下列问题：(不要求写出计算或推导过程)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

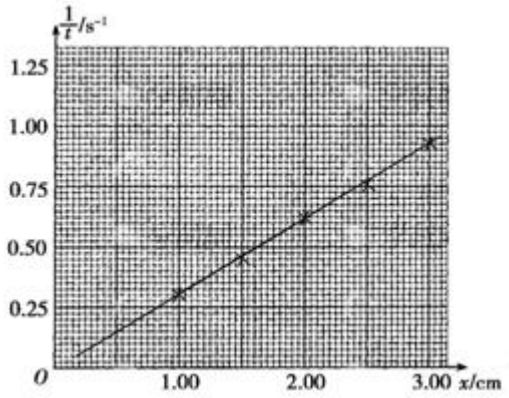
①已知点(0，0)在$\frac{1}{t}$—x图线上，从$\frac{1}{t}$—x图线看，$\frac{1}{t}$与x是什么关系？

②从理论上分析，小滑块刚脱离弹簧时的动能E_k与$\frac{1}{t}$是什么关系？

③当弹簧长度改变量为x时，弹性势能与相应的E_k是什么关系？

④综合以上分析，E_p与x是什么关系？

【答案】(1)如图所示(2)①$\frac{1}{t}$与x成正比；②E_k与$\left(\frac{1}{t}\right)^2$成正比；③$E_p$=$E_k$；④$E_p$与$x^2$成正比



【解析】①图线为经坐标原点的直线，因此$\frac{1}{t}$与x成正比；

②OA距离l一定，滑块离开弹簧时的速度$v=\frac{l}{t}$，则动能$E_k=\frac{1}{2}m(\frac{l}{t})^2$，即$E_k$与$(\frac{1}{t})^2$成正比；

③弹簧与滑块系统机械能守恒，因此$E_p=E_k$；

④由于$\frac{1}{t}$与x成正比，即滑块离开弹簧时的速度与x成正比，动能E_K则与x^2成正比，E_P=E_K，故E_P与x^2成正比.

【考点定位】本题考查力学实验及其相关知识

64.(2011·海南卷)现要通过实验验证机械能守恒定律。实验装置如图1所示：水平桌面上固定一倾斜的气垫导轨；导轨上A点处有一带长方形遮光片的滑块，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

其总质量为 M，左端由跨过轻质光滑定滑轮的细绳与一质量为 m 的砝码相连；遮光片两条长边与导轨垂直；导轨上 B 点有一光电门，可以测试遮光片经过光电门时的挡光时间 t，用 d 表示 A 点到导轨低端 C 点的距离，h 表示 A 与 C 的高度差，b 表示遮光片的宽度，s 表示 A、B 两点的距离，将遮光片通过光电门的平均速度看作滑块通过 B 点时的瞬时速度。用 g 表示重力加速度。完成下列填空和作图；

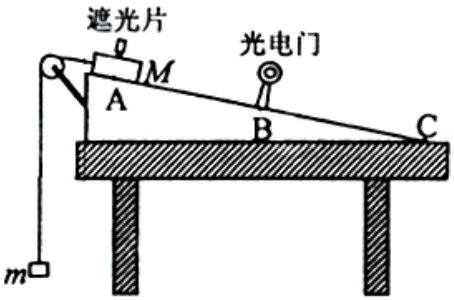


图 1

(1)若将滑块自 A 点由静止释放，则在滑块从 A 运动至 B 的过程中，滑块、遮光片与砝码组成的系统重力势能的减小量可表示为_____。动能的增加量可表示为_____。若在运动过程中机械能守恒，$\frac{1}{t^2}$ 与 s 的关系式为 $\frac{1}{t^2}$= _____.

(2)多次改变光电门的位置，每次均令滑块自同一点(A 点)下滑，测量相应的 s 与 t 值，结果如下表所示：

	1	2	3	4	5
s (m)	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400
t (ms)	8.22	7.17	6.44	5.85	5.43
$1/t^2$ ($10^4 s^{-2}$)	1.48	1.95	2.41	2.92	3.39

以 s 为横坐标，$\frac{1}{t^2}$ 为纵坐标，在答题卡上对应图 2 位置的坐标纸中描出第 1 和第 5 个数据点；根据 5 个数据点作直线，求得该直线的斜率 k=_____ $\times 10^4 \mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{s}^{-2}$ (保留 3 位有效数字)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

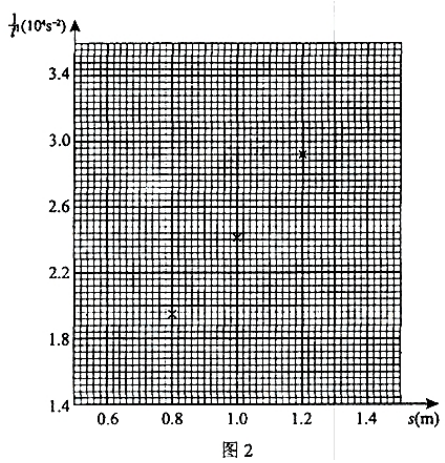


图 2

由测得的 h、d、b、M 和 m 数值可以计算出 $\frac{1}{t^2}-s$ 直线的斜率 k_o，将 k 和 k_o 进行比较，若其差值在试验允许的范围内，则可认为此试验验证了机械能守恒定律。

【答案】(1) $(\frac{Mh}{d}-m)gs$　　$\frac{(M+m)b^2}{2t^2}$　　$\frac{2(\frac{Mh}{d}-m)gs}{(M+m)b^2}$ (2)描点画图如图　2.388

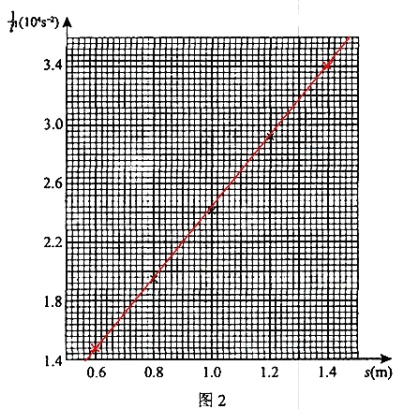


图 2

【解析】(1)滑块、遮光片下降重力势能减小，砝码上升重力势能增大.所以滑块、遮光片与砝码组成的系统重力势能的减小量 $\Delta E_P = Mg\frac{h}{d}s - mgs$

光电门测量瞬时速度是实验中常用的方法.由于光电门的宽度 b 很小，所以我们用很短时间内的平均速度代替瞬时速度 $v_B = \frac{b}{t}$.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据动能的定义式得出：$\Delta E_k=\frac{1}{2}(m+M)\ v_B{}^2=\frac{1}{2}(m+M)\frac{b^2}{t^2}$，若在运动过程中机械能守恒，$\Delta E_k=\Delta E_P$，$\frac{1}{t^2}$与$s$的关系式为$\frac{1}{t^2}=\frac{2(\frac{Mh}{d}-m)gs}{(M+m)b^2}$

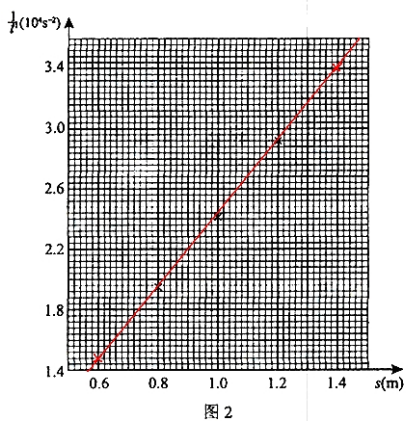


图 2

由图可知：$k=\frac{3.39-1.48}{1.400-0.600}\times10^4 m^{-1}\cdot s^{-2}=2.388\times10^4 m^{-1}\cdot s^{-2}$

【考点定位】验证机械能守恒定律。

65.(2017·天津卷)如图所示，打点计时器固定在铁架台上，使重物带动纸带从静止开始自由下落，利用此装置验证机械能守恒定律。

①对于该实验，下列操作中对减小实验误差有利的是_____。

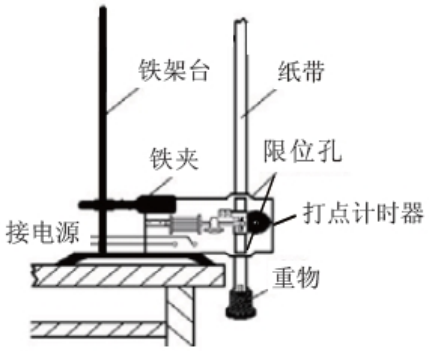
A.重物选用质量和密度较大的金属锤

B.两限位孔在同一竖直面内上下对正

C.精确测量出重物的质量

D.用手托稳重物，接通电源后，撒手释放重物

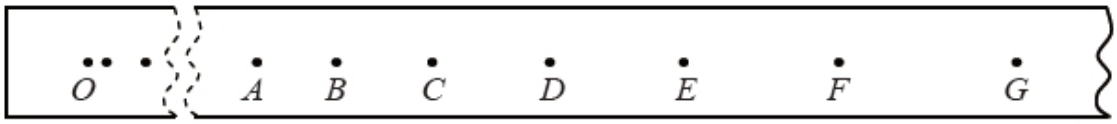
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



②某实验小组利用上述装置将打点计时器接到 50 Hz 的交流电源上，按正确操作得到了一条完整的纸带，由于纸带较长，图中有部分未画出，如图所示。纸带上各点是打点计时器打出的计时点，其中 *O* 点为纸带上打出的第一个点。重物下落高度应从纸带上计时点间的距离直接测出，利用下列测量值能完成验证机械能守恒定律的选项有_____。

A.*OA*、*AD* 和 *EG* 的长度　　B.*OC*、*BC* 和 *CD* 的长度

C.*BD*、*CF* 和 *EG* 的长度　　D.*AC*、*BD* 和 *EG* 的长度



【答案】①AB　②BC

【解析】重物选用质量和密度较大的金属锤，减小空气阻力，以减小误差，故 A 正确；

两限位孔在同一竖直面内上下对正，减小纸带和打点计时器之间的阻力，以减小误差，故 B 正确；

验证机械能守恒定律的原理是：$mgh=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$，重物质量可以消掉，无需精确测量出重物的质量，故 C 错误；

用手拉稳纸而不是托住重物，接通电源后，撒手释放纸带，故 D 错误。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由 EG 的长度长度可求出打 F 点的速度 v_F，打 O 点的速度 $v_1=0$，但求不出 OF 之间的距离 h，故 A 错误；由 BC 和 CD 的长度长度可求出打 C 点的速度 v_C，打 O 点的速度 $v_1=0$，有 OC 之间的距离 h，可以用来验证机械能守恒定律，故 B 正确；由 BD 和 EG 的长度可分别求出打 C 点的速度 v_1 和打 F 点的速度 v_2，有 CF 之间的距离 h，可以来验证机械能守恒定律，故 C 正确；AC、BD 和 EG 的长度可分别求出打 BCF 三点的速度，但 BC、CF、BF 之间的距离都无法求出，无法验证机械能守恒定律，故 D 错误。

【考点定位】实验——验证机械能守恒定律

【名师点睛】本题的难点是对实验原理的理解。

66.(2017·北京卷)(18 分)如图 1 所示，用质量为 m 的重物通过滑轮牵引小车，使它在长木板上运动，打点计时器在纸带上记录小车的运动情况。利用该装置可以完成“探究动能定理”的实验。

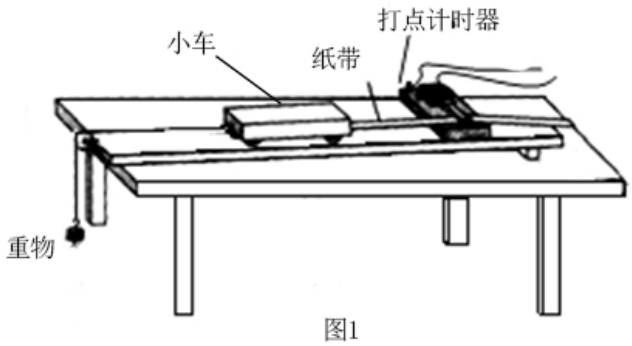


图1

(1)打点计时器使用的电源是_____(选填选项前的字母)。

A.直流电源　　B.交流电源

(2)实验中，需要平衡摩擦力和其他阻力，正确操作方法是_____(选填选项前的字母)。

A.把长木板右端垫高　　B.改变小车的质量

在不挂重物且_____(选填选项前的字母)的情况下，轻推一下小车，若小车拖着纸带做匀速运动，表明已经消除了摩擦力和其他阻力的影响。

A.计时器不打点　　B.计时器打点

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)接通电源，释放小车，打点计时器在纸带上打下一系列点，将打下的第一个点标为 O。在纸带上依次取 A、B、C……若干个计数点，已知相邻计数点间的时间间隔为 T。测得 A、B、C……各点到 O 点的距离为 x_1、x_2、x_3……，如图 2 所示。

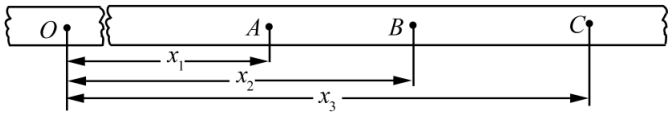


图2

实验中，重物质量远小于小车质量，可认为小车所受的拉力大小为 mg。从打 O 点到打 B 点的过程中，拉力对小车做的功 W=_____，打 B 点时小车的速度 v=_____。

(4)以 v^2 为纵坐标，W 为横坐标，利用实验数据作出如图 3 所示的 v^2–W 图象。由此图象可得 v^2 随 W 变化的表达式为_____。根据功与能的关系，动能的表达式中可能包含 v^2 这个因子；分析实验结果的单位关系，与图线斜率有关的物理量应是_____。

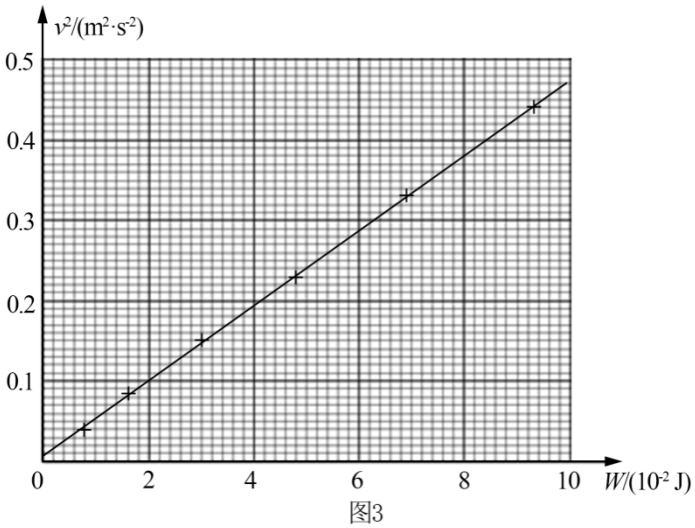


图3

(5)假设已经完全消除了摩擦力和其他阻力的影响，若重物质量不满足远小于小车质量的条件，则从理论上分析，图 4 中正确反映 v^2–W 关系的是_____。

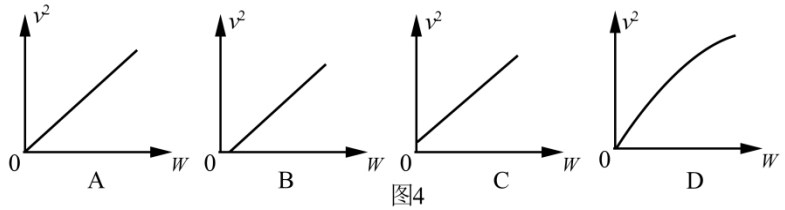


图4

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)B　(2)A　B　(3)mgx_2　$\frac{x_3-x_1}{2T}$

(4)$v^2=kW$，$k=(4.5\sim5.0)\ \mathrm{kg}^{-1}$　质量　(5)A

【解析】(1)打点计时器均使用交流电源，选 B。

(2)平衡摩擦和其他阻力，是通过垫高木板右端，构成斜面，使重力沿斜面向下的分力跟它们平衡，选 A；平衡摩擦力时需要让打点计时器工作，纸带跟打点计时器限位孔间会有摩擦力，且可以通过纸带上打出的点迹判断小车的运动是否为匀速直线运动，选 B。

(3)小车拖动纸带移动的距离等于重物下落的距离，又小车所受拉力约等于重物重力，因此 $W=mgx_2$；小车做匀变速直线运动，因此打 B 点时小车的速度为打 AC 段的平均速度，则 $v=\frac{x_3-x_1}{2T}$。

(4)由图 3 可知，图线斜率 $k\approx4.7\ \mathrm{kg}^{-1}$，即 $v^2=4.7\ \mathrm{kg}^{-1}\cdot W$；设小车质量为 M，根据动能定理有 $W=\frac{Mv^2}{2}$，变形得 $v^2=\frac{2}{M}\cdot W$，即 $k=\frac{2}{M}$，因此与图线斜率有关的物理量为质量。

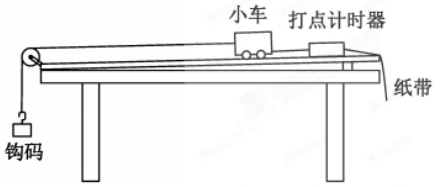
(5)若 m 不满足远小于 M，则由动能定理有 $W=\frac{(M+m)v^2}{2}-0$，可得 $v^2=\frac{2}{M+m}\cdot W$，v^2 与 W 仍然成正比关系，选 A。

【考点定位】探究动能定理实验

【名师点睛】实验总存在一定的误差，数据处理过程中，图象读数一样存在误差，因此所写函数表达式的比例系数在一定范围内即可；第(5)问有一定的迷惑性，应明确写出函数关系，再进行判断。

67.(2017·江苏卷)利用如题 10–1 图所示的实验装置探究恒力做功与物体动能变化的关系.小车的质量为 $M=200.0$ g，钩码的质量为 $m=10.0$ g，打点计时器的电源为 50 Hz 的交流电.

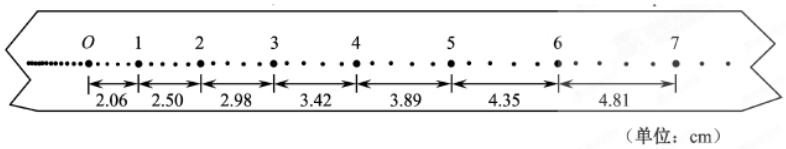
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



（题 10–1 图）

(1)挂钩码前，为了消除摩擦力的影响，应调节木板右侧的高度，直至向左轻推小车观察到_____.

(2)挂上钩码，按实验要求打出的一条纸带如题 10–2 图所示.选择某一点为 O，依次每隔 4 个计时点取一个计数点.用刻度尺量出相邻计数点间的距离 Δx，记录在纸带上.计算打出各计数点时小车的速度 v，其中打出计数点“1”时小车的速度 v_1=_____m/s.

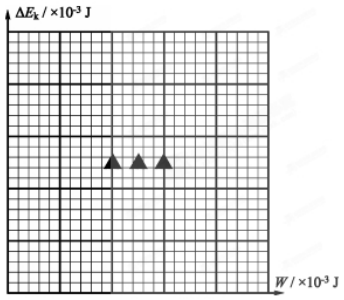


（题 10–2 图）

(3)将钩码的重力视为小车受到的拉力，取 g=9.80 m/s，利用 $W=mg\Delta x$ 算出拉力对小车做的功 W.利用 $E_{\mathrm{k}}=\frac{1}{2}Mv^2$ 算出小车动能，并求出动能的变化量 ΔE_{k}.计算结果见下表.

$W/\times10^{-3}\mathrm{J}$	2.45	2.92	3.35	3.81	4.26
$\Delta E_{\mathrm{k}}/\times10^{-3}\mathrm{J}$	2.31	2.73	3.12	3.61	4.00

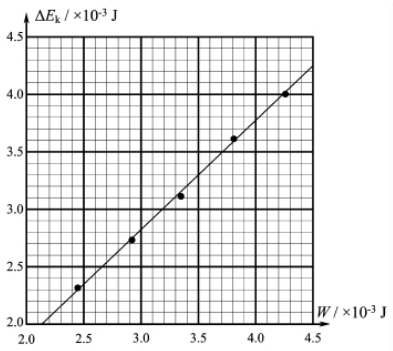
请根据表中的数据，在答题卡的方格纸上作出 $\Delta E_{\mathrm{k}}-W$ 图象.



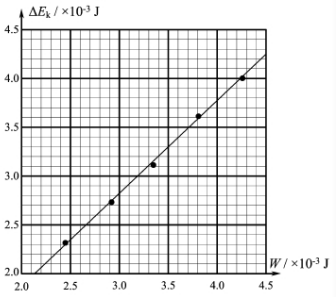
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)实验结果表明，ΔE_k 总是略小于 W.某同学猜想是由于小车所受拉力小于钩码重力造成的.用题中小车和钩码质量的数据可算出小车受到的实际拉力 F=_____N.

【答案】(1)小车做匀速运动　(2)0.228　　(3)如图所示　　(4)0.093



【解析】(1)小车能够做匀速运动，纸带上打出间距均匀的点，则表明已平衡摩擦；(2)相临计数点间时间间隔为 T=0.1 s，$v_1=\frac{x_{02}}{2T}=0.228$ m/s；(3)描点画图，如图所示。



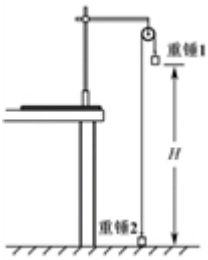
；(4)对整体，根据牛顿第二定律有：$mg=(m+M)a$，钩码：$mg-F_T=ma$，联立解得绳上的拉力：$F_T=\frac{Mm}{M+m}g=0.093$ N.

【考点定位】探究恒力做功与物体动能变化的关系

【名师点睛】本题中的计算，要当心数据的单位、有效数字的要求.用整体法、隔离法，根据牛顿第二定律求绳上的拉力，题目比较常规，难度不大.

68.(2018·江苏卷)某同学利用如图所示的实验装置来测量重力加速度 g.细绳跨过固定在铁架台上的轻质滑轮，两端各悬挂一只质量为 M 的重锤.实验操作如下：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



①用米尺量出重锤 1 底端距地面的高度 H;

②在重锤 1 上加上质量为 m 的小钩码;

③左手将重锤 2 压在地面上，保持系统静止.释放重锤 2，同时右手开启秒表，在重锤 1 落地时停止计时，记录下落时间;

④重复测量 3 次下落时间，取其平均值作为测量值 t.

请回答下列问题

(1)步骤④可以减小对下落时间 t 测量的_____(选填“偶然”或“系统”)误差.

(2)实验要求小钩码的质量 m 要比重锤的质量 M 小很多，主要是为了_____.

A、使 H 测得更准确

B、使重锤 1 下落的时间长一些

C、使系统的总质量近似等于 $2M$

D、使细绳的拉力与小钩码的重力近似相等

(3)滑轮的摩擦阻力会引起实验误差.现提供一些橡皮泥用于减小该误差，可以怎么做_____?

(4)使用橡皮泥改进实验后，重新进行实验测量，并测出所用橡皮泥的质量为 m_0.用实验中的测量量和已知量表示 g，得 g=_____.

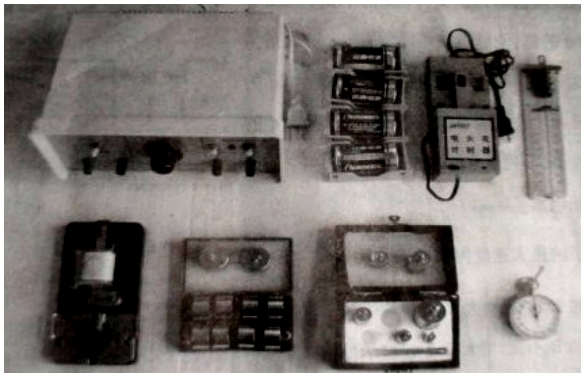
【答案】(1)偶然　(2)B　(3)在重锤 1 上粘上橡皮泥，调整橡皮泥质量直至轻拉重锤 1 能观察到其匀速下落　(4)$\frac{2(2M+m+m_0)H}{mt^2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究!

【解析】本题考查重力加速度的测量，意在考查考生的实验探究能力。(1)时间测量是人为操作快慢和读数问题带来的误差，所以属于偶然误差。(2)由于自由落体的加速度较大，下落 H 高度的时间较短，为了减小测量时间的实验误差，就要使重锤下落的时间长一些，因此系统下降的加速度要小，所以小钩码的质量要比重锤的质量小很多。(3)为了消除滑轮的摩擦阻力，可用橡皮泥粘在重锤 1 上，轻拉重锤放手后若系统做匀速运动，则表示平衡了阻力。(3)根据牛顿第二定律有 $mg=\left(M+m_0+m+M\right)a$，又 $H=\frac{1}{2}at^2$，解得 $g=\frac{2\left(2M+m_0+m\right)H}{mt^2}$。

点睛：本题以连接体运动为背景考查重力加速度的测量，解题的关键是要弄清该实验的原理，再运用所学的知识分析得出减小误差的方法。

69.(2011·浙江卷)在“探究加速度与力、质量的关系”实验时，已提供了小车，一端附有定滑轮的长木板、纸带、带小盘的细线、刻度尺、天平、导线。为了完成实验，还须从下图中选取实验器材，其名称是__①__(漏选或全选得零分)；并分别写出所选器材的作用__②__。



【答案】①学生电源、电磁打点计时器、钩码、砝码或电火花计时器、钩码、砝码

②学生电源为电磁打点计时器提供交流电源；电磁打点计时器(电火花计时器)记录小车运动的位置和时间；钩码用以改变小车的质量；砝码用以改变小车受到的拉力的大小，还可以用于测量小车的质量。

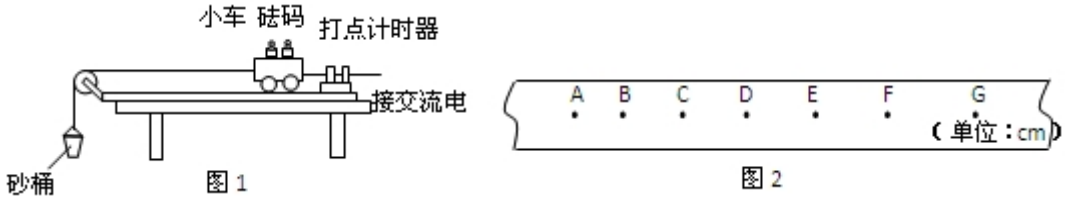
【解析】电磁打点计时器(电火花计时器)记录小车运动的位置和时间；钩码用以改变小车的质量；砝码用以改变小车受到的拉力的大小，还可以用于测量小车的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

质量。如果选电磁打点计时器，则需要学生电源，如果选电火花计时器，则不需要学生电源。

【考点定位】“探究加速度与力、质量的关系”实验

70.(2012·安徽卷)图 1 为“验证牛顿第二定律”的实验装置示意图。砂和砂桶的总质量为m，小车和砝码的总质量为 M。实验中用砂和砂桶总重力的大小作为细线对小车拉力的大小。



(1)试验中，为了使细线对小车的拉力等于小车所受的合外力，先调节长木板一滑轮的高度，使细线与长木板平行.接下来还需要进行的一项操作是

A.将长木板水平放置，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，给打点计时器通电，调节 m 的大小，使小车在砂和砂桶的牵引下运动，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

B.将长木板的一端垫起适当的高度，让小车连着已经穿过打点计时器的纸带，撤去砂和砂桶，给打点计时器通电，轻推小车，从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

C.将长木板的一端垫起适当的高度，撤去纸带以及砂和砂桶，轻推小车，观察判断小车是否做匀速运动.

(2)实验中要进行质量m和M的选取，以下最合理的一组是

A.M=20 g，m=10g、15 g、20 g 、25 g、30 g、40 g

B.M =200 g，m=20 g、40 g、60 g 、80 g、100 g、120 g

C.M =400 g，m=10 g、15 g、20 g 、25 g、30 g、40 g

D.M =400 g，m=20 g、40 g、60 g 、80 g、100 g、120 g

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)图 2 是实验中得到的一条纸带，A、B、C、D、E、F、G 为 7 个相邻的计数点，相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。量出相邻的计数点之间的距离分别为 s_{AB}=4.22 cm、s_{BC}=4.65 cm、s_{CD}=5.08 cm、s_{DE}=5.49 cm、s_{EF}=5.91 cm、s_{FG}=6.34 cm 。已知打点计时器的工作频率为 50 Hz，，则小车的加速度 a=__ m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。

【答案】(1)B　(2)C　(3)0.42

【解析】(1)将不带滑轮的木板一端适当垫高，在不挂沙和沙桶的情况下使小车恰好做匀速运动，以使小车的重力沿斜面分力和摩擦力抵消，那么小车的合力就是绳子的拉力。要判断是否是匀速运动，我们可以从打出的纸带相邻的点的间距来判断小车是否做匀速运动，故选 B；

(2)当 m<<M 时，即当沙和沙桶的总重力要远小于小车的重力，绳子的拉力近似等于沙和沙桶的总重力。故选 C；

(3)相邻的两个计数点之间还有四个点未画出，相邻的计数点时间间隔为 0.1s

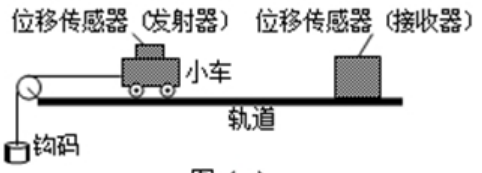
利用匀变速直线运动的推论 $\Delta x = at^2$，　$s_{DE} - s_{AB} = 3a_1T^2$，$s_{EF} - s_{BC} = 3a_2T^2$，

$s_{FG} - s_{CD} = 3a_3T^2$，$a = \dfrac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 0.42m/s^2$。

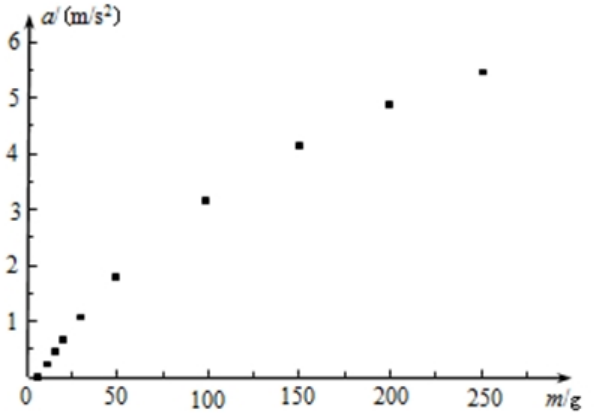
【考点定位】此题考查“验证牛顿第二定律”的实验

71.(2014·新课标全国卷I·T22)某同学利用图(a)所示实验装置即数字化信息系统获得了小车加速度 a 与钩码的质量 m 的对应关系图，如图(b)所示，实验中小车(含发射器)的质量为 200g，实验时选择了不可伸长的轻质细绳和轻定滑轮，小车的加速度由位移传感器及与之相连的计算机得到，回答下列问题：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）



图（b）

(1)根据该同学的结果，小车的加速度与钩码的质量成_____(填“线性”或“非线性”)的关系。

(2)由图(b)可知，$a-m$ 图线不经过远点，可能的原因是_____。

(3)若利用本实验装置来验证“在小车质量不变的情况下，小车的加速度与作用力成正比”的结论，并直接以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力，则实验中应采取的改进措施是_____，钩码的质量应满足的条件是_____。

【答案】(1)非线性(2)存在摩擦力(3)调整轨道倾斜度以平衡摩擦力　远小于小车质量

【解析】(1)根据该同学描绘的加速度和钩码质量的图象是一条曲线而不是直线，所以是非线性关系。

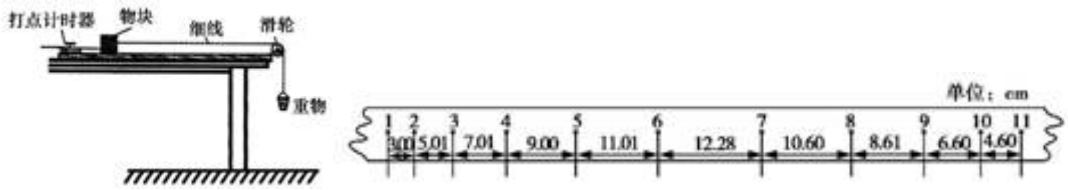
(2)根据图(b)可知当钩码有一定质量，即细线有一定拉力时，小车加速度仍等于 0，说明小车合力等于 0，所以可能除拉力外小车还受到摩擦力作用

(3)实验改进部分由两个要求，第一个就是图象不过远点，需要平衡摩擦力，所以调整轨道倾斜度，第二个就是图象时曲线，因为小车的合力即细线拉力并不等于钩码重力，而是拉力 $F=Ma=M\dfrac{mg}{M+m}=\dfrac{1}{1+\dfrac{m}{M}}mg$ 只有当 m<<M 时。F≈mg，图象近似为直线。

【考点定位】探究牛顿第二定律实验探究

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

72.(2012·山东卷)某同学利用图甲所示的实验装置，探究物块在水平桌面上的运动规律。物块在重物的牵引下开始运动，重物落地后，物块再运动一段距离停在桌面上(尚未到达滑轮处)。从纸带上便于测量的点开始，每 5 个点取 1 个计数点，相邻计数点间的距离如图议所示。打点计时器电源的频率为 50Hz。



(1)通过分析纸带数据，可判断物块在相邻计数点_____和_____之间某时刻开始减速。

(2)计数点 5 对应的速度大小为_____m/s，计数点 6 对应的速度大小为_____m/s。(保留三位有效数字)。

(3)物块减速运动过程中加速度的大小为 a=_____m/s^2。若用 a/g 来计算物块与桌面间的动摩擦因数(g 为重力加速度)，则计算结果比动摩擦因数的真实值_____(填“偏大”或“偏小”)。

【答案】(1)6，7；(2)1.00，1.20；(3)2.00，偏大

【解析】(1)从纸带上的数据分析得知：在点计数点 6 之前，两点之间的位移逐渐增大，是加速运动，在计数点 7 之后，两点之间的位移逐渐减小，是减速运动，所以物块在相邻计数点 6 和 7 之间某时刻开始减速。

(2) $v_5=\frac{x_{46}}{2T}=1.00m/s$ 由 $\Delta x=a_1T^2$ 可得加速时加速度 $a_1=2.00m/s^2$，则计数点 6 的速度 $v_6=v_5+a_1T=1.00+2\times0.10=1.20m/s$ 。

(3)由纸带可知，计数点 7 往后做减速运动，根据作差法得：

$a=\frac{0.046+0.066-0.0861-0.1060}{0.04}=-2.00m/s^2$.所以大小为 $2.00m/s^2$ 。

测量值与真实值比较，测量值偏大，因为实验中存在阻力，比如：没有考虑纸带与打点计时器间的摩擦；没有考虑空气阻力等.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查动摩擦因数测量和牛顿第二定律及其相关知识

73.(2016·全国新课标III卷)某物理课外小组利用图(a)中的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系。图中，置于实验台上的长木板水平放置，其右端固定一轻滑轮；轻绳跨过滑轮，一端与放在木板上的小滑车相连，另一端可悬挂钩码。本实验中可用的钩码共有 N=5 个，每个质量均为 0.010 kg。实验步骤如下：

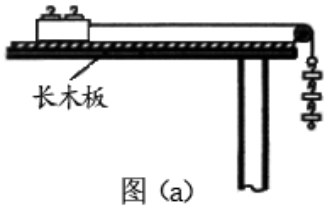


图 (a)

(1)将 5 个钩码全部放入小车中，在长木板左下方垫上适当厚度的小物快，使小车(和钩码)可以在木板上匀速下滑。

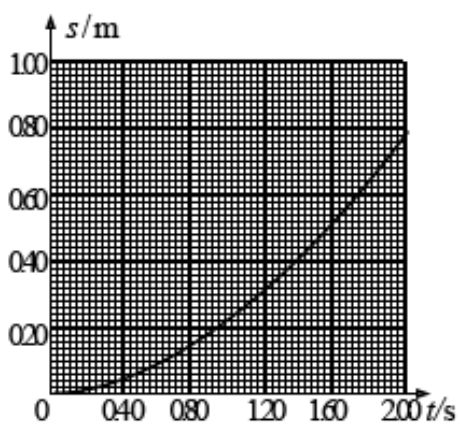
(2)将 n(依次取 n=1，2，3，4，5)个钩码挂在轻绳右端，其余 $N-n$ 个钩码仍留在小车内；用手按住小车并使轻绳与木板平行。释放小车，同时用传感器记录小车在时刻 t 相对于其起始位置的位移 s，绘制 s-t 图像，经数据处理后可得到相应的加速度 a。

(3)对应于不同的 n 的 a 值见下表。n=2 时的 s-t 图像如图(b)所示；由图(b)求出此时小车的加速度(保留 2 位有效数字)，将结果填入下表。

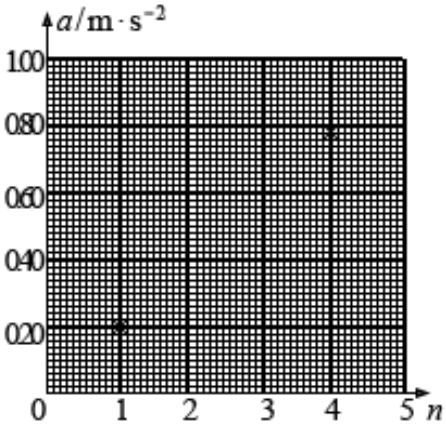
n	1	2	3	4	5
a / m·s^{-2}	0.20		0.58	0.78	1.00

(4)利用表中的数据在图(c)中补齐数据点，并作出 a-n 图像。从图像可以看出：当物体质量一定时，物体的加速度与其所受的合外力成正比。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（b）



图（c）

(5)利用 *a*–*n* 图像求得小车(空载)的质量为_____kg(保留 2 位有效数字，重力加速度取 g=9.8 $m\cdot s^{-2}$)。

(6)若以“保持木板水平”来代替步骤(1)，下列说法正确的是_____(填入正确选项前的标号)

A.*a*–*n* 图线不再是直线

B.*a*–*n* 图线仍是直线，但该直线不过原点

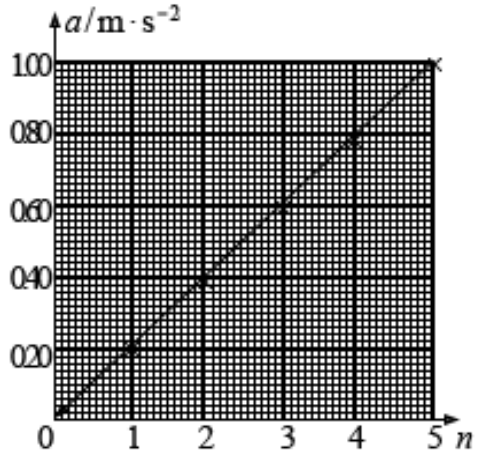
C.*a*–*n* 图线仍是直线，但该直线的斜率变大

【答案】(3)0.39(4)如图所示(5)0.45(6)BC

【解析】(3)因为小车做初速度为零的匀加速直线运动，故将(2，0.78)代入 $s=\frac{1}{2}at^2$ 可得 $a=0.39\ \mathrm{m/s^2}$。

(4)根据描点法可得如图所示图线

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(5)根据牛顿第二定律可得 $nmg=\left[(5-n)m+M\right]a$，代入 m=0.010 kg，n=1、2、3、4、5，以及相应的加速度求可得 $M=0.45\ \text{kg}$。

(6)因为如果不平衡摩擦力，则满足 F－f＝ma 的形式，所以故直线不过原点，但仍是直线，A 错误 B 正确；

随着 n 的增大，小车的总质量在减小，故直线的斜率变大，故 C 正确。

【方法技巧】对于高中实验，要求能明确实验原理，认真分析各步骤，从而明确实验方法；同时注意掌握图象的性质，能根据图象进行分析，明确对应规律的正确应用。

74.(2013·天津卷)某实验小组利用图示的装置探究加速度与力、质量的关系。

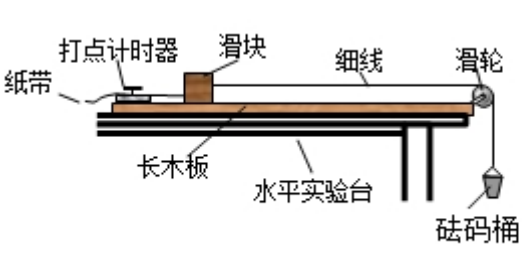


图1

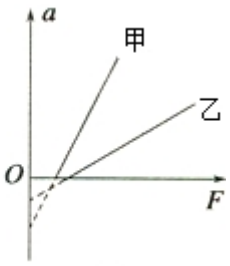


图2

(1)下列做法正确的是_____，(填字母代号)

A.调节滑轮的高度，使牵引木块的细绳与长木板保持平行

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.在调节木板倾斜度平衡木块受到的滑动摩擦力时，将装有砝码的砝码桶通过定滑轮拴在木块上

C.实验时，先放开木块再接通打点计时器的电源

D.通过增减木块上的砝码改变质量时，不需要重新调节木板倾斜度

(2)为使砝码桶及桶内砝码的总重力在数值上近似等于木块运动时受到的拉力，应满足的条件是砝码桶及桶内砝码的总质量_____木块和木块上砝码的总质量。(填“远大于”、“远小于”或“近似等于“)

(3)甲、乙两同学在同一实验室，各取一套图示的装置放在水平桌面上，木块上均不放砝码，在没有平衡摩擦力的情况下，研究加速度 a 与拉力 F 的关系，分别得到图中甲、乙两条直线。设甲、乙用的木块质量分别为 $m_{甲}$、$m_{乙}$，甲、乙用的木块与木板间的动摩擦因数分别为 $\mu_{甲}$、$\mu_{乙}$，由图可知，$m_{甲}$_____$m_{乙}$，$\mu_{甲}$_____$\mu_{乙}$。(填“大于”、“小于”或“等于”)

【答案】(1)AD　(2)远小于　(3)小于　大于

【解析】(1)A、调节滑轮的高度，使牵引木块的细绳与长木板保持平行，否则拉力不会等于合力，故 A 正确；B、在调节模板倾斜度平衡木块受到的滑动摩擦力时，不应悬挂“重物”，故 B 选项错误；　C、打点计时器要“早来晚走”即实验开始时先接通打点计时器的电源待其平稳工作后再释放木块，而当实验结束时应先控制木块停下再停止打点计时器，故 C 选项错误；　D 平衡摩擦力后，有 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$，即 $\mu=\tan\theta$，与质量无关，故通过增减木块上的砝码改变质量时，不需要重新调节木板倾斜度，故 D 正确；选择 AD。

(2)砝码桶加速下滑时，处于失重状态，其对细线的拉力小于重力，要使细线的拉力近似等于砝码桶的重力，应该使加速度减小，即砝码桶的总质量应该远小于木块和木块上的砝码的总质量。

(3)当没有平衡摩擦力时有：$T-f=ma$，故 $a=\frac{1}{m}T-\mu g$，即图线斜率为 $\frac{1}{m}$，纵轴截距的大小为 μg.观察图线可知 $m_{甲}$小于 $m_{乙}$，$\mu_{甲}$大于 $\mu_{乙}$。

【考点定位】探究加速度与物体质量、物体受力的关系

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

75.(2012·大纲全国卷)图 1 为验证牛顿第二定律的实验装置示意图。图中打点计时器的电源为 50Hz 的交流电源，打点的时间间隔用 Δt 表示。在小车质量未知的情况下，某同学设计了一种方法用来研究“在外力一定的条件下，物体的加速度与其质量间的关系”。

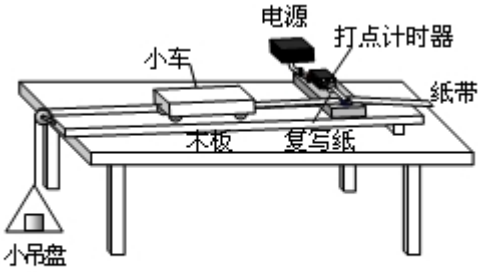


图 1

(1)完成下列实验步骤中的填空：

①平衡小车所受的阻力：小吊盘中不放物块，调整木板右端的高度，用手轻拨小车，直到打点计时器打出一系列_____的点。

②按住小车，在小吊盘中放入适当质量的物块，在小车中放入砝码。

③打开打点计时器电源，释放小车，获得带有点迹的纸带，在纸带上标出小车中砝码的质量 m。

④按住小车，改变小车中砝码的质量，重复步骤③。

⑤在每条纸带上清晰的部分，每 5 个间隔标注一个计数点。测量相邻计数点的间距 s_1，s_2，…。求出与不同 m 相对应的加速度 a。

⑥以砝码的质量 m 为横坐标，$\frac{1}{a}$ 为纵坐标，在坐标纸上做出 $\frac{1}{a}$-m 关系图线。若加速度与小车和砝码的总质量成反比，则 $\frac{1}{a}$ 与 m 处应成_____关系(填“线性”或“非线性”)。

(2)完成下列填空：

(i)本实验中，为了保证在改变小车中砝码的质量时，小车所受的拉力近似不变，小吊盘和盘中物块的质量之和应满足的条件是_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(ii)设纸带上三个相邻计数点的间距为 s_1、s_2、s_3。a 可用 s_1、s_3 和 Δt 表示为 a=_____。图 2 为用米尺测量某一纸带上的 s_1、s_3 的情况，由图可读出 s_1=_____mm，s_3=_____mm。由此求得加速度的大小 a=_____m/s^2。

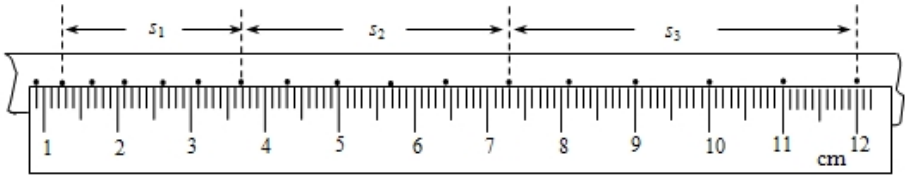


图 2

(iii)图 3 为所得实验图线的示意图。设图中直线的斜率为 k，在纵轴上的截距为 b，若牛顿定律成立，则小车受到的拉力为_____，小车的质量为_____。

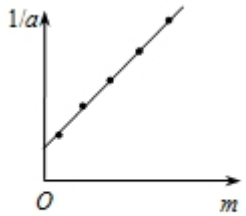


图 3

【答案】(1)①均匀⑥线性　(2)(i)远小于小车和小车中砝码的质量之和

(ii) $\frac{s_3 - s_1}{10\Delta t}$　24.1　47.3　1.16　(iii) $\frac{1}{k}$　$\frac{b}{k}$

【解析】(1)①平衡摩擦力的标准为小车可以匀速运动，打点计时器打出的纸带点迹间隔均匀。⑥由 $a=\frac{F}{m}$，故 $\frac{1}{a}=\frac{m}{F}$，故 $\frac{1}{a}$ 与 m 成线性关系。

(2)(i)设小车的质量为 M，小吊盘和盘中物块的质量为 m，设绳子上拉力为 F，以整体为研究对象有 $mg=(m+M)a$，解得 $a=\frac{mg}{M+m}$，以 M 为研究对象有绳子的拉力 $F=Ma=\frac{M}{m+M}mg$，显然要有 $F=mg$ 必有 $m+M=M$，故有 $M>>m$，即只有 $M>>m$ 时才可以认为绳对小车的拉力大小等于小吊盘和盘中物块的重力.所以为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

了保证在改变小车中砝码的质量时，小车所受的拉力近似不变，小吊盘和盘中物块的质量之和应该远小于小车和砝码的总质量。

(ii)设纸带上三个相邻计数点的间距为s_1、s_2、s_3，由匀变速直线运动的推论得：

$\Delta x = aT^2$，即 $s_3 - s_1 = 2a(5\Delta t)^2$，$a = \frac{s_3 - s_1}{50(\Delta t)^2}$。图 2 为用米尺测量某一纸带上的$s_1$、$s_3$的情况，由图可读出 $s_1 = 24.2mm$，$s_3 = 47.2mm$。由此求得加速度的大小

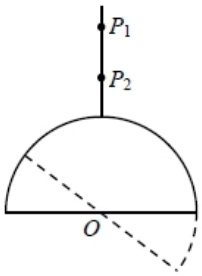
$a = \frac{s_3 - s_1}{50(\Delta t)^2} = 1.15m/s^2$。

(iii)设小车质量为 M，小车受到外力为 F，由牛顿第二定律有 $F = (m + M)a$；

所以，$\frac{1}{a} = \frac{m}{F} + \frac{M}{F}$，所以，$\frac{1}{a} - m$ 图象的斜率为 $\frac{1}{F}$，故 $F = \frac{1}{k}$，纵轴截距为 $b = \frac{M}{F} = kM$，所以，$M = \frac{b}{k}$。

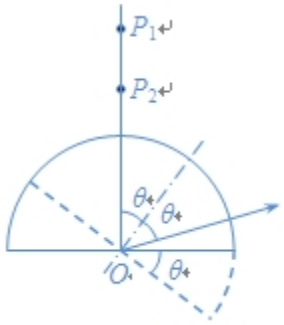
【考点定位】本题考查验证牛顿第二定律实验

76.(2011·天津卷)某同学用大头针、三角板、量角器等器材测半圆形玻璃砖的折射率。开始玻璃砖的位置如图中实线所示，使大头针 P_1、P_2 与圆心 O 在同一直线上，该直线垂直于玻璃砖的直径边，然后使玻璃砖绕圆心 O 缓慢转动，同时在玻璃砖直径边一侧观察 P_1、P_2 的像，且 P_2 的像挡住 P_1 的像。如此观察，当玻璃砖转到图中虚线位置时，上述现象恰好消失。此时只需测量出_____，即可计算出玻璃砖的折射率。请用你的测量量表示出折射率。



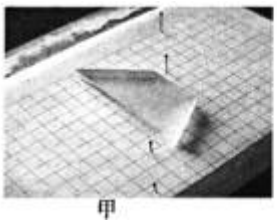
【答案】$n = \frac{1}{\sin\theta}$

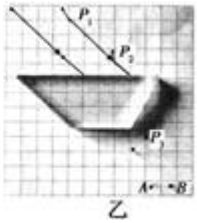
【解析】由题意可知，当玻璃砖转过某一角度 θ 时，刚好发生全反射，在直径边一侧观察不到 P_1、P_2 的像，做出如图所示的光路图可知，当转过角度 θ 时有 $n=\frac{1}{\sin\theta}$。



【考点定位】光的折射

77.(2012·浙江卷)在“测定玻璃的折射率”实验中，某同学经正确操作插好了 4 枚大头针，如图甲所示。


甲


乙

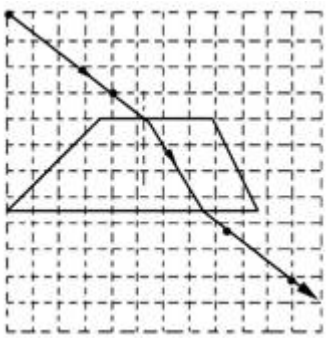
(1)在答题纸上相应的图中画出完整的光路图；

(2)对你画出的光路图进行测量和计算，求得该玻璃砖的折射率 n=_____(保留 3 位有效数字)；

(3)为了观察光在玻璃砖不同表面的折射现象，某同学做了二次实验，经正确操作插好了 8 枚大头针，如图乙所示。图中 P_1 和 P_2 是同一入射光线上的 2 枚大头针，其对应出射光线上的 2 枚大头针是 P_3 和_____(填“A”和“B”)

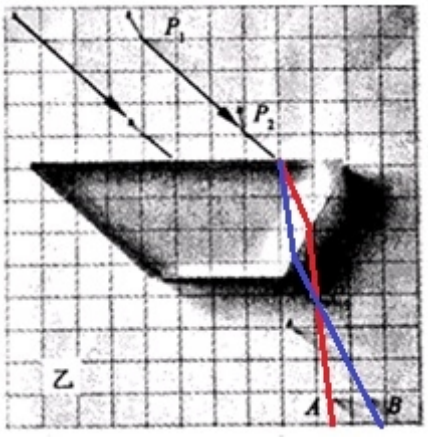
【答案】(1)如图所示　(2)1.51 ± 0.03　　(3)A

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】(1)假设每小格边长为 1，$n=\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$，得 n＝1.51。

(2)由 P_1P_3 射入后，第一次折射时入射角大于折射角，第二次折射时折射角大于入射角，经过 A 点，光路如下图红线，若从 B 点射出，如下图蓝线，则不能保证上述条件。



【考点定位】本题考查“测定玻璃的折射率”实验中及其相关知识

78.(2012·重庆卷)如图 1 所示为光学实验用的长方体玻璃砖，它的_____面不能用手直接接触。在用插针法测定玻璃砖折射率的实验中，两位同学绘出的玻璃砖和三个针孔 *a*、*b*、*c* 的位置相同，且插在 *c* 位置的针正好挡住插在 *a*、*b* 位置的针的像，但最后一个针孔的位置不同，分别为 *d*、*e* 两点，如图 2 所示，计算折射率时，用_____(填“*d*”或“*e*”)点得到的值较小，用_____(填“*d*”或“*e*”)点得到的值误差较小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

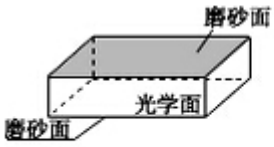


图1

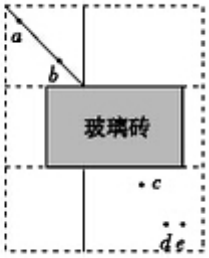
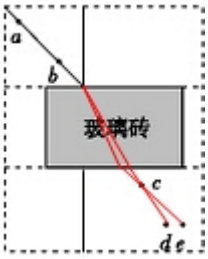


图2

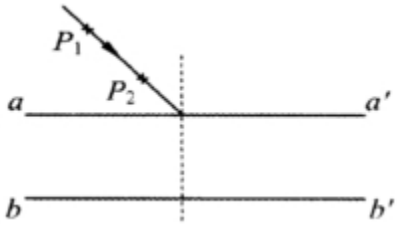
【答案】光学，d，e

【解析】玻璃砖的光学面不能用手直接接触，接触面的污渍会影响接触面的平整，进而影响折射率的测定。连接 dc、ec 并延长至玻璃砖的光学面与白纸的交线，交点为出射点，入射点与出射点的连线即为折射光线，入射角一定，用 d 点时，折射角大，折射率小；对于两光学面平行的玻璃砖，入射光线和出射光线平行，ec 连线与入射光线平行，误差小，参照下图。



【考点定位】本题考查插针法测定玻璃砖折射率的实验及其相关知识

79.(2015·北京卷·T21(1)) “测定玻璃的折射率”的实验中，在白纸上放好玻璃砖，aa' 和 bb' 分别是玻璃砖与空气的两个界面，如图所示，在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2，用“+”表示大头针的位置， 然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4，在插 P_3 和 P_4 时，应使_____(选填选项前的字母)



A.P_3 只挡住 P_1 的像　　B.P_4 只挡住 P_2 的像　　C.P_3 同时挡住 P_1、P_2 的像

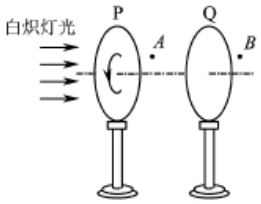
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】C

【解析】在“测定玻璃砖的折射率”实验中，由折射的光路可知插针时应使 P_3 同时挡住 P_1、P_2 的像，P_4 同时挡住 P_1、P_2、P_3 的像，故选项 C 正确。

【考点定位】测定玻璃的折射率。

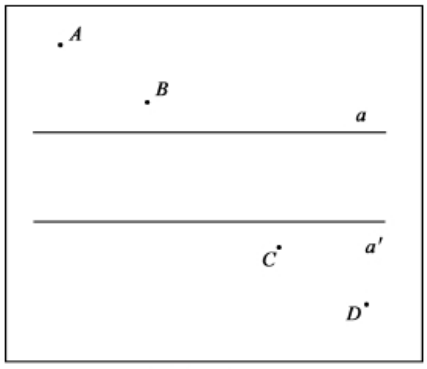
80.(2012·江苏卷)(1)如图所示，白炽灯的右侧依次平行放置偏振片*P*和*Q*，*A*点位于*P*、*Q*之间，*B*点位于*Q*右侧。旋转偏振片*P*，*A*、*B*两点光的强度变化情况是_____ .



(题12B-1图)

(A)*A*、*B*均不变　　(B)*A*、*B*均有变化　　(C)*A*不变，*B*有变化　　(D)*A*有变化，*B*不变

(2)“测定玻璃的折射率冶实验中，在玻璃砖的一侧竖直插两个大头针*A*、*B*，在另一侧再竖直插两个大头针*C*、*D*。在插入第四个大头针*D*时，要使它 _____.图2是在白纸上留下的实验痕迹，其中直线*a*、a' 是描在纸上的玻璃砖的两个边. 根据该图可算得玻璃的折射率*n* = _____. (计算结果保留两位有效数字)



(题12B-2图)

【答案】(1)C (2)挡住 C 及 A、B 的像；1.8(1.8—1.9 都算对)

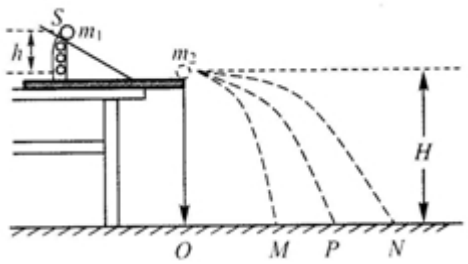
【解析】(1)偏振片对入射光具有遮蔽和透过的功能，可使纵向光或横向光一种透过，一种遮蔽，旋转偏振片 P，PQ 放置的方向不同，通过 P 的光线有一部分不能通过 Q，A、B 两点光的强度 A 不变，B 有变化。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)如图所示，连接 AB 延长交 a 于 E 点，连接 CD 反向延长交 a' 与 G 点，连接 EG，以 E 为圆心以 EG 长为半径画圆， 交 AB 与 *I*，分别过 *I*、G 做过 E 点的法线的垂线 *I*H、GF，用刻度尺测量 *I*H、GF，折射率 $n=\frac{IH}{GF}=1.6$

【考点定位】本题考查光学及其相关知识

81.(2011·北京卷·T21)如图所示，用"碰撞实验器"可以验证动量守恒定律，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。



①实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是，可以通过仅测量_____(填选项前的符号)，间接地解决这个问题。

小球开始释放高度*h*

B.小球抛出点距地面的高度*H*

C.小球做平抛运动的射程

②图2中*O*点是小球抛出点在地面上的垂直投影.实验时，先让入射球 m_1 多次从斜轨上S位置静止释放，找到其平均落地点的位置P，测量平抛射程OP.然后，把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分，再将入射球 m_1 从斜轨上S位置静止释放，与小球 m_2 相碰，并多次重复.接下来要完成的必要步骤是_____填选项前的符号)

A.用天平测量两个小球的质量 m_1 、 m_2

B.测量小球 m_1 开始释放高度h

C.测量抛出点距地面的高度H

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

D.分别找到m_1、m_2相碰后平均落地点的位置M、N

E.测量平抛射程OM，ON

③若两球相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为_____(用②中测量的量表示)；若碰撞是弹性碰撞，那么还应满足的表达式为_____(用②中测量的量表示).

④经测定，m_1=45.0g，m_2=7.5g，小球落地点的平均位置距O点的距离如图所示.碰撞前、后m_1的动量分别为p_1与p_1'，则p_1：p_1'=_____；若碰撞结束时m_2的动量为p_2'，则p_1'：p_2'=_____.实验结果表明，碰撞前、后总动量的比值$\frac{p_1}{p_1'+p_2'}$为_____

⑤有同学认为，在上述实验中仅更换两个小球的材质，其它条件不变，可以使被碰小球做平抛运动的射程增大.请你用④中已知的数据，分析和计算出被碰小球m_2平抛运动射程ON的最大值为_____cm.

【答案】(1)①S ③T 0 刻线④ADC(2)①C　②ADE 或 DEA 或 DAE

③$m_1\cdot OM+m_2\cdot ON=m_1OP$，$m_1\cdot OM^2+m_2\cdot ON^2=m_1OP^2$ ④14　2.91~1.01⑤76.8

【解析】验证动量守恒定律实验中，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的，但是通过落地高度不变情况下水平射程来体现速度。故答案是 C；

实验时，先让入射球 m_1 多次从斜轨上 S 位置静止释放，找到其平均落地点的位置 P，测量平抛射程 OP。然后，把被碰小球 m_2 静置于轨道的水平部分，再将入射球 m_1 从斜轨上 S 位置静止释放，与小球 m_2 相碰，并多次重复。测量平均落点的位置，找到平抛运动的水平位移，因此步骤中 D、E 是必须的，而且 D 要在 E 之前。至于用天平称量质量先后均可以。所以答案是 ADE 或 DEA 或 DAE

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设落地时间为 t，则 $v_1=\frac{OP}{t}$，$v'_1=\frac{OM}{t}$，$v'_2=\frac{ON}{t}$；而动量守恒的表达式是

$m_1v_1=m_1v'_1+m_2v'_2$，动能守恒的表达式是 $\frac{1}{2}m_1v_1^2=\frac{1}{2}m_1v'^2_1+\frac{1}{2}m_2v'^2_2$

所以若两球相碰前后的动量守恒，则 $m_1\cdot OM+m_2\cdot ON=m_1\cdot OP$ 成立

若碰撞是弹性碰撞，动能是守恒的，则有 $m_1\cdot OM^2+m_2\cdot ON^2=m_1\cdot OP^2$ 成立

碰撞前后 m_1 动量之比：$\frac{P_1}{P'_1}=\frac{OP}{OM}=\frac{44.8}{35.2}=\frac{14}{11}$

$$\frac{P'_1}{P'_2}=\frac{m_1\times OM}{m_2\times ON}=\frac{45.0\times 35.2}{7.5\times 55.68}=\frac{11}{2.9}$$

$$\frac{P_1}{P'_1+P'_2}=\frac{m_1\cdot OP}{m_1\cdot OM+m_2\cdot ON}=\frac{45\times 44.8}{45\times 35.2+7.5\times 55.68}=1.01$$

发生弹性碰撞时，被碰小球获得速度最大，根据动量守恒的表达式是

$m_1v_1=m_1v'_1+m_2v'_2$

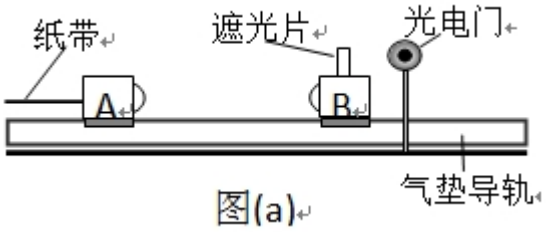
动能守恒的表达式是 $\frac{1}{2}m_1v_1^2=\frac{1}{2}m_1v'^2_1+\frac{1}{2}m_2v'^2_2$

联立解得 $v'_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}v_1$，因此最大射程为 $S=\frac{2\times 45}{45+7.5}\times 44.8cm=76.8cm$

【考点定位】动量守恒定律.

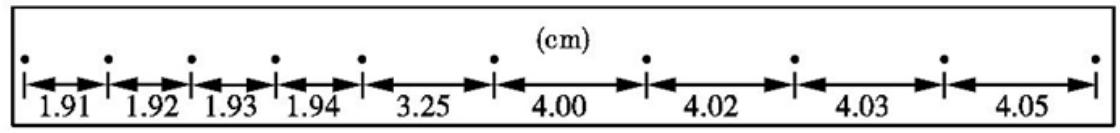
82.(2014·新课标全国卷II)利用图(*a*)所示的装置验证动量守恒定律。在图(*a*)中，气垫导轨上有 *A*、*B* 两个滑块，滑块 *A* 右侧带有一弹簧片，左侧与打点计时器(图中未画出)的纸带相连；滑块 *B* 左侧也带有一弹簧片，上面固定一遮光片，光电计时器(未完全画出)可以记录遮光片通过光电门的时间。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图(a)

实验测得滑块 A 质量 m_1=0.310kg，滑块 B 的质量 m_2=0.108kg，遮光片的宽度 d=1.00cm；打点计时器所用的交流电的频率为 f=50Hz。将光电门固定在滑块 B 的右侧，启动打点计时器，给滑块 A 一向右的初速度，使它与 B 相碰；碰后光电计时器显示的时间为 $\Delta t_B = 3.500\text{ms}$，碰撞前后打出的纸带如图($b$)所示。



图(b)

若实验允许的相对误差绝对值($\left|\frac{\text{碰撞前后总动量之差}}{\text{碰前总动量}}\right|\times 100\%$)最大为 5%，本实验是否在误差范围内验证了动量守恒定律？写出运算过程。

【答案】见解析。

【解析】按定义，物体运动的瞬时速度大小 v 为：$v=\frac{\Delta s}{\Delta t}$ ①

式中 Δs 为物块在很短时间 Δt 内走过的路程，设纸带上打出相邻两点的时间间隔为 Δt_A，则

$\Delta t_A = \frac{1}{f} = 0.02\text{s}$ ②

Δt_A 可视为很短；设在 A 碰撞前后瞬时速度大小分别为 v_0, v_1，将②式和图给实验数据代入①式可得： v_0=2.00m/s ③

v_1=0.970m/s ④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设 B 在碰撞后的速度大小为 v_2，由①式有 $v_2=\frac{d}{\Delta t_B}$

代入题所给的数据可得：v_2=2.86m/s ⑥

设两滑块在碰撞前后的动量分别为 P 和 P'，则

$P=m_1v_0$ ⑦

$P'=m_2v_1+m_2v_2$ ⑧

两滑块在碰撞前后总动量相对误差的绝对值为

$$\delta_r=\left|\frac{P-P'}{P}\right|\times 100\% \quad ⑨$$

联立③④⑥⑦⑧⑨式并代入有关数据，可得：$\delta_r=1.7\%<5\%$ ⑩

因此，本实验在允许的误差范围内验证了动量守恒定律。

【考点定位】验证动量守恒定律。

83.(2011·全国卷)在“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，有下列实验步骤：

①往边长约为 40 cm 的浅盘里倒入约 2 cm 深的水.待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上。

②用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待薄膜形状稳定。

③将画有油膜形状的玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，根据油酸的体积和面积计算出油酸分子直径的大小。

④用注射器将事先配好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下量筒内每增加一定体积时的滴数，由此计算出一滴油酸酒精溶液的体积。

⑤将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上。

完成下列填空：

(1)上述步骤中，正确的顺序是_____。(填写步骤前面的数字)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)将 1 cm^3 的油酸溶于酒精，制成 300 cm^3 的油酸酒精溶液；测得 1 cm^3 的油酸酒精溶液有 50 滴。现取一滴该油酸酒精溶液滴在水面上，测得所形成的油膜的面积是 0.13 m^2。由此估算出油酸分子的直径为_____m。(结果保留 1 位有效数字)

【答案】(1)④①②⑤③ (2)5×10^{-10}

【解析】(1)在“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，按题目所给的实验步骤合理的顺序为④①②⑤③

(2)1 滴油酸酒精溶液中所含油酸的体积

$V=\frac{1}{50}\times\frac{1}{300}cm^3=\frac{2}{3}\times10^{-4}cm^3=\frac{2}{3}\times10^{-10}m^3$，油酸分子的直径约为

$d=\frac{V}{S}=\frac{\frac{2}{3}\times10^{-10}}{0.13}m=5\times10^{-10}m$。

【考点定位】“油膜法估测油酸分子的大小”实验

84.(2011·上海卷·T27)在“用单分子油膜估测分子大小”实验中，

(1)某同学操作步骤如下：

①取一定量的无水酒精和油酸，制成一定浓度的油酸酒精溶液；

②在量筒中滴入一滴该溶液，测出它的体积；

③在蒸发皿内盛一定量的水，再滴入一滴油酸酒精溶液，待其散开稳定；

④在蒸发皿上覆盖透明玻璃，描出油膜形状，用透明方格纸测量油膜的面积。

改正其中的错误：

(2)若油酸酒精溶液体积浓度为0.10%，一滴溶液的体积为$4.8\times10^{-3}ml$，其形成的油膜面积为40cm^2，则估测出油酸分子的直径为_____m。

【答案】(1)②在量筒中滴入 N 滴溶液③在水面上先撒上痱子粉(2)1.2×10^{-9}

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

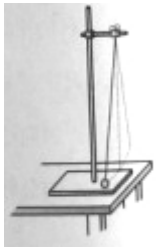
(1)②要测出一滴油酸酒精溶液的体积，即在量筒中滴入 N 滴溶液，测出其体积为 V，则一滴该溶液的体积为$V_1=\frac{V}{n}$，

③为了使一滴油酸酒精溶液散开后界面比较清晰，要在水面上先撒上痱子粉。

(2)$d=\frac{4.8\times10^{-3}\times10^{-6}\times0.10\%}{40\times10^{-4}}m=1.2\times10^{-9}m$(注意单位换算，用 SI 即国际单位制)

【考点定位】“用单分子油膜估测分子大小”实验

85.(2015·天津卷·T9(2))某同学利用单摆测量重力加速度



(1)为了使测量误差尽量小，下列说法正确的是_____

A.组装单摆须选用密度和直径都较小的摆球

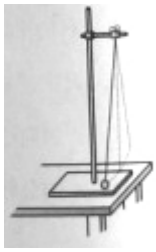
B.组装单摆须选用轻且不易伸长的细线

C.实验时须使摆球在同一竖直面内摆动

D.摆长一定的情况下，摆的振幅尽量大

(2)如图所示，在物理支架的竖直立柱上固定有摆长约为 1m 的单摆，实验时，由于仅有量程为 20cm、精度为 1mm 的钢板刻度尺，于是他先使摆球自然下垂，在竖直立柱上与摆球最下端处于同一水平面的位置做一标记点，测出单摆的周期T_1；然后保持悬点位置不变，设法将摆长缩短一些，再次使摆球自然下垂，用同样方法在竖直立柱上做另一标记点，并测出单摆周期T_2；最后用钢板刻度尺量出竖直立柱上两标记点之间的距离ΔL，用上述测量结果，写出重力加速度的表达式 g=_____

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)BC；(2)$\frac{4\pi^2\Delta L}{T_1^2-T_2^2}$

【解析】(1)为了减小空气阻力的误差选用密度大，体积小的小球，A 错。

如果振幅过大，大于 10°小球的运动不再是简谐运动，所以误差较大，D 错误。

要求小球在运动过程中摆长不变，且是单摆，而不能是圆锥摆故选 BC。

(2)$T_1^2=4\pi^2\frac{L_1}{g}$ 同理得 $T_2^2=4\pi^2\frac{L_2}{g}$ 两式相减可得 g＝$\frac{4\pi^2\Delta L}{T_1^2-T_2^2}$

【考点定位】用单摆测定当地的重力加速度。

86.(2015·北京卷·T21(2))用单摆测定重力加速度的实验装置如图 2 所示。

(1)组装单摆时，应在下列器材中选用_____(选填选项前的字母)

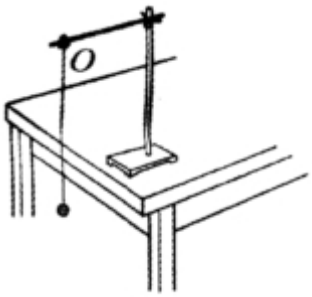


图 2

A.长度为 1m 左右的细线　　B.长度为 30cm 左右的细线

C.直径为 1.8cm 的塑料球　　D.直径为 1.8cm 的铁球

(2)测出悬点 O 到小球球心的距离(摆长)L 及单摆完成 n 次全振动所用的时间 t，则重力加速度 g=_____(用 L、n、t 表示)

(3)下表是某同学记录的 3 组实验数据，并做了部分计算处理。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

组次	1	2	3
摆长 L/cm	80.00	90.00	100.00
50 次全振动所用的时间 t/s	90.0	95.5	100.5
振动周期 T/s	1.80	1.91	
重力加速度 g/(m·s^{-2})	9.74	9.73	

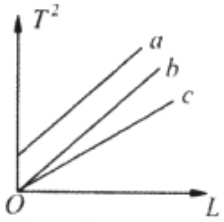


图 3

请计算出第 3 组实验中的 T=_____s，g=_____ m/s^2

(4)用多组实验数据做出T^2-L图像，也可以求出重力加速度 g，已知三位同学做出的T^2-L图线的示意图如图 3 中的 a、b、c 所示，其中 a 和 b 平行，b 和 c 都过原点，图线 b 对应的 g 值最接近当地重力加速度的值。则相对于图线 b，下列分析正确的是_____(选填选项前的字母)。

A.出现图线 a 的原因可能是误将悬点到小球下端的距离记为摆长 L

B.出现图线 c 的原因可能是误将 49 次全振动记为 50 次

C.图线 c 对应的 g 值小于图线 b 对应的 g 值

(5)某同学在家里测重力加速度。他找到细线和铁锁，制成一个单摆，如图 4 所示，由于家里只有一根量程为 30cm 的刻度尺，于是他在细线上的 A 点做了一个标记，使得悬点 O 到 A 点间的细线长度小于刻度尺量程。保持该标记以下的细线长度不变，通过改变 O、A 间细线长度以改变摆长。实验中，当 O、A 间细线的长度分别为l_1和l_2时，测得相应单摆的周期为T_1、T_2.由此可得重力加速度 g=_(用l_1、l_2、T_1、T_2表示)。

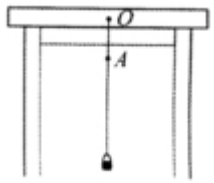


图 4

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)AD ，(2) $\frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}$ ，(3)2.01，9.76(9.76～9.77)；(4)B ；(5)$\frac{4\pi^2(l_1-l_2)}{T_1^2-T_2^2}$

或$\frac{4\pi^2(l_2-l_1)}{(T_2^2-T_1^2)}$

【解析】(1)在用单摆测定力加速度的实验基本条件是摆线长度远大于小球直径，小球的密度越大越好；故摆线应选取长约 1m 左右的不可伸缩的细线，摆球应选取体积小而质量大的铁球，以减小实验误差，故选 AD。

(2)n 次全振动的时间为 t，则振动周期为$T=\frac{t}{n}$，根据单摆周期公式$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$，

可推出$g=\frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}$

(3)50 次全振动的时间为 100.5s，则振动周期为$T=\frac{t}{n}=\frac{100.5}{50}\text{s}=2.01\text{s}$，代入公式

求得$g=\frac{4\pi^2 n^2 L}{t^2}=9.77\text{m/s}^2$

(4)由$T^2=\frac{4\pi^2}{g}L$可知T^2-L图像的斜率$k=\frac{4\pi^2}{g}$，b 曲线为正确的图象。C、斜率越小，对应的重力加速度 g 越大，选项 C 错误。A、在图象中图线与纵轴正半轴相交表示计算摆长偏小，如漏加小球半径，与纵轴负半轴相交表示摆长偏大，选项 A 错误。B、若误将 49 次全振动记为 50 次，则周期测量值偏小，g 值测量值偏大，对应的图像斜率偏小，选项 B 正确。故选 B。

(5)设 A 到铁锁重心的距离为 l，则第一次的实际摆长为$l+l_1$，第二次的实际摆长为$l+l_2$，由周期公式$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l+l_1}{g}}$，$T_2=2\pi\sqrt{\frac{l+l_2}{g}}$，联立消去 l，解得$\frac{4\pi^2(l_1-l_2)}{T_1^2-T_2^2}$

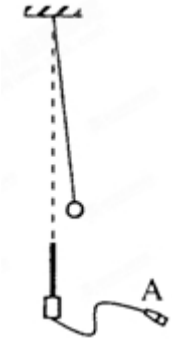
。

【考点定位】用单摆测重力加速度、实验器材选取、加速度表达式及计算，图象法处理数据。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

87.(2012·上海卷·T29)在“利用单摆测重力加速度”的实验中。

(1)某同学尝试用 DIS 测量周期。如图，用一个磁性小球代替原先的摆球，在单摆下方放置一个磁传感器，其轴线恰好位于单摆悬挂点正下方。图中磁传感器的引出端 A 应接到_____。使单摆做小角度摆动，当磁感应强度测量值最大时，磁性小球位于_____。若测得连续 N 个磁感应强度最大值之间的时间间隔为 t，则单摆周期的测量值为_____(地磁场和磁传感器的影响可忽略)。



(2)多次改变摆长使单摆做小角度摆动，测量摆长 L 及相应的周期 T。此后，分别取 L 和 T 的对数，所得到的 lgT-lgL 图线为_____(填：“直线”、“对数曲线”或“指数曲线”)；读得图线与纵轴交点的纵坐标为 c，由此得到该地重力加速度 g=_____。

【答案】(1)数据采集器，最低点(或平衡位置)，$\frac{2t}{N-1}$，(2)直线，$\frac{4\pi^2}{10^{2C}}$

【解析】(1)只有小球在最低点时，磁感应器中的磁感强度才最大；连续 N 个磁感应强度最大值应有 N-1 个时间间隔，这段时间应为(N-1)/2 个周期，即：

$\frac{N-1}{2}T=t$ 因此 T=$\frac{2t}{N-1}$

(2)根据：$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$，取对数得：$\lg T=\frac{1}{2}\lg L+\lg 2\pi-\frac{1}{2}\lg g$ 因此图象为一条直线；图象与纵坐标交点为 C，则 $C=\lg 2\pi-\frac{1}{2}\lg g$ 整理得：$g=\frac{4\pi^2}{10^{2C}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查“利用单摆测重力加速度”的实验及其相关知识

88.(2012·天津卷)某同学用实验的方法探究影响单摆周期的因素。

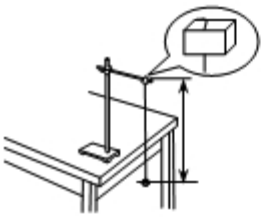


图1

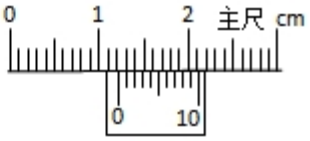


图2

(1)他组装单摆时，在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，如图所示。这样做的目的是_____(填字母代号)。

A.保证摆动过程中摆长不变

B.可使周期测量得更加准确

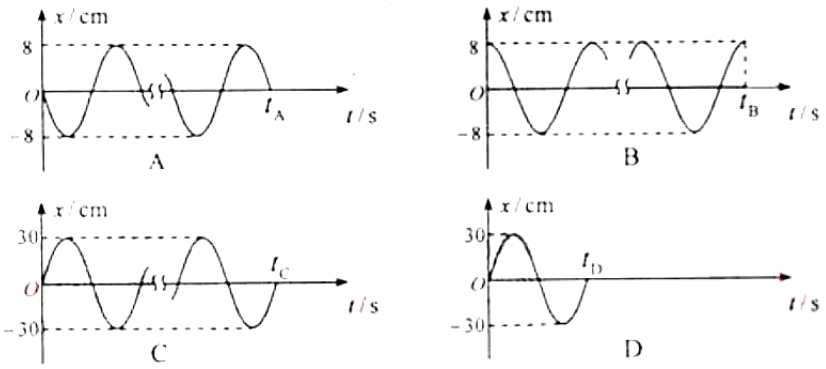
C.需要改变摆长时便于调节

D.保证摆球在同一竖直平面内摆动

(2)他组装好单摆后在摆球自然悬垂的情况下，用毫米刻度尺从悬点量到摆球的最低端的长度 L = 0.9990m，再用游标卡尺测量摆球直径，结果如图所示，则该摆球的直径为_____mm，单摆摆长为_____m。

(3)下列振动图象真实地描述了对摆长约为 1m 的单摆进行周期测量的四种操作过程，图中横作标原点表示计时开始，A、B、C 均为 30 次全振动的图象，已知 $\sin5^0=0.087$，$\sin15^0=0.26$，这四种操作过程合乎实验要求且误差最小的是_____(填字母代号)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)AC　(2)12.1　0.99295　(3)A

【解析】(1)在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，是为了防止动过程中摆长发生变化，如果需要改变摆长来探究摆长与周期关系时，方便调节摆长，故 AC 正确；故选 AC。

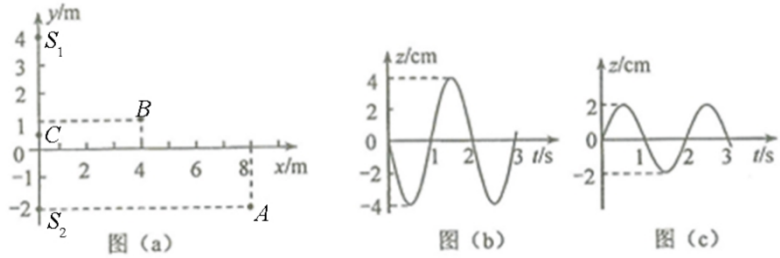
(2)游标卡尺示数为：$d=12mm+1\times0.1mm=12.1mm$；单摆摆长为

$$L=l-\frac{d}{2}=0.9990m-0.00605m=0.99295m$$

(3)当摆角小于等于5°时，我们认为小球做单摆运动，所以振幅约为：$1\times0.087m=8.7cm$，当小球摆到最低点开始计时，误差较小，测量周期时要让小球做 30-50 次全振动，求平均值，所以 A 合乎实验要求且误差最小，故选 A

【考点定位】本题考查用实验的方法探究影响单摆周期的因素及其相关知识

89.(2017·新课标I卷)(5 分)如图(a)，在 xy 平面内有两个沿 z 方向做简谐振动的点波源 S_1(0，4)和 S_2(0，–2)。两波源的振动图线分别如图(b)和图(c)所示，两列波的波速均为 1.00 m/s。两列波从波源传播到点 A(8，–2)的路程差为_____m，两列波引起的点 B(4，1)处质点的振动相互_____(填“加强”或“减弱”)，点 C(0，0.5)处质点的振动相互_____(填“加强”或“减弱”)。



【答案】2　减弱　加强

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】由几何关系可知 $AS_1=10$ m，$AS_2=8$ m，所以波程差为 2 m；同理可求 $BS_1-BS_2=0$，为波长整数倍，由振动图象知两振源振动方向相反，故 B 点为振动减弱点，$CS_1-CS_2=1$ m，波长 $\lambda=vT$，所以 C 点振动加强。

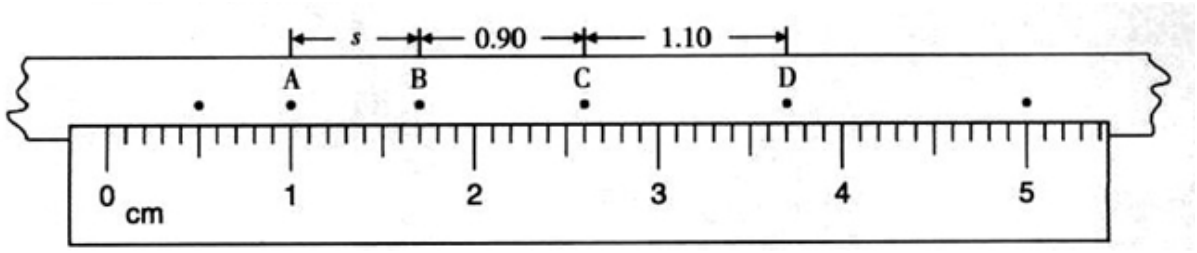
【考点定位】波的叠加、干涉

【名师点睛】本题只要考查产生两列波相遇处是加强或减弱的条件，尤其小心两波源振动的方向是相反的，即振动步调相反，刚好颠倒过来。

90.(2010•广东卷•T34)(1)图 13 是某同学在做匀变速直线运动实验中获得的一条纸带。

①已知打点计时器电源频率为 50Hz，则纸带上打相邻两点的时间间隔为_____。

②ABCD 是纸带上四个计数点，每两个相邻计数点间有四个点没有画出。从图 13 中读出 A、B 两点间距 s=_____；C 点对应的速度是_____(计算结果保留三位有效数字)。



【答案】(1)①0.02s；②0.70cm；

【解析】 (1)C 点的瞬时速度等于 BD 段的平均速度。

91.(2010·海南卷·T14)利用气垫导轨验证机械能守恒定律，实验装置示意图如图 1 所示：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

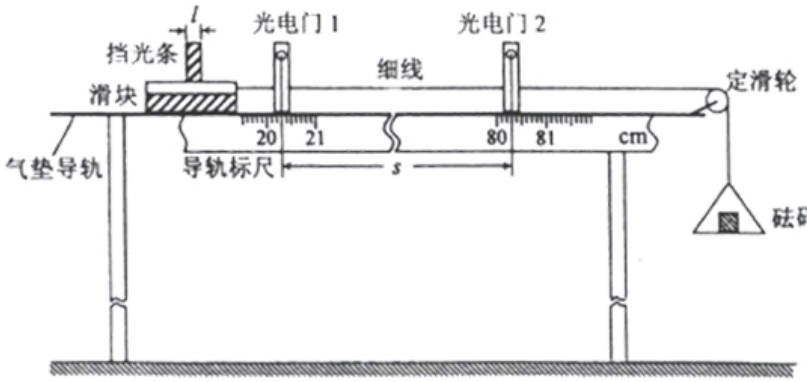


图1

图2

(1)实验步骤：

①将气垫导轨放在水平桌面上，桌面高度不低于lm ，将导轨调至水平；

②用游标卡尺测量挡光条的宽度 l，结果如图2所示，由此读出 l=_____mm ；

③由导轨标尺读出两光电门中心之间的距离 s=_____m；

④将滑块移至光电门1左侧某处，待砝码静止不动时，释放滑块，要求砝码落地前挡光条已通过光电门2；

⑤从数字计时器(图1中未画出)上分别读出挡光条通过光电门1和光电门2所用的时间$\triangle t_1$和$\triangle t_2$；

⑥用天平称出滑块和挡光条的总质量M，再称出托盘和砝码的总质量m。

(2)用表示直接测量量的字母写出下列所示物理量的表达式：

①滑块通过光电门1和光电门2时瞬时速度分别为v_1=_____和v_2=_____。

②当滑块通过光电门1和光电门2时，系统(包括滑块、挡光条、托盘和砝码)的总动能分别为E_{k1}=_____和E_{k2}=_____。

③在滑块从光电门1运动到光电门2的过程中，系统势能的减少$\triangle E_p$=_____(重力加速度为g)。

(3)如果$\triangle E_p$=_____，则可认为验证了机械能守恒定律。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)②9.30

③60.00(答案在 59.96~60.04 之间的，也给分)

(2)① $\frac{l}{\Delta t_1}$ ， $\frac{l}{\Delta t_2}$

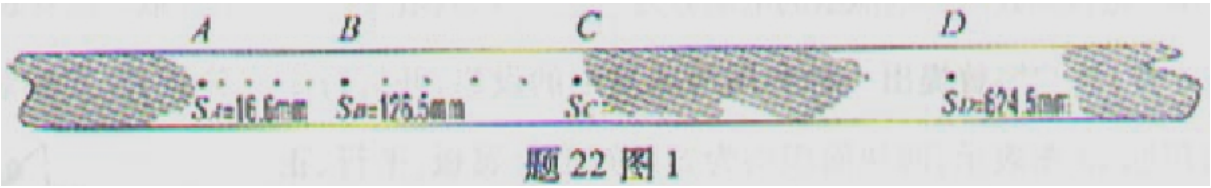
② $\frac{1}{2}(M+m)(\frac{l}{\Delta t_1})^2$ ， $\frac{1}{2}(M+m)(\frac{l}{\Delta t_2})^2$

③ mgs

(3) $E_{k2}-E_{k1}$

【解析】由于挡光条宽度很小，因此将挡光条通过光电门时的平均速度当作瞬时速度。

92.(2010·重庆卷)某同学用打点计时器测量做匀速直线运动的物体的加速度，电源频率 f＝50Hz，在纸带上打出的点中，选出零点，每隔 4 个点取 1 个技数点，因保存不当，纸带被污染，如题 22 图 1 所示，A、B、C、D 是本次排练的 4 个计数点，仅能读出其中 3 个计数点到零点的距离：S_A＝16.6mm、S_B＝126.5mm、S_D＝624.5mm.



题 22 图 1

若无法再做实验，可由以上信息推知：

①相邻两计数点的时间间隔为_____s；

②打 C 点时物体的速度大小为_____m/s(取 2 位有效数字)；

③物体的加速度大小为_____(用 S_A、S_B、S_D 和 f 表示)。

【答案】(1)①0.1　　②2.5　　③ $a=\frac{S_D-3S_B+2S_A}{75}f^2$

【解析】(1)本题考查了匀变速直线运动的规律和处理纸带求加速度等知识点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

①T=5×0.02=0.1

②根据做匀变速直线运动的物体，某段时间内中间时刻的瞬时速度等于这段时间的平均速度有

$$v_C=\frac{l_{BD}}{2T}=\frac{S_D-S_B}{2T}=2.5m/s$$

③根据做匀变速直线运动的物体，连续相等的时间间隔内的位移之差相等，则有

$S_{BD}=S_{AB}+aT^2+(S_{AB}+2aT^2)$，而$T=5t=5\frac{1}{f}$，解得$a=\frac{S_D-3S_B+2S_A}{75}f^2$。

93.(2010·浙江卷·T21.Ⅰ)在“探究弹簧弹力大小与伸长量的关系”实验中，甲、乙两位同学选用不同的橡皮绳代替弹簧，为测量橡皮绳的劲度系数，他们在橡皮绳下端依次逐个挂上钩码(每个钩码的质量均为 m=0.j kg，取 g=10m/s²)，并记录绳下端的坐标 $X_{加i}$(下标 i 表示挂在绳下端钩码个数)。然后逐个拿下钩码，同样记录绳下端面的坐标 $X_{减i}$，绳下端面坐标的值 $X_i=(X_{加i}+X_{减i})/2$ 的数据如下表：

挂在橡皮绳下端的钩码个数	橡皮绳下端的坐标(X_i/mm)	
	甲	乙
1	216.5	216.5
2	246.7	232.0
3	284.0	246.5
4	335.0	264.2
5	394.5	281.3
6	462.0	301.0

(1)同一橡皮绳的 $X_{加i}$ _____ $X_{减i}$(大于或小于)；

(2)_____同学的数据更符合实验要求(甲或乙)；

(3)选择一组数据用作图法得出该橡皮绳的劲度系数 k(N/m)；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

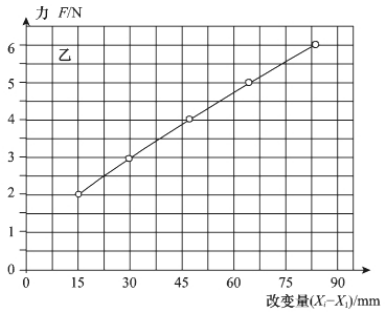
(4)为了更好的测量劲度系数，在选用钩码时需考虑的因素有哪些？

【答案】(1)小于　　(2)乙

(3)由所给数据得改变量如下表所示

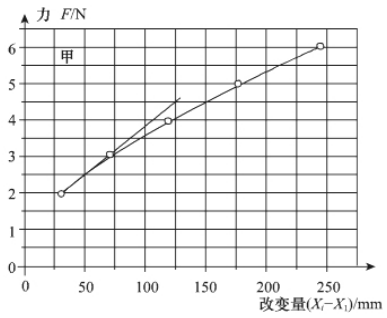
挂在橡皮绳下端的钩码个数	改变量($x_i - x_1$) / mm	
	甲	乙
1		
2	30.2	15.5
3	67.5	30.0
4	118.5	47.7
5	178.0	64.8
6	245.5	84.5

由上表作图得



由图可得 $k_{乙} = 57 - 70$ (N/m)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



对于甲同学的数据，因为只有前几个数据可认为在弹性范围内，由图中切线的斜率得 $k_{甲}$=25～34(N/m)

(4)尽可能使伸长量在弹性范围内，同时有足够长的伸长量，以减小长度测量的误差。

【解析】本题考查“探究弹簧弹力大小与伸长量的关系”与“描绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验，及考生对所学知识的理解及灵活应用能力。在 I 实验中，同一橡皮条的 $X_{加}$小于 $X_{减}$，因为取下钩码后，橡皮条不能迅速或完全恢复到原来的长度。对于甲同学的数据，只有前几个数据可以认为在弹性限度内，故乙同学的数据更符合实验要求。作出弹簧弹力与弹簧伸长量的关系图线，通过求斜率可得弹簧的劲度系数。为了更好地测量劲度系数，在选用钩码时应该考虑的因素有：钩码不能太多，尽可能使弹簧伸长量在弹性限度内，同时还要有足够大的伸长量，以减小长度测量的误差。

94.(2010·天津卷·T9)(2)在探究求合力的方法时，先将橡皮条的一端固定在水平木板上，另一端系上带有绳套的两根细绳。实验时，需要两次拉伸橡皮条，一次是通过两细绳用两个弹簧秤互成角度的拉橡皮条，另一次是用一个弹簧秤通过细绳拉橡皮条。

①实验对两次拉伸橡皮条的要求中，下列哪些说法是正确的　　(填字母代号)。

A.将橡皮条拉伸相同长度即可　　B.将橡皮条沿相同方向拉到相同长度

C.将弹簧秤都拉伸到相同刻度　　D.将橡皮条和绳的结点拉到相同位置

②同学们在操作过程中有如下议论，其中对减小实验误差有益的说法是　　(填字母代号)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.两细绳必须等长

B.弹簧秤、细绳、橡皮条都应与木板平行

C.用两弹簧秤同时拉细绳时两弹簧秤示数之差应尽可能大

D.拉橡皮条的细绳要长些，标记同一细绳方向的两点要远些

【答案】(2)①BD　　②BD

【解析】(2)本题考查的是探究平行四边形定则的实验。①力的合成依据就是等效，所以橡皮筋两次必须拉至同一位置，B、D 项正确；②为了减小误差，各力必须在同一平面内，B 项正确，作出的平行四边形不能太扁，C 项错误，另外确定力的方向时要尽量准确，D 项的做法可以减小误差，A 项内容不必要。

95.(2010·四川卷·T22)(2)有 4 条用打点计时器(所用交流电频率为 50Hz)打出的纸带 A、B、C、D，其中一条是做“验证机械能守恒定律”实验时打出的。为找出该纸带，某同学在每条纸带上取了点迹清晰的、连续的 4 个点，用刻度尺测出相邻两个点间距离依次为 S1、S2、S3。请你根据下列 S1、S2、S3 的测量结果确定该纸带为。(已知当地的重力加速度为 9.791m/s2)

A.61.0mm　65.8mm　70.7mm　　B.41.2mm　45.1mm　53.0mm

C.4936mm　53.5mm　57.3mm　　D.60.5mm　61.0mm　60.6mm

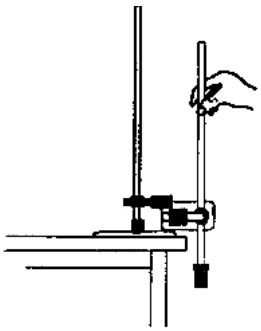
【答案】(2)C

【解析】(2)本题主要考查了纸带的处理、由于重物做匀变速运动。所以任意相邻相等时间内位移差相等，选项 C 正确；

96.(2010·新课标Ⅰ卷·T22)图为验证机械能守恒定律的实验装置示意图。现有的器材为：带铁夹的铁架台、电磁打点计时器、纸带、带铁夹的重锤、天平。回答下列问题：

(1)为完成此实验，除了所给的器材，还需要的器材有_____。(填入正确选项前的字母)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.米尺

B.秒表

C.0～12V 的直流电源

D.0～12V 的交流电源

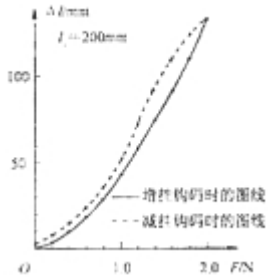
(2)实验中误差产生的原因有_____。(写出两个原因)

【答案】(1)AD(2)纸带和打点计时器之间有摩擦；用米尺测量纸带上点的位置时读数有误差。

【解析】本题考查的是机械能守恒定律的实验验证。(1)对纸带的处理需要米尺测量出长度，A 项正确；计时的步骤由打点计时器完成，因此不需要秒表，B 项错误；电磁打点计时器的工作电源为低压交流电源，因此 D 项正确。(2)本实验的系统误差来源于纸带和打点计时器之间有摩擦，偶然误差来源于用米尺测量纸带上点的位置时读数有误差。

97.(2010·福建卷·T**19**(2))某实验小组研究橡皮筋伸长与所受拉力的关系。实验时，将原长约 200mm 的橡皮筋上端固定，在竖直悬挂的橡皮筋下端逐一增挂钩码(质量均为 20g)，每增挂一只钩码均记下对应的橡皮筋伸长量；当挂上 10 只钩码后，再逐一把钩码取下，每取下一只钩码，也记下对应的橡皮筋伸长量。根据测量数据，作出增挂钩码和减挂钩码时的橡皮筋伸长量△l 与拉力 F 关系的图像如图所示。从图像中可以得出_____。(填选项前的字母)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



A.增挂钩码时△l 与 F 成正比，而减挂钩码时△l 与 F 不成正比

B.当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量比减挂钩码时的大

C.当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量与减挂钩码时的相等

D.增挂钩码时所挂钩码数过多，导致橡皮筋超出弹性限度

【答案】(2)D

【解析】 (2)本题考查的原形弹簧伸长量与形变量的关系及考生的推理能力、实验能力。由图知不管增挂钩码还是减挂钩码，△l 与 F 均不成正比，且减挂比增挂钩码相同下，减挂钩码的伸长量大，故正确的选项为 D。

98.(2010·安徽卷·T21) Ⅰ.(1)在测定金属的电阻率实验中，用螺旋测微器测量金属丝的直径，示数如图 1 所示，读数为_____mm。

(2)在用单摆测定重力加速度实验中，用游标为 20 分度的卡尺测量摆球的直径，示数如图 2 所示，读数为_____cm。

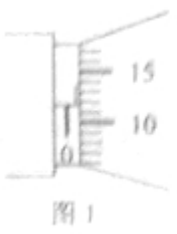


图 1

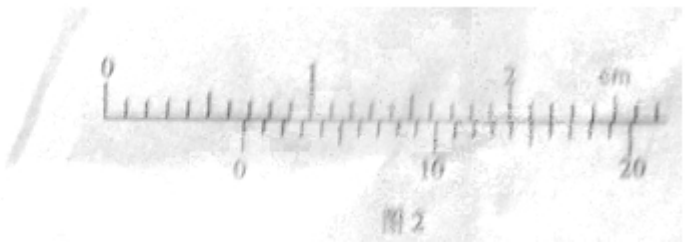


图 2

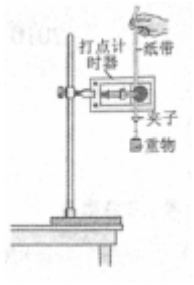
【答案】I(1)0.617(0.616—0.619)。 (2)0.675

【解析】Ⅰ.本题考查了螺旋测微器与游标卡尺的读数，注意螺旋测微器要估读，此题中主尺上可读得 0.5mm，螺旋尺上读数在 11-12 之间，估读为 11.7，记为 0.117mm,两部分相加即为最终读数 0.617mm(0.616—0.619mm 之间)。游标卡尺不

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

用估读，此题中先明确是 1/20 刻度，主尺上读数记为 6mm,游标尺上是第 15 个格对齐，记为 15×1/20=0.75mm,两部分相加最后读数为 0.675cm。

99.(2010·安徽卷·T21)III.利用图示装置进行验证机械能守恒定律的试验时，需要测量物体由静止开始自由下落到某点时的瞬时速度 v 和下落高度 h 。某班同学利用实验得到的纸带，设计了以下四种测量方案。



A.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，并测出下落时间 t ,通过 $v=gt$ 计算出瞬时速度 v_0 .

B.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，并通过 $v=\sqrt{2gh}$ 计算出瞬时速度.

C.根据做匀速直线运动时纸带上某点的瞬时速度，等于这点前后相邻两点间的平均速度，测算出瞬时速度，并通过计算出高度 h ,

D.用刻度尺测出物体下落的高度 h ，根据做匀速直线运动时纸带上某点的瞬时速度，等于这点前后相邻两点间的平均速度，测算出瞬时速度 v_0 。

以上方案中只有一种正确，正确的是 _____。(填入相应的字母)

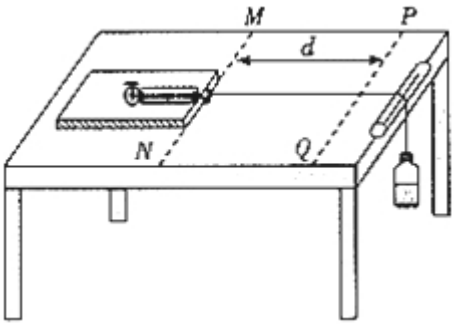
【答案】III.d

【解析】III.本题考查的是验证机械能守恒定律中的纸带处理问题。a 项中的 h 与时间 t 很难对应；b 项中的前提已经运用了结论内容；c 项中 h 不是计算出的，是测量出的。所以只有 d 正确。

100.(2010·山东卷·T23)(1)某同学设计了如图所示的装置来探究加速度与力的关系。弹簧秤固定在一合适的木板上，桌面的右边缘固定一支表面光滑的铅笔以代替定滑轮，细绳的两端分别于弹簧秤的挂钩和矿泉水瓶连接。在桌面上画出两条

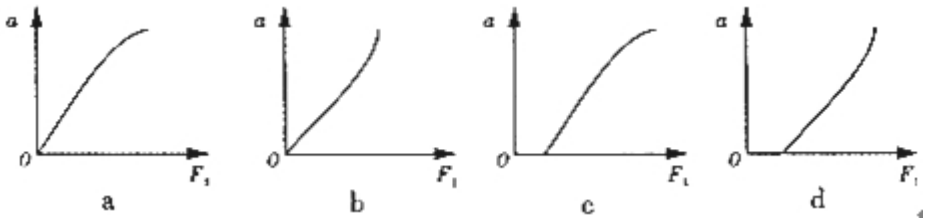
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

平行线 MN、PQ，并测出间距 d_0 开始时讲模板置于 MN 处，现缓慢向瓶中加水，直到木板刚刚开始运动为止，记下弹簧秤的示数 F_0，以此表示滑动摩擦力的大小。再将木板放回原处并按住，继续向瓶中加水后，记下弹簧秤的示数 F_1，然后释放木板，并用秒表记下木板运动到 PQ 处的时间 t_0。



①木板的加速度可以用 d、t 表示为 a=_____；为了减小测量加速度的偶然误差可以采用的方法是_____(一种即可)。

②改变瓶中水的质量重复实验，确定加速度 a 与弹簧秤示数 F_1 的关系。下列图象能表示该同学实验结果的是。



③用加水的方法改变拉力的大小与挂钩码的方法相比，它的优点是_____。

a.可以改变滑动摩擦力的大小

b.可以更方便地获取多组实验数据

c.可以比较精确地测出摩擦力的大小

d.可以获得更大的加速度以提高实验精度

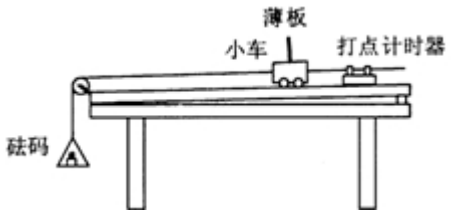
【答案】(1)①$\frac{2d}{t^2}$；保持 F_1 不变，重复实验多次测量，求平均值；②C；③bc

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)①本题考查了探究加速度与力的关系。木板做匀加速运动，由 $d=\frac{1}{2}at^2$ 得 $a=\frac{2d}{t^2}$，为了减小误差，对测量的量，可以采用多次测量取平均值法。

②由牛顿第二定律得 $F_1-F_0=(M+m)a_1$，当 F_1 较小时 $m=$ M，满足 $a_1=\frac{F_1-F_0}{M}$，图像为 a 轴截距为负值的倾斜直线，当 F_1 较大时不能满足 $m=$ M， $a_2=\frac{F_1-F_0}{M+m}$，加速度值相对偏小，故答案选 C。

101.(2010·江苏卷·T11)(10 分)为了探究受到空气阻力时，物体运动速度随时间的变化规律，某同学采用了“加速度与物体质量、物体受力关系”的实验装置(如图所示)。实验时，平衡小车与木板之间的摩擦力后，在小车上安装一薄板，以增大空气对小车运动的阻力。



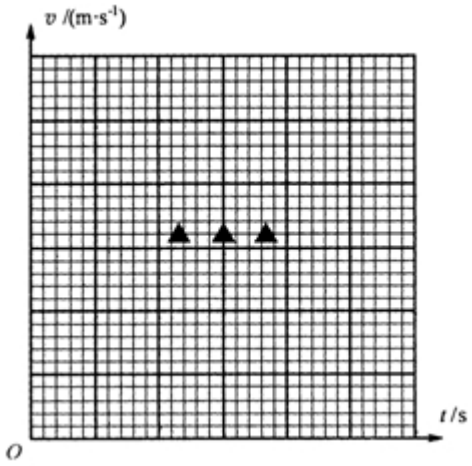
(1)往砝码盘中加入一小砝码，在释放小车____▲____(选填“之前”或“之后”)接通打点计时器的电源，在纸带上打出一系列的点。

(2)从纸带上选取若干计数点进行测量，得出各计数点的时间 t 与速度 v 的数据如下表：

时间 t /s	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
速度 v /(m·s^{-1})	0.12	0.19	0.23	0.26	0.28	0.29

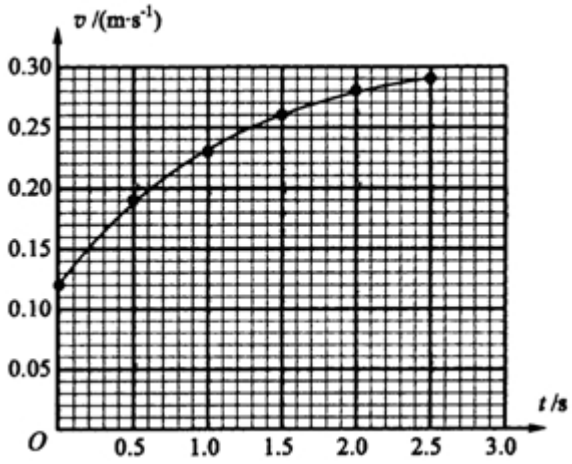
请根据实验数据作出小车的 v—t 图像。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(3)通过对实验结果的分析，该同学认为：随着运动速度的增加，小车所受的空气阻力将变大，你是否同意他的观点？请根据 v－t 图象简要阐述理由。

【答案】(1)之前　(2)(见右图)



【解析】

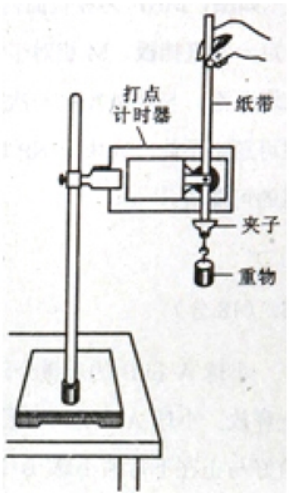
(1)使用打点计时器要求先开电源，后放开纸带；

(2)描点画图，如上；

(3)同意 在 v－t 图象中，速度越大时，加速度越小，小车受到的合力越小，则小车受空气阻力越大。

102.(2010·全国Ⅱ卷·T22)利用图中所示的装置可以研究自由落体运动。实验中需要调整好仪器，接通打点计时器的电源，松开纸带，使重物下落。打点计时器会在纸带上打出一系列的小点。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)为了测得重物下落的加速度，还需要的实验器材有_____。(填入正确选项前的字母)

A.天平　　B.秒表　　C.米尺

(2)若实验中所得到的重物下落的加速度值小于当地的重力加速度值，而实验操作与数据处理均无错误，写出一个你认为可能引起此误差的原因：_____。

【答案】(1)C　(2)打点计时器与纸带之间存在摩擦

【解析】

(1)时间通过打点计时器测定，用米尺测定位移，答案 C。

(2)理论上的重力加速度是在只受重力情况下测得的，而实验中存在各种阻力，主要的就是打点计时器与纸带之间存在摩擦

103.(2010·上海卷·T27)卡文迪什利用如图所示的扭秤实验装置测量了引力常量 G。

(1)(多选题)为了测量石英丝极微的扭转角，该实验装置中采取使“微小量放大”的主要措施

A.减小石英丝的直径

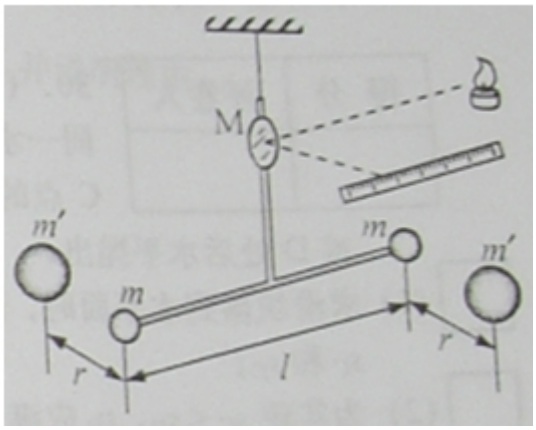
B.增大 T 型架横梁的长度

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

C.利用平面镜对光线的反射

D.增大刻度尺与平面镜的距离

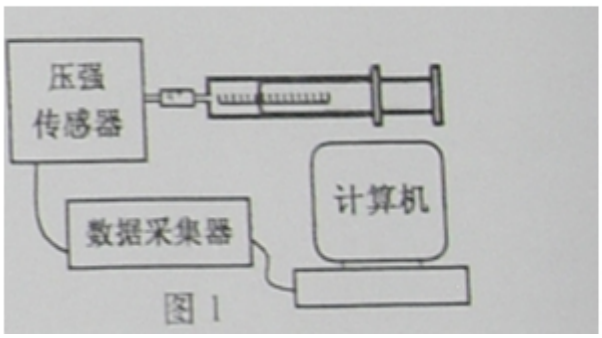
(2)已知 T 型架水平横梁长度为 1，质量分别为 m、m’的球，位于同一水平面，当横梁处于力矩平衡状态，测得 m、m’连线长度 r，且与水平横梁垂直；同时测得石英丝的扭转角度为 θ，由此得到扭转力矩 kθ(k 为扭转系数且已知)，则引力常量的表达式 G=_____。

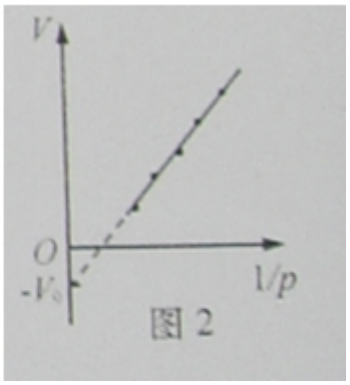


【解析】(1)CD

(2)根据 $G\frac{mm'}{r^2}\bullet l=k\theta$，得 $G=\frac{k\theta r^2}{mm'l}$。

104.(2010·上海卷·T28)用 DIS 研究一定质量气体在温度不变时，压强与体积关系的实验装置如图Ⅰ所示，实验步骤如下：





①把注射器活塞移至注射器中间位置，将注射器与压强传感器、数据采集器、计算机逐一链接；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②移动活塞，记录注射器的刻度值 V，同时记录对应的由计算机显示的气体压强值 P；

③用$V-1/P$图像处理实验数据，得出如图 2 所示图线，

(1)为了保持封闭气体的质量不变，实验中采取的主要措施是_____；

(2)为了保持封闭气体的温度不变，实验中采取的主要措施是_____和_____；

(3)如果实验操作规范正确，但如图所示的$V-1/P$图线不过原点，则v_0代表_____。

【解析】(1)用润滑油涂活塞

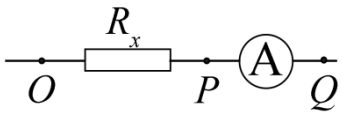
(2)慢慢抽动活塞，活塞导热。

(3)体积读书值比实际值大V_0。根据$P(V+V_0)=C$，C 为定值，则$V=\frac{C}{P}-V_0$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 19　电学实验

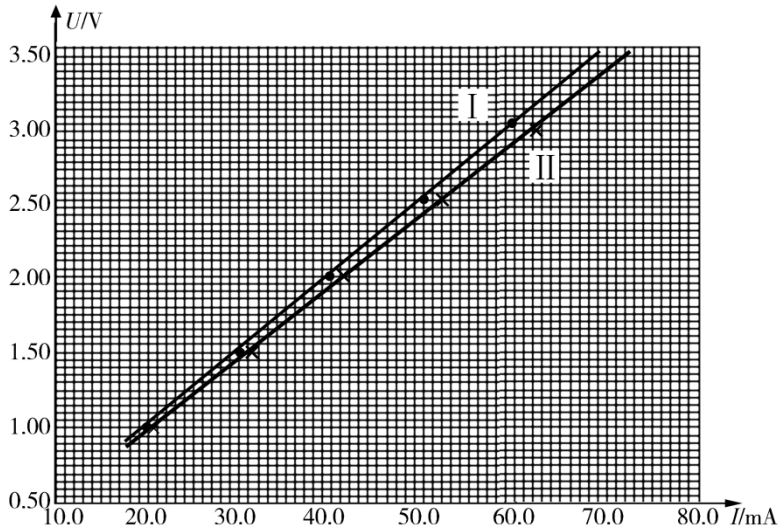
1．（2020·新课标I卷）某同学用伏安法测量一阻值为几十欧姆的电阻 R_x，所用电压表的内阻为 1 kΩ，电流表内阻为 0.5Ω。该同学采用两种测量方案，一种是将电压表跨接在图（a）所示电路的 O、P 两点之间，另一种是跨接在 O、Q 两点之间。测量得到如图（b）所示的两条 U–I 图线，其中 U 与 I 分别为电压表和电流表的示数。



图（a）

回答下列问题：

（1）图（b）中标记为 II 的图线是采用电压表跨接在_____（填“O、P”或“O、Q”）两点的方案测量得到的。



图（b）

（2）根据所用实验器材和图（b）可判断，由图线_____（填“I”或“II”）得到的结果更接近待测电阻的真实值，结果为_____Ω（保留 1 位小数）。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（3）考虑到实验中电表内阻的影响，需对（2）中得到的结果进行修正，修正后待测电阻的阻值为_____Ω（保留 1 位小数）。

【答案】O、P　　I　　50.5　　50.0

【解析】(1)若将电压表接在O、P之间，$I=\frac{U}{R_V}+\frac{U}{Rx}$

则$U=\frac{R_xR_V}{R_x+R_V}\cdot I$

根据一次函数关系可知对应斜率为$\frac{R_xR_V}{R_x+R_V}$。

若将电压表接在O、Q之间，电流表分压为$U_{\mathrm{A}}=IR_{\mathrm{A}}$

根据欧姆定律变形可知$R=\frac{U-IR_{\mathrm{A}}}{I}$

解得$U=I(R+R_{\mathrm{A}})$

根据一次函数可知对应斜率为$(R+R_{\mathrm{A}})$，对比图像的斜率可知$k_{\mathrm{I}}>k_{\mathrm{II}}$

所以 II 图线是采用电压表跨接在O、P之间。

（2）因为待测电阻为几十欧姆的电阻，通过图像斜率大致估算待测电阻为50Ω左右，根据$\frac{1\mathrm{k}\Omega}{50\Omega}<\frac{50\Omega}{0.5\Omega}$

说明电流表的分压较小，电流表的分流较大，所以电压表应跨接在O、Q之间，所以选择图线 I 得到的结果较为准确。根据图像可知

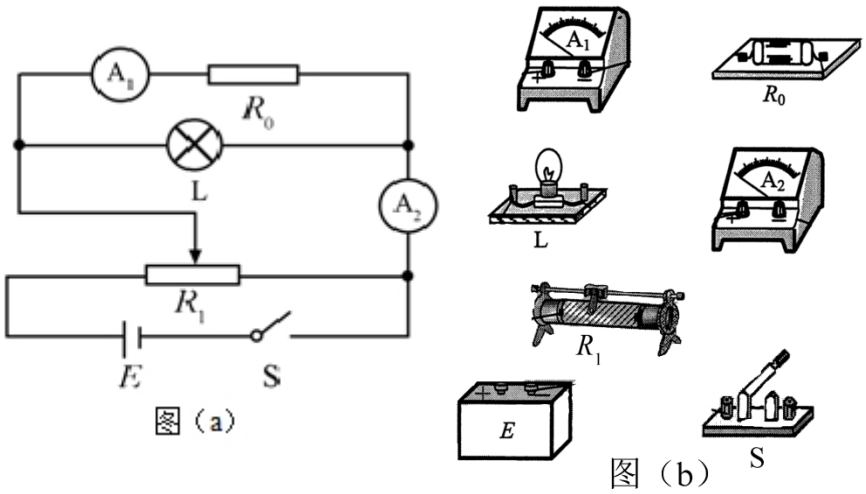
$R_x=\frac{3\mathrm{V}-1\mathrm{V}}{59.6\mathrm{mA}-20\mathrm{mA}}\approx 50.5\Omega$，考虑电流表内阻，则修正后的电阻为

$R_{\mathrm{x}}'=R_x-r_{\mathrm{A}}=50.5\Omega-0.5\Omega=50.0\Omega$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2．（2020·新课标II卷）某同学要研究一小灯泡 L（3.6 V，0.30 A）的伏安特性。所用器材有电流表 A_1（量程 200 mA，内阻 R_{g1}=10.0 Ω），电流表 A_2（量程 500 mA，内阻 R_{g2}=1.0 Ω）、定值电阻 R_0（阻值 R_0=10.0 Ω）、滑动变阻器 R_1（最大阻值 10 Ω）、电源 E（电动势 4.5 V，内阻很小）、开关 S 和若干导线。该同学设计的电路如图（a）所示。

（1）根据图（a），在图（b）的实物图中画出连线_____。



图（a）　　图（b）

（2）若 I_1、I_2 分别为流过电流表 A_1 和 A_2 的电流，利用 I_1、I_2、R_{g1} 和 R_0 写出：小灯泡两端的电压 U=_____，流过小灯泡的电流 I=_____。为保证小灯泡的安全，I_1 不能超过_____mA。

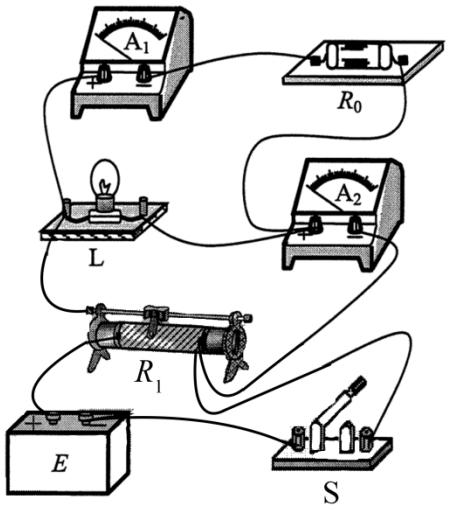
（3）实验时，调节滑动变阻器，使开关闭合后两电流表的示数为零。逐次改变滑动变阻器滑片位置并读取相应的 I_1 和 I_2。所得实验数据在下表中给出。

I_1/mA	32	55	85	125	144	173
I_2/mA	171	229	299	379	424	470

根据实验数据可算得，当 I_1=173 mA 时，灯丝电阻 R=_____Ω（保留 1 位小数）。

（4）如果用另一个电阻替代定值电阻 R_0，其他不变，为了能够测量完整的伏安特性曲线，所用电阻的阻值不能小于_____Ω（保留 1 位小数）。

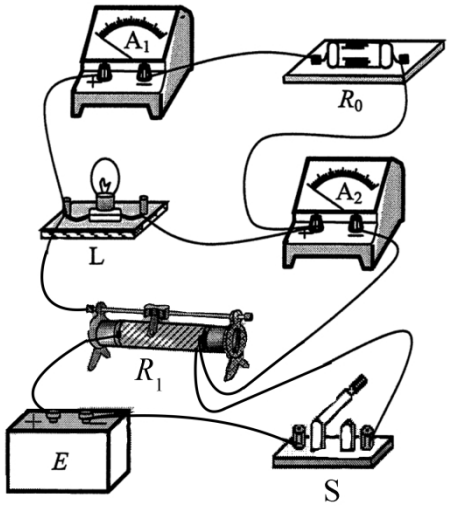
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】 

$I_1\left(R_{g1}+R_0\right)$　　I_2-I_1　　180

11.6　　8.0

【解析】（1）根据电路图连接实物图如图所示



（2）①根据电路图可知灯泡两端的电压为电流表 A_1 和 R_0 的总电压，故根据欧姆定律有 $U=I_1\left(R_{g1}+R_0\right)$；

②根据并联电路特点可知流过小灯泡的电流为 $I=I_2-I_1$；③因为小灯泡的额定电压为 3.6V，故根据题目中已知数据带入①中可知 I_1 不能超过 180mA；

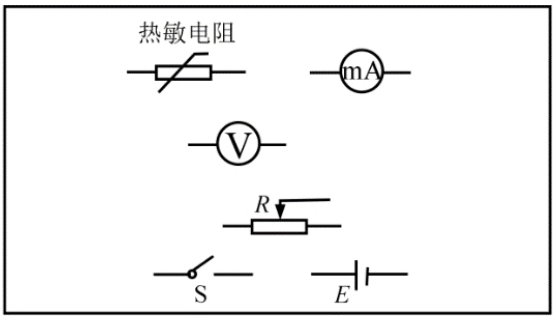
（3）根据表中数据可知当 I_1=173mA 时，I_2=470mA；根据前面的分析代入数据可知此时灯泡两端的电压为 U=3.46V；流过小灯泡的电流为 I=297mA=0.297A；故根据欧姆定律可知此时小灯泡的电阻为 $R=\frac{U}{I}=\frac{3.46}{0.297}\Omega=11.6\Omega$；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（4）要测量完整的伏安特性曲线则灯泡两端的电压至少要达到3.6V，而电流表A_1不能超过其量程200mA，此时结合①有$3.6=0.2\times(10+R_0)$，解得$R_0=8\Omega$，即要完整的测量小灯泡伏安特性曲线所用电阻的阻值不能小于8Ω。

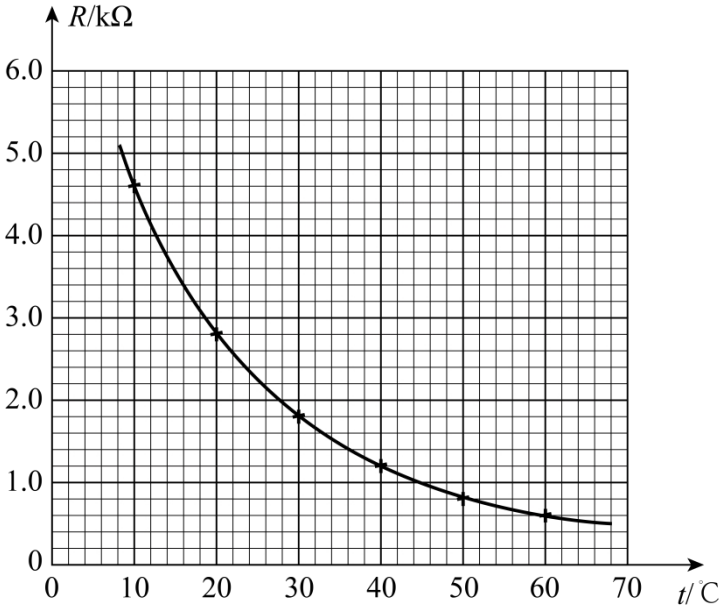
3．（2020·新课标III卷）已知一热敏电阻当温度从10℃升至60℃时阻值从几千欧姆降至几百欧姆，某同学利用伏安法测量其阻值随温度的变化关系。所用器材：电源E、开关S、滑动变阻器R（最大阻值为20 Ω）、电压表（可视为理想电表）和毫安表（内阻约为100 Ω）。

(1)在答题卡上所给的器材符号之间画出连线，组成测量电路图_____。

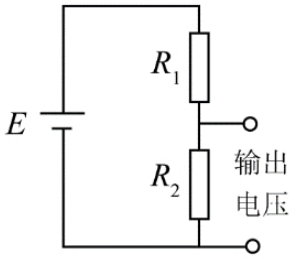


(2)实验时，将热敏电阻置于温度控制室中，记录不同温度下电压表和毫安表的示数，计算出相应的热敏电阻阻值。若某次测量中电压表和毫安表的示数分别为5.5 V和3.0 mA，则此时热敏电阻的阻值为_____kΩ（保留2位有效数字）。实验中得到的该热敏电阻阻值R随温度t变化的曲线如图（a）所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



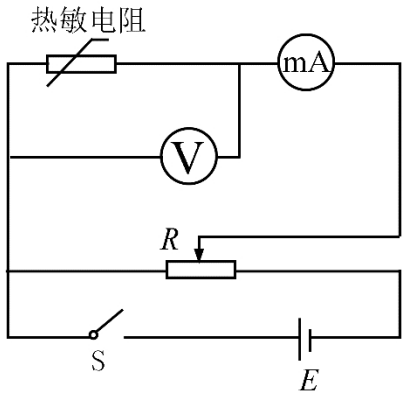
图（a）



图（b）

(3)将热敏电阻从温控室取出置于室温下，测得达到热平衡后热敏电阻的阻值为2.2kΩ。由图（a）求得，此时室温为_____℃（保留 3 位有效数字）。

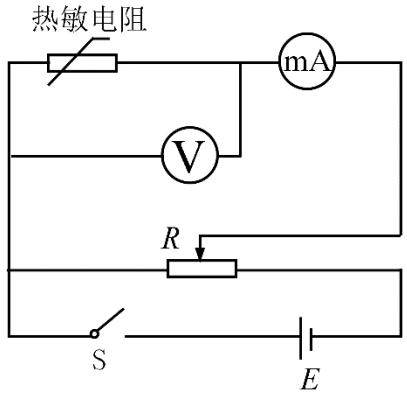
(4)利用实验中的热敏电阻可以制作温控报警器，其电路的一部分如图（b）所示。图中，E 为直流电源（电动势为 10 V，内阻可忽略）；当图中的输出电压达到或超过 6.0 V 时，便触发报警器（图中未画出）报警。若要求开始报警时环境温度为 50 ℃，则图中_____（填“R_1”或“R_2”）应使用热敏电阻，另一固定电阻的阻值应为_____kΩ（保留 2 位有效数字）。



【答案】 1.8　25.5　R_1　1.2

【解析】(1)滑动变阻器由用分压式，电压表可视为理想表，所以用电流表外接。连线如图。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)由部分电路欧姆定律得 $R=\frac{U}{I}=\frac{5.5}{0.3\times10^{-3}}\Omega\approx1.8\text{k}\Omega$

(3)由图(a)可以直接可读该电阻的阻值为 2.2kΩ 对应的温度为 25.5℃。

(4)温度升高时，该热敏电阻阻值减小，分得电压减少。而温度高时要求输出电压升高，以触发报警，所以 R_1 为热敏电阻。由图线可知，温度为 50℃时，R_1 =0.8kΩ，由欧姆定律可得 $E=I(R_1+R_2)$，$U=IR_2$，代入数据解得 R_2 = 1.2kΩ 。

4．（2020·江苏卷）某同学描绘一种电子元件的 $I-U$ 关系图象，采用的实验电路图如题图 1 所示，V 为电压表，mA 为电流表，E 为电源（电动势约 6V），R 为滑动变阻器（最大阻值 20Ω），R_0 为定值电阻，S 为开关。

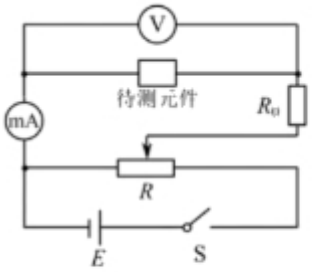


图 1

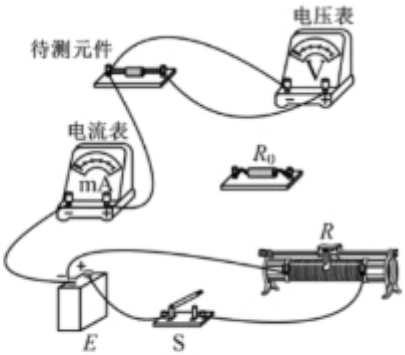


图 2

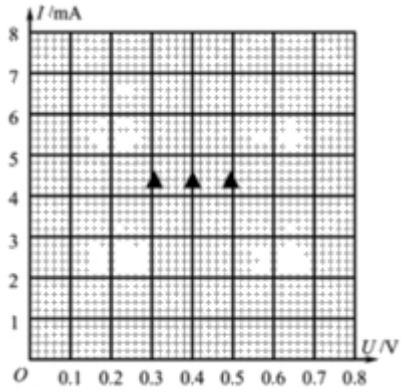
(1)请用笔画线代替导线，将题图 2 所示的实物电路连接完整_____。

(2)调节滑动变阻器，记录电压表和电流表的示数如下表：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电压U / V	0.000	0.250	0.500	0.650	0.700	0.725	0.750
电流 I / mA	0.00	0.10	0.25	0.60	1.70	4.30	7.50

请根据表中的数据，在方格纸上作出该元件的$I-U$图线_____。



(3)根据作出的$I-U$图线可知，该元件是_____（选填“线性”或“非线性”）元件。

(4)在上述测量中，如果用导线代替电路中的定值电阻R_0，会导致的两个后果是_____。

A．电压和电流的测量误差增大

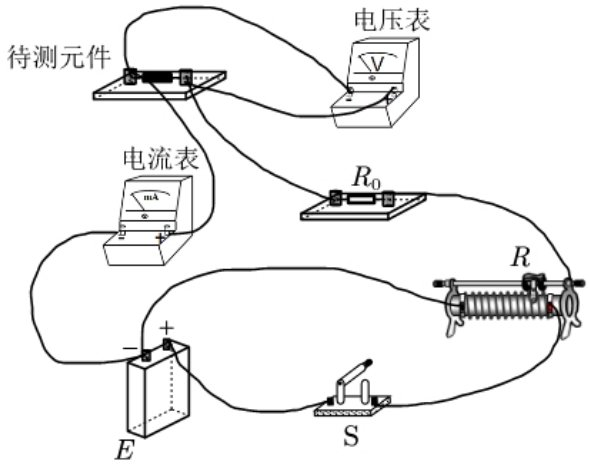
B．可能因电流过大烧坏待测元件

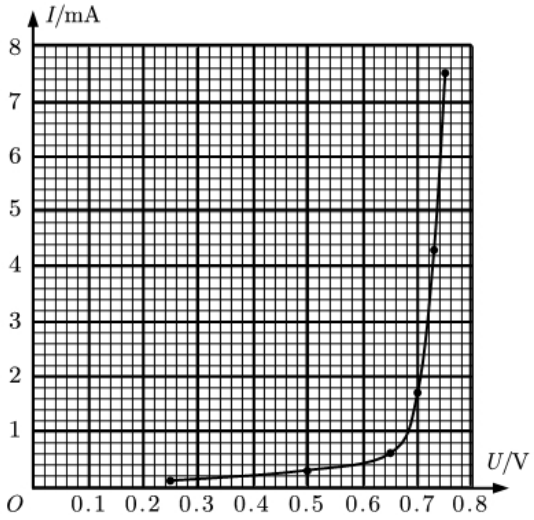
C．滑动变阻器允许的调节范围变小

D．待测元件两端电压的可调节范围变小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

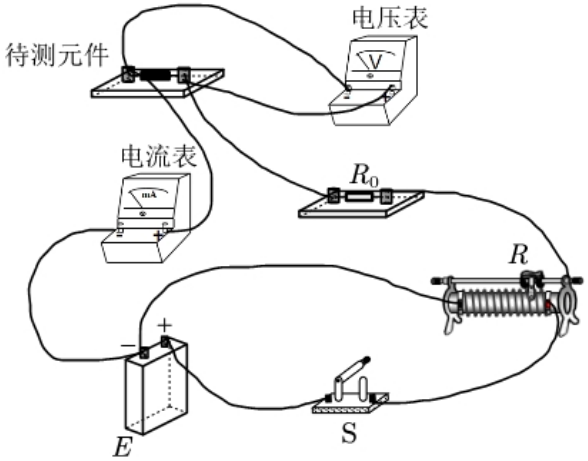
【答案】





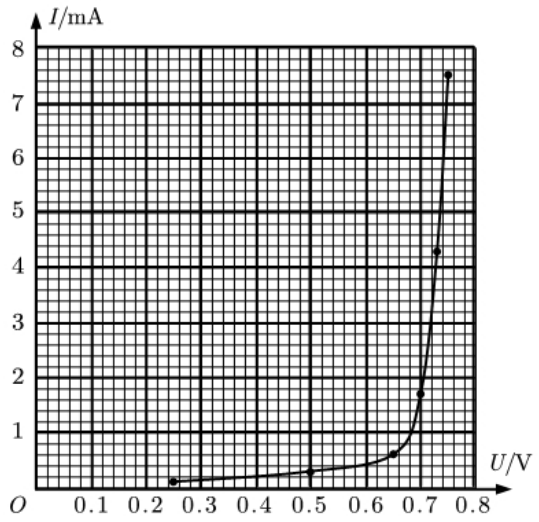
非线性元件　　BC

【解析】(1)根据题意连接电路如图。



(2)根据表格中数据描点，并用平滑的曲线连接各点如图。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



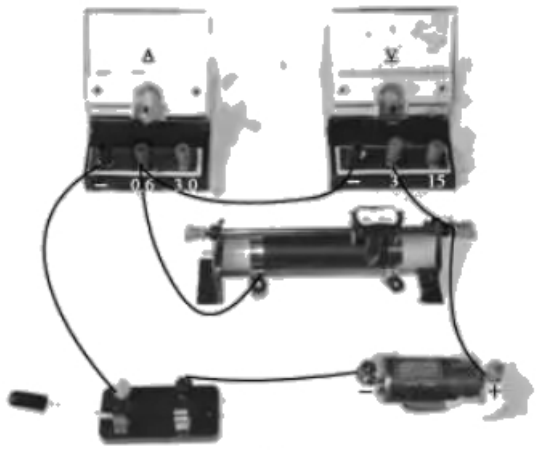
(3)根据图像可知该元件是非线性元件。

(4)AB．$I-U$ 图线上某点与原点连线的斜率为$\frac{1}{R}$，根据元件的特性可知，当电压超过一定数值时，电流会急剧增大，所以电阻会急剧减小，若用导线代替 R_0，电流急剧增大，可能会烧坏待测元件，对电流表和电压表的测量误差无影响，A 错误，B 正确；CD．根据图像可知待测元件的电压范围小于1V，而电源电动势为6V，因为待测元件两端电压非常小，如果用导线代替 R_0，会导致滑动变阻器的调节范围变得非常小，难以调节，C 正确，D 错误。故选 BC。

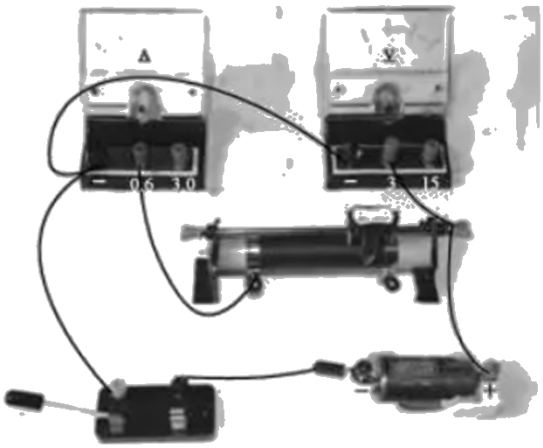
5．（2020·浙江卷）某同学分别用图甲和图乙的电路测量同一节干电池的电动势和内阻。

(1)在答题纸相应的方框中画出图乙的电路图_____；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

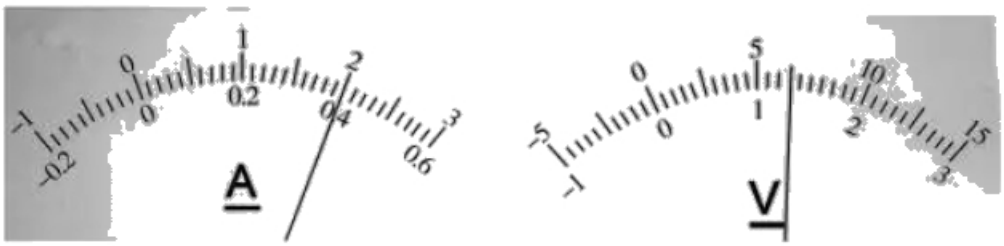


甲



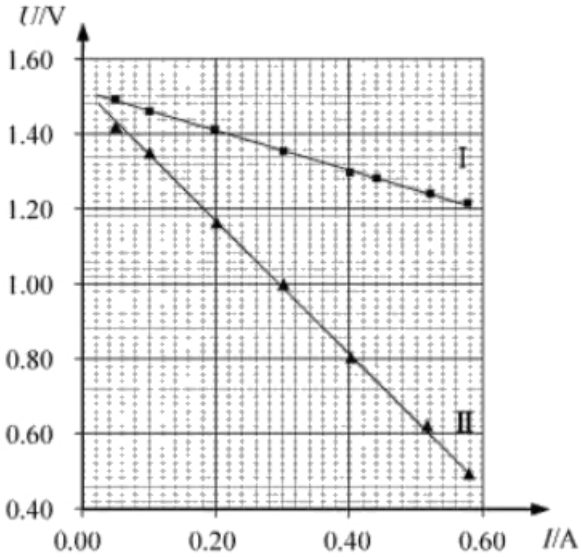
乙

(2)某次测量时电流表和电压表的示数如图所示，则电流$I=$_____A，电压$U=$_____V；

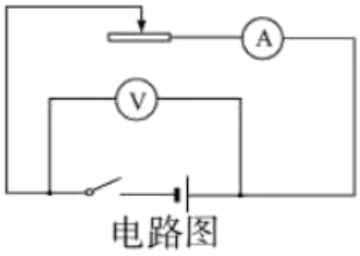


(3)实验得到如图所示的两条直线，图中直线Ⅰ对应电路是图1_____（选填“甲”或“乙”）；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

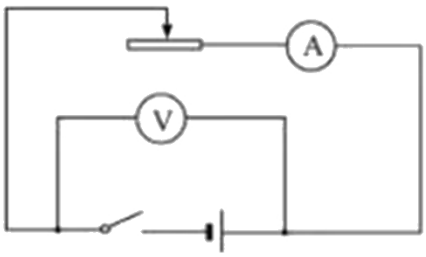


(4)该电池的电动势 $E=$_____V（保留三位有效数字），内阻 $r=$_____Ω（保留两位有效数字）。

【答案】 

电路图　0.39～0.41　1.29～1.31　乙　1.51～1.54　0.52～0.54

【解析】(1)图乙中，电流表内接和变阻器串联接在电源两端，电压表测路段电压，则图乙对应的电路图为



(2)一节干电池的电动势一般约为 1.5V，故电压表量程选择 0~3V，电流表量程选择 0~0.6A，所以量表的读数分别为 1.30V（1.29～1.31V 均可），0.40A（0.39～0.41A 均可）

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由闭合电路欧姆定律可得$U=E-Ir$，可得 *U-I* 图象的纵轴截距为电源电动势，斜率为电源内阻。图甲中电流表外接，则实验测得的电源内阻$r_{测}=r_{内}+r_{A}$，测量值偏大；图乙中电路$r_{测}=\frac{r_V}{r_{内}+r_V}r_{内}$，测量值偏小，但是由于$R_V$？$r_{真}$，故图乙实验测出的内阻误差更小，故图线I对应图乙，图线II对应的图甲。

(4)图线II与纵轴的交点为电源的电动势 E=1.52V；在图线I与横轴的交点为短路电流 I=2.86A，由$r=\frac{E}{I}=\frac{1.52\text{V}}{2.86\text{A}}=0.53\Omega$，此实验原理无误差。

6．（2020·山东卷）实验方案对实验测量的精度有直接的影响，某学习小组对“测量电源的电动势和内阻”的实验方案进行了探究。实验室提供的器材有：

干电池一节（电动势约 1.5 V，内阻小于 1 Ω）；

电压表 V （量程 3 V，内阻约 3 kΩ）；

电流表 A （量程 0.6 A，内阻约 1 Ω）；

滑动变阻器 R （最大阻值为 20 Ω）；

定值电阻 R_1 （阻值 2 Ω）；

定值电阻 R_2 （阻值 5 Ω）；

开关一个，导线若干。

(1)该小组按照图甲所示的电路进行实验，通过调节滑动变阻器阻值使电流表示数逐渐接近满偏，记录此过程中电压表和电流表的示数，利用实验数据在 *U-I* 坐标纸上描点，如图乙所示，结果发现电压表示数的变化范围比较小，出现该现象的主要原因是_____。（单选，填正确答案标号）

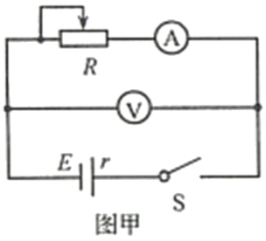
A．电压表分流

B．干电池内阻较小

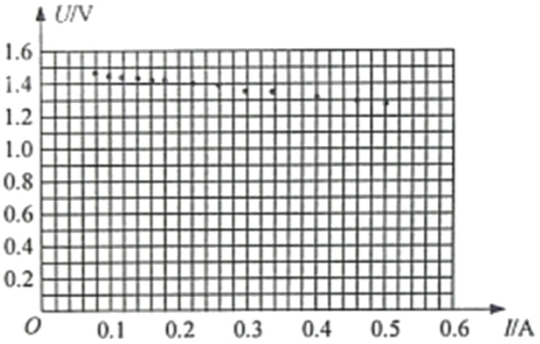
C．滑动变阻器最大阻值较小

D．电流 表内阻较小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图甲



图乙

(2)针对电压表示数的变化范围比较小的问题，该小组利用实验室提供的器材改进了实验方案，重新测量得到的数据如下表所示。

序号	1	2	3	4	5	6	7
I/A	0.08	0.14	0.20	0.26	0.32	0.36	0.40
U/V	1.35	1.20	1.05	0.88	0.73	0.71	0.52

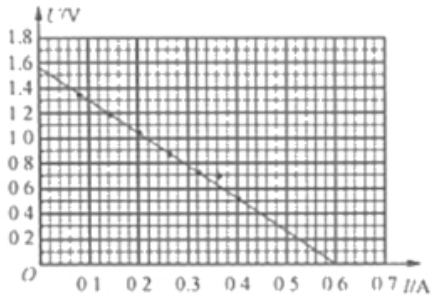
请根据实验数据，回答以下问题：

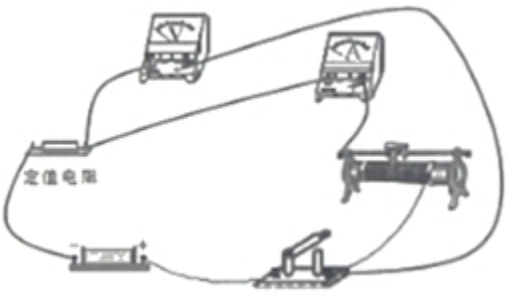
①答题卡的坐标纸上已标出后 3 组数据对应的坐标点，请在答题卡的坐标纸上标出前 4 组数据对应的坐标点并画出 *U-I* 图像_____。

②根据实验数据可知，所选的定值电阻为_____（填“R_1”或“R_2”）。

③用笔画线代替导线，请在答题卡上按照改进后的方案，将实物图连接成完整电路_____。

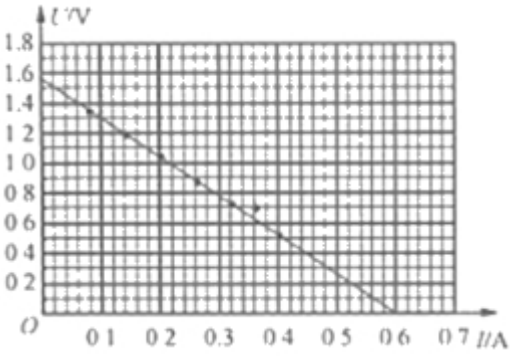
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】B  R_1



【解析】(1)电压表示数变化过小，则原因是外电阻比内阻大的多，即电源内阻偏小，故选 B。

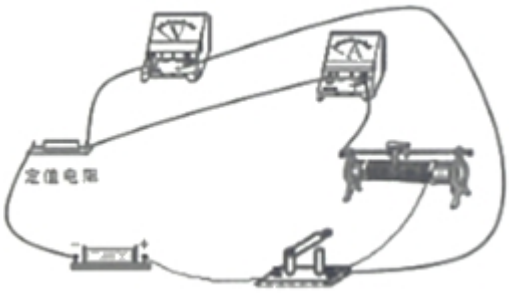
(2)①根据数据做出 *U-I* 图像如图；



②由图像可知 $r+R_{定}=\dfrac{1.58}{0.6}=2.63\Omega$，电源内阻小于 1Ω，则定值电阻大于 1.63Ω，可知定值电阻为 R_1；

③定值电阻与电源串联，电路如图；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



7．（2020·天津卷）某实验小组选用以下器材测定电池组的电动势和内阻，要求测量结果尽量准确。

电压表　　（量程0～3V，内阻约为3kΩ）

电流表　　（量程0～0.6A，内阻约为1Ω）

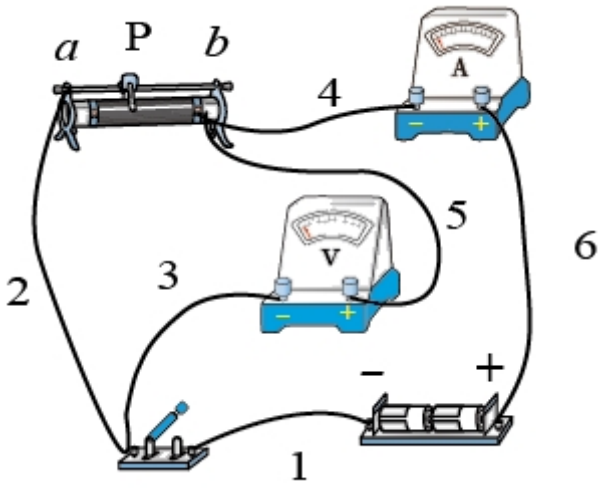
滑动变阻器　　（0～20Ω，额定电流1A）

待测电池组　　（电动势约为3V，内阻约为1Ω）

开关、导线若干

①该小组连接的实物电路如图所示，经仔细检查，发现电路中有一条导线连接不当，这条导线对应的编号是_____。

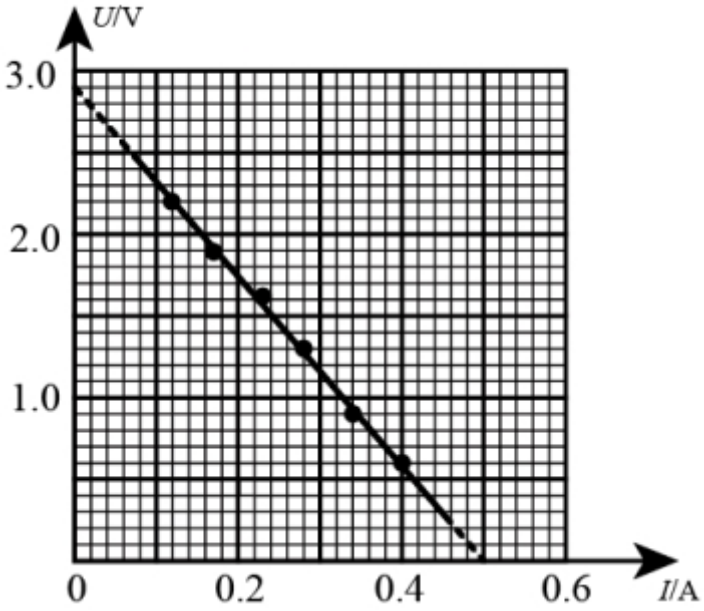
②改正这条导线的连接后开始实验，闭合开关前，滑动变阻器的滑片 P 应置于滑动变阻器的_____端（填“a”或者“b”）



③实验中发现调节滑动变阻器时，电流表读数变化明显但电压表读数变化不明显

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

。为了解决这个问题，在电池组负极和开关之间串联一个阻值为5Ω的电阻，之后该小组得到了几组电压表读数 U 和对应的电流表读数 I，并作出 $U-I$ 图像，如图所示。根据图像可知，电池组的电动势为_____V，内阻为_____Ω。（结果均保留两位有效数字）



【答案】5　　*a*　　2.9　　0.80

【解析】①因为电源内阻较小，故对于电源来说应该采用电流表外接法，图中采用的是电流表内接；故导线 5 连接不当，应该从电压表正接线柱接到电流表正接线柱；

②开始实验前应该让滑动变阻器连入电路阻值最大，故应将滑片置于 *a* 端；

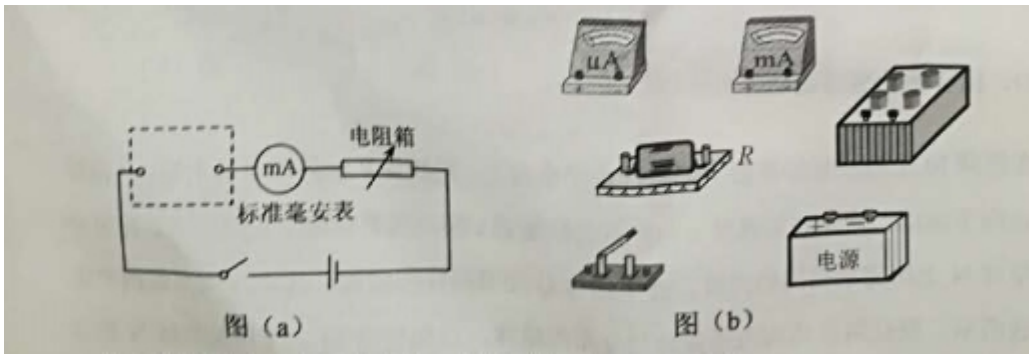
③由图线可知图线与纵轴的交点即为电源电动势，故 E=2.9V；图线与横轴的交点为短路电流 I=0.50A，故可得等效内阻为 $r=\frac{E}{I}=\frac{2.9}{0.5}\Omega=5.80\Omega$；又因为在开关和电池负极之间接有 5Ω 的电阻，在计算过程中等效为内阻，故电源内阻为 $r=5.80\Omega-5\Omega=0.80\Omega$。

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 19 电磁学实验

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

1.(2019•全国Ⅰ卷•T10)某同学要将一量程为250μA的微安表改装为量程为20 mA的电流表。该同学测得微安表内阻为1 200 Ω，经计算后将一阻值为R的电阻与微安表连接，进行改装。然后利用一标准毫安表，根据图(a)所示电路对改装后的电表进行检测(虚线框内是改装后的电表)。

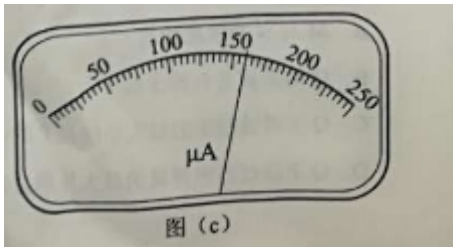


(1)根据图(a)和题给条件，将(b)中的实物连接。

(2)当标准毫安表的示数为16.0mA时，微安表的指针位置如图(c)所示，由此可以推测出改装的电表量程不是预期值，而是_____。(填正确答案标号)

A.18 mA　　A.21 mA

C.25mA　　D.28 mA



(3)产生上述问题的原因可能是_____。(填正确答案标号)

A.微安表内阻测量错误，实际内阻大于1 200 Ω

B.微安表内阻测量错误，实际内阻小于1 200 Ω

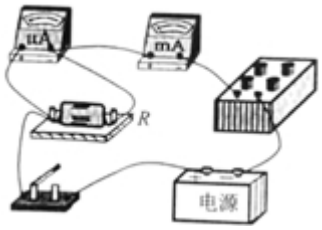
C.R值计算错误，接入的电阻偏小

D.R值计算错误，接入的电阻偏大

(4)要达到预期目的，无论测得的内阻值是都正确，都不必重新测量，只需要将阻值为R的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

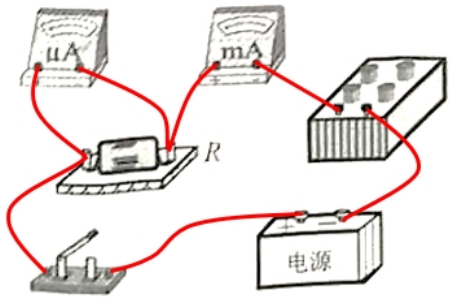
电阻换为一个阻值为 kR 的电阻即可，其中 k=_____。

【答案】(1). 

(2). C (3). AC (4). $\frac{99}{79}$

【解析】

(1)电表改装时，微安表应与定值电阻 R 并联接入虚线框内，则实物电路连接如下图所示：



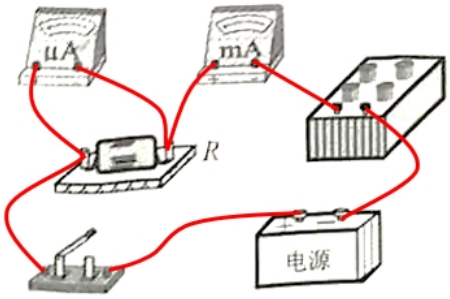
(2)由标准毫安表与该装表的读数可知，改装后的电流表，实际量程被扩大的倍数为：$n=\frac{16mA}{160\times10^{-3}mA}=100$ 倍。故当原微安表表盘达到满偏时，实际量程为：$250\times10^{-3}\times100=25\text{mA}$，故本小题选 C；

(3)根据 $I_gR_g=\left(I-I_g\right)R$，得：$I=\left(1+\frac{R_g}{R}\right)I_g$，改装后的量程偏大的原因可能是，原微安表内阻测量值偏小，即电表实际内阻 R_g 真实值，大于 1200Ω；或者因为定值电阻 R 的计算有误，计算值偏大，实际接入定值电阻 R 阻值偏小。故本小题选 AC；

(4)由于接入电阻 R 时，改装后的表实际量程为 25mA，故满足 $I_gR_g=\left(25-I_g\right)R$；要想达到预期目的，即将微安表改装为量程为 20mA 电流表，应满足 $I_gR_g=\left(20-I_g\right)kR$，其中 $I_g=250\mu\text{A}=0.25\text{mA}$，联立解得：$k=1.25$ 或 $k=\frac{99}{79}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

故本题答案为：(1)

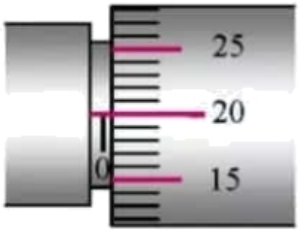


(2)C　(3)AC

(4) $k=1.25$ 或 $k=\frac{99}{79}$

2.(2019•天津卷•T11)现测定长金属丝的电阻率。

①某次用螺旋测微器测量金属丝直径的结果如图所示，其读数是_____ mm 。



②利用下列器材设计一个电路，尽量准确地测量一段金属丝的电阻。这段金属丝的电阻 R_x，约为 100Ω，画出实验电路图，并标明器材代号。

电源 E　　(电动势 10V，内阻约为 10Ω)

电流表 A_1　　(量程 0～250mA，内阻 R_1=5Ω)

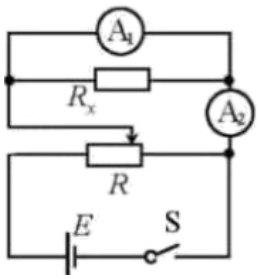
电流表 A_2　　(量程 0～300mA，内阻约为 5Ω)

滑动变阻器 R　　(最大阻值 10Ω，额定电流 2A)

开关 S 及导线若干

③某同学设计方案正确，测量得到电流表 A_1 的读数为 I_1，电流表 A_2 的读数为 I_2，则这段金属丝电阻的计算式 R_x=_____。从设计原理看，其测量值与真实值相比_____(填“偏大”、“偏小”或“相等”)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

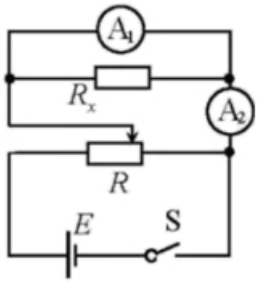
【答案】(1). 0.200(0.196～0.204 均可)　(2). 

(3). $\frac{I_1R_1}{I_2-I_1}$　相等

【解析】

【详解】根据螺旋测微器的读数法则可知读数为$0.01\times20+0.000=0.200\text{mm}$

因该实验没有电压表，电流表 A1 的内阻已知，故用 A1 表当电压表使用，为了调节范围大，应用分压式滑动变阻器的接法，则点如图如图

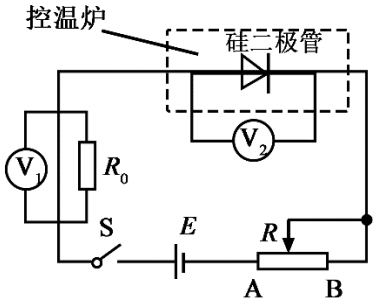


由电路图可知流过的电流为I_2-I_1，电阻两端的电压为I_1R_1，因此电阻$R_x=\frac{I_1R_1}{I_2-I_1}$

该实验的电流为真实电流，电压也为真实电压，因此测得值和真实值相等

3.(2019•全国Ⅱ卷•T10)某小组利用图(a)所示的电路，研究硅二极管在恒定电流条件下的正向电压 U 与温度 t 的关系，图中 V_1 和 V_2 为理想电压表；R 为滑动变阻器，R_0 为定值电阻(阻值 100 Ω)；S 为开关，E 为电源。实验中二极管置于控温炉内，控温炉内的温度 t 由温度计(图中未画出)测出。图(b)是该小组在恒定电流为 50.0μA 时得到的某硅二极管 U-I 关系曲线。回答下列问题：

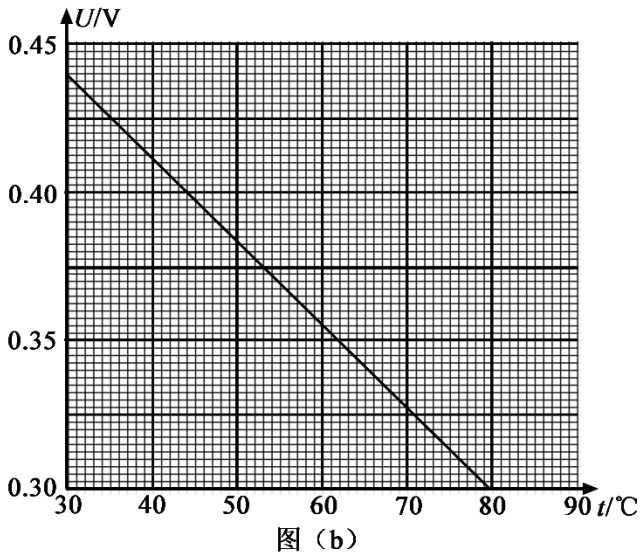
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）

(1)实验中，为保证流过二极管的电流为 50.0μA，应调节滑动变阻器 R，使电压表 V_1 的示数为 U_1=_____mV；根据图(b)可知，当控温炉内的温度 t 升高时，硅二极管正向电阻_____(填“变大”或“变小”)，电压表 V_1 示数_____(填“增大”或“减小”)，此时应将 R 的滑片向_____(填“A”或“B”)端移动，以使 V_1 示数仍为 U_1。

(2)由图(b)可以看出 U 与 t 成线性关系，硅二极管可以作为测温传感器，该硅二极管的测温灵敏度为$|\frac{\Delta U}{\Delta t}|$=_____×$10^{-3}$V/℃(保留 2 位有效数字)。



图（b）

【答案】(1). 5.00　　(2). 变小　　(3). 增大　　(4). B　　(5). 2.8

【解析】

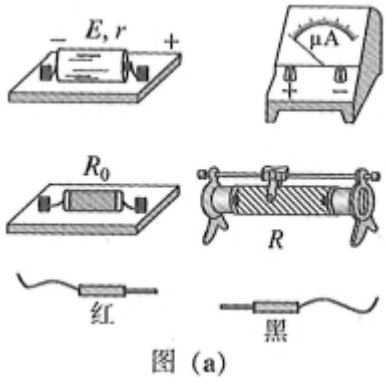
【详解】(1)$U_1=IR_0=100\Omega\times50\times10^{-6}A=5\times10^{-3}V=5mV$ 由 $R=\frac{U}{I}$ ，I 不变，温度升高，U 减小，故 R 减小；由于 R 变小，总电阻减小，电流增大；R_0 两端电压增大，即 V_1 表示数变大，只

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

有增大电阻才能使电流减小，故华东变阻器向右调节，即向 B 短调节。

(2)由图可知，$\left|\frac{\Delta U}{\Delta t}\right|$ =2.8×10^{-3}V/℃

4.(2019•全国Ⅲ卷•T10)某同学欲将内阻为 98.5Ω、量程为 100uA 的电流表改装成欧姆表并进行刻度和校准，要求改装后欧姆表的 15kΩ 刻度正好对应电流表表盘的 50uA 刻度。可选用的器材还有：定值电阻 R_0(阻值 14kΩ)，滑动变阻器 R_1(最大阻值 1500Ω)，滑动变阻器 R_2(最大阻值 500Ω)，电阻箱(0~99999.9Ω)，干电池(E=1.5V，r=1.5Ω)，红、黑表笔和导线若干。



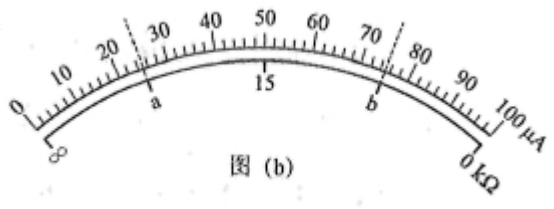
图（a）

(1)欧姆表设计

将图(a)中的实物连线组成欧姆表。(　　)欧姆表改装好后，滑动变阻器 R 接入电路的电阻应为____Ω；滑动变阻器选____(填“R_1”或“R_2”)。

(2)刻度欧姆表表盘

通过计算，对整个表盘进行电阻刻度，如图(b)所示。表盘上 a、b 处的电流刻度分别为 25 和 75，则 a、b 处的电阻刻度分别为____、____。



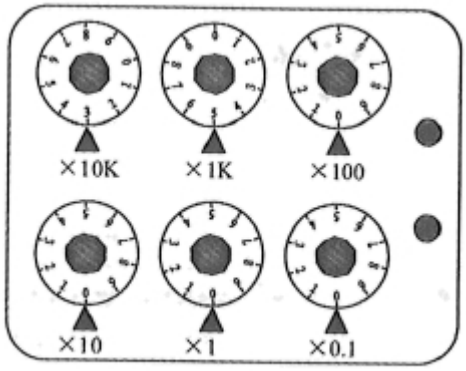
图（b）

(3)校准

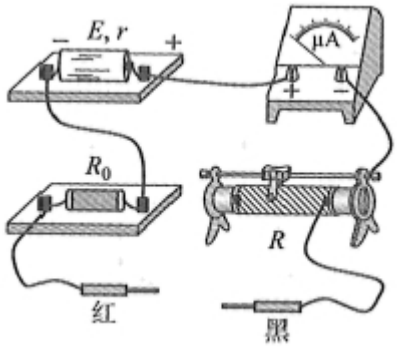
红、黑表笔短接，调节滑动变阻器，使欧姆表指针指向___kΩ 处；将红、黑表笔与电阻箱连

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

接，记录多组电阻箱接入电路的电阻值及欧姆表上对应的测量值，完成校准数据测量。若校准某刻度时，电阻箱旋钮位置如图(c)所示，则电阻箱接入的阻值为_____Ω。



图（c）

【答案】(1). 

(2). 900 (3). R_1 (4). 45

(5). 5 (6). 0 (7). 35000.0

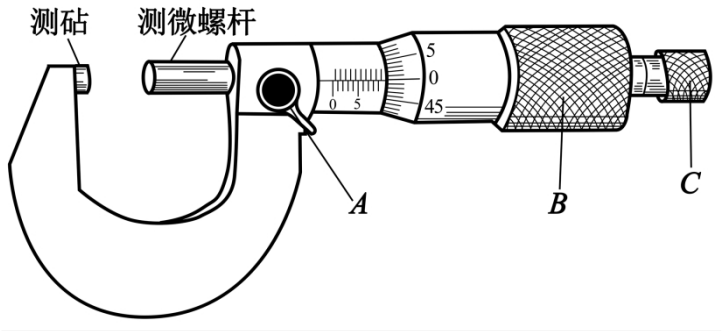
【解析】

根据欧姆表的改装原理，由短接时的欧姆定律和中值电阻的意义可算出 R=900Ω，为了滑动变阻器的安全，选择 R_1；另外，需深刻里面欧姆表表盘的刻度原理和校准标准。

5.(2019•江苏卷•T11)某同学测量一段长度已知的电阻丝的电阻率.实验操作如下：

(1)螺旋测微器如题 1 图所示.在测量电阻丝直径时，先将电阻丝轻轻地夹在测砧与测微螺杆之间，再旋动_____(选填“*A*”“*B*”或“*C*”)，直到听见“喀喀”的声音，以保证压力适当，同时防止螺旋测微器的损坏.

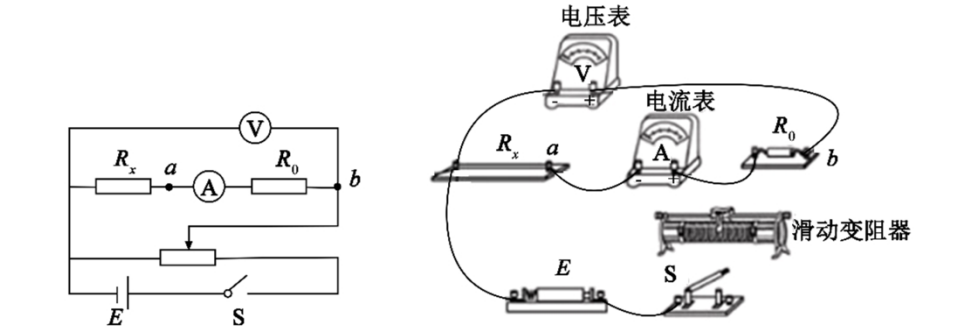
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



1图

(2)选择电阻丝的_____(选填“同一”或“不同”)位置进行多次测量，取其平均值作为电阻丝的直径.

(3)2 图甲中 R_x，为待测电阻丝.请用笔画线代替导线，将滑动变阻器接入 2 图乙实物电路中的正确位置____



甲　　乙

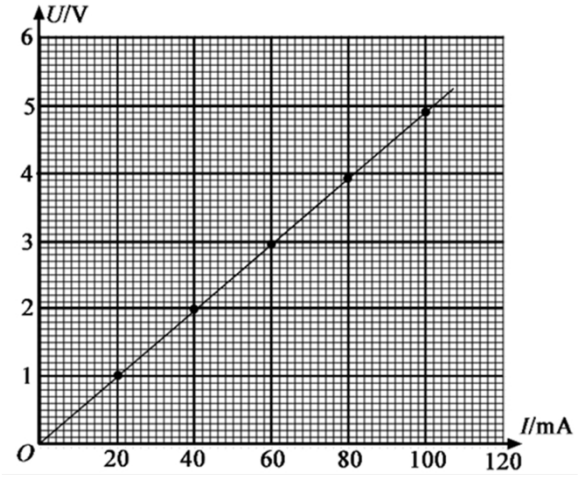
2图

(4)为测量 R，利用 2 图甲所示的电路，调节滑动变阻器测得 5 组电压 U_1 和电流 I_1 的值，作出的 U_1–I_1 关系图象如图图所示.接着，将电压表改接在 a、b 两端，测得 5 组电压 U_2 和电流 I_2 的值，数据见下表：

U_2/V	0.50	1.02	1.54	2.05	2.55
I_2/mA	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0

请根据表中的数据，在方格纸上作出 U_2–I_2 图象.___

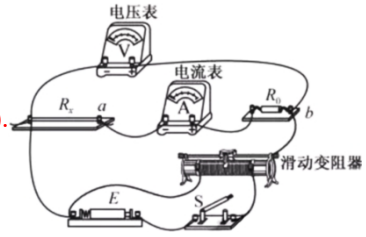
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



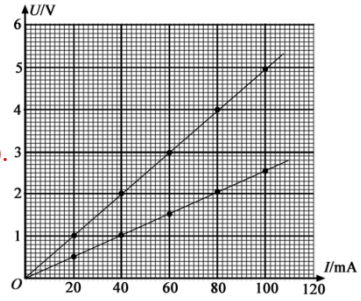
3 图

(5)由此，可求得电阻丝的 R_x=_____Ω.根据电阻定律可得到电阻丝的电阻率.

【答案】(1).*C*　　(2).不同　　(3).



(4).



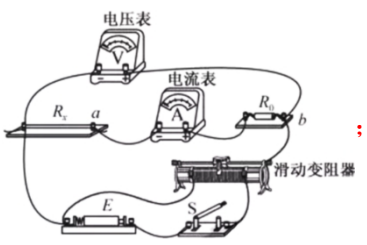
(5).23.5(23.0~24.0 都算对)

【解析】

(1)在测量时，为了不损坏被测物体，最后也改用微调方旋钮即 C，直到听见“喀喀”的响声；

(2)为了减小测量误差，应选用电阻丝不同位置进行多次测量；

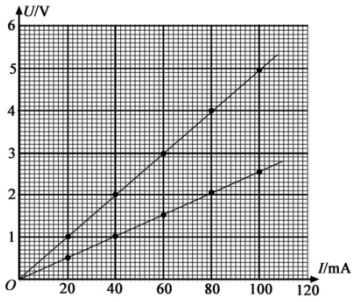
(3)按照原理图，将实物图连线如图：



；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

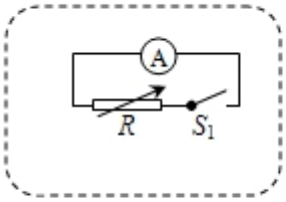
(4)将表格中各组数据在坐标纸上描出，再连成一条直线，如图：



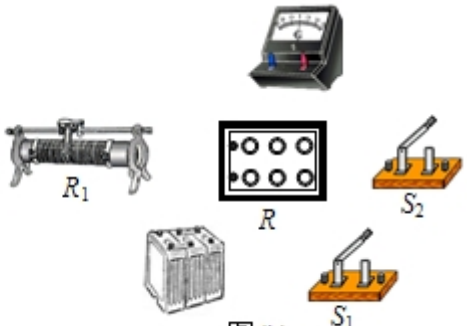
；

当电压表按甲图连接时，电压表测的电压为 R_x，R_0 的电压之和，当电压表接在 a、b 间时，电压表测的电压为 R_0 的电压，由图可得：$R_x+R_0=\frac{1.96}{0.04}\Omega=49\Omega$，$R_0=\frac{2.04}{0.08}\Omega=25.5\Omega$，所以 $R_x=23.5\Omega$。

6.(2019•海南卷•T11)用实验室提供的器材设计一个测量电流表内阻的电路。实验室提供的器材为：待测电流表 A(量程 10mA，内阻约为 50Ω)，滑动变阻器 R_1，电阻箱 R，电源 E(电动势约为 6V，内阻可忽略)，开关 S_1 和 S_2，导线若干。



图(a)



图(b)

(1)根据实验室提供的器材，在图(a)所示虚线框内将电路原理图补充完整，要求滑动变阻器起限流作用_____；

(2)将图(b)中的实物按设计的原理图连线_____；

(3)若实验提供的滑动变阻器有两种规格

①10Ω，额定电流 2A　　②1500Ω，额定电流 0.5A

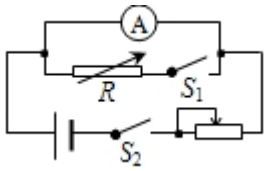
实验中应该取_____。(填“①”或“②”)

【答案】(1)电路图如图所示；(2)实物电路图如图所示；(3)②

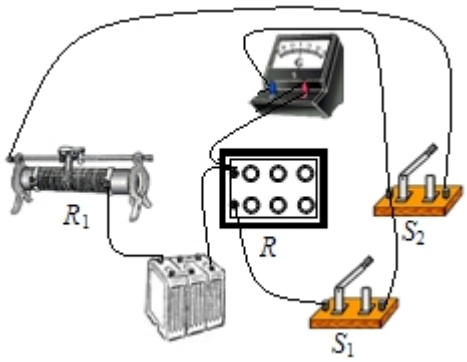
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

(1)测电流表内阻，由题意可知，实验没有提供电压表，提供了电阻箱与两个开关，本实验应用半偏法测电流表内阻，电流表与电阻箱并联，滑动变阻器采用限流接法，实验电路图如图所示；



(2)根据实验电路图连接实物电路图，实物电路图如图所示；

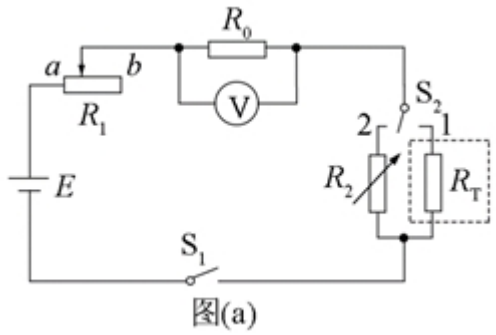


(3)电路最小电阻约为：$R=\frac{E}{I_{max}}=\frac{6V}{10\times10^{-3}A}=600\Omega$，

滑动变阻器接入电路的最小阻值约为：600－50=550Ω，滑动变阻器应选择②；

7.(2018·新课标 I 卷·T10)某实验小组利用如图(a)所示的电路探究在 25℃~80℃范围内某热敏电阻的温度特性，所用器材有：置于温控室(图中虚线区域)中的热敏电阻 R_T，其标称值(25℃时的阻值)为 900.0 Ω：电源 E(6V，内阻可忽略)：电压表Ⓥ (量程 150 mV)：定值电阻 R_0(阻值 20.0 Ω)，滑动变阻器 R_1(最大阻值为 1 000 Ω)：电阻箱 R_2(阻值范围 0-999.9 Ω)：单刀开关 S_1，单刀双掷开关 S_2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图(a)

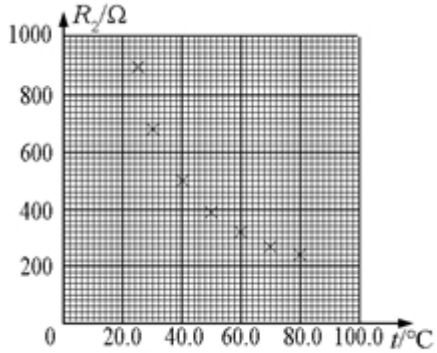
实验时，先按图(a)连接好电路，再将温控室的温度 t 升至 80.0℃，将 S_2 与 1 端接通，闭合 S_1，调节 R_1 的滑片位置，使电压表读数为某一值 U_0：保持 R_1 的滑片位置不变，将 R_2 置于最大值，将 S_2 与 2 端接通，调节 R_2，使电压表读数仍为 U_0：断开 S_1，记下此时 R_2 的读数，逐步降低温控室的温度 t，得到相应温度下 R_2 的阻值，直至温度降到 25.0°C，实验得到的 R_2-t 数据见下表。

t/℃	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R_2/Ω	900.0	680.0	500.0	390.0	320.0	270.0	240.0

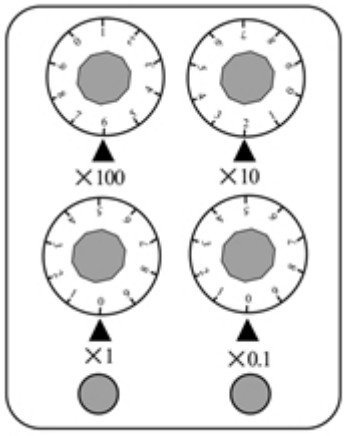
回答下列问题：

(1)在闭合 S_1 前，图(a)中 R_1 的滑片应移动到_____填“a”或“b”)端；

(2)在图(b)的坐标纸上补齐数据表中所给数据点，并做出 R_2-t 曲线：_____



图(b)



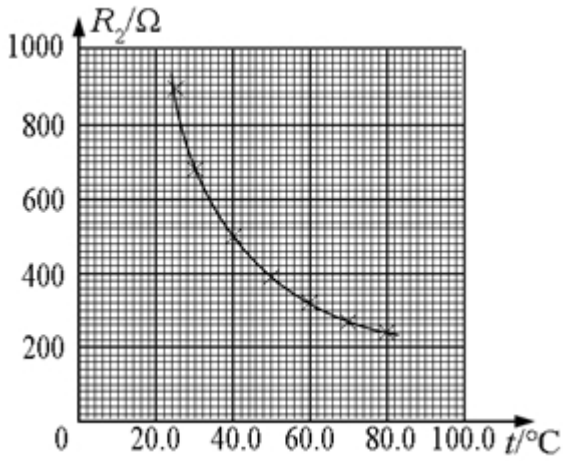
图（c）

(3)由图(b)可得到 R_1，在 25℃-80°C 范围内的温度特性，当 t=44.0℃时，可得 R_1=____Ω；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)将 R_t 握于手心，手心温度下 R_2 的相应读数如图(c)所示，该读数为____Ω，则手心温度为_____℃。

【答案】(1)b　　(2)如图所示



(3)450　(4)620.0　　33.0

【解析】本题主要考查研究小灯泡的伏安特性实验、利用伏安特性曲线计算实际功率及其相关的知识点，意在考查考生对小灯泡伏安特性曲线的理解和灵活运用相关知识，解决实际问题的能力。

(1)图(a)的电路滑动变阻器采用限流接法，在闭合 S_1 前，R_1 应该调节到接入电路部分的电阻值最大，使电路中电流最小，即图(a)中的 R_1 的滑片应移到 b 端。

(2)将 t=60℃和 t=70℃对应的两组数据对应画在坐标图上，然后用平滑曲线过尽可能多的数据点画出 R_2—t 图象。

(3)根据题述实验过程可知，测量的 R_2 数据等于对应的热敏电阻 R_T 的电阻值。由画出的 R_2—t 图象可知，当 t=44.0℃时，对应的 R_T=460Ω。

(4)由画出的 R_2—t 图象可知，当 R_T=620.0Ω，则手心温度 t=33.0℃.。

【点睛】解答此题常见错误主要有：一是没有掌握滑动变阻器的分压接法和限流接法在开关闭合前滑动头的位置；二是没有认真阅读题述的实验过程，导致不能把电阻箱 R 的读数与热敏电阻阻值联系起来。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

8.(2016·天津卷)某同学想要描绘标有“3.8 V，0.3 A”字样小灯泡 L 的伏安特性曲线，要求测量数据尽量精确，绘制曲线完整，可供该同学选用的器材除了开关、导线外，还有：

电压表 V_1(量程 0~3 V，内阻等于 3 kΩ)

电压表 V_2(量程 0~15 V，内阻等于 15 kΩ)

电流表 A_1(量程 0~200 mA，内阻等于 10 Ω)

电流表 A_2(量程 0~3 A，内阻等于 0.1 Ω)

滑动变阻器 R_1(0~10 Ω，额定电流 2 A)

滑动变阻器 R_2(0~1 kΩ，额定电流 0.5 A)

定值电阻 R_3(阻值等于 1 Ω)

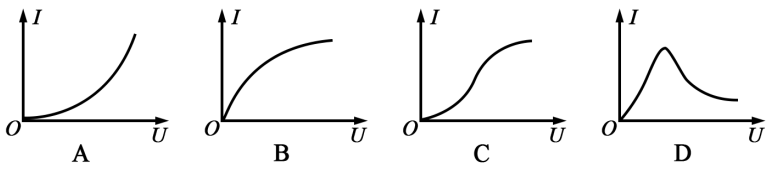
定值电阻 R_4(阻值等于 10 Ω)

定值电阻 R_5(阻值等于 1 kΩ)

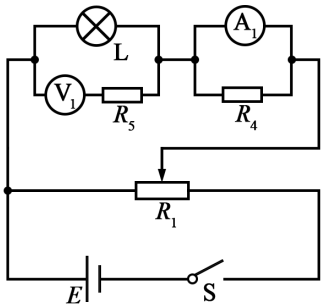
电源 E(E=6 V，内阻不计)

(1)请画出实验电路图，并将各元件字母代码标在该元件的符号旁。

(2)该同学描绘出的 I–U 图象应是下图中的_____。



【答案】(1)电路如图　(2)B



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)用电压表 V_1 和 R_5 串联，可改装成量程为 $U=\frac{U_{V_1}}{r_{V_1}}(r_{V_1}+R_5)=4\ \text{V}$ 的电压表；用电流表 A_1 与 R_4 并联可改装为量程为 $I=I_{A_1}+\frac{I_{A_1}r_{A_1}}{R_4}=0.4\ \text{A}$ 的电流表；待测小灯泡的阻值较小，故采用电流表外接法；为使曲线完整，滑动变阻器应采用分压接法，故选择总阻值小的 R_1，电路如图。

(2)小灯泡灯丝的电阻随温度升高而变大，故该同学描绘出的 I–U 图线应该是 B。

【考点定位】探究小灯泡的伏安特性曲线实验、电表改装、器材选取、电路设计

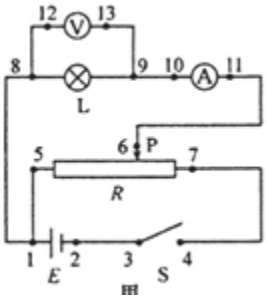
【名师点睛】此题考查了探究小灯泡的伏安特性曲线的实验；此题的难点在于题中所给的电表量程都不适合，所以不管是电流表还是电压表都需要改装，所以要知道电表的改装方法；改装成电压表要串联分压电阻；改装成电流表要并联分流电阻；其他部分基本和课本实验一样。

9.(2011·福建卷)某同学在探究规格为“6V，3W”的小电珠伏安特性曲线实验中：

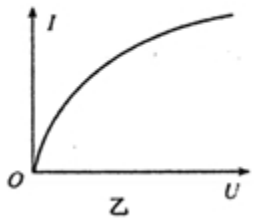
(1)在小电珠接入电路前，使用多用电表直接测量小电珠的电阻，则应将选择开关旋至 D 挡进行测量.(填选项前的字母)

A.直流电压 10V　　B.直流电流 5mA　　C.欧姆× 100　　D.欧姆× 1

(2)该同学采用图甲所示的电路进行测量。图中 R 为滑动变阻器(阻值范围 0~20Ω，额定电流 1.0A)，L 为待测小电珠，V为电压表(量程 6V，内阻 20kΩ)，A为电流表(量程 0.6A，内阻 1Ω)，E 为电源(电动势 8V，内阻不计)，S 为开关。



甲



乙

Ⅰ.在实验过程中，开关 S 闭合前，滑动变阻器的滑片 P 应置于最_____端；(填“左”或“右”)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

Ⅱ.在实验过程中，已知各元器件均无故障，但闭合开关 S 后，无论如何调节滑片 P，电压表和电流表的示数总是调不到零，其原因是_____点至_____点的导线没有连接好；(图甲中的黑色小圆点表示接线点，并用数字标记，空格中请填写图甲中的数字，如“2 点至 3 点”的导线)

Ⅲ.该同学描绘出小电珠的伏安特性曲线示意图如图乙所示，则小电珠的电阻值随工作电压的增大而_____。(填“不变”、“增大”或“减小”)

【答案】①D ②Ⅰ.左　Ⅱ　1　5　Ⅲ. 增大

【解析】由于小电珠的电阻一般不大，使用多用电表直接测量小电珠的电阻，则应将选择开关旋至欧姆×1，选项 D 正确。

对干分压电路，开关 S 闭合前，滑动变阻器的滑片 P 应置于使小电珠上电压为零处，即最左端。闭合开关 S 后，无论如何调节滑片 P，电压表和电流表的示数总是调不到零，其原因是滑动变阻器左端与电源没有连接好。由描绘出的小电珠的伏安特性曲线可知，小电珠的电阻值随工作电压的增大而增大。

【考点定位】测定小电珠伏安特性曲线

10.(2011·广东卷)在“描绘小电珠的伏安特性曲线”实验中，所用器材有：小电珠(2.5V，0.6W)，滑动变阻器，多用电表，电流表，学生电源，开关，导线若干。

(1)粗测小电珠的电阻，应选择多用电表_____倍率的电阻挡(请填写“×1”、“×10”或“×100”)；调零后，将表笔分别与小电珠的两极连接，示数如图 16，结果为_____Ω。

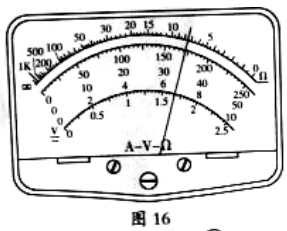


图 16

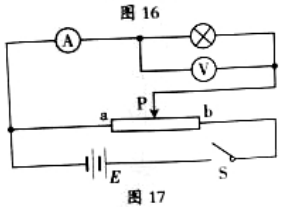


图 17

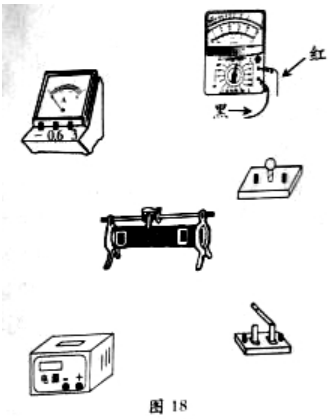


图 18

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

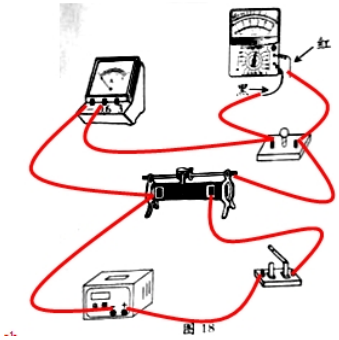
(2)实验中使用多用电表测量电压，请根据实验原理图 17 完成实物图 18 中的连线。

(3)开关闭合前，应将滑动变阻器的滑片 P 置于____端。为使小电珠亮度增加，P 应由中点向_____端滑动。

(4)下表为电压等间隔变化测得的数据，为了获得更准确的实验图象，必须在相邻数据点_____间多测几组数据(请填写“ab” “bc” “cd” “de”或“ef”)

数据点	a	b	c	d	e	F
U/V	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
I/A	0.000	0.122	0.156	0.185	0.216	0.244

【答案】(1)×1　7.5　(2)如图所示　(3)P 置左端电珠两端电压最小　(4)ab 之间电流值相差太大

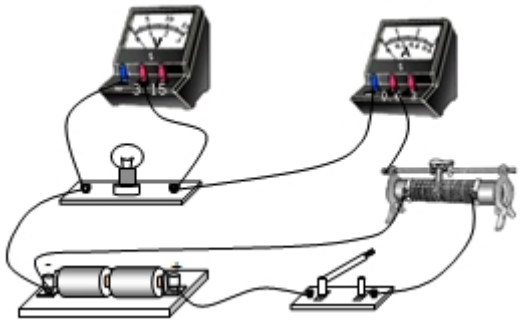


【解析】(1)小电珠(2.5V，0.6W)，所以小电珠电阻大约是 10Ω，粗测小电珠的电阻，应选择多用电表×1 倍率的电阻挡，结果为 7.5Ω。(3)为保护小电珠不超过额定电压，开关闭合前，为了安全应将滑动变阻器的滑片 P 置于 a 端，使得灯泡两端电压从零开始变化.为使小电珠亮度增加，P 应由中点向 b 端滑动，灯泡两端电压增大.(4)为了获得更准确的实验图象，应该在灯泡两端电压从零开始增大的过程中多测量几次，即必须在相邻数据点 ab 间多测几组数据.

【考点定位】“描绘小电珠的伏安特性曲线”实验

11.(2012·安徽卷)图为“测绘小灯伏安特性曲线”实验的实物电路图，已知小灯泡额定电压为 2.5V。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)完成下列实验步骤：

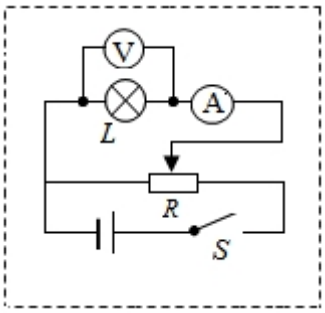
①闭合开关前，调节滑动变阻器的滑片，

②闭合开关后，逐渐移动变阻器的滑片，_____；

③断开开关，…… 。根据实验数据在方格纸上作出小灯泡灯丝的伏安特性曲线。

(2)在虚线框中画出与实物电路相应的电路图。

【答案】(1)①使它靠近变阻器左端的接线柱　②增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压　(2)如图所示

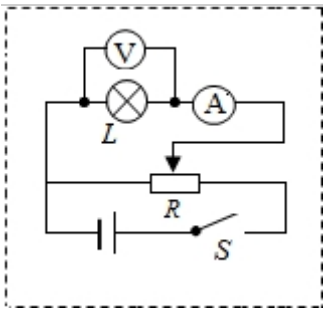


【解析】(1)①由于滑动变阻器的分压作用，使开始实验时小灯泡两端电压为 0，应使滑动变阻器的滑片靠近变阻器左端的接线柱.

②描绘小灯泡灯丝的伏安特性曲线，必须测量多组数据，即增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)如图所示：



【考点定位】此题考查的是“测绘小灯伏安特性曲线”实验

12.(2012·四川卷)某学习小组的同学拟探究小灯泡 L 的伏安特性曲线，可供选用的器材如下：

小灯泡 L，规格“4.0V，0.7A”；

电流表 A_1，量程 3A，内阻约为 0.1Ω；

电流表 A_2，量程 0.6A，内阻 $r_2 = 0.2\Omega$；

电压表 V，量程 3V，内阻 $r_V = 9k\Omega$；

标准电阻 R_1，阻值 1Ω；

标准电阻 R_2，阻值 3kΩ；

滑动变阻器 R，阻值范围 0～10Ω；

学生电源 E，电动势 6V，内阻不计；

开关 S 及导线若干。

(1)甲同学设计了如图 1 所示的电路来进行测量，当通过 L 的电流为 0.64A 时，电压表的示数如图 2 所示，此时 L 的电阻为_____Ω。

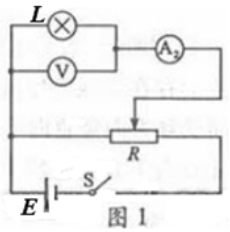


图 1

图 2

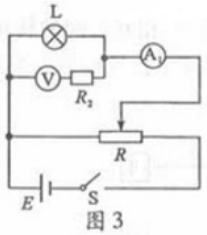


图 3

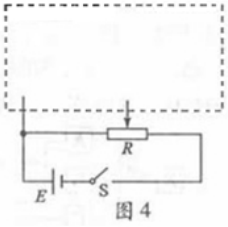


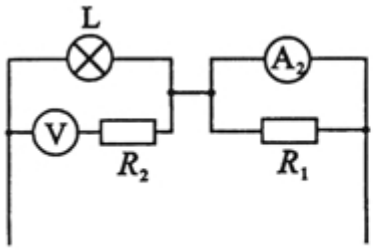
图 4

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

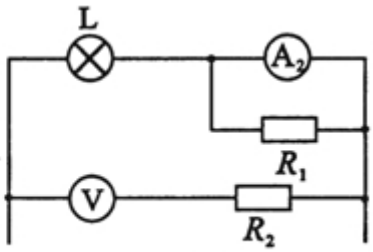
(2)乙同学又设计了如图 3 所示的电路来进行测量，电压表指针指在最大刻度时，加在 L 上的电压值是_____V。

(3)学习小组认为要想更准确地描绘出 L 完整的伏安特性曲线，需要重新设计电路。请你在乙同学的基础上利用所供器材，在图 4 所示的虚线框内补画出实验电路图，并在图上标明所选器材代号。

【答案】(1)5　　(2)4　　(3)如下图所示



答图1



答图2

【解析】(1)电压表示数为 2.30V，则电阻 $R=\frac{U}{I}=\frac{2.30}{0.46}\Omega=5.0\Omega$。

(2)R_2 分得电压 $U_2=\frac{3}{9}\times3V=1V$，灯泡分得电压为 $3+1V=4V$。

(3)小灯泡的规格是“4.0V，0.7A”，电压表的量程 3V＜4.0V，需要扩大电压表量程，串联电阻 R_2，使量程扩大到 4.0V。所选用电流表 A_2 的量程 0.6A＜0.7A，需要扩大电流表量程，并联电阻 R_1，扩大后量程为 0.72A，将改装好的电压表、电流表接入电路，如答图 1 所示。若按答图 2 设计电路，灯泡两端电压将不能达到额定电压 4.0V。

【考点定位】本题考查探究小灯泡的伏安特性曲线的实验及其相关知识

13.(2013·天津卷)要测绘一个标有“3V　0.6W”小灯泡的伏安特性曲线，灯泡两端的电压需要由零逐渐增加到 3V，并便于操作。已选用的器材有：

电池组(电动势为 4.5V，内阻约 1Ω)；

电流表(量程为 0~250mA，内阻约 5Ω)；

电压表(量程为 0~3V，内阻约 3kΩ)；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电键一个、导线若干。

(1)实验中所用的滑动变阻器应选下列中的 ____(填字母代号)。

A.滑动变阻器(最大阻值 20Ω，额定电流 1A)

B.滑动变阻器(最大阻值 1750Ω，额定电流 0.3A)

(2)实验的电路图应选用下列的图_____(填字母代号)。

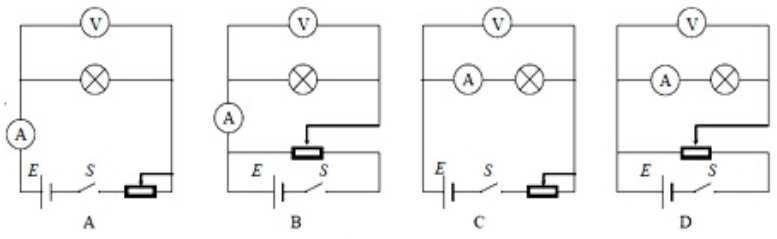


图1

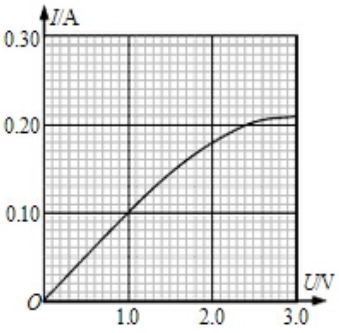


图2

(3)实验得到小灯泡的伏安特性曲线如图所示。如果将这个小灯泡接到电动势为 1.5V，内阻为 5Ω 的电源两端，小灯泡消耗的功率是_____W。

【答案】(1)A (2)B (3)0.1

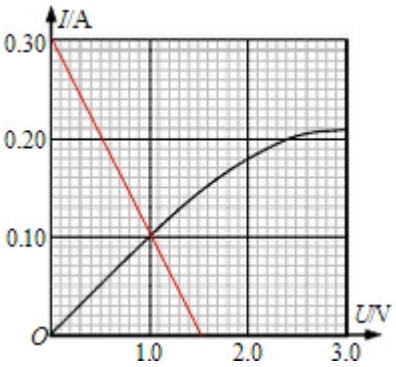
【解析】(1)滑动变阻器用小阻值的，便于调节，所以用最大阻值为 20Q 的滑动变阻器，故选 A。

(2)因要求小灯泡电压从零调，所以滑动变阻器应用分压式，由于小灯泡电阻远小于电压表阿且，电流表应用外接法，故选 B。

(3)在小灯泡的伏安特性曲线图象中，再根据 E=U+Ir，即 I=0.3－0.2U，作出电源的 I-U 图象，如图所示，由图示可知，由该电源对该小灯泡供电，电路电流 I=0.1A，电路外电压 U=1V，

小灯泡消耗的电功率 P=IU=0.1W。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】电学实验仪器的选择、电路设计、伏安特性曲线等知识点

14.(2015·浙江卷·T 22)图 1 是小红同学在做“描绘小灯泡的伏安特性曲线”实验的实物连接图。

图1

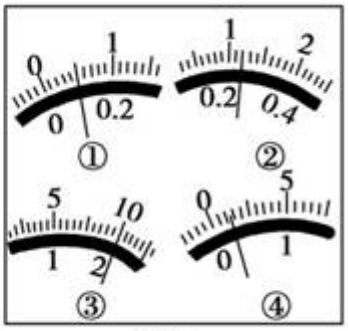


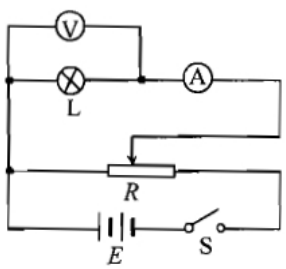
图2

(1)根据图 1 画出实验电路图.

(2)调节滑动变阻器得到了两组电流表与电压表的示数如图 2 中的①②③④所示，电流表量程为 0.6A，电压表量程为 3V。所示读数为：

①_____②_____③_____④_____。两组数据得到的电阻分别为_____和_____。

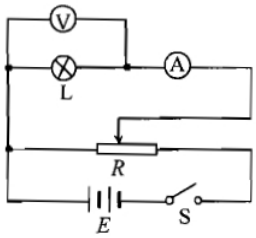
【答案】(1)如图



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)①0.10A、②0.24A、③2.0V、④0.27V。$(8.3\pm0.1)\Omega$ 和 $(2.7\pm0.1)\Omega$，如填为 $(2.7\pm0.1)\Omega$ 和 $(8.3\pm0.1)\Omega$ 也行

【解析】(1)从实物图中可知电压表测量灯泡两端电压，电流表采用外接法，滑动变阻器采用分压接法，故电路图如图所示



(2)电流表的量程为 0.6A，所以每小格表示的分度值为 0.02A，故①的读数为 0.10A，②的读数为 0.24A

电压表的量程为 3V，则每一小格表示 0.1V，所以③的示数为 2.0V，④的示数为 0.27V

电压小，两端的电流小，故①④为同一组数据，故得到的电阻为 $R=\frac{0.27\text{V}}{0.1\text{A}}=2.7\Omega$，

②③为另外一组数据，故得到的电阻为 $R=\frac{2.0\text{V}}{0.24\text{A}}=8.3\Omega$.

【考点定位】“描绘小灯泡的伏安特性曲线”实验。

15.(2015·广东卷·T 34⑵)某实验小组研究两个未知元件 X 和 Y 的伏安特性，使用的器材包括电压表(内阻约为 3kΩ)、电流表(内阻约为 1Ω)、定值电阻等。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

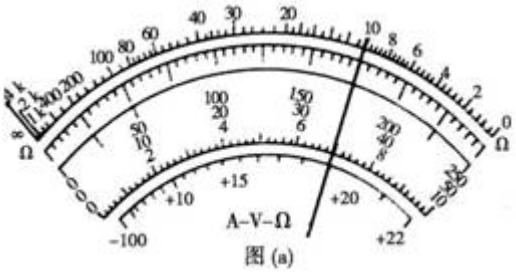


图 (a)

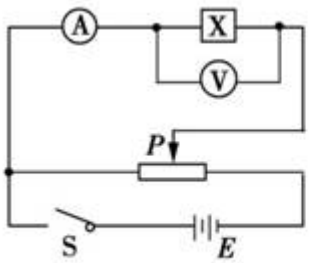


图 (b)

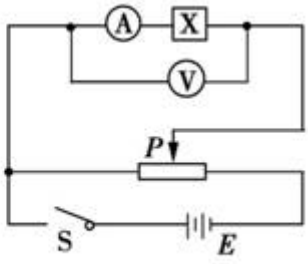


图 (c)

(1)使用多用电表粗测元件 X 的电阻。选择“×1”欧姆挡测量，示数如图(a)所示，读数为____Ω。据此应选择图中的 _____(填“b”或“c”)电路进行实验。

(2)连接所选电路，闭合 S；滑动变阻器的滑片 P 从左向右滑动，电流表的示数逐渐_____(填“增大”或“减小”)；依次记录电流及相应的电压；将元件 X 换成元件 Y，重复实验。

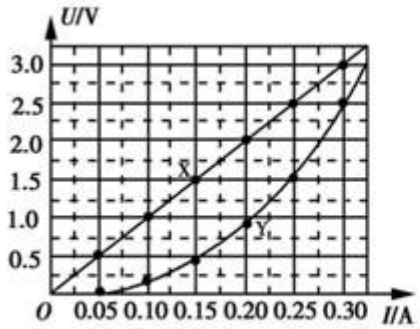


图 (d)

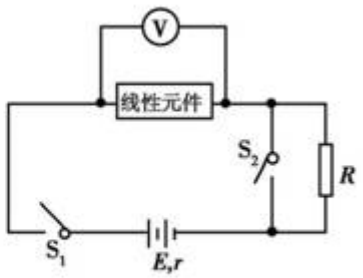


图 (e)

(3)图(d)是根据实验数据作出的 U-I 图线，由图可判断元件_____(填“X”或“Y”)是非线性元件。

(4)该小组还借助 X 和 Y 中的线性元件和阻值 R＝21Ω 的定值电阻，测量待测电池组的电动势 E 和电阻 r，如图(e)所示。闭合 S_1 和 S_2，电压表读数为 3.00V；断开 S_2，读数为 1.00V，利用图 16(d)可算得 E＝___V，r＝____Ω(结果均保留两位有效数字，视电压表为理想电压表)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)10，b；(2)增大；(3)Y；(4)3.2，0.50

【解析】(1)由图(a)可知，指针指在“10 刻度线”位置处，由于“10 刻度线”左右两边的最小刻度都不是“1 份”单位，因此不需要估读下一位，又因为多用电表选择开关选择了“×l”档，所以最终读数为 10Ω，此值约为所用电压表内阻的 1/300，电流表内阻的 10 倍，因而相对较小，为了减小电表内阻引起的实验测量误差，应选用电流表的外接法，即图(b)电路。

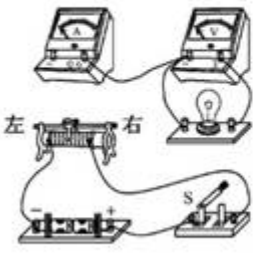
(2)图(b)电路中采用了滑动变阻器的分压式接法，在滑片 P 从左向右滑动的过程中，测量电路部分分得的电压逐渐增大，因此电流表读数应逐渐增大。

(3)由图(d)可知，X 对应的 U-I 关系图线为直线，Y 对应的 U-I 关系图线为曲线，即 Y 是非线性元件。

(4)由图(d)可知，当线性元件 X 两端电压为 3.00V 时，对应流经它的电流为 0.30A，电压为 1.00V 时，对应流经它的电流为 0.10A，所以元件 X 的电阻为 $R_x=10\Omega$，根据闭合电路欧姆定律 $E=I(R_{外}+r)$可知，当闭合 S_1 和 S_2 时，R 被短路，$E=0.30A\times(R_X+r)$，断开 S_2 后，R 与元件 X 串联接在电源两端，$E=0.10A\times(R_X+R+r)$，解得：$E=3.15V=3.2V$，$r=0.50\Omega$。

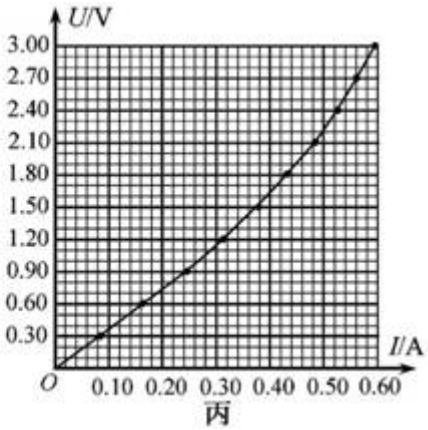
【考点定位】“伏安法测电阻”、“测电源的电动势和电阻”的实验。

16.(2015·福建卷·T 19(2))某学习小组探究一小电珠在不同电压下的电功率大小，实验器材如图甲所示，现已完成部分导线的连接。



甲

乙



丙

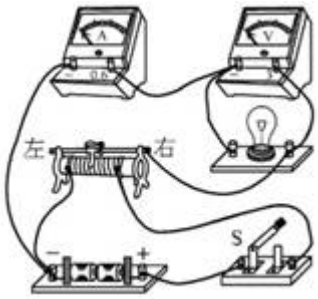
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)实验要求滑动变阻器的 滑片从左到右移动过程中，电流表的示数从零开始逐渐增大。请按此要求用笔画线代替导线在图甲实物接线图中完成余下导线的连接;

(2)某次测量，电流表指针偏转如图乙所示，则电流表的示数为_____A；

(3)该小组描绘的伏安特性曲线如图丙所示，根据图线判断，将____只相同的小电珠并联后，直接与电动势为 3V、内阻为 1 欧的电源组成闭合回路，可使小电珠的总功率最大，其总功率的值约为____W(保留两位小数)。

【答案】(1)如图所示　　(2)0.44　　(3)4　2.25



【解析】实物图如图所示；由图知电流表量程为 0.6A，所以读数为 0.44A；电源内阻为 1 欧，所以当外

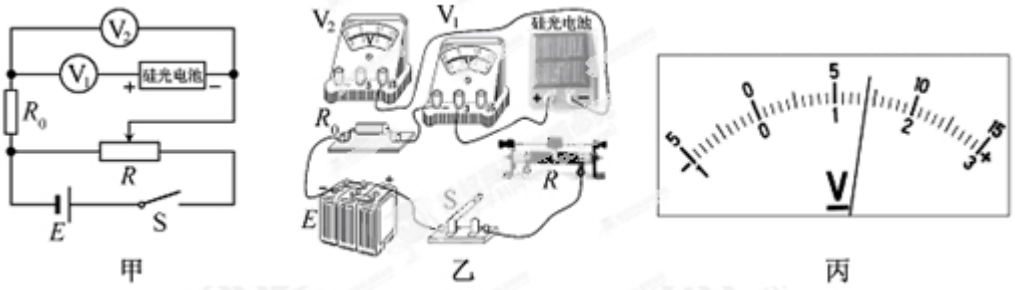
电路总电阻等于电源内阻时，消耗电功率最大，此时外电路电压等于内电压等于 1.5V，由图知当小电珠电压等于 1.5V 时电流约为 0.38A，此时电阻约为 $R=\frac{U}{I}=3.95\Omega$，并联后的总电阻为 1 欧，所以需要 4 个小电珠，小电珠消耗的总功率约为 $P=\frac{U^2}{R_{外}}=\frac{1.5^2}{1}=2.25\text{W}$ 。

【考点】描绘小电珠的伏安特性曲线

17.(2013·福建卷)硅光电池在无光照射时不产生电能，可视为一电子元件。某实验小组设计如图甲电路，给硅光电池加反向电压(硅光电池负极接高电势点，正极接低电势点)，探究其在无光照时的反向伏安特性。图中电压表 V_1 量程选用 3V，内阻为 6.0 kΩ；电压表 V_2 量程选用 15V，内阻约为 30 kΩ；R_0 为保护电阻；直流电源电动势约为 12V，内阻不计。

(1)根据图甲，用笔画线代替导线，将图乙连接成完整电路。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

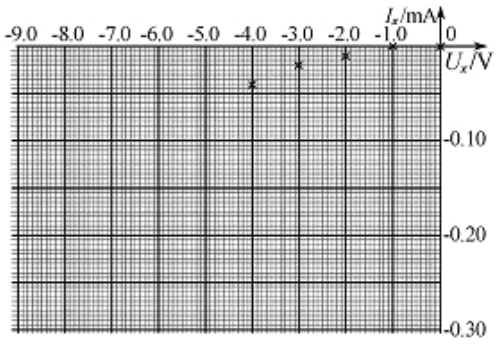


(2)用遮光罩罩住硅光电池，闭合开关 S，调节变阻器 R，读出电压表 V_1、V_2 的示数 U_1、U_2。

(i)某次测量时，电压表 V_1 示数如图丙，则 U_1=___V，可算出通过硅光电池的反向电流大小为___mA(保留两位小数)。

(ii)该小组测出大量数据，筛选出下表所示的 9 组 U_1、U_2 数据，算出相应的硅光电池两端反向电压 U_x 和通过的反向电流 I_x(图中“－”表示反向)，并在坐标纸上建立 I_x-U_x 坐标系，标出了与表中前 5 组 U_x、I_x 数据对应的 5 个坐标点。请你标出余下的 4 个坐标点，并绘出 I_x-U_x 图线。

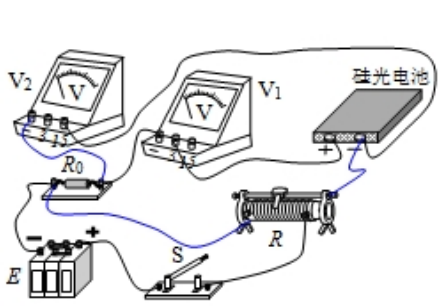
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1/V	0.00	0.00	0.06	0.12	0.24	0.42	0.72	1.14	1.74
U_2/V	0.0	1.0	2.1	3.1	4.2	5.4	6.7	8.1	9.7
U_x/V	0.0	−1.0	−2.0	−3.0	−4.0	−5.0	−6.0	−7.0	−8.0
I_x/mA	0.00	0.00	−0.01	−0.02	−0.04	−0.07	−0.12	−0.19	−0.29

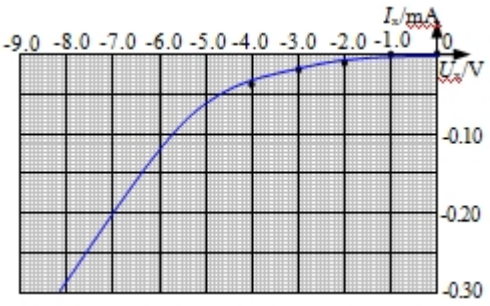


(iii)由 I_x-U_x 图线知，硅光电池无光照下加反向电压时，I_x 与 U_x 成_____(填“线性”或“非线性”)关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】①如图 1 所示　　②(i)1.40　0.23　(ii)如图 2 所示 (iii)非线性





【解析】①根据题图甲可知，滑线变阻器采用了分压式接法，接线时注意硅光电池正确与电压表 V_1 的负极连接，连接电路时，最后再连电压表 V_2，如图 1 所示

②(i)电压表 V_1 采用 3V 量程，最小刻度为 0.1，因此读数估读一位，为 1.40V，而电压表 V_1 的内阻已知，因此流过电压表的电流就是流过硅光电池的电流根据图甲可知，解得 $I_1=\frac{U_1}{R_1}=2.30\times10^{-2}A=0.23mA$。

(ii)根据表中数据在坐标图中定出另 4 个点，作出 I_x-U_x 关系图线如图 2 所示。

(iii)由右图所画 I_x-U_x 关系图线为曲线可知 I_x 与 U_x 成非线性关系。

【考点定位】本题考查了“描绘硅光电池无光照时的反向伏安特性曲线”实验，属于课本“描绘小灯泡伏安特性曲线”实验的变形。

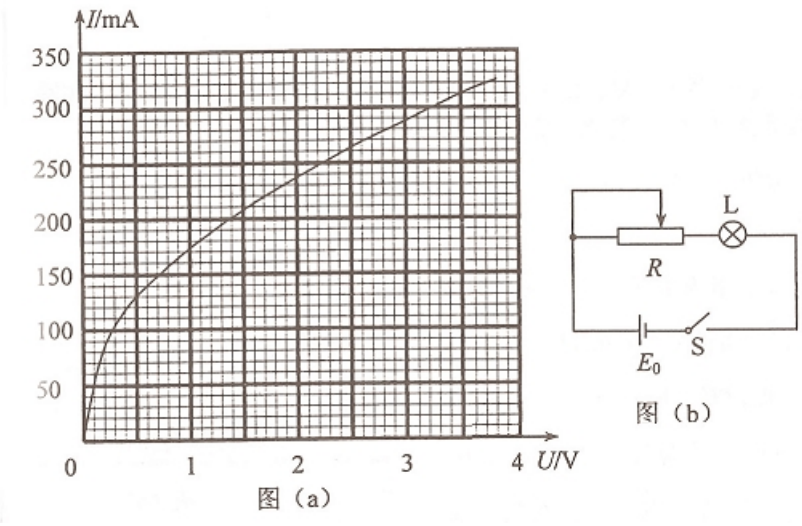
18.(2017·新课标Ⅰ卷·T23)(10 分)

某同学研究小灯泡的伏安特性，所使用的器材有：小灯泡 L(额定电压 3.8 V，额定电流 0.32 A)；电压表 V(量程 3 V，内阻 3 kΩ)；电流表 A (量程 0.5 A，内阻 0.5 Ω)；固定电阻 R_0(阻值 1 000 Ω)；滑动变阻器 R(阻值 0~9.0 Ω)；电源 E(电动势 5 V，内阻不计)；开关 S；导线若干。

(1)实验要求能够实现在 0~3.8 V 的范围内对小灯泡的电压进行测量，画出实验电路原理图。

(2)实验测得该小灯泡伏安特性曲线如图(a)所示。

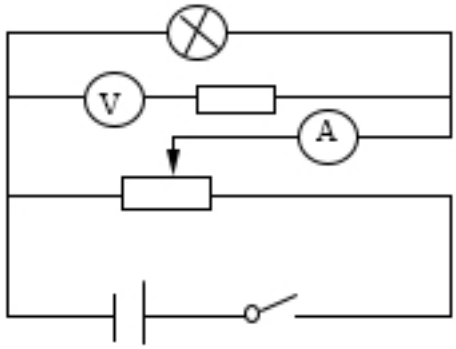
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



由实验曲线可知，随着电流的增加小灯泡的电阻_____(填“增大”“不变”或“减小”)，灯丝的电阻率_____(填“增大”“不变”或“减小”)。

(3)用另一电源 E_0(电动势 4 V，内阻 1.00 Ω)和题给器材连接成图(b)所示的电路，调节滑动变阻器 R 的阻值，可以改变小灯泡的实际功率。闭合开关 S，在 R 的变化范围内，小灯泡的最小功率为_____W，最大功率为_____W。(结果均保留 2 位小数)

【答案】(1)如图所示　　(2)增大　增大　(3)0.39　1.17

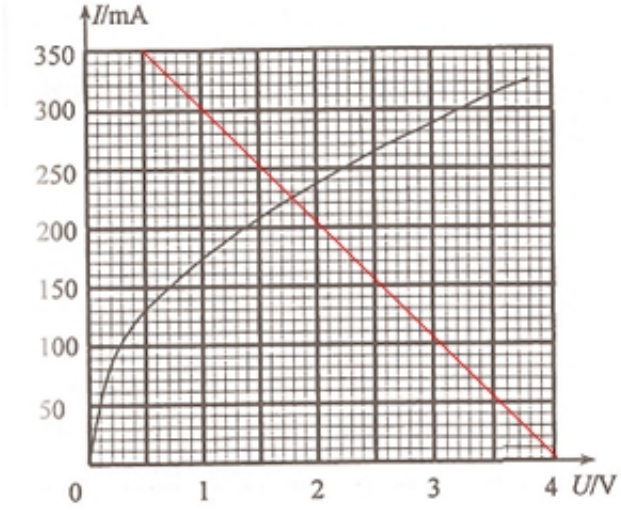


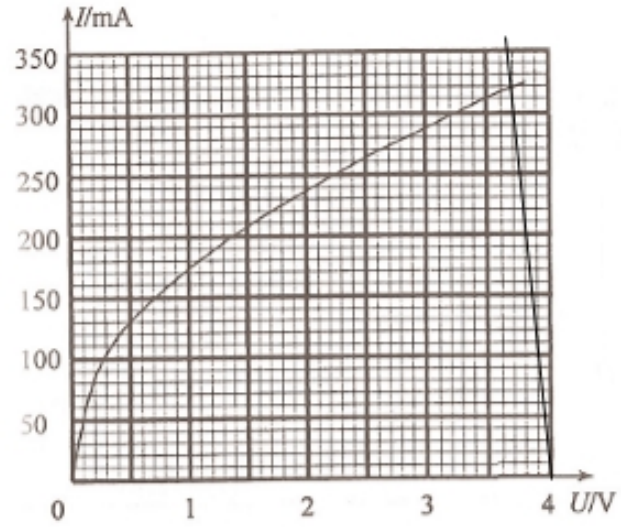
【解析】(1)要求能够实现在 0~3.8 V 的范围内对小灯泡的电压进行测量，故滑动变阻器用分压式接法，小灯泡为小电阻，电流表用外接法，如答案图。

(2)由 I-U 图象知，切线的斜率在减小，故灯泡的电阻随电流的增大而增大，再由电阻定律$R=\rho\frac{l}{S}$知，电阻率增大；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)当滑动变阻器的阻值为 9 Ω 时，电路电流最小，灯泡实际功率最小，此时 E=U+I(r+R)得 U=–10I+4，在图中作出该直线如左图所示，交点坐标约为 U=1.75 V，I=225 mA，P_1=UI=0.39 W；整理得：$I=-\frac{1}{R+r}U+\frac{E}{R+r}$，当直线的斜率最大时，与灯泡的 I–U 曲线的交点坐标最大，即灯泡消耗的功率最大。当滑动变阻器电阻值 R=0 时，灯泡消耗的功率最大，此时交点坐标为 U=3.67 V，I=0.32 A，如右图所示，最大的功率为 P_2=UI=1.17 W。





【考点定位】研究小灯泡的伏安特性曲线

【名师点睛】电路图主要是控制电路、测量电路的连接。小灯泡阻值为小电阻——外接法，电压从 0 开始测量——分压式接法。然后由伏安特性曲线分析阻值的变化，注意纵轴是电流。第(3)问求小灯泡消耗的实际功率较难，因小灯泡的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

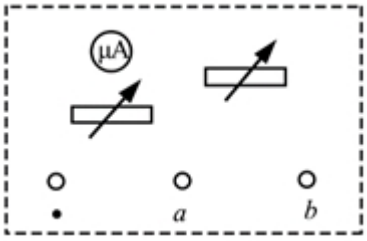
阻值随电流的变化而变化，通过闭合电路的欧姆定律找到小灯泡实际的电流、电压值。

19.(2018·全国 II 卷)某同学组装一个多用电表。可用的器材有：微安表头(量程 100μA 内阻 900Ω)；电阻箱 R_1 (阻值范围 0~999.9Ω)；电阻箱 R_2 (阻值范围 0~99 999.9Ω)；导线若干。

要求利用所给器材先组装一个量程为 1 mA 的直流电流表，在此基础上再将它改装成量程为 3 V 的直流电压表。组装好的多用电表有电流 1 mA 和电压 3 V 两挡。

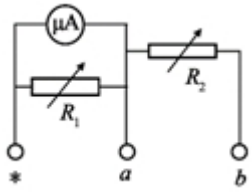
回答下列问题：

(1)在虚线框内画出电路图并标出 R_1 和 R_2，其中*为公共接线柱，a 和 b 分别是电流挡和电压挡的接线柱_____。



(2)电阻箱的阻值R_1 = _____Ω;R_2=_____Ω(保留到个位)

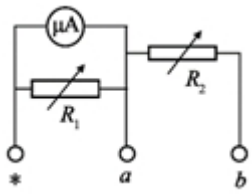
【答案】(1)如图所示



(2)100　2 910

【解析】(1)R_1 的电阻比较小，所以 R_1 与表头并联构成大量程的的电流表，R_2 的阻值比较大，与改装后的电流表串联可充当大量程的电压表，设计电路图如图所示;

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



改装电流表需要并联一个电阻，要改装 1mA 的电流表需要并联的电阻

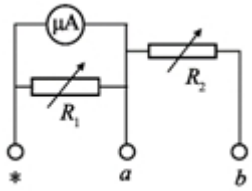
$R_{并}=\frac{I_gR_g}{I-I_g}=\frac{0.1\times900}{1-0.1}=100\Omega$ ，所以选用与变阻箱 R_1 并联，

并联后的总电阻为$R'=90\Omega$

要改装 3V 电压表需要串联电阻，串联电阻的阻值为$R_{串}=\frac{U-U_A}{I}=\frac{3-0.09}{1\times10^{-3}}$

$=2910\Omega$

本题答案是：(1)如图所示



(2)100　　2 910

点睛：利用串并联的关系求解改装电表时需要串联的电阻或者并联的电阻大小。

20.(2016·上海卷·T27)在“用多用表测电阻、电流和电压”的实验中

(1)(多选题)用多用表测电流或电阻的过程中

(A)在测量电阻时，更换倍率后必须重新进行调零

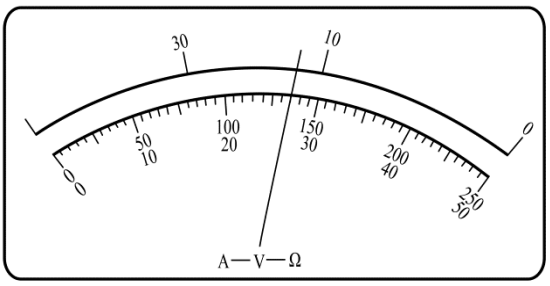
(B)在测量电流时，更换量程后必须重新进行调零

(C)在测量未知电阻时，必须先选择倍率最大挡进行试测

(D)在测量未知电流时，必须先选择电流最大量程进行试测

(2)测量时多用表指针指在如图所示位置。若选择开关处于“10 V”挡，其读数为_ V；若选择开关处于“×10”挡，其读数为_____200 Ω(选填:“大于”，“等于”或“小于”)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1)AD　(2)5.4；小于

【解析】(1)多用电表测量电阻时，更换倍率后都必须重新进行欧姆调零，选项 A 正确；测量电流前需要进行机械调零，更换量程时不需要进行再次调零，选项 B 错误；在测量未知电阻时，必须先用电压表测试电阻内是否带有电源，再大致估计电阻大小选择大致倍率，故选项 C 错误；在测量未知电流时，必须选择电流最大量程进行测试，避免电表烧坏，故选项 D 正确。

(2)若选择开关处于“10V”挡，则电表的最小刻度为 0.2v，此时读数为 5.4v；若选择开关处于“×10”挡，欧姆表的中央刻度为 15，此时指针指示未知小于 15，所以读数应该小于 150Ω，故小于 200Ω。

【考点定位】多用电表的使用

【方法技巧】会规范使用多用电表，能正确读出多用电表的示数，是解决本题的关键，在平时实验训练过程中要多加注意规范操作和正确使用。

21.(2016·全国新课标Ⅱ卷·T23)某同学利用图(a)所示电路测量量程为 2.5 V 的电压表V的内阻(内阻为数千欧姆)，可供选择的器材有：电阻箱 R(最大阻值 99 999.9 Ω)，滑动变阻器 R_1(最大阻值 50 Ω)，滑动变阻器 R_2(最大阻值 5 kΩ)，直流电源 E(电动势 3 V)。开关 1 个，导线若干。

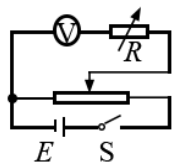


图 (a)

实验步骤如下

①按电路原理图(a)连接线路；

②将电阻箱阻值调节为 0，将滑动变阻器的滑片移到与图(a)中最左端所对应的位置，闭合开关 S；

③调节滑动变阻器，使电压表满偏；

④保持滑动变阻器滑片的位置不变，调节电阻箱阻值，使电压表的示数为 2.00 V，记下电阻箱的阻值。

回答下列问题：

(1)试验中应选择滑动变阻器_____(填“R_1”或“R_2”)。

(2)根据图(a)所示电路将图(b)中实物图连线。

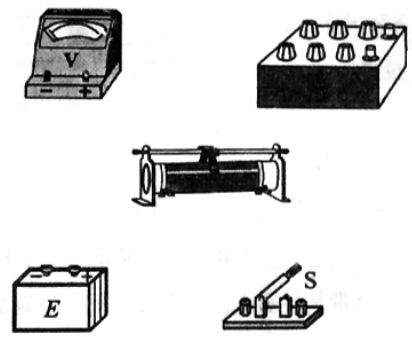


图 (b)

(3)实验步骤④中记录的电阻箱阻值为 630.0 Ω，若认为调节电阻箱时滑动变阻器上的分压不变，计算可得电压表的内阻为_____Ω(结果保留到个位)。

(4)如果此电压表是由一个表头和电阻串联构成的，可推断该表头的满刻度电流为_____(填正确答案标号)。

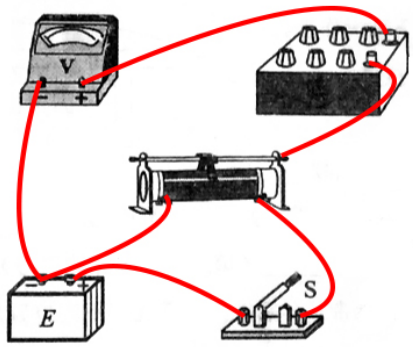
A.100 μA　　B.250 μA　　C.500 μA　　D.1 mA

【答案】(1)R_1　(2)连线如下图　(3)2 520　(4)D

【解析】(1)本实验利用了半偏法测电压表的内阻，实验原理为接入电阻箱的时候电路的总电阻减小的不太大，故需要滑动变阻器为小电阻，故选 R，可减小实验误差。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)滑动变阻器为分压式，连接实物电路如图所示：



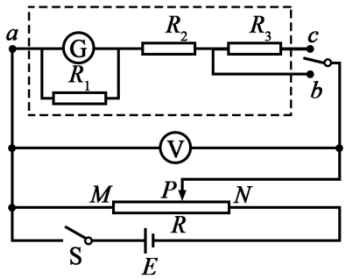
(3)电压表的内阻 R_V 和 R 串联，分压为 2.00 V 和 0.50 V，则 $R_V = 4R = 2\,520\ \Omega$ 。

(4)电压表的满偏电流 $I_g = \dfrac{U}{R_V} = \dfrac{2.5}{2\,520}\text{A} \approx 1\text{ mA}$ ，故选 D。

【考点定位】半偏法测电压表的内阻

【名师点睛】此题考查测量电压表内阻以及电表的改装问题；实验是在课本上的“半偏法”的基础上略加改编而成的，考查考生对实验原理的理解及迁移运用能力，解题关键是要搞清实验的原理及实验的步骤；实物图连线也是经常做的题目，比较简单。

22.(2016·海南卷·T12)某同学改装和校准电压表的电路图如图所示，图中虚线框内是电压表的改装电路。



(1)已知表头 G 满偏电流为 100 μA，表头上标记的内阻值为 900 Ω。R_1、R_2 和 R_3 是定值电阻。利用 R_1 和表头构成 1 mA 的电流表，然后再将其改装为两个量程的电压表。若使用 a、b 两个接线柱，电压表的量程为 1 V；若使用 a、c 两个接

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

线柱，电压表的量程为 3 V。则根据题给条件，定值电阻的阻值应选 R_1=_____Ω，R_2=_____Ω，R_3=_____Ω。

(2)用量程为 3 V，内阻为 2 500 Ω 的标准电压表Ⓥ对改装表 3 V 挡的不同刻度进行校准。所用电池的电动势 E 为 5 V；滑动变阻器 R 有两种规格，最大阻值分别为 50 Ω 和 5 kΩ。为方便实验中调节电压，图中 R 应选用最大阻值为_____Ω 的滑动变阻器。

(3)校准时，在闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑动端 P 应靠近_____(填“M”或“N”)端。

(4)若由于表头 G 上标记的内阻值不准，造成改装后电压表的读数比标准电压表的读数偏小，则表头 G 内阻的真实值_____(填“大于”或“小于”)900 Ω。

【答案】(1)100　910　2 000　(2)50　(3)M　(4)大于

【解析】(1)根据题意，R_1 与表头 G 构成 1 mA 的电流表，则 $I_gR_g=(I-I_g)R_1$，得 R_1=100 Ω；若使用 a、b 两个接线柱，电压表的量程为 1 V，则 $R_2=\frac{U_{ab}-I_gR_g}{I}$=910 Ω；

若使用 a、c 两个接线柱，电压表的量程为 3 V，则 $R_3=\frac{U_{ac}-I_gR_g}{I}-R_2$=2 000 Ω。

(2)电压表与改装电表并联之后，电阻小于 2500Ω，对于分压式电路，要求滑动变阻器的最大阻值小于并联部分，同时还要便于调节，故滑动变阴器选择小电阻，即选择 50Ω 的电阻。

(3)在闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑动端 P 应靠近 M 端，使并联部分分压为零，起到保护作用。

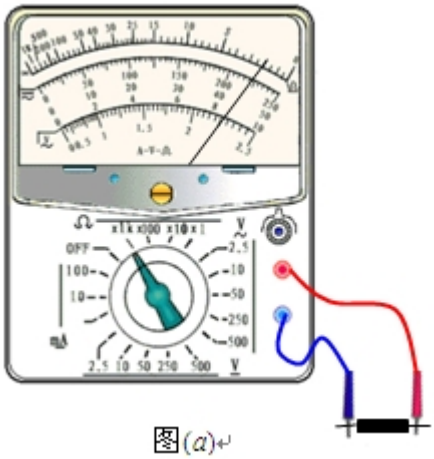
(4)造成改装后电压表的读数比标准电压表的读数偏小，说明通过表头 G 的电流偏小，则实际电阻偏大，故表头 G 内阻的真实值大于 900Ω。

【考点定位】把电流表改装成电压表

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题考查了求电阻阻值、实验器材的选择、电路故障分析，知道电流表的改装原理、分析清楚电路结构、应用串并联电路特点与欧姆定律即可正确解题。

23.(2011·安徽卷)(1)某同学实用多用电表粗略测量一定值电阻的阻值，先把选择开关旋到“×1k”挡位，测量时针偏转如图(a)所示。请你简述接下来的测量过程：



图(a)

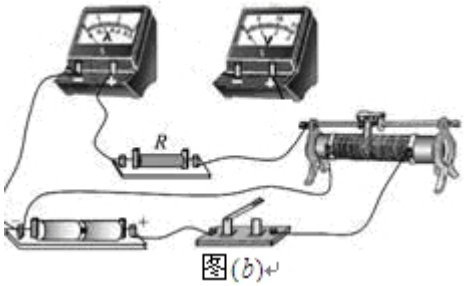
①_____；

②_____；

③_____；

④测量结束后，将选择开关旋到“OFF”挡。

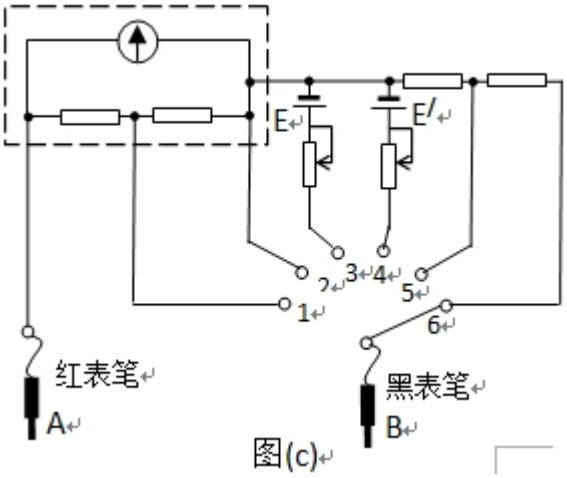
(2)接下来采用“伏安法”较准确地测量该电阻的阻值，所用实验器材如图(b)所示。其中电压表内阻约为 5k ，电流表内阻约为 5 。图中部分电路已经连接好，请完成实验电路的连接。



图(b)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

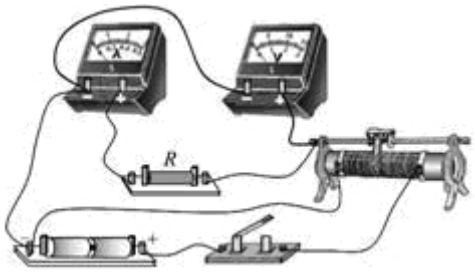
(3)图(c)是一个多量程多用电表的简化电路图，测量电流、电压和电阻各有两个量程。当转换开关 S 旋到位置 3 时，可用来测量_____ ；当 S 旋到位置_____时，可用来测量电流，其中 S 旋到位置_____ 时量程较大。



图(c)

【答案】(1)①断开待测电阻，将选择开关旋到“×100”挡；②将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向“0Ω”；③再接入待测电阻，将指针示数×100，即为待测电阻阻值。

(2)如图所示(3)电阻　　1　　2　　1



【解析】(1)①断开待测电阻，将选择开关旋到“×100”挡；

②将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向“0Ω”；

③再接入待测电阻，将指针示数×100，即为待测电阻阻值。

(2)由题可知待测电阻约几百殴，比较大，采用电流表内接法，误差较小.如图乙所示.

(3)当转换开关 S 旋到位置 3 时，电源与两并联电阻串联，构成欧姆表，可测量电阻.当 S 旋到位置 1、2 时，电流表与电阻并联，可用来测量电流.S 旋到位置 1

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

时，量程$I=I_g+\frac{I_g\left(R_1+R_g\right)}{R_2}$，S 旋到位置 2 时，量程$I=I_g+\frac{I_gR_g}{R_1+R_2}$，可见，S 旋到位置 1 时，量程较大.

【考点定位】伏安法测电阻

24.(2011·北京卷·T21)用如图 1 所示的多用电表测量电阻，要用到选择开关 K 和两个部件 S、T。请根据下列步骤完成电阻测量:

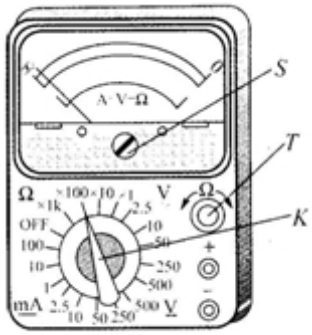


图 1

(1)旋动部件_____，使指针对准电流的“0刻线”。

(2)将K旋转到电阻挡“×l00”的位置。

(3)将插入“+”、“—”插孔的表笔短接，旋动部件_____，使指针对准电阻的_____ (填“0刻线”或“∞刻线”)。

(4)将两表笔分别与侍测电阻相接，发现指针偏转角度过小。为了得到比较准确的测量结果，请从下列选项中挑出合理的步骤，并按_____的顺序避行操作，再完成读数测量。

A.将K旋转到电阻挡“×1k”的位置

B.将K旋转到电阻挡“×10”的位置

C.将两表笔的金属部分分别与被测电阻的两恨引线相接

D.将两表笔短接，旋动合适部件，对电表进行校准

【答案】(1)S　(3)T；0 刻线；(4)ADC

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】首先要对表盘机械校零，所以旋动部件是 S。接着是欧姆调零，将“+”、“一”插孔的表笔短接，旋动部件 T，让表盘指针指在最右端零刻度处。当两表笔分别与待测电阻相接，发现指针偏转角度过小，为了得到比较准确的测量结果，必须将指针在中间刻度附近，所以要将倍率调大。原因是指针偏转小，则说明刻度盘值大，现在要指针偏大即刻度盘值要小，则只有调大倍率才会实现。所以正确顺序 ADC。

【考点定位】多用电表的原理及其使用

25.(2011·全国卷·T23)使用多用电表测量电阻时，多用电表内部的电路可以等效为一个直流电源(一般为电池)、一个电阻和一表头相串联，两个表笔分别位于此串联电路的两端。现需要测量多用电表内电池的电动势，给定的器材有：待测多用电表，量程为 60 mA 的电流表，电阻箱，导线若干。实验时，将多用电表调至×1 Ω 挡，调好零点；电阻箱置于适当数值。完成下列填空：

(1)仪器连线如图 1 所示(a 和 b 是多用电表的两个表笔)。若两电表均正常工作，则表笔 a 为_____(填“红”或“黑”)色；

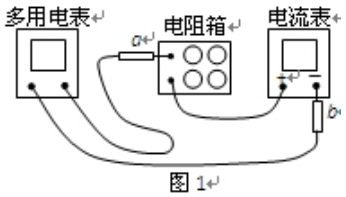


图 1

(2)若适当调节电阻箱后，图 1 中多用电表、电流表与电阻箱的示数分别如图 2(a)，(b)，(c)所示，则多用电表的读数为_____Ω，电流表的读数为_____mA，电阻箱的读数为_____Ω。

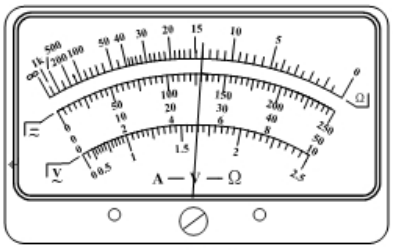


图 2(a)

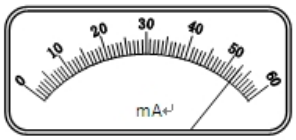


图 2(b)

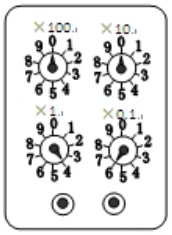


图 2(c)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)将图 1 中多用电表的两表笔短接，此时流过多用电表的电流为_____mA；(保留 3 位有效数字)

(4)计算得到多用电表内电池的电动势为_____V。(保留 3 位有效数字)

【答案】(1)黑；(2)14.0，53.0，4.6；(3)102；(4)1.54

【解析】(1)多用电表在使用时必须使电流从红表笔(正接线往)流进，黑表笔(负接线往)流出，串联的电流表也必须使电流从正接线往流进，负接线柱流出，所以可以判断电流是从 a 表笔流出的为黑表笔。

(2)多用电表用×1 倍率测量，读数为：14.0×1=14.0Ω。电流表的量程是 60mA，所以不能在表盘上直接读数，需要改装为 10，20，30，40，50，60 的表盘，然后读数为：53.0mA。

电阻箱的读数为：0×100+0×10+4×1+6×0.1=4.6Ω。

(3)(4)多用电表测量电阻的原理是闭合电路的欧姆定律，多用电表内部的电路等效的直流电源(一般为电池)、电阻、表头与待测电阻串联，当表头短接时电路电流最大为表头的满偏电流 $I_g=\dfrac{E}{r+R+r_g}$，将 R_g 取为 $r+r_g+R$ 为多用电表的内阻，当待测电阻等于 R_g 时，这时表头半偏，表针指在欧姆表盘的中值上，所以 R_g 又称为中值电阻.当选择×1 倍率测量时中值电阻直接在欧姆表盘上读数为 15Ω.在(2)中多用电表外的电阻为多用电表的读数 14.0Ω，干路电流是 53.0mA，则电源电动势是

$$E=I(R_{内}+R_{外})=0.053\times(15+14)=1.537\text{V}$$

则满偏电流 $I_g=\dfrac{E}{R_g}=\dfrac{1.54}{15}=102mA$.

【考点定位】多用电表的原理及其使用

26.(2011·重庆卷)某电动机的三组线圈①、②、③阻值相同，均为几欧姆，接法可能是图 1 中甲、乙两种之一，A、B 和 C 是外接头。现有一组线圈断路，维修

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

人员通过多用电表测量外接头之间的电阻来判断故障，若测量 A 和 B 之间、B 和 C 之间、A 和 C 之间的电阻时，多用电表指针偏转分别如图 2(a)、(b)、(c)所示，则测量中使用的欧姆挡的倍率是____(填×1 、×10 、×100 或×1k)，三组线圈的接法是____(填甲或乙)，断路线圈是_____(填①、②或③)。

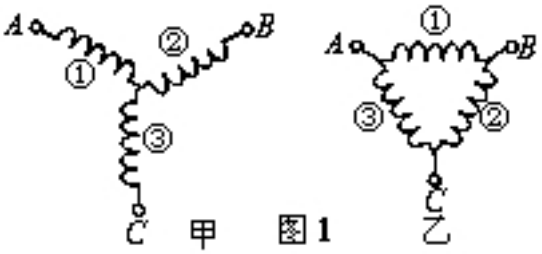


图 1

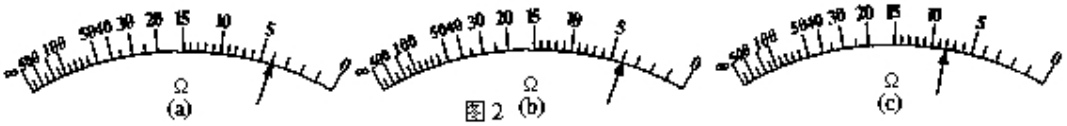


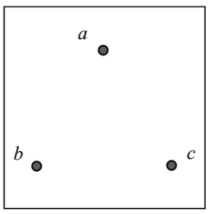
图 2

【答案】×1，乙，③；

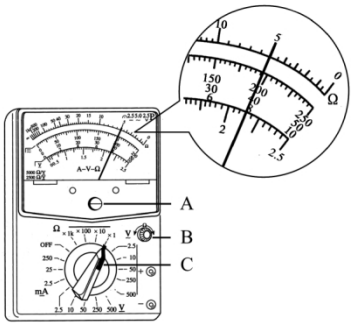
【解析】由于所测电阻均为几欧姆，串联后还是几欧姆，所以欧姆挡的倍率选择×1；所测值分别是 4Ω、4Ω 和 8Ω，说明接法是乙，断路的是③.因为采用甲接法时测量值应该有两个是无穷大，一个是 8Ω

【考点定位】多用电表 。

27.(2012·江苏卷)如题10-1 图所示的黑箱中有三只完全相同的电学元件，小明使用多用电表对其进行探测.



(题10-1图)



(题10-2图)

(1)在使用多用电表前，发现指针不在左边“0刻度线”处，应先调整题10-2 图中多用电表的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

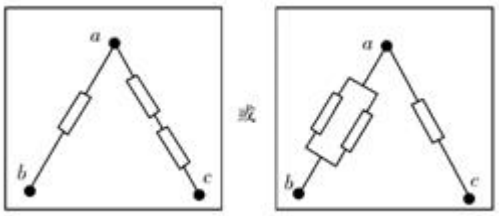
_____(选填“A”、“B”或“C”).

(2)在用多用电表的直流电压挡探测黑箱a、b 接点间是否存在电源时，一表笔接a，另一表笔应 _____(选填“短暂”或“持续”)接b，同时观察指针偏转情况.

(3)在判定黑箱中无电源后，将选择开关旋至“×1挡”，调节好多用电表，测量各接点间的阻值. 测量中发现，每对接点间正反向阻值均相等，测量记录如下表. 两表笔分别接a、b时，多用电表的示数如题10-2 图所示.请将记录表补充完整，并在答题卡的黑箱图中画出一种可能的电路.

两表笔接的接点	多用电表的示数
a,b	▲ Ω
a,c	10.0 Ω
b,c	15.0 Ω

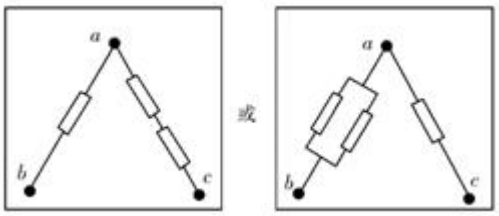
【答案】(1)A(2)短暂(3)5.0Ω　如图所示



【解析】(1)A 为机械调零旋钮、B 为电阻调零旋钮、C 为挡位旋钮，在使用多用电表前，发现指针不在左边应进行机械调零，调节 A 旋钮。

(2)为防止电流过大烧坏电表，表笔应短暂接 b。

(3) 电表的示数为 5Ω，电阻分布可能如图所示。

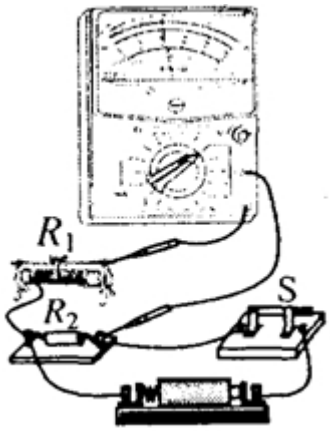


【考点定位】本题考查黑箱实验　万用表使用及其相关知识

28.(2012·上海卷·T27)在练习使用多用表的实验中

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)某同学连接的电路如图所示。



①若旋转选择开关，使其尖端对准直流电流挡，此时测得的是通过_____的电流；

②若断开电路中的电键，旋转选择开关使其尖端对准欧姆挡，此时测得的是_____的阻值；

③若旋转选择开关，使其尖端对准直流电压挡，闭合电键，并将滑动变阻器的滑片移至最左端，此时测得的是_____两端的电压。

(2)(单选)在使用多用表的欧姆挡测量电阻时，若　　(　　)

(A)双手捏住两表笔金属杆，测量值将偏大

(B)测量时发现指针偏离中央刻度过大，则必需减小倍率，重新调零后再进行测量

(C)选择“×10”倍率测量时发现指针位于 20 与 30 正中间，则测量值小于 25Ω

(D)欧姆表内的电池使用时间太长，虽能完成调零，但测量值将略偏大

【答案】(1)①R_1，②R_1+R_2，③R_2 (2)D

【解析】(1)①作为电流表测电流时与待测电阻串联因此测流过 R_1 有电流；②断开电键，两个电阻串联，此时多用电表做为欧姆表测量的是两个电阻 R_1 与 R_2 串联之后的总电阻；③滑动变阻器移到最左端时，R_1 被短路，外电阻就剩一个 R_2，此时电压表测得就是 R_2 分得的电压或路端电压。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)若双手捏住两表笔金属杆，测量值将是人体与待测电阻并联之后的总电阻因此偏小，A 选项不对；

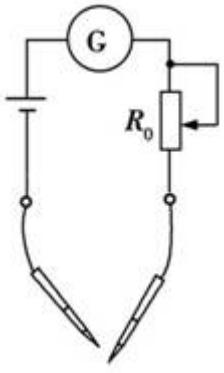
测量时发现指针偏离中央刻度过大，分两种情况：若偏转角过大应减小倍率，若偏转角过小应增大倍率，因此 B 选项不对；

由于欧姆表刻度右侧稀左侧密，因此在 20 与 30 正中间应小于 25，但由于是“×10”倍率因此测量值应小于 250Ω，C 选项不对；

因此只有 D 选项正确

【考点定位】本题考查多用电表的使用及其相关知识

29.(2015·上海卷·T27)如图是一个多用表欧姆挡内部电路示意图。电流表满偏电流 0.5mA、内阻 10Ω；电池电动势 1.5V、内阻 1Ω；变阻器 R_0 阻值 0-5000Ω。



(1)该欧姆表的刻度值是按电池电动势为 1.5V 刻度的，当电池的电动势下降到 1.45V、内阻增大到 4Ω 时仍可调零。调零后 R_0 阻值将变_____(选填“大”或“小”)；若测得某电阻阻值为 300Ω，则这个电阻的真实值是_____Ω

(2)该欧姆表换了一个电动势为 1.5V，内阻为 10Ω 的电池，调零后测量某电阻的阻值，其测量结果_____(选填“偏大”或“偏小”或“准确”)

【答案】(1)小；290(2)准确

【解析】(1)由闭合电路欧姆定律：$I_g=\frac{E}{R_g+r+R_0}$ 得：$R_0=\frac{E}{I_g}-R_g-r$，因为式中 E 变小，r 变大，故 R_0 将减小，因为该欧姆表的刻度是按电池电动势为 E＝1.5V

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

刻度的。测得某电阻阻值为 300Ω 时，电流表中的电流 $I=\frac{E}{R+R_\Omega}$，其他 $R_\Omega=\frac{E}{I_g}$，

当电池电动势下降到 E'＝1.45V 时，此时欧姆表的内阻 $R_\Omega=\frac{E'}{I_g}$，由闭合电路欧姆

定律得 $I=\frac{E'}{R'+R_\Omega'}$，解得真实值 R'＝290Ω。

(2)该欧姆表换了一个电动势为 1.5V，内阻为 10Ω 的电池，调零后测量某电阻的阻值的测量结果准确，因为电源的内阻的变化，可以通过调零电阻的阻值的变化来抵消。

【考点定位】多用表的应用

30.(2013·海南卷)某同学将量程为 200μA、内阻为 500Ω 的表头 μA 改装成量程为 1mA 和 10mA 的双量程电流表，设计电路如图(a)所示。定值电阻 R_1=500Ω，R_2 和 R_3 的值待定，S 为单刀双掷开关，A、B 为接线柱。回答下列问题：

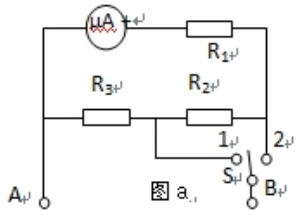


图 a

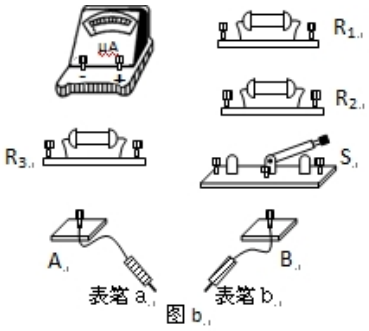


图 b

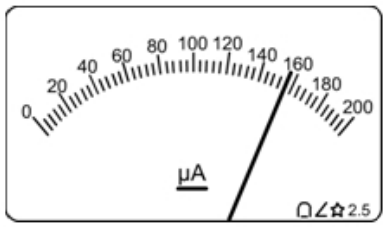


图 c

(1)按图(a)在图(b)中将实物连线；

(2)表笔的颜色为_____色(填“红”或“黑”)

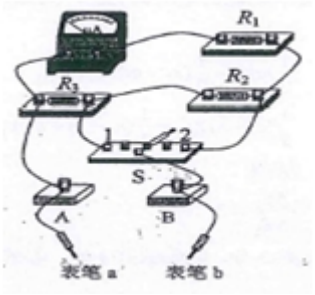
(3)将开关 S 置于“1”挡时，量程为_____mA；

(4)定值电阻的阻值 R_2=_____Ω，R_3=_____Ω。(结果取 3 位有效数字)

(5)利用改装的电流表进行某次洞里时，S 置于“2”挡，表头指示如图(c)所示，则所测量电流的值为___mA。

【答案】(1)如图所示　(2)黑　　(3)10　　(4)225　25.0　(5)0.780(0.78 同样给分)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】(1)实物连线图见答案；

(2)红表笔接电源的正极，电流由红表笔流入，由电路图(a)可看出表头右侧为正极，故表笔 a 为黑表笔；

(3)将开关 S 置于“1”挡时，表头跟 R_1、R_2 串联后再跟 R_3 并联，将开关 S 置于“2”挡时，表关跟 R_1 串联后再跟 R_2、R_3 并联，故前者的量程较大，故开关置于“1”挡时置程为 $I_1=10mA$

(4)由于(3)问的分析。结合欧姆定律可知，

开关 S 置于“1”挡时，有 $I_g(R_g+R_1+R_2)=(I_1-I_g)R_3$

开关 S 置于“2”挡时，有 $I_g(R_g+R_1)=(I_2-I_g)(R_2+R_3)$

代入数据可得：$R_2=225\Omega$，$R_3=25.0\Omega$

(5)置于“2”挡时，量程为 1mA 的表头为 156 μA，

故所测量电流的值为 $\frac{156}{200}\times 1mA=0.780mA$

【考点定位】考查万用电表的原理及其应用，综合性较强，重在理解能力的考查。

31.(2011·海南卷)图 1 是改装并校准电流表的电路图，已知表头 μA 的量程为 Ig=600μA 内阻为 Rg，mA 是标准电流表，要求改装后的电流表量程为 I=60mA。完成下列填空。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

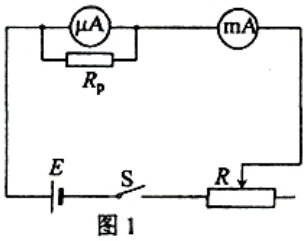


图 1

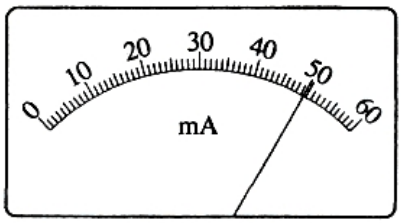


图 2

(1)图 1 中分流电阻 R_P 的阻值为_____(用 I_g、R_g、和 I 表示)

(2)在电表改装成后的某次校准测量中，mA表的示数如图所示，由此读出流过mA电流表的电流为_____mA.此时流过分流电阻 R_P 的电流为_____mA(保留一位小数)。

【答案】(1) $\frac{I_g R_g}{I-I_g}$ (2)49.5　49.0

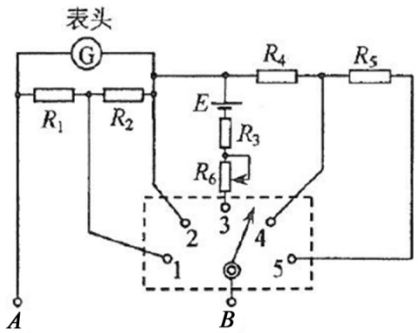
【解析】(1)当表头μA满偏时，表头μA的满偏电压 $U_g = I_g R_g$，此时分流电阻 R_P 的电流 $I_P = I - I_g$，分流电阻 R_P 的阻值 $R_p = \frac{U_g}{I_P} = \frac{I_g R_g}{I-I_g}$

(2)读数应注意最小分度为 1mA，准确值为 49mA，应加上 0.5mA 的估计值；此时流过表头μA的电流为495μA，此时流过分流电阻 R_P 的电流 $I_P = I - I_1 = 49.0mA$

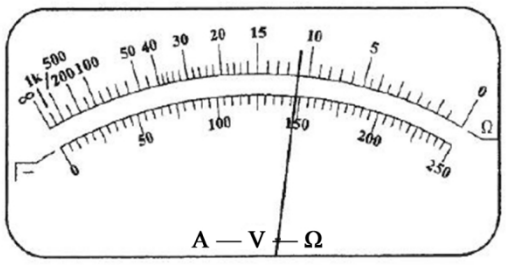
【考点定位】电表的改装

32.(2017·新课标III卷)图(a)为某同学组装完成的简易多用电表的电路图。图中 E 是电池；R_1、R_2、R_3、R_4 和 R_5 是固定电阻，R_6 是可变电阻；表头 G 的满偏电流为 250 μA，内阻为 480 Ω。虚线方框内为换挡开关，A 端和 B 端分别与两表笔相连。该多用电表有 5 个挡位，5 个挡位为：直流电压 1 V 挡和 5 V 挡，直流电流 1 mA 挡和 2.5 mA 挡，欧姆×100 Ω 挡。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）



图（b）

(1)图(a)中的 A 端与_____(填“红”或“黑”)色表笔相连接。

(2)关于 R_6 的使用，下列说法正确的是_____(填正确答案标号)。

A.在使用多用电表之前，调整 R_6 使电表指针指在表盘左端电流“0”位置

B.使用欧姆挡时，先将两表笔短接，调整 R_6 使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置

C.使用电流挡时，调整 R_6 使电表指针尽可能指在表盘右端电流最大位置

(3)根据题给条件可得 R_1+R_2=_____Ω，R_4=_____Ω。

(4)某次测量时该多用电表指针位置如图(b)所示。若此时 B 端是与“1”相连的，则多用电表读数为_____；若此时 B 端是与“3”相连的，则读数为_____；若此时 B 端是与“5”相连的，则读数为_____。(结果均保留 3 位有效数字)

【答案】(1)黑　(2)B　(3)160　880　(4)1.47 mA(或 1.48 mA)　1 100 Ω　2.95V

【解析】(1)与多用电表内电源正极相连的是黑表笔。

(2)R_6 是可变电阻，它的作用是欧姆表调零，使用欧姆挡时，先将两表笔短接，调整 R_6 使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置。

(3)B 端与“2”相连时，是量程较小的电流表，所以 $R_1+R_2=\dfrac{I_gR_g}{I_1-I_g}=160\ \Omega$；B 端与“4”相连时，是量程较小的电压表，所以 $R_4=\dfrac{U_1-I_gR_g}{I_1}=880\ \Omega$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)若此时 B 端与1”相连，多用电表是量程为 2.5 mA 的电流表，则读数为 1.47 mA；若此时 B 端与“3”相连，多用电表是欧姆×100 Ω 挡，则读数为 1 100 Ω；若此时 B 端与“5”相连，多用电表是量程为 5 V 的电压表，则读数为 2.95 V。

【考点定位】多用电表的使用、电表的改装

【名师点睛】会规范使用多用电表，能正确读出多用电表的示数，是解决本题的关键。在平时实验训练过程中要多加注意规范操作和器材的正确使用方法，多用电表的读数，重点是分清测量的物理量不同，读数方法不同。

33.(2018·天津卷·T11)某同学用伏安法测定待测电阻 R_x 的阻值(约为 10 kΩ)，除了 R_x，开关 S、导线外，还有下列器材供选用：

A.电压表(量程 0~1 V，内阻约为 10 kΩ)

B.电压表(量程 0~10 V，内阻约为 100 kΩ)

C.电流表(0~1 mA 内阻约为 30 Ω)

D.电流表(0~0.6 A，内阻约为 0.05 Ω)

E.电源(电动势 1.5 V，额定电流 0.5 A，内阻不计)

F.电源(电动势 12 V，额定电流 2 A，内阻不计)

G.滑动变阻器 R_0(阻值范围 0~10 Ω，额定电流 2 A)

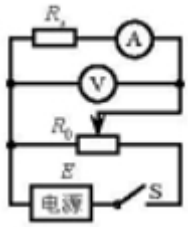
①为使测量尽量准确，电压表选用_____，电流表选用_____，电源选用_____。(均填器材的字母代号)；

②画出测量 R_x 阻值的实验电路图_____。

③该同学选择器材、连接电路和操作均正确，从实验原理上看，待测电阻测量值会_____其真实值(填“大于”“小于”或“等于”)，原因是

_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

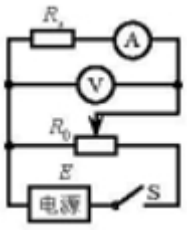
【答案】B　C　F　 

大于　电压表的读数大于待测电阻两端实际电压(其他正确表述也可)

【解析】试题分析：由于本题的被测电阻达到 10kΩ，所以电源要选择电动势大的，然后根据电路电流选择电流表，电压表；若采用限流接法，则电路中电流和电压变化不明显，故采用滑动变阻器的分压接法，根据$\frac{R_V}{R_x}$和$\frac{R_x}{R_A}$的关系分析电流表的接法；根据电流表的接法判断实验误差所在；

①若选用电源 1.5V，由于被测电阻很大，电路中电流非常小，不利于实验，即电源选用 12V 的，即 F；则电压表就应该选取 B；电路中的最大电流为$I=\frac{12}{10000}=1.2mA$，故选用电流表 C；

②因为给的滑动变阻器的最大阻值只有 10Ω，若采用限流接法，则电路中电流和电压变化不明显，故采用滑动变阻器的分压接法，由于$\frac{R_V}{R_x}<\frac{R_x}{R_A}$，所以采用电流表内接法，电路图如图所示，



③由于电流表的分压，导致电压测量值偏大，而电流准确，根据$R_X=\frac{U}{I}$可知测量值偏大；

【点睛】

滑动变阻器的分压和限流接法的区别和选用原则：

区别：(1)限流接法线路结构简单，耗能少；(2)分压接法电压调整范围大，可以从 0 到路端电压之间连续调节；

选用原则：(1)优先限流接法，因为它电路结构简单，耗能较少；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)下列情况之一者，须采用分压接法：

①当测量电路的电阻远大于滑动变阻器阻值，采用限流法不能满足要求时(本题就是该例子)；

②当实验要求多测几组数据(电压变化范围大)，或要求电压从零开始调节；

③电源电动势比电压表量程大得多，限流法滑动变阻器调到最大仍超过电压表量程时。

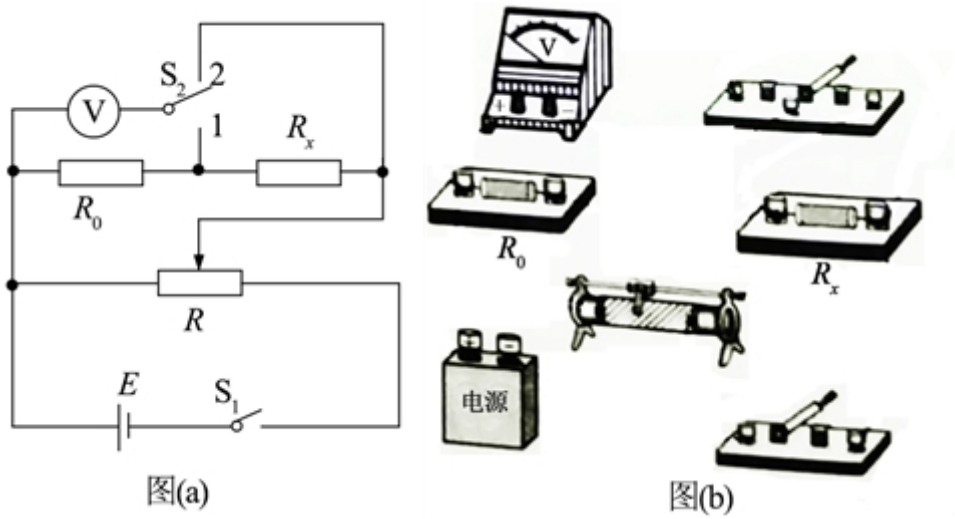
电流表内接和外接的选用：

当$R_x >> R_A$时，宜采用内接法，即大电阻用内接法；

当$R_x << R_V$时，宜采用外接法，即小电阻用外接法；可记忆为“大内，小外”。

34.(2018·全国 III 卷)一课外实验小组用如图所示的电路测量某待测电阻 R_x 的阻值，图中 R_0 为标准定值电阻(R_0=20.0 Ω)；○V可视为理想电压表。S_1 为单刀开关，S_2 位单刀双掷开关，E 为电源，R 为滑动变阻器。采用如下步骤完成实验：

(1)按照实验原理线路图(a)，将图(b)中实物连线_____；



(2)将滑动变阻器滑动端置于适当位置，闭合 S_1；

(3)将开关 S_2 掷于 1 端，改变滑动变阻器动端的位置，记下此时电压表○V的示数 U_1；然后将 S_2 掷于 2 端，记下此时电压表○V的示数 U_2；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

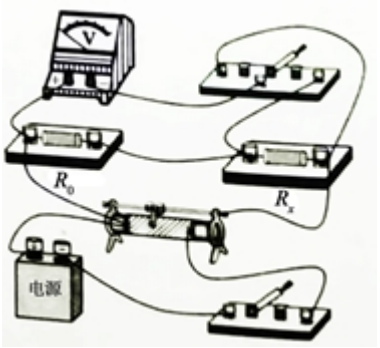
(4)待测电阻阻值的表达式 R_x=_____(用 R_0、U_1、U_2 表示)；

(5)重复步骤(3)，得到如下数据：

	1	2	3	4	5
U_1/V	0.25	0.30	0.36	0.40	0.44
U_2/V	0.86	1.03	1.22	1.36	1.49
$\frac{U_2}{U_1}$	3.44	3.43	3.39	3.40	3.39

(6)利用上述 5 次测量所得$\frac{U_2}{U_1}$的平均值，求得 R_x=_____Ω。(保留 1 位小数)

【答案】如图所示：



$\left(\frac{U_2}{U_1}-1\right)R_0$ 48.2

【解析】本题主要考查电阻测量、欧姆定律、电路连接研及其相关的知识点。

开关 S_2 掷于 1 端，由欧姆定律可得通过 R_x 的电流 $I=U_1/R_0$，将开关 S_2 掷于 2 端，R_0 和 R_x 串联电路电压为 U_2，R_x 两端电压为 $U=U_2-U_1$，由欧姆定律可得待测电阻阻值 $R_x=U/I=\frac{U_2-U_1}{U_1}$

$R_0=(\frac{U_2}{U_1}-1)R_0$。

5 次测量所得$\frac{U_2}{U_1}$的平均值,(3.44+3.43+3.39+3.40+3.39)=3.41，代入 $R_x=(\frac{U_2}{U_1}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

-1)R_0=(3.41-1)×20.0Ω=48.2Ω。

35.(2016·北京卷)热敏电阻常用于温度控制或过热保护装置中。图 1 为某种热敏电阻和金属热电阻的阻值 R 随温度 t 化的示意图。由图可知，这种热敏电阻在温度上升时导电能力_____(选填“增强”或“减弱”)；相对金属热电阻而言，热敏电阻对温度变化的影响更_____(选填“敏感”或“不敏感”)。

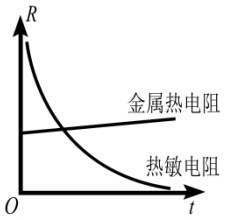
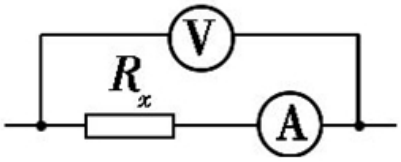


图1

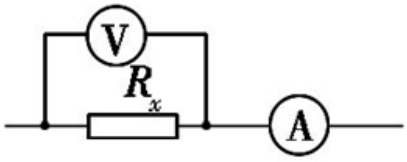
【答案】增强　敏感

【解析】温度越高，热敏电阻的阻值越小，即对电流的阻碍作用越小，故导电能力增强；根据图像可知，热敏电阻在相同的温度范围内变化时，阻值变化越大，故其对温度敏感。

36.(2014·新课标全国卷II)在伏安法测电阻的实验中，待测电阻 R_x 约为 200Ω，电压表 V 的内阻约为 2kΩ，电流表 A 的内阻约为 10Ω，测量电路中电流表的连接方式如图(a)或图(b)所示，计算结果由 $R_x=\frac{U}{I}$ 计算得出，式中 U 与 I 分别为电压表和电流表的读数；若将图(a)和图(b)中电路测得的电阻值分别记为 R_{x1} 和 R_{x2}，则 ① (填“R_{x1}”或“R_{x2}”)更接近待测电阻的真实值，且测量值 R_{x1} ② (填“大于”、“等于”或“小于”)真实值，测量值 R_{x2} ③ (填“大于”、“等于”或“小于”)真实值。



图(a)



图(b)

【答案】①R_{x1}　②大于　③小于

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】因为$\frac{R_V}{R_x}=\frac{2000}{200}=10$，而$\frac{R_x}{R_A}=\frac{200}{10}=20$，故可认为$R_x>>R_A$，故应采用图 a 电路测量更准确，即$R_{x1}$更接近待测电阻的真实值；因为$R_{x1}=\frac{U}{I}$，$R_{真}=\frac{U_R}{I_R}$，$U>U_R$，$I=I_R$，则$R_{x1}>R_{真}$，即测量值$R_{x1}$大于真实值；因为$R_{x2}=\frac{U}{I}$，$R_{真}=\frac{U_R}{I_R}$，$U=U_R$，$I>I_R$，则$R_{x2}<R_{真}$，即测量值$R_{x2}$小于真实值；

【考点定位】伏安法测电阻。

【知识拓展】(a)中由于电流表的分压作用故使得测量值偏大，事实上$R_{测}=R_{真}+R_A$；(b)图中由于电压表的分流作用使得测量值偏小，事实上$R_{测}=\frac{R_{真}R_V}{R_{真}+R_V}$。

37.(2014·浙江卷)小明对 2B 铅笔芯的导电性能感兴趣，于是用伏安法测量其电阻值。

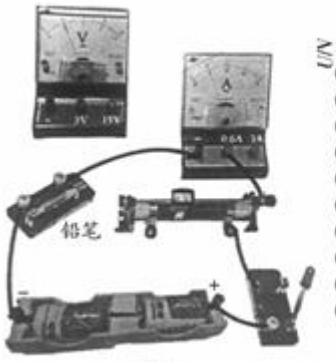


图1

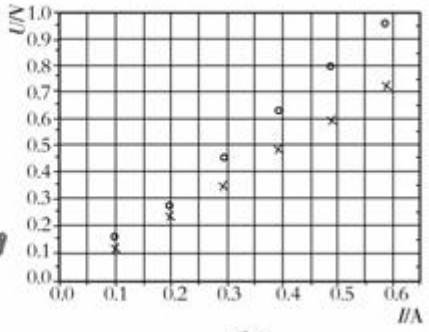


图2

(1)图 1 是部分连接好的实物电路图，请用电流表外接法完成接线并在图 1 中画出。

(2)小明用电流表内接法和外接法分别测量了一段 2B 铅笔芯的伏安特性，并将得到的电流、电压数据描到 U-I 图上，如图 2 所示。在图中，由电流表外接法得到的数据点是用_____(填“O”或“×”)表示的。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)请你选择一组数据点，在图 2 上用作图法作图，并求出这段铅笔芯的电阻为_____Ω。

【答案】(1) 如图 1 所示　　(2)×　　(3)如图 2 所示(用“×”连线求得电阻约为 1.1～1.3Ω；用“O”连线求得电阻约为 1.5～1.7Ω)

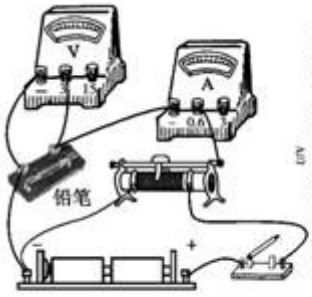


图 1

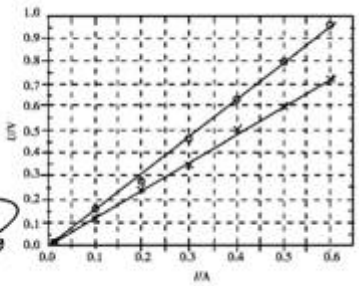


图 2

【解析】(2)因用电流表的外接法，电压的测量值偏小，同一电流值，电压值较小，由图知得到的数据点是用“×”表示的；(3)电流表的外接法测量数据为用“×”表示的，可求其连线直线的斜率约为 1.1～1.3Ω；用“O”连线求得电阻约为 1.5～1.7Ω。

【考点定位】连实物图、电流表的内外接法、电阻的计算

【方法技巧】对电学实验，抓住实验的目的、原理来分析实验误差

38.(2016·浙江卷)某同学用伏安法测量导体的电阻，现有量程为 3 V、内阻约为 3 kΩ 的电压表和量程为 0.6 A、内阻约为 0.1 Ω 的电流表。采用分压电路接线，图 1 是实物的部分连线图，待测电阻为图 2 中的 R_1，其阻值约为 5 Ω。

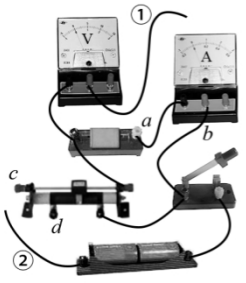


图1

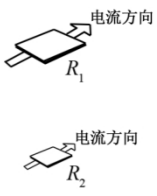


图2

(1)测 R_1 阻值的最优连接方式为导线①连接_____(填 a 或 b)、导线②连接_____(填 c 或 d)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)正确接线测得实验数据如表，用作图法求得 R_1 的阻值为_____Ω。

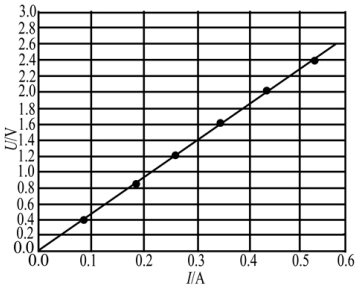
U/A	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40
I/A	0.09	0.19	0.27	0.35	0.44	0.53

(3)已知图 2 中 R_2 与 R_1 是材料相同、厚度相等、表面为正方形的两导体，R_2 的边长是 R_1 的 $\frac{1}{10}$，若测 R_2 的阻值，则最优的连线应选_____(填选项)。

A.①连接 a，②连接 c　　B.①连接 a，②连接 d

C.①连接 b，②连接 c　　D.①连接 b，②连接 d

【答案】(1)a　d　(2)作图如图所示　4.4~4.7　(3)B

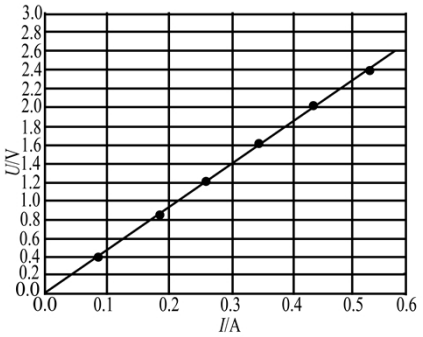


【解析】(1)因电压表的内阻远大于待测电阻的阻值，故采用电流表外接法；滑动变阻器采用分压式接法；故测 R_1 的阻值的最优连接方式为导线①连接 a、导线②连接 d；

(2)作图如图，$R_2=\frac{\Delta U}{\Delta I}=4.4\Omega$

(3)根据电阻定律可得：$R=\rho\frac{L}{dL}=\frac{\rho}{d}$；故 $R_2=R_1$，要测 R_2 的阴值，与测量 R_1 一样，最优的连线应①连接 a，②连接 d；故选 B。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】伏安法测电阻

【名师点睛】此题是伏安法测电阻的问题。解本题的关键是知道器材及电路的选择及数据的处理方法；电路的选择：当满足 $R_V>>R_x$ 时，用电流表外接电路；当满足 $R_x>>R_A$ 时，用电流表内接电路。注意实物连线问题中滑动变阻器的分压连接方法是：“一上两下”。能够用电阻定律来分析两导体的电阻关系。

39.(2011·天津卷)某同学测量阻值约为 25kΩ 的电阻 R_x，现备有下列器材：

A.电流表(量程 100 μA，内阻约为 2 kΩ)；

B.电流表(量程 500 μA，内阻约为 300 Ω)；

C.电压表(量程 15 V，内阻约为 100 kΩ)；

D.电流表(量程 50 V，内阻约为 500 kΩ)；

E.直流电源(20 V，允许最大电流 1 A)；

F.滑动变阻器(最大阻值 1 kΩ，额定功率 1 W)；

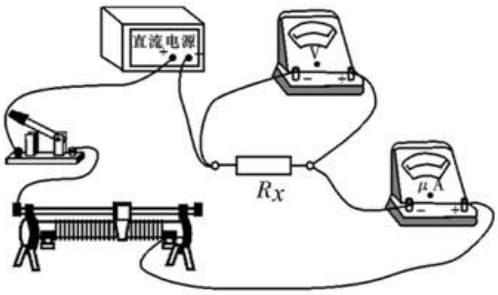
G.电键和导线若干。

电流表应选___，电压表应选___。(填字母代号)

该同学正确选择仪器后连接了以下电路，为保证实验顺利进行，并使测量误差尽量减小，实验前请你检查该电路，指出电路在接线上存在的问题：

①_____②_____

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】BC　①电流表应采用内接的方法；②滑动变阻器应采用分压器方式的接法 。

【解析】电学实验选择仪器的一般步骤如下：① 根据量程选择电流表和电压表，不能超过表的量程，不能量程太大导致表的读数偏小；② 根据题中关键语句，如精确测量，从零开始连续可调等等选择分压电路亦或是限流电路；分压电路滑动变阻器选择小阻值，限流电路滑动变阻器选择大阻值；③ 选择电流表的内外接法，一般的原则是“大内偏大，小外偏小”；也可以根据 $\frac{R_V}{R_x}$ 与 $\frac{R_x}{R_A}$ 之间的关系来判断，当 $\frac{R_V}{R_x}>\frac{R_x}{R_A}$ 时，采用电流表的外接法，反之选择电流表内接法。

(1)本题中，待测电阻 R_x 的阻值约为 25kΩ，直流电源电动势为 20V，经粗略计算电路中最大的电流约为 $I_{max}\approx\frac{E}{R}=\frac{20\text{V}}{25\times10^3\Omega}=800\mu\text{A}$，所以电流表选择 B；虽然电压表 C 的量程不足，但是相比起来电压表 D 的量程超过太多，读数偏小，所以电压表选择 C 表。

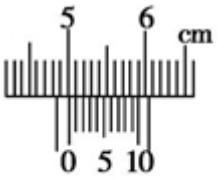
(2)根据本题解析的第②、③两条原则可知电路图的问题为：①电流表应采用内接的方法；②滑动变阻器应采用分压器方式的接法 。

【考点定位】伏安法测电阻

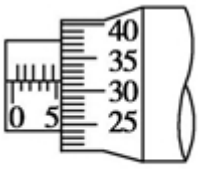
40.(2012·广东卷)某同学测量一个圆柱体的电阻率，需要测量圆柱体的尺寸和电阻。

(1)分别使用游标卡尺和螺旋测微器测量圆柱体的长度和直径，某次测量的示数如图甲和图乙所示，长度为_____cm，直径为_____mm。

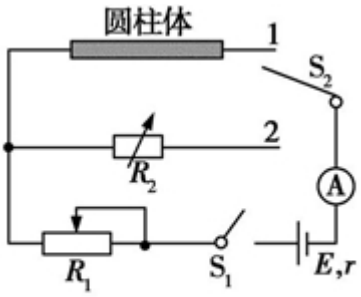
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图甲



图乙



图丙

(2)按图丙连接电路后，实验操作如下：

a.将滑动变阻器 R_1 的阻值置于最_____处(填“大”或“小”)；将 S_2 拨向接点 1，闭合 S_1，调节 R_1，使电流表示数为 I_0；

b.将电阻箱R_2的阻值调至最_____(填“大”或“小”)；将S_2拨向接点2；保持R_1不变，调节R_2，使电流表示数仍为I_0，此时R_2阻值为1280Ω；

(3)由此可知，圆柱体的电阻为_____Ω。

【答案】(1)5.03，5.315　(2) a.大　b.大　(3)1280

【解析】(1)游标卡尺的读数=主尺上的读数+游标上的读数，本题主尺上的读数是 5cm，游标上的读数是 $3\times0.1mm=0.03cm$，故游标卡尺的读数为 5.03cm；螺旋测微器的读数=固定尺的读数+可动尺的读数×0.01，即 $5mm+31.5\times0.01mm=5.315mm$。

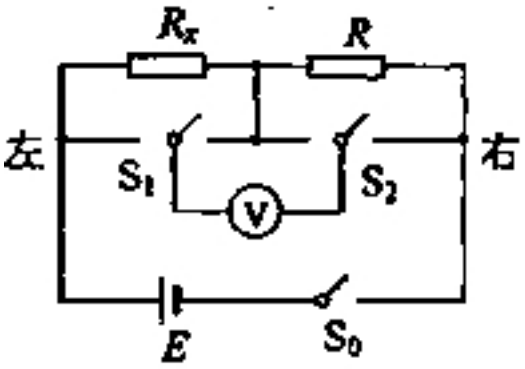
(2)a.将滑动变阻器 R_1 的阻值调至最大，可以起到保护电流表及电源的作用；b.将电阻箱 R_2 的阻值调至最大，目的也是为了保护电流表及电源。

(3)本题的实验方法为替代法.由 $I_0=\frac{E}{R1+RA+r+Rx}$，$I_0=\frac{E}{R1+RA+r+R2}$，解得，$R_x=R_2=1280\Omega$。

【考点定位】本题考查游标卡尺和螺旋测微器的读数以及电学实验相关知识

41.(2012·海南卷)图示电路可用来测量电阻的阻值。其中 E 为电源，R 为已知电阻，R_x 为待测电阻，V可视为理想电压表，S_0 为单刀单掷开关，S_1、S_2 为单刀双掷开关。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)当 S_0 闭合时，若 S_1、S_2 均向左闭合，电压表读数为 U_1；若 S_1、S_2 均向右闭合，电压表读数为 U_2。由此可求出 R_x=_____。

(2)若电源电动势 E=1.5V，内阻可忽略，电压表量程为 1V，R=100Ω。此电路可测量的 R_x 的最大值为_____Ω。

【答案】$\frac{U_1}{U_2}R$；200

【解析】(1)当 S_2 向左闭合，S_1 向左时，测量的 U_1 是 R_x 的分压，将 S_2 向右闭合，S_1 向右时，测量的 U_2 是 R 的分压，R_x 与 R 串联，则有 $\frac{U_1}{R_x}=\frac{U_2}{R}$，所以：$R_X=\frac{U_1}{U_2}R$。

(2)R_x 与 R 串联，所以当电压表测量 R_x 时达到最大量程时，R_x 阻值最大，此时 $R_X=\frac{U_1}{U_2}R=\frac{1}{1.5-1}\times 100=200\Omega$。

【考点定位】本题考查电阻测量及其相关知识

42.(2012·山东卷)在测量金属丝电阻率的实验中，可供选用的器材如下：

待测金属丝：R_x(阻值约 4Ω，额定电流约 0.5A)；

电压表：V(量程 3V，内阻约 3kΩ)；

电流表：A_1(量程 0.6A，内阻约 0.2Ω)；A_2(量程 3A，内阻约 0.05Ω)；

电源：E_1(电动势 3V，内阻不计)； E_2(电动势 12V，内阻不计)

滑动变阻器：R(最大阻值约 20Ω)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

螺旋测微器；毫米刻度尺；开关 S；导线。

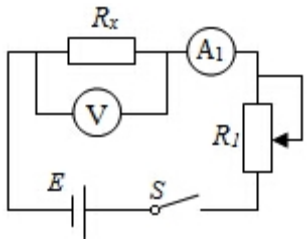
(1)用螺旋测微器测量金属丝的直径，示数如图所示，读数为_____mm。

(2)若滑动变阻器采用限流接法，为使测量尽量精确，电流表应选_____、电源应选_____(均填器材代号)，在虚线框中(问答题卡)完成电路原理图。

【答案】(1)1.775 (1.773~1.775 均正确)；(2)A_1，E_1，电路如图所示

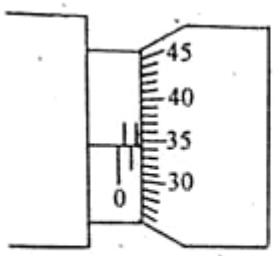
【解析】(2)从图中读出金属丝的直径为 $d=1.5mm+27.5\times0.01mm=1.775mm$.

(2)因测量金属丝的电阻率电流不能太大，电流表应选 A_1；待测电阻的电压约为 2V，所以电源选择 E_1，电路图如图所示：

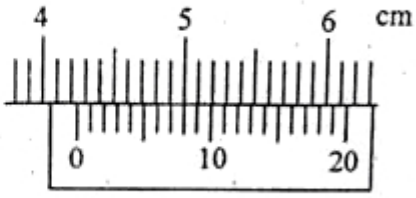


【考点定位】本题考查测量金属电阻率的实验及其相关知识

43.(2014·海南卷)现有一合金制成的圆柱体。为测量该合金的电阻率，现用伏安法测量圆柱体两端之间的电阻，用螺旋测微器和游标卡尺的示数如图(a)和图(b)所示。



图（a）



图（b）

(1)由上图读得圆柱体的直径为_____mm，长度为_____cm。

(2)若流经圆柱体的电流为 I，圆柱体两端之间的电压为 U，圆柱体的直径和长度分别用 D、L 表示，则用 D、L、I、U 表示的电阻率的关系式为 ρ=_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

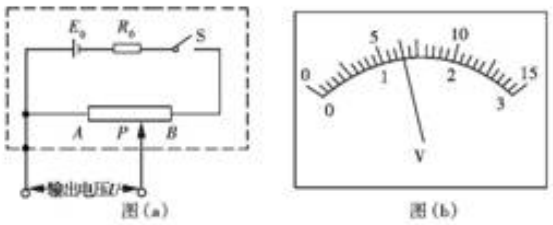
【答案】(1)1.844， 4.240 (2)$\frac{\pi D^2U}{4IL}$

【解析】(1)螺旋测微器的读数为$1.5\text{mm}+\frac{0.5\text{mm}}{50}\times34.4=1.844\text{mm}$ (1.842~1.846范围内的均给分)；游标卡尺的读数为$42\text{mm}+\frac{1\text{mm}}{20}\times8=42.40\text{mm}=4.240\text{cm}$；

(2)圆柱体的横截面积为$S=\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$，由电阻定律$R=\rho\frac{L}{S}$和欧姆定律$R=\frac{U}{I}$可知，$\rho=\frac{\pi D^2U}{4IL}$。

考点：基本仪器的使用、伏安法测电阻

44.(2014·广东卷)某同学设计的可调电源电路如图(a)所示，R_0为保护电阻，P为滑动变阻器的滑片。闭合电建S。



(1)用电压表测量A、B两端的电压：将电压表调零，选择0-3V挡，示数如图22(b)，电压值为_____V。

(2)在接通外电路之前，为了保证外电路的安全，滑片P应先置于_____端。

(3)要使输出电压U变大，滑片P应向_____端滑动。

(4)若电源电路中不接入R_0，则在使用过程中，存在_____的风险(填“断路”或“短路”)。

【答案】(1)1.30V (2)A (3)B (4)短路

【解析】(1)选择0-3V挡，精确度为0.1V，读数应该为13.0×0.1V=1.30V；(2)接通外电路后，滑动变阻器起到分压作用，接通电路前，应使输出电压最小，故需要将滑片置于A端，用电器上的电压为0，这样才能起到外电路的安全保证；(3)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

要增大外电路电压，需要使滑片滑向 B 端；(4)如果电路中不接入保护电阻，电流过大会烧断滑动变阻器出现短路现象。

【考点定位】本题考查滑动变阻器的分压式接法

【应试技巧】抓住分压式接法的特征：用电器的电压等于与其并联的电阻部分的电压

45.(2014·天津卷)现要测量一个未知电阻 R_x 的阻值，除 R_x 外可用的器材有：

多用电表(仅可使用欧姆挡)；

一个电池组 E(电动势 6V)：

一个滑动变阻器 R(0～20Ω，额定电流 1A)：

两个相同的电流表 G(内阻 R_g＝1000Ω，满偏电流 I_g＝100μA)：

两个标准电阻(R_1＝29000Ω，R_2＝0.1Ω)：

一个电键 S、导线若干。

(1)为了设计电路，先用多用电表的欧姆挡粗测未知电阻，采用“×10”挡，调零后测量该电阻，发现指针偏转非常大，最后几乎紧挨满偏刻度停下来，下列判断和做法正确的是_____(填字母代号)。

A.这个电阻阻值很小，估计只有几欧姆

B.这个电阻阻值很大，估计有几千欧姆

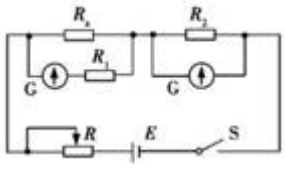
C.如需进一步测量可换“×1”挡，调零后测量

D.如需进一步测量可换“×1k”挡，调零后测量

(2)根据粗测的判断，设计一个测量电路，要求测量尽量准确并使电路能耗较小，画出实验电路图，并将各元件字母代码标在元件的符号旁。

【答案】(1)AC ；(2)如图所示

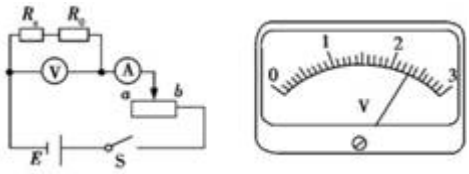
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】根据条件知电阻应该比较小，所以换为“×1”挡,选 AC，根据条件，可以把电流表串联 R_1 当电压表用，把电流表并联 R_2 当电流表用，这样实验电路等效为一个伏安法测电阻，为了减少功耗，应该用限流电路。

【考点定位】电学实验：多用电表的使用、伏安法测电阻

46.(2014·山东卷)实验室购买了一捆标称长度为 100m 的铜导线，某同学想通过实验测其实际长度。该同学首先测得导线横截面积为 1.0mm^2，查得铜的电阻率为 $1.7\times10^{-8}\Omega\cdot m$，再利用图甲所示电路测出铜导线的电阻 R_x，从而确定导线的实际长度。可供使用的器材有：



电流表：量程 0.6A，内阻约 0.2Ω；

电压表：量程 3V，内阻约 9kΩ；

滑动变阻器 R_1：最大阻值 5Ω；

滑动变阻器 R_2：最大阻值 20Ω；

定值电阻：R_0=3Ω；

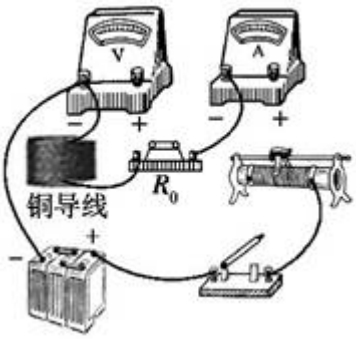
电源：电动势 6V，内阻可不计；开关、导线若干。

回答下列问题：

(1)实验中滑动变阻器应选_____(填“R_1”或“R_2”)，闭合开关 S 前应将滑片移至____端(填“a”或“b”)。

(2)在实物图中，已正确连接了部分导线，请根据图甲电路完成剩余部分的连接。

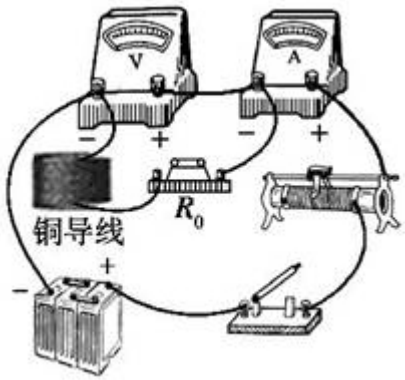
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(3)调节滑动变阻器，当电流表的读数为 0.50A 时，电压表示数如图乙所示，读数为_____V。

(4)导线实际长度为_____m(保留 2 位有效数字)。

【答案】(1)R_2；a (2)　(3)2.30V(2.29、2.31 均正确)　(4)94(93、95 均正确)



【解析】(1)根据 $R=\rho\frac{l}{S}$，可估算待测电阻约 2Ω，这样 R_0+R 的总电阻约为 5Ω，滑动变阻器采用限流式接法，阻值约等于待测电阻 3—5 倍时，测量较准确，因此滑动变阻器选 R_2，另外测量前应将滑动变压器调到最大值，以保护电路，因此触头应调到 a 端；

(2)根据电路图连接实物图，见答案。

(3)电压表最小刻度是 0.1V，读数时应估读到 0.01V，因此读数为 2.30V；

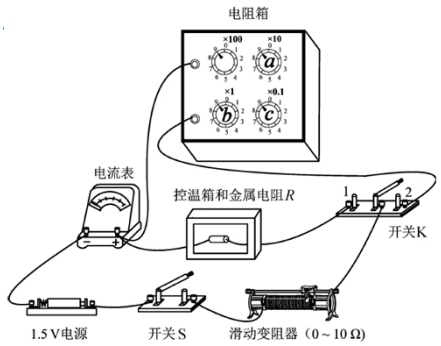
(4)这样测得电阻值为 $R_0+R=\frac{U}{I}=\frac{2.30}{0.5}=4.6\Omega$，而 $R_0=3\Omega$，可得测电阻为 $R=1.6\Omega$，根据 $R=\rho\frac{l}{S}$，代入数据，可得电阻长度 $l=94m$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电阻定律，伏安法测电阻

47.(2016·江苏卷)小明同学通过实验探究某一金属电阻的阻值 R 随温度 t 的变化关系.已知该金属电阻在常温下的阻值约 10 Ω，R 随 t 的升高而增大.实验电路如图所示，控温箱用以调节金属电阻的温度.

实验时闭合 S，先将开关 K 与 1 端闭合，调节金属电阻的温度，分别记下温度 t_1，t_2，…和电流表的相应示数 I_1，I_2，….然后将开关 K 与 2 端闭合，调节电阻箱使电流表的示数再次为 I_1，I_2，…，分别记下电阻箱相应的示数 R_1，R_2，….



(1)有以下两种电流表，实验电路中应选用_____.

(A)量程 0~100 mA，内阻约 2Ω　(B)量程 0~0.6 A，内阻可忽略

(2)实验过程中，要将电阻箱的阻值由 9.9 Ω 调节至 10.0Ω，需旋转图中电阻箱的旋钮“a”、“b”、“c”，正确的操作顺序是_____.

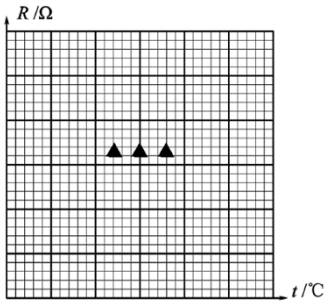
①将旋钮 a 由“0”旋转至“1”　②将旋钮 b 由“9”旋转至“0” ③将旋钮 c 由“9”旋转至“0”

（3）实验记录的 t 和 R 的数据见下表：

温度 t(℃)	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
阻值 R(Ω)	9.6	10.4	11.1	12.1	12.8

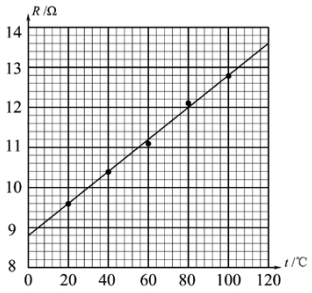
请根据表中数据，在答题卡的方格纸上作出 R-t 图线.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



由图线求得 R 随 t 的变化关系为 R=_____Ω.

【答案】(1)A (2)①②③(或①③②)(3)见下图　0.04t+8.8(0.04t+8.6~0.04t+9.0 都算对)



【解析】(1)已知电源电动势为 1.5V，R 在常温下阻值约为 10Ω，当滑动变阻器阻值最大为 10Ω 时，常温下电路的电流最小约为 75mA，所以电流表选择 A；(2)先将旋钮 a 由 “0”旋转至1”，然后将个位数及小数位旋转至 0，所以顺序为①②③；(3)描点画图，如图所示，由图像可求 *R* 随 *t* 的变化关系为 R=0.04t+8.8.

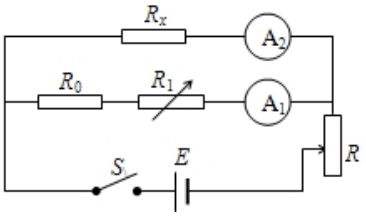
【考点定位】考查电阻温度随时间的变化关系

【方法技巧】通过估算电路中电压或电流的数值选择电表的量程，在描点画图时，尽可能使图像充满格子，纵坐标不一定要从 0 开始。

48.(2014·四川卷)如图是测量阻值约几十欧的未知电阻 R_x 的原理图，图中 R_0 是保护电阻(10Ω)，R_1 是电阻箱(0～99.9Ω)，R 是滑动变阻器，A_1 和 A_2 是电流表，E 是电源(电动势 10V，内阻很小)。

在保证安全和满足要求的情况下，使测量范围尽可能大。实验具体步骤如下：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(i)连接好电路，将滑动变阻器 R 调到最大；

(ii)闭合 S，从最大值开始调节电阻箱 R_1，先调 R_1 为适当值，再调滑动变阻器 R，使 A_1 示数 $I_1 = 0.15A$，记下此时电阻箱的阻值 R_1 和 A_2 示数 I_2。

(iii)重复步骤(ii)，再侧量 6 组 R_1 和 I_2；

(iv)将实验洲得的 7 组数据在坐标纸上描点。

根据实验回答以下问题：

(1)现有四只供选用的电流表：

A.电流表(0～3mA，内阻为 2.0Ω)

B.电流表(0～3mA，内阻未知)

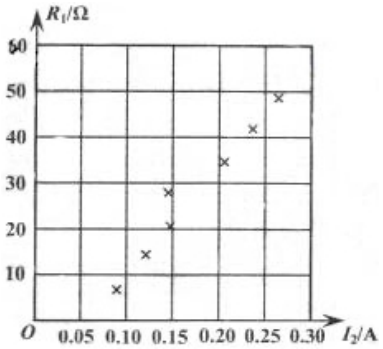
C.电流表(0～0.3A，内阻为 5.0Ω

D.电流表(0～0.3A，内阻未知)

A_1 应选用_____，A_2 应选用_____。

(2)测得一组 R_1 和 I_2 值后，调整电阻箱 R_1，使其阻值变小，要使 A_1 示数 $I_1 = 0.15A$，应让滑动变阻器 R 接入电路的阻值_____(选填“不变”、“变大”或“变小”)。

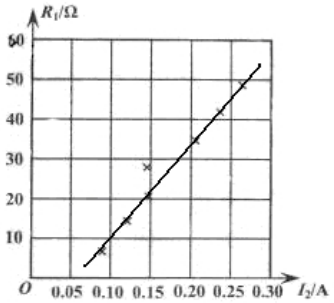
(3)在坐标纸上画出 R_1 与 I_2 的关系图。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)根据以上实验得出 R_x = _____Ω。

【答案】(1)D　　C　　(2)变大　　(3)关系图象如图所示　　(4)31



【解析】(1)由于 R_x 的电阻为几十欧姆，R_0=10Ω，　R_1 是(0-99.9Ω)故通过 A_1、A_2 的电流相差不多，而与 R_x 串联的电流表阻值需要已知，故 A_2 选择电流表 C，A_1 选择电流表 D；

(2)电阻箱 R_1 减小，则外电路总电阻减小，总电流变大，故滑动变阻器处分压升高，测电阻部分电压减小，为使 I_1 不变需要增大 R_1 电阻；

(4)由欧姆定律 $I_1(R_0+R_1+R_{A1})=I_2(R_x+R_{A2})$，解得 $R_1=\dfrac{(R_x+R_{A2})}{I_1}I_2-(R_1+R_{A1})$，

由图象的斜率可求，即 $k=\dfrac{(R_x+R_{A2})}{I_1}$ 带入数据 $\dfrac{36-10}{(0.25-0.10)}=\dfrac{R_x+R_{A2}}{I_1}$ 解得

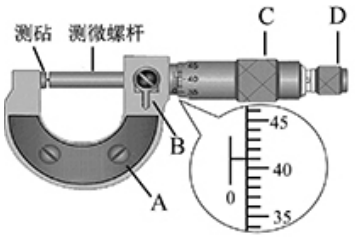
R_x=31Ω(R_x=30Ω~32Ω 均合理)

【考点定位】欧姆定律 测电阻的实验

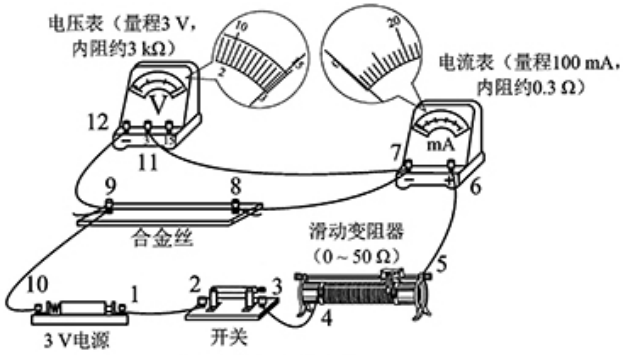
49.(2014·江苏卷)某同学通过实验测量一种合金的电阻率。

(1)用螺旋测微器测量合金丝的直径。为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先旋紧题 10-1 图所示的部件_____(选填“A”、“B”、“C”或“D”)。从图中的示数可读出合金丝的直径为_____mm。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



（题 10-1 图）



（题 10-2 图）

(2)题 10-2 图所示是测量合金丝电阻的电路，相关器材的规格已在图中标出。合上开关，将滑动变阻器的滑片移到最左端的过程中，发现电压表和电流表的指针只在图示位置发生很小的变化。由此可以推断：电路中___(选填图中表示接线柱的数字)之间出现了_____(选填“短路”或“断路”)。

(3)在电路故障被排除后，调节滑动变阻器，读出电压表和电流表的示数分别为 2.23V 和 38mA，由此，该同学算出接入电路部分的合金丝的阻值为 58.7Ω。为了更准确地测出合金丝的阻值，在不更换实验器材的条件下，对实验应作怎样的改进? 请写出两条建议。

【答案】(1)B，0.410；(2)7、9，断路；(3)电流表改为内接；测量多组电流和电压值，计算出电阻的平均值。

【解析】(1)为防止读数时测微螺杆发生转动，读数前应先转动锁紧手柄部件 B，合金丝的直径为 0.0mm＋0.41mm＋0.000mm＝0.410mm

(2)合上开关，将滑动变阻器的滑片移到最左端的过程中，发现电压表和电流表的指针只在图示位置发生很小的变化，说明电压表被串联在电路中，致使电流表读数很小，电压表读数接近电压电动势，因此电路中连接合金属丝的接线柱 7、9 之间部分应发生了断路

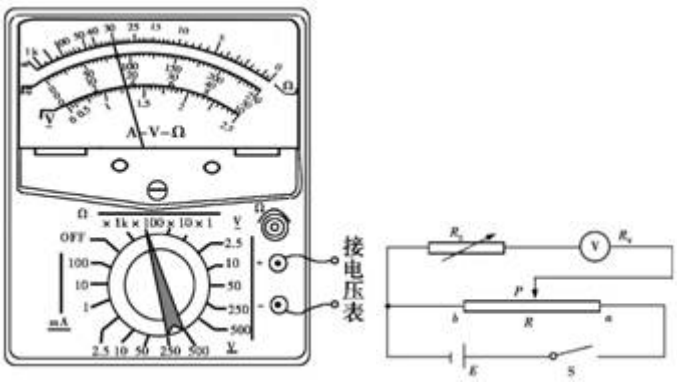
(3)由于 $R_x > \sqrt{R_A R_V}$，因此应采用电流表的内接法，减小因电表内阻引起的系统误差，另外可采用多次测量求平均值的方法，可以减小偶然误差；

【考点定位】本题主要考查了基本仪器的使用、电路故障分析、实验误差分析等问题，属于中挡题。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

50.(2014·安徽卷·T21II)某同学为了测量一个量程为 3V 的电压表的内阻，进行了如下实验。

(1)他先用多用表进行了正确的测量，测量时指针位置如图 1 所示，得到电压表的内阻为 $3.00\times10^3\Omega$，此时电压表的指针也偏转了。已知多用表欧姆挡表盘中央刻度值为“15”，表内电池电动势为 1.5V，则电压表的示数应为_____V(结果保留两位有效数字)。



(2)为了更准确地测量该电压表的内阻 R_v，该同学设计了图 2 所示的电路图，实验步骤如下：

A.断开开关 S，按图 2 连接好电路；

B.把滑动变阻器 R 的滑片 P 滑到 b 端；

C.将电阻箱 R_0 的阻值调到零；

D.闭合开关 S；

E.移动滑动变阻器 R 的滑片 P 的位置，使电压表的指针指到 3V 的位置；

F.保持滑动变阻器 R 的滑片 P 位置不变，调节电阻箱 R_0 的阻值使电压表指针指到 1.5V，读出此时电阻箱 R_0 的阻值，此值即为电压表内阻 R_v 的测量值；

G.断开开关 S.

实验中可供选择的实验器材有：

a.待测电压表

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

b.滑动变阻器：最大阻值 2000Ω

c.滑动变阻器：最大阻值 10Ω

d.电阻箱：最大阻值 9999.9Ω，阻值最小改变量为 0.1Ω

e.电阻箱：最大阻值 999.9Ω，阻值最小改变量为 0.1Ω

f.电池组：电动势约 6V，内阻可忽略

g.开关，导线若干

按照这位同学设计的实验方法，回答下列问题：

①要使测量更精确，除了选用电池组、导线、开关和待测电压表外，还应从提供的滑动变阻器中选用____(填“b”或“c”)，电阻选用_____(填“d”或“e”)。

②电压表内阻的测量值 $R_{测}$和真实值 $R_{真}$相比，$R_{测}$_____$R_{真}$(填“＞”或“＜”)；若 R_V 越大，则 $\frac{|R_{测}-R_{真}|}{R_{真}}$ 越_____(填“大”或“小”)

【答案】(1)1.0V　　(2)①c　d　②＞　小

【解析】(1)电压表的示数即为等效电路的路端电压，由表盘读数可知，现在的欧姆表用的是“×100”档，故现在的多用表内阻为 150Ω，由闭合电路欧姆定律可得 $U=\frac{E}{R+r}R=1.0V$

(2)①滑动变阻器选择分压式接法，故选择阻值较小的，c 可用；电压表半偏时，所串联变阻箱电阻为 3000Ω，故变阻箱选择 d。

②由闭合电路欧姆定律可知，随着电阻箱的阻值变大，电源两端的路端电压随之变大，当电阻箱调至使电压表半偏时，此时电压表与变阻箱两端的总电压比变阻箱阻值为 0 时要大，故此时变阻箱的实际分压是大于电压表的，故有 $R_{测}$＞$R_{真}$，外电阻越大，干路电流越小，当外电阻变化时，路端电压的变化量越小，故测量误差也越小。

【考点定位】电学实验：多用电表的使用、半偏法测电表内阻

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

51.(2014·海南卷)用伏安法测量一电池的内阻。已知该待测电池的电动势 E 约为 9V，内阻约数十欧，允许输出的最大电流为 50mA。可选用的实验器材有：

电压表V_1(量程 5V)；电压表V_2(量程 10V)；

电流表A_1(量程 50mA)；电流表A_2(量程 100mA)；

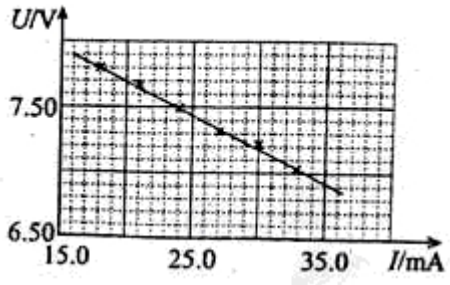
滑动变阻器 R(最大阻值 300Ω)；

定值电阻 R_1(阻值为 200Ω，额定功率为1/8 W)；

定值电阻 R_2(阻值为 200Ω，额定功率为 1W)；

开关 S；导线若干。

测量数据如坐标纸上 U-I 图线所示。



(1)在答题卡相应的虚线方框内画出合理的电路原理图，并标明所选器材的符号。

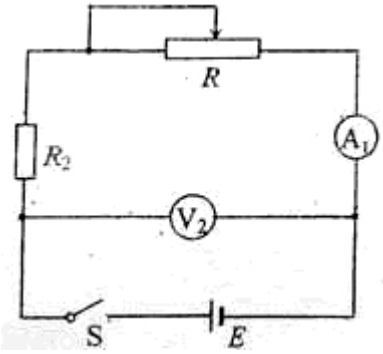
(2)在设计的电路中，选择定值电阻的根据是_____。

(3)由 U-I 图线求得待测电池的内阻为_____Ω.

(4)在你设计的实验电路中，产生系统误差的主要原因是_____。

【答案】(1)如图所示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)定值电阻在电路中的功率会超过1/8 W，R_2 的功率满足要求；

(3)51.0(49.0～53.0 范围内的均给分)　(4)忽略了电压表的分流

【解析】(1)该实验通过电源的输出特性曲线计算电源内阻，电源允许输出的最大电流为 50mA，故电流表选择A_1，电源电动势约为 9V，故电压表选择V_2，考虑到电流和功率，保护电阻选 R_2；

(2)定值电阻的功率为1/8 W 时，通过它的电流为$\sqrt{\frac{0.125\text{W}}{200\Omega}}=0.025\text{A}=25\text{mA}$，而电路中的电流会接近 50ｍＡ，故应选 R_2；

(3)U-I 图线的斜率表示电源内阻，选择图像中的较远的两点用$r=\frac{\Delta U}{\Delta I}$可求得电源内阻约为51.0Ω；

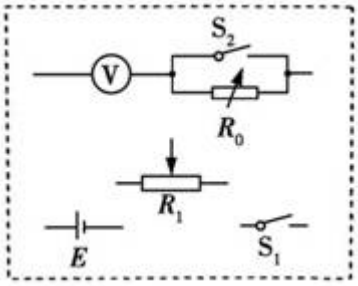
(4)该实验中的干路电流应为电流表的读数加上通过电压表的电流，故该实验的系统误差来源为忽略了电压表的分流，从而使干路电流测量值偏小。

考点：测量电源的内阻

52.(2015·全国新课标II卷·T23)电压表满偏时通过该表的电流是半偏是通过该表的电流的两倍。某同学利用这一事实测量电压表的内阻(半偏法)实验室提供材料器材如下：

待测电压表(量程 3V，内阻约为 3 000 欧)，电阻箱 R_0(最大阻值为 99 999.9 欧)，滑动变阻器 R_1(最大阻值 100 欧，额定电压 2A)，电源 E(电动势 6V，内阻不计)，开关两个，导线若干。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

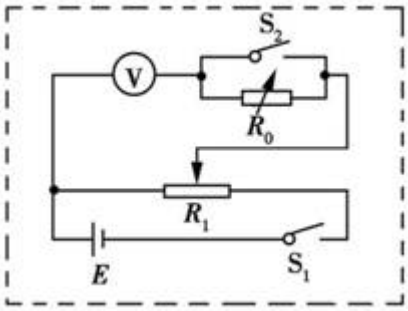


(1)虚线框内为同学设计的测量电压表内阻的电路图的一部分，将电路图补充完整。

(2)根据设计的电路写出步骤_____，_____，_____。

(3)将这种方法测出的电压表内阻记为R'_V与内阻的真实值 Rv 先比R'_V_____ Rv(添“>”“=”或“<”)，主要理由是_____。

【答案】(1)如图所示



(2)移动滑动变阻器的滑片，以保证通电后电压表所在支路分压最小；闭合开关 S_1、S_2，调节 R_1，使电压表指针满偏；保证滑动变阻器的滑片的位置不变，断开 S_2，调节电阻箱 R_0，使电压表的指针半偏；读取电阻箱所示的电阻值，即为测得的电压表内阻。

(3)>；断开 S_2，调节电阻箱使电压表成半偏状态，电压表所在支路的总电阻增大，分得的电压也增大，此时 R_0 两端的电压大于电压表的半偏电压，故$R'_V > R_V$。

【解析】(2)移动滑动变阻器的滑片，以保证通电后电压表所在支路分压最小；闭合开关 S_1、S_2，调节 R_1，使电压表指针满偏；保证滑动变阻器的滑片的位置

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

不变，断开 S_2，调节电阻箱 R_0，使电压表的指针半偏；读取电阻箱所示的电阻值，即为测得的电压表内阻。

(3)断开 S_2，调节电阻箱使电压表成半偏状态，电压表所在支路的总电阻增大，分得的电压也增大，此时 R_0 两端的电压大于电压表的半偏电压，故 $R_V' > R_V$。

【考点定位】半偏法测电表内阻

53.(2015·重庆卷·T6(2))同学们测量某电阻丝的电阻 R_x，所用电流表的内阻与 R_x 相当，电压表可视为理想电压表.

(1)若使用图 1 所示电路图进行实验，要使得 R_x 的测量值更接近真实值，电压表的 a 端应连接到电路的_____点(选填“b”或“c”).

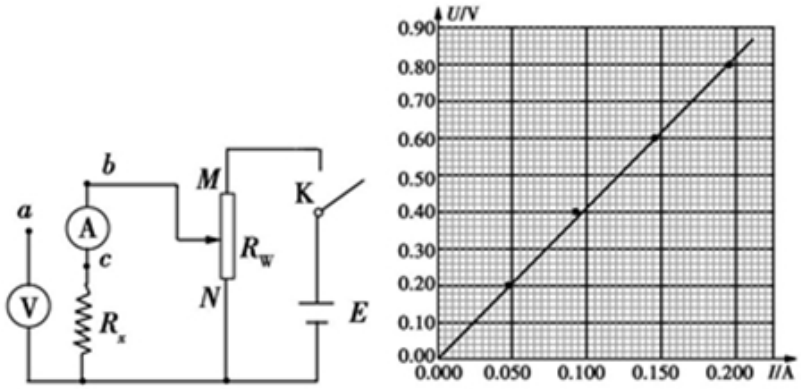


图 1　　图 2

(2)测得电阻丝的 $U-I$ 图如图 2 所示，则 R_x 为_____Ω(保留两位有效数字)。

(3)实验中，随电压进一步增加电阻丝逐渐进入炽热状态.某同学发现对炽热电阻丝吹气，其阻值会变化.他们对此现象进行探究，在控制电阻丝两端的电压为 10V 的条件下，得到电阻丝的电阻 R_x 随风速 v(用风速计测)的变化关系如图 3 所示.由图可知当风速增加时，R_x 会_____(选填“增大”或“减小”)。在风速增加过程中，为保持电阻丝两端电压为 10V，需要将滑动变阻器 R_W 的滑片向_____端调节(选填“M”或“N”).

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

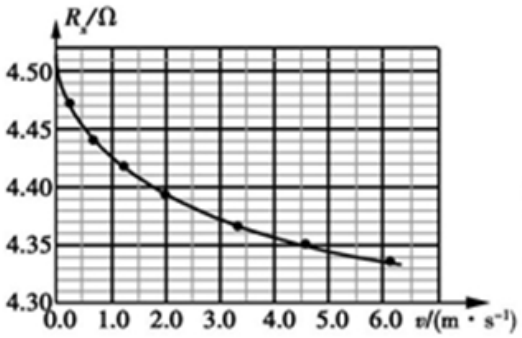


图 3

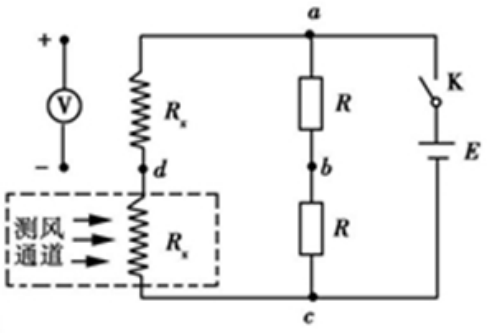


图 4

(4)为了通过电压表的示数来显示风速，同学们设计了如图 4 所示的电路.其中 R 为两只阻值相同的电阻，R_x 为两根相同的电阻丝，一根置于气流中，另一根不受气流影响，V为待接入的理想电压表.如果要求在测量中，风速从零开始增加，电压表的示数也从零开始增加，则电压表的“+”端和“—”端应分别连接到电路中的_____点和_____点(在“a”“b”“c”“d”中选填).

【答案】(1) c；(2) 4.1 (4.0～4.2);(3)减小 ，M；(4) b，d

【解析】(1)电流表有较大内阻，选择内接法会使电阻的测量值偏大，而电压表为理想电压表，故选择电流表外接法可以减小电阻的测量误差，故选接 c 点。

(2)由部分电路的欧姆定律 $R=\frac{U}{I}$ 知 U-I 图象的斜率代表电阻，求得

$R_x=\frac{0.8}{0.195}\approx 4.1\Omega$ 。

(3)由图 4 知风速增大后，代表电阻的纵坐标数值在减小，R_x 减小，导致总电阻减小，总电流增大，使得并联部分的电压减小，向 M 端滑动可使并联部分的电压重新增大为 10V。

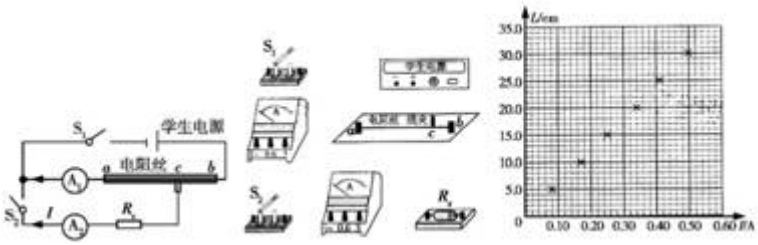
(4)当风速为零时，电压表的示数也为零，电路的 b 和 d 两点构成电桥，满足 $U_{ad}=U_{ab}$；而下端的 R_x 减小后 $\frac{R_x}{R_x'}=\frac{R}{R}$，即 $U_{ad}>U_{ab}$ 有 $\varphi_d<\varphi_b$，故电压表的正接线往接在 b 点，负接线柱接在 d 点

【考点定位】伏安法测电阻、动态分析电路、电桥电路。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【规律总结】测电阻实验的考点：电流表的内接法和外接法、滑动变阻器的限流式和分压式、电路连接、操作步骤及注意事项、数据处理。

54.(2013·广东卷)图(a)是测量电阻 R_x 的原理图。学生电源输出电压可调，电流表量程选 0.6A(内阻不计)，标有长度刻度的均匀电阻丝 ab 的总长为 30.0cm。



(1)根据原理图连接图(b)的实物图。

(2)断开 S_2，合上 S_1；调节电源输出电压为 3.0V 时，单位长度电阻丝的电压 u=_ V/cm。记录此时电流表 A_1 的示数。

(3)保持 S_1 闭合，合上 S_2；滑动 c 点改变 ac 的长度 L，同时调节电源输出电压，使电流表 A_1 的示数与步骤(2)记录的值相同，记录长度 L 和 A_2 的示数 I。测量 6 组 L 和 I 值，测量数据已在图(c)中标出，写出 R_x 与 L、I、u 的关系式 R_x=_____；根据图(c)用作图法算出 R_x=____Ω。

【答案】(1)连线如图所示　(2)0.1　(3)$\frac{0.1L}{I}$　5.92

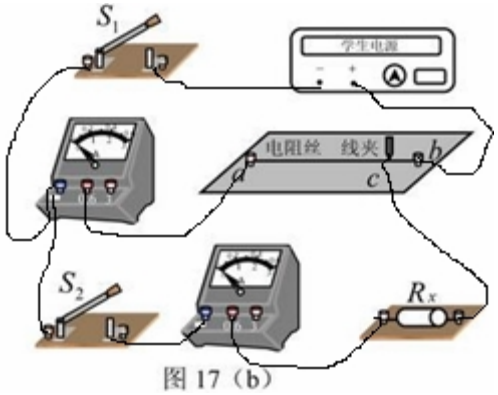


图 17（b）

【解析】(1)找最长支路，最后将 S_2、A_2、R_x 并入即可。(2)断开 S_2，合上 S_1，电阻丝两端的电压为 3V，则金属丝单位长度的电压为 $u=\frac{3\text{V}}{30\text{cm}}=0.1\text{V/cm}$。(3)由于安培表 A_1 的示数不变，因此 ac 段单位长度上的电压不变，R_x 两端的电压为 Lu

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，根据欧姆定律有 $R_x=\frac{Lu}{I}$，那么 $L=\frac{R_x}{u}I$，作出坐标纸上的图象，则图象的斜率 $\frac{R_x}{u}=\frac{30\text{cm}}{0.5\text{A}}$，求得 $R_x=6\Omega$。

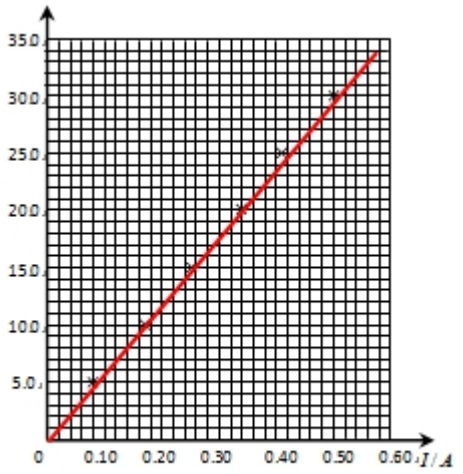


图 17（c）

【考点定位】比例法测定值电阻，实物连接、电阻定律、欧姆定律、图象法处理数据。

55.(2013·北京卷)某同学通过实验测定一个阻值约为 5Ω 的电阻 Rx 的阻值。

(1)现有电源(4V，内阻可不计)，滑动变阻器(0~50Ω，额定电流 2A)，开关和导线若干，以及下列电表

A.电流表(0~3A，内阻约 0.025Ω)

B.电流表(0~0.6A，内阻约 0.125Ω)

C.电压表(0~3V，内阻约 3kΩ)

D.电压表(0~15V，内阻约 15kΩ)

为减小测量误差，在实验中，电流表应选用_____，电压表应选用_____(选填器材前的字母)；实验电路应采用图 1 中的_____(选填“甲”或“乙”)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

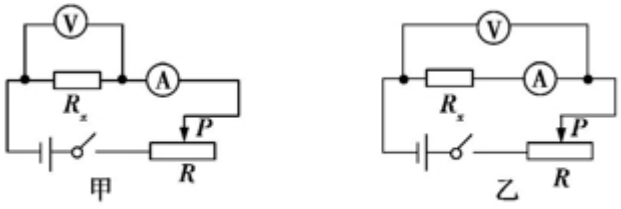


图 1

(2)图 2 是测最 R_x 的实验器材实物图，图中已连接了部分导线.请请根据在(1)问中所选的电路图，补充完成图 2 中实物间的连线.

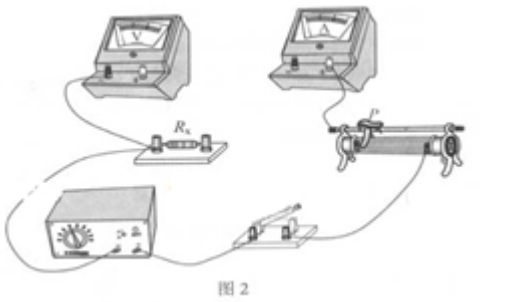


图 2

(3)接通开关，改变滑动变阻器画片 P 的位置，并记录对应的电流表示数 I、电压表示数 U。某次电表示数如图 3 所示，可得该电阻的测量值 $R_x=\frac{U}{I}=$_____Ω(保留两位有效数字)。

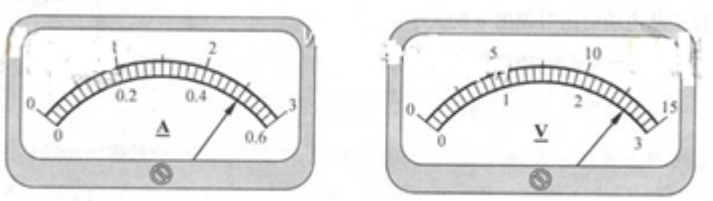


图 3

(4)若在(1)问中选用甲电路，产生误差的主要原因是_____；若在(1)问中选用乙电路产生误差的主要原因是_____。(选填选项前的字母)

A.电流表测量值小于流经 R_x 的电流值

B.电流表测量值大于流经 R_x 的电流值

C.电压表测量值小于 R_x 两端的电压值

D.电压表测量值大于 R_x 两端的电压值

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(5)在不损坏电表的前提下，将滑动变阻器滑片 P 从一端滑向另一端，随滑片 P 移动距离 x 的增加，被测电阻 R_x 两端的电压 U 也随之增加，下列反映 U-x 关系的示意图中正确的是 _____。

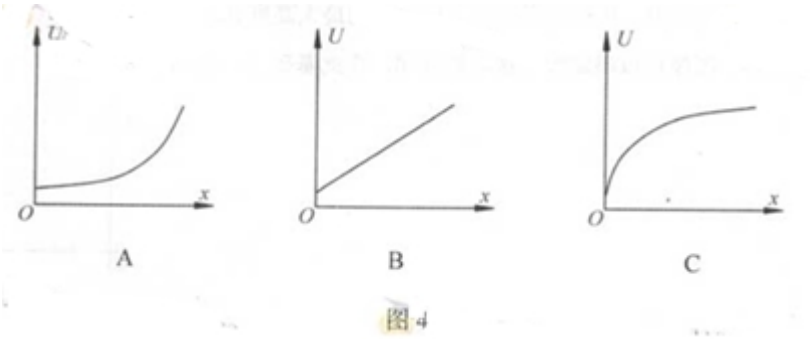
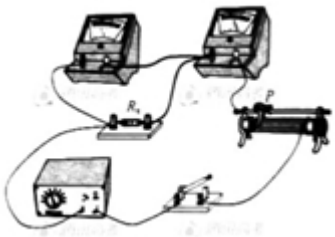


图 4

【答案】(1)电流表 B ；电压表 C；外接法即甲图。(2)略(3)5.2Ω (4)B、D(5)A

【解析】(1)电压表 C，理由是有滑动变阻器限压，且 15V 量程太大，读数误差太大；电流表 B，理由是即使电压表满偏，最大电流为 0.6A；外接法即甲图，理由是 $R_x < \sqrt{R_V R_A} \approx 20\Omega$，即小电阻，适合采用安培表外接法，即甲图。



(3)根据读数 I=0.50A，U=2.60V，即电阻为 5.2Ω

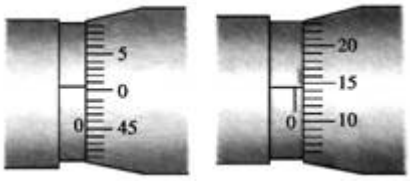
(4)甲图误差因为电流表测量电阻和电压表总电流，乙图误差因为电压表测量电流表和电阻的总电压，因此答案分别为 B、D

(5)由于电流 $I=\dfrac{E}{r+R_A+R_x+R_P}=\dfrac{E}{R_0+\dfrac{(L-x)}{S}\rho}$，$U=IR_x=\dfrac{ER_x}{R_0+R_P-\rho\dfrac{x}{S}}=\dfrac{b}{a-kx}$，通过数学函数 $y=\dfrac{1}{1-x}$ 图像(略)知道答案为 A。

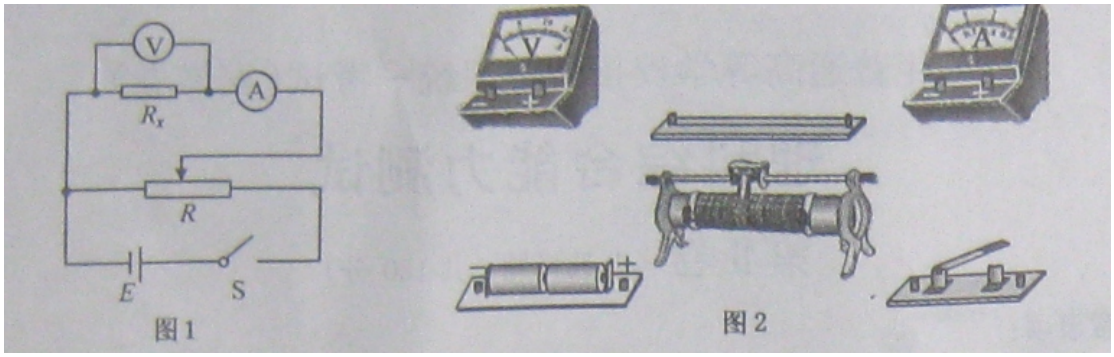
【考点定位】闭合电路欧姆定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

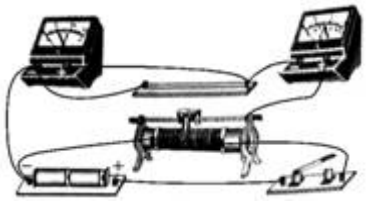
56.(2013·安徽卷)(1)在测定一根粗细均匀合金丝电阻率的实验中，利用螺旋测微器测定合金丝直径的过程如图所示，校零时的读数为_____ mm，合金丝的直径为_____mm。



(2)为了精确测量合金丝的电阻 R_x，设计出如图 1 所示的实验电路图，按照该电路图完成图 2 中的实物电路连接。



【答案】(1)0.007　0.638　(2)如图所示



【解析】(1)螺旋测微器的读数=固定部分+可动部分，校零时的读数为 0+0.7×0.01mm=0.007mm，测量合金丝的直径时的读数为 0.5mm+14.5×0.01mm=0.645mm，合金丝的直径为 0.645mm-0.007mm=0.638mm。

(2)对于分压电路，在连接实物图时应先将滑动变阻器下面的两个接线柱通过开关串接在电源两端，然后再从滑动变阻器的上面任意选取一个接线柱与电流表和待测合金丝组成串联电路，接到电源的一极，最后连接电压表，电路连接实物图如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】螺旋测微器的读数方法、测量合金丝的电阻的实验原理和实物图的连接。

【名师点睛】游标卡尺的读数没有估读，而螺旋测微器有一位估读俗称千分尺，精确到为 0.01mm。连接实物图时要注意不要有多余的导线，导线要连接到用电器上面。在连接完之后可以根据电路图反方向进行检查电路图是否正确。

57.(2011·浙江卷)在“探究导体电阻与其影响因素的定量关系”试验中，为了探究 3 根材料未知，横截面积均为 S=0.20mm^2 的金属丝 a、b、c 的电阻率，采用如图所示的实验电路，M 为金属丝 c 的左端点，O 为金属丝 a 的右端点，P 是金属丝上可移动的接触点。在实验过程中，电流表读数始终 $I=1.25A$。电压表读数 U 随 OP 间距离 x 的变化如下表：

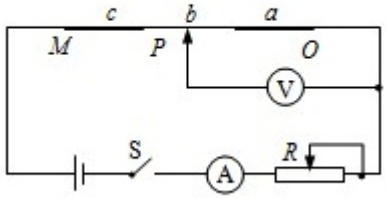


图 1

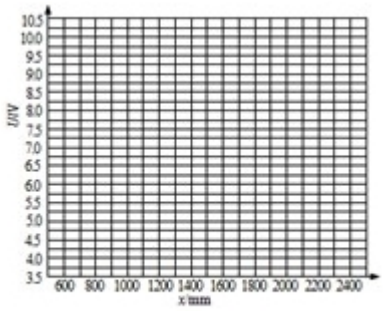


图 2

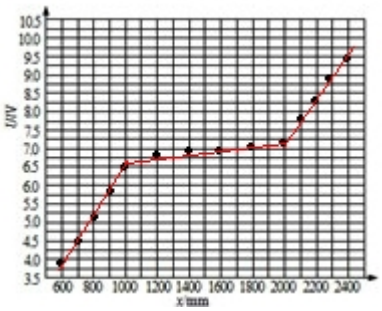
x/mm	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2100	2200	2300	2400
U/V	4.50	5.10	5.90	6.50	6.65	6.82	6.93	7.02	7.15	7.85	8.50	9.05	9.75

(1)绘出电压表读数 U 随 OP 间距离 x 变化的图线；

(2)求出金属丝的电阻率 ρ，并进行比较。

【答案】(1)如图所示；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)电阻率的允许范围：

ρ_a： $0.96\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-6}\Omega\cdot m$

ρ_b： $8.5\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-7}\Omega\cdot m$

ρ_c： $0.96\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-6}\Omega\cdot m$

通过计算可知，金属丝 a 与 c 电阻率相同，远大于金属丝 b 的电阻率。

【解析】(1)以 OP 间距离 x 为横轴，以电压表读数 U 为纵轴，描点、连线绘出电压表读数 U 随 OP 间距离 x 变化的图线。

(2)根据电阻定律 $R=\rho\frac{l}{S}\rho=R\cdot\frac{S}{l}=\frac{U}{I}\cdot\frac{S}{l}$。

ρ_a： $0.96\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-6}\Omega\cdot m$

ρ_b： $8.5\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-7}\Omega\cdot m$

ρ_c： $0.96\times10^{-6}\Omega\cdot m\sim1.10\times10^{-6}\Omega\cdot m$

通过计算可知，金属丝 a 与 c 电阻率相同，远大于金属丝 b 的电阻率。

【考点定位】“探究导体电阻与其影响因素的定量关系”试验

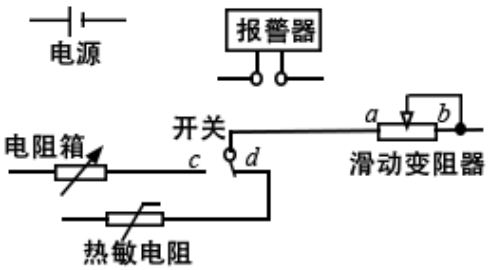
58.(2016·全国新课标I卷)现要组装一个由热敏电阻控制的报警系统，要求当热敏电阻的温度达到或超过 60 ℃时，系统报警。提供的器材有：热敏电阻，报警器(内阻很小，流过的电流超过 I_c 时就会报警)，电阻箱(最大阻值为 999.9 Ω)，直流

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电源(输出电压为 U，内阻不计)，滑动变阻器 R_1(最大阻值为 1 000 Ω)，滑动变阻器 R_2 (最大阻值为 2 000 Ω)，单刀双掷开关一个，导线若干。

在室温下对系统进行调节，已知 U 约为 18 V，I_c 约为 10 mA；流过报警器的电流超过 20 mA 时，报警器可能损坏；该热敏电阻的阻值随温度升高而减小，在 60 ℃时阻值为 650.0 Ω。

(1)在答题卡上完成待调节的报警系统原理电路图的连线。



(2)在电路中应选用滑动变阻器_____(填“R_1”或“R_2”)。

(3)按照下列步骤调节此报警系统：

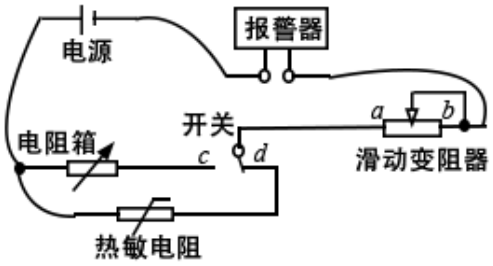
①电路接通前，需将电阻箱调到一固定的阻值，根据实验要求，这一阻值为_____Ω；滑动变阻器的滑片应置于_____(填“a”或“b”)端附近，不能置于另一端的原因是_____。

②将开关向_____(填“c”或“d”)端闭合，缓慢移动滑动变阻器的滑片，直至_____。

(4)保持滑动变阻器滑片的位置不变，将开关向另一端闭合，报警系统即可正常使用。

【答案】(1)连线如图所示　(2)R_2　(3)①650.0　b　接通电源后，流过报警器的电流会超过 20 mA，报警器可能损坏　②c　报警器开始报警

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】(1)电路连线如图。

(2)在室温下对系统进行调节，已知 U 约为 18 V，I_c 约为 10 mA；流过报警器的电流超过 20 mA 时，报警器可能损坏，可知外电阻的取值范围大约是 $\frac{18}{20\times10^{-3}}\ \Omega=900\ \Omega\le R\le\frac{18}{10\times10^{-3}}\ \Omega=1\,800\ \Omega$，报警器的电阻是 650.0 Ω，所以滑动变阻器的取值范围在 250 Ω 到 1 150 Ω 之间，所以滑动变阻器应该选 R_2。

(3)①本题采用的是等效替换法，先用变阻箱来代替热敏电阻，所以变阻箱的阻值要调节到热敏电阻的临界电阻也就是在 60 ℃时阻值为 650.0 Ω；为防止接通电源后，流过报警器的电流会超过 20 mA，报警器可能损坏，滑动变阻器的滑片应置于 b 端；②先把变阻箱的电阻接入电路，调节滑动变阻器的电阻，调至报警器开始报警时，保持滑动变阻器的阻值不变，接到热敏电阻上，当热敏电阻的阻值是 650.0 Ω 时，也就是温度达到了 60 ℃，报警器开始报警。

【考点定位】闭合电路欧姆定律的应用、等效替换法

【名师点睛】本题主要考查闭合电路欧姆定律的应用、等效替换法。要特别注意本题使用了等效替换法，先用电阻箱的阻值来代替热敏电阻来调节电路，再接入热敏电阻时，就可以直接工作，这种做法灵活、方便、安全。

59.(2012·北京卷)在“测定金属的电阻率”实验中，所用测量仪器均已校准.待测金属丝接入电路部分的长度约为 50cm.

(1)用螺旋测微器测量金属丝的直径，其中某一次测量结果如图 1 所示，其读数应为_____mm(该值接近多次测量的平均值)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

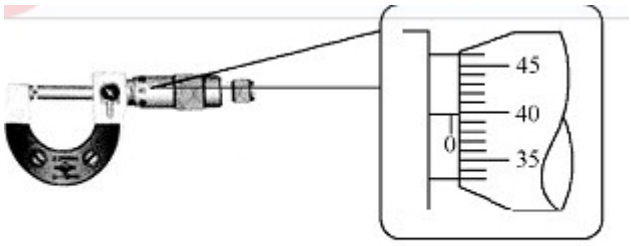


图1

(2)用伏安法测金属丝的电阻 R_x.实验所用器材为：电池组(电动势为 3V，内阻约 1Ω)、电流表(内阻约 0.1Ω)、电压表(内阻约 3kΩ)、滑动变阻器 R(0~20Ω，额定电流 2A)、开关、导线若干.

某小组同学利用以上器材正确连接好电路，进行实验测量，记录数据如下：

次数	1	2	3	4	5	6	7
U/V	0.10	0.30	0.70	1.00	1.50	1.70	2.30
I/A	0.020	0.060	0.160	0.220	0.340	0.460	0.520

由以上数据可知，他们测量 R_x 是采用图 2 中的_____图(选填“甲”或“乙”).

图 2

(3)图 3 是测量 R_x 的实验器材实物图，图中已连接了部分导线，滑动变阻器的滑片 P 置于变阻器的一端.

请根据图(2)所选的电路图，补充完成图 3 中实物间的连线，并使闭合开关的瞬间，电压表或电流表不至于被烧坏.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

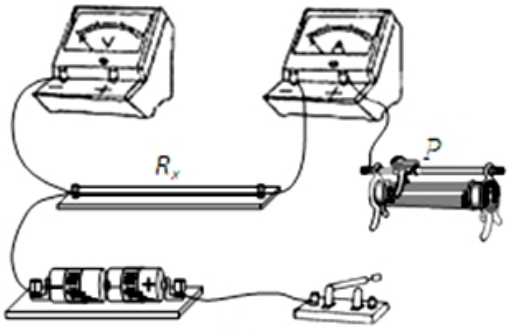


图 3

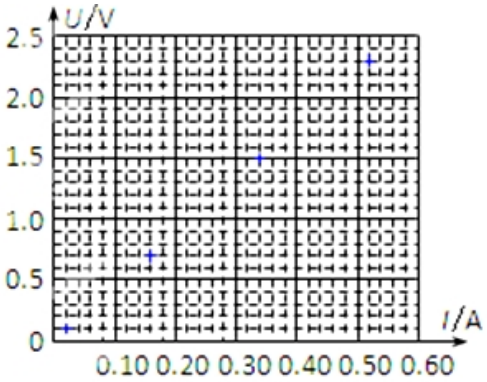


图 4

(4)这个小组的同学在坐标纸上建立 U、I 坐标系，如图 4 所示，图中已标出了测量数据对应的 4 个坐标点.请在图 4 中标出第 2、4、6 次测量数据坐标点，并描绘出 U—I 图线.由图线得到金属丝的阻值 R_x=_____Ω(保留两位有效数字).

(5)根据以上数据可以估算出金属丝的电阻率约为_____(填选项前的符号).

A.$1\times10^{-2}\Omega\cdot m$　　B.$1\times10^{-3}\Omega\cdot m$　　C.$1\times10^{-6}\Omega\cdot m$　　D.$1\times10^{-8}\Omega\cdot m$

(6)任何实验测量都存在误差.本实验所用测量仪器均已校准，下列关于误差的说法中正确的选项是_____(有多个正确选项).

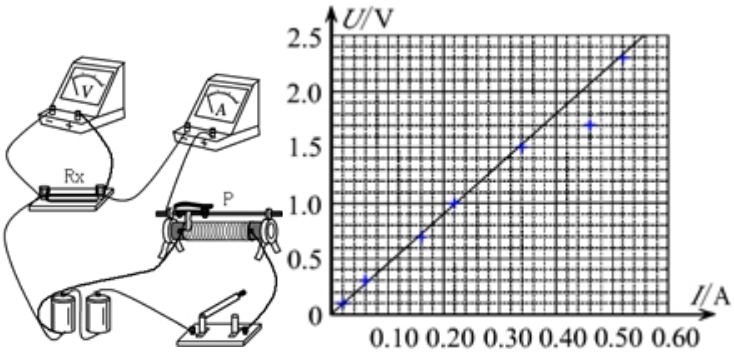
A.用螺旋测微器测量金属丝直径时，由于读数引起的误差属于系统误差

B.由于电流表和电压表内阻引起的误差属于偶然误差

C.若将电流表和电压表内阻计算在内，可以消除由测量仪表引起的系统误差

D.用 U—I 图像处理数据求金属丝电阻可以减小偶然误差

【答案】(1)0.397；(2)甲　(3)如图 1 所示　(4)如图 2 所示，4.5　(5)C (6)CD



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)固定刻度读数为 0，可动刻度读数为 39.7，所测长度为 0＋39.7×0.01＝0.397mm

(2)由记录数据根据欧姆定律可知金属丝的电阻 R_x 约 5Ω。则有

$\frac{R_x}{R_A}=\frac{5}{0.1}=50,\frac{R_V}{R_x}=\frac{30000}{5}=600$，比较 R_x 为小电阻应该采用外接法测量误差小，由(3)知是用伏安特性曲来测量电阻的，就要求电压电流从接近 0 开始调节，所以应该采用分压接法甲。

(3)注意连图时连线起点和终点在接线柱上并且不能交叉，结合(2)可知应该连接成外接分压接法(甲)那么在连线时断开开关且使 R_x 两端的电压为 0.先连外接电路部分，再连分压电路部分，此时滑片 P 必须置于变阻器的左端.实物图如图所示。

(4)描绘出第 2、4、6 三个点后可见第 6 次测量数据的坐标点误差太大舍去，然后作出 U-I 图线.如右图所示；其中第 4 次测量数据的坐标点在描绘出的 $U-I$ 图线上，有：$R_x=\frac{1.00}{0.220}=4.5\Omega$。

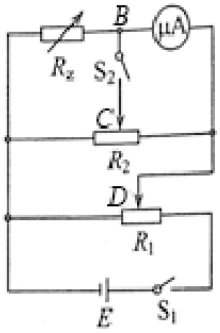
(5)根据电阻定律 $R_x=\rho\frac{l}{s}$ 有：$\rho=\frac{R_x s}{I}=1.1\times10^{-6}\Omega\cdot m$ 从数量级上估算出的金属丝电阻率是 C 选项。

(6)A、用螺旋测微器测量金属丝直径时，由于读数引起的误差属于偶然误差，故 A 错误； BC、由于电流表和电压表内阻引起的误差属于系统误差.若将电流表和电压表的内阻计算在内，可以消除由测量仪表引起的系统误差，故 B 错误，C 正确； D、用 U-I 图象处理数据求金属丝电阻可以减小偶然误差，故 D 正确。

【考点定位】本题考查了测金属丝的电阻及其相关知识

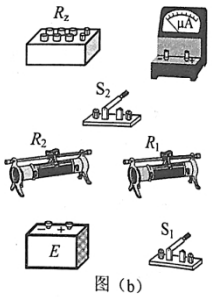
60.(2017·新课标II卷)某同学利用如图(a)所示的电路测量一微安表(量程为 100 μA，内阻大约为 2 500 Ω)的内阻。可使用的器材有：两个滑动变阻器 R_1、R_2(其中一个阻值为 20 Ω，另一个阻值为 2 000 Ω)；电阻箱 R_z(最大阻值为 99 999.9 Ω)；电源 E(电动势约为 1.5 V)；单刀开关 S_1 和 S_2。C、D 分别为两个滑动变阻器的滑片。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



图（a）

(1)按原理图(a)将图(b)中的实物连线。



图（b）

(2)完成下列填空：

①R_1 的阻值为_____Ω(填“20”或“2 000”)。

②为了保护微安表，开始时将 R_1 的滑片 C 滑到接近图(a)中的滑动变阻器的____端(填“左”或“右”)对应的位置；将 R_2 的滑片 D 置于中间位置附近。

③将电阻箱 R_z 的阻值置于 2 500.0 Ω，接通 S_1。将 R_1 的滑片置于适当位置，再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置。最终使得接通 S_2 前后，微安表的示数保持不变，这说明 S_2 接通前 B 与 D 所在位置的电势_____(填“相等”或“不相等”)。

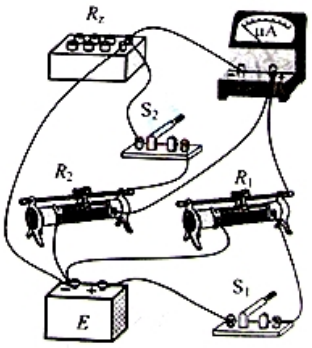
④将电阻箱 R_z 和微安表位置对调，其他条件保持不变，发现将 R_z 的阻值置于 2 601.0 Ω 时，在接通 S_2 前后，微安表的示数也保持不变。待测微安表的内阻为__Ω(结果保留到个位)。

(3)写出一条提高测量微安表内阻精度的建议：_____。

【答案】(1)连线见解析　(2)①20　②左　③相等　④2 550　(3)调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程

【解析】(1)实物连线如图：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)①滑动变阻器 R_1 要接成分压电路，则要选择阻值较小的 20 Ω 的滑动变阻器；

②为了保护微安表，开始时将 R_1 的滑片 C 滑到接近图(a)中滑动变阻器的左端对应的位置；

③将电阻箱 R_z 的阻值置于 2 500.0 Ω，接通 S_1；将 R_1 的滑片置于适当位置，再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置；最终使得接通 S_2 前后，微安表的示数保持不变，这说明 S_2 接通前后在 BD 中无电流流过，可知 B 与 D 所在位置的电势相等；

④设滑片 P 两侧电阻分别为 R_{21} 和 R_{22}，因 B 与 D 所在位置的电势相等，可知；

$\frac{R_{z1}}{R_{21}}=\frac{R_A}{R_{22}}$；同理当 R_z 和微安表对调后，仍有：$\frac{R_A}{R_{21}}=\frac{R_{z2}}{R_{22}}$；联立两式解得：

$R_A=\sqrt{R_{z1}R_{Z2}}=\sqrt{2\,500\times2\,601}\,\Omega=2\,550\,\Omega$。

(3)为了提高测量精度，调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程。

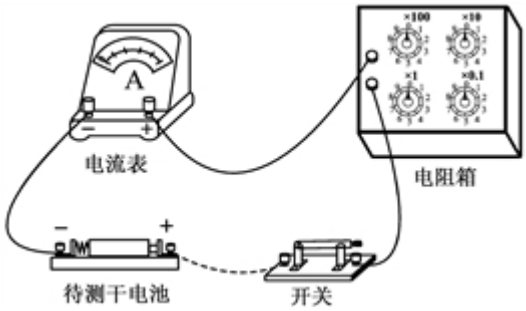
【考点定位】电阻的测量

【名师点睛】此题考查电阻测量的方法；实质上这种方法是一种“电桥电路”，搞清电桥平衡的条件：对角线电阻乘积相等，即可轻易解出待测电阻值；知道分压电路中滑动变阻器选择的原则及实物连线的注意事项。

61.(2018·江苏卷)一同学测量某干电池的电动势和内阻.

(1)如图所示是该同学正准备接入最后一根导线(图中虚线所示)时的实验电路.请指出图中在器材操作上存在的两个不妥之处_____；_____.

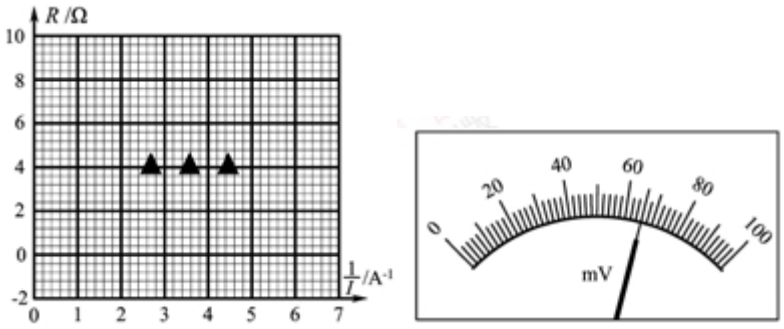
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)实验测得的电阻箱阻值 R 和电流表示数 I，以及计算的$\frac{1}{I}$数据见下表:

根据表中数据，在答题卡的方格纸上作出$R-\frac{1}{I}$关系图像_____.由图像可计算出该干电池的电动势为_____V；内阻为_____Ω.

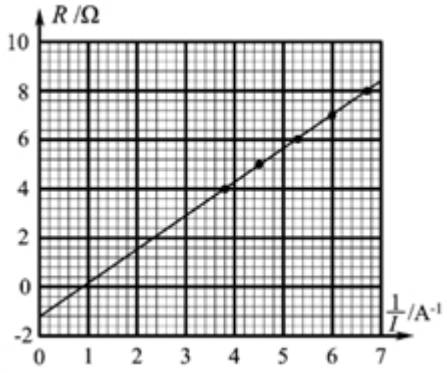
R/Ω	8.0	7.0		6.0	5.0	4.0
I/A	0.15	0.17		0.19	0.22	0.26
$\frac{1}{I}$/A^{-1}	6.7	6.0		5.3	4.5	3.8



(3)为了得到更准确的测量结果，在测出上述数据后，该同学将一只量程为 100 mV 的电压表并联在电流表的两端.调节电阻箱，当电流表的示数为 0.33 A 时，电压表的指针位置如图所示，则该干电池的电动势应为_____V；内阻应为_____Ω.

【答案】(1)①开关未断开　②电阻箱阻值为零　(2)图像如图所示：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



1.4(1.30~1.44 都算对)　1.2(1.0~1.4 都算对)

(3)1.4(结果与(2)问第一个空格一致)　　1.0(结果比(2)问第二个空格小 0.2)

【解析】本题考查测量电源电动势和内电阻实验，意在考查考生的实验数据处理能力和误差分析能力。

(1)连接电路时电源应与电路断开，所以开关要断开；另一错误是电阻箱接入电路的电阻是零，这样容易烧坏电流表和电源。

(2)将数据描点连线，做出一条倾斜的直线。根据闭合电路欧姆定律 $E=I(R+r)$得$R=E\cdot\frac{1}{I}-r$，所以图线的斜率表示电源电动势$E=\frac{8-(-1.2)}{6.7-0}V=1.37V$，截距绝对值表示 $r=0.4\times3.0\Omega=1.20\Omega$；用电压表与电流表并联，可测得电流表的内阻$R_A=\frac{U_V}{I_A}=\frac{66.0\times10^{-3}}{33\times10^{-3}}\Omega=0.20\Omega$，考虑电表内阻对实验的影响，则 $E=I(R+R_A+r)$，得$R=E\cdot\frac{1}{I}-(R_A+r)$，所以图线的斜率仍表示电动势，电动势的准确值为 1.37V，图线的截距表示(R_A+r)，所以内阻精确值为 $r=(1.20-0.20)\Omega=1.00\Omega$。

点睛：本题考查应用电流表和电阻箱测量电源电动势和内电阻实验，本题创新之处在于用一个电压表并联在电流表的两端测出电流表的电阻，从而提高测量电源内阻的精确度。

62.(2011·四川卷)为测量一电源的电动势及内阻

(1)在下列三个电压表中选一个改装成量程为 9V 的电压表

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.量程为 1V、内阻大约为 1kΩ 的电压表V_1

B.量程为 2V、内阻大约为 2kΩ 的电压表V_2

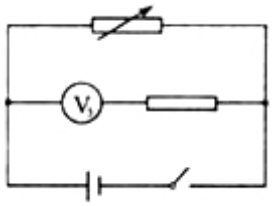
C.量程为 3V、内阻为 3kΩ 的电压表V_3

选择电压表_____串联_____kΩ 的电阻可以改装成量程为 9V 的电压表。

(2)利用一个电阻箱、一只开关、若干导线和改装好的电压表(此表用符号V_1、V_2或V_3与一个电阻串联来表示，且可视为理想电压表)，在虚线框内画出电源电动势及内阻的实验原理电路图。

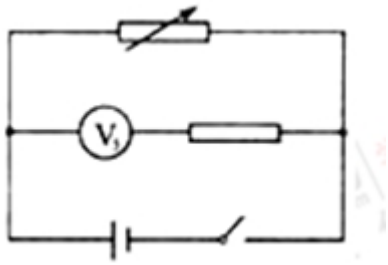
(3)根据以上实验原理电路图进行实验，读出电压表示数为 1.50V 时、电阻箱的阻值为 15.0Ω，电压表示数为 2.00V 时，电阻箱的阻值为 40.0Ω，则电源的电动势 E=_____V、内阻 r=_____Ω。

【答案】(1)V_3；6；(2)电路如图所示：(3)7.5，10



【解析】(1)选择量程为 3V，内阻大约为 3KΩ 的电压 V_3 表盘刻度改装容易，读数容易，改装后量程和内阻都扩大 3 倍，所以改装时需要串联 6KΩ 的电阻。

(2)实验原理电路图，如图：



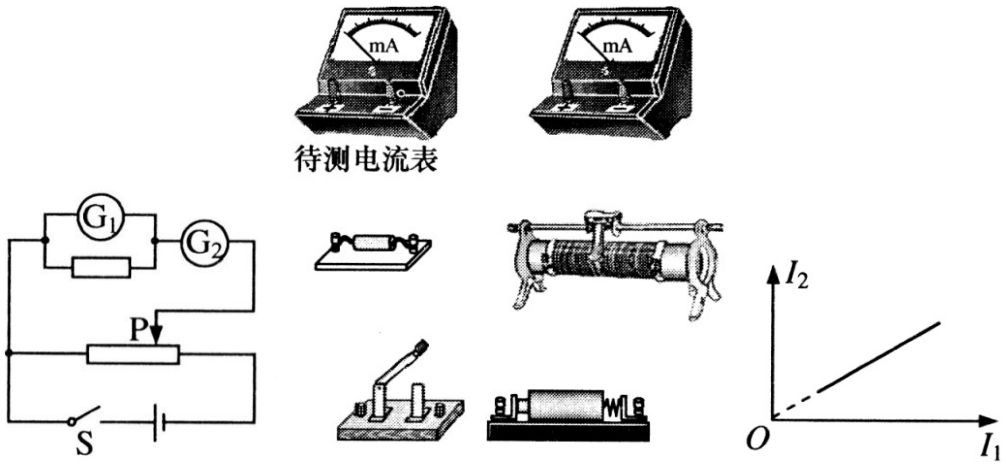
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)电压表示数为 1.50V 时，改装电压表的示数为 4.50V，即加在卿且箱上的电压是 4.50V，根据闭合电路的欧姆定律 $E=4.5V+\frac{4.5V}{15.0\Omega}r$，同理有 $E=6.0V+\frac{6.0V}{40.0\Omega}r$，连立二式解得 E=7.5V，r=10Ω。

【考点定位】测量电源电动势和内阻实验。

63.(2011·上海卷)实际电流表有内阻，可等效为理想电流表与电阻的串联。测量实际电流表 G_1 内阻 r_1 的电路如图所示。供选择的仪器如下：

①待测电流表 $G_1(0\sim5mA$，内阻约300Ω)，②电流表 G_2 $(0\sim10mA$，内阻约100Ω)，③定值电阻 $R_1(300\Omega)$，④定值电阻 $R_2(10\Omega)$，⑤滑动变阻器 R_3 $(0\sim1000\Omega)$，⑥滑动变阻器 R_4 $(0\sim20\Omega)$，⑦干电池(1.5V)，⑧电键S及导线若干。



(1)定值电阻应选_____，滑动变阻器应选_____。(在空格内填写序号)

(2)用连线连接实物图。

(3)补全实验步骤：

①按电路图连接电路，_____；

②闭合电键S，移动滑动触头至某一位置，记录 G_1，G_2 的读数 I_1，I_2；

③_____；

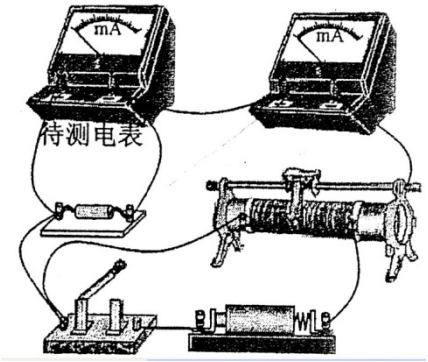
④以 I_2 为纵坐标，I_1 为横坐标，作出相应图线，如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)根据 I_2-I_1 图线的斜率 k 及定值电阻，写出待测电流表内阻的表达式_____

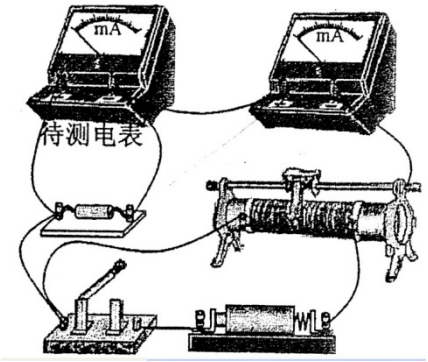
。

【答案】(1)③，⑥ (2)见图 (3)①将滑动触头移至最左端(写最小给分，最大不给分) ③多次移动滑动触头，记录相应的 G_1， G_2 读数 I_1, I_2 (4) $r_1=(k-1)R_1$



【解析】(1)器材选择：定值电阻要和待测电流表内阻接近，因为电流表 G_2 的量程是待测电流表 G_1 的 2 倍；滑动变阻器的电阻不要太大.故定值电阻选③，滑动变阻器选⑥。

(2)连接实物图如图所示.



(3)补充实验步骤：①将滑动触头移至最左端；③多次移动滑动触头，记录相应的 G_1， G_2 读数 I_1， I_2

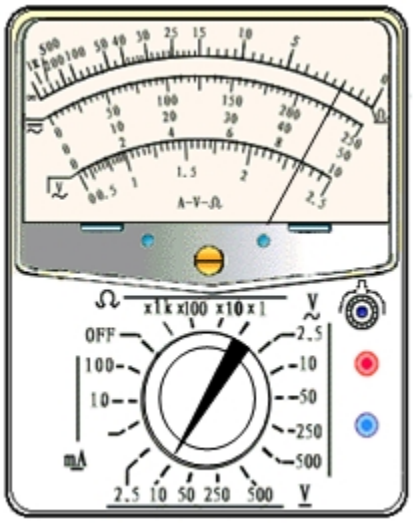
(4)电流表 G_1 内电阻 $r_1=\dfrac{U_1}{I_1}=\dfrac{(I_2-I_1)R}{I_1}=(\dfrac{I_2}{I_1}-1)R=(k-1)R$.

【考点定位】测量电表内阻实验，伏安法测电阻

64.(2012·福建卷)某研究性学习小组欲测定一块电池的电动势 E。

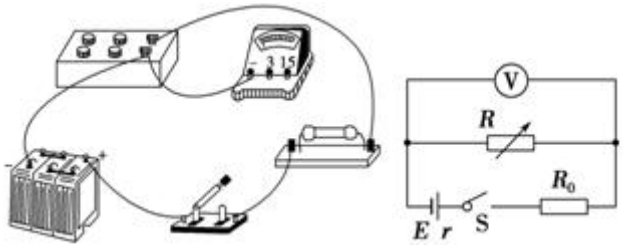
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

①先直接用多用电表测定该电池电动势。在操作无误的情况下，多用电表表盘示数如图，其示数为____V。



②然后，用电压表Ⓥ、电阻箱 R、定值电阻 R_0、开关 S、若干导线和该电池组成电路，测定该电池电动势。

(i)根据电路图，用笔画线代替导线，将实物图连接成完整电路。

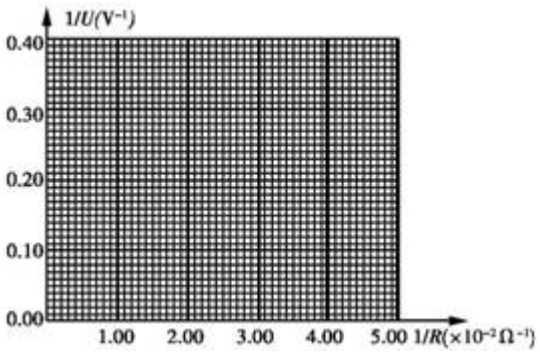


(ii)闭合开关 S，调整电阻箱阻值 R，读出电压表Ⓥ相应示数 U。该学习小组测出大量数据，分析筛选出下表所示的 R、U 数据，并计算出相应的 1/R 与 1/U 的值。请用表中数据在坐标纸上描点，并作出 1/U-1/R 图线。

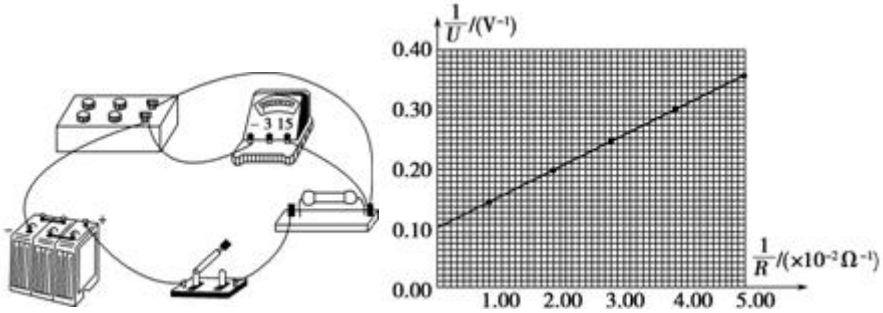
(iii)从图线中可求得 E=_____V.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

R（Ω）	166.7	71.4	50.0	33.3	25.0	20.0
U（V）	8.3	5.9	4.8	4.2	3.2	2.9
$\frac{1}{R}$（$\times 10^{-2}\Omega^{-1}$）	0.60	1.40	2.00	3.00	4.00	5.00
$\frac{1}{U}$（V^{-1}）	0.12	0.17	0.21	0.24	0.31	0.35



【答案】①9.0；②(i)如图所示；(ii)如图所示；(iii)9.5～11.1



【解析】①电压表量程为 10V，共 50 格，故读数为 9.0V；②根据闭合电路欧姆定律，有：$E=\frac{U}{R}(r+R+R_x)$ 得到：$\frac{1}{U}=\frac{r+R_x}{E}\cdot\frac{1}{R}+\frac{1}{E}$ 图象的纵轴截距表示 $\frac{1}{E}$，故 $\frac{1}{E}=0.10$，解得 E=10V。

【考点定位】电动势测量

65.(2012·重庆卷)某中学生课外科技活动小组利用铜片、锌片和家乡盛产的柑橘作了果汁电池，他们测量这种电池的电动势 E 和内阻 r，并探究电极间距对 E 和 r 的影响。实验器材如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

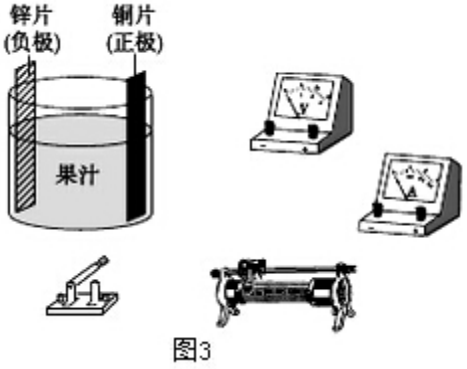


图3

①测量 E 和 r 的实验方案为：调节滑动变阻器，改变电源两端的电压 U 和流过电源的电流 I，依据公式_____，利用测量数据作出 U-I 图像，得出 E 和 r 。

②将电压表视为理想表，要求避免电流表分压作用对测量结果的影响，请在图 3 中用笔画线代替导线连接电路。

③实验中依次减小铜片与锌片的间距，分别得到相应果汁电池的 U-I 图像如图中(a)、(b)、(c)、(d)所示，由此可知：

在该实验中，随电极间距的减小，电源电动势_____(填“增大”“减小”或“不变”)，电源内阻_____(填“增大”“减小”或“不变”)。

曲线(c)对应的电源电动势 E=_____V，内阻 r=_____Ω，当外电路总电阻为 2500Ω 时，该电源的输出功率 P=_____mW.(均保留三位有效数字)

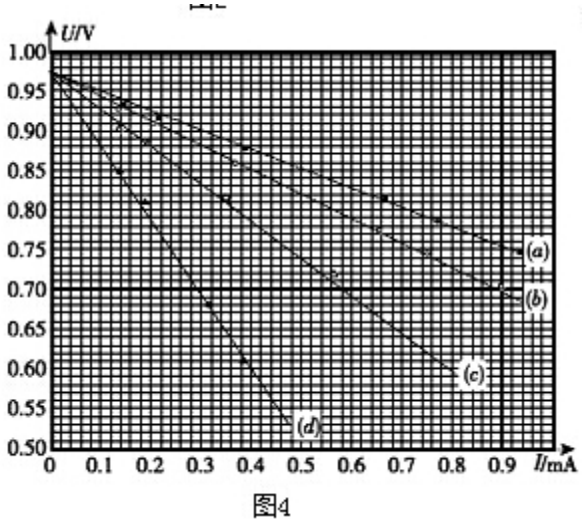
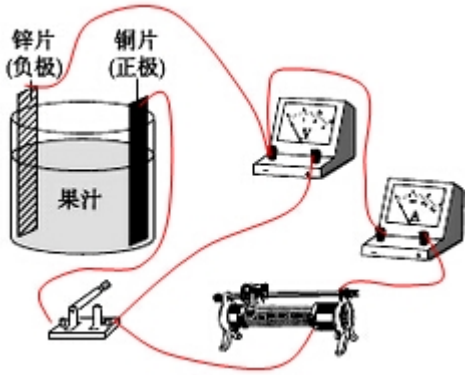


图4

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】①$U=E-Ir$；②如图所示； ③不变，增大，0.975，478，0.268

【解析】①根据闭合电路的欧姆定律，$U=E-Ir$． ②如图所示.



③图线与纵轴的交点的纵坐标即为电动势，交点纵坐标不变，所以电动势不变；图线斜率的绝对值即为内阻，斜率的绝对值变大，内阻变大。(c)对应图线斜率绝对值约为 478(从线上选取两点即可求斜率)，电源的输出功率

$P=(\frac{E}{R+r})^2R=0.268mW$ 。

【考点定位】本题考查测定电池的电动势和内阻的实验及其相关知识

66.(2013·新课标全国I卷·T23)某学生实验小组利用图(a)所示电路，测量多用电表内电池的电动势和电阻“×1k”挡内部电路的总电阻。使用的器材有：

多用电表；

电压表：量程 5V，内阻十几千欧；

滑动变阻器：最大阻值 5kΩ；

导线若干。

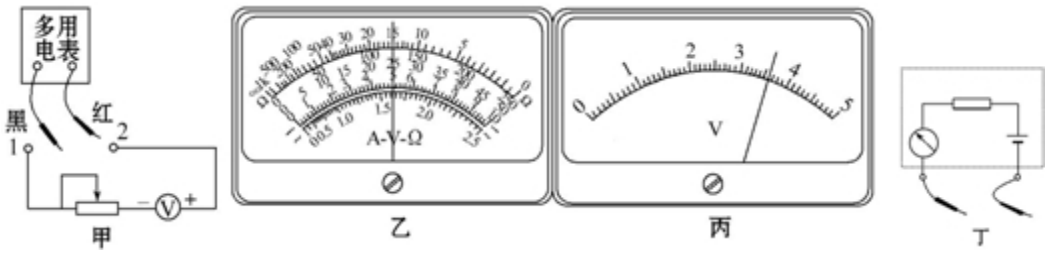
回答下列问题:

(1)将多用电表挡位调到电阻“×1k”挡，再将红表笔和黑表笔___，调零点。

(2)将图((a)中多用电表的红表笔和____(填“1”或“2”)端相连，黑表笔连接另一端。

(3)将滑动变阻器的滑片调到适当位置，使多用电表的示数如图(b)所示，这时电压表的示数如图(c)所示。多用电表和电压表的读数分别为___kΩ 和____V。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(4)调节滑动变阻器的滑片，使其接入电路的阻值为零。此时多用电表和电压表的读数分别为 12.0kΩ 和 4.00 V。从测量数据可知，电压表的内阻为____kΩ。

(5)多用电表电阻挡内部电路可等效为由一个无内阻的电池、一个理想电流表和一个电阻串联而成的电路，如图(d)所示。根据前面的实验数据计算可得，此多用电表内电池的电动势为____V，电阻“×1k”挡内部电路的总电阻为_____kΩ。

【答案】(1)短接　(2)1　(3)15.0　3.60　(4)12.0　(5)9.00　15.0

【解析】(1)将多用电表调挡位后，需将红表笔和黑表笔短接，进行欧姆调零。

(2)多用电表的红表笔对应欧姆表内电源的负极，应解电压表的负接线柱，与 1 端相连。

(3)多用电表读最上面的表盘，并乘以 1K，为 15.0 kΩ；电压表读数为 3.60V。

(4)滑动变阻器的阻值为零时，多用电表的读数为电压表的内阻，为 12.0kΩ。

(5)由闭合电路欧姆定律 I=$\frac{E}{R+r}$ 和欧姆定律 U=*IRv* 知，$E=\frac{U}{R_V}\left(r+R_0+R_V\right)$，

代入数据有：$E=\frac{3.60\text{v}}{12k\Omega}\left(r+15k\Omega\right)$，$E=\frac{4.00\text{v}}{12k\Omega}\left(r+12k\Omega\right)$，

联立求解得 $E=9.00V$，$r=15.0k\Omega$。

根据闭合电路欧姆定律，电动势为：$E=U+\frac{U}{R}\bullet r=4V+\frac{4V}{12000}\times 15000=9V$;;

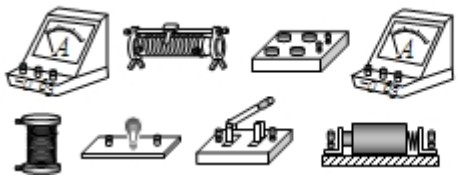
【考点定位】万用表的原理和读数、电压表的读数、中值电阻、闭合电路欧姆定律。

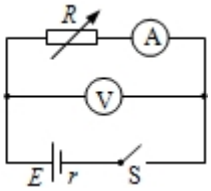
67.(2013·浙江卷)采用如图所示的电路“测定电池的电动势和内阻”。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)除了选用照片中的部分器材外， 填选项(　　)

A.还需要电压表　　B.还需要电流表　C.还需要学生电源　　D.不在需要任何器材





(2)测量所得数据如下

测量次数 物理量	1	2	3	4	5	6
R/Ω	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
I/A	0.60	0.70	0.80	0.89	1.00	1.20
U/V	0.90	0.78	0.74	0.67	0.62	0.43

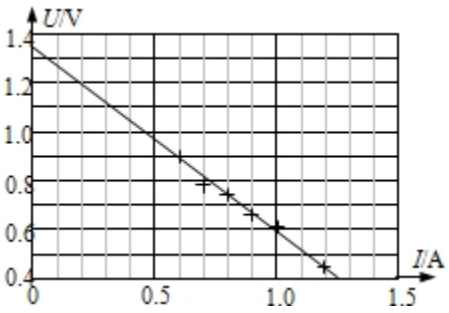
用作图法求得电池的内阻 r=_____；

(3)根据第 5 组所测得的实验数据，求得电流表内阻 R_A=_____。

【答案】(1)A　(2)如图所示，$r=(0.75\pm0.10)\Omega$　　(3)0.22Ω

【解析】(1)对照电路图，会发现缺少电压表；

(2)根据闭合电路欧姆定律，有 E=U+Ir，变形得到：U=-rI+E，作出 U-I 图，如图所示



斜率的绝对值表示内电阻，故 $r=|\frac{\Delta U}{\Delta I}|=\frac{1.35-0.4}{1.25}\Omega=0.76\Omega$；

(3)根据闭合电路欧姆定律，有：$U=IR_A+IR$，故 $R_A=\frac{U}{I}-R=\frac{0.62}{1.00}-0.4=0.22\Omega$；

【考点定位】测定电源的电动势及内阻。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

68.(2014·北京卷)利用电流表和电压表测定一节干电池的电动势和内电阻。要求尽量减小实验误差。

(1)应该选择的实验电路是图中的_____(选项“甲”或“乙”)。

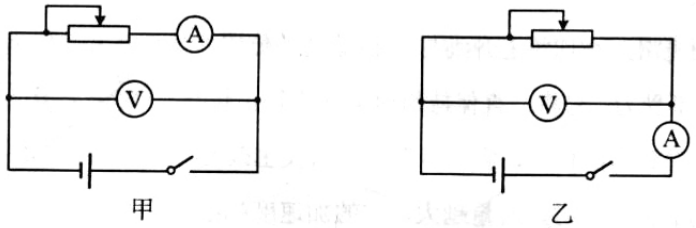


图1

(2)现有电流表(0—0.6A)，开关和导线若干，以及以下器材：

A.电压表(0—15V)

B.电压表(0—3V)

C.滑动变阻器(0—50Ω)

D.滑动变阻器(0—500Ω)[

实验中电压表应选用_____，滑动变阻器应选用_____(选填相应器材前的字母)。

(3)某同学记录的 6 组数据如下表所示，其中 5 组数据的对应点已经标在图 2 的坐标纸上，请标出余下一组数据的对应点，并画出 U-I 图线。

序号	1	2	3	4	5	6
电压 U(V)	1.45	1.40	1.30	1.25	1.20	1.10
电流 I（A）	0.060	0.120	0.240	0.260	0.360	0.480

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

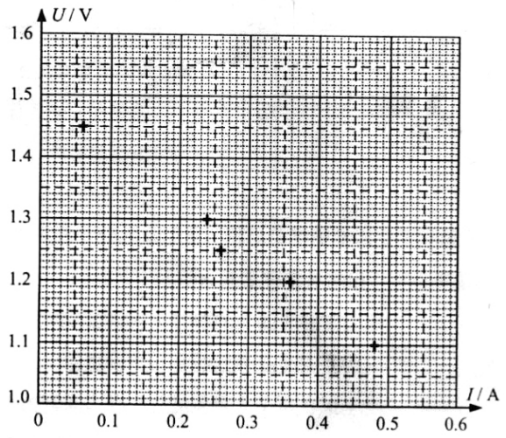


图2

(4)根据(3)中所画图线可得出干电池的电动势 E=____V，内电阻 r=_____Ω[。

(5)实验中，随着滑动变阻器滑片的移动，电压表的示数 U 以及干电池的输出功率 P 都会发生变化，图 3 的各示意图中正确反映 P—U 关系的是____[

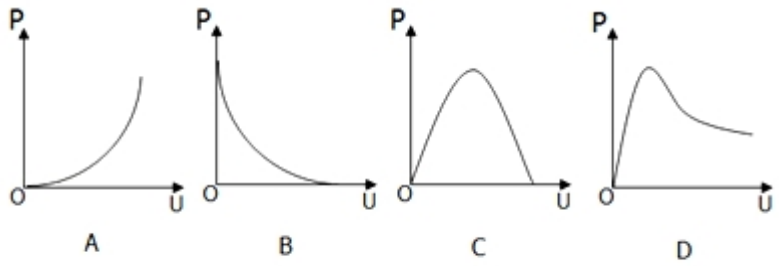
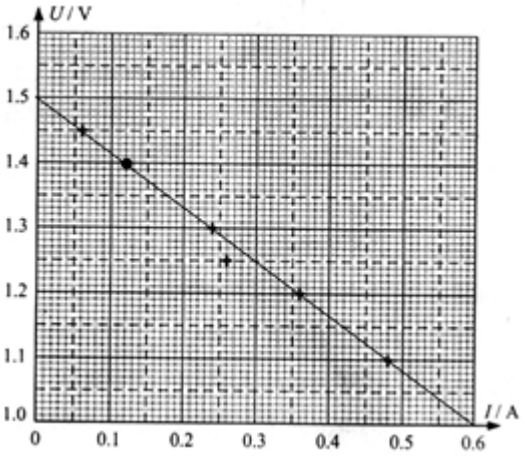


图 3

【答案】(1)甲图　(2)B、C(3)如图所示 (4)1.5　0.83(5)C



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)干电池的内阻较小，电压表的分流作用可以忽略，可以用滑动变阻器中的电流来代替干路中的电流，所以选甲图电路。(注意：两种实验电路都存在系统误差，题图甲实际测量的电阻是电源内阻与电压表的并联电阻，而图乙测量的电阻是电池内阻与电流表内阻之和)

(2)一节干电池的电动势为 1.5V，依据精确测量的原则，电压表应该选用 B，电源的内阻较小，为了调节方便，滑动变阻器应该选 C。

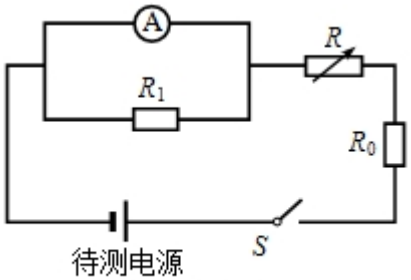
(3)画显时第 4 个点的误差较大，将其舍去，其他点连成直线，就得到电源的 U-I 图线。

(4)在(3)中图线中，U 轴上的截距为该电源的电动势 1.5V，图线的斜率为该电源的内阻 r＝0.83Ω。

(5)当滑动变阻器的阻值等于电源内阻时，电源的输出功率最大，即电源的输出功率随着 U 先变大再变小，A、B 错误；输出功率与路端电压的关系可以表示为：$P_{出}=\frac{(E-U)U}{r}$，由数学知识可得 C 正确，D 错误。

【考点定位】考查了电源电动势和内阻的测量

69.(2014·新课标全国卷I)利用如图所示电路，可以测量电源的电动势和内阻，所用的实验器材有：



图（a）

待测电源，电阻箱 R(最大阻值 999.9Ω)，电阻 R_0(阻值为 3.0Ω)，电阻 R_1(阻值为 3.0Ω)，电流表Ⓐ(量程为 200mA，内阻为 R_A=6.0Ω)，开关 S。

实验步骤如下：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

①将电阻箱阻值调到最大，闭合开关 S；

②多次调节电阻箱，记下电流表的示数 I 和电阻箱对应的阻值 R；

③以 $\frac{1}{I}$ 为纵坐标，R 为横坐标，作 $\frac{1}{I}-R$ 图线(用直线拟合)；

④求出直线的斜率 k 和在纵轴上的截距 b。

回答下列问题

(1)分别用 E 和 r 表示电源的电动势和内阻，则 $\frac{1}{I}$ 与 R 的关系式为

(2)实验得到的部分数据如下表所示，其中电阻 $R=3.0\Omega$ 时电流表的示数如图(b)所示，读出数据，完成下表。答：①_____，②_____。

R/Ω	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
I/A	0.143	0.125	①	0.100	0.091	0.084	0.077
I^{-1}/A^{-1}	6.99	8.00	②	10.0	11.0	11.9	13.0

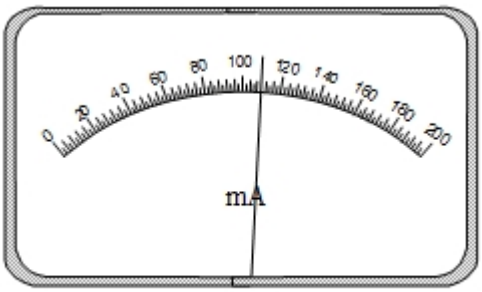


图 (b)

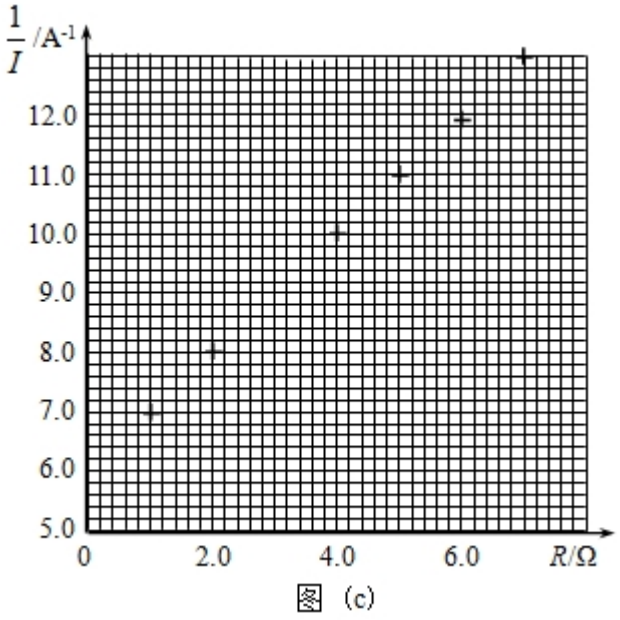


图 (c)

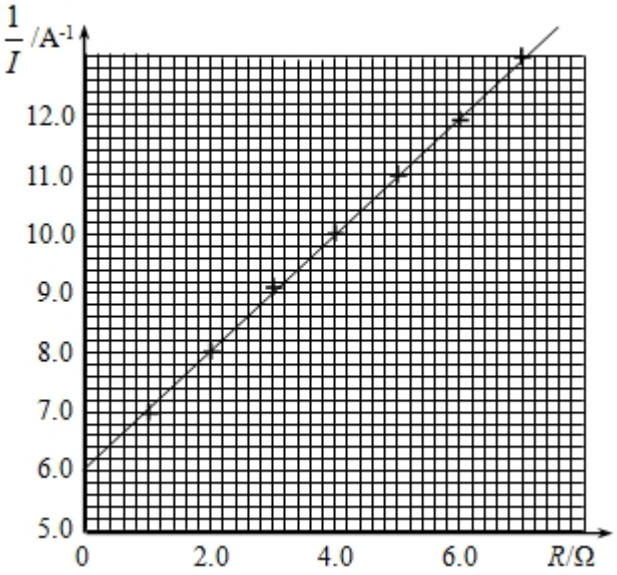
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)在图(c)的坐标纸上将所缺数据点补充完整并作图，根据图线求得斜率k=____ $A^{-1}\Omega^{-1}$，截距b= _____A^{-1}。

(4)根据图线求得电源电动势E=_____V，内阻r=_____Ω。

【答案】(1)$\frac{1}{I}=\frac{15+3r}{E}+\frac{3R}{E}$　(2)0.110　9.09(3)图线如下　$k=\frac{13-6}{7}=1$，$b=6.0$

(4)$E=3v$，$r=1\Omega$



【解析】(1)电流表和电阻R_1并联构成大量程电流表，电流表读数为I，根据

$R_A=6\Omega$，$R_1=3\Omega$可得电路的总电流为$3I$，大量程电流表电阻为$\frac{R_A\times R_1}{R_A+R_1}$，电路

总电阻为$\frac{R_A\times R_1}{R_A+R_1}+R+R_0+r$，电流$3I(\frac{R_A\times R_1}{R_A+R_1}+R+R_0+r)=\mathrm{E}$，所以

$$\frac{1}{I}=\frac{3}{E}(\frac{R_A\times R_1}{R_A+R_1}+R+R_0+r)=\frac{15+3r}{E}+\frac{3R}{E}$$

(2)根据图(b)可得电流表示数为$110mA=0.110A$，所以$\frac{1}{I}=9.09$

(3)描点作图见答案，为一条倾斜的直线，根据图线可得斜率$k=\frac{13-6}{7}=1$，截距

$b=6.0$

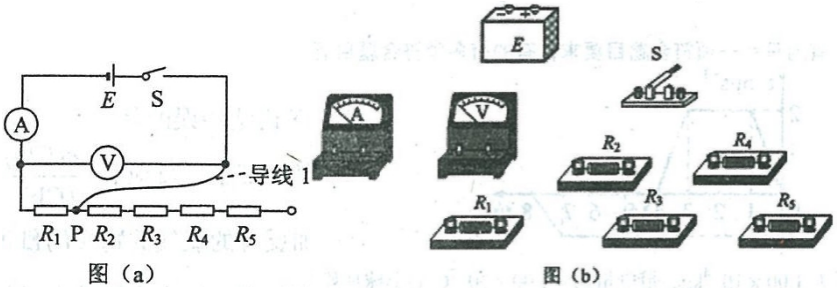
(4)根据$\frac{1}{I}=\frac{15+3r}{E}+\frac{3R}{E}$可得$\frac{15+3r}{E}=b=6$，$\frac{3}{E}=k=1$，解得$E=3v$，$r=1\Omega$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】测量电源电动势和内阻实验探究

【方法技巧】电动势和内阻的测量关键是理解原理，从原理出发即闭合电路的欧姆定律，得出图像的函数关系，利用图像求解电动势和内阻。

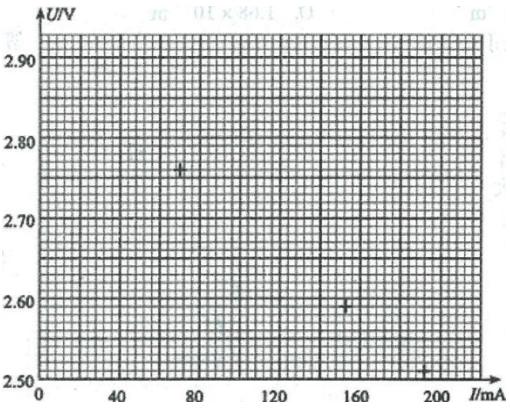
70.(2014·全国大纲卷·T23)现要测量某电源的电动势和内阻。可利用的器材有：电流表Ⓐ，内阻为 1.00Ω；电压表Ⓥ；阻值未知的定值电阻 R_1、R_2、R_3、R_4、R_5；开关 S；一端连有鳄鱼夹 P 的导线 1，其他导线若干。某同学设计的测量电路如图(a)所示。



(1)按图(a)在实物图(b)中画出连线，并标出导线 1 和其 P 端。

(2)测量时，改变鳄鱼夹 P 所夹的位置，使 R_1、R_2、R_3、R_4、R_5 依次串入电路，记录对应的电压表的示数 U 和电流表的示数 I。 数据如下表所示。根据表中数据，在图(c)中的坐标纸上将所缺数据点补充完整，并画出 U-I 图线。

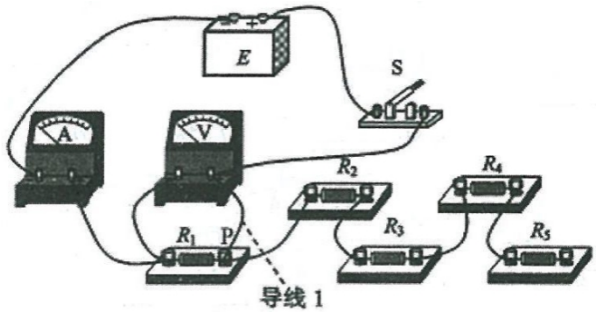
I(mA)	193	153	111	69	30
U(V)	2.51	2.59	2.68	2.76	2.84

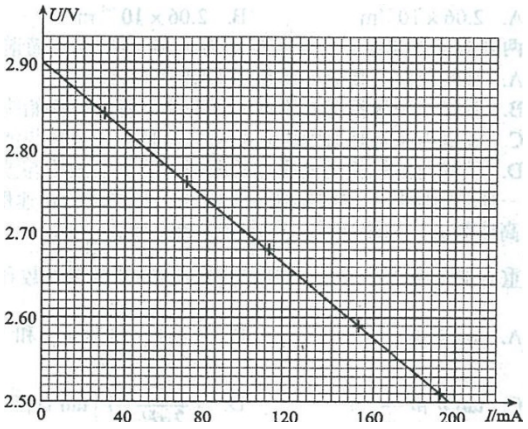


(3)根据 U-I 图线求出电源的电动势 E＝_____V，内阻 r＝_____Ω。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)如图所示；(2)如图所示；(3)2.90(2.89～2.91 之间均可)，1.02(0.93～1.13 之间均可)





【解析】(1)根据题图(a)所示，按照电流流向，其实物连线如图所示。

(2)显然，坐标图中缺少了第 3、5 组数据对应的点，补上点后，按照描点作图的原则，作出其 U-I 图线如图所示。

(3)根据给出的数据进行描出第三点和第五点，用直尺画出直线连接即可，见上图；(3)根据$U = E - I(r_A + r)$,图线的斜率表示电源的内阻和电流表的内阻之和，由图像可知斜率为：$r = k - r_A = \frac{\Delta U}{\Delta I} - r_A = 1.03\Omega$，纵截距表示电源的电动势，即 E＝2.90V。

【考点定位】本题主要考查了测电源电动势和内阻的实验问题，属于中挡题。

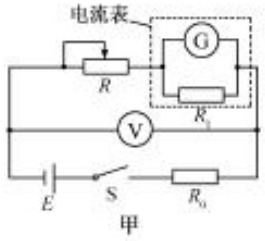
71.(2014·福建卷)某研究性学习小组利用伏安法测定某一电池组的电动势和内阻，实验原理如图甲所示，其中，虚线框内为用灵敏电流计 G 改装的电流表 A，V

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

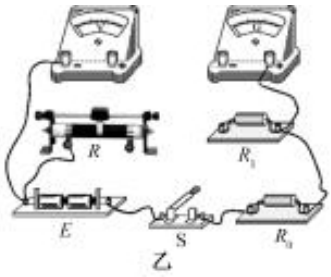
为标准电压表，E 为待测电池组，S 为开关，R 为滑动变阻器，R_0 是标称值为 4.0Ω 的定值电阻。

(1)已知灵敏电流计 G 的满偏电流 I_g=100μA、内阻 r_g=2.0kΩ，若要改装后的电流表满偏电流为 200mA，应并联一只_____Ω(保留一位小数)的定值电阻 R_1；

(2)根据图甲，用笔画线代替导线将图乙连接成完整电路；



甲



乙

(3)某次试验的数据如下表所示：该小组借鉴“研究匀变速直线运动”试验中计算加速度的方法(逐差法)，计算出电池组的内阻 r=_____Ω(保留两位小数)；为减小偶然误差，逐差法在数据处理方面体现出的主要优点是_____。

(4)该小组在前面实验的基础上，为探究图甲电路中各元器件的实际阻值对测量结果的影响，用一已知电动势和内阻的标准电池组通过上述方法多次测量后发现：电动势的测量值与已知值几乎相同，但内阻的测量值总是偏大。若测量过程无误，则内阻测量值总是偏大的原因是_____。(填选项前的字母)

A.电压表内阻的影响　　B.滑动变阻器的最大阻值偏小

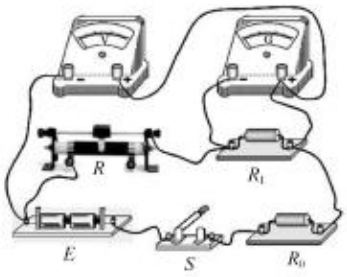
C.R_1 的实际阻值比计算值偏小　　D.R_0 的实际阻值比标称值偏大

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
电压表 V 读数 U/V	5.26	5.16	5.04	4.94	4.83	4.71	4.59	4.46
改装表 A 读数 I/mA	20	40	60	80	100	120	140	160

【答案】(1)1.0　　(2)如图所示　　(3) 1.66　　充分利用测得的数据

(4)CD

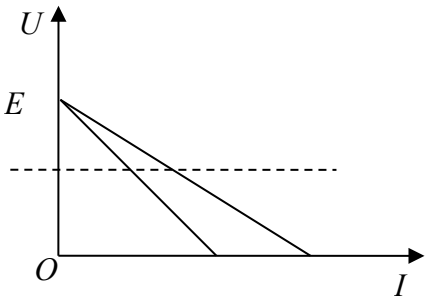
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】(1)根据改装后电表的量程 $I = I_g + \frac{I_g r_g}{R_1}$，代入解得 R_1=1.0Ω。(2)实物图如图所示。(3)根据闭合电路的欧姆定律 $E = U + I(R_0 + r)$ 可得 $R_0 + r = \frac{\Delta U}{\Delta I}$，故

$R_0 + r = \frac{U_1 - U_5}{I_5 - I_1}$ 或 $\frac{U_2 - U_6}{I_6 - I_2}$ 或 $\frac{U_3 - U_7}{I_7 - I_3}$ 或 $\frac{U_4 - U_8}{I_8 - I_4} = \frac{(U_1 + U_2 + U_3 + U_4) - (U_5 + U_6 + U_7 + U_8)}{4(I_5 - I_1)} = 5.66\Omega$

，可得：r=1.66Ω。因充分利用测得的数据，故减少一次测量的偶然误差。 (4)已知电压表是理想电压表，其内阻影响不计，其实，如果考虑其内阻影响，电源内阻的测量值应偏小，所以选项 A 可排除。滑动变阻器起到调节电流作用，其最大阻值不影响测量结果，B 可排除。根据题设，可作出下图，可见，U 值对应的电流 I 的测量值偏小，根据 $I = \frac{U}{R_{滑动} + R_A}$，因为 $I = I_g + \frac{I_g r_g}{R_1}$，其中 R_1 是计算值，其实际阻值可能偏大，才造成 $I_{测量}$ 偏大，选项 C 正确；又因为根据测量值 $r' = r + R_0$，所以可能是 R_0 的实际阻值比标称值偏大，故 D 正确。



【考点定位】本题考查电表的改装、测量电源电动势和内阻

72.(2014·上海卷)在“DIS 测电源的电动势和内阻”的实验中

(1)将待测电池组、滑动变阻器、电流传感器、电压传感器、定值电阻、电建及若干导线连接成电路如图(a)所示。图中未接导线的 A 端应接在_____点(选填：“B”、“C”、“D”或“E”)。

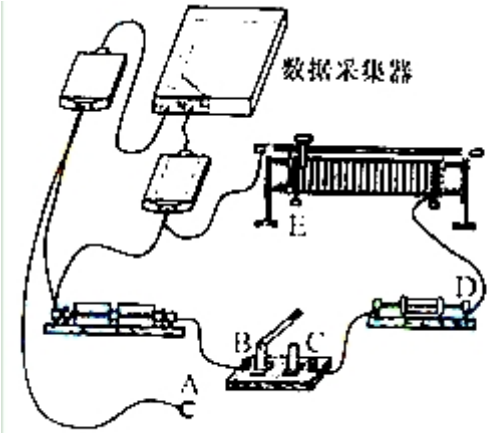


图 (a)

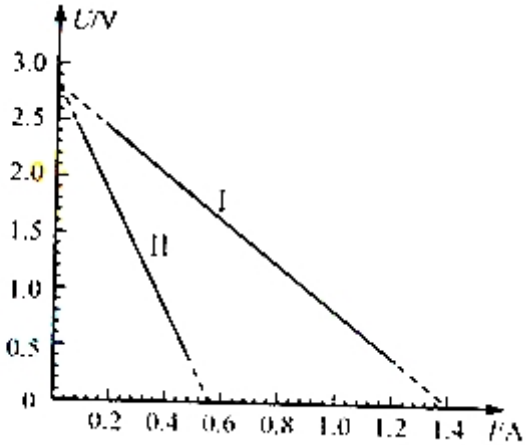


图 (b)

(2)实验得到的 U-I 关系如图(b)中的直线I所示，则电池组的电动势为_____V，内电阻阻值为_____ Ω。

(3)为了测量定值电阻的阻值，应在图(a)中将“A”端重新连接到_____点(选填：“B”、“C”、“D”或“E”)，所得到的 U-I 关系如图(b)中的直线II所示，则定值电阻阻值为_____ Ω。

【答案】(1)C(2)2.8，2　(3)D，3

【解析】(1)分析图(a)，共有两个传感器其中一个已经串联在电路，说明为电流传感器，那么没有连接完整的就是电压传感器，测量路端电压，并联在电路中，所以 a 端接入 C 接线柱。(2)根据串并联电路路端电压和电流电动势关系可得 $u=E-Ir$，$u-I$ 图像与纵轴的截距即电动势，所以 $E=2.8v$，斜率即内阻即 $r=\frac{2.8}{1.4}\Omega=2\Omega$。(3)由于电压传感器左端已经接入电源负极，所以电压传感器右端接入 C 则电压表等于路端电压，无法测量定值电阻，又无法测量定值电阻电压，所以改而滑动变阻器电压，接入 D 接线柱。此时，电压表示数 $u=E-I(r+R)$，$u-I$ 图像斜率即 $r+R=\frac{2.8}{0.56}\Omega$，可得定值电阻阻值 $R=\frac{2.8}{0.56}-2=3\Omega$。

考点：测量电源电动势和内阻实验探究及拓展

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

73.(2015·四川卷·T8(2))用实验测一电池的内阻 r 和一待测电阻的阻值 R_x。已知电池的电动势约 6V，电池内阻和待测电阻阻值都为数十欧。可选用的实验器材有:

电流表 A_1(量程 0～30mA)；

电流表 A_2(量程 0～100mA)；

电压表 V(量程 0～6V)；

滑动变阻器 R_1(阻值 0～5Ω)；

滑动变阻器 R_2(阻值 0～300Ω)；

开关 S 一个，导线若干条。

某同学的实验过程如下：

I.设计如图 3 所示的电路图，正确连接电路。

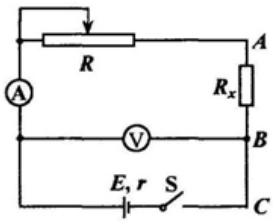


图 3

II.将 R 的阻值调到最大，闭合开关，逐次调小 R 的阻值，测出多组 U 和 I 的值，并记录。以 U 为纵轴，I 为横轴，得到如图 4 所示的图线。

III.断开开关，将 R_x 改接在 B、C 之间，A 与 B 直接相连，其他部分保持不变。重复II的步骤，得到另一条 U-I 图线，图线与横轴 I 的交点坐标为(I_0，0)，与纵轴 U 的交点坐标为(0，U_0)。

回答下列问题：

①电流表应选用____，滑动变阻器应选用_____；

②由图 4 的图线，得电源内阻 r＝____Ω；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

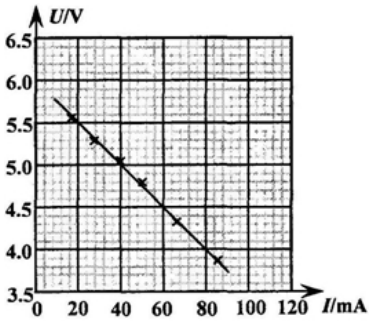


图 4

③用 I_0、U_0 和 r 表示待测电阻的关系式 R_x＝_____，代入数值可得 R_x；

④若电表为理想电表，R_x 接在 B、C 之间与接在 A、B 之间，滑动变阻器滑片都从最大阻值位置调到某同一位置，两种情况相比，电流表示数变化范围_____，电压表示数变化范围_____。(选填“相同”或“不同”)

【答案】①A_2，R_2；②25；③$\frac{U_0}{I_0}$－r；④相同，不同。

【解析】①根据题设条件中电池的电动势约 6V，电池内阻和待测电阻阻值都为数十欧，可估算出电路中的电流为数十毫安，因此电流表应选用 A_2，为了电路正常工作，以及方便调节，多测量几组数据，滑动变阻器应选用 R_2。

②根据图 3 电路结构可知，电压表测量了电路的路端电压，电流表测量了电路的总电流，因此图 4 中，图线斜率绝对值即为电源的内阻，有：$r=|k|=|\frac{5.5-4.5}{(60-20)\times10^{-3}}|\Omega=25\Omega$。

③当改接电路后，将待测电阻与电源视为整体，即为一“等效电源”，此时图线的斜率为等效电源的内阻，因此有：$r'=r+R_x=|k'|=\frac{U_0-0}{I_0-0}$，解得：$R_x=\frac{U_0}{I_0}-r$

④若电表为理想电表，R_x 接在 B、C 之间与接在 A、B 之间，电路的总电阻可变范围不变，因此电流表的示数变化范围相同，R_x 接在 B、C 之间时，电压表测量的是滑动变阻器两端的电压，而 R_x 接在 A、B 之间时，电压表测量的是滑动变阻器与 R_x 两端电压的和，由于对应某一滑动变阻器阻值时，电路的电流相同，因此电压表的读数不同，所以电压表示数变化范围也不同。

【考点定位】测定电源电动势和内阻、伏安法测电阻的实验

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

74.(2015·安徽卷·T21II)某同学为了测量一节电池的电动势和内阻，从实验室找到以下器材，一个满偏电流为 100μA，内阻为 2500Ω 的表头，一个开关，两个电阻箱(0～999.9Ω)和若干导线；

(1)由于表头量程偏小，该同学首先需要将表头改装成量程为 50mA 的电流表，则应将表头与电阻箱_____(填“串联”或者“并联”)，并将电阻箱阻值调为_____Ω。

(2)接着该同学用改装的电流表对电池的电动势和内阻进行测量，实验电路图如图 1 所示，通过改变电阻 R 测相应的电流 I，并且作相关计算后一并记录如下表

	1	2	3	4	5	6
R(Ω)	95.0	75.0	55.0	45.0	35.0	25.0
I(mA)	15.0	18.7	24.8	29.5	36.0	48.0
IR(V)	1.42	1.40	1.36	1.33	1.26	1.20

①根据表中的数据，图 2 中已描绘出四个点，请将第 5、6 两组数据也描绘在图 2 中，并画出 $IR-I$ 图线

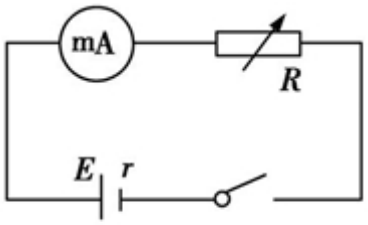


图 1

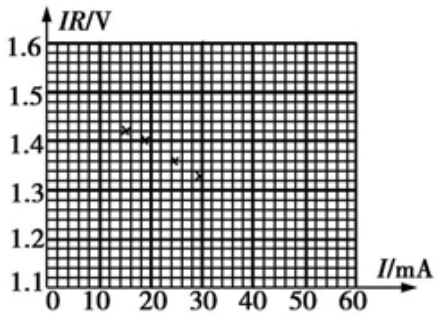
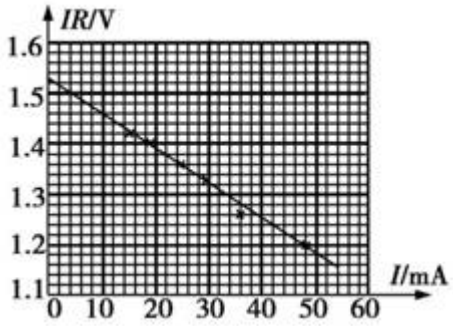


图 2

②根据图线可得电池的电动势 E 是_____V，内阻 r 是_____Ω。

【答案】(1)并联　5.0　(2)①如图所示　②1.53　2.0

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



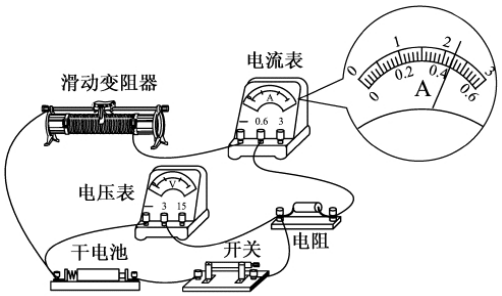
【解析】(1)把小量程的电流表改装成大量程的电流表需并联小电阻，由并联的的特点，电压相等$\left(I-I_g\right)R=I_gR_g$，得$R=5.0\Omega$。

(2)如图所示，由$E=IR+I\left(r+R_A\right)$得$IR=E-I\left(r+R_A\right)$，纵截距为电源的电动势E。

$r+R_A=\frac{1.53-1.18}{50\times10^{-3}}\Omega$，$R_A=5.0\Omega$，得$r=2.0\Omega$。

考点：考查了电表的改装和测量电源的电动势和内阻实验

75.(2015·江苏卷·T10)小明利用如图所示的实验装置测量一干电池的电动势和内阻



（题 10-1 图）

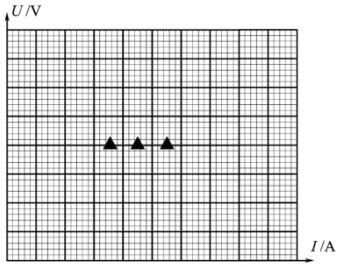
(1)图中电流表的示数为_____A

(2)调节滑动变阻器，电压表和电流表的示数记录如下

U(V)	1.45	1.36	1.27	1.16	1.06
I(A)	0.12	0.20	0.28	0.36	0.44

请根据表中的数据，在答题卡的方格纸上作出U-I图线

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



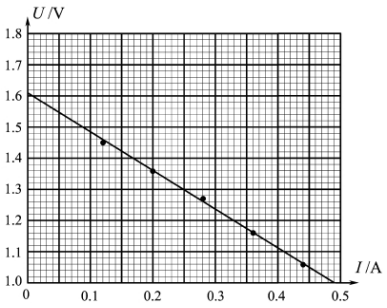
（题 10-2 图）

由图线求得：电动势E=_____V，内阻r=_____Ω。

(3)实验时，小明进行了多次测量，花费了较长时间，测量期间一直保持电路闭合，其实从实验误差考虑，这样的操作不妥，因为_____。

【答案】(1)0.44 (2)U-I 图像见解析　　1. 60 (1. 58 ~ 1. 62 都算对)　　1.2(1.18 ~1.26 都算对) (3)干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化，导致实验误差增大.

【解析】(1)由题目表格测量数据知，电流表使用 0.6A 量程，所以读数为 0.44A；(2)描点画图，如图所示；根据$U=-Ir+E$ 可得：电动势为 E=1.6V；图线的斜率等于内阻 r=1.2Ω；(3)干电池长时间使用后，电动势和内阻会发生变化，导致实验误差增大.



【考点】测量电池的电动势和内阻

【方法技巧】本题主要是理解测量电动势和内阻的原理，根据闭合电路的欧姆$U=-Ir+E$，理解 U-I 图像的意义，并利用由计算电动势和内阻。

76.(2015·天津卷·T9(3))用电流表和电压表测定由三节干电池串联组成的电池组(电动势约为 4.5V，内电阻约为 1Ω)的电动势和内电阻，除了待测电池组，电建，导线外，还有下列器材供选用；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.电流表：量程 0.6A，内电阻约为 1Ω

B.电流表：量程 3A，内电阻约为 0.2Ω

C.电压表：量程 3V，内电阻约为 30kΩ

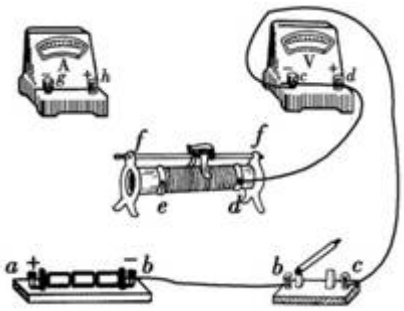
D.电压表：量程 6V，内电阻约为 60kΩ

E.滑动变阻器：0-1000Ω，额定电流 0.5A

F.滑动变阻器：0-20Ω，额定电流 2A

①为了使测量结果尽量准确，电流表应选用_____，电压表选用_____，滑动变阻器选用_____(均填仪器的字母代号)

②右图为正确选择仪器后，连好的部分电路，为了使测量误差尽量小，还需要在电路中用导线将_____和_____相连、_____和_____相连、_____和_____相连(均填仪器上接线柱的字母代号)



③实验时发现电流表坏了，于是不再使用电流表，剩余仪器中仅用电阻箱替换掉滑动变阻器，重新连接电路，仍能完成实验，实验中读出几组电阻箱的阻值 R 和对应电压表的示数 U；用图像法处理采集到数据，为在直角坐标系中得到的函数图像是一条直线，则可以_____为纵坐标，以_____为横坐标

【答案】①ADF②ad　cg　fh③$\frac{1}{U}$　$\frac{1}{R}$ 或 U　$\frac{U}{R}$ 或 $\frac{R}{U}$　R(横纵坐标互换亦可)

【解析】①按仪器选择顺序，先选电表，电池电动势为 4.5V，故电压表选择 6V 量程的 D；电路的最大电源不超过 0.45A，故电流表选择 0.6A 量程的 A 即可，因要求测量结果尽量准确，为方便调节，变阻器选择 20Ω 的 F 即可；

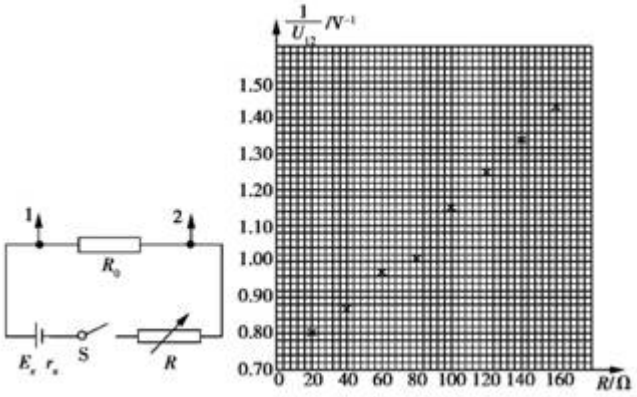
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②为减小误差，电流表应采用内接法，同时注意电表的正、负接线柱，故可知导线应连接 ad、fh、cg；

③换用电阻箱后，根据闭合电路欧姆定律有 $E=U+\frac{U}{R}r$，变形后得到 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+\frac{r}{E}\bullet\frac{1}{R}$ 或 $U=E-r\frac{U}{R}$ 或 $\frac{R}{U}=\frac{1}{E}R+\frac{r}{E}$，故图像坐标可以为 $\frac{1}{U}$ $\frac{1}{R}$ 或 U $\frac{U}{R}$ 或 $\frac{R}{U}$ R(横纵坐标互换亦可)

考点：测定电池的电动势和内阻实验

77.(2013·安徽卷)根据闭合电路欧姆定律，用图 1 所示电路可以测定电池的电动势和内电阻。图中 R_0 两端的对应电压 U_{12}，对所得的实验数据进行处理，就可以实现测量目的。根据实验数据在 $\frac{1}{U_{12}}$—R 坐标系中描出坐标点，如图 2 所示。已知 R_0=150V，请完成以下数据分析和处理。



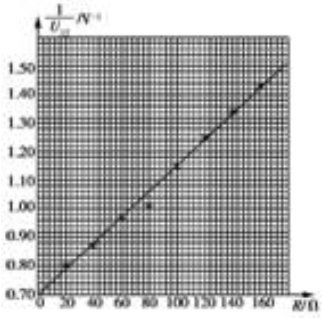
(1)图 2 中电阻为_____Ω 的数据点应剔除；

(2)在坐标纸上画出 $\frac{1}{U_{12}}$—R 关系图线；

(3)图线的斜率是_____($V^{-1}\cdot\Omega^{-1}$)，由此可得电池电动势 E_x=_____V。

【答案】(1)80 (2)如图所示 (3)0.00444 1.50

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【解析】根据闭合电路欧姆定律：$E_x = U_{12} + \frac{U_{12}}{R_0}(R + r_x)$，所以

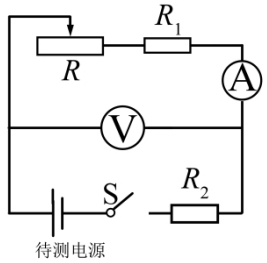
$\frac{1}{U_{12}} = \frac{1}{E_x} + \frac{R}{R_0 E_x} + \frac{r_x}{R_0}$，

由图可知斜率 k=$\frac{1}{R_0 E_x} = \frac{1.50 - 0.70}{180 - 0}\mathrm{V}^{-1}\cdot\Omega^{-1} = 0.00444\mathrm{V}^{-1}\cdot\Omega^{-1}$，可得 E_x=1.50V

。

【考点定位】闭合电路欧姆定律、测定电池的电动势和内电阻实验的实验原理，图象法处理实验数据。

78.(2016·四川卷)用如图所示电路测量电源的电动势和内阻。实验器材：待测电源(电动势约 3 V，内阻约 2 Ω)，保护电阻 R_1(阻值 10 Ω)和 R_2(阻值 5 Ω)，滑动变阻器 R，电流表 A，电压表 V，开关 S，导线若干。



实验主要步骤：

(i)将滑动变阻器接入电路的阻值调到最大，闭合开关；

(ii)逐渐减小滑动变阻器接入电路的阻值，记下电压表的示数 U 和相应电流表的示数 I；

(iii)以 U 为纵坐标，I 为横坐标，作 U–I 图线(U、I 都用国际单位)；

(iv)求出 U–I 图线斜率的绝对值 k 和在横轴上的截距 a。

回答下列问题：

(1)电压表最好选用_____；电流表最好选用_____。

A.电压表(0~3 V，内阻约 15 kΩ)　B.电压表(0~3 V，内阻约 3 kΩ)

C.电流表(0~200 mA，内阻约 2 Ω)　D.电流表(0~30 mA，内阻约 2 Ω)

(2)滑动变阻器的滑片从左向右滑动，发现电压表示数增大。两导线与滑动变阻器接线柱连接情况是_____。

A.两导线接在滑动变阻器电阻丝两端接线柱

B.两导线接在滑动变阻器金属杆两端接线柱

C.一条导线接在滑动变阻器金属杆左端接线柱，另一条导线接在电阻丝左端的接线柱

D.一条导线接在滑动变阻器金属杆右端接线柱，另一条导线接在电阻丝右端的接线柱

(3)选用 k、a、R_1 和 R_2 表示待测电源的电动势 E 和内阻 r 的表达式 E=_____，r=_____，代入数值可得 E 和 r 的测量值。

【答案】(1)A、C　(2)C　(3)ka；$k-R_2$

【解析】(1)电压表最好选用内阻较大的 A；电路能达到的最大电流

$I=\dfrac{E}{R_1+R_2+r}=\dfrac{3}{10+5+2}\text{ A}\approx 180\text{ mA}$，电流表选用 C。(2)滑动变阻器的滑片从左向右滑动，发现电压表示数增大。说明外电路的电阻变大，滑动变阻器电阻变大，则两导线与滑动变阻器接线柱连接情况是一条导线接在滑动变阻器金属杆左端接线柱，另一条导线接在电阻丝左端接线柱，故选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)根据 U-I 图线的在 U 轴上的截距等于电动势 E，则 E=ka；斜率等于内阻与 R_2 之和，则 $r=k-R_2$。

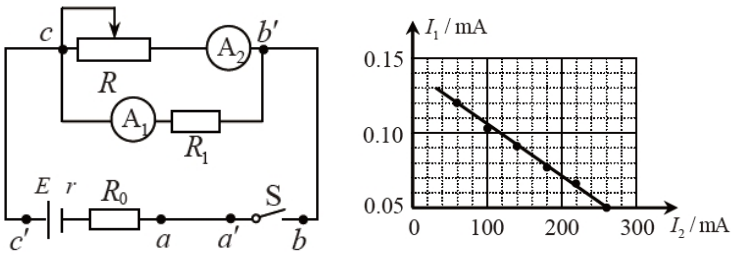
考点：测量电源的电动势和内阻

【名师点睛】此实验是课本上的测量电源的电动势和内阻实验的改进实验；与课本实验不同的地方就是加了两个保护电阻；仪器的选择要考虑实验的误差因素，比如此实验产生误差的是电压表的分流作用，故选择电压表时要尽量用内阻较大的电压表.

79.(2017·天津卷)某探究性学习小组利用如图所示的电路测量电池的电动势和内阻。其中电流表 A_1 的内阻 $r_1=1.0\ k\Omega$，电阻 $R_1=9.0\ k\Omega$，为了方便读数和作图，给电池串联一个 $R_0=3.0\ \Omega$ 的电阻。

①按图示电路进行连接后，发现 aa'、bb' 和 cc' 三条导线中，混进了一条内部断开的导线。为了确定哪一条导线内部是断开的，将电建 S 闭合，用多用电表的电压挡先测量 a、b' 间电压，读数不为零，再测量 a、a' 间电压，若读数不为零，则一定是_____导线断开；若读数为零，则一定是_____导线断开。

②排除故障后，该小组顺利完成实验。通过多次改变滑动变阻器触头位置，得到电流表 A_1 和 A_2 的多组 I_1、I_2 数据，作出图象如右图。由 I_1–I_2 图象得到电池的电动势 E=_____V，内阻 r=_____Ω。



【答案】①aa'　bb'　②1.41(1.36~1.44 均可)　0.5(0.4~0.6 均可)

【解析】①用电压档检测电路故障，电压表的表头是电流计，原电路有断路，回路中无电流，将电压表接在 ab'间后有示数，说明电路被接通，即 ab'间有断路故障，再测量 aa'间电压，电压表读数不为零，说明断路故障的范围被缩小到 aa'

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

间，则一定是 aa'导线断开，若读数为零，则说明电路仍未被接通，断路故障的范围被确定在 bb'间。

②根据闭合电路的欧姆定律：$E = I_1(R_1 + r_1) + (I_1 + I_2)(R_0 + r)$，$I_1 = I_2$，上式可简化为$E = I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_0 + r)$，读出两点坐标：(60，0.12)和(260，0.05)，代入方程解得：电动势 E=1.41 V，内阻 r=0.5 Ω。

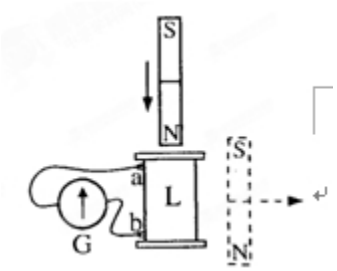
【考点定位】实验——用伏安法测干电池的电动势和内阻

【名师点睛】由图象法处理实验数据的关键是要理解图线的物理意义——纵轴截距和斜率表示什么，闭合电路的欧姆定律是核心。

80.(2012·上海卷)为判断线圈绕向，可将灵敏电流计 G 与线圈 L 连接，如图所示。已知线圈由 a 端开始绕至 b 端：当电流从电流计 G 左端流入时，指针向左偏转。

(1)将磁铁 N 极向下从线圈上方竖直插入 L 时，发现指针向左偏转。俯视线圈，其绕向为_____(填：“顺时针”或“逆时针”)。

(2)当条形磁铁从图中的虚线位置向右远离 L 时，指针向右偏转。俯视线圈，其绕向为_____(填：“顺时针”或“逆时针”)。



【答案】(1)顺时针，(2)逆时针

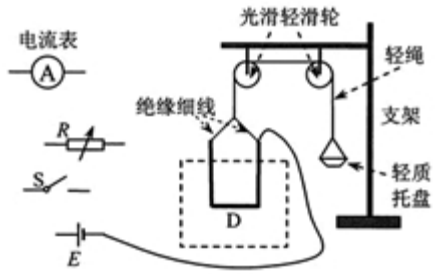
【解析】(1)将磁铁 N 极向下从线圈上方竖直插入 L 时，穿过 L 的磁场向下，磁通量增大，由楞次定律可知，感应电流的磁场方向与原磁场方向相反，感应电流磁场应该向上，电流表指针向左偏转，电流从电流表左端流入，由安培定则可知，俯视线圈，线圈绕向为顺时针。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)当条形磁铁从图中虚线位置向右远离 L 时，穿过 L 的磁通量向上，磁通量减小，由楞次定律可知，感应电流磁场应向上，指针向右偏转，电流从右端流入电流表，由安培定则可知，俯视线圈，其绕向为逆时针。

【考点定位】本题考查电磁感应、楞次定律等相关知识

81.(2012·新课标卷·T23)图中虚线框内存在一沿水平方向、且与纸面垂直的匀强磁场。现通过测量通电导线在磁场中所受的安培力，来测量磁场的磁感应强度大小、并判定其方向。所用部分器材已在图中给出，其中 D 为位于纸面内的 U 形金属框，其底边水平，两侧边竖直且等长；E 为直流电源；R 为电阻箱；A 为电流表；S 为开关。此外还有细沙、天平、米尺和若干轻质导线。



(1)在图中画线连接成实验电路图。

(2)完成下列主要实验步骤中的填空

①按图接线。

②保持开关 S 断开，在托盘内加入适量细沙，使 D 处于平衡状态；然后用天平称出细沙质量 m_1。

③闭合开关 S，调节 R 的值使电流大小适当，在托盘内重新加入适量细沙，使 D_____；然后读出_____，并用天平称出_____。

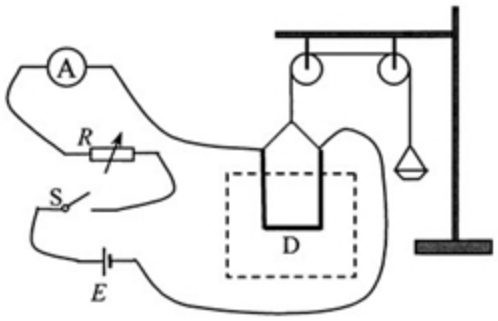
④用米尺测量_____。

(3)用测量的物理量和重力加速度 g 表示磁感应强度的大小，可以得出 B=_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)判定磁感应强度方向的方法是：若_____，磁感应强度方向垂直纸面向外；反之，磁感应强度方向垂直纸面向里。

【答案】(1)如图所示；



(2)③重新处于平衡状态；读出电流表的示数 I；此时细沙的质量 m_2；④D 的底边长度 l；

(3) $\frac{|m_2-m_1|g}{Il}$；

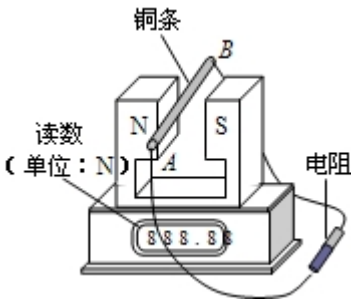
(4) $m_2>m_1$

【解析】开关 S 断开时，D 中无电流，D 不受安培力，此时 D 所受重力 $Mg=m_1g$；S 闭合后，D 中有电流，左右两边所受合力为 0，D 所受合力等于底边所受的安培力，如果 $m_2>m_1$，有 $m_2g=m_1g+BIL$，则安培力方向向下，根据左手定则可知，磁感应强度方向向外，如果 $m_2<m_1$，有 $m_2g=m_1g-BIL$，则安培力方向向上，根据左手定则可知，磁感应强度方向向里；综上所述，则 $B=\frac{|m_2-m_1|}{Il}$。

【考点定位】本题考查电流在磁场中的受力大小的计算和方向的判断及其相关知识

82.(2013·重庆卷)小明在研究性学习中设计了一种可测量磁感应强度的实验，其装置如题 7 图所示。在该实验中，磁铁固定在水平放置的电子测力计上，此时电子测力计的计数为 G_1，磁铁两极之间的磁场可视为水平匀强磁场，其余区域磁场不计。直铜条 AB 的两端通过导线与一电阻连接成闭合回路，总阻值为 R。若让铜条水平且垂直于磁场，以恒定的速率 v 在磁场中竖直向下运动，这时电子测力计的计数为 G_2，铜条在磁场中的长度 L。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)判断铜墙条所受安培力的方向，G_1 和 G_2 哪个大？

(2)求铜条匀速运动时所受安培力的大小和磁感应强度的大小。

【答案】(1)安培力的方向竖直向上，$G_2>G_1$

(2)安培力的大小 $F=G_2-G_1$ 磁感应强度的大小 $B=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{(G_2-G_1)R}{v}}$

【解析】(1)根据棒向下运动，切割磁感线，产生感应电流，由右手定则可得感应电流方向为 B 到 A，再由左手定则可得，安培力方向竖直向上；因此当棒不动时，棒不受安培力作用，所以 $G_2>G_1$；

(2)由于铜条匀速运动，则有安培力等于重力，即有：安培力 $F=G_2-G_1$

根据法拉第电磁感应定律与闭合电路欧姆定律可求出电流大小为 $I=\frac{BLv}{R}$，而由 $B=\frac{F}{IL}$ 从而可得出，磁感应强度大小 $B=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{(G_2-G_1)R}{v}}$.

【考点定位】受力分析、物体的平衡，牛顿第三定律，楞次定律或右手定则、左手定则的使用，安培力，法拉第电磁感应定律.

83.(2015·上海卷·T26)在“用 DIS 研究通电螺线管的磁感应强度”实验中

(1)在对螺线管通电_____(选填“前”或“后”)必须对磁传感器进行调零。

(2)(单选题)实验时，将磁传感器探管前端插至通电螺线管轴线中点时，磁传感器读数为 5mT。减小通电螺线管的电流后，将探管从螺线管的另一端插入，当探管前端再次到达螺线管轴线中点时，磁传感器的读数可能为

A.5mT　　B.—5mT　　C.3mT　　D.-3mT

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

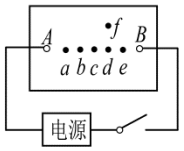
【答案】(1)前　　(2)D

【解析】(1)在对螺线管通电前必须对磁传感器进行调零，否则就会有测量误差。

(2)减小通电螺线管的电流后，螺线管内的磁感应强度变小，由于从另一端插入，磁传感器的读数可能为-3mT。

【考点定位】用 DIS 研究通电螺线管的磁感应强度

84.(2016·上海卷)“用 DIS 描绘电场的等势线”的实验装置示意图如图所示。



(1)(单选题)该实验描绘的是

(A)两个等量同种电荷周围的等势线

(B)两个等量异种电荷周围的等势线

(C)两个不等量同种电荷周围的等势线

(D)两个不等量异种电荷周围的等势线

(2)(单选题)实验操作时，需在平整的木板上依次铺放

(A)导电纸、复写纸、白纸

(B)白纸、导电纸、复写纸

(C)导电纸、白纸、复写纸

(D)白纸、复写纸、导电纸

(3)若电压传感器的红、黑探针分别接触图中 d、f 两点(f、d 连线与 A、B 连线垂直)时，示数小于零。为使示数为零，应保持红色探针与 d 点接触，而将黑色探针_____(选填：“向左”或“向右”)移动。

【答案】(1)B　(2)D　　(3)向右

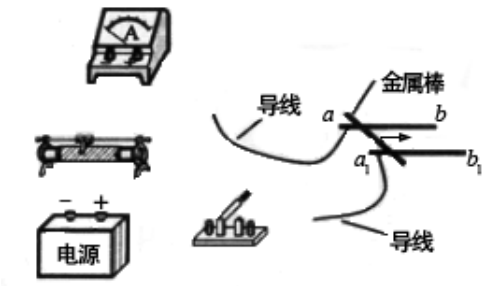
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)该实验中，用 A、B 两个接线柱分别接在电源的正负极上，一个带正电另外一个带负点，模拟等量异种电荷产生的电场，所以选项 B 正确。根据题意，只有当指针示数为零时才说明两点的电势相等，现在保持红色探针与 d 点接触，为了保证电压表示数为零，需要使黑色探针与红色探针电势相等，则要把黑色探针向右移动。(2)在实验中，最上边一层是导电纸，这样才可以使 A、B 接线柱电流通过导电纸；接下来依次是复写纸和白纸，实验过程中在导电纸上找到电势相同的点，需要用探针在导电纸上作标记，标记通过复写纸就印到最下层的白纸上。(3)根据题意，只有当指针示数为零时才说明两点的电势相等，现在保持红色探针与 d 点接触，为了保证电压表示数为零，需要使黑色探针与红色探针电势相等，则要把黑色探针向右移动。

【考点定位】等势线的描绘

【方法技巧】掌握如何模拟等量异种电荷，会正确操作该实验，知道导电纸、复写纸和白纸的放置顺序，理解如何判断两个位置电势相等的方法，是解决本题的关键。

85.(2016·全国新课标III卷)某同学用图中所给器材进行与安培力有关的实验。两根金属导轨 ab 和 a_1b_1 固定在同一水平面内且相互平行，足够大的电磁铁(未画出)的 N 极位于两导轨的正上方，S 极位于两导轨的正下方，一金属棒置于导轨上且与两导轨垂直。



(1)在图中画出连线，完成实验电路。要求滑动变阻器以限流方式接入电路，且在开关闭合后，金属棒沿箭头所示的方向移动。

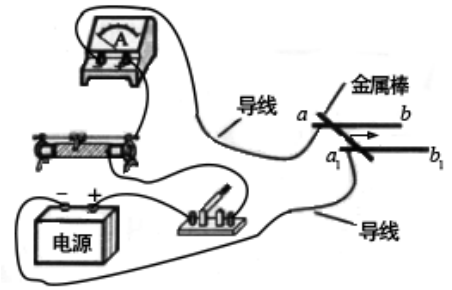
(2)为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，有人提出以下建议：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

A.适当增加两导轨间的距离　　B.换一根更长的金属棒　　C.适当增大金属棒中的电流

其中正确的是_____(填入正确选项前的标号)。

【答案】(1)如图所示　(2)AC



【解析】(1)如图所示，注意滑动变阻器的接法是限流接法。

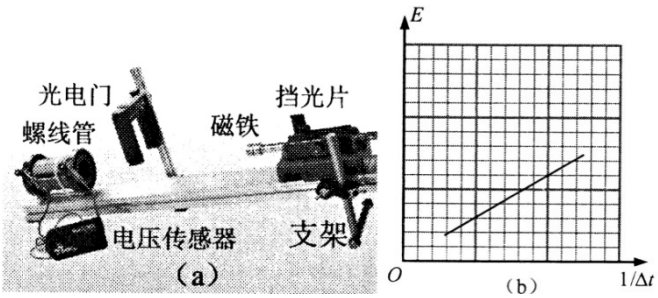
(2)根据公式 F=BIL 可得适当增加导轨间的距离或者增大电流，可增大金属棒受到的安培力，根据动能定理 $Fs-fs=\frac{1}{2}mv^2$ 可知金属棒离开导轨时的动能变大，即离开导轨时的速度变大，AC 正确；

若换用一根更长的金属棒，但金属棒切割磁感线的有效长度即导轨间的宽度不变，所以对最后的速度没有影响，B 错误。

【考点定位】考查了研究安培力实验

【方法技巧】对于高中实验，要求能明确实验原理，认真分析各步骤，从而明确实验方法；同时注意掌握图像的性质，能根据图像进行分析，明确对应规律的正确应用。

86.(2011·上海卷)在“研究回路中感应电动势大小与磁通量变化快慢的关系”实验(见图(a))中，得到 $E-1/\Delta t$ 图线如图(b)所示。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

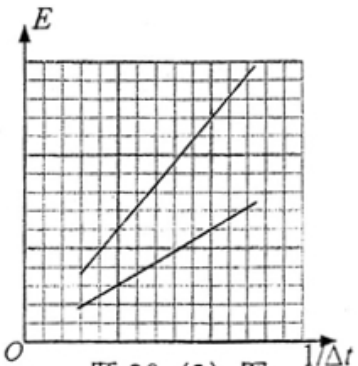
(1)(多选题)在实验中需保持不变的是(　　)

(A)挡光片的宽度　　(B)小车的释放位置

(C)导轨倾斜的角度　　(D)光电门的位置

(2)线圈匝数增加一倍后重做该实验，在图(b)中画出实验图线。

【答案】(1)A，D(2)如图



题 28（2）图

【解析】⑴在实验中，小车经过光电门时的的速度代表了磁通量变化的快慢，因此在实验过程中，不能改变光电门的位置，也不能改变挡光片的宽度。以免影响速度的测量。因此 A、D 正确.在其他因素不变的情况下，线圈匝数增加一倍，感应电动势也增加一倍。在原图的基础上把纵坐标增加一倍即可。

【考点定位】“研究回路中感应电动势大小与磁通量变化快慢的关系”实验。

87.(2010•广东卷•T34)(2)某同学利用电压表和电阻箱测定干电池的电动势和内阻，使用的器材还包括定值电阻(R_0=5Ω)一个，开关两个，导线若干，实验原理图如图 14(a)。

①在图 14(b)的实物图中，已正确连接了部分电路，请完成余下电路的连接。

②请完成下列主要实验步骤；

A.检查并调节电压表指针指零；调节电阻箱，示数如图 14(c)所示，读得电阻值是_____;

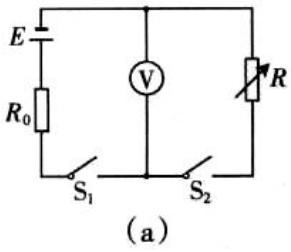
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

B.将开关 S_1 闭合，开关 S_2 断开，电压表的示数是 1.49V；

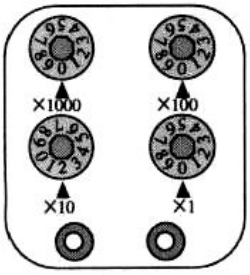
C.将开关 S_2_____，电压表的示数是 1.16V；断开开关 S_1。

③使用测得的数据，计算出干电池的内阻是_____(计算结果保留二位有效数字)。

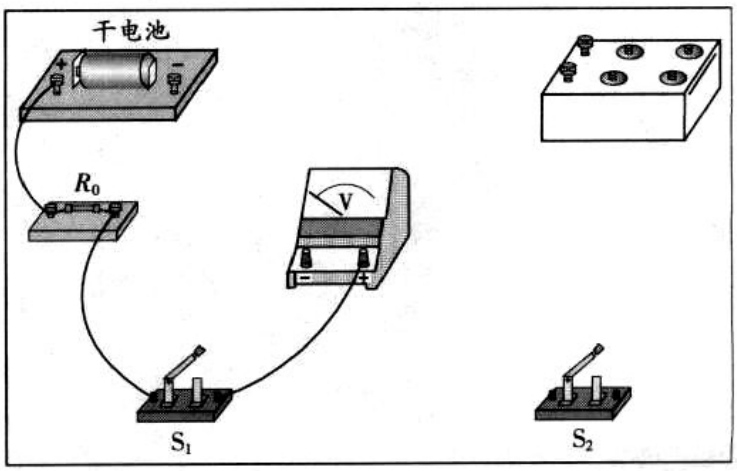
④由于所有电压表不是理想电压表，所以测得的电动势比实际值偏_____(填“大”或“小”)。



(a)

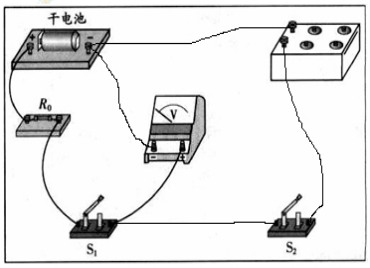


(c)



(b)

【答案】(2)①如图所示；②20Ω，闭合；③0.69Ω，④小。



【解析】(2)串联电路电压跟电阻成正比，所以 $\frac{1.49-1.16}{5+r}=\frac{1.16}{20}$

88.(2010·海南卷·T13)图 1 为测量电压表 V 内阻 r 的电路原理图.图中两个固定电阻的阻值均为 R，S_1、S_2 是开关，E 是电源(内阻可忽略)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

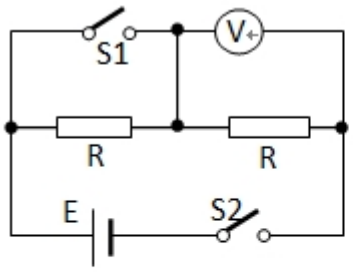


图 1

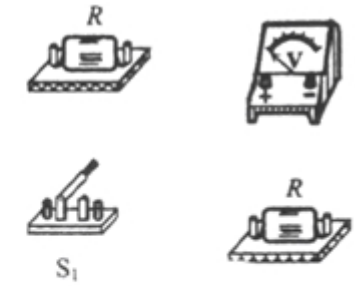
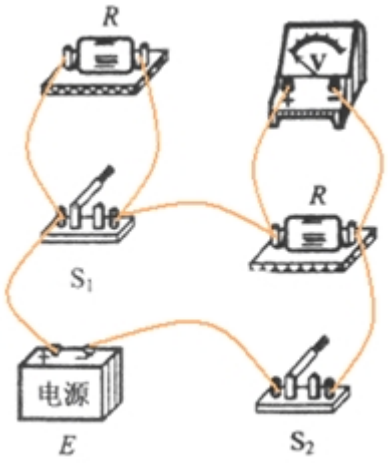


图 2

(1)按电路原理图将图 2 中的实物图连线；

(2)开关 S_1 保持断开，合上开关 S_2，此时电压表的读数为 U_1；再合上开关 S_1，电压表的读数变为 U_2，电压表内阻 r =_____(用 U_1、U_2 和 R 表示)。

【答案】(1)实物图连线如右图所示。 (2) $\frac{U_1}{U_2-2U_1}R$



【解析】开关 S_1 保持断开时， $\frac{E}{U_1}=\frac{R+\frac{Rr}{R+r}}{\frac{Rr}{R+r}}$ ，合上开关 S_1，则 $E=U_2$，

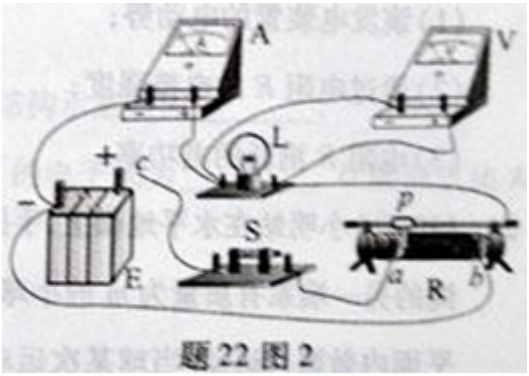
解得 $r=\frac{U_1}{U_2-2U_1}R$ 。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

89.(2010·重庆卷·T22.(2))在探究小灯泡的的伏安特性实验中，所用器材有：灯泡 L，量程恰当的电流表 A 和电压表 V，直流电源 E、滑动变阻器 R、电键 S 等，要求灯泡两端电压从 0V 开始变化。

①实验中滑动变阻器应采用_____ 接法(“分压”或“限流”).

②某同学已连接如题 22 图 2 所示的电路，在连接最后一根导线的 c 端到直流电源正极之前，请指出其中仅有的 2 个不当之处，并说明如何改正。

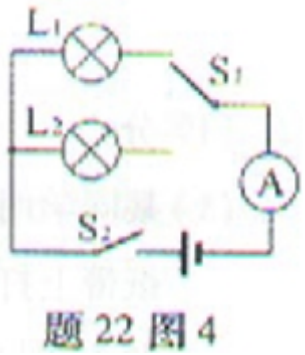


题 22 图 2

A._____

B._____

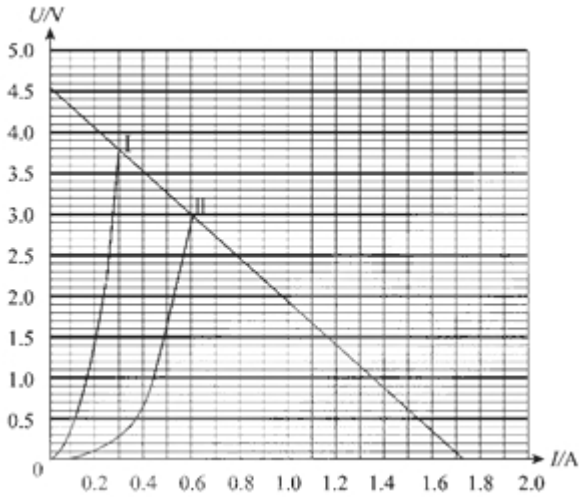
③电路连接正确后，分别测得两只灯泡 L_1 和 L_2 的伏安特性曲线如题 22 图 3 中Ⅰ和Ⅱ所示.然后将灯泡 L_1、L_2 与电池组(电动势和内阻均衡定)连成题 22 图 4 所示电路。多次测量后得到通过 L_1 和 L_2 的电流平均值分别为 0.30A 和 0.60A。



题 22 图 4

A.在题 22 图 3 中画出电池组路端电压 U 和电流 I 的关系曲线.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



B.由该曲线可知电池组的电动势为_____V，内阻为_____Ω.(取两位有效数字)

【答案】

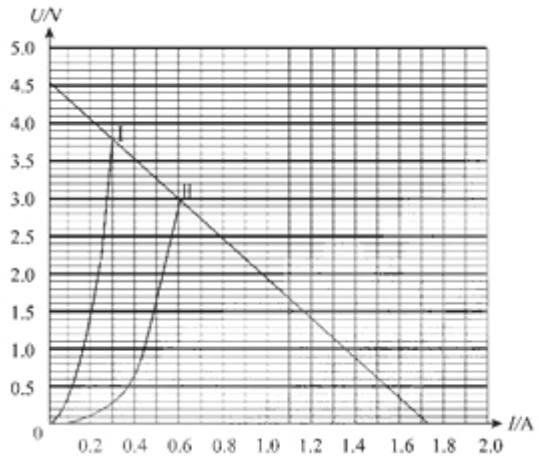
(2)①分压

②A.开关 S 不应闭合，应处于断开状态

B.滑动变阻器滑动触头 ρ 位置不当，应将其置于 b 端

③A.路端电压 U 与电流 I 的关系曲线见答题 22 图 3.

B.4.6　2.7



【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)本题考查了电路故障分析，实验的数据处理，分压和限流接法的选择等知识点。

①因为接成分压电路时，灯泡两端电压可以从零逐渐增大.

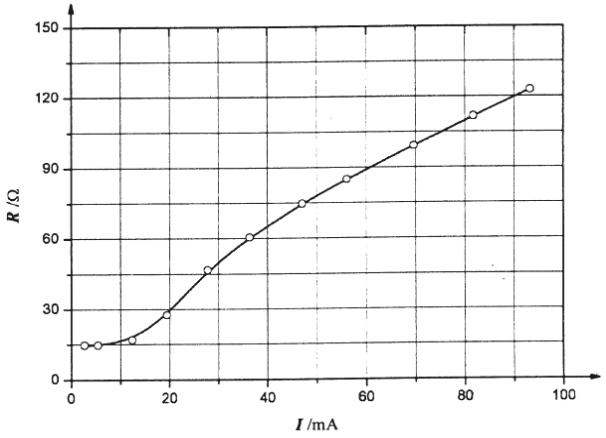
②为了电路的安全，电键在实验前应该断开；滑线变阻器的接到灯泡的电压应该最小，则滑片应该调到 b 端。

90.(2010·浙江卷·T21.Ⅱ.)在“描绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验中，某同学测得电流—电压的数据如下表所示：

电流 I/mA	2.7	5.4	12.4	19.5	27.8	36.4	47.1	56.1	69.6	81.7	93.2
电压 U/V	0.04	0.08	0.21	0.54	1.30	2.20	3.52	4.77	6.90	9.12	11.46

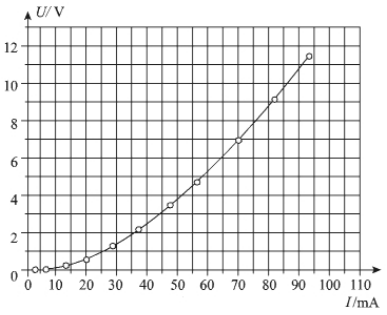
用上表数据描绘电压随电流的变化曲线；

为了探究灯丝电阻与温度的关系，已作出电阻随电流的变化曲线如图所示；请指出图线的特征，并解释形成的原因。



【答案】Ⅱ.(1)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)电阻随电流增大而增大

存在三个区间，电阻随电流的变化快慢不同。

第一区间电流很小时，电阻变化不大；第二区间灯丝温度升高快，电阻增大快；第三区间部分电能转化为光能，灯丝温度升高变慢，电阻增大也变慢。

【解析】在Ⅱ实验中，作出变化曲线后，可看出电阻随电流增大而增大，根据电阻随电流的变化快慢不同，可分为三个区间：第一区间电流很小，电阻变化不大；第二区间灯丝温度升高快，电阻增大快；第三区间部分电能转化为光能，灯丝温度升高变慢，电阻增大也变慢。

91.(2010·天津卷·T9)(3)要测量电压表 V1 的内阻 RV，其量程为 2V，内阻约为 2kΩ。实验室提供的器材有：

电流表 A，量程 0.6A，内阻约 0.1Ω；

电压表 V2，量程 5V，内阻 5kΩ；

定值电阻 R1，阻值 30Ω；

定值电阻 R2，阻值 3kΩ；

滑动变阻器 R3，最大阻值 100Ω，额定电流 1.5A；

电源 E，电动势 6V，内阻约 0.5Ω；

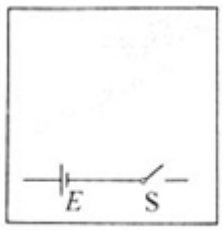
开关 S 一个，导线若干。

①有人拟将待测电压表 V1 和电流表 A 串联接入电压合适的测量电路中，测出 V1 的电压和电流，再计算出 RV。该方案实际上不可行，其最主要的原因是

；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

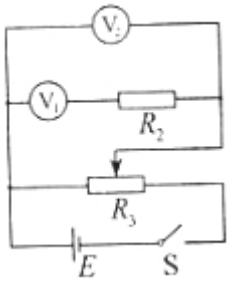
②请从上述器材中选择必要的器材，设计一个测量电压表 V1 内阻 RV 的实验电路。要求测量尽量准确，实验须在同一电路中，且在不增减元件的条件下完成。试画出符合要求的实验电路图(图中电源与开关已连好)，并标出所选元件的相应字母代号；



③由上问写出 V1 内阻 RV 的表达式，说明式中各测量量的物理意义。

【答案】(3)①电流表 A 不能准确测量出流过电压表V_1的电流。

②测量电压表V_1内阻R_v的实验电路如图所示：



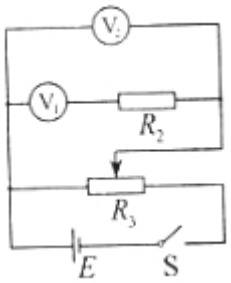
③$R_v=\dfrac{U_1R_2}{U_2-U_1}$

U_1表示V_1的电压　　U_2表示V_1和R_2串联的总电压

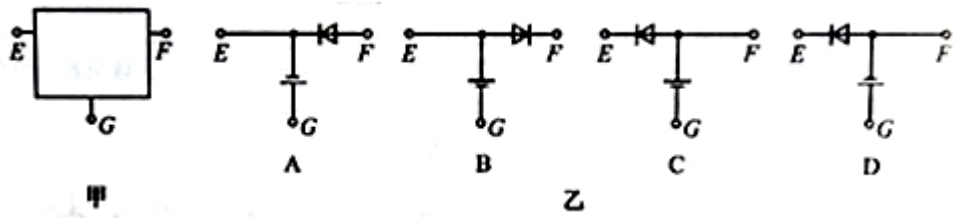
【解析】(3)本题考查的是电路实验，测量电表的内阻。①电表读数时，指针应在表盘的中间附近，太大或太小误差都会很大。这里的电压表内阻很大，电路中电流太小，误差太大。所以电流表 A 不能准确地测量出流过电压表 V_1 的电流。②一般电阻很大或很小的电路元件测量电阻时不直接测量，往往运用电路串并联的特点来间接求。电路图及元件如右，③V_1 与 R_2 串联，通过的电流相等有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

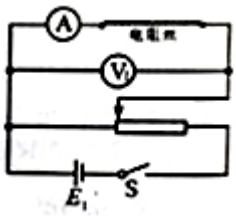
$\frac{U_1}{R_V}=\frac{U_2-U_1}{R_2}$，进而求得 $R_V=\frac{U_1R_2}{U_2-U_1}$，$U_1$ 为电压表 V_1 的电压，U_2 为 V_1 与 R_2 串联的总电压。



92.(2010·四川卷·T22)(1)①用多用电表探测图甲所示黑箱发现：用直流电压挡测量，E、G 两点间和 F、G 两点间均有电压，E、F 两点间无电压；用欧姆测量，黑表笔(与电表内部电源的正极相连)接 E 点，红表笔(表电表内部电源的负极相连)接 F 点，阻值很小，但反接阻值很大。那么，该黑箱内元件的接法可能是图乙中。



②在物理兴趣小组活动中，一同学利用下列器材设计并完成了“探究导体阻值与长度的关系”的实验。



电压表V_1　量程 3V内阻约为 900Ω

电压表V_2　量程 10V　内阻约为 3KΩ

电压表A　量程 60mA　内阻约为 5Ω

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电源 E1 电动势 1.5V 内阻约为 0.2Ω

电源 E2 电动势 4.5V 内阻约为 0.4Ω

滑动变阻器(最大阻值为 10Ω)。粗细均匀的同种电阻丝，开关、导线和刻度尺

其主要实验步骤如下：

A.选取图中器材，按示意图连接电路

B.用伏安法测定电阻丝的阻值 R

C.用刻度尺没出电阻丝的长度 L

D.依次减小电阻丝的长度，保持电路其他部分不变，重复步骤 B、C

E.处理数据，根据下列测量结果，找出电阻丝值与长度的关系

L(m)	0.9956	0.8049	0.5981	0.4021	0.1958
R(Ω)	104.8	85.3	65.2	46.6	27.1

为使实验尽可能准确，请你对上述步骤中画线处加以改进。

(I)

(II)

【答案】(1)①B

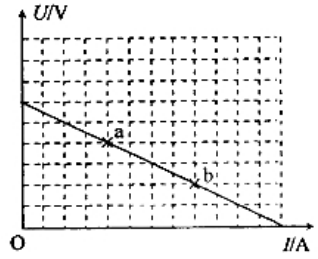
②(I)电源改选 E_2

(II)判断电流表的内外接法，作出相应调整。

【解析】(1)①本题主要考查了用多用电表探测黑箱中的元件。由多用电表探测各点之间电压关系可知 EF 间没有电源，电源只能在 GE 或 GF 间，再用欧姆档测各两点间电阻 EF 间接有二极管。选项 B 正确；②本题主要考查了探究电阻和长度的关系的实验题，主要运用控制变量法的思想。从实验数据可知电阻较大，而电流表的量程为 60mA 所以电源应选 E_2；电流表应该为外接法。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

93.(2010·新课标Ⅰ卷·T19)电源的效率η定义为外电路电阻消耗的功率与电源的总功率之比。在测电源电动势和内电阻的实验中得到的实验图线如图所示，图中u为路端电压，I为干路电流，a、b为图线上的两点，相应状态下电源的效率分别为η_a、η_b。由图可知η_a、η_b的值分别为



A.$\frac{3}{4}$、$\frac{1}{4}$　　B.$\frac{1}{3}$、$\frac{2}{3}$　　C.$\frac{1}{2}$、$\frac{1}{2}$　　D.$\frac{2}{3}$、$\frac{1}{3}$

【答案】D

【解析】本题考查U—I图象的有关知识。U—I图象的纵坐标的截距为电源的电动势，设电动势为E，路端电压为U外，则$\eta=\frac{P_{出}}{P_{总}}=\frac{IU_{外}}{IE}=\frac{U_{外}}{E}$，a、b两点的U分别为$\frac{2}{3}E$和$\frac{1}{3}E$，因此$\eta_a$、$\eta_b$分别为$\frac{2}{3}$、$\frac{1}{3}$，D项正确。

94.(2010·新课标Ⅰ卷·T23.)用对温度敏感的半导体材料制成的某热敏电阻R_T，在给定温度范围内，其阻值随温度的变化是非线性的。某同学将R_T和两个适当的固定电阻R_1、R_2连成图1虚线框内所示的电路，以使该电路的等效电阻R_L的阻值随R_T所处环境温度的变化近似为线性的，且具有合适的阻值范围。为了验证这个设计，他采用伏安法测量在不同温度下R_L的阻值，测量电路如图1所示，图中的电压表内阻很大。R_L的测量结果如表1所示。

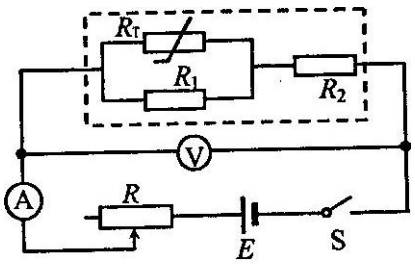


图1

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

表 1

温度 t(℃)	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
R_L 阻值(Ω)	54.3	51.5	48.3	44.7	41.4	37.9	34.7

回答下列问题：

(1)根据图 1 所示的电路，在图 2 所示的实物图上连线。

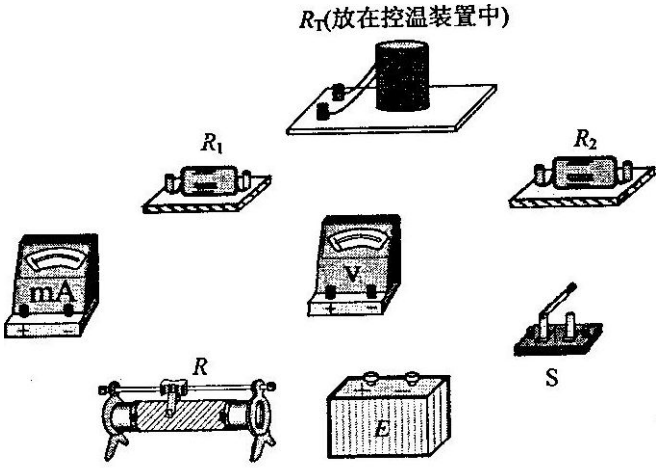
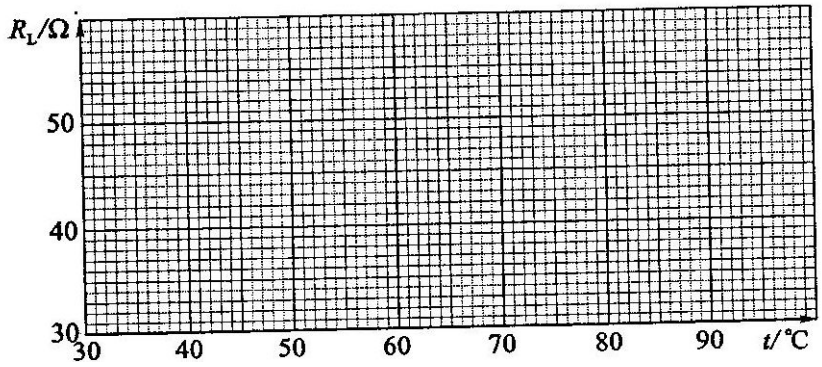


图 2

(2)为了检验 R_L 与 f 之间近似为线性关系，在坐标纸上作 R_L－t 关系图线



(3)在某一温度下，电路中的电流表、电压表的示数如图 3、4 所示。电流表的读数为_____，电压表的读数为_____。此时等效电阻 R_L 的阻值为_____；热敏电阻所处环境的温度约为_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

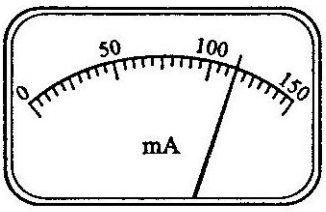


图 3

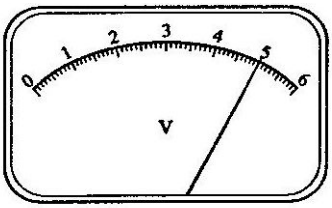
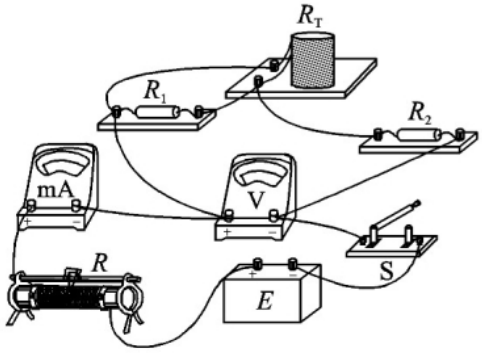
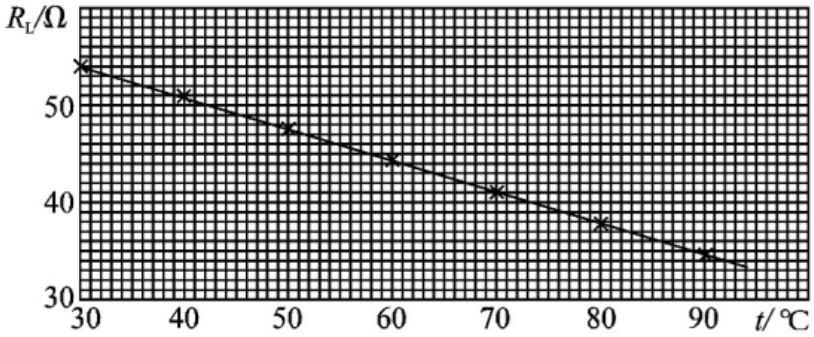


图 4

【答案】(1)



(2)



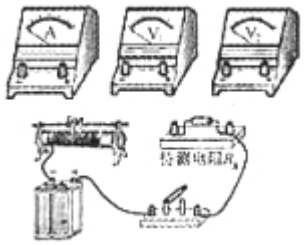
(3)115mA　　5.00V　　43.5Ω　　64.0℃

【解析】本题考查的是伏安法测电阻、电路的连接、描点作图、图象的处理以及数据分析。根据电路图按照顺序可以将实物电路连接，如图 2 所示；根据表 1 的数据可以在 R_L-t 图象上进行描点作图，图象如上；图 3 的表盘分度值为 5mA，电流表读数为 115mA；图 4 的表盘分度值为 0.01V，电压表读数为 5.00V；根据部分电路欧姆定律 $R_L=43.5\Omega$，根据第 2 题的图象可以查出热敏电阻所处环境的温度为 64.0℃。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

95.(2010·福建卷·T19(3))如图所示是一些准备用来测量待测电阻 R_x 阻值的实验器材，器材及其规格列表如下：

器　材	规　格
待测电阻 R_x 电源 E 电压表 V_1 电压表 V_2 电流表 A 滑动变阻器 R 开关 S、导线若干	阻值在 900Ω~1000Ω 之间 具有一定内阻，电动势约 9.0V 量程 2.0V，内阻 r_1=1000Ω 量程 5.0V，内阻 r_2=2500Ω 量程 3.0A，内阻 r=0.10Ω 最大阻值约 100Ω，额定电流 0.5A



为了能正常进行测量并尽可能减小测量误差，实验要求测量时电表的读数大于其量程的一半，而且调节滑动变阻器能使电表读数有较明显的变化。请用实线代替导线，在所给的实验器材图中选择若干合适的器材，连成满足要求的测量 R_x 阻值的电路。

【答案】

(3)如图所示

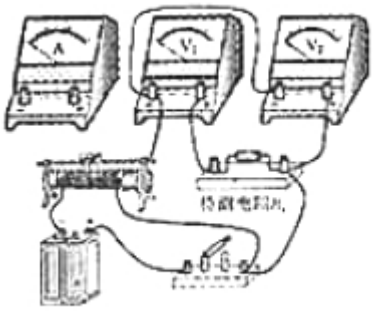


图 1

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

(3)本题考查了伏安法测电阻及考生的分析综合能力、实验能力。滑动变阻器的电阻远小于待测电阻，应采用分压接法，电流表的量程太大，也不能采用，两电压表内阻确定，故可用电压表 V_1 应充当电流表，算出电阻上的电流，电压表 V_2 的电压减去 V_1 的电压是待测电阻上的电压，从而算出待测电阻的电阻。

96.(2010·安徽卷·T21)Ⅱ.太阳能是一种清洁、“绿色”能源。在我国上海举办的 2010 年世博会上，大量利用了太阳能电池。太阳能电池在有光照时，可以将光能转化为电能，在没有光照时，可以视为一个电学器件。某实验小组根据测绘小灯泡伏安特性曲线的实验方法，探究一个太阳能电池在没有光照时(没有储存电能)的 I-U 特性。所用的器材包括：太阳能电池，电源 E，电流表 A，电压表 V，滑动变阻器 R，开关 S 及导线若干。

(1)为了达到上述目的，请将图 1 连成一个完整的实验电路图。

(2)该实验小组根据实验得到的数据，描点绘出了如图 2 的 I-U 图像。由图可知，当电压小于 2.00V 时，太阳能电池的电阻_____(填“很大”或“很小”)；当电压为 2.80V 时，太阳能电池的电阻约为_____Ω。

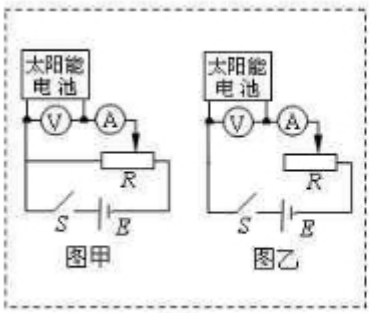


图 1

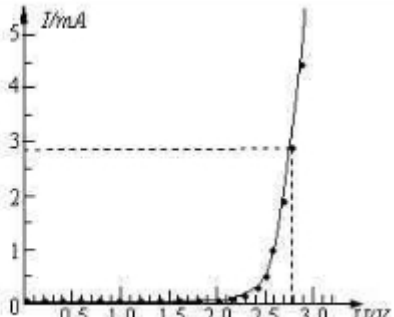
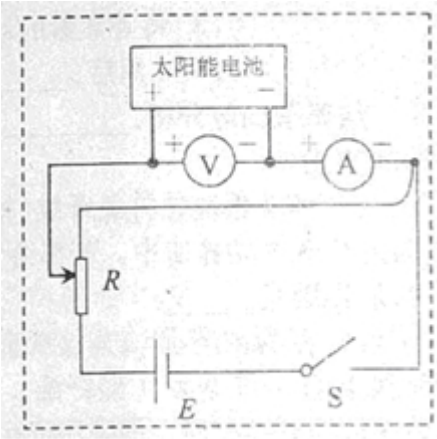


图 2

【答案】Ⅱ(1)连线如右图。

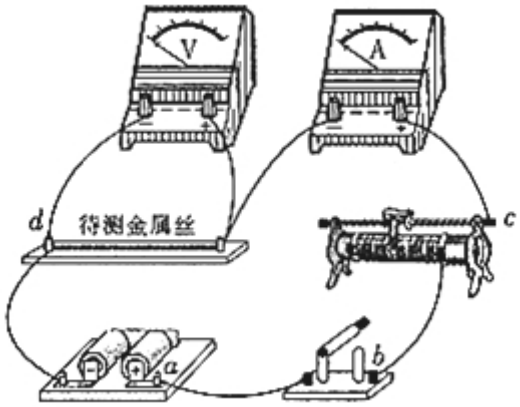
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)很大；1.0×103(965--1040)

【解析】Ⅱ.本题考查考生的实验设计能力，内容设计图像和部分电路欧姆定律。由图乙可知实验数据都是从接近零开始，因此滑动变阻器要用分压式接法。接法如图。当电压小于 2.00V 时，从图中可看出电流几乎为零，此时电阻很大，当电压约为 2.8V 时，从图中可读出对应电流为 2.8mA，根据部分电路欧姆定律，可得此时电阻约为 1000 欧姆。

97.(2010·山东卷·T23)(2)在测定金属电阻率的试验中，某同学连接电路如图所示。闭合电键后，发现电路有故障(已知电源、电表和导线均完好，电源电动势为 E)：



①若电流表示数为零、电压表示数为 E，则发生故障的是_____(填“待测金属丝”“滑动变阻器”或“电键”)。

② 若电流表、电压表示数均为零，该同学利用多用电表检查故障。先将选择开关旋至_____档(填“欧姆×100”“直流电压 10V”或者“直流电流 2.5mA”)，再将___(填“红”或“黑”)表笔固定在 a 接线柱，把另一支表笔依次接 b、c、d 接线柱。若

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

只有滑动变阻器断路，则多用电表的示数依次是_____、_____、_____。

【答案】(2)①待测金属丝②直流电压 10V，红，0，E，E。

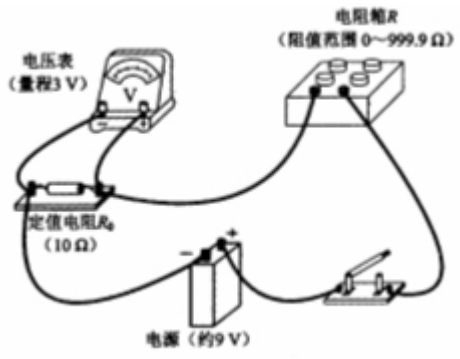
【解析】

(2)本题考查测金属丝的电阻率、多用电表的使用及考生推理能力、实验能力和应用数学知识处理物理问题的能力。

①电流表示数为零，故电流表中无电流，电压表示数为电源电动势，说明通过电压表有电流，且测量的部分断路。

②电路中有电源，故不能使用欧姆表，电表与电路为并联法，故应使用电压挡且电压表红表笔接电源的正极(a 接线柱)。若滑动变阻器断路，ad、ac 间的电路均无电流，a 端与 d、c 端分别接电源正负极，则电压表示数为 E，a、b 间无电压降，则电压表示数为 0。

98.(2010·江苏卷·T10)(8 分)在测量电源的电动势和内阻的实验中，由于所用的电压表(视为理想电压表)的量程较小，某同学设计了如图所示的实物电路。



(1)试验时，应先将电阻箱的电阻调到_____.(选填“最大值”、“最小值”或“任意值”)

(2)改变电阻箱的阻值 R，分别测出阻值 $R_0=10\Omega$ 的定值电阻两端的电压 U，下列两组 R 的取值方案中，比较合理的方案是_____.(选填 1 或 2)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

方案编号	电阻箱的阻值 R /Ω				
1	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0
2	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0

(3)根据实验数据描点，绘出的$\frac{1}{U}-R$图像是一条直线。若直线的斜率为k，在$\frac{1}{U}$坐标轴上的截距为b，则该电源的电动势E=____▲____，内阻r=____▲____(用k、b和R_0表示)

【答案】(1)最大值　(2)2　(3)$\frac{1}{kR_0};\frac{b}{k}-R_0$

【解析】(1)为了保障电路安全，需要把电阻箱调到最大值

(2)若R=300Ω，电流约$\frac{9}{300}=0.03A$，若R=60Ω，电流约$\frac{9}{60+10}=0.15A$，后者电流读数大，误差小，所以填2。

(3) 电流$I=\frac{U}{R_0}$，$E=I(R+R_0+r)$，得$\frac{1}{U}=\frac{1}{ER_0}R+\frac{1}{E}+\frac{r}{ER_0}$，$\frac{1}{U}-R$图象的斜率$k=\frac{1}{ER_0}$，截距$b=\frac{1}{E}+\frac{r}{ER_0}$，所以电动势$E=\frac{1}{kR_0}$，内阻$r=\frac{b}{k}-R_0$

本题考查测电源的电动势和内阻及图象的物理意义，根据图象求物理量。难度：较难。

99.(2010·北京卷·T21)(1)甲同学要把一个量程为200μA的直流电流计G，改装成量范围是0~4V的直流电压表。

①她按图1所示电路、用半偏法测定电流计G的内电阻r_g，其中电阻R_0约为1kΩ。为使r_g的测量值尽量准确，在以下器材中，电源E应选用_____，电阻器R_1应选用____，电阻器R_2应选用_____(选填器材前的字母)。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

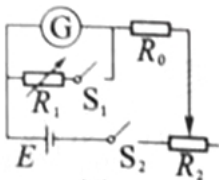


图 1

A.电源(电动势 1.5V)　　B.电源(电动势 6V)

C.电阻箱(0~999.9Ω)　　D.滑动变阻器(0~500Ω)

E.电位器(一种可变电阻，与滑动变阻器相当)(0~5.1kΩ)

F.电位器(0~51kΩ)

②该同学在开关断开情况下，检查电路连接无误后，将 R_2 的阻值调至最大。后续的实验操作步骤依次是：_____，_____，_____，_____，最后记录 R_1 的阻值并整理好器材。(请按合理的实验顺序，选填下列步骤前的字母)

A.闭合 S_1

B.闭合 S_2

C.调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度

D.调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半

E.调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半

F.调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度

③如果所得的 R_1 的阻值为 300.0Ω，则图 1 中被测电流计Ⓖ的内阻 r 的测量值为_____Ω，该测量值_____实际值(选填“略大于”、“略小于”或“等于”)。

④给电流计Ⓖ_____联(选填“串”或“并”)一个阻值为_____kΩ的电阻，就可以将该电流计Ⓖ改装为量程 4V 的电压表。

(2)乙同学要将另一个电流计Ⓖ改装成直流电压表，但他仅借到一块标准电压表Ⓥ、一个电池组 E、一个滑动变阻器 R'和几个待用的阻值准确的定值电阻。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

①该同学从上述具体条件出发，先将待改装的表Ⓖ直接与一个定值电阻 R 相连接，组成一个电压表；然后用标准电压表Ⓥ校准。请你画完图 2 方框中的校准电路图。

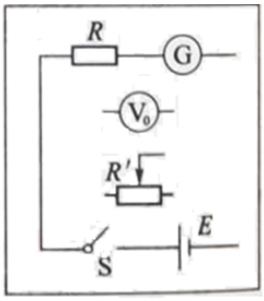


图 2

②实验中，当定值电阻 R 选用 17.0kΩ 时，高整滑动变阻器 R' 的阻值，电压表Ⓥ的示数是 4.0V 时，表Ⓖ的指针恰好指到满量程的五分之二；当 R 选用 7.0kΩ 时，调整 R' 的阻值，电压表Ⓥ的示数是 2.0V，表Ⓖ的指针又指到满量程的五分之二。

由此可以判定，表Ⓖ的内阻 r_g 是_____kΩ，满偏电流 I_g 是_____mA。若要将表Ⓖ改装为量程是 15V 的电压表，应配备一个_____kΩ 的电阻。

【答案】⑴①B　C　F　②B C A E　③ 300.0　略小于　④ 串 19.7

⑵3.0　0.50　27.0

【解析】⑴①半偏法测量表头内阻时，首先选择滑动变阻器(必须大于电路所需的最小电阻)，根据电路的电压为电动势，电路的最大电流为表头的满偏电流，则最小电阻为 $\frac{6}{0.2\times10^{-3}}=30K\Omega$ 或 $\frac{1.5}{0.2\times10^{-3}}=7.5K\Omega$，考虑到保护 $R_0=1k\Omega$，则可知调节滑动变阻器使表头满偏时滑动变阻器的阻值分别接近 29kΩ 或 6.5kΩ，电路图中 R_2 是滑动变阻器，不能选择 D 和 E 只能选择 F。表头满偏时滑动变阻器的阻值越大，实验的误差越小，所以电源选择电动势为 6V 的 B，而且滑动变阻器 F 的阻值也满足调节所需。而 R_1 是用来测量表头内阻的电阻箱只能选 C。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

②实验步骤为：第一步闭合 S_2(B)，第二步调节 R_2 的阻值，使电流计满偏(C)，第三步闭合 S_1(A)，第四步调节 R_1 的阻值，使电流计半偏(E)，第五步读出 R_1 的示数为待测表头的内阻。

③R_1 的示数为待测表头的内阻是 300.0Ω。闭合 S_1 后，电路的总电阻减小，当表头半偏时干路电流就大于表头的满偏电流，流过电阻箱的电流就大于流过表头的电流，所以电阻箱的阻值略小于表头内阻。

④给表头串联一个电阻可以改装为电压表，改装电压表的内阻为

$R_V=\frac{U_m}{I_g}=\frac{4}{0.2\times10^{-3}}=20k\Omega$，则串联电阻大小为 $20k\Omega-300\Omega=19.7k\Omega$。

⑵本实验是对改装电压表进行校准的，将改装电压表和标准电压表并联后要求电压从 0 到满偏变化，所以滑动变阻器采用分压接法。表头的刻度均匀。当指针恰好指到满量程的五分之二时，流过改装电压表的电流是 $0.4I_g$，根据欧姆定律分别有

$4=0.4I_g(r_g+17\times10^3)$ 和 $2=0.4I_g(r_g+7\times10^3)$

解得表头内阻为 3.0kΩ，满偏电流为 0.50mA

量程是 15V 的改装电压表的内阻为 $R_V=\frac{U_m}{I_g}=\frac{15}{0.5\times10^{-3}}=30k\Omega$，所以改装时串联的定值电阻是 $30k\Omega-3.0k\Omega=27.0k\Omega$。

100.(2010·全国Ⅱ卷·T23)如图，一热敏电阻 R_T 放在控温容器 M 内； 为毫安表，量程 6mA，内阻为数十欧姆；E 为直流电源，电动势约为 3V，内阻很小；R 为电阻箱，最大阻值为 999.9Ω；S 为开关。已知 R_T 在 95℃时的阻值为 150Ω，在 20℃时的阻值约为 550Ω。现要求在降温过程中测量在 95℃～20℃之间的多个温度下 R_T 的阻值。

(1)在图中画出连线，完成实验原理电路图。

(2)完成下列步骤中的填空：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

①依照实验原理电路图连线。

②调节控温容器 M 内的温度，使得 R_T 温度为 95℃。

③将电阻箱调到适当的初值，以保证仪器安全。

④闭合开关。调节电阻箱，记录电流表的示数 I_0，并记录_____。

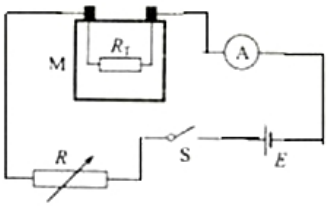
⑤将 R_T 的温度降为 T_1 (20℃＜T_1＜95℃)；调节电阻箱，使得电流表的读数____，记录_____。

⑥温度为 T_1 时热敏电阻的电阻值 R_{T_1} =_____。

⑦逐步降低 T_1 的数值，直至 20℃为止；在每一温度下重复步骤⑤⑥。

【答案】

(1)电路图如图



(2)d、电阻箱的读数 R_0；e、仍为 I_0；电阻箱的读数 R_1；f、150Ω－R_0－R_1

【解析】

(1)由于本实验只有一个可以用来测量或观察的电流表，所以应该用‘替代法”的思维考虑用电流表观察保证电路的电阻不变，因此将热敏电阻、电阻箱和电流表串联形成测量电路。而且热敏电阻的 95℃和 20℃的阻值是已知的，所以热敏电阻的初始温度为 95℃，则电流表数不变时电阻箱与热敏电阻的串联电路电阻保持 150Ω 加电阻箱的初值之和不变，如果热敏电阻的初始温度为 20℃，则电流表示数不变时电阻箱与热敏电阻的串联电路电阻保持 550Ω 加电阻箱的初值之和不变，则可以测量任意温度下的电阻。

(2)实验步骤为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

a、依照实验原理电路图连线

b、调节控温容器 M 内的温度，使得 R_T 的温度为 95℃

c、将电阻箱调到适当的初值，保证仪器安全

d、闭合开关，调节电阻箱，记录电流表的示数 I_0，并记录电阻箱的读数 R_0。

e、将 R_T 的温度降低为 T_1，调节电阻箱，使得电流表的读数仍为 I_0，记录电阻箱的读数 R_1。

f、温度为 T_1 时，热敏电阻的电阻值 $R_{T1}=150\Omega-R_0-R_1$

g、将 R_T 的温度逐渐降低直到 20℃为止，在每一温度下重复步骤 e－f。

101.(2010·上海卷·T26)在用 DIS 描绘电场等势线的实验中

(1)电源通过正负电极 a、b 在导电物质上产生的稳恒电流分布模拟了二个_____产生____；用____探测等势点。

(2)(单选题)在安装实验装置时，正确的做法是

A.在一块平整木板上依次放复写纸、白纸、导电纸

B.导电纸有导电物质的一面应该向上

C.连接电源正负极的电极 a、b 必须与导电物质保持绝缘

D.连接电极 a、b 的电源电压为交流 4～6V

【解析】

(1)点电荷，电场，DIS

(2)B

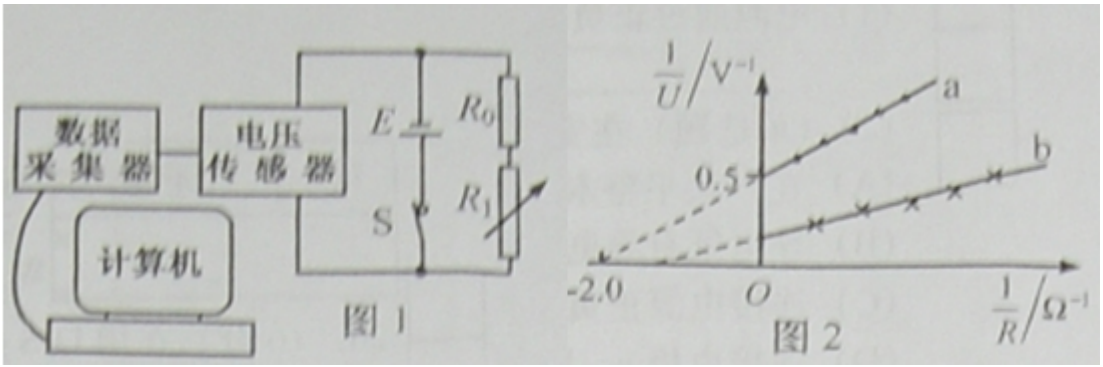
A 应依次放白纸、复写纸、导电纸

B 应电极 a、b 必须与导电物质保持导电。

C 应连接电极 a、b 的电源电压为为直流 4-6V

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

102.(2010·上海卷·T29)某同学利用 DIS，定值电阻 R_0、电阻箱 R_1 等实验器材测量电池 a 的电动势和内阻，实验装置如图 1 所示，实验时多次改变电阻箱的阻值，记录外电路的总电阻阻值 R，用电压传感器测得端电压 U，并在计算机上显示出如图 2 所示的 $1/U-1/R$ 关系图线 a，重复上述实验方法测量电池 b 的电动势和内阻，得到图 2 中的图线 b.



(1)由图线 a 可知电池 a 的电动势 E_a=_____V，内阻 r_a=____Ω。

(2)若用同一个电阻 R 先后与电池 a 及电池 b 链接，则两电池的输出功率 p_a _____ p_b (填“大于”、“等于”或“小于”)，两电池的效率 η_a _____ η_b (填“大于”、“等于”或“小于”)。

【解析】(1)根据 $E=U+\frac{U}{R}r$，得 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+\frac{r}{E}\bullet\frac{1}{R}$，图象 a，截距 b=0.5$(\frac{1}{V})$，斜率 k=0.25$(\frac{\Omega}{V})$，所以电动势 $E=\frac{1}{b}=2V$，内阻 r=E·k=0.5Ω。

(2)从图象可知：截距 $b_b=0.2(\frac{1}{V})$，斜率 $k_b=0.13(\frac{\Omega}{V})$，电动势 $E_b\approx 5V$，内阻 $r_b\approx 0.7\Omega$，$E_a<E_b$，$r_a<r_b$，电池的输出功率 $p=\left(\frac{E}{R+r}\right)^2R$，得 p_a 小于 p_b；电池的效率 $\eta=\frac{UI}{EI}=\frac{R}{R+r}$，得 η_a 大于 η_b。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

本题考查用伏阻法(电压表和电阻箱)测电源的电动势和内阻，图像法，以及电源的输出功率及效率。

难度：难。

103.(2010·全国Ⅰ卷·T23)一电流表的量程标定不准确，某同学利用图 1 所示电路测量该电流表的实际量程 I_m。

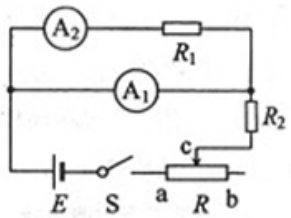


图 1

所用器材有：量程不准的电流表 A_1，内阻 r_1=10.0Ω，量程标称为 5.0mA；标准电流表 A_2，内阻 r_2=45.0Ω，量程 1.0mA；标准电阻 R_1，阻值 10.0Ω；滑动变阻器 R，总电阻为 300.0Ω；电源 E，电动势 3.0V，内阻不计；保护电阻 R_2；开关 S；导线。

回答下列问题：

(1)在答题卡上(图 2 所示)的实物图上画出连线。

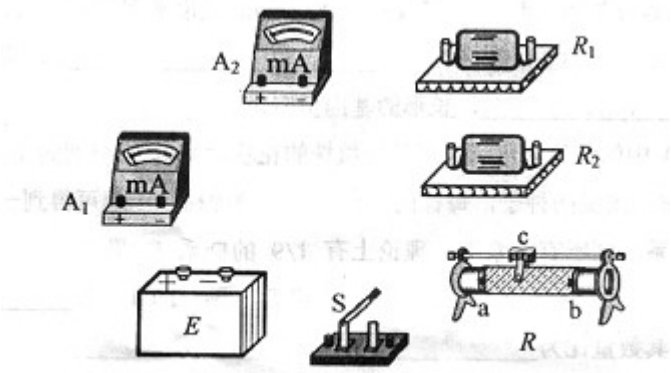


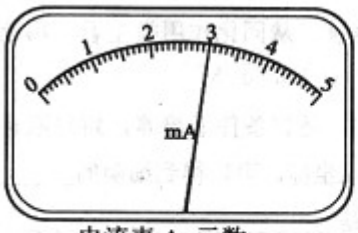
图 2

(2)开关 S 闭合前，滑动变阻器的滑动端 c 应滑动至_____端。

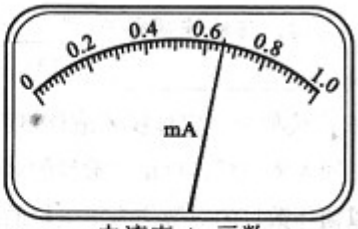
(3)开关 S 闭合后，调节滑动变阻器的滑动端，使电流表 A_1 满偏；若此时电流表 A_2=的读数为 I_2，则 A_1 的量程 I_m=_____。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)若测量时，A_1 未调到满偏，两电流表的示数如图 3 所示，从图中读出 A_1 的示数 I_1 =_____，A_2 的示数 I_2 = _____；由读出的数据计算得 I_m=____。(保留 3 位有效数字)



电流表 A_1 示数

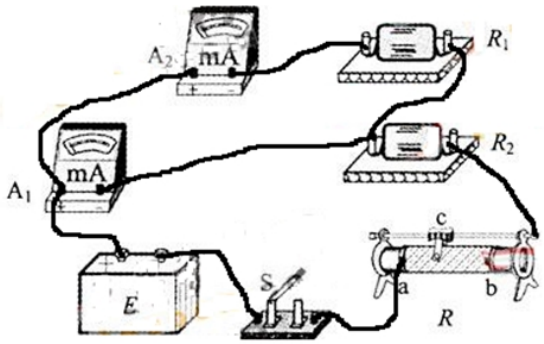


电流表 A_2 示数

图 3

(5)写出一条提高测量准确度的建议：_____。

【答案】(1)连线如图



(2)阻值最大

(3) $I_m = \dfrac{I_2(R_1 + r_2)}{r_1}$

(4)3.00mA　　0.660mA　　6.05 mA

(5)多次测量取平均

【解析】

(1)连线如图

(2)在滑动变阻器的限流接法中在接通开关前需要将滑动触头滑动到阻值最大端

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)闭合开关调节滑动变阻器使待测表满偏，流过的电流为 I_m。根据并联电路电压相等有 $I_m r_1 = I_2(r_2 + R_1)$ 得 $I_m = \dfrac{I_2(R_1 + r_2)}{r_1}$

(4)待测表未满偏有 $I_1 r_1 = I_2(r_2 + R_1)$，将 A_2 的示数 0.66mA 和其他已知条件代入有

$$I_1 = \frac{I_2(R_1 + r_2)}{r_1} = \frac{0.66 \times (10 + 45)}{10} = 3.63\,\text{Ma}$$

但图中 A_1 的示数 3.0mA 量程为 5.0mA，根据电流表的刻度是均匀的，则准确量程为 6.05mA

(5)多次测量取平均

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

专题 20 计算题

1. （2020·新课标I卷）我国自主研制了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F=kv^2$ 描写，k 为系数；v 是飞机在平直跑道上的滑行速度，F 与飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度，已知飞机质量为 1.21×10^5 kg 时，起飞离地速度为 66 m/s；装载货物后质量为 1.69×10^5 kg，装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

（1）求飞机装载货物后的起飞离地速度；

（2）若该飞机装载货物后，从静止开始匀加速滑行 1 521 m 起飞离地，求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

【答案】(1) $v_2=78\text{m/s}$ ；（2）2m/s^2，$t=39\text{s}$

【解析】（1）空载起飞时，升力正好等于重力：$kv_1^2=m_1g$

满载起飞时，升力正好等于重力：$kv_2^2=m_2g$

由上两式解得：$v_2=78\text{m/s}$

（2）满载货物的飞机做初速度为零的匀加速直线运动，所以 $v_2^2-0=2ax$

解得：$a=2\text{m/s}^2$

由加速的定义式变形得：$t=\dfrac{\Delta v}{a}=\dfrac{v_2-0}{a}$

解得：$t=39\text{s}$

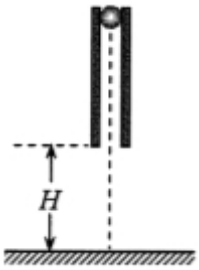
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

2. （2020·新课标II卷）如图，一竖直圆管质量为 M，下端距水平地面的高度为 H，顶端塞有一质量为 m 的小球。圆管由静止自由下落，与地面发生多次弹性碰撞，且每次碰撞时间均极短；在运动过程中，管始终保持竖直。已知 $M=4m$，球和管之间的滑动摩擦力大小为 $4mg$，g 为重力加速度的大小，不计空气阻力。

（1）求管第一次与地面碰撞后的瞬间，管和球各自的加速度大小；

（2）管第一次落地弹起后，在上升过程中球没有从管中滑出，求管上升的最大高度；

（3）管第二次落地弹起的上升过程中，球仍没有从管中滑出，求圆管长度应满足的条件。



【答案】（1）$a_1=2g$，$a_2=3g$；（2）$H_1=\frac{13}{25}H$；（3）$L\geq\frac{152}{125}H$

【解析】（1）管第一次落地弹起的瞬间，小球仍然向下运动。设此时管的加速度大小为 a_1，方向向下；球的加速度大小为 a_2，方向向上；球与管之间的摩擦力大小为 f，由牛顿运动定律有

$Ma_1=Mg+f$ ①

$ma_2=f-mg$ ②

联立①②式并代入题给数据，得 $a_1=2g$，$a_2=3g$③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（2）管第一次碰地前与球的速度大小相同。由运动学公式，碰地前瞬间它们的速度大小均为

$v_0=\sqrt{2gH}$ ④

方向均向下。管弹起的瞬间，管的速度反向，球的速度方向依然向下。

设自弹起时经过时间 t_1，管与小球的速度刚好相同。取向上为正方向，由运动学公式

$v_0-a_1t_1=-v_0+a_2t_1$ ⑤

联立③④⑤式得

$t_1=\frac{2}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}$ ⑥

设此时管下端的高度为 h_1，速度为 v。由运动学公式可得

$h_1=v_0t_1-\frac{1}{2}a_1t_1^2$ ⑦

$v=v_0-a_1t_1$ ⑧

由③④⑥⑧式可判断此时 $v>0$。此后，管与小球将以加速度 g 减速上升 h_2，到达最高点。由运动学公式有 $h_2=\frac{v^2}{2g}$ ⑨

设管第一次落地弹起后上升的最大高度为 H_1，则 $H_1=h_1+h_2$ ⑩

联立③④⑥⑦⑧⑨⑩式可得 $H_1=\frac{13}{25}H$ ⑪

（3）设第一次弹起过程中球相对管的位移为 x_1。在管开始下落到上升 H_1 这一过程中，由动能定理有 $Mg(H-H_1)+mg(H-H_1+x_1)-4mgx_1=0$ ⑫

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立⑪⑫式并代入题给数据得 $x_1=\frac{4}{5}H$ ⑬

同理可推得，管与球从再次下落到第二次弹起至最高点的过程中，球与管的相对位移 x_2 为 $x_2=\frac{4}{5}H_1$ ⑭

设圆管长度为 L。管第二次落地弹起后的上升过程中，球不会滑出管外的条件是 $x_1+x_2\le L$ ⑮

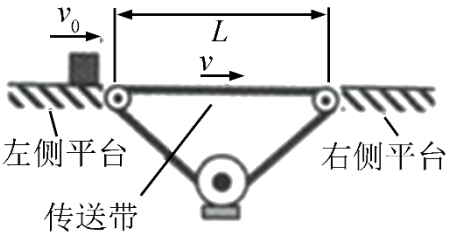
联立⑪⑬⑭⑮式，L 应满足条件为 $L\ge\frac{152}{125}H$ ⑯

3. （2020·新课标III卷）如图，相距 L=11.5m 的两平台位于同一水平面内，二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动，其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 m=10 kg 的载物箱（可视为质点），以初速度 v_0=5.0 m/s 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 μ= 0.10，重力加速度取 g =10m/s^2。

(1)若 v=4.0 m/s，求载物箱通过传送带所需的时间；

(2)求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度；

(3)若 v=6.0m/s，载物箱滑上传送带 $\Delta t=\frac{13}{12}$s 后，传送带速度突然变为零。求载物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中，传送带对它的冲量。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)2.75s；(2) $v_2=4\sqrt{3}\text{m/s}$， $v_1=\sqrt{2}\text{m/s}$；(3)0 $I=208.3\text{N}\cdot\text{s}$，方向竖直向上

【解析】(1)传送带的速度为 $v=4.0\text{m/s}$ 时，载物箱在传送带上先做匀减速运动，设其加速度为 a，由牛顿第二定律有：$\mu mg=ma$ ①

设载物箱滑上传送带后匀减速运动的距离为 x_1，由运动学公式有 $v^2-v_0^2=-2ax_1$ ②

联立①②式，代入题给数据得 x_1=4.5m；③

因此，载物箱在到达右侧平台前，速度先减小至 v，然后开始做匀速运动，设载物箱从滑上传送带到离开传送带所用的时间为 t_1，做匀减速运动所用的时间为 t_2，由运动学公式有 $v=v_0-at_2$ ④

$t_1=t_2+\dfrac{L-x_1}{v}$ ⑤

联立①③④⑤式并代入题给数据有 t_1=2.75s；⑥

(2)当载物箱滑上传送带后一直做匀减速运动时，到达右侧平台时的速度最小，设为 v_1，当载物箱滑上传送带后一直做匀加速运动时，到达右侧平台时的速度最大，设为 v_2.由动能定理有 $-\mu mgL=\dfrac{1}{2}mv_1^2-\dfrac{1}{2}mv_0^2$ ⑦

$\mu mgL=\dfrac{1}{2}mv_2^2-\dfrac{1}{2}mv_0^2$ ⑧

由⑦⑧式并代入题给条件得 $v_1=\sqrt{2}\text{m/s}$， $v_2=4\sqrt{3}\text{m/s}$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)传送带的速度为$v=6.0\text{m/s}$时，由于$v_0<v<v_2$，载物箱先做匀加速运动，加速度大小仍a。设载物箱做匀加速运动通过的距离为x_2，所用时间为t_3，由运动学公式有$v=v_0+at_3$ ⑩

$v^2-v_0^2=2ax_2$ ⑪

联立①⑩⑪式并代入题给数据得t_3=1.0s⑫

x_2=5.5m⑬

因此载物箱加速运动 1.0s、向右运动 5.5m 时，达到与传送带相同的速度。此后载物箱与传送带共同匀速运动$(\Delta t-t_3)$的时间后，传送带突然停止，设载物箱匀速运动通过的距离为x_3有

$x_3=v(\Delta t-t_3)$ ⑭

由①⑫⑬⑭式可知

$\frac{1}{2}mv^2>\mu mg(L-x_2-x_3)$

即载物箱运动到右侧平台时速度大于零，设为v_3，

由运动学公式有，$v_3^2-v^2=-2a(L-x_2-x_3)$ ⑮

则$v_3=5\text{m/s}$

减速运动时间$t_4=\frac{v-v_3}{a}=1\text{s}$

设载物箱通过传送带的过程中，传送带在水平方向上和竖直方向上对它的冲量分别为I_1、I_2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由动量定理有 $I_1 = m(v_3 - v_0) = 0$

$I_2 = N(\Delta t + t_4) = mg(\Delta t + t_4) = \frac{625}{3}\text{N}\cdot\text{s} \approx 208.3\text{N}\cdot\text{s}$，方向竖直向上

则在整个过程中，传送带给载物箱的冲量

$I = I_2 = 208.3\text{N}\cdot\text{s}$，方向竖直向上

4. （2020·江苏卷）一只质量为 1.4kg 的乌贼吸入 0.1kg 的水，静止在水中。遇到危险时，它在极短时间内把吸入的水向后全部喷出，以 2m/s 的速度向前逃窜。求该乌贼喷出的水的速度大小 v。

【答案】28m/s

【解析】乌贼喷水过程，时间较短，内力远大于外力；选取乌贼逃窜的方向为正方向，根据动量守恒定律得 $0 = Mv_1 - mv_2$

解得喷出水的速度大小为 $v_2 = \frac{Mv_1}{m} = \frac{1.4\times 2}{0.1}\text{m/s} = 28\text{m/s}$

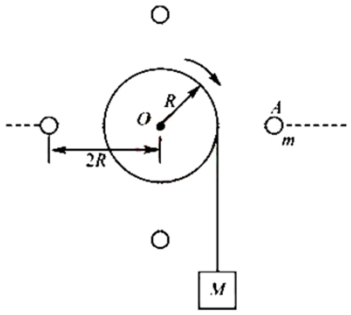
5. （2020·江苏卷）如图所示，鼓形轮的半径为 R，可绕固定的光滑水平轴 O 转动。在轮上沿相互垂直的直径方向固定四根直杆，杆上分别固定有质量为 m 的小球，球与 O 的距离均为 $2R$。在轮上绕有长绳，绳上悬挂着质量为 M 的重物。重物由静止下落，带动鼓形轮转动。重物落地后鼓形轮匀速转动，转动的角速度为 ω。绳与轮之间无相对滑动，忽略鼓形轮、直杆和长绳的质量，不计空气阻力，重力加速度为 g。求：

(1)重物落地后，小球线速度的大小 v；

(2)重物落地后一小球转到水平位置 A，此时该球受到杆的作用力的大小 F；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)重物下落的高度 h。



【答案】(1) $v=2R\omega$ ；(2) $F=m\sqrt{4R^2\omega^4+g^2}$ ；(3) $H=\dfrac{(M+16m)R^2\omega^2}{2Mg}$

【解析】(1)由题意可知当重物落地后鼓形轮转动的角速度为 ω, 则根据线速度与角速度的关系可知小球的线速度为 $v=2R\omega$

(2)小球匀速转动，当在水平位置时设杆对球的作用力为 F，合力提供向心力，则有

$$\sqrt{F^2-(mg)^2}=m\frac{v^2}{2R}$$

结合(1)可解得杆对球的作用力大小为

$$F=m\sqrt{4R^2\omega^4+g^2}$$

(3)设重物下落高度为 H，重物下落过程中对重物、鼓形轮和小球组成的系统，根据系统机械能守恒可知

$$MgH=\frac{1}{2}Mv_1^2+\frac{1}{2}\cdot 4mv^2$$

而重物的速度等于鼓形轮的线速度，有 $v_1=R\omega$

联立各式解得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$H=\frac{(M+16m)R^2\omega^2}{2Mg}$$

6. （2020·浙江卷）如图 1 所示，有一质量 $m=200\text{kg}$ 的物件在电机的牵引下从地面竖直向上经加速、匀速、匀减速至指定位置。当加速运动到总位移的 $\frac{1}{4}$ 时开始计时，测得电机的牵引力随时间变化的 $F-t$ 图线如图 2 所示，$t=34\text{s}$ 末速度减为 0 时恰好到达指定位置。若不计绳索的质量和空气阻力，求物件：

(1)做匀减速运动的加速度大小和方向；

(2)匀速运动的速度大小；

(3)总位移的大小。

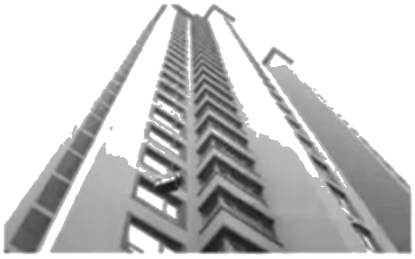


图 1

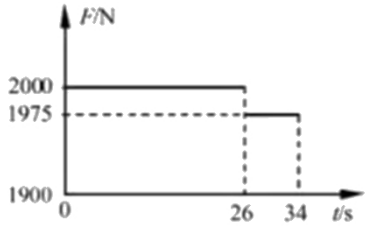


图 2

【答案】(1) 0.125m/s^2，竖直向下；(2)1m/s；(3)40m

【解析】(1)由图 2 可知 0~26s 内物体匀速运动，26s~34s 物体减速运动，在减速运动过程根据牛顿第二定律有 $mg-F_{\text{T}}=ma$

根据图 2 得此时 F_T=1975N，则有 $a=g-\frac{F_{\text{T}}}{m}=0.125\text{m/s}^2$

方向竖直向下。

(2)结合图 2 根据运动学公式有 $v=at_2=0.125\times(34-26)\text{m/s}=1\text{m/s}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)根据图像可知匀速上升的位移 $h_1=vt_1=1\times 26\text{m}=26\text{m}$

匀减速上升的位移 $h_2=\frac{v}{2}t_2=\frac{1}{2}\times 8\text{m}=4\text{m}$

匀加速上升的位移为总位移的 $\frac{1}{4}$，则匀速上升和减速上升的位移为总位移的 $\frac{3}{4}$，

则有 $h_1+h_2=\frac{3}{4}h$

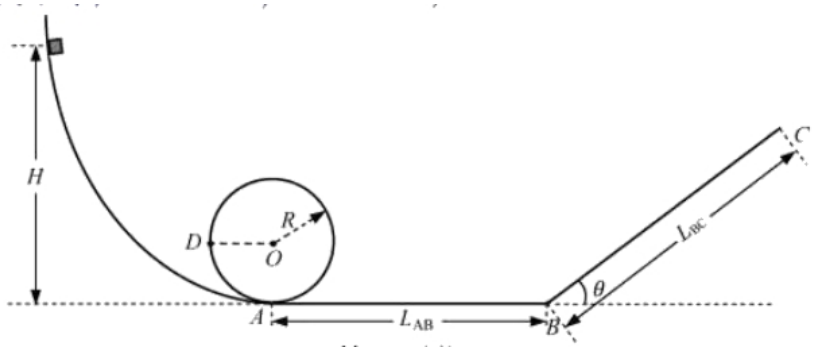
所以总位移为 h=40m

7. （2020·浙江卷）小明将如图所示的装置放在水平地面上，该装置由弧形轨道、竖直圆轨道、水平直轨道 AB 和倾角 $\theta=37°$ 的斜轨道 BC 平滑连接而成。质量 $m=0.1\text{kg}$ 的小滑块从弧形轨道离地高 $H=1.0\text{m}$ 处静止释放。已知 $R=0.2\text{m}$，$L_{AB}=L_{BC}=1.0\text{m}$，滑块与轨道 AB 和 BC 间的动摩擦因数均为 $\mu=0.25$，弧形轨道和圆轨道均可视为光滑，忽略空气阻力。

(1)求滑块运动到与圆心 O 等高的 D 点时对轨道的压力；

(2)通过计算判断滑块能否冲出斜轨道的末端 C 点；

(3)若滑下的滑块与静止在水平直轨道上距 A 点 x 处的质量为 $2m$ 的小滑块相碰，碰后一起运动，动摩擦因数仍为 0.25，求它们在轨道 BC 上到达的高度 h 与 x 之间的关系。（碰撞时间不计，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$）



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)8N，方向水平向左；(2)不会冲出；(3) $h=\frac{1}{6}x-\frac{5}{48}$ （$\frac{5}{8}\text{m}<x\le 1\text{m}$）；$h=0$ （$0\le x\le\frac{5}{8}\text{m}$）

【解析】(1)机械能守恒定律 $mgH=mgR+\frac{1}{2}mv_{\text{D}}^2$

牛顿第二定律 $F_{\text{N}}=\frac{mv_{\text{D}}^2}{R}=8\text{N}$

牛顿第三定律 $F_{\text{N}}'=F_{\text{N}}=8\text{N}$

方向水平向左

(2)能在斜轨道上到达的最高点为 C' 点，功能关系

$$mgH=\mu mgL_{\text{AB}}+\mu mgL_{\text{BC}'}\cos\theta+mgL_{\text{BC}'}\sin\theta$$

得 $L_{\text{BC}'}=\frac{15}{16}\text{m}<1.0\text{m}$

故不会冲出

(3)滑块运动到距 A 点 x 处的速度为 v，动能定理 $mgH-\mu mgx=\frac{1}{2}mv^2$

碰撞后的速度为 v'，动量守恒定律 $mv=3mv'$

设碰撞后滑块滑到斜轨道的高度为 h，动能定理

$$-3\mu mg\left(L_{\text{AB}}-x\right)-3\mu mg\frac{h}{\tan\theta}-3mgh=0-\frac{1}{2}(3m)v'^2$$

得 $h=\frac{1}{6}x-\frac{5}{48}\left(\frac{5}{8}\text{m}<x\text{„}\ 1\text{m}\right)$

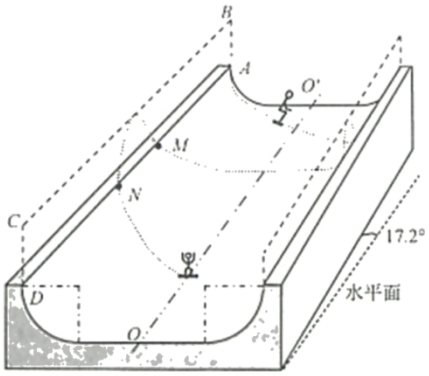
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$h=0\left(0,,x,,\frac{5}{8}\mathrm{m}\right)$

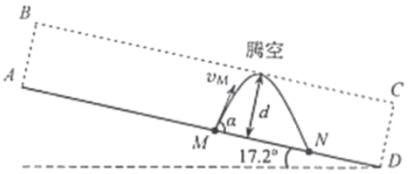
8. （2020·山东卷）单板滑雪 U 型池比赛是冬奥会比赛项目，其场地可以简化为如图甲所示的模型： U 形滑道由两个半径相同的四分之一圆柱面轨道和一个中央的平面直轨道连接而成，轨道倾角为 17.2°。某次练习过程中，运动员以 v_M=10 m/s 的速度从轨道边缘上的 M 点沿轨道的竖直切面 $ABCD$ 滑出轨道，速度方向与轨道边缘线 AD 的夹角 α=72.8°，腾空后沿轨道边缘的 N 点进入轨道。图乙为腾空过程左视图。该运动员可视为质点，不计空气阻力，取重力加速度的大小 g=10 m/s^2，sin72.8°=0.96，cos72.8°=0.30。求：

(1)运动员腾空过程中离开 AD 的距离的最大值 d；

(2)M、N 之间的距离 L。



图甲



图乙

【答案】(1)4.8 m；(2)12 m

【解析】(1)在 M 点，设运动员在 $ABCD$ 面内垂直 AD 方向的分速度为 v_1，

由运动的合成与分解规律得 $v_1=v_M\sin 72.8°$ ①

设运动员在 $ABCD$ 面内垂直 AD 方向的分加速度为 a_1，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由牛顿第二定律得 $mg\cos 17.2^\circ = ma_1$ ②

由运动学公式得 $d = \frac{v_1^2}{2a_1}$ ③

联立①②③式，代入数据得 d=4.8 m ④

(2)在 M 点，设运动员在 $ABCD$ 面内平行 AD 方向的分速度为 v_2，

由运动的合成与分解规得

$v_2 = v_M \cos 72.8^\circ$ ⑤

设运动员在 $ABCD$ 面内平行 AD 方向的分加速度为 a_2，由牛顿第二定律得

$mg\sin 17.2^\circ = ma_2$ ⑥

设腾空时间为 t，由运动学公式得

$t = \frac{2v_1}{a_1}$ ⑦

$L = v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$ ⑧

联立①②⑤⑥⑦⑧式，代入数据得

L=12 m ⑨

9. （2020·山东卷）如图所示，一倾角为 θ 的固定斜面的底端安装一弹性挡板，P、Q 两物块的质量分别为 m 和 $4m$，Q 静止于斜面上 A 处。某时刻，P 以沿斜面向上的速度 v_0 与 Q 发生弹性碰撞。Q 与斜面间的动摩擦因数等于 $\tan\theta$，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。P 与斜面间无摩擦，与挡板之间的碰撞无动能损失。两物块均可以看作质点，斜面足够长，Q 的速度减为零之前 P 不会与之发生碰撞。重力加速度大小为 g。

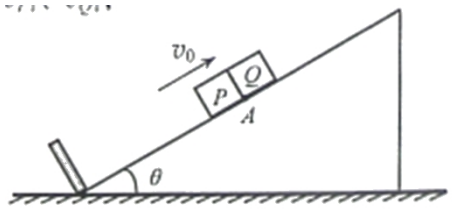
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求 P 与 Q 第一次碰撞后瞬间各自的速度大小 v_{P1}、v_{Q1}；

(2)求第 n 次碰撞使物块 Q 上升的高度 h_n；

(3)求物块 Q 从 A 点上升的总高度 H；

(4)为保证在 Q 的速度减为零之前 P 不会与之发生碰撞，求 A 点与挡板之间的最小距离 s。



【答案】(1) P 的速度大小为 $\frac{3}{5}v_0$，Q 的速度大小为 $\frac{2}{5}v_0$；(2) $h_n=(\frac{7}{25})^{n-1}\cdot\frac{v_0^2}{25g}$（$n$=1，2，3……）；(3) $H=\frac{v_0^2}{18g}$；(4) $s=\frac{(8\sqrt{7}-13)v_0^2}{200g\sin\theta}$

【解析】(1)P 与 Q 的第一次碰撞，取 P 的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得

$$mv_0=mv_{P1}+4mv_{Q1} \qquad ①$$

由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_{P1}^2+\frac{1}{2}\cdot4mv_{Q1}^2$ ②

联立①②式得 $v_{P1}=-\frac{3}{5}v_0$ ③

$$v_{Q1}=\frac{2}{5}v_0 \qquad ④$$

故第一次碰撞后 P 的速度大小为 $\frac{3}{5}v_0$，Q 的速度大小为 $\frac{2}{5}v_0$

(2)设第一次碰撞后 Q 上升的高度为 h_1，对 Q 由运动学公式得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$0-v_{Q1}^{\ 2}=2\cdot(-2g\sin\theta)\cdot\frac{h_1}{\sin\theta}$$ ⑤

联立①②⑤式得 $h_1=\frac{v_0^{\ 2}}{25g}$ ⑥

设 P 运动至与 Q 刚要发生第二次碰撞前的位置时速度为 v_{02}，第一次碰后至第二次碰前，

对 P 由动能定理得 $\frac{1}{2}mv_{02}^{\ 2}-\frac{1}{2}mv_{P1}^{\ 2}=-mgh_1$ ⑦

联立①②⑤⑦式得 $v_{02}=\frac{\sqrt{7}}{5}v_0$ ⑧

P 与 Q 的第二次碰撞，设碰后 P 与 Q 的速度分别为 v_{P2}、v_{Q2}，由动量守恒定律得

$$mv_{02}=mv_{P2}+4mv_{Q2}$$ ⑨

由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_{02}^{\ 2}=\frac{1}{2}mv_{P2}^{\ 2}+\frac{1}{2}\cdot4mv_{Q2}^{\ 2}$ ⑩

联立①②⑤⑦⑨⑩式得 $v_{P2}=-\frac{3}{5}\times\frac{\sqrt{7}}{5}v_0$ ⑪

$$v_{Q2}=\frac{2}{5}\times\frac{\sqrt{7}}{5}v_0$$ ⑫

设第二次碰撞后 Q 上升的高度为 h_2，对 Q 由运动学公式得

$$0-v_{Q2}^{\ 2}=2\cdot(-2g\sin\theta)\cdot\frac{h_2}{\sin\theta}$$ ⑬

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬式得 $h_2=\frac{7}{25}\cdot\frac{v_0^{\ 2}}{25g}$ ⑭

设 P 运动至与 Q 刚要发生第三次碰撞前的位置时速度为 v_{03}，

第二次碰后至第三次碰前，对 P 由动能定理得

$$\frac{1}{2}mv_{03}^{\ 2}-\frac{1}{2}mv_{P2}^{\ 2}=-mgh_2$$ ⑮

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮式得 $v_{03}=(\frac{\sqrt{7}}{5})^2 v_0$ ⑯

P 与 Q 的第三次碰撞，设碰后 P 与 Q 的速度分别为 v_{P3}、v_{Q3}，由动量守恒定律得

$$mv_{03}=mv_{P3}+4mv_{Q3} \quad ⑰$$

由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_{03}^2=\frac{1}{2}mv_{P3}^2+\frac{1}{2}\cdot 4mv_{Q3}^2$ ⑱

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮⑰⑱式得 $v_{P3}=-\frac{3}{5}\times(\frac{\sqrt{7}}{5})^2 v_0$ ⑲

$$v_{Q3}=\frac{2}{5}\times(\frac{\sqrt{7}}{5})^2 v_0 \quad ⑳$$

设第三次碰撞后 Q 上升的高度为 h_3，对 Q 由运动学公式⑩得

$$0-v_{Q3}^2=2\cdot(-2g\sin\theta)\cdot\frac{h_3}{\sin\theta} \quad ㉑$$

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮⑰⑱㉑式得

$$h_3=(\frac{7}{25})^2\cdot\frac{v_0^2}{25g} \quad ㉒$$

总结可知，第 n 次碰撞后，物块 Q 上升的高度为

$$h_n=(\frac{7}{25})^{n-1}\cdot\frac{v_0^2}{25g} \quad (n=1，2，3……) \quad ㉓$$

(3)当 P、Q 达到 H 时，两物块到此处的速度可视为零，对两物块运动全过程由动能定理得 $0-\frac{1}{2}mv_0^2=-(m+4m)gH-\tan\theta\cdot 4mg\cos\theta\cdot\frac{H}{\sin\theta}$ ㉔

解得 $H=\frac{v_0^2}{18g}$ ㉕

(4)设 Q 第一次碰撞至速度减为零需要的时间为 t_1，由运动学公式得

$$v_{Q1}=2gt_1\sin\theta \quad ㉖$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设 P 运动到斜面底端时的速度为 v_{P1}'，需要的时间为 t_2，由运动学公式得

$$v_{P1}' = v_{P1} + gt_2 \sin\theta \quad ㉗$$

$$v_{P1}'^2 - v_{P1}^2 = 2sg \sin\theta \quad ㉘$$

设 P 从 A 点到 Q 第一次碰后速度减为零处匀减速运动的时间为 t_3

$$v_{02} = (-v_{P1}) - gt_3 \sin\theta \quad ㉙$$

当 A 点与挡板之间的距离最小时 $t_1 = 2t_2 + t_3$ ㉚

联立㉖㉗㉘㉙㉚式，代入数据得 $s = \dfrac{(8\sqrt{7} - 13)v_0^2}{200g\sin\theta}$ ㉛

10. （2020·天津卷）长为 l 的轻绳上端固定，下端系着质量为 m_1 的小球 A，处于静止状态。A 受到一个水平瞬时冲量后在竖直平面内做圆周运动，恰好能通过圆周轨迹的最高点。当 A 回到最低点时，质量为 m_2 的小球 B 与之迎面正碰，碰后 A、B 粘在一起，仍做圆周运动，并能通过圆周轨迹的最高点。不计空气阻力，重力加速度为 g，求

（1）A 受到的水平瞬时冲量 I 的大小；

（2）碰撞前瞬间 B 的动能 E_k 至少多大？

【答案】（1）$I = m_1\sqrt{5gl}$；（2）$E_k = \dfrac{5gl(2m_1 + m_2)^2}{2m_2}$

（1）A 恰好能通过圆周轨迹的最高点，此时轻绳的拉力刚好为零，设 A 在最高点时的速度大小为 v，由牛顿第二定律，有 $m_1 g = m_1 \dfrac{v^2}{l}$ ①

A 从最低点到最高点的过程中机械能守恒，取轨迹最低点处重力势能为零，设 A 在最低点的速度大小为 v_A，有 $\frac{1}{2}m_1v_A^2=\frac{1}{2}m_1v^2+2m_1gl$ ②

由动量定理，有 $I=m_1v_A$ ③

联立①②③式，得 $I=m_1\sqrt{5gl}$ ④

（2）设两球粘在一起时速度大小为 v'，A、B 粘在一起后恰能通过圆周轨迹的最高点，需满足

$v'=v_A$ ⑤

要达到上述条件，碰后两球速度方向必须与碰前 B 的速度方向相同，以此方向为正方向，设 B 碰前瞬间的速度大小为 v_B，由动量守恒定律，有

$m_2v_B-m_1v_A=(m_1+m_2)v'$ ⑥

又 $E_k=\frac{1}{2}m_2v_B^2$ ⑦

联立①②⑤⑥⑦式，得碰撞前瞬间 B 的动能 E_k 至少为

$E_k=\frac{5gl(2m_1+m_2)^2}{2m_2}$ ⑧

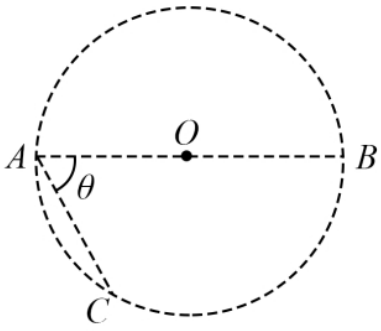
1. （2020·新课标I卷）在一柱形区域内有匀强电场，柱的横截面积是以 O 为圆心，半径为 R 的圆，AB 为圆的直径，如图所示。质量为 m，电荷量为 q（$q>0$）的带电粒子在纸面内自 A 点先后以不同的速度进入电场，速度方向与电场的方向垂直。已知刚进入电场时速度为零的粒子，自圆周上的 C 点以速率 v_0 穿出电场，AC 与 AB 的夹角 $\theta=60°$。运动中粒子仅受电场力作用。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（1）求电场强度的大小；

(2) 为使粒子穿过电场后的动能增量最大, 该粒子进入电场时的速度应为多大？

（3）为使粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0，该粒子进入电场时的速度应为多大？



【答案】(1) $E=\frac{mv_0^2}{2qR}$；(2) $v_1=\frac{\sqrt{2}v_0}{4}$；(3)0 或 $v_2=\frac{\sqrt{3}v_0}{2}$

【解析】（1）由题意知在 A 点速度为零的粒子会沿着电场线方向运动，由于 $q>0$，故电场线由 A 指向 C，根据几何关系可知：$x_{AC}=R$

所以根据动能定理有：$qEx_{AC}=\frac{1}{2}mv_0^2-0$

解得：$E=\frac{mv_0^2}{2qR}$；

（2）根据题意可知要使粒子动能增量最大则沿电场线方向移动距离最多，做 AC 垂线并且与圆相切，切点为 D，即粒子要从 D 点射出时沿电场线方向移动距离最多，粒子在电场中做类平抛运动，根据几何关系有 $x=R\sin 60^\circ=v_1t$

$y=R+R\cos 60^\circ=\frac{1}{2}at^2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

而电场力提供加速度有 $qE = ma$

联立各式解得粒子进入电场时的速度：$v_1 = \frac{\sqrt{2}v_0}{4}$ ；

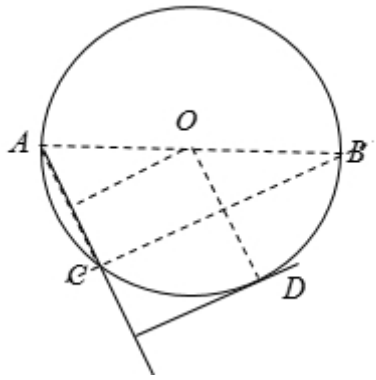
（3）因为粒子在电场中做类平抛运动，粒子穿过电场前后动量变化量大小为 mv_0 ，即在电场方向上速度变化为 v_0 ，过 C 点做 AC 垂线会与圆周交于 B 点，故由题意可知粒子会从 C 点或 B 点射出。当从 B 点射出时由几何关系有

$x_{BC} = \sqrt{3}R = v_2 t_2$

$x_{AC} = R = \frac{1}{2}at_2^2$

电场力提供加速度有 $qE = ma$

联立解得 $v_2 = \frac{\sqrt{3}v_0}{2}$ ；当粒子从 C 点射出时初速度为 0。

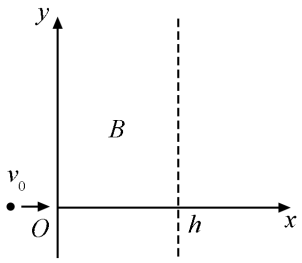


2. （2020·新课标II卷）如图，在 $0 \le x \le h$，$-\infty < y < +\infty$ 区域中存在方向垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度 B 的大小可调，方向不变。一质量为 m，电荷量为 q（$q>0$）的粒子以速度 v_0 从磁场区域左侧沿 x 轴进入磁场，不计重力。

（1）若粒子经磁场偏转后穿过 y 轴正半轴离开磁场，分析说明磁场的方向，并求在这种情况下磁感应强度的最小值 B_m ；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

（2）如果磁感应强度大小为$\frac{B_m}{2}$，粒子将通过虚线所示边界上的一点离开磁场。求粒子在该点的运动方向与 x 轴正方向的夹角及该点到 x 轴的距离。



【答案】（1）磁场方向垂直于纸面向里；$B_m=\frac{mv_0}{qh}$；（2）$\alpha=\frac{\pi}{6}$；$y=(2-\sqrt{3})h$

【解析】（1）由题意，粒子刚进入磁场时应受到方向向上的洛伦兹力，因此磁场方向垂直于纸面向里。设粒子进入磁场中做圆周运动的半径为 R，根据洛伦兹力公式和圆周运动规律，有

$$qv_0B=m\frac{v_0^2}{R}\ ①$$

由此可得 $R=\frac{mv_0}{qB}$ ②

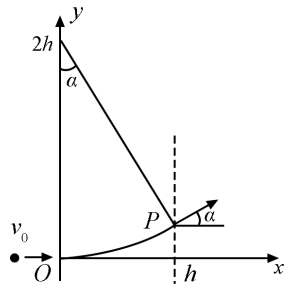
粒子穿过 y 轴正半轴离开磁场，其在磁场中做圆周运动的圆心在 y 轴正半轴上，半径应满足 $R\le h$ ③

由题意，当磁感应强度大小为 B_m 时，粒子的运动半径最大，由此得 $B_m=\frac{mv_0}{qh}$ ④

（2）若磁感应强度大小为 $\frac{B_m}{2}$，粒子做圆周运动的圆心仍在 y 轴正半轴上，由②④式可得，此时圆弧半径为 $R'=2h$ ⑤

粒子会穿过图中 P 点离开磁场，运动轨迹如图所示。设粒子在 P 点的运动方向与 x 轴正方向的夹角为 α，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



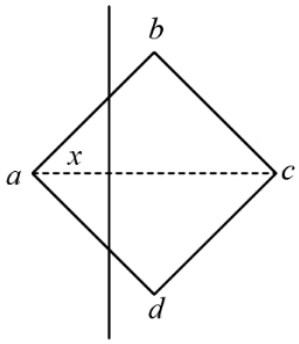
由几何关系 $\sin\alpha=\frac{h}{2h}=\frac{1}{2}$ ⑥

即 $\alpha=\frac{\pi}{6}$ ⑦

由几何关系可得，P 点与 x 轴的距离为 $y=2h(1-\cos\alpha)$ ⑧

联立⑦⑧式得 $y=(2-\sqrt{3})h$ ⑨

3. （2020·新课标III卷）如图，一边长为 l_0 的正方形金属框 $abcd$ 固定在水平面内，空间存在方向垂直于水平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一长度大于 $\sqrt{2}l_0$ 的均匀导体棒以速率 v 自左向右在金属框上匀速滑过，滑动过程中导体棒始终与 ac 垂直且中点位于 ac 上，导体棒与金属框接触良好。已知导体棒单位长度的电阻为 r，金属框电阻可忽略。将导体棒与 a 点之间的距离记为 x，求导体棒所受安培力的大小随 x（$0\le x\le\sqrt{2}l_0$）变化的关系式。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$F=\begin{cases}\dfrac{2B^2v}{r}x, & \left(0,\ x,\ \dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0\right)\\ \dfrac{2B^2v}{r}\left(\sqrt{2}l_0-x\right), & \left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0<x,\ \sqrt{2}l_0\right)\end{cases}$

【解析】当导体棒与金属框接触的两点间棒的长度为 l 时，由法第电磁感应定律可知导体棒上感应电动势的大小为 $E=Blv$

由欧姆定律可知流过导体棒的感应电流为 $I=\dfrac{E}{R}$

式中 R 为这一段导体棒的电阻。按题意有 $R=rl$

此时导体棒所受安培力大小为 $F=BIl$

由题设和几何关系有 $l=\begin{cases}2x, & \left(0\le x,\ \dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0\right)\\ 2(\sqrt{2}l_0-x), & \left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0<x,\ \sqrt{2}l_0\right)\end{cases}$

联立各式得 $F=\begin{cases}\dfrac{2B^2v}{r}x, & \left(0,\ x,\ \dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0\right)\\ \dfrac{2B^2v}{r}\left(\sqrt{2}l_0-x\right), & \left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}l_0<x,\ \sqrt{2}l_0\right)\end{cases}$

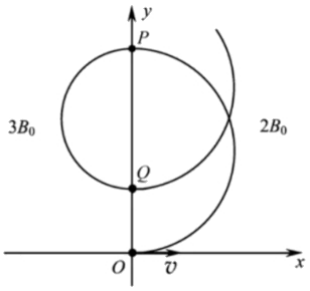
4. （2020·江苏卷）空间存在两个垂直于 Oxy 平面的匀强磁场，y 轴为两磁场的边界，磁感应强度分别为 $2B_0$、$3B_0$。甲、乙两种比荷不同的粒子同时从原点 O 沿 x 轴正向射入磁场，速度均为 v。甲第 1 次、第 2 次经过 y 轴的位置分别为 P、Q，其轨迹如图所示。甲经过 Q 时，乙也恰好同时经过该点。已知甲的质量为 m，电荷量为 q。不考虑粒子间的相互作用和重力影响。求：

(1)Q 到 O 的距离 d；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)甲两次经过 P 点的时间间隔 Δt ；

(3)乙的比荷 $\frac{q'}{m'}$ 可能的最小值。



【答案】(1) $d=\frac{mv}{3qB_0}$ ；(2) $t=\frac{5\pi m}{2qB_0}$ ；(3) $\frac{q'}{m'}=\frac{2q}{m}$

【解析】(1)带电粒子在磁场中做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力，由

$qvB=m\frac{v^2}{R}$ 得，

$R_1=\frac{mv}{2qB_0}$ ， $R_2=\frac{mv}{3qB_0}$

Q、O 的距离为： $d=2R_1-2R_2=\frac{mv}{3qB_0}$

(2)由(1)可知，完成一周期运动上升的距离为 d，粒子再次经过 P，经过 N 个周期，

$N=\frac{OP}{d}=\frac{2R_1}{d}=3$

所以，再次经过 P 点的时间为

$t=NT=3T$

由匀速圆周运动的规律得，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$T_1=\frac{2\pi R_1}{v}=\frac{\pi m}{qB_0}$$

$$T_2=\frac{2\pi R_2}{v}=\frac{2\pi m}{3qB_0}$$

绕一周的时间为：$T=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}$

解得：$T=\frac{5\pi m}{6qB_0}$

所以，再次经过 P 点的时间为 $t=3T=\frac{5\pi m}{2qB_0}$

两次经过 P 点的时间间隔为：$\Delta t=t-\frac{T_1}{2}$

解得：$\Delta t=\frac{2\pi m}{qB_0}$

(3)由洛伦兹力提供向心力，由 $qvB=m\frac{v^2}{R}$ 得，

$$R_1'=\frac{m'v}{2q'B_0}$$

$$R_2'=\frac{m'v}{3q'B_0}$$

$$d'=2R_1'-2R_2'$$

若乙粒子从第一象限进入第二象限的过程中与甲粒子在 Q 点相遇，则：

$$2R_1'+nd'=OQ=d$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$n(\frac{T_1'}{2}+\frac{T_2'}{2})+\frac{T_1'}{2}=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}$$

结合以上式子，n 无解。

若乙粒子从第二象限进入第一象限的过程中与甲离子在 Q 点相遇，则：

$$nd'=OQ$$

$$n(\frac{T_1'}{2}+\frac{T_2'}{2})=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}$$

计算可得 $\frac{q'}{m'}=n\frac{q}{m}$（$n$=1，2，3……）

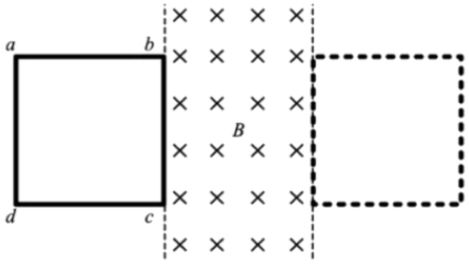
由于甲乙粒子比荷不同，则 n=2 时，乙的比荷 $\frac{q'}{m'}$ 最小，为 $\frac{q'}{m'}=\frac{2q}{m}$

5. (2020·江苏卷) 如图所示，电阻为 0.1Ω 的正方形单匝线圈 $abcd$ 的边长为 0.2m，bc 边与匀强磁场边缘重合。磁场的宽度等于线圈的边长，磁感应强度大小为 0.5T。在水平拉力作用下，线圈以 8m/s 的速度向右穿过磁场区域。求线圈在上述过程中：

(1)感应电动势的大小 E；

(2)所受拉力的大小 F；

(3)感应电流产生的热量 Q。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)0.8V；(2)0.8N；(3)0.32J

【解析】(1)由题意可知当线框切割磁感线是产生的电动势为

$$E = BLv = 0.5\times 0.2\times 8\text{V} = 0.8\text{V}$$

(2)因为线框匀速运动故所受拉力等于安培力，有

$$F = F_{安}=BIL$$

根据闭合电路欧姆定律有

$$I=\frac{E}{R}$$

结合(1)联立各式代入数据可得 F=0.8N；

(3)线框穿过磁场所用的时间为

$$t = \frac{2L}{v} = \frac{2\times 0.2}{8}\text{s} = 0.05\text{s}$$

故线框穿越过程产生的热量为

$$Q = I^2Rt = \frac{E^2}{R}t = \frac{0.8^2}{0.1}\times 0.05\text{J}=0.32\text{J}$$

6. （2020·浙江卷）如图 1 所示，在绝缘光滑水平桌面上，以 O 为原点、水平向右为正方向建立 x 轴，在 $0\le x\le 1.0\text{m}$ 区域内存在方向竖直向上的匀强磁场。桌面上有一边长 $L=0.5\text{m}$、电阻 $R=0.25\Omega$ 的正方形线框 $abcd$，当平行于磁场边界的 cd 边进入磁场时，在沿 x 方向的外力 F 作用下以 $v=1.0\text{m/s}$ 的速度做匀速运动，直到 ab 边进入磁场时撤去外力。若以 cd 边进入磁场时作为计时起点，在 $0\le t\le 1.0\text{s}$ 内磁感应强度 B 的大小与时间 t 的关系如图 2 所示，在 $0\le t\le 1.3\text{s}$ 内线框始终做匀速运动。

(1)求外力 F 的大小；

(2)在 $1.0\text{s} \le t \le 1.3\text{s}$ 内存在连续变化的磁场，求磁感应强度 B 的大小与时间 t 的关系；

(3)求在 $0 \le t \le 1.3\text{s}$ 内流过导线横截面的电荷量 q。

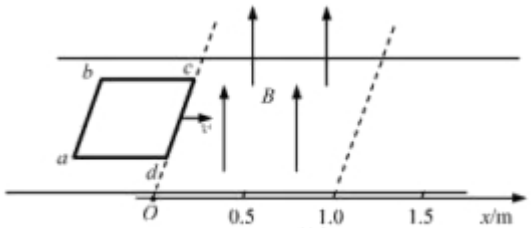


图 1

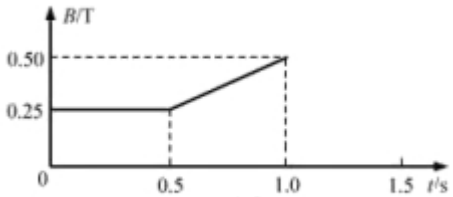


图 2

【答案】(1) 0.0625N ；(2) $B=\dfrac{1}{6-4t}$ ；(3) 0.5C

【解析】(1)由图 2 可知 $t_0=0, B_0=0.25\text{T}$，则回路电流 $I=\dfrac{B_0Lv}{R}$

安培力 $F_{\text{A}}=\dfrac{B_0^2L^2}{R}v$

所以外力 $F=F_A=0.0625\text{N}$

(2)匀速出磁场，电流为 0，磁通量不变 $\Phi_1=\Phi$，$t_1=1.0\text{s}$ 时，$B_1=0.5\text{T}$，磁通量 $\Phi_1=B_1L^2$，则 t 时刻，磁通量 $\Phi=BL\left[L-v\left(t-t_1\right)\right]$

解得 $B=\dfrac{1}{6-4t}$

(3) $0 \le t \le 0.5\text{s}$ 电荷量 $q_1=\dfrac{B_0L^2}{R}=0.25\text{C}$

$0.5\text{s} \le t \le 1.0\text{s}$ 电荷量

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$q_2=\frac{B_1L^2-B_0L^2}{R}=0.25\text{C}$$

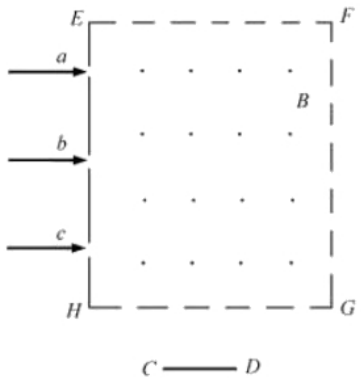
总电荷量$q=q_1+q_2=0.5\text{C}$

7. （2020·浙江卷）某种离子诊断测量简化装置如图所示。竖直平面内存在边界为矩形$EFGH$、方向垂直纸面向外、磁感应强度大小为B的匀强磁场，探测板CD平行于HG水平放置，能沿竖直方向缓慢移动且接地。a、b、c三束宽度不计、间距相等的离子束中的离子均以相同速度持续从边界EH水平射入磁场，b束中的离子在磁场中沿半径为R的四分之一圆弧运动后从下边界HG竖直向下射出，并打在探测板的右边缘D点。已知每束每秒射入磁场的离子数均为N，离子束间的距离均为$0.6R$，探测板CD的宽度为$0.5R$，离子质量均为m、电荷量均为q，不计重力及离子间的相互作用。

(1)求离子速度v的大小及c束中的离子射出磁场边界HG时与H点的距离s；

(2)求探测到三束离子时探测板与边界HG的最大距离$L_{\max}$；

(3)若打到探测板上的离子被全部吸收，求离子束对探测板的平均作用力的竖直分量F与板到HG距离L的关系。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $v=\frac{qBR}{m}$，$0.8R$；(2) $L_{\max}=\frac{4}{15}R$ ；(3)当 $0<L\leqslant\frac{4}{15}R$ 时：$F_1=2.6NqBR$ ；

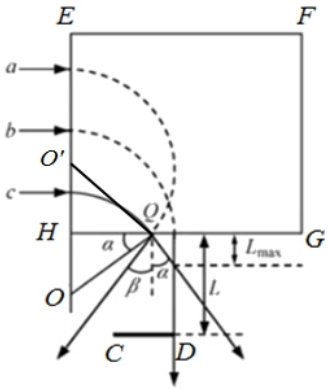
当 $\frac{4}{15}R<L\leqslant 0.4R$ 时：$F_2=1.8NqBR$ ；当 $L>0.4R$ 时：$F_3=NqBR$

【解析】(1)离子在磁场中做圆周运动 $qvB=\frac{mv^2}{R}$

得粒子的速度大小 $v=\frac{qBR}{m}$

令 c 束中的离子运动轨迹对应的圆心为 O，从磁场边界 HG 边的 Q 点射出，则由几何关系可得

$OH=0.6R$，$s=HQ=\sqrt{R^2-(0.6R)^2}=0.8R$



(2)a 束中的离子运动轨迹对应的圆心为 O'，从磁场边界 HG 边射出时距离 H 点的距离为 x，由几何关系可得 $HO'=aH-R=0.6R$

$x=\sqrt{R^2-HO'^2}=0.8R$

即 a、c 束中的离子从同一点 Q 射出，离开磁场的速度分别于竖直方向的夹角为 β、α，由几何关系可得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\alpha = \beta$

探测到三束离子，则 c 束中的离子恰好达到探测板的 D 点时，探测板与边界 HG 的距离最大，

$$\tan\alpha = \frac{R-s}{L_{\max}} = \frac{OH}{s}$$

则 $L_{\max} = \frac{4}{15}R$

(3)a 或 c 束中每个离子动量的竖直分量 $p_z = p\cos\alpha = 0.8qBR$

当 $0 < L_{„} \frac{4}{15}R$ 时所有离子都打在探测板上，故单位时间内离子束对探测板的平均作用力

$$F_1 = Np + 2Np_z = 2.6NqBR$$

当 $\frac{4}{15}R < L_{„} 0.4R$ 时， 只有 b 和 c 束中离子打在探测板上，则单位时间内离子束对探测板的平均作用力为

$$F_2 = Np + Np_z = 1.8NqBR$$

当 $L > 0.4R$ 时， 只有 b 束中离子打在探测板上，则单位时间内离子束对探测板的平均作用力为 $F_3 = Np = NqBR$

8. （2020·山东卷）某型号质谱仪的工作原理如图甲所示。M、N 为竖直放置的两金属板，两板间电压为 U，Q 板为记录板，分界面 P 将 N、Q 间区域分为宽度均为 d 的 I、II两部分，M、N、P、Q 所在平面相互平行，a、b 为 M、N 上两正对的小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

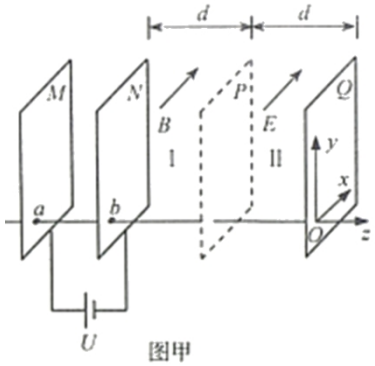
孔。以 a、b 所在直线为 z 轴， 向右为正方向，取 z 轴与 Q 板的交点 O 为坐标原点，以平行于 Q 板水平向里为 x 轴正方向，竖直向上为 y 轴正方向，建立空间直角坐标系 $Oxyz$。区域 I、Ⅱ内分别充满沿 x 轴正方向的匀强磁场和匀强电场，磁感应强度大小、电场强度大小分别为 B 和 E。一质量为 m，电荷量为+q 的粒子，从 a 孔飘入电场（初速度视为零），经 b 孔进入磁场，过 P 面上的 c 点（图中未画出）进入电场，最终打到记录板 Q 上。不计粒子重力。

(1)求粒子在磁场中做圆周运动的半径 R 以及 c 点到 z 轴的距离 L；

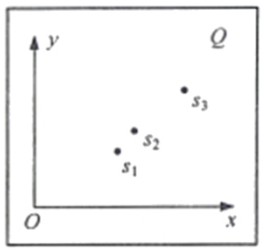
(2)求粒子打到记录板上位置的 x 坐标；

(3)求粒子打到记录板上位置的 y 坐标（用 R、d 表示）；

(4)如图乙所示，在记录板上得到三个点 s_1、s_2、s_3，若这三个点是质子 ${}_1^1\mathrm{H}$、氚核 ${}_1^3\mathrm{H}$、氦核 ${}_2^4\mathrm{He}$ 的位置，请写出这三个点分别对应哪个粒子（不考虑粒子间的相互作用，不要求写出推导过程）。



图甲



图乙

【答案】(1) $R=\dfrac{\sqrt{2mqU}}{qB}$ $L=\dfrac{\sqrt{2mqU}}{qB}-\sqrt{\dfrac{2mU}{qB^2}-d^2}$；(2) $x=\dfrac{md^2E}{4mU-2qd^2B^2}$；(3) $y=R-\sqrt{R^2-d^2}+\dfrac{d^2}{\sqrt{R^2-d^2}}$；(4)$s_1$、$s_2$、$s_3$ 分别对应氚核 ${}_1^3\mathrm{H}$、氦核 ${}_2^4\mathrm{He}$、质子 ${}_1^1\mathrm{H}$ 的位置

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)设粒子经加速电场到 b 孔的速度大小为 v，粒子在区域 I 中，做匀速圆周运动对应圆心角为 α，在 M、N 两金属板间，由动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv^2$ ①

在区域 I 中，粒子做匀速圆周运动，磁场力提供向心力，由牛顿第二定律得

$$qvB=m\frac{v^2}{R} \qquad ②$$

联立①②式得 $R=\frac{\sqrt{2mqU}}{qB}$ ③

由几何关系得 $d^2+(R-L)^2=R^2$ ④

$$\cos\alpha=\frac{\sqrt{R^2-d^2}}{R} \qquad ⑤$$

$$\sin\alpha=\frac{d}{R} \qquad ⑥$$

联立①②④式得 $L=\frac{\sqrt{2mqU}}{qB}-\sqrt{\frac{2mU}{qB^2}-d^2}$ ⑦

(2)设区域Ⅱ中粒子沿 z 轴方向的分速度为 v_z，沿 x 轴正方向加速度大小为 a，位移大小为 x，运动时间为 t，由牛顿第二定律得 $qE=ma$ ⑧

粒子在 z 轴方向做匀速直线运动，由运动合成与分解的规律得

$$v_z=v\cos\alpha \qquad ⑨$$

$$d=v_zt \qquad ⑩$$

粒子在 x 方向做初速度为零的匀加速直线运动，由运动学公式得

$$x=\frac{1}{2}at^2 \qquad ⑪$$

联立①②⑤⑧⑨⑩⑪式得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$x=\frac{md^2E}{4mU-2qd^2B^2}$$ ⑫

(3)设粒子沿 y 方向偏离 z 轴的距离为 y，其中在区域Ⅱ中沿 y 方向偏离的距离为 y'，由运动学公式得

$y'=vt\sin\alpha$ ⑬

由题意得

$y=L+y'$ ⑭

联立①④⑥⑨⑩⑬⑭式

$$y=R-\sqrt{R^2-d^2}+\frac{d^2}{\sqrt{R^2-d^2}}$$ ⑮

(4)s_1、s_2、s_3 分别对应氚核 ${}_1^3\mathrm{H}$、氦核 ${}_2^4\mathrm{He}$、质子 ${}_1^1\mathrm{H}$ 的位置。

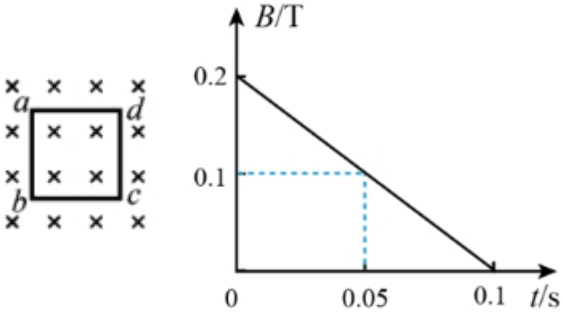
9. （2020·天津卷）如图所示，垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度 B 随时间 t 均匀变化。正方形硬质金属框 $abcd$ 放置在磁场中，金属框平面与磁场方向垂直，电阻 $R=0.1\Omega$，边长 $l=0.2\mathrm{m}$。求

（1）在 $t=0$ 到 $t=0.1\mathrm{s}$ 时间内，金属框中的感应电动势 E；

（2）$t=0.05\mathrm{s}$ 时，金属框 ab 边受到的安培力 F 的大小和方向；

（3）在 $t=0$ 到 $t=0.1\mathrm{s}$ 时间内，金属框中电流的电功率 P。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】（1）0.08V；（2）0.016N，方向垂直于 ab 向左；（3）0.064W

【解析】（1）在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{s}$ 的时间 Δt 内，磁感应强度的变化量 $\Delta B=0.2\text{T}$，设穿过金属框的磁通量变化量为 $\Delta\Phi$，有 $\Delta\Phi=\Delta Bl^2$ ①

由于磁场均匀变化，金属框中产生的电动势是恒定的，有

$E=\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ②

联立①②式，代入数据，解得 $E=0.08\text{V}$ ③

（2）设金属框中的电流为 I，由闭合电路欧姆定律，有 $I=\dfrac{E}{R}$ ④

由图可知，$t=0.05\text{s}$ 时，磁感应强度为 $B_1=0.1\text{T}$，金属框 ab 边受到的安培力

$F=IlB_1$ ⑤

联立①②④⑤式，代入数据，解得 $F=0.016\text{N}$ ⑥

方向垂直于 ab 向左。⑦

（3）在 $t=0$ 到 $t=0.1\text{s}$ 时间内，金属框中电流的电功率 $P=I^2R$ ⑧

联立①②④⑧式，代入数据，解得 $P=0.064\text{W}$ ⑨

10．（2020·天津卷）多反射飞行时间质谱仪是一种测量离子质量的新型实验仪器，其基本原理如图所示，从离子源 A 处飘出的离子初速度不计，经电压为 U

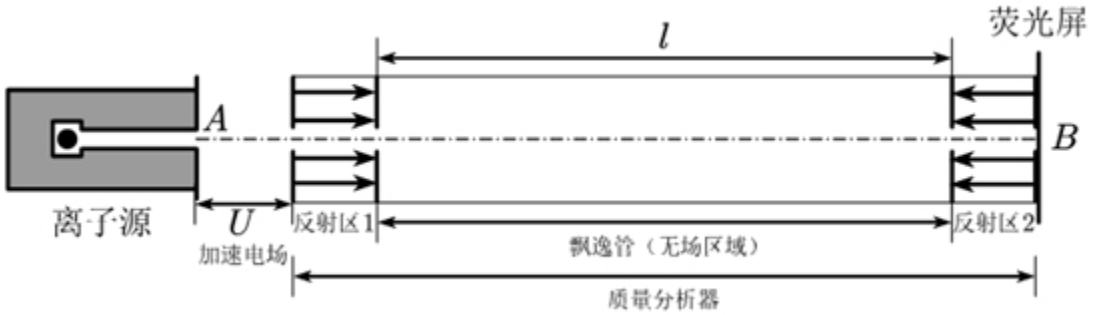
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

的匀强电场加速后射入质量分析器。质量分析器由两个反射区和长为 l 的漂移管（无场区域）构成，开始时反射区 1、2 均未加电场，当离子第一次进入漂移管时，两反射区开始加上电场强度大小相等、方向相反的匀强电场，其电场强度足够大，使得进入反射区的离子能够反射回漂移管。离子在质量分析器中经多次往复即将进入反射区 2 时，撤去反射区的电场，离子打在荧光屏 B 上被探测到，可测得离子从 A 到 B 的总飞行时间。设实验所用离子的电荷量均为 q，不计离子重力。

（1）求质量为 m 的离子第一次通过漂移管所用的时间 T_1；

（2）反射区加上电场，电场强度大小为 E，求离子能进入反射区的最大距离 x；

（3）已知质量为 m_0 的离子总飞行时间为 t_0，待测离子的总飞行时间为 t_1，两种离子在质量分析器中反射相同次数，求待测离子质量 m_1。



【答案】（1）$T_1=\sqrt{\dfrac{ml^2}{2qU}}$；（2）$x=\dfrac{U}{E}$；（3）$m_1=\left(\dfrac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0$

【解析】（1）设离子经加速电场加速后的速度大小为 v，有

$$qU=\frac{1}{2}mv^2$$

①

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

离子在漂移管中做匀速直线运动，则

$$T_1=\frac{l}{v}$$

②

联立①②式，得

$$T_1=\sqrt{\frac{ml^2}{2qU}}$$

③

（2）根据动能定理，有

$$qU-qEx=0$$

④

得 $x=\frac{U}{E}$

⑤

（3）离子在加速电场中运动和反射区电场中每次单向运动均为匀变速直线运动，平均速度大小均相等，设其为 $\bar{v}$，有

$$\bar{v}=\frac{v}{2}$$

⑥

通过⑤式可知，离子在反射区的电场中运动路程是与离子本身无关的，所以不同离子在电场区运动的总路程相等，设为 L_1，在无场区的总路程设为 L_2，根据题目条件可知，离子在无场区速度大小恒为 v，设离子的总飞行时间为 $t_{总}$。有

$$t_{总}=\frac{L_1}{\bar{v}}+\frac{L_2}{v}$$

⑦

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①⑥⑦式，得

$$t_{总}=\left(2L_1+L_2\right)\sqrt{\frac{m}{2qU}}$$

⑧

可见，离子从 A 到 B 的总飞行时间与 $\sqrt{m}$ 成正比。由题意可得

$$\frac{t_1}{t_0}=\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}$$

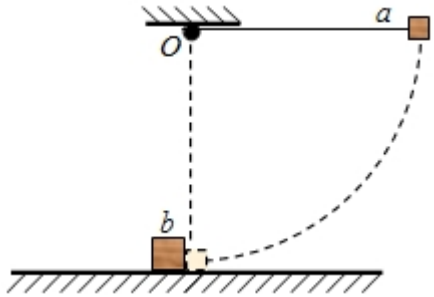
可得 $m_1=\left(\frac{t_1}{t_0}\right)^2 m_0$

⑨

十年高考真题分类汇编(2010－2019) 物理

专题 20 综合计算题

1.(2019•海南卷•T13)如图，用不可伸长轻绳将物块 a 悬挂在 O 点：初始时，轻绳处于水平拉直状态。现将 a 由静止释放，当物块 a 下摆至最低点时，恰好与静止在水平面上的物块 b 发生弹性碰撞(碰撞时间极短)，碰撞后 b 滑行的最大距离为 s。已知 b 的质量是 a 的 3 倍。b 与水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g。求



(1)碰撞后瞬间物块 b 速度的大小；

(2)轻绳的长度。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$\sqrt{2\mu gs}$　　(2) 4μs

【解析】

(1)设 a 的质量为 m，则 b 的质量为 3m。

碰撞后 b 滑行过程，根据动能定理得 $-\mu\cdot 3mgs=0-\frac{1}{2}\cdot 3mv_b^2$ 。

解得，碰撞后瞬间物块 b 速度的大小 $v_b=\sqrt{2\mu gs}$

(2)对于 a、b 碰撞过程，取水平向左为正方向，根据动量守恒定律得 $mv_0=mv_a+3mv_b$。

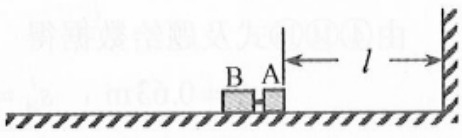
根据机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_a^2+\frac{1}{2}\cdot 3mv_b^2$。

设轻绳的长度为 L，对于 a 下摆的过程，根据机械能守恒得 $mgL=\frac{1}{2}\cdot mv_0^2$。

联立解得 L=4μs。

2.(2019•全国Ⅲ卷•T12)静止在水平地面上的两小物块 A、B，质量分别为 m_A=1.0kg，m_B=4.0kg；两者之间有一被压缩的微型弹簧，A 与其右侧的竖直墙壁距离 l=1.0m，如图所示。某时刻，将压缩的微型弹簧释放，使 A、B 瞬间分离，两物块获得的动能之和为 E_k=10.0J。释放后，A 沿着与墙壁垂直的方向向右运动。A、B 与地面之间的动摩擦因数均为 u=0.20。重力加速度取 g=10m/s²。A、B 运动过程中所涉及的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短。

(1)求弹簧释放后瞬间 A、B 速度的大小；



(2)物块 A、B 中的哪一个先停止？该物块刚停止时 A 与 B 之间的距离是多少？

(3)A 和 B 都停止后，A 与 B 之间的距离是多少？

【答案】(1)v_A=4.0m/s，v_B=1.0m/s；(2)A 先停止；　0.50m；(3)0.91m；

【解析】

首先需要理解弹簧释放后瞬间的过程内 A、B 组成的系统动量守恒，再结合能量关系求解出 A、B 各自的速度大小；很容易判定 A、B 都会做匀减速直线运动，并且易知是 B 先停下，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

至于 A 是否已经到达墙处，则需要根据计算确定，结合几何关系可算出第二问结果；再判断 A 向左运动停下来之前是否与 B 发生碰撞，也需要通过计算确定，结合空间关系，列式求解即可。

(1)设弹簧释放瞬间 A 和 B 的速度大小分别为 v_A、v_B，以向右为正，由动量守恒定律和题给条件有

$0=m_Av_A-m_Bv_B$①

$$E_k=\frac{1}{2}m_Av_A^2+\frac{1}{2}m_Bv_B^2$$ ②

联立①②式并代入题给数据得

v_A=4.0m/s，v_B=1.0m/s

(2)A、B 两物块与地面间的动摩擦因数相等，因而两者滑动时加速度大小相等，设为 a。假设 A 和 B 发生碰撞前，已经有一个物块停止，此物块应为弹簧释放后速度较小的 B。设从弹簧释放到 B 停止所需时间为 t，B 向左运动的路程为 s_B。，则有

$$m_Ba=\mu m_Bg$$ ④

$$s_B=v_Bt-\frac{1}{2}at^2$$ ⑤

$$v_B-at=0$$ ⑥

在时间 t 内，A 可能与墙发生弹性碰撞，碰撞后 A 将向左运动，碰撞并不改变 A 的速度大小，所以无论此碰撞是否发生，A 在时间 t 内的路程 S_A 都可表示为

$$s_A=v_At-\frac{1}{2}at^2$$ ⑦

联立③④⑤⑥⑦式并代入题给数据得

s_A=1.75m，s_B=0.25m⑧

这表明在时间 t 内 A 已与墙壁发生碰撞，但没有与 B 发生碰撞，此时 A 位于出发点右边 0.25m 处。B 位于出发点左边 0.25m 处，两物块之间的距离 s 为

s=0 25m+0.25m=0.50m⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)t 时刻后 A 将继续向左运动，假设它能与静止的 B 碰撞，碰撞时速度的大小为 v_A'，由动能定理有

$$\frac{1}{2}m_A v_A'^2-\frac{1}{2}m_A v_A^2=-\mu m_A g\left(2l+s_B\right) ⑩$$

联立③⑧⑩式并代入题给数据得

$$v_A'=\sqrt{7}\,\mathrm{m/s} ⑪$$

故 A 与 B 将发生碰撞。设碰撞后 A、B 的速度分别为 v_A''以和 v_B''，由动量守恒定律与机械能守恒定律有

$$m_A\left(-v_A'\right)=m_A v_A''+m_B v_B'' ⑫$$

$$\frac{1}{2}m_A v_A'^2=\frac{1}{2}m_A v_A''^2+\frac{1}{2}m_B v_B''^2 ⑬$$

联立⑪⑫⑬式并代入题给数据得

$$v_A''=\frac{3\sqrt{7}}{5}\,\mathrm{m/s},\quad v_B''=-\frac{2\sqrt{7}}{5}\,\mathrm{m/s} ⑭$$

这表明碰撞后 A 将向右运动，B 继续向左运动。设碰撞后 A 向右运动距离为 s_A'时停止，B 向左运动距离为 s_B'时停止，由运动学公式

$$2as_A'=v_A''^2,\quad 2as_B'=v_B''^2 ⑮$$

由④⑭⑮式及题给数据得

$$s_A'=0.63\,\mathrm{m},\quad s_B'=0.28\,\mathrm{m} ⑯$$

s_A'小于碰撞处到墙壁的距离。由上式可得两物块停止后的距离

$$s'=s_A'+s_B'=0.91\,\mathrm{m} ⑰$$

3.(2019•北京卷•T12)雨滴落到地面的速度通常仅为几米每秒，这与雨滴下落过程中受到空气阻力有关。雨滴间无相互作用且雨滴质量不变，重力加速度为 g。

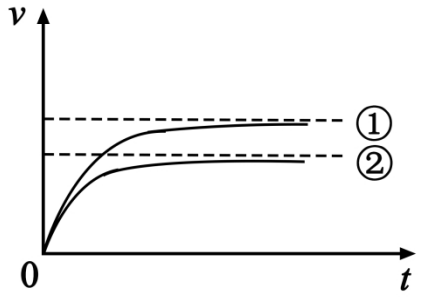
(1)质量为 m 的雨滴由静止开始，下落高度 h 时速度为 u，求这一过程中克服空气阻力所做

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

的功 W。

____

(2)将雨滴看作半径为 r 的球体，设其竖直落向地面的过程中所受空气阻力 $f=kr^2v^2$，其中 v 是雨滴的速度，k 是比例系数。



a.设雨滴的密度为 ρ，推导雨滴下落趋近的最大速度 v_m 与半径 r 的关系式；

____

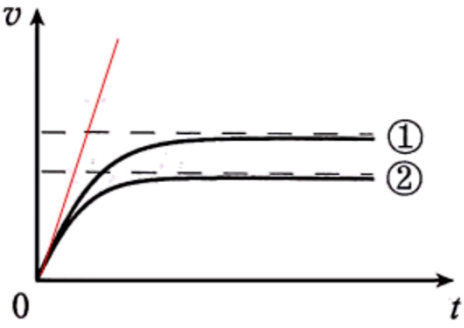
b.示意图中画出了半径为 r_1、r_2($r_1>r_2$)的雨滴在空气中无初速下落的 v–t 图线，其中_____对应半径为 r_1 的雨滴(选填①、②)；若不计空气阻力，请在图中画出雨滴无初速下落的 v–t 图线。

(3)由于大量气体分子在各方向运动的几率相等，其对静止雨滴的作用力为零。将雨滴简化为垂直于运动方向面积为 S 的圆盘，证明：圆盘以速度 v 下落时受到的空气阻力 $f\propto v^2$(提示：设单位体积内空气分子数为 n，空气分子质量为 m_0)。

_____

【答案】(1). $W_f=mgh-\frac{1}{2}mu^2$　　(2). $v_m=\sqrt{\frac{\pi r\rho g}{3k}}$　　(3). ①

(4).



(5). 详见解析

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

【分析】

(1)对雨滴由动能定理解得：雨滴下落 h 的过程中克服阻做的功；

(2) 雨滴的加速度为 0 时速度最大解答；

(3)由动量定理证明

(1)对雨滴由动能定理得：

$$mgh-W_{\mathrm{f}}=\frac{1}{2}mu^2$$

解得：$W_{\mathrm{f}}=mgh-\frac{1}{2}mu^2$；

(2)a.半径为 r 的雨滴体积为：$V=\frac{4}{3}\pi r^3$，其质量为 $m=\rho V$

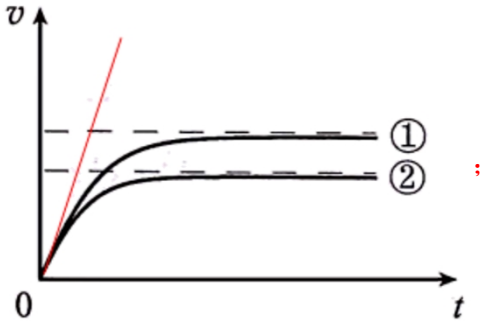
当雨滴的重力与阻力相等时速度最大，设最大速度为 v_m，则有：$mg=f$

其中 $f=kr^2v_m^2$

联立以上各式解得：$v_m=\sqrt{\frac{\pi r\rho g}{3k}}$

由 $v_m=\sqrt{\frac{\pi r\rho g}{3k}}$ 可知，雨滴半径越大，最大速度越大，所以①对应半径为 r_1 的雨滴，

不计空气阻力，雨滴做自由落体运动，图线如图：



；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)设在极短时间 Δt 内，空气分子与雨滴碰撞，设空气分子的速率为 U，

在 Δt 内，空气分子个数为：$N = nSv\Delta t$，其质量为 $m = Nm_0$

设向下为正方向，对圆盘下方空气分子由动量定理有：

$$F_1\Delta t = m(v+u)$$

对圆盘上方空气分子由动量定理有：

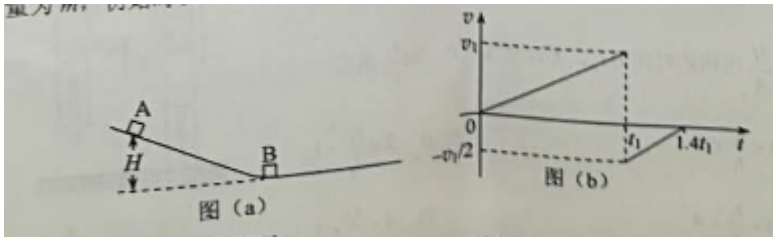
$$-F_2\Delta t = 0 - m(u-v)$$

圆盘受到的空气阻力为：

$$f = F_1 - F_2$$

联立解得：$f = 2Sv^2nm_0 \propto v^2$。

4.(2019•全国Ⅰ卷•T12)竖直面内一倾斜轨道与一足够长的水平轨道通过一小段光滑圆弧平滑连接，小物块 *B* 静止于水平轨道的最左端，如图(a)所示。*t*=0 时刻，小物块 A 在倾斜轨道上从静止开始下滑，一段时间后与 *B* 发生弹性碰撞(碰撞时间极短)；当 A 返回到倾斜轨道上的 *P* 点(图中未标出)时，速度减为 0，此时对其施加一外力，使其在倾斜轨道上保持静止。物块 *A* 运动的 *v*-*t* 图像如图(b)所示，图中的 v_1 和 t_1 均为未知量。已知 *A* 的质量为 *m*，初始时 *A* 与 *B* 的高度差为 *H*，重力加速度大小为 g，不计空气阻力。



(1)求物块 *B* 的质量；

(2)在图(b)所描述的整个运动过程中，求物块 *A* 克服摩擦力所做的功；

(3)已知两物块与轨道间的动摩擦因数均相等，在物块 *B* 停止运动后，改变物块与轨道间的动摩擦因数，然后将 *A* 从 *P* 点释放，一段时间后 *A* 刚好能与 *B* 再次碰上。求改变前面动摩

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

擦因数的比值。

【答案】(1)3m　　(2)$\frac{2}{15}mgH$　　(3)$\frac{11}{9}$

【解析】

(1)物块 A 和物块 B 发生碰撞后一瞬间的速度分别为v_A、v_B，弹性碰撞瞬间，动量守恒，机械能守恒，即：$mv_1 = mv_A + m_Bv_B$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}m_Bv_B^2$$

联立方程解得：$v_A = \frac{m-m_B}{m+m_B}v_1$；$v_B = \frac{2m}{m+m_B}v_1$

根据 v-t 图象可知，$v_A = -\frac{1}{2}v_1$

解得：$m_B = 3m$

(2)设斜面的倾角为 θ，根据牛顿第二定律得

当物块 A 沿斜面下滑时：$mg\sin\theta - f = ma_1$，由 v-t 图象知：$a_1 = \frac{v_1}{t_1}$

当物体 A 沿斜面上滑时：$mg\sin\theta + f = ma_2$，由 v-t 图象知：$a_2 = \frac{5v_1}{4t_1}$

解得：$f = \frac{1}{9}mg\sin\theta$；

又因下滑位移$x_1 = \frac{H}{\sin\theta} = \frac{1}{2}v_1t_1$

则碰后 A 反弹，沿斜面上滑的最大位移为：$x_2 = \frac{h}{\sin\theta} = \frac{1}{2}\cdot\frac{v_1}{2}\cdot 0.4t_1 = 0.1v_1t_1$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

其中 h 为 P 点离水平面得高度，即 $h=\frac{1}{5}H$

解得 $x_2=\frac{H}{5\sin\theta}$

故在图(b)描述的整个过程中，物块 A 克服摩擦力做的总功为：

$$W_f=f\left(x_1+x_2\right)=\frac{1}{9}mg\sin\theta\times\left(\frac{H}{\sin\theta}+\frac{H}{5\sin\theta}\right)=\frac{2}{15}mgH$$

(3)设物块 B 在水平面上最远的滑行距离为 S，设原来的摩擦因为为 μ

则以 A 和 B 组成的系统，根据能量守恒定律有：$mg\left(H-h\right)=\mu mg\frac{H+h}{\tan\theta}+\mu m_Bgs$

设改变后的摩擦因数为 μ'，然后将 A 从 P 点释放，A 恰好能与 B 再次碰上，即 A 恰好滑到物块 B 位置时，速度减为零，以 A 为研究对象，根据能量守恒定律得：

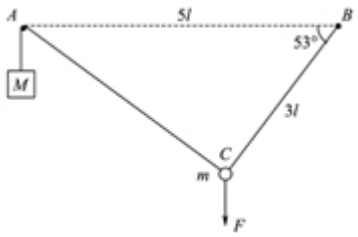
$$mgh=\mu' mg\frac{h}{\tan\theta}+\mu' mgS$$

又据(2)的结论可知：$W_f=\frac{2}{15}mgH=\mu mg\frac{H+h}{\tan\theta}$，得：$\tan\theta=9\mu$

联立解得，改变前与改变后的摩擦因素之比为：$\frac{\mu}{\mu'}=\frac{11}{9}$。

5.(2018·江苏卷)如图所示，钉子 A、B 相距 5*l*，处于同一高度。细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B.质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 3*l*.用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53°.松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动.忽略一切摩擦，重力加速度为 g，取 sin53°=0.8，cos53°=0.6.求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)小球受到手的拉力大小 F；

(2)物块和小球的质量之比 M:m；

(3)小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T.

【答案】(1) $F=\frac{5}{3}Mg-mg$　(2) $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$　(3) $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$ ($T=\frac{48}{55}mg$ 或 $T=\frac{8}{11}Mg$)

【解析】(1)设小球受 AC、BC 的拉力分别为 F_1、F_2

$F_1\sin53°=F_2\cos53°$　$F+mg=F_1\cos53°+F_2\sin53°$ 且 $F_1=Mg$

解得 $F=\frac{5}{3}Mg-mg$

(2)小球运动到与 A、B 相同高度过程中

小球上升高度 $h_1=3l\sin53°$，物块下降高度 $h_2=2l$

机械能守恒定律 $mgh_1=Mgh_2$

解得 $\frac{M}{m}=\frac{6}{5}$

(3)根据机械能守恒定律，小球回到起始点.设此时 AC 方向的加速度大小为 a，重物受到的拉力为 T

牛顿运动定律 $Mg-T=Ma$　小球受 AC 的拉力 $T'=T$

牛顿运动定律 $T'-mg\cos53°=ma$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

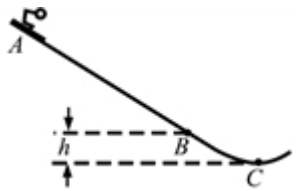
解得 $T=\frac{8mMg}{5(m+M)}$（$T=\frac{48}{55}mg$或$T=\frac{8}{11}Mg$）

6.(2018·北京卷)2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下，长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接，滑道 BC 高 h=10 m，C 是半径 R=20 m 圆弧的最低点，质量 m=60 kg 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑，加速度 a=4.5 m/s^2，到达 B 点时速度 v_B=30 m/s。取重力加速度 g=10 m/s^2。

(1)求长直助滑道 AB 的长度 L；

(2)求运动员在 AB 段所受合外力的冲量的 I 大小；

(3)若不计 BC 段的阻力，画出运动员经过 C 点时的受力图，并求其所受支持力 F_N 的大小。



【答案】(1)100 m(2)1 800 N · s(3)3 900 N

【解析】(1)已知 AB 段的初末速度，则利用运动学公式可以求解斜面的长度，即

$$v^2-v_0^2=2aL$$

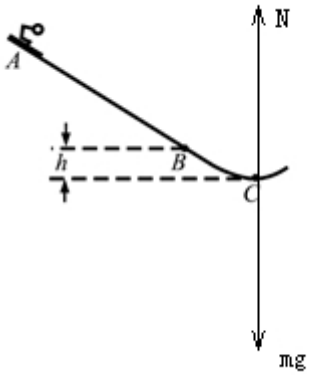
可解得:$L=\frac{v^2-v_0^2}{2a}=100m$

(2)根据动量定理可知合外力的冲量等于动量的该变量所以

$$I=mv_B-0=1800N\cdot s$$

(3)小球在最低点的受力如图所示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



由牛顿第二定律可得：$N-mg=m\frac{v_C^2}{R}$

从 B 运动到 C 由动能定理可知：

$$mgh=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$$

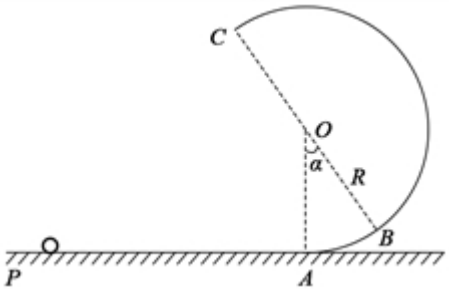
解得;$N=3900\mathrm{N}$

故本题答案是：$(1)L=100m$ $(2)I=1800N\cdot s$ $(3)N=3900N$

点睛：本题考查了动能定理和圆周运动，会利用动能定理求解最低点的速度，并利用牛顿第二定律求解最低点受到的支持力大小。

7.(2018·全国 III 卷·T12)如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 和水平轨道 PA 在 A 点相切。BC 为圆弧轨道的直径。O 为圆心，OA 和 OB 之间的夹角为 α，$\sin\alpha=\frac{3}{5}$，一质量为 m 的小球沿水平轨道向右运动，经 A 点沿圆弧轨道通过 C 点，落至水平轨道；在整个过程中，除受到重力及轨道作用力外，小球还一直受到一水平恒力的作用，已知小球在 C 点所受合力的方向指向圆心，且此时小球对轨道的压力恰好为零。重力加速度大小为 g。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小；

(2)小球到达 A 点时动量的大小；

(3)小球从 C 点落至水平轨道所用的时间。

【答案】(1) $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$　　(2) $\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ (3) $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

【解析】(1)设水平恒力的大小为 F_0，小球到达 C 点时所受合力的大小为 F。由力的合成法

则有 $\frac{F_0}{mg}=\tan\alpha$ ①　　$F^2=(mg)^2+F_0^2$ ②

设小球到达 C 点时的速度大小为 v，由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{R}$ ③

由①②③式和题给数据得 $F_0=\frac{3}{4}mg$ ④　　$v=\frac{\sqrt{5gR}}{2}$ ⑤

(2)设小球到达 A 点的速度大小为 v_1，作 CD⊥PA，交 PA 于 D 点，

由几何关系得：DA＝Rsinα⑥　　CD=R(1+cosα)⑦

由动能定理有：$-mg\cdot CD-F_0\cdot DA=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑧

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得，小球在 A 点的动量大小为：$p=mv_1=\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)小球离开 C 点后在竖直方向上做初速度不为零的匀加速运动加速度大小为 g。

设小球在竖直方向的初速度为 $v_\perp$，从 C 点落至水平轨道上所用时间为 t。

由运动学公式有：$v_\perp t+\frac{1}{2}gt^2=CD$ ⑩　　$v_\perp=v\sin\alpha$ ⑪

由⑤⑦⑩⑪式和题给数据得：$t=\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$ ⑫

8.(2018·新课标 I 卷)一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空，当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E，且均沿竖直方向运动。爆炸时间极短，重力加速度大小为 g，不计空气阻力和火药的质量，求

(1)烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；

(2)爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度

【答案】(1)$t=\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$；(2)$h=\frac{2E}{mg}$

【解析】本题主要考查机械能、匀变速直线运动规律、动量守恒定律、能量守恒定律及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决实际问题的的能力。

(1)设烟花弹上升的初速度为v_0，由题给条件有

$E=\frac{1}{2}mv_0^2$　　①

设烟花弹从地面开始上升到火药爆炸所用的时间为t，由运动学公式有

$0-v_0=-gt$　　②

联立①②式得

$t=\frac{1}{g}\sqrt{\frac{2E}{m}}$ ③

(2)设爆炸时烟花弹距地面的高度为h_1，由机械能守恒定律有

$E=mgh_1$ ④

火药爆炸后，烟花弹上、下两部分均沿竖直方向运动，设炸后瞬间其速度分别为v_1和v_2。由题给条件和动量守恒定律有

$\frac{1}{4}mv_1^2+\frac{1}{4}mv_2^2=E$ ⑤

$\frac{1}{2}mv_1+\frac{1}{2}mv_2=0$ ⑥

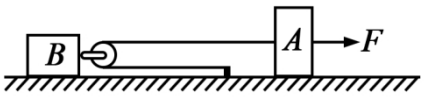
由⑥式知，烟花弹两部分的速度方向相反，向上运动部分做竖直上抛运动。设爆炸后烟花弹上部分继续上升的高度为h_2，由机械能守恒定律有

$\frac{1}{4}mv_1^2=\frac{1}{2}mgh_2$ ⑦

联立④⑤⑥⑦式得，烟花弹上部分距地面的最大高度为

$h=h_1+h_2=\frac{2E}{mg}$ ⑧

9.(2016·海南卷)水平地面上有质量分别为 m 和 4m 的物 A 和 B，两者与地面的动摩擦因数均为 μ。细绳的一端固定，另一端跨过轻质动滑轮与 A 相连，动滑轮与 B 相连，如图所示。初始时，绳出于水平拉直状态。若物块 A 在水平向右的恒力 F 作用下向右移动了距离 s，重力加速度大小为 g。求：



(1)物块 B 克服摩擦力所做的功；

(2)物块 A、B 的加速度大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)2μmgs　(2)$\frac{F-3\mu mg}{2m}$　$\frac{F-3\mu mg}{4m}$

【解析】(1)物块 A 移动了距离 s，则物块 B 移动的距离为$s_1=\frac{1}{2}s$①

物块 B 受到的摩擦力大小为 f=4μmg②

物块 B 克服摩擦力所做的功为 W=fs_1=2μmgs③

(2)设物块 A、B 的加速度大小分别为 a_A、a_B，绳中张力为 T_0 由牛顿第二定律得

F-μmg-T＝ma_A④　　2T-4μmg＝4ma_B⑤

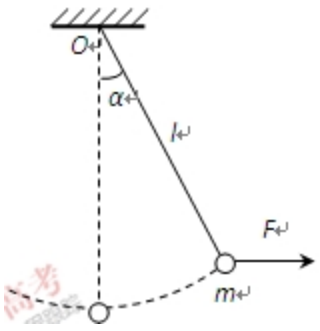
由 A 和 B 的位移关系得 a_A＝2a_B⑥

联立④⑤⑥得 $a_A=\frac{F-3\mu mg}{2m}$，$a_B=\frac{F-3\mu mg}{4m}$。

【考点定位】牛顿第二定律、功、匀变速直线运动

【名师点睛】采用整体法和隔离法对物体进行受力分析，抓住两物体之间的内在联系，绳中张力大小相等、加速度大小相等，根据牛顿第二定律列式求解即可。解决本题的关键还是抓住联系力和运动的桥梁加速度。

10.(2011·北京卷)如图所示，长度为l的轻绳上端固定在O点，下端系一质量为m的小球(小球的大小可以忽略)。



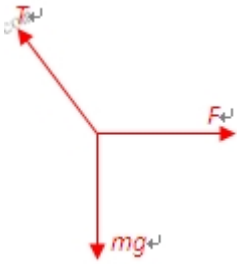
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)在水平拉力F的作用下，轻绳与竖直方向的夹角为α，小球保持静止。画出此时小球的受力图，并求力F的大小；

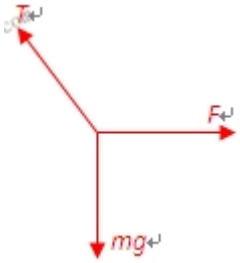
(2)由图示位置无初速释放小球，求当小球通过最低点时的速度大小及轻绳对小球的拉力。不计空气阻力。

【答案】(1)如图所示，F=mgtanα

(2) $v=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$ 、$T'=mg+m\frac{v^2}{l}=mg(3-2\cos\alpha)$，方向竖直向上



【解析】(1)受力图见图根据平衡条件，的拉力大小F=mgtanα



(2)运动中只有重力做功，系统机械能守恒 $mgl(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}mv^2$

则通过最低点时，小球的速度大小 $v=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$

根据牛顿第二定律 $T'-mg=m\frac{v^2}{l}$

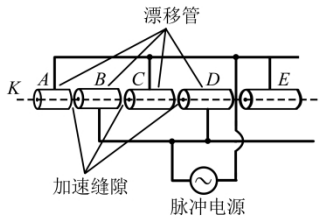
解得轻绳对小球的拉力 $T'=mg+m\frac{v^2}{l}=mg(3-2\cos\alpha)$，方向竖直向上

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】共点力平衡条件、机械能守恒定律，牛顿第二定律

11.(2016·四川卷)中国科学院 2015 年 10 月宣布中国将在 2020 年开始建造世界上最大的粒子加速器。加速器是人类揭示物质本源的关键设备，在放射治疗、食品安全、材料科学等方面有广泛应用。

如图所示，某直线加速器由沿轴线分布的一系列金属圆管(漂移管)组成，相邻漂移管分别接在高频脉冲电源的两极。质子从 K 点沿轴线进入加速器并依次向右穿过各漂移管，在漂移管内做匀速直线运动，在漂移管间被电场加速，加速电压视为不变。设质子进入漂移管 B 时速度为 8×10^6 m/s，进入漂移管 E 时速度为 1×10^7 m/s，电源频率为 1×10^7 Hz，漂移管间缝隙很小，质子在每个管内运动时间视为电源周期的 1/2。质子的荷质比取 1×10^8 C/kg。求：



(1)漂移管 B 的长度；

(2)相邻漂移管间的加速电压。

【答案】(1)0.4 m(2)6×10^4 V

【解析】(1)设质子进入漂移管 B 的速度为 v_B，电源频率、周期分别为 f、T，漂移管 A 的长度为 L，则 $T=\frac{1}{f}$ ①

$L=v_B\frac{T}{2}$ ②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①②式并代入数据得 $L=0.4\ \mathrm{m}$ ③

(2)设质子进入漂移管 E 的速度为 v_E，相邻漂移管间的加速电压为 U，电场对质子所做的功为 W，质子从漂移管 B 运动到 E 电场做功 W ′，质子的电荷量为 q、质量为 m，则

$W=qU$ ④

$W'=3W$ ⑤

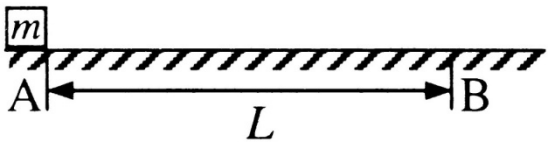
$W'=\frac{1}{2}mv_E^2-\frac{1}{2}mv_B^2$ ⑥

联立④⑤⑥式并代入数据得 $U=6\times10^4\ \mathrm{V}$ ⑦

考点：动能定理

【名师点睛】此题联系高科技技术-粒子加速器，考查了动能定理的应用，比较简单，只要弄清加速原理即可列出动能定理求解；与现代高科技相联系历来是高考考查的热点问题.

12.(2011·上海卷)如图，质量 $m=2kg$ 的物体静止于水平地面的A处，A、B间距L=20m。用大小为30N，沿水平方向的外力拉此物体，经 $t_0=2s$ 拉至B处。(已知 $\cos37°=0.8$，$\sin37°=0.6$。取 $g=10m/s^2$)



(1)求物体与地面间的动摩擦因数μ；

(2)用大小为30N，与水平方向成37°的力斜向上拉此物体，使物体从A处由静止开始运动并能到达B处，求该力作用的最短时间t。

【答案】(1)0.5(2)1.03s

【解析】(1)物体做匀加速运动 $L=\frac{1}{2}at_0^{\ 2}$ $\therefore a=\frac{2L}{t_0^{\ 2}}=\frac{2\times 20}{2^2}=10(m/s^2)$

由牛顿第二定律 $F-f=ma$ 解得 $f=30-2\times 10=10(N)$

$\therefore \mu=\frac{f}{mg}=\frac{10}{2\times 10}=0.5$

即物体与地面间的动摩擦因数 μ=0.5。

(2)设 F 作用的最短时间为 t，小车先以大小为 a 的加速度匀加速 t 秒，撤去外力后，以大小为 a'的加速度匀减速 t'秒到达 B 处，速度恰为 0，由牛顿定律

$F\cos 37°-\mu(mg-F\sin a37°)=ma$

$\therefore a=\frac{F(\cos 37°+\mu\sin 37°)}{m}-\mu g=\frac{30\times(0.8+0.5\times 0.6)}{2}-0.5\times 10=11.5(m/s^2)$

$a'=\frac{f}{m}=\mu g=5(m/s^2)$

由于匀加速阶段的末速度即为匀减速阶段的初速度，因此有

$at=a't'$

$\therefore t'=\frac{a}{a'}t=\frac{11.5}{5}t=2.3t$

$L=\frac{1}{2}at^2+\frac{1}{2}a't'^2$

$\therefore t=\sqrt{\frac{2L}{a+2.3^2a'}}=\sqrt{\frac{2\times 20}{11.5+2.3^2\times 5}}=1.03(s)$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

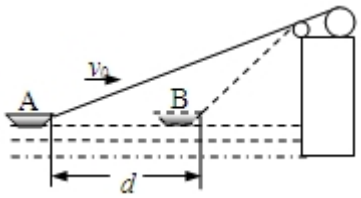
【考点定位】匀变速直线运动，牛顿第二定律

13.(2012·福建卷)如图，用跨过光滑定滑轮的缆绳将海面上一搜失去动力的小船沿直线拖向岸边。已知拖动缆绳的电动机功率恒为 P，小船的质量为 m，小船受到的阻力大小恒为 f，经过 A 点时的速度大小为v_0，小船从 A 点沿直线加速运动到 B 点经历时间为 t_1，A、B 两点间距离为 d，缆绳质量忽略不计。求：

(1)小船从 A 点运动到 B 点的全过程克服阻力做的功 W_f；

(2)小船经过 B 点时的速度大小 v_1；

(3)小船经过 B 点时的加速度大小 a。



【答案】(1)$W = FS = fd$ (2)$v_1 = \sqrt{\frac{2(Pt - fd)}{m} + v_0^2}$ (3)$a = \frac{P}{\sqrt{m^2v^2 + 2m(Pt - fd)}} - \frac{f}{m}$

【解析】(1)小船从 A 点到达 B 点，受到的阻力恒为 f，其克服阻力做的功为：

$W = FS = fd$ [来

(2)：从 A 到 B 由动能定理可知：$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = Pt - fd$，解得：

$v_1 = \sqrt{\frac{2(Pt - fd)}{m} + v_0^2}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)设小船经过 B 点时绳的拉力大小为 F，绳与水平方向夹角为θ，绳的速度大小为u，$P=Fu$，$u=v_1cos\theta$，牛顿第二定律$Fcos\theta-f=ma$，得

$a=\frac{P}{\sqrt{m^2v_0^2+2m(Pt_1-fd)}}-\frac{f}{m}$。

【考点定位】本题考查动能定理，牛顿第二定律及运动得合成与分解等相关知识

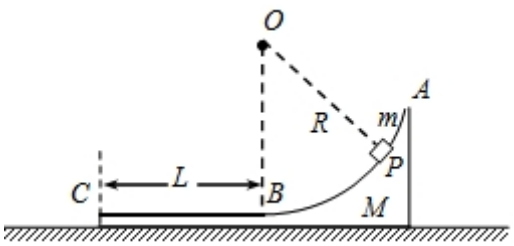
14.(2012·山东卷)如图所示，一工件置于水平地面上，其 AB 段为一半径 R=1.0m 的光滑圆弧轨道，BC 段为一长度 L=0.5m 的粗糙水平轨道，二者相切与 B 点，整个轨道位于同一竖直平面内，P 点为圆弧轨道上的一个确定点。一可视为质点的物块，其质量 m=0.2kg，与 BC 间的动摩擦因数 μ_1=0.4。工件质量 M=0.8kg，与地面间的动摩擦因数 μ_2=0.1。(取 g=10m/s^2)

(1)若工件固定，将物块由 P 点无初速度释放，滑至 C 点时恰好静止，求 P、C 两点间的高度差 h。

(2)若将一水平恒力 F 作用于工件，使物块在 P 点与工件保持相对静止，一起向左做匀加速直线运动。

①求 F 的大小。

②当速度时，使工件立刻停止运动(即不考虑减速的时间和位移)，物块飞离圆弧轨道落至 BC 段，求物块的落点与 B 点间的距离。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)0.2m；(2)8.5N；(3)0.4m

【解析】(1)物块从 P 点下滑经 B 点至 C 点的整个过程，根据动能定理得：

$mgh-\mu_1 mgL=0$

代入数据得： $h=0.2m$ ①

(2)①设物块的加速度大小为 a，P 点与圆心的连线与竖直方向间的夹角为 θ，由几何关系可得 $cos\theta=\frac{R-h}{R}$ ②

根据牛顿第二定律，对物体有 $mgtan\theta=ma$ ③

对工件和物体整体有 $F-\mu_2(M+m)\ g=(M+m)\ a$ ④

联立①②③④式，代入数据得 $F=8.5N$ ⑤

②设物体平抛运动的时间为 t，水平位移为 x_1，物块落点与 B 间的距离为 x_2，由运动学公式可得 $h=\frac{1}{2}gt^2$ ⑥

$x_1=vt$ ⑦

$x_2=x_1-Rsin\theta$ ⑧

联立①②⑥⑦⑧式，代入数据得 $x_2=0.4m$。

【考点定位】本题考查动能定理、平抛运动等相关知识

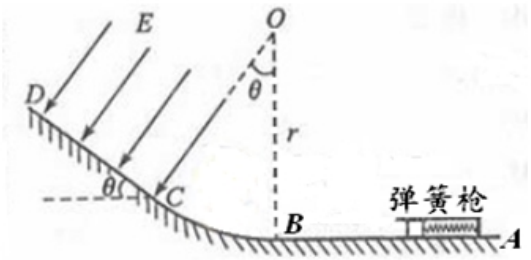
15.(2012·四川卷·T24)如图所示，ABCD 为固定在竖直平面内的轨道，AB 段光滑水平，BC 段为光滑圆弧，对应的圆心角 θ = 37°，半径 r = 2.5m，CD 段平直倾斜且粗糙，各段轨道均平滑连接，倾斜轨道所在区域有场强大小为 E = 2×10^5N/C、方向垂直于斜轨向下的匀强电场。质量 m= 5×10^{-2}kg、电荷量 q =+1×10^{-6}C 的小物

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

体(视为质点)被弹簧枪发射后，沿水平轨道向左滑行，在 C 点以速度 v_0=3m/s 冲上斜轨。以小物体通过 C 点时为计时起点，0.1s 以后，场强大小不变，方向反向。已知斜轨与小物体间的动摩擦因数 μ=0.25。设小物体的电荷量保持不变，取 g=10m/s^2，sin37°=0.6，cos37°=0.8。

(1)求弹簧枪对小物体所做的功；

(2)在斜轨上小物体能到达的最高点为 P，求 CP 的长度。



【答案】(1)0.475J　(2)0.57m

【解析】(1)设弹簧枪对小物体做功为 W，由动能定理得 $W-mgr(1-cos\theta)=\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

代入数据解得：$W=0.475J$ ②

(2)取沿平直斜轨道向上为正方向。设小物体通过 C 点进入电场后的加速度为 a_1，

由牛顿第二定律得：$-mg\sin\theta-\mu(mg\cos\theta+qE)=ma_1$　③

小物体向上做匀减速运动，经 t_1=0.1s 后，速度达到 v_1，有：$v_1=v_0+a_1t_1$　④

由③④可知 v_1=2.1m/s，设运动的位移为 s_1，有：$s_1=v_0t_1+\frac{1}{2}a_1t_1^2$　⑤

电场力反向后，设物体的加速度为 a_2，由牛顿第二定律得：

$-mg\sin\theta-\mu(mg\cos\theta-qE)=ma_2$⑥

设小物体以此加速度运动到速度为 0，运动的时间为 t_2，位移为 s_2，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

有：$0=v_1+a_2t_2$ ⑦ $s_2=v_1t_2+\frac{1}{2}a_2t_2^2$ ⑧

设 CP 的长度为 s，有：$s=s_1+s_2$ ⑨

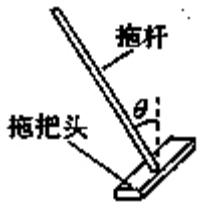
联立相关方程，代入数据解得：s=0.57m。

【考点定位】本题考查牛顿第二定律，动能定理及其相关知识

16.(2012·新课标卷)拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具(如图)。设拖把头的质量为 m，拖杆质量可以忽略；拖把头与地板之间的动摩擦因数为常数 μ，重力加速度为 g，某同学用该拖把在水平地板上拖地时，沿拖杆方向推拖把，拖杆与竖直方向的夹角为 θ。

(1)若拖把头在地板上匀速移动，求推拖把的力的大小。

(2)设能使该拖把在地板上从静止刚好开始运动的水平推力与此时地板对拖把的正压力的比值为 λ。已知存在一临界角 θ_0，若 $\theta\le\theta_0$，则不管沿拖杆方向的推力多大，都不可能使拖把从静止开始运动。求这一临界角的正切 $\tan\theta_0$。



【答案】(1) $F=\frac{\mu}{\sin\theta-\mu\cos\theta}mg$ ；(2) $\tan\theta_0=\lambda$

【解析】(1)设该同学沿拖杆方向用大小为 F 的力推拖把。将推拖把的力沿竖直和水平方向分解，按平衡条件有 $F\cos\theta+mg=N$ ① $F\sin\theta=f$ ②

式中 N 和 f 分别为地板对拖把的正压力和摩擦力。按摩擦定律有 $f=\mu N$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①②③式得 $F=\frac{\mu}{\sin\theta-\mu\cos\theta}mg$ ④

(2)若不管沿拖杆方向用多大的力都不能使拖把从静止开始运动，应有 $Fsin\theta\le\lambda N$ ⑤

这时①式仍满足。联立①⑤式得 $\sin\theta-\lambda\cos\theta\le\lambda\frac{mg}{F}$ ⑥

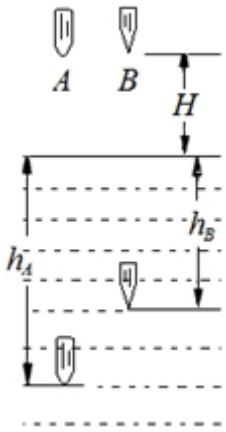
现考察使上式成立的 θ 角的取值范围。注意到上式右边总是大于零，且当 F 无限大时极限为零，有 $\sin\theta-\lambda\cos\theta\le0$ ⑦

使上式成立的 θ 角满足 $\theta\le\theta_0$，这里 θ_0 是题中所定义的临界角，即当 $\theta\le\theta_0$ 时，不管沿拖杆方向用多大的力都推不动拖把。临界角的正切为 $\tan\theta_0=\lambda$ ⑧

【考点定位】本题考查物体的平衡、力的合成与分解或正交分解临界条件的应用

17.(2012·浙江卷)为了研究鱼所受水的阻力与其形状的关系，小明同学用石蜡做成两条质量均为 m、形状不同的“A 鱼”和“B 鱼”，如图所示。在高出水面 H 处分别静止释放“A 鱼”和“B 鱼”，“A 鱼”竖直下滑 h_A 后速度减为零，“B 鱼”竖直下滑 h_B 后速度减为零。“鱼”在水中运动时，除受重力外还受浮力和水的阻力，已知“鱼”在水中所受浮力是其重力的 10/9 倍，重力加速度为 g，“鱼”运动的位移远大于“鱼”的长度。假设“鱼”运动时所受水的阻力恒定，空气阻力不计。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)“A 鱼”入水瞬间的速度 v_{A1}；

(2)“A 鱼”在水中运动时所受阻力 f_A；

(3)“A 鱼”与“B 鱼” 在水中运动时所受阻力之比 f_A：f_B。

【答案】(1) $v_{A1}=\sqrt{2gH}$ ；(2) $f_A=(\frac{H}{h_A}-\frac{1}{9})mg$ ；(3) $\frac{f_A}{f_B}=\frac{(9H-h_A)h_B}{(9H-h_B)h_A}$

【解析】(1)A 鱼入水前做自由落体运动，根据速度位移公式，有：$v_{A1}^2=2gH$ 解得：$v_{A1}=\sqrt{2gH}$ 。

(2)A 鱼入水后，受重力、浮力和阻力，根据动能定理，有：

$mgh_A-f_Ah_A-F_{浮}h_A=0-\frac{1}{2}mv_{A1}^2$，

其中：$F_{浮}=\frac{10}{9}mg$，解得：$f_A=(\frac{H}{h_A}-\frac{1}{9})mg$ 。

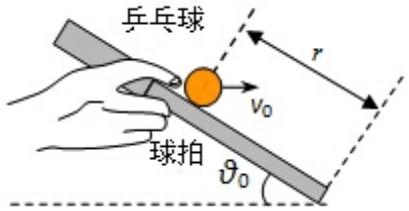
(3)同理 $f_B=(\frac{H}{h_B}-\frac{1}{9})mg$，解得 $\frac{f_A}{f_B}=\frac{(9H-h_A)h_B}{(9H-h_B)h_A}$.

【考点定位】本题考查匀变速运动、动能定理及其相关知识

18.(2012·重庆卷)某校举行托乒乓球跑步比赛，赛道为水平直道，比赛距离为 S。比赛时，某同学将球置于球拍中心，以大小为 a 的加速度从静止开始做匀加速直线运动，当速度达到 v_0 时，再以 v_0 做匀速直线运动跑至终点。整个过程中球一

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

直保持在球拍中心不动。比赛中,该同学在匀速直线运动阶段保持球拍的倾角为 θ_0，如题 25 图所示。设球在运动中受到空气阻力大小与其速度大小成正比，方向与运动方向相反，不计球与球拍之间的摩擦，球的质量为 m，重力加速度为 g。



(1)求空气阻力大小与球速大小的比例系数 k ；

(2)求在加速跑阶段球拍倾角 θ 随速度 v 变化的关系式；

(3)整个匀速跑阶段，若该同学速度仍为 v_0，而球拍的倾角比 θ_0 大了 β 并保持不变，不计球在球拍上的移动引起的空气阻力变化，为保证到达终点前球不从球拍上距离中心为 r 的下边沿掉落，求 β 应满足的条件。

【答案】(1) $k=\frac{mg\tan\theta_0}{v_0}$ ；(2) $\tan\theta=\frac{a}{g}+\frac{v}{v_0}\tan\theta_0$ ；(3) $\sin\beta\le 2r\cos\theta_0\, g(\frac{s}{v_0}-\frac{v_0}{2a})^2$

【解析】(1)在匀速运动阶段，有 $mg\tan\theta_0=kv_0$，得 $k=\frac{mg\tan\theta_0}{v_0}$。

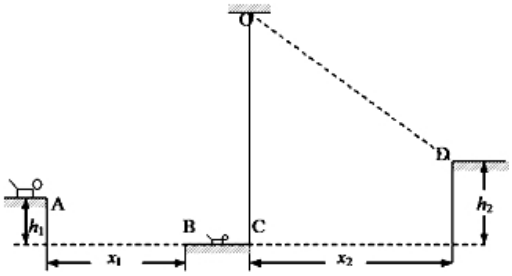
(2)加速阶段，设球拍对球的支持力为 N'，有：$N'\sin\theta-kv=ma$，$N'\cos\theta=mg$，得 $\tan\theta=\frac{a}{g}+\frac{v}{v_0}\tan\theta_0$。

(3)以速度 v_0 匀速运动时，设空气阻力与重力的合力为 F，有 $F=\frac{mg}{\cos\theta_0}$，球拍倾角为 $\theta_0+\beta$ 时，空气阻力与重力的合力不变，设球沿球拍面下滑的加速度大小为 a'，有 $F\sin\beta=ma'$，设匀速跑阶段所用时间为 t，有 $t=\frac{s}{v_0}-\frac{v_0}{2a}$，球不从球拍上掉落的条件 $\frac{1}{2}a't^2\le r$，得 $\sin\beta\le 2r\cos\theta_0\, g(\frac{s}{v_0}-\frac{v_0}{2a})^2$ 。

【考点定位】本题考查牛顿运动定律相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

19.(2013·浙江卷)山谷中有三块大石头和一根不可伸长的青之青藤，其示意图如下。图中 A、B、C、D 均为石头的边缘点，O 为青藤的固定点，h_1=1.8m，h_2=4.0m，x_1=4.8m，x_2=8.0m。开始时，质量分别为 M=10kg 和 m=2kg 的大小两只滇金丝猴分别位于左边和中间的石头上，当大猴发现小猴将受到伤害时，迅速从左边石头 A 点起水平跳到中间石头，大猴抱起小猴跑到 C 点，抓住青藤的下端荡到右边石头的 D 点，此时速度恰好为零。运动过程中猴子均看成质点，空气阻力不计，重力加速度 g=10m/s^2，求：



(1)大猴子水平跳离的速度最小值；

(2)猴子抓住青藤荡起时的速度大小；

(3)荡起时，青藤对猴子的拉力大小。

【答案】(1)8m/s(2)9m/s(3)216N

【解析】(1)根据 $h_1=\frac{1}{2}gt^2$，解得 $t=\sqrt{\frac{2h_1}{g}}=\sqrt{\frac{2\times1.8}{10}}s=0.6s$，则跳离的最小速度

$v_0=\frac{x_1}{t}=\frac{4.8}{0.6}m/s=8m/s$.

(2)根据机械能守恒定律得，$\frac{1}{2}(M+m)v^2=(M+m)gh_2$，解得

$v=\sqrt{2gh_2}=\sqrt{80}m/s\approx9m/s.$

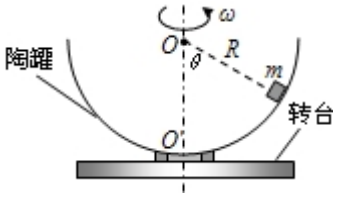
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)根据牛顿第二定律得, $F-(M+m)g=(M+m)\frac{v^2}{L}$, 根据几何关系得, $(L-h_2)^2+x_2^2=L^2$,

联立解得 F=216N.

【考点定位】机械能守恒定律、平抛运动、向心力。

20.(2013·重庆卷)如题 8 图所示，半径为 R 的半球形陶罐，固定在可以绕竖直轴旋转的水平转台上，转台转轴与过陶罐球心 O 的对称轴 OO′重合。转台以一定角速度 ω 匀速转动，一质量为 m 的小物块落入陶罐内，经过一段时间后，小物块随陶罐一起转动且相对罐壁静止，它和 O 点的连线与 OO′之间的夹角 θ 为 60°。重力加速度大小为 g。



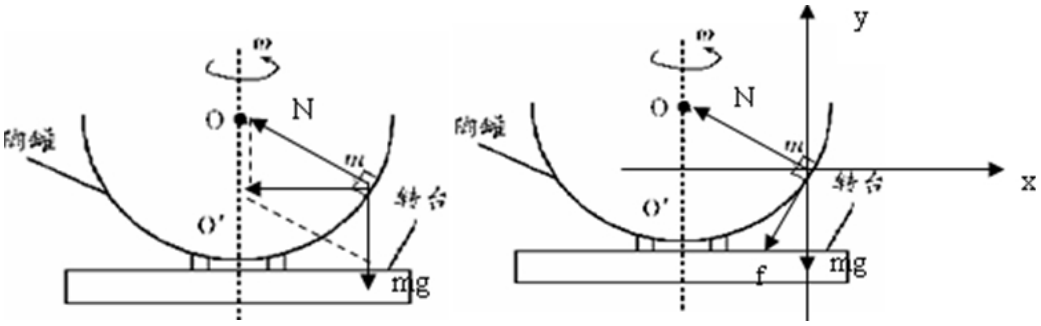
(1)若 $\omega=\omega_0$，小物块受到的摩擦力恰好为零，求 ω_0；

(2)$\omega=(1\pm k)\omega_0$，且 $0<k<<1$，求小物块受到的摩擦力大小和方向。

【答案】(1) $\omega_0=\sqrt{\frac{2g}{R}}$ (2)当 $\omega=(1+k)\omega_0$ 时，摩擦力方向沿罐壁切线向下，大小为 $f=\frac{\sqrt{3}k(2+k)}{2}mg$；当 $\omega=(1-k)\omega_0$ 时，摩擦力方向沿罐壁切线向下，大小为 $f=\frac{\sqrt{3}k(2-k)}{2}mg$；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)当摩擦力为零，支持力和重力的合力提供向心力，有：



$mg\tan\theta = mR\sin\theta\omega_0^2$，解得 $\omega_0=\sqrt{\frac{2g}{R}}$

(2)当 $\omega=(1+k)\omega_0$ 时，重力和支持力的合力不够提供向心力，摩擦力方向沿罐壁切线向下，

根据牛顿第二定律得，$f\cos60°+N\cos30°=mR\sin60°\omega^2$.

$f\sin60°+mg=N\sin30°$

联立两式解得 $f=\frac{\sqrt{3}k(2+k)}{2}mg$

当 $\omega=(1-k)\omega_0$ 时，摩擦力方向沿罐壁切线向上，根据牛顿第二定律得，

$N\cos30°-f\cos60°=mR\sin60°\omega^2$.

$mg=N\sin30°+f\sin60°$

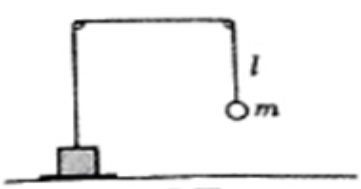
联立两式解得 $f=\frac{\sqrt{3}k(2-k)}{2}mg$.

【考点定位】摩擦力，受力分析，牛顿第二定律，匀速圆周运动的向心力。

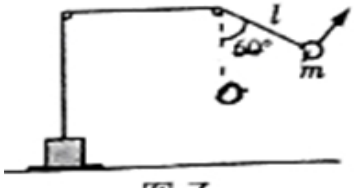
21.(2015·山东卷·T23)如图甲所示，物块与质量为 m 的小球通过不可伸长的轻质细绳跨过两等高定滑轮连接。物块置于左侧滑轮正下方的表面水平的压力传感装置上，小球与右侧滑轮的距离为 l。开始时物块和小球均静止，将此时传感装置的示数记为初始值。现给小球施加一始终垂直于 l 段细绳的力，将小球缓慢拉起至细绳与竖直方向成 60^o 角，如图乙所示，此时传感装置的示数为初始值的 1.25

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

倍；再将小球由静止释放，当运动至最低位置时，传感装置的示数为初始值的0.6倍.不计滑轮的大小和摩擦，重力加速度的大小为 g。求：



图甲



图乙

(1)物块的质量；

(2)从释放到运动至最低位置的过程中，小球克服阻力所做的功。

【答案】(1)3m；(2)0.1mgl

【解析】(1)设物块质量为 M，开始时，设压力传感器读数 F_0，则 $F_0+mg=Mg$；

当小球被抬高 60^0 角时，则对小球根据力的平行四边形法则可得：$T=mg\cos 60^0$，

此时对物块：$1.25F_0+T=Mg$；解得：$M=3m$；$F_0=2mg$

(2)当小球摆到最低点时，对物块：$0.6F_0+T_1=Mg$；

对小球：$T_1-mg=m\dfrac{v^2}{l}$

对小球摆到最低点的过程，根据动能定理可知：$mgl(1-\cos 60^\circ)-W_f=\dfrac{1}{2}mv^2$，

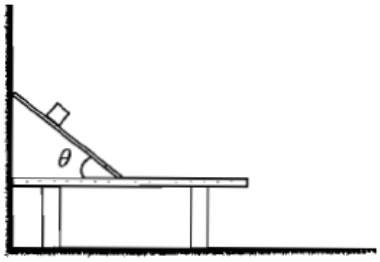
联立解得：$W_f=0.1mgl$

【考点定位】物体的平衡；牛顿第二定律；动能定理.

22.(2015·浙江卷·T23)如图所示，用一块长 $L_1=1.0\text{m}$ 的木板在墙和桌面间架设斜面，桌面高 H=0.8m，长 $L_2=1.5\text{m}$。斜面与水平桌面的倾角 θ 可在 0~60°间调节后

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

固定。将质量 m=0.2kg 的小物块从斜面顶端静止释放，物块与斜面间的动摩擦因数 $\mu_1=0.05$，物块与桌面间的动摩擦因数 μ_2，忽略物块在斜面与桌面交接处的能量损失。(重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$；最大静摩擦力等于滑动摩擦力)



(1)求 θ 角增大到多少时，物块能从斜面开始下滑；(用正切值表示)

(2)当 θ 增大到 37°时，物块恰能停在桌面边缘，求物块与桌面间的动摩擦因数 μ_2 ；

(已知 sin37°=0.6，cos37°=0.8)

(3)继续增大 θ 角，发现 θ =53°时物块落地点与墙面的距离最大，求此最大距离 x_m 。

【答案】(1) $\tan\theta\geq 0.05$ (2) $\mu_2=0.8$ (3)1.9m

【解析】(1)为使小物块下滑 $mg\sin\theta\geq\mu_1 mg\cos\theta$ ①

θ 满足的条件 $\tan\theta\geq 0.05$ ②

(2)克服摩擦力做功 $W_f=\mu_1 mgL_1\cos\theta+\mu_2 mg(L_2-L_1\cos\theta)$ ③

由动能定理得 $mgL_1\sin\theta-W_f=0$ ④

代入数据得 $\mu_2=0.8$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由动能定理可得 $mgL_1\sin\theta - W_f = \frac{1}{2}mv^2$ ⑥

代入数据得 $v = 1\text{m/s}$ ⑦

$H = \frac{1}{2}gt^2$， $t = 0.4\text{s}$， ⑧

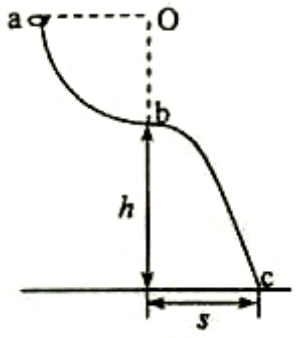
$x_1 = vt$，

$x_1 = 0.4\text{m}$， ⑨

$x_m = x_1 + L_2 = 1.9\text{m}$ ⑩

【考点定位】动能定理，运动学公式

23.(2015·海南卷·T14)如图，位于竖直水平面内的光滑轨道由四分之一圆弧 ab 和抛物线 bc 组成，圆弧半径 Oa 水平，b 点为抛物线顶点。已知 h=2m，，s=$\sqrt{2}m$。取重力加速度大小 $g = 10m/s^2$。



(1)一小环套在轨道上从 a 点由静止滑下，当其在 bc 段轨道运动时，与轨道之间无相互作用力，求圆弧轨道的半径；

(2)若环从 b 点由静止因微小扰动而开始滑下，求环到达 c 点时速度的水平分量的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $0.25m$ (2) $v_x=\frac{2\sqrt{10}}{3}m/s$

【解析】(1)一小环套在 bc 段轨道运动时，与轨道之间无相互作用力，则说明下落到 b 点时的速度，使得小环套做平抛运动的轨迹与轨道 bc 重合，故有 $s=v_bt$ ①

$h=\frac{1}{2}gt^2$ ②

从 ab 滑落过程中，根据动能定理可得 $mgR=\frac{1}{2}mv_b^2$ ③

联立三式可得 $R=\frac{s^2}{4h}=0.25m$ ④

(2)环由 b 处静止下滑过程中机械能守恒，设环下滑至 c 点的速度大小为 v，有

$mgh=\frac{1}{2}mv^2$ ⑤

环在 c 点的速度水平分量为 $v_x=v\cos\theta$ ⑥

式中，θ 为环在 c 点速度的方向与水平方向的夹角，由题意可知，环在 c 点的速度方向和以初速度 v_0 做平抛运动的物体在 c 点速度方向相同，而做平抛运动的物体末速度的水平分量为 $v_x^{'}=v_0$，竖直分量 $v_y^{'}$ 为

$v_y^{'}=\sqrt{2gh}$ ⑦

因此 $\cos\theta=\frac{v_0}{\sqrt{v_0^2+v_y^{'2}}}$ ⑧

联立可得 $v_x=\frac{2\sqrt{10}}{3}m/s$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

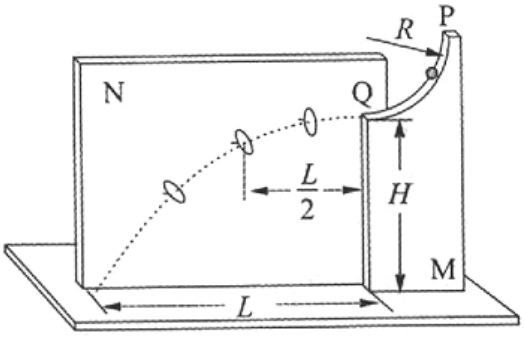
【考点定位】机械能守恒定律，平抛运动，动能定理。

24.(2015·重庆卷·T8)同学们参照伽利略时期演示平抛运动的方法制作了如题 8 图所示的实验装置。图中水平放置的底板上竖直地固定有 M 板和 N 板。M 板上部有一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧形的粗糙轨道，P 为最高点，Q 为最低点，Q 点处的切线水平，距底板高为 H .N 板上固定有三个圆环.将质量为 m 的小球从 P 处静止释放，小球运动至 Q 飞出后无阻碍地通过各圆环中心，落到底板上距 Q 水平距离为 L 处。不考虑空气阻力，重力加速度为 g .求：

(1)距 Q 水平距离为 $\frac{L}{2}$ 的圆环中心到底板的高度；

(2)小球运动到 Q 点时速度的大小以及对轨道压力的大小和方向；

(3)摩擦力对小球做的功.



题 8 图

【答案】(1)到底版的高度 $\frac{3}{4}H$ ；(2)速度的大小为 $L\sqrt{\frac{g}{2H}}$ ，压力的大小 $mg(1+\frac{L^2}{2HR})$，方向竖直向下 ；(3)摩擦力对小球作功 $mg(\frac{L^2}{4H}-R)$

【解析】(1)由平抛运动规律可知 $L=vt$ ， $H=\frac{1}{2}gt^2$

同理：$\frac{L}{2}=vt_1$，$h=\frac{1}{2}gt_1^2$

解得：$h=\frac{H}{4}$，则距地面高度为$H-\frac{H}{4}=\frac{3}{4}H$

(2)由平抛规律解得$v=\frac{L}{t}=L\sqrt{\frac{g}{2H}}$

对抛出点分析，由牛顿第二定律：$F_{支}-mg=m\frac{v^2}{R}$，解得$F_{支}=mg+\frac{mgL^2}{2HR}$

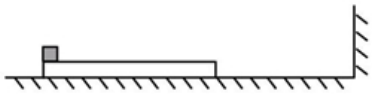
由牛顿第三定律知$F_{压}=F_{支}=mg+\frac{mgL^2}{2HR}$，方向竖直向下。

(3)对 P 点至 Q 点，由动能定理：$mgR+W_f=\frac{1}{2}mv^2-0$

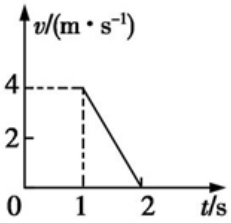
解得：$W_f=\frac{mgL^2}{4H}-mgR$

【考点定位】平抛运动的规律、动能定理、牛顿第二定律、牛顿第三定律。

25.(2015·全国新课标I卷·T25)一长木板置于粗糙水平地面上，木板左端放置一小物块，在木板右方有一墙壁，木板右端与墙壁的距离为 4.5m，如图(a)所示。$t=0$时刻开始，小物块与木板一起以共同速度向右运动，直至$t=1s$时木板与墙壁碰撞(碰撞时间极短)。碰撞前后木板速度大小不变，方向相反；运动过程中小物块始终未离开木板。已知碰撞后 1s 时间内小物块的$v-t$图线如图(b)所示。木板的质量是小物块质量的 15 倍，重力加速度大小 g 取 10m/s^2。求



图(a)



图(b)

(1)木板与地面间的动摩擦因数 μ_1 及小物块与木板间的动摩擦因数 μ_2 ；

(2)木板的最小长度；

(3)木板右端离墙壁的最终距离。

【答案】(1) $\mu_1=0.1$ $\mu_2=0.4$ (2) $6m$ (3) $6.5m$

【解析】(1)根据图像可以判定碰撞前木块与木板共同速度为 $v=4m/s$

碰撞后木板速度水平向左，大小也是 $v=4m/s$

木块受到滑动摩擦力而向右做匀减速，根据牛顿第二定律有 $\mu_2 g=\frac{4m/s-0m/s}{1s}$

解得 $\mu_2=0.4$

木板与墙壁碰撞前，匀减速运动时间 $t=1s$，位移 $x=4.5m$，末速度 $v=4m/s$

其逆运动则为匀加速直线运动可得 $x=vt+\frac{1}{2}at^2$

带入可得 $a=1m/s^2$

木块和木板整体受力分析，滑动摩擦力提供合外力，即 $\mu_1 g=a$

可得 $\mu_1=0.1$

(2)碰撞后，木板向左匀减速，依据牛顿第二定律有 $\mu_1(\mathrm{M}+m)\mathrm{g}+\mu_2 mg=Ma_1$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

可得 $a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

对滑块，则有加速度 $a_2=4m/s^2$

滑块速度先减小到 0，此时碰后时间为 $t_1=1s$

此时，木板向左的位移为 $x_1=vt_1-\frac{1}{2}a_1t_1^2=\frac{10}{3}m$ 末速度 $v_1=\frac{8}{3}m/s$

滑块向右位移 $x_2=\frac{4m/s+0}{2}t_1=2m$

此后，木块开始向左加速，加速度仍为 $a_2=4m/s^2$

木块继续减速，加速度仍为 $a_1=\frac{4}{3}m/s^2$

假设又经历 t_2 二者速度相等，则有 $a_2t_2=v_1-a_1t_2$

解得 $t_2=0.5s$

此过程，木板位移 $x_3=v_1t_2-\frac{1}{2}a_1t_2^2=\frac{7}{6}m$ 末速度 $v_3=v_1-a_1t_2=2m/s$

滑块位移 $x_4=\frac{1}{2}a_2t_2^2=\frac{1}{2}m$

此后木块和木板一起匀减速。

二者的相对位移最大为 $\Delta x=x_1+x_3+x_2-x_4=6m$

滑块始终没有离开木板，所以木板最小的长度为 $6m$

(3)最后阶段滑块和木板一起匀减速直到停止，整体加速度 $a=\mu_1g=1m/s^2$

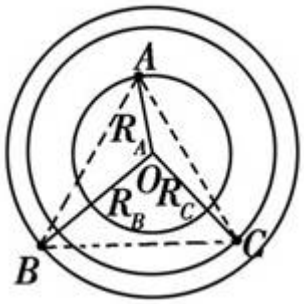
位移 $x_5=\frac{v_3^2}{2a}=2m$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

所以木板右端离墙壁最远的距离为 $x_1+x_3+x_5=6.5m$

【考点定位】牛顿运动定律

26.(2015·安徽卷·T24)由三颗星体构成的系统，忽略其他星体对它们的作用，存在着一种运动形式:三颗星体在相互之间的万有引力作用下，分别位于等边三角形的三个顶点上，绕某一共同的圆心 O 在三角形所在的平面内做相同角速度的圆周运动(图示为 A、B、C 三颗星体质量不相同时的一般情况)。若 A 星体质量为 2m，B、C 两星体的质量均为 m，三角形边长为 a。求：



(1)A 星体所受合力大小 F_A；

(2)B 星体所受合力大小 F_B；

(3)C 星体的轨道半径 R_C；

(4)三星体做圆周运动的周期 T。

【答案】(1) $F_A=2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$ (2) $F_B=\sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$ (3) $R_C=\frac{\sqrt{7}}{4}a$ (4) $T=\pi\sqrt{\frac{a^2}{Gm^2}}$

【解析】(1)由万有引力定律，A 星体所受 B、C 星体引力大小为

$$F_{BA}=G\frac{m_Am_B}{r^2}=G\frac{2m^2}{a^2}=F_{CA}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

方向如图，则合力大小为 $F_A = 2\sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$

(2)同上，B 星体所受 A、C 星体引力大小分别为 $F_{AB} = G\frac{m_A m_B}{r^2} = G\frac{2m^2}{a^2}$

$F_{CB} = G\frac{m_C m_B}{r^2} = G\frac{m^2}{a^2}$ 方向如图，则合力大小为 $F_{Bx} = F_{AB}\cos 60° + F_{CB} = 2G\frac{m^2}{a^2}$

$F_{By} = F_{AB}\sin 60° = \sqrt{3}G\frac{m^2}{a^2}$。可得 $F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = \sqrt{7}G\frac{m^2}{a^2}$

(3)由对称性知，OA 在 BC 的中垂线上，$R_C = R_B$.对 A 星体：$\frac{2\sqrt{3}Gm^2}{a^2} = 2m\omega^2 R_A$

③，对 B 星体：$\frac{\sqrt{7}Gm^2}{a^2} = m\omega^2 R_B$ ④，联立解得 $R_A = \sqrt{\frac{3}{7}}R_C$，在三角形中，

$(\frac{\sqrt{3}}{2}a - R_A)^2 + (\frac{a}{2})^2 = R_C^2$，解得 $R_C = \frac{\sqrt{7}}{4}a$，即 $R_B = \frac{\sqrt{7}}{4}a$ ⑤；

(4)把⑤式代入④式，得 $\omega = 2\sqrt{\frac{Gm}{a^3}}$，即 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi\sqrt{\frac{a^3}{Gm}}$.

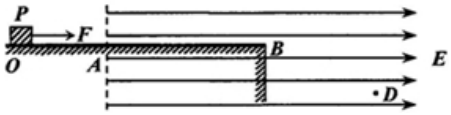
考点：本题考查万有引力定律、力的合成、正交分解法等知识。

27.(2015·四川卷·T10)如图所示，粗糙、绝缘的直轨道 OB 固定在水平桌面上，B 端与桌面边缘对齐，A 是轨道上一点，过 A 点并垂直于轨道的竖直面右侧有大小 E＝1.5×10^{6}N/C, 方向水平向右的匀强电场。带负电的小物体 P 电荷量是 2.0×10^{-6}C，质量 m＝0.25kg，与轨道间动摩擦因数 μ＝0.4，P 从 O 点由静止开始向右运动，经过 0.55s 到达 A 点，到达 B 点时速度是 5m/s，到达空间 D 点时速度与竖直方向的夹角为 α，且 tanα＝1.2。P 在整个运动过程中始终受到水平向右的某

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

外力 F 作用，F 大小与 P 的速率 v 的关系如表所示。P 视为质点，电荷量保持不变，忽略空气阻力，取 g＝10 m/s^2，求：

v/(m·s^{-1})	$0\leqslant v\leqslant 2$	$2<v<5$	$v\geqslant 5$
F/N	2	6	3



(1)小物体 P 从开始运动至速率为 2m/s 所用的时间；

(2)小物体 P 从 A 运动至 D 的过程，电场力做的功。

【答案】(1)t_1＝0.5s；(2)

【解析】(1)物体 P 在水平桌面上运动时，竖直方向上只受重力 mg 和支持力 N 作用，因此其滑动摩擦力大小为：f＝μmg＝1N

根据表格数据可知，物体 P 在速率 v＝0～2m/s 时，所受水平外力 F_1＝2N＞f，因此，在进入电场区域之前，物体 P 做匀加速直线运动，设加速度为 a_1，不妨设经时间 t_1 速度为 v_1＝2m/s，还未进入电场区域。

根据匀变速直线运动规律有：$v_1＝a_1t_1$ ①

根据牛顿第二定律有：$F_1－f＝ma_1$ ②

由①②式联立解得：$t_1＝\frac{mv_1}{F_1-f}$＝0.5s＜0.55s，所以假设成立

即小物体 P 从开始运动至速率为 2m/s 所用的时间为 t_1＝0.5s

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)当物体 P 在速率 $v=2\sim5m/s$ 时，所受水平外力 $F_2=6N$，设先以加速度 a_2 再加速 $t_2=0.05s$ 至 A 点，速度为 v_2，根据牛顿第二定律有：$F_2-f=ma_2$ ③

根据匀变速直线运动规律有：$v_2=v_1+a_2t_2$ ④

由③④式联立解得：$v_2=3m/s$ ⑤

物体 P 从 A 点运动至 B 点的过程中，由题意可知，所受水平外力仍然为 $F_2=6N$ 不变，设位移为 x_1，加速度为 a_3，根据牛顿第二定律有：$F_2-f-qE=ma_3$ ⑥

根据匀变速直线运动规律有：$2a_3x_1=v_B^2-v_2^2$ ⑦

由⑤⑥⑦式联立解得：$x_1=1m$ ⑧

根据表格数据可知，当物体 P 到达 B 点时，水平外力为 $F_3=qE=3N$，因此，离开桌面在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上只受重力，做自由落体运动，设运动至 D 点时，其水平向右运动位移为 x_2，时间为 t_3，则在水平方向上有：$x_2=v_Bt_3$ ⑨

根据几何关系有：$\cot\alpha=\frac{gt_3}{v_2}$ ⑩

由⑨⑩式联立解得：$x_2=\frac{25}{12}m$ ⑪

所以电场力做的功为：$W=-qE(x_1+x_2)$ ⑫

由⑧⑪⑫式联立解得：$W=-9.25J$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】物体的受力分析、牛顿第二定律、匀变速直线运动规律、平抛运动规律、功的定义式的应用。

28.(2015·上海卷·T31)质量为 m 的小球在竖直向上的恒定拉力作用下，由静止开始从水平地面向上运动，经一段时间，拉力做功为 W，此后撤去拉力，球又经相同时间回到地面，以地面为零势能面，不计空气阻力。求：

(1)球回到地面时的动能 E_k；

(2)撤去拉力前球的加速度大小 a 及拉力的大小 F；

(3)球动能为 W/5 时的重力势能 E_p。

【答案】(1)W；(2) $F=\frac{4}{3}mg$ ；(3) $\frac{3}{5}W$ 或 $\frac{4}{5}W$

【解析】(1)撤去拉力时球的机械能为 W，由机械能守恒定律，回到地面时的动能

$E_{K1}=W$

(2)设拉力作用时间为 t，在此过程中球上升 h，末速度为 v，则

$h=\frac{1}{2}at^2$

v=at

由题意有 $-h=vt-\frac{1}{2}gt^2$

解得 $a=\frac{1}{3}g$

根据牛顿第二定律，F-mg=ma，解得 $F=\frac{4}{3}mg$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)动能为 W/5 时球的位置可能在 h 的下方或上方。

设球的位置在 h 下方离地 h′处

$(F-mg)h'=\frac{1}{5}W$

而 $(F-mg)h=\frac{1}{4}W$，解得 $h'=\frac{4}{5}h$

重力势能 $E_p=mgh'=\frac{3}{5}W$

设球的位置在 h 下上方离地 h'' 处

由机械能守恒定律 $\frac{1}{5}W+mgh''=W$

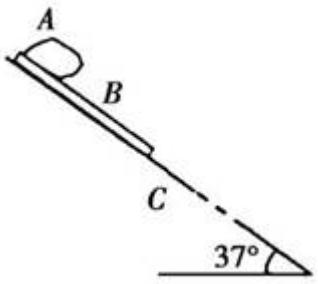
因此　重力势能 $E_p=mgh''=\frac{4}{5}W$

【考点定位】牛顿第二定律；机械能守恒定律；匀变速直线运动公式

29.(2015·全国新课标II卷·T25)下暴雨时，有时会发生山体滑坡或泥石流等地质灾害。某地有一倾角为 θ=37°(sin37°=$\frac{3}{5}$)的山坡 C，上面有一质量为 m 的石板 B，其上下表面与斜坡平行；B 上有一碎石堆 A(含有大量泥土)，A 和 B 均处于静止状态，如图所示。假设某次暴雨中，A 浸透雨水后总质量也为 m(可视为质量不变的滑块)，在极短时间内，A、B 间的动摩擦因数 μ_1 减小为$\frac{3}{8}$，B、C 间的动摩擦因数 μ_2 减小为 0.5，A、B 开始运动，此时刻为计时起点；在第 2s 末，B 的上表

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

面突然变为光滑，μ_2 保持不变。已知 A 开始运动时，A 离 B 下边缘的距离 l=27m，C 足够长，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。取重力加速度大小 $g=10m/s^2$。求：



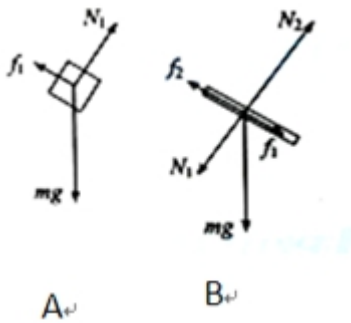
(1)在 0~2s 时间内 A 和 B 加速度的大小；

(2)A 在 B 上总的运动时间。

【答案】(1)$a_1=3m/s^2$； $a_2=1m/s^2$；(2)4s

【解析】本题主要考查牛顿第二定律、匀变速运动规律以及多物体多过程问题；

(1) 在 0-2s 内，A 和 B 受力如图所示



由滑动摩擦力公式和力的平衡条件得:

$f_1=\mu_1 N_1$……(1)

$N_1=mg\cos\theta$……(2)

$f_2=\mu_2 N_2$……(3)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$N_2 = N_1 + mg\cos\theta$ ……(4)

以沿着斜面向下为正方向，设 A 和 B 的加速度分别为，由牛顿第二定律可得：

$mg\sin\theta - f_1 = ma_1$ ……(5)

$mg\sin\theta - f_2 + f_1 = ma_2$ ……(6)

联立以上各式可得 $a_1=3m/s^2$……(7)

$a_2=1m/s^2$……..(8)

(2)在 $t_1=2s$，设 A 和 B 的加速度分别为，则

$v_1=a_1t_1=6m/s$……(9)

$v_2=a_{2t}1=2m/s$……(10)

$t>t_1$ 时，设 A 和 B 的加速度分别为 a_1'，a_2' 此时 AB 之间摩擦力为零，同理可得：

$a_1' = 6m/s^2$ ……(11)

$a_2' = -2m/s^2$ ……(12)

即 B 做匀减速，设经时间，B 的速度减为零，则：

$v_2 + a_2't_2 = 0$ ……(13)

联立(10)(12)(13)可得 $t_2=1s$……..(14)

在 t_1+t_2 时间内，A 相对于 B 运动的距离为

$s = (\frac{1}{2}a_1t_1^2 + v_1t_2 + \frac{1}{2}a_1't_2^2) - (\frac{1}{2}a_2t_1^2 + v_2t_2 + \frac{1}{2}a_2't_2^2) = 12m < 27m$ …(15)

此后 B 静止不动，A 继续在 B 上滑动，设再经时间后 t_3，A 离开 B，则有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

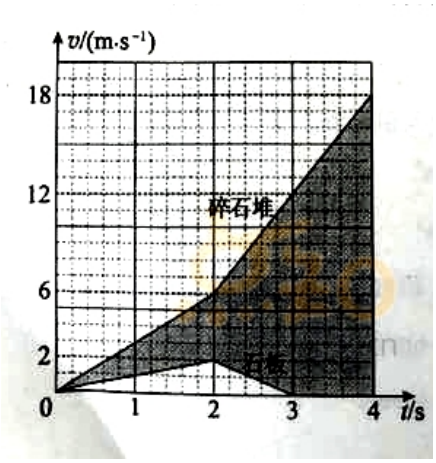
$$L-s=(v_1+a_1't_2)t_3+\frac{1}{2}a_1't_3^2$$

可得，t_3=1s(另一解不合题意，舍去，)

则 A 在 B 上的运动时间为 $t_{总}$.

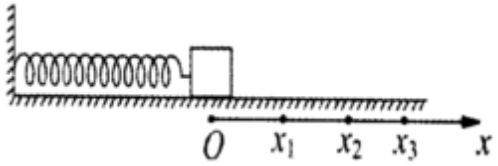
$t_{总}=t_1+t_2+t_3=4s$

(利用下面的速度图象求解，正确的，参照上述答案信参考给分)



【考点定位】牛顿第二定律；匀变速直线运动；

30.(2015·北京卷·T23)如图所示，弹簧的一端固定，另一端连接一个物块，弹簧质量不计，物块(可视为质点)的质量为 m，在水平桌面上沿 x 轴转动，与桌面间的动摩擦因数为 μ，以弹簧原长时物块的位置为坐标原点 O，当弹簧的伸长量为 x 时，物块所受弹簧弹力大小为 F=kx，k 为常量。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)请画出 F 随 x 变化的示意图:并根据 F-x 图像，求物块沿 x 轴从 O 点运动到位置 x 过程中弹力所做的功。

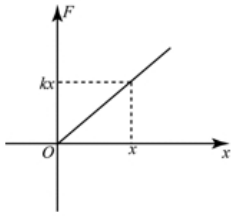
(2)物块由 x_1 向右运动到 x_3，然后由 x_3 返回到 x_2，在这个过程中。

a、求弹力所做的功；并据此求弹性势能的变化量；

b、求滑动摩擦力所做的功；并与弹力做功比较，说明为什么不存在与摩擦力对应的“摩擦力势能”的概念。

【答案】(1) $W=-\frac{1}{2}kx^2$，(2) a、$\Delta E_P=\frac{1}{2}kx_2{}^2-\frac{1}{2}kx_1{}^2$ ；b、 $W_f=-\mu mg(2x_3-x_2-x_1)$

【解析】(1)在 $F-x$ 图象中，面积为外力拉弹簧时外力所做的功



$$W=\frac{F}{2}x=\frac{1}{2}kx^2$$

弹簧的弹力对其做负功， $W=-\frac{1}{2}kx^2$

(2)a、

物块由 x_1 运动到 x_3 的过程中，弹力做功为：

$$W_{T1}=-\frac{1}{2}(kx_1+kx_3)(x_3-x_1)=\frac{1}{2}kx_1{}^2-\frac{1}{2}kx_3{}^2 \text{ ；}$$

物块由 x_3 运动到 x_2 的过程中，弹力做功为：

$$W_{T2}=\frac{1}{2}(kx_2+kx_3)(x_3-x_2)=\frac{1}{2}kx_3{}^2-\frac{1}{2}kx_2{}^2 \text{ ；}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

整个过程中弹力做功：$W_T = W_{T1} + W_{T2} = \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx_2^2$ ；

弹性势能的变化量为：$\Delta E_P = -W_T = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2$ ；

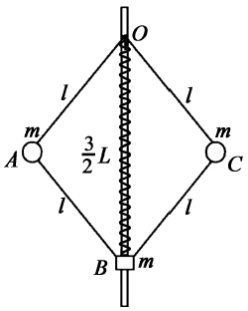
b、

整个过程中，摩擦力做功：$W_f = -\mu mg\left(2x_3 - x_1 - x_2\right)$

比较两力做功可知，弹力做功与实际路径无关，取决于始末两点间的位置；因此我们可以定义一个由物体之间的相互作用力(弹力)和相对位置决定的能量——弹性势能；而摩擦力做功与 x3 有关，即与实际路径有关，因此不能定义与摩擦力对应的“摩擦力势能”。

【考点定位】用图像法求变力做功，功能关系。

31.(2015·江苏卷·T14)一转动装置如图所示, 四根轻杆OA、OC、AB和CB与两小球以及一小环通过铰链连接，轻杆长均为l，球和环的质量均为m，O端固定在竖直的轻质转轴上，套在转轴上的轻质弹簧连接在O与小环之间，原长为L，装置静止时，弹簧长为3L/2，转动该装置并缓慢增大转速，小环缓慢上升。弹簧始终在弹性限度内，忽略一切摩擦和空气阻力，重力加速度为g，求



(1)弹簧的劲度系数k；

(2)AB杆中弹力为零时，装置转动的角速度 ω_0 ；

(3)弹簧长度从3L/2缓慢缩短为L/2的过程中，外界对转动装置所做的功W。

【答案】(1)4mg/L (2) $\omega_0=\sqrt{\frac{8g}{5L}}$ (3) $mgL+\frac{16mgl^2}{L}$

【解析】(1)装置静止时，设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_1、T_1，OA 杆与转轴的夹角为 θ_1

小环受到弹簧的弹力 $F_{弹1}=k\frac{L}{2}$

小环受力平衡：$F_{弹1}=mg+2T_1\cos\theta_1$

小球受力平衡：$F_1\cos\theta_1+T_1\cos\theta_1=mg$ $F_1\sin\theta_1=T_1\sin\theta_1$

解得：$k=\frac{4mg}{L}$

(2)设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_2、T_2，OA 杆与转轴的夹角为 θ_2

小环受到弹簧的弹力 $F_{弹2}=k(x-L)$

小环受力平衡：$F_{弹2}=mg$，得：$x=\frac{5}{4}L$

对小球：$F_2\cos\theta_2=mg$ ；$F_2\sin\theta_2=m\omega_0^2 l\sin\theta_2$ 且 $\cos\theta_2=\frac{x}{2l}$

解得：$\omega_0=\sqrt{\frac{8g}{5L}}$

(3)弹簧长度为 L/2 时，设 OA、AB 杆中的弹力分别为 F_3、T_3，OA 杆与弹簧的夹角为 θ_3

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

小环受到弹簧的弹力：$F_{弹3}=k\frac{L}{2}$

小环受力平衡：$2T_3\cos\theta_3=mg+F_{弹3}$ 且 $\cos\theta_3=\frac{L}{4l}$

对小球：$F_3\cos\theta_3=+T_3\cos\theta_3+mg$ ；$F_3\sin\theta_3+T_3\sin\theta_3=m\omega_3^2 l\sin\theta_3$

解得：$\omega_3=\sqrt{\frac{16g}{L}}$

整个过程弹簧弹性势能变化为零，则弹力做的功为零，由动能定理：

$$W-mg\left(\frac{3L}{2}-\frac{L}{2}\right)-2mg\left(\frac{3L}{4}-\frac{L}{4}\right)=2\times\frac{1}{2}m\left(\omega_3 l\sin\theta_3\right)^2$$

解得：$W=mgL+\frac{16mgl^2}{L}$

【考点】物体的平衡、动能定理

32.(2013·海南卷)一质量 m=0.6kg 的物体以 v_0=2.0m/s 的初速度从倾角为 30°的斜坡底端沿斜坡向上运动。当物体向上滑到某一位置时，其动能减少了 ΔE_k=18J，机械能减少了 ΔE=3J，不计空气阻力，重力加速度 g=10m/s^2，求：

(1)物体向上运动时加速度的大小；

(2)物体返回斜坡底端时的动能。

【答案】(1)6m/s^2 (2)80J

【解析】(1)设物体在运动过程中所受的摩擦力大小为 f，向上运动的加速度大小为 a，由牛顿第二定律有 $a=\frac{mg\sin\alpha+f}{m}$

设物体动能减少 ΔE_k 时，在斜坡上运动的距离为 s，由功能关系得 $\Delta E_k=(mg\sin\alpha+f)s$，$\Delta E=fs$

联立以上各式并代入数据可得 $a=6m/s^2$。

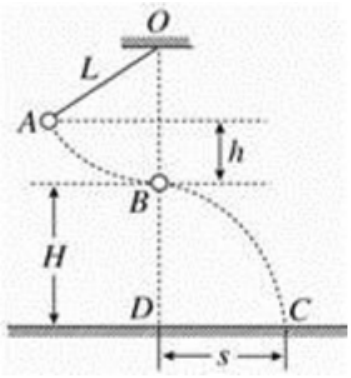
(2)设物体沿斜坡向上运动的最大距离为 s_m，由运动学规律可得，$s_m=\frac{v_0^2}{2a}$

设物体返回底端时的动能为 E_k，由动能定理有 $E_k=(mg\sin\alpha-f)s_m$

联立以上各式并代入数据可得，$E_k=80J$。

【考点定位】考查牛顿运动定律和动能定理。

33.(2013·福建卷)如图所示，一不可伸长的轻绳上端悬挂于 O 点，下端系一质量 m=1.0kg 的小球。现将小球拉到 A 点(保持绳绷直)由静止释放，当它经过 B 点时绳恰好被拉断，小球平抛后落在水平地面上的 C 点。地面上的 D 点与 OB 在同一竖直线上，已知绳长 L=1.0m，B 点离地高度 H=1.0m，A、B 两点的高度差 h=0.5m，重力加速度 g 取 $10m/s^2$，不计空气阻力影响，求：



(1)地面上 DC 两点间的距离 s；

(2)轻绳所受的最大拉力大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)1.41m　(2)20 N

【解析】(1)设小球运动至 B 点的速度为 v，小球由 A 运动至 B 点的过程中，只有重力做功，根据动能定理有 $mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$　①

小球由B 至 C 过程中，做平抛运动，设平抛运动的时间为 t，根据平抛运动的规律

在水平方向上有：$s=vt$　②

在竖直方向上有：$H=\frac{1}{2}gt^2$　③

由①②③式联立，并代入数据解得：$s=\sqrt{2}$ m=1.41m

(2)在小球刚到达 B 点绳断瞬间前，受重力 mg 和绳的拉力 T 作用，根据牛顿第二定律有：

$T-mg=\frac{mv^2}{L}$　④

显然此时绳对小球的拉力最大，根据牛顿第三定律可知，绳所受小球的最大拉力为：

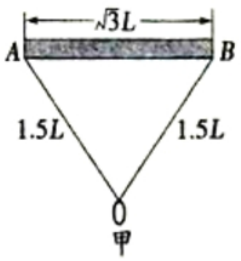
$T'=T$　⑤

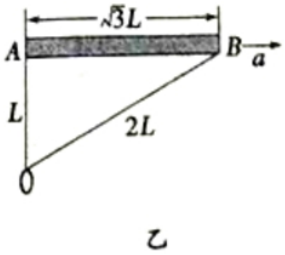
由①④⑤式联立，并代入数据解得：$T'=20N$。

【考点定位】本题综合考查了圆周运动向心力公式、平抛运动规律、动能定理(或机械能守恒定律)相结合的一类问题,

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

34.(2013·福建卷)质量为 M、长为$\sqrt{3}L$的杆水平放置，杆两端 A、B 系着长为 3L 的不可伸长且光滑的柔软绳，绳上套着一质量为 m 的小铁环。已知重力加速度为 g，不计空气影响。





(1)现让杆和环均静止悬挂在空中，如图甲，求绳中拉力的大小；

(2)若杆与环保持相对静止，在空中沿 AB 方向水平向右做匀加速直线运动，此时环恰好悬于 A 端的正下方，如图乙所示。

①求此状态下杆的加速度大小 a；

②为保持这种状态需在杆上施加一个多大的外力，方向如何？

【答案】(1)$\frac{\sqrt{6}}{4}mg$　(1)①$\frac{\sqrt{3}}{3}g$　②$\frac{2\sqrt{3}}{3}(M+m)g$，方向与水平方向成 α=60°斜向上

【解析】(1)如图 1.

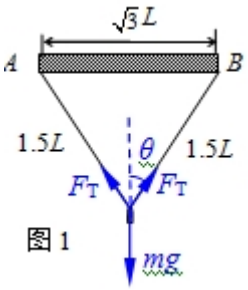


图 1

设平衡时，绳中拉力为 F_T，有$2F_T\cos\theta-mg=0$①

由图知$\cos\theta=\frac{\sqrt{6}}{3}$②　由①②式解得$F_T=\frac{\sqrt{6}}{4}mg$③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)①此时，对小铁环受力分析如图 2，

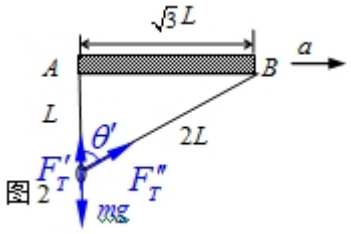


图 2

有 $F_T''\sin\theta' = ma$ ④ $F_T' + F_T''\cos\theta' - mg = 0$ ⑤

由图知 $\theta' = 60^0$，代入④⑤式解得 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$ ⑥

②如图 3，

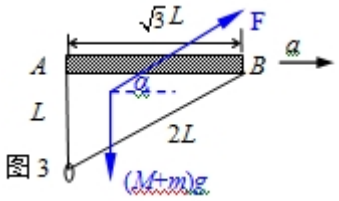


图 3

设外力 F 与水平方向成 α 角，将杆和小铁环当成一个整体，有

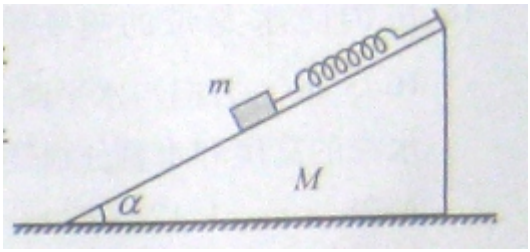
$F\cos\alpha = (M+m)a$ ⑦　　$F\sin\alpha - (M+m)g = 0$ ⑧

由⑥⑦⑧式解得 $F = \frac{2\sqrt{3}}{3}(m+M)g$

$\tan\alpha = \sqrt{3}$（或α=60^0）即与水平方向夹角为 60º 斜向右上方。

35.(2013·安徽卷·T24)如图所示，质量为 M、倾角为 α 的斜面体(斜面光滑且足够长)放在粗糙的水平地面上，底部与地面的动摩擦因数为 μ，斜面顶端与劲度系数为 k、自然长度为 l 的轻质弹簧相连，弹簧的另一端连接着质量为 m 的物块。压缩弹簧使其长度为 $\frac{3}{4}l$ 时将物块由静止开始释放，且物块在以后的运动中，斜面体始终处于静止状态。重力加速度为 g。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求物块处于平衡位置时弹簧的长度；

(2)选物块的平衡位置为坐标原点，沿斜面向下为正方向建立坐标轴，用 x 表示物块相对于平衡位置的位移，证明物块做简谐运动；

(3)求弹簧的最大伸长量；

(4)为使斜面始终处于静止状态，动摩擦因数 μ 应满足什么条件(假设滑动摩擦力等于最大静摩擦力)？

【答案】(1) $l+\frac{mg\sin\alpha}{k}$ (2)见解析 (3) $\frac{l}{4}+\frac{2mg\sin\alpha}{k}$ (4)

【解析】(1)设物块处于平衡位置时弹簧的伸长量为 Δl，则

$mg\sin\alpha-k\Delta l=0$，解得 $\Delta l=\frac{mg\sin\alpha}{k}$

所以此时弹簧的长度为 $l+\frac{mg\sin\alpha}{k}$。

(2)当物块相对平衡位置的位移为 x 时，弹簧的伸长量为 x＋△l，物块所受合力(即回复力)

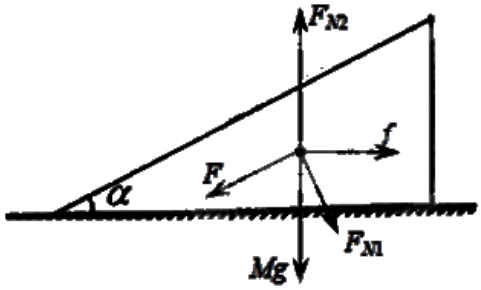
$F_{合}=mg\sin\alpha-k(x+\Delta l)$，联立以上各式，$F_{合}=-kx$，由此可知该物块做简谐运动。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)该物块做简谐运动的振幅为 $A=\frac{l}{A}+\Delta l=\frac{l}{A}+\frac{mg\sin\alpha}{k}$，由简谐运动的对称性可知，弹簧的最大伸长量

为 $A+\Delta l=\frac{l}{4}+\frac{2mg\sin\alpha}{k}$

(4)设物块位移 x 为正，对斜面受力分析如图所示。



由于斜面受力平衡，则有

在水平方向上有：$f+F_{N1}\sin\alpha-F\cos\alpha=0$；在竖直方向上有：$F_{N2}-Mg-F\sin\alpha-F_{N1}\cos\alpha=0$

又 $F=k(x+\Delta l)$，$F_{N1}=mg\cos\alpha$

联立可得 $f=kx\cos\alpha$，$F_{N2}=Mg+mg+kx\sin\alpha$

为使斜面始终处于静止状态，结合牛顿第二定律，应满足 $|f|\le\mu F_{N2}$，所以

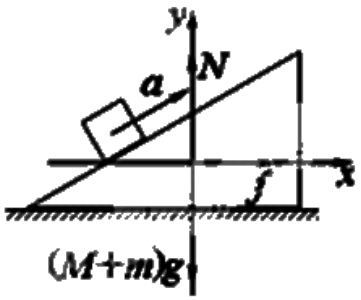
$$\mu\ge\frac{|f|}{F_{N2}}=\frac{k|x|\cos\alpha}{Mg+mg+kx\sin\alpha}$$

当 x=-A 时，上式右端达到最大值，于是有

$\mu\ge\frac{(kl+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha-kl\sin\alpha}$。

【另解】对由斜面、物块、弹簧组成的系统受力分析，受重力(M＋m)g、地面的支持力 N 和水平方向的静摩擦力 f 作用，如图所示。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



建立图示直角坐标系，根据牛顿第二定律可知：

在水平方向上有：f=M×0＋macosα；在竖直方向上有：N－(M＋m)g=M×0＋masinα

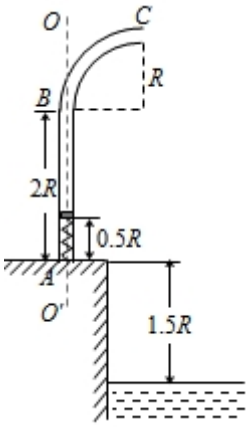
其中，静摩擦力 f≤f_m＝μN，a=$\frac{F_{合}}{m}$=-$\frac{kx}{m}$ (-A≤x≤A)，$A=\frac{l}{4}+\Delta l=\frac{l}{4}+\frac{mg\sin\alpha}{k}$

联立以上各式，解得：μ≥$\frac{(kl+4mg\sin\alpha)\cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha-kl\sin\alpha}$。

【考点定位】胡克定律，简谐运动，共点力平衡

36.(2011·福建卷)如图为某种鱼饵自动投放器中的投饵管装置示意图，其下半部 AB 是一长为 2R 的竖直细管，上半部 BC 是半径为 R 的四分之一圆弧弯管，管口沿水平方向，AB 管内有一原长为 R、下端固定的轻质弹簧.投饵时，每次总将弹簧长度压缩到 0.5R 后锁定，在弹簧上端放置一粒鱼饵，解除锁定，弹簧可将鱼饵弹射出去.设质量为 m 的鱼饵到达管口 C 时，对管壁的作用力恰好为零.不计鱼饵在运动过程中的机械能损失，且锁定和解除锁定时，均不改变弹簧的弹性势能.已知重力加速度为 g.求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)质量为 m 的鱼饵到达管口 C 时的速度大小 v_1;

(2)弹簧压缩到 0.5R 时的弹性势能 E_p;

(3)已知地面与水面相距 1.5R，若使该投饵管绕 AB 管的中轴线 OO'在 90° 角的范围内来回缓慢转动，每次弹射时只放置一粒鱼饵，鱼饵的质量在 $\frac{2}{3}m$ 到 m 之间变化，且均能落到水面。持续投放足够长时间后，鱼饵能够落到水面的最大面积 S 是多少？

【答案】见解析

【解析】(1)质量为 m 的鱼饵到达管口 C 时做圆周运动的向心力，完全由重力提供，

则 $mg = m\frac{v_1^2}{R}$ …①

由①式解得：$v_1 = \sqrt{gR}$ …②

(2)从弹著释放到最高点 C 的过程中，弹普蝴单性势能全部转化为鱼饵的机械能，由系统的机械能守恒定律有 $E_P = mg(1.5R + R) + \frac{1}{2}mv_1^2$ ③

由②③式解得 $E_P = 2mgR$④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)不考虑因缓慢转动装置对鱼饵速度大小的影响，质量为 m 的鱼饵离开管口 C 后做平抛运动，设经过 t 时间落到水面上，离 OO'的水平距离为 x_1，由平抛运动规律有：$4.5R=\frac{1}{2}gt^2$ …⑤

$x_1=v_1t+R$ …⑥

由⑤⑥式解得：$x_1=4R$ …⑦

当鱼饵的质量为$\frac{2}{3}$m 时，设其到达管口 C 时速度大小为v_2，由机械能守恒定律得：

$E_p=\frac{2}{3}mg(1.5R+R)+\frac{1}{2}(\frac{2}{3}m)v_2^2$ …⑧

由④⑧式解得：$v_2=2\sqrt{gR}$ …⑨

质量为$\frac{2}{3}$m 的鱼饵落到水面上时，设离 OO'的水平距离为 x_2，则 $x_2=v_2t+R$ …⑩

由⑤⑨⑩式解得：$x_2=7R$

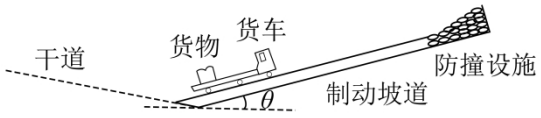
鱼饵能够落到水面的最大面积 $S=\frac{1}{4}(\pi\cdot X_2^2-\pi\cdot X_1^2)=\frac{33}{4}\pi R^2$ (或 $8.25\pi R^2$)

【考点定位】平抛运动规律、牛顿运动定律、竖直面内的圆周运动、机械能守恒定律

37.(2016·四川卷)避险车道是避免恶性交通事故的重要设施，由制动坡床和防撞设施等组成，如图竖直平面内，制动坡床视为与水平面夹角为θ的斜面。一辆长 12 m 的载有货物的货车因刹车失灵从干道驶入制动坡床，当车速为 23 m/s 时，车尾位于制动坡床的低端，货物开始在车厢内向车头滑动，当货物在车厢内滑动

公众号"真题备考"，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

了 4 m 时，车头距制动坡床顶端 38 m，再过一段时间，货车停止。已知货车质量是货物质量的 4 倍，货物与车厢间的动摩擦因数为 0.4；货车在制动坡床上运动受到的坡床阻力大小为货车和货物总重的 0.44 倍。货物与货车分别视为小滑块和平板，取 $\cos\theta=1$，$\sin\theta=0.1$，$g=10\ \mathrm{m/s^2}$。求：



(1)货物在车厢内滑动时加速度的大小和方向；

(2)制动坡床的长度。

【答案】(1)5m/s^2，方向沿斜面向下(2)98m

【解析】(1)设货物的质量为 m，货物在车厢内滑动过程中，货物与车厢的动摩擦因数 μ=0.4，受摩擦力大小为 f，加速度大小为 a_1，则 $f+mg\sin\theta=ma_1$ ①

$f=\mu mg\cos\theta$ ②

联立①②并代入数据得 $a_1=5\ \mathrm{m/s}$ ③

a_1 的方向沿制动坡床向下。

(2)设货车的质量为 M，车尾位于制动坡床底端时的车速为 v=23 m/s。货车在车厢内开始滑动到车头距制动坡床顶端 $s_0=38\mathrm{m}$ 的过程中，用时为 t，货物相对制动坡床的运动距离为 s_1，在车厢内滑动的距离 s=4m，货车的加速度大小为 a_2，货车相对制动坡床的运动距离为 s_2。货车受到制动坡床的阻力大小为 F，F 是货车和货物总重的 k 倍，k=0.44，货车长度 $l_0=12\mathrm{m}$，制动坡床的长度为 l，则

$Mg\sin\theta+F-f=Ma_2$ ④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$F = k(m+M)g$ ⑤

$s_1 = vt - \frac{1}{2}a_1t^2$ ⑥

$s_2 = vt - \frac{1}{2}a_2t^2$ ⑦

$s = s_1 - s_2$ ⑧

$l = l_2 + s_0 + s_1$ ⑨

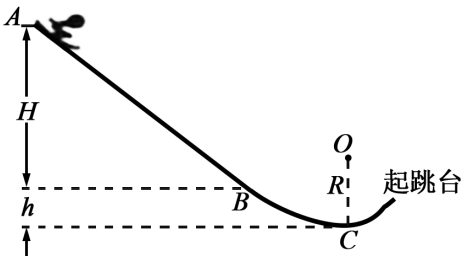
联立①②③-⑨并代入数据得 $l = 98\ \text{m}$ ⑩

考点：匀变速直线运动的应用；牛顿第二定律

【名师点睛】此题依据高速公路的避嫌车道，考查了牛顿第二定律的综合应用；涉及到两个研究对象的多个研究过程；关键是弄清物理过程，分析货物和车的受力情况求解加速度，然后选择合适的物理过程研究解答；此题属于中等题目.

38.(2016·天津卷)我国将于 2022 年举办冬奥会，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。如图所示，质量 m=60 kg 的运动员从长直助滑道 AB 的 A 处由静止开始以加速度 $a=3.6\ \text{m/s}^2$ 匀加速滑下，到达助滑道末端 B 时速度 $v_B=24\ \text{m/s}$，A 与 B 的竖直高度差 H=48 m。为了改变运动员的运动方向，在助滑道与起跳台之间用一段弯曲滑道衔接，其中最低点 C 处附近是一段以 O 为圆心的圆弧。助滑道末端 B 与滑道最低点 C 的高度差 h=5 m，运动员在 B、C 间运动时阻力做功 W=−1 530 J，取 $g=10\ \text{m/s}^2$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求运动员在 AB 段下滑时受到阻力 F_f 的大小；

(2)若运动员能够承受的最大压力为其所受重力的 6 倍，则 C 点所在圆弧的半径 R 至少应为多大。

【答案】(1)144 N　(2)12.5 m

【解析】(1)运动员在 AB 上做初速度为零的匀加速运动，设 AB 的长度为 x，则有

$v_B^2=2ax$①

由牛顿第二定律有 $mg\frac{H}{x}-F_f=ma$②

联立①②式，代入数据解得 $F_f=144\ N$③

(2)设运动员到达 C 点时的速度为 v_C，在由 B 到达 C 的过程中，由动能定理有

$mgh+W=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$④

设运动员在 C 点所受的支持力为 F_N，由牛顿第二定律有 $F_N-mg=\frac{v_C^2}{R}$⑤

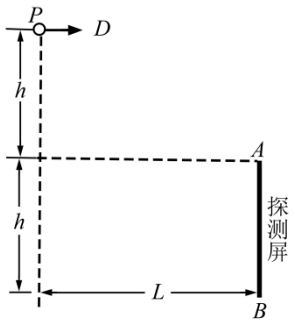
由运动员能够承受的最大压力为其所受重力的 6 倍，联立④⑤式，代入数据解得 $R=12.5\ m$⑥

【考点定位】动能定理、牛顿第二定律的应用

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】此题是力学综合题，主要考查动能定理及牛顿第二定律的应用；解题的关键是搞清运动员运动的物理过程，分析其受力情况，然后选择合适的物理规律列出方程求解；注意第(1)问中斜面的长度和倾角未知，需设出其中一个物理量。

39.(2016·浙江卷)在真空环境内探测微粒在重力场中能量的简化装置如图所示。P 是一个微粒源，能持续水平向　右发射质量相同、初速度不同的微粒。高度为 h 的探测屏 AB 竖直放置，离 P 点的水平距离为 L，上端 A 与 P 点的高度差也为 h。



(1)若微粒打在探测屏 AB 的中点，求微粒在空中飞行的时间；

(2)求能被屏探测到的微粒的初速度范围；

(3)若打在探测屏 A、B 两点的微粒的动能相等，求 L 与 h 的关系。

【答案】(1) $t=\sqrt{\frac{3h}{g}}$　(2) $L\sqrt{\frac{g}{4h}}\le v\le L\sqrt{\frac{g}{2h}}$　(3) $L=2\sqrt{2}h$

【解析】(1)打在中点的微粒 $\frac{3}{2}h=\frac{1}{2}gt^2$ ①

$t=\sqrt{\frac{3h}{g}}$ ②

(2)打在 B 点的微粒 $v_1=\frac{L}{t_1}$ ； $2h=\frac{1}{2}gt_1^2$ ③

$v_1=L\sqrt{\frac{g}{4h}}$ ④

同理， 打在 A 点的微粒初速度 $v_2=L\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ⑤

微粒初速度范围 $L\sqrt{\frac{g}{4h}}\le v\le L\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ⑥

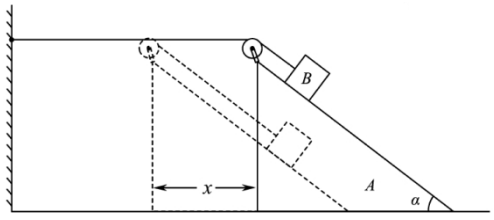
(3)由能量关系 $\frac{1}{2}mv_2^2+mgh=\frac{1}{2}mv_1^2+2mgh$ ⑦

代入④、⑤式 $L=2\sqrt{2}h$ ⑧

【考点定位】动能定理；平抛运动

【名师点睛】此题是对平抛运动的考查；主要是掌握平抛运动的处理方法， 在水平方向是匀速运动， 在竖直方向是自由落体运动；解题时注意找到临界点；此题难度不算大， 意在考查学生对物理基本方法的掌握情况。

40.(2016·江苏卷)如图所示， 倾角为 α 的斜面 A 被固定在水平面上， 细线的一端固定于墙面， 另一端跨过斜面顶端的小滑轮与物块 B 相连， B 静止在斜面上.滑轮左侧的细线水平, 右侧的细线与斜面平行.A、B 的质量均为 m.撤去固定 A 的装置后， A、B 均做直线运动.不计一切摩擦， 重力加速度为 g.求：



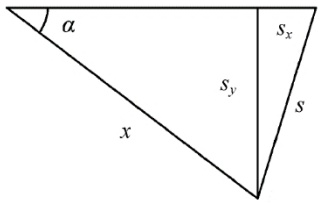
(1)A 固定不动时，A 对 B 支持力的大小 N；

(2)A 滑动的位移为 x 时，B 的位移大小 s；

(3)A 滑动的位移为 x 时的速度大小 v_A.

【答案】(1)mgcosα　(2) $\sqrt{2(1-\cos\alpha)}\cdot x$ (3) $v_A=\sqrt{\frac{2gx\sin\alpha}{3-2\cos\alpha}}$

【解析】(1)支持力的大小 N=mgcosα



(2)根据几何关系 $s_x=x\cdot(1-\cos\alpha)$，$s_y=x\cdot\sin\alpha$

且 $s=\sqrt{s_x^2+s_y^2}$

解得 $s=\sqrt{2(1-\cos\alpha)}\cdot x$

(3)B 的下降高度 $s_y=x\cdot\sin\alpha$

根据机械能守恒定律 $mgs_y=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}mv_B^2$

根据速度的定义得 $v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，$v_B=\frac{\Delta s}{\Delta t}$

则 $v_B=\sqrt{2(1-\cos\alpha)}\cdot v_A$

解得 $v_A=\sqrt{\frac{2gx\sin\alpha}{3-2\cos\alpha}}$

【考点定位】物体的平衡、机械能守恒定律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

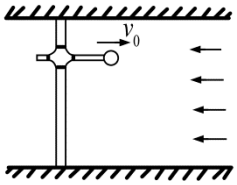
【方法技巧】第一问为基础题，送分的。第二问有点难度，难在对几何关系的寻找上，B 的实际运动轨迹不是沿斜面，也不是在竖直或水平方向，这样的习惯把 B 的运动正交分解，有的时候分解为水平、竖直方向，也可能要分解到沿斜面和垂直斜面方向，按实际情况选择，第三问难度较大，难在连接体的关联速度的寻找，这类关系的寻找抓住：沿弹力的方向分速度相同。

41.(2016·上海卷)风洞是研究空气动力学的实验设备。如图，将刚性杆水平固定在风洞内距地面高度 H=3.2 m 处，杆上套一质量 m=3 kg，可沿杆滑动的小球。将小球所受的风力调节为 F=15 N，方向水平向左。小球以初速度 v_0=8 m/s 向右离开杆端，假设小球所受风力不变，取 g=10m/s^2。求：

(1)小球落地所需时间和离开杆端的水平距离；

(2)小球落地时的动能。

(3)小球离开杆端后经过多少时间动能为 78 J？



【答案】(1)4.8 m　(2)120 J　(3)0.24 s

【解析】(1)小球在竖直方向做自由落体运动，运动时间为 $t=\sqrt{\frac{2H}{g}}=0.8\,\mathrm{s}$

小球在水平方向做匀减速运动，加速度 $a=\frac{F}{m}=5\,\mathrm{m/s^2}$

水平位移 $s=v_0t-\frac{1}{2}at^2=4.8\,\mathrm{m}$

(2)由动能定理 $E_{kt}-E_{k0}=mgH-Fs$

$\therefore E_{kt}=120\ \mathrm{J}$

(3)小球离开杆后经过时间 t 的水平位移 $s=v_0t-\frac{1}{2}at^2$

由动能定理 $E_k-\frac{1}{2}mv_0^2=mg\cdot\frac{1}{2}gt^2-Fs$

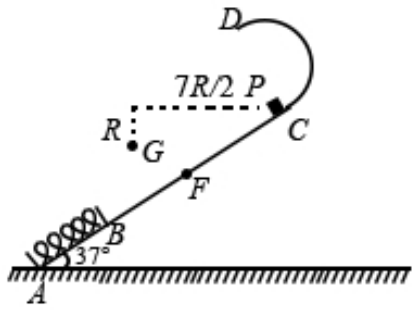
以 $E_k=78\ \mathrm{J}$ 和 $v_0=8\ \mathrm{m/s}$ 代入得 $125t^2-80t+12=0$

解得 $t_1=0.4\ \mathrm{s}$，$t_2=0.24\ \mathrm{s}$。

【考点定位】曲线运动、自由落体运动、匀速运动、动能定理

【方法技巧】首先分析出小球的运动情况，竖直方向自由落体运动，水平方向匀减速直线运动，根据运动情况计算小球运动时间和水平位移；通过动能定理计算小球落地动能；通过动能定理和运动学关系计算时间。

42.(2016·全国新课标I卷)如图，一轻弹簧原长为 2R，其一端固定在倾角为 37°的固定直轨道 AC 的底端 A 处，另一端位于直轨道上 B 处，弹簧处于自然状态，直轨道与一半径为 $\frac{5}{6}R$ 的光滑圆弧轨道相切于 C 点，AC=7R，A、B、C、D 均在同一竖直平面内。质量为 m 的小物块 P 自 C 点由静止开始下滑，最低到达 E 点(未画出)，随后 P 沿轨道被弹回，最高点到达 F 点，AF=4R，已知 P 与直轨道间的动摩擦因数 $\mu=\frac{1}{4}$，重力加速度大小为 g。(取 $\sin 37^\circ=\frac{3}{5}$，$\cos 37^\circ=\frac{4}{5}$)



(1)求 P 第一次运动到 B 点时速度的大小。

(2)求 P 运动到 E 点时弹簧的弹性势能。

(3)改变物块 P 的质量，将 P 推至 E 点，从静止开始释放。已知 P 自圆弧轨道的最高点 D 处水平飞出后，恰好通过 G 点。G 点在 C 点左下方，与 C 点水平相距 $\frac{7}{2}R$、竖直相距 R，求 P 运动到 D 点时速度的大小和改变后 P 的质量。

【答案】(1) $v_B=2\sqrt{gR}$ ；(2) $E_p=\frac{12}{5}mgR$ ；(3) $v_D=\frac{3}{5}\sqrt{5gR}$ ； $m_1=\frac{1}{3}m$

【解析】(1)根据题意知，B、C 之间的距离 l 为 l=7R–2R①

设 P 到达 B 点时的速度为 v_B，由动能定理得 $mgl\sin\theta-\mu mgl\cos\theta=\frac{1}{2}mv_B^2$ ②

式中 θ=37°，联立①②式并由题给条件得 $v_B=2\sqrt{gR}$ ③

(2)设 BE=x。P 到达 E 点时速度为零，设此时弹簧的弹性势能为 E_p。P 由 B 点运动到 E 点的过程中，由动能定理有 $mgx\sin\theta-\mu mgx\cos\theta-E_p=0-\frac{1}{2}mv_B^2$ ④

E、F 之间的距离 l_1 为 l_1=4R–2R+x⑤

P 到达 E 点后反弹，从 E 点运动到 F 点的过程中，由动能定理有 $E_p-mgl_1\sin\theta-\mu mgl_1\cos\theta=0$⑥

联立③④⑤⑥式并由题给条件得 x=R⑦

$E_p=\frac{12}{5}mgR$ ⑧

(3)设改变后 P 的质量为 m_1。D 点与 G 点的水平距离 x_1 和竖直距离 y_1 分别为

$x_1=\frac{7}{2}R-\frac{5}{6}R\sin\theta$ ⑨

$y_1=R+\frac{5}{6}R+\frac{5}{6}R\cos\theta$ ⑩

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

式中，已应用了过 C 点的圆轨道半径与竖直方向夹角仍为 θ 的事实。

设 P 在 D 点的速度为 v_D，由 D 点运动到 G 点的时间为 t。由平抛运动公式有

$$y_1=\frac{1}{2}gt^2 \text{ ⑪}$$

$x_1=v_Dt$⑫

联立⑨⑩⑪⑫式得 $v_D=\frac{3}{5}\sqrt{5gR}$ ⑬

设 P 在 C 点速度的大小为 v_C。在 P 由 C 运动到 D 的过程中机械能守恒，有

$$\frac{1}{2}m_1v_C^2=\frac{1}{2}m_1v_D^2+m_1g(\frac{5}{6}R+\frac{5}{6}R\cos\theta) \text{ ⑭}$$

P 由 E 点运动到 C 点的过程中，同理，由动能定理有

$$E_p-m_1g(x+5R)\sin\theta-\mu m_1g(x+5R)\cos\theta=\frac{1}{2}m_1v_C^2 \text{ ⑮}$$

联立⑦⑧⑬⑭⑮式得 $m_1=\frac{1}{3}m$ ⑯

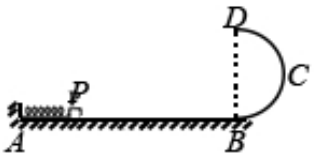
【考点定位】动能定理、平抛运动、弹性势能

【名师点睛】本题主要考查了动能定理、平抛运动、弹性势能。此题要求熟练掌握平抛运动、动能定理、弹性势能等规律，包含知识点多、过程多，难度较大；解题时要仔细分析物理过程，挖掘题目的隐含条件，灵活选取物理公式列出方程解答；此题意在考查考生综合分析问题的能力。

43.(2016·全国新课标II卷·T25)轻质弹簧原长为 2l，将弹簧竖直放置在地面上，在其顶端将一质量为 5m 的物体由静止释放，当弹簧被压缩到最短时，弹簧长度为 l。现将该弹簧水平放置，一端固定在 A 点，另一端与物块 P 接触但不连接。AB 是长度为 5l 的水平轨道，B 端与半径为 l 的光滑半圆轨道 BCD 相切，半圆的直

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

径 BD 竖直，如图所示。物块 P 与 AB 间的动摩擦因数 μ=0.5。用外力推动物块 P，将弹簧压缩至长度 l，然后放开，P 开始沿轨道运动，重力加速度大小为 g。



(1)若 P 的质量为 m，求 P 到达 B 点时速度的大小，以及它离开圆轨道后落回到 AB 上的位置与 B 点间的距离；

(2)若 P 能滑上圆轨道，且仍能沿圆轨道滑下，求 P 的质量的取值范围。

【答案】(1) $2\sqrt{2l}$　(2) $\frac{5}{3}m \le M < \frac{5}{2}m$

【解析】(1)依题意，当弹簧竖直放置，长度被压缩至 l 时，质量为 5m 的物体的动能为零，其重力势能转化为弹簧的弹性势能。

由机械能守恒定律，弹簧长度为 l 时的弹性势能为 $E_p=5mgl$①

设 P 的质量为 M，到达 B 点时的速度大小为 v_B，

由能量守值定律得 $E_p = \frac{1}{2}Mv_B^2 + \mu Mg \cdot 4l$ ②

联立①②式，取 M＝m 并代入题给数据得 $v_B = \sqrt{6gl}$

若 P 能沿圆轨道运动到 D 点，其到达 D 点时的向心力不能小于重力，即 P 此时的速度大小 v 应满足 $\frac{mv^2}{l} - mg \ge 0$ ④

设 P 滑到 D 点时的速度为 v_D，由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 + mg \cdot 2l$ ⑤

联立③⑤式得 $v_D = \sqrt{2gl}$ ⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

v_D 满足④式要求，故 P 能运动到 D 点，并从 D 点以速度 v_D 水平射出。设 P 落回到轨道 AB 所需的时间为 t，由运动学公式得 $2l=\frac{1}{2}gt^2$ ⑦

P 落回到 AB 上的位置与 B 点之间的距离为 $s=v_Dt$⑧

联立⑥⑦⑧式得 $s=2\sqrt{2}l$ $s=2\sqrt{2l}$⑨

(2)为使 P 能滑上圆轨道，它到达 B 点时的速度不能小于零。由①②式可知

$5mgl>\mu Mg\cdot 4l$⑩

要使 P 仍能沿圆轨道滑回，P 在圆轨道的上升高度不能超过半圆轨道的中点 C。由机械能守恒定律有

$\frac{1}{2}Mv_B^2\le Mgl$ ⑪

联立①②⑩⑪式得 $\frac{5}{3}m\le M<\frac{5}{2}m$ ⑫

【考点定位】能量守恒定律、平抛运动、圆周运动

【名师点睛】此题是力学综合题；考查平抛运动、圆周运动以及动能定理的应用；解题时要首先知道平抛运动及圆周运动的处理方法，并分析题目的隐含条件，挖掘“若P能滑上圆轨道，且仍能沿圆轨道滑下”这句话包含的物理意义；此题有一定难度，考查考生综合分析问题、解决问题的能力。

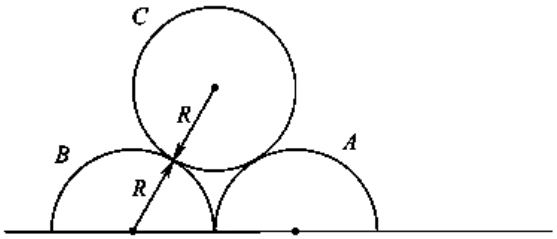
44.(2017·江苏卷)如图所示，两个半圆柱 A、B 紧靠着静置于水平地面上，其上有一光滑圆柱 C，三者半径均为 R.C 的质量为 m，A、B 的质量都为 $\frac{m}{2}$，与地面的动摩擦因数均为 μ.现用水平向右的力拉 A，使 A 缓慢移动，直至 C 恰好降到地面.整个过程中 B 保持静止.设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g.求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)未拉 A 时，C 受到 B 作用力的大小 F；

(2)动摩擦因数的最小值 μ_{min}；

(3)A 移动的整个过程中，拉力做的功 W.



【答案】(1) $F=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ (2) $\mu_{min}=\frac{\sqrt{3}}{2}$ (3) $W=(2\mu-1)(\sqrt{3}-1)mgR$

【解析】(1)C 受力平衡 $2F\cos 30°=mg$ 解得 $F=\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

(2)C 恰好降落到地面时，B 受 C 压力的水平分力最大 $F_{xmax}=\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

B 受地面的摩擦力 $f=\mu mg$ 根据题意 $f_{min}=F_{xmax}$，解得 $\mu_{min}=\frac{\sqrt{3}}{2}$

(3)C 下降的高度 $h=(\sqrt{3}-1)R$ A 的位移 $x=2(\sqrt{3}-1)R$

摩擦力做功的大小 $W_f=fx=2(\sqrt{3}-1)\mu mgR$

根据动能定理 $W-W_f+mgh=0-0$

解得 $W=(2\mu-1)(\sqrt{3}-1)mgR$

【考点定位】物体的平衡 动能定理

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题的重点的 C 恰好降落到地面时，B 物体受力的临界状态的分析，此为解决第二问的关键，也是本题分析的难点.

45.(2017·新课标I卷)一质量为 8.00×10^4 kg 的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度 1.60×10^5 m 处以 7.50×10^3 m/s 的速度进入大气层，逐渐减慢至速度为 100 m/s 时下落到地面。取地面为重力势能零点，在飞船下落过程中，重力加速度可视为常量，大小取为 9.8 m/s^2。(结果保留 2 位有效数字)

(1)分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能；

(2)求飞船从离地面高度 600 m 处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功，已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的 2.0%。

【答案】(1)(1)4.0×10^8 J　2.4×10^{12} J　(2)9.7×10^8 J

【解析】(1)飞船着地前瞬间的机械能为 $E_0=\frac{1}{2}mv_0^2+0$ ①

式中，m 和 v_0 分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得

$E_0=4.0\times10^8$ J ②

设地面附近的重力加速度大小为 g，飞船进入大气层时的机械能为

$E_h=\frac{1}{2}mv_h^2+mgh$ ③

式中，v_h 是飞船在高度 1.6×10^5 m 处的速度大小。由③式和题给数据得

$E_h=2.4\times10^{12}$ J ④

(2)飞船在高度 h' =600 m 处的机械能为 $E_{h'}=\frac{1}{2}m(\frac{2.0}{100}v_h)^2+mgh'$ ⑤

由功能原理得 $W=E_{h'}-E_0$ ⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

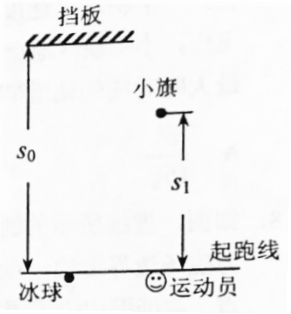
式中，W 是飞船从高度 600 m 处至着地瞬间的过程中克服阻力所做的功。由②⑤⑥式和题给数据得

$W=9.7\times10^8$ J⑦

【考点定位】机械能、动能定理

【名师点睛】本题主要考查机械能及动能定理，注意零势面的选择及第(2)问中要求的是克服阻力做功。

46.(2017·新课标II卷)为提高冰球运动员的加速能力，教练员在冰面上与起跑线距离 s_0 和 $s_1(s_1<s_0)$处分别设置一个挡板和一面小旗，如图所示。训练时，让运动员和冰球都位于起跑线上，教练员将冰球以初速度 v_0 击出，使冰球在冰面上沿垂直于起跑线的方向滑向挡板；冰球被击出的同时，运动员垂直于起跑线从静止出发滑向小旗。训练要求当冰球到达挡板时，运动员至少到达小旗处。假定运动员在滑行过程中做匀加速运动，冰球到达挡板时的速度为 v_1。重力加速度大小为 g。求



(1)冰球与冰面之间的动摩擦因数；

(2)满足训练要求的运动员的最小加速度。

【答案】(1) $\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$ (2) $\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)设冰球与冰面间的动摩擦因数为 μ，则冰球在冰面上滑行的加速度 $a_1=\mu g$①

由速度与位移的关系知 $-2a_1s_0=v_1^2-v_0^2$②

联立①②得 $\mu=\frac{a_1}{g}=\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$③

(2)设冰球运动的时间为 t，则 $t=\frac{v_0-v_1}{\mu g}$④

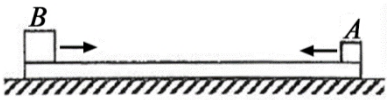
又 $s_1=\frac{1}{2}at^2$⑤

由③④⑤得 $a=\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$⑥

【考点定位】牛顿第二定律；匀变速直线运动的规律

【名师点睛】此题主要考查匀变速直线运动的基本规律的应用；分析物理过程，找到运动员和冰球之间的关联，并能灵活选取运动公式；难度中等。

47.(2017·新课标III卷·T25)(20 分)如图，两个滑块 A 和 B 的质量分别为 $m_A=1$ kg 和 $m_B=5$ kg，放在静止于水平地面上的木板的两端，两者与木板间的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.5$；木板的质量为 m=4 kg，与地面间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$。某时刻 A、B 两滑块开始相向滑动，初速度大小均为 $v_0=3$ m/s。A、B 相遇时，A 与木板恰好相对静止。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度大小 g=10 m/s^2。求



(1)B 与木板相对静止时，木板的速度；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)A、B 开始运动时，两者之间的距离。

【答案】(1)1 m/s　(2)1.9 m

【解析】(1)滑块 A 和 B 在木板上滑动时，木板也在地面上滑动。设 A、B 与木板间的摩擦力的大小分别为 f_1、f_2 和 f_3，A 和 B 相对于地面的加速度大小分别是 a_A 和 a_B，木板相对于地面的加速度大小为 a_1。

在物块 B 与木板达到共同速度前有 $f_1=\mu_1 m_A g$①　$f_2=\mu_2 m_B g$②　$f_3=\mu_2(m_A+m_B+m)g$③

由牛顿第二定律得

$f_1=m_A a_A$ ④

$f_2=m_B a_B$ ⑤

$f_2-f_1-f_3=ma_1$ ⑥

设在 t_1 时刻，B 与木板达到共同速度，设大小为 v_1。由运动学公式有

$v_1=v_0-a_B t_1$ ⑦

$v_1=a_1 t_1$ ⑧

联立①②③④⑤⑥⑦⑧式，代入已知数据得 $v_1=1\ \text{m/s}$ ⑨

(2)在 t_1 时间间隔内，B 相对于地面移动的距离为 $s_B=v_0 t_1-\frac{1}{2}a_B t_1^2$ ⑩

设在 B 与木板达到共同速度 v_1 后，木板的加速度大小为 a_2，对于 B 与木板组成的体系，由牛顿第二定律有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$f_1 + f_3 = (m_B + m)a_2$ ⑪

由①②④⑤式知，$a_A=a_B$；再由⑦⑧可知，B 与木板达到共同速度时，A 的速度大小也为 v_1，但运动方向与木板相反。由题意知，A 和 B 相遇时，A 与木板的速度相同，设其大小为 v_2，设 A 的速度大小从 v_1 变到 v_2 所用时间为 t_2，则由运动学公式，对木板有 $v_2 = v_1 - a_2 t_2$ ⑫

对 A 有 $v_2 = -v_1 + a_A t_2$ ⑬

在 t_2 时间间隔内，B(以及木板)相对地面移动的距离为 $s_1 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2$ ⑭

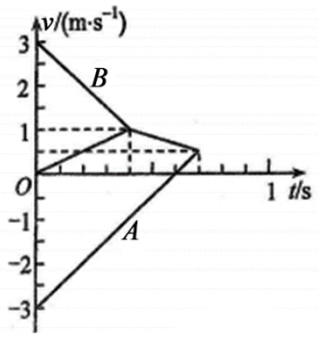
在(t_1+t_2)时间间隔内，A 相对地面移动的距离为 $s_A = v_0(t_1 + t_2) - \frac{1}{2} a_A (t_1 + t_2)^2$ ⑮

A 和 B 相遇时，A 与木板的速度也恰好相同。因此 A 和 B 开始运动时，两者之间的距离为

$s_0 = s_A + s_1 + s_B$ ⑯

联立以上各式，并代入数据得 $s_0 = 1.9$ m ⑰

(也可用如图的速度–时间图线求解)



【考点定位】牛顿运动定律、匀变速直线运动规律

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题主要考查多过程问题,要特别注意运动过程中摩擦力的变化情况，A、B 相对木板静止的运动时间不相等，应分阶段分析，前一阶段的末状态即后一阶段的初状态。

48.(2017·新课标I卷)真空中存在电场强度大小为 E_1 的匀强电场，一带电油滴在该电场中竖直向上做匀速直线运动，速度大小为 v_0。在油滴处于位置 A 时，将电场强度的大小突然增大到某值，但保持其方向不变。持续一段时间 t_1 后，又突然将电场反向，但保持其大小不变；再持续同样一段时间后，油滴运动到 B 点。重力加速度大小为 g。

(1)求油滴运动到 B 点时的速度。

(2)求增大后的电场强度的大小；为保证后来的电场强度比原来的大，试给出相应的 t_1 和 v_0 应满足的条件。已知不存在电场时，油滴以初速度 v_0 做竖直上抛运动的最大高度恰好等于 B、A 两点间距离的两倍。

【答案】(1) $v_2 = v_0 - 2gt_1$ (2) $E_2 = [2 - 2\frac{v_0}{gt_1} + \frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2]E_1$ $t_1 > (\frac{\sqrt{5}}{2} + 1)\frac{v_0}{g}$

【解析】(1)设油滴质量和电荷量分别为 m 和 q，油滴速度方向向上为正。油滴在电场强度大小为 E_1 的匀强电场中做匀速直线运动，故匀强电场方向向上。在 t=0 时，电场强度突然从 E_1 增加至 E_2 时，油滴做竖直向上的匀加速运动，加速度方向向上，大小 a_1 满足 $qE_2 - mg = ma_1$ ①

油滴在时刻 t_1 的速度为 $v_1 = v_0 + a_1 t_1$ ②

电场强度在时刻 t_1 突然反向，油滴做匀变速直线运动，加速度方向向下，大小 a_2 满足 $qE_2 + mg = ma_2$ ③

油滴在时刻 $t_2=2t_1$ 的速度为 $v_2=v_1-a_2t_1$ ④

由①②③④式得 $v_2=v_0-2gt_1$ ⑤

(2)由题意，在 t=0 时刻前有 $qE_1=mg$ ⑥

油滴从 t=0 到时刻 t_1 的位移为 $s_1=v_0t_1+\frac{1}{2}a_1t_1^2$ ⑦

油滴在从时刻 t_1 到时刻 $t_2=2t_1$ 的时间间隔内的位移为 $s_2=v_1t_1-\frac{1}{2}a_2t_1^2$ ⑧

由题给条件有 $v_0^2=2g(2h)$ ⑨

式中 h 是 B、A 两点之间的距离。

若 B 点在 A 点之上，依题意有 $s_1+s_2=h$ ⑩

由①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩式得 $E_2=[2-2\frac{v_0}{gt_1}+\frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2]E_1$ ⑪

为使 $E_2>E_1$，应有 $2-2\frac{v_0}{gt_1}+\frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2>1$ ⑫

即当 $0<t_1<(1-\frac{\sqrt{3}}{2})\frac{v_0}{g}$ ⑬

或 $t_1>(1+\frac{\sqrt{3}}{2})\frac{v_0}{g}$ ⑭

才是可能的：条件⑬式和⑭式分别对应于 $v_2>0$ 和 $v_2<0$ 两种情形。

若 B 在 A 点之下，依题意有 $x_2+x_1=-h$ ⑮

由①②③⑥⑦⑧⑨⑮式得 $E_2=[2-2\frac{v_0}{gt_1}-\frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2]E_1$ ⑯

为使 $E_2>E_1$，应有 $2-2\frac{v_0}{gt_1}-\frac{1}{4}(\frac{v_0}{gt_1})^2>1$ ⑰

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

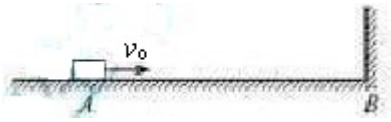
即 $t_1 > (\frac{\sqrt{5}}{2}+1)\frac{v_0}{g}$ ⑱

另一解为负，不符合题意，已舍去。

【考点定位】牛顿第二定律、匀变速直线运动的规律

【名师点睛】本题考查牛顿第二定律及匀变速直线运动的规律。虽然基本知识、规律比较简单，但物体运动的过程比较多，在分析的时候，注意分段研究，对每一个过程，认真分析其受力情况及运动情况，应用相应的物理规律解决，还应注意各过程间的联系。

49.(2015·安徽卷·T22)一质量为 0.5 kg 的小物块放在水平地面上的 A 点，距离 A 点 5 m 的位置 B 处是一面墙，如图所示。长物块以 v_o=9 m/s 的初速度从 A 点沿 AB 方向运动，在与墙壁碰撞前瞬间的速度为 7 m/s，碰后以 6 m/s 的速度把向运动直至静止。g 取 10 m/s^2。



(1)求物块与地面间的动摩擦因数 μ ；

(2)若碰撞时间为 0.05s，求碰撞过程中墙面对物块平均作用力的大小 F；

(3)求物块在反向运动过程中克服摩擦力所做的功 W。

【答案】(1) $\mu = 0.32$　(2) $F = 130N$　(3) $W = 9J$

【解析】(1)由动能定理，有：$-\mu mgs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$　可得 $\mu = 0.32$ 。

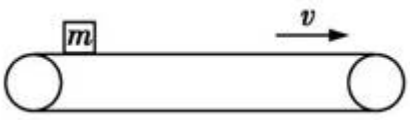
(2)由动量定理，有 $F\Delta t = mv' - mv$　可得 $F = 130N$ 。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)$W=\frac{1}{2}mv'^2=9J$。

考点：本题考查动能定理、动量定理、做功等知识

50.(2015·天津卷·T10)某快点公司分拣邮件的水平传输装置示意图如图，皮带在电动机的带动下保持$v=1m/s$的恒定速度向右运动，现将一质量为$m=2kg$的邮件轻放在皮带上，邮件和皮带间的动摩擦力因数$\mu=0.5$，设皮带足够长，取$g=10m/s^2$，在邮件与皮带发生相对滑动的过程中，求



(1)邮件滑动的时间 t

(2)邮件对地的位移大小 x

(3)邮件与皮带间的摩擦力对皮带做的功 W

【答案】(1)0.2s；(2)0.1m； (3)-2J；

【解析】(1)设邮件放到与皮带发生相对滑动过程中受到的滑动摩擦力为 F，则有：$F=\mu mg$

取向右为正方向，对邮件应用动量定理，有：$Ft=mv-0$

联立解得：$t=0.2\text{s}$

(2)邮件与皮带发生相对滑动的过程中，对邮件应用动能定理，有：$Fx=\frac{1}{2}mv^2-0$

联立并代入数据解得：$x=0.1\text{m}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)邮件与皮带发生相对滑动的过程中，设皮带相对地面的位移为 s，则有：$s = vt$

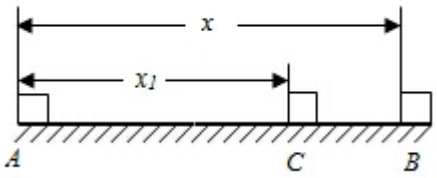
摩擦力对皮带做的功为：$W = -Fs$

代入相关数据解得：$W = -2\text{J}$

考点：摩擦力、匀变速直线运动、功、动能、动量定理

【名师点睛】本题属于力学综合问题，但难度不大，注意把握解决力学综合问题的三种观点(力和运动、冲量和动量、功和能)和解题技巧(系统的相互作用问题考虑使用两个守恒定律，单个物理的“x”问题考虑动能定理，单个物体的“t”问题考虑使用动量定理，单个物体的“a”问题考虑牛二定律)，像本题中求时间和位移都是如此。

51.(2013·天津卷)质量为 m=4kg 的小物块静止于水平地面上的 A 点，现用 F=10N 的水平恒力拉动物块一段时间后撤去，物块继续滑动一段位移停在 B 点，A、B 两点相距 x=20m，物块与地面间的动摩擦因数 μ=0.2，g 取 10m/s²，求：



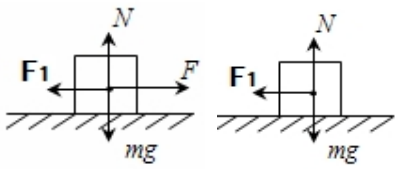
(1)物块在力 F 作用过程发生位移 x_1 的大小；

(2)撤去力 F 后物块继续滑动的时间 t。

【答案】(1)16m，(2)2s

【解析】(1)整个运动过程的示意图如图所示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



取小物块为研究对象，从 A 到 B 过程，根据动能定理，有：$Fx_1-fx=0$

其中：$f=\mu mg$

联立解得 $x_1=16m$；

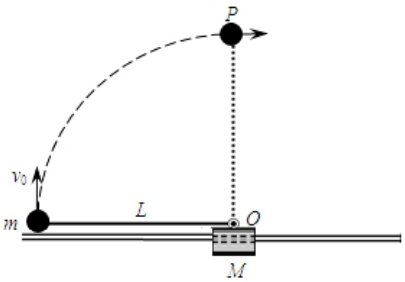
(2)对 A 到 C 过程运用动能定理，有：$Fx_1-\mu mgx_1=\frac{1}{2}mv^2$，解得：$v=4m/s$

C 到 B 过程，根据牛顿第二定律，有：$\mu mg=ma'$，解得 $a'=\mu g=2m/s^2$；

根据平均速度公式，有：$x_{CB}=\frac{v}{2}\times t_{CB}$，解得 $t_{CB}=\frac{2x_{CB}}{v}=\frac{2\times 4}{4}s=2s$；；

【考点定位】匀变速直线运动、牛顿第二定律、动能定理、动量定理。

52.(2011·安徽卷·T24)如图所示，质量 M=2kg 的滑块套在光滑的水平轨道上，质量 m=1kg 的小球通过长 L=0.5m 的轻质细杆与滑块上的光滑轴 O 连接，小球和轻杆可在竖直平面内绕 O 轴自由转动，开始轻杆处于水平状态，现给小球一个竖直向上的初速度 $v_0=4$ m/s，g 取 $10m/s^2$。



(1)若锁定滑块，试求小球通过最高点 P 时对轻杆的作用力大小和方向。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)若解除对滑块的锁定，试求小球通过最高点时的速度大小。

(3)在满足(2)的条件下，试求小球击中滑块右侧轨道位置点与小球起始位置点间的距离。

【答案】(1)2N，方向竖直向上(2)$v_2 = 2m/s$ (3)$s_1 = \frac{2}{3}m$

【解析】(1)设小球能通过最高点，且此时的速度为 v_1.在上升过程中，因只有重力做功，小球的机械能守恒.则 $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$ …①，$v_1 = \sqrt{6}m/s$ …②

设小球到达最高点时，轻杆对小球的作用力为 F，方向向下，则 $F + mg = m\frac{v_1^2}{L}$ …③

由②③式，得 F=2N…④

由牛顿第三定律可知，小球对轻杆的作用力大小为 2N，方向竖直向上.

(2)解除锁定后，设小球通过最高点时的速度为 v_2，此时滑块的速度为 V.在上升过程中，因系统在水平方向上不受外力作用，水平方向的动量守恒.以水平向右的方向为正方向，有 $mv_2 - MV = 0$ …⑤

在上升过程中，因只有重力做功，系统的机械能守恒，则

$\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}MV^2 + mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$ …⑥

由⑤⑥式，得 $v_2 = 2m/s$

(3)设小球击中滑块右侧轨道的位置点与小球起始点的距离为 s_1，滑块向左移动的距离为 s_2，任意时刻小球的水平速度大小为 v_3，滑块的速度大小为 V′。由系统水平方向的动量守恒，得 $mv_3 - MV' = 0$ ⑦

将⑧式两边同乘以 Δt，得 $mv_3\Delta t - MV'\Delta t = 0$ ⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

因⑧式对任意时刻附近的微小间隔△t 都成立，累积相加后，有 $ms_1 - Ms_2 = 0$ …⑨

又 $s_1 + s_2 = 2L$ …⑩

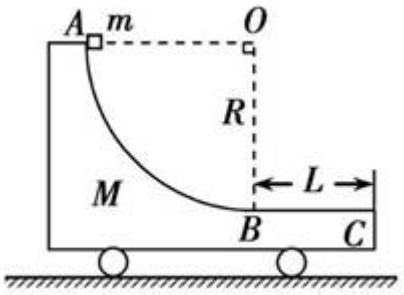
由⑨⑩式得 $s_1 = \frac{2}{3}m$

【考点定位】机械能守恒，牛顿运动定律，动量守恒定律

53.(2015·福建卷·T21)如图，质量为 M 的小车静止在光滑的水平面上，小车 AB 段是半径为 R 的四分之一圆弧光滑轨道，BC 段是长为 L 的水平粗糙轨道，两段轨道相切于 B 点，一质量为 m 的滑块在小车上从 A 点静止开始沿轨道滑下，重力加速度为 g。

(1)若固定小车，求滑块运动过程中对小车的最大压力；

(2)若不固定小车，滑块仍从 A 点由静止下滑，然后滑入 BC 轨道，最后从 C 点滑出小车，已知滑块质量 $m = \frac{M}{2}$，在任一时刻滑块相对地面速度的水平分量是小车速度大小的 2 倍，滑块与轨道 BC 间的动摩擦因数为 μ，求：



① 滑块运动过程中，小车的最大速度 v_m；

② 滑块从 B 到 C 运动过程中，小车的位移大小 s。

【答案】(1)3mg (2)① $v_m = \sqrt{\frac{1}{3}gR}$ ②s=L/3

【解析】(1)由图知，滑块运动到 B 点时对小车的压力最大

从 A 到 B，根据动能定理：$mgR=\frac{1}{2}mv_B^2-0$

在 B 点：$F_N-mg=m\frac{v_B^2}{R}$

联立解得：F_N=3mg，根据牛顿第三定律得，滑块对小车的最大压力为 3mg

(2)①若不固定小车，滑块到达 B 点时，小车的速度最大

根据动量守恒可得：$mv'=Mv_m$

从 A 到 B，根据能量守恒：$mgR=\frac{1}{2}mv'^2+\frac{1}{2}Mv_m^2$

联立解得：$v_m=\sqrt{\frac{1}{3}gR}$

②设滑块到 C 处时小车的速度为 v，则滑块的速度为 2v，根据能量守恒：

$$mgR=\frac{1}{2}m(2v)^2+\frac{1}{2}Mv^2+\mu mgL$$

解得：$v=\sqrt{\frac{1}{3}gR-\frac{1}{3}\mu gL}$

小车的加速度：$a=\frac{\mu mg}{M}=\frac{1}{2}\mu g$

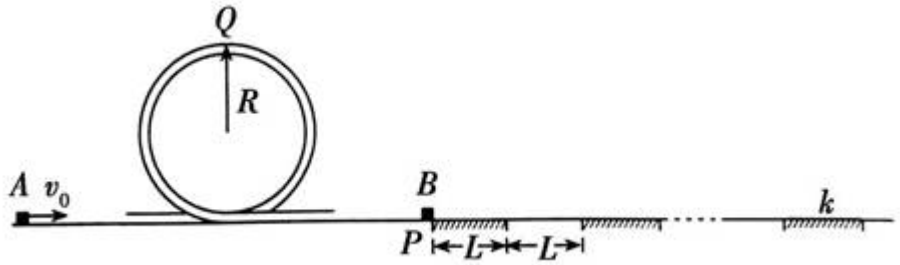
根据 $v_m^2-v^2=2as$

解得：s=L/3

【考点定位】动能定理、能量守恒

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

54.(2015·广东卷·T36)如图所示，一条带有圆轨道的长轨道水平固定，圆轨道竖直，底端分别与两侧的直轨道相切，半径 R＝0.5m，物块 A 以 v_0＝6m/s 的速度滑入圆轨道，滑过最高点 Q，再沿圆轨道滑出后，与直轨道上 P 处静止的物块 B 碰撞，碰后粘在一起运动，P 点左侧轨道光滑，右侧轨道呈粗糙段、光滑段交替排列，每段长度都为 L＝0.1m，物块与各粗糙段间的动摩擦因数都为 μ＝0.1，A、B 的质量均为 m＝1kg(重力加速度 g 取 10m/s²；A、B 视为质点，碰撞时间极短)。



(1)求 A 滑过 Q 点时的速度大小 v 和受到的弹力大小 F；

(2)若碰后 AB 最终停止在第 k 个粗糙段上，求 k 的数值；

(3)求碰后 AB 滑至第 n 个(n＜k)光滑段上的速度 v_n 与 n 的关系式。

【答案】(1)v＝4m/s，F＝22N；(2)k＝45；(3)$v_n=\sqrt{9-0.2n}$ m/s(其中 n＝1、2、3、…、44)

【解析】(1)物块 A 从开始运动到运动至 Q 点的过程中，受重力和轨道的弹力作用，但弹力始终不做功，只有重力做功，根据动能定理有：$-2mgR=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

解得：$v=\sqrt{v_0^2-4gR}$ ＝4m/s

在 Q 点，不妨假设轨道对物块 A 的弹力 F 方向竖直向下，根据向心力公式有：$mg+F=m\frac{v^2}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得：F＝$m\frac{v^2}{R}$－mg＝22N，为正值，说明方向与假设方向相同。

(2)根据机械能守恒定律可知，物块 A 与物块 B 碰撞前瞬间的速度为 v_0，设碰后 A、B 瞬间一起运动的速度为 v_0'，根据动量守恒定律有：$mv_0＝2mv_0'$

解得：$v_0'＝\frac{v_0}{2}$＝3m/s

设物块 A 与物块 B 整体在粗糙段上滑行的总路程为 s, 根据动能定理有：$-2\mu mgs＝0－\frac{1}{2}(2m)v_0'^2$

解得：$s＝\frac{v_0'^2}{2\mu g}$＝4.5m

所以物块 A 与物块 B 整体在粗糙段上滑行的总路程为每段粗糙直轨道长度的$\frac{s}{L}$＝45 倍，即 k＝45

(3)物块 A 与物块 B 整体在每段粗糙直轨道上做匀减速直线运动，根据牛顿第二定律可知，其加速度为：$a＝\frac{-2\mu mg}{2m}＝－\mu g＝－1m/s^2$

由题意可知 AB 滑至第 n 个(n＜k)光滑段时，先前已经滑过 n 个粗糙段，根据匀变速直线运动速度-位移关系式有：$2naL＝v_n^2－v_0'^2$

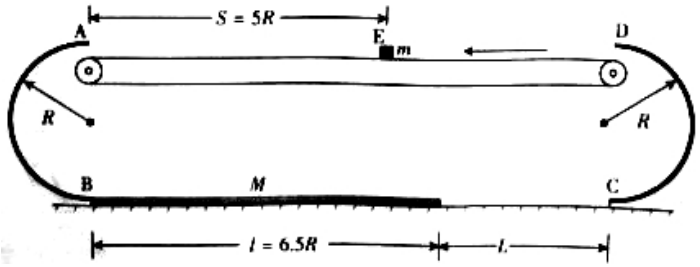
解得：$v_n＝\sqrt{v_0'^2+2naL}＝\sqrt{9-0.2n}$ m/s(其中 n＝1、2、3、…、44)

【考点定位】动能定理(机械能守恒定律)、牛顿第二定律、匀变速直线运动速度-位移式关系、向心力公式、动量守恒定律的应用，以及运用数学知识分析物理问题的能力。

55.(2011·广东卷·T36)如图所示，以 A、B 和 C、D 为端点的两半圆形光滑轨道固定于竖直平面内，一滑板静止在光滑水平地面上，左端紧靠 B 点，上表面所在

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

平面与两半圆分别相切于 B、C。一物块被轻放在水平匀速运动的传送带上 E 点，运动到 A 时刚好与传送带速度相同，然后经 A 沿半圆轨道滑下，再经 B 滑上滑板。滑板运动到 C 时被牢固粘连。物块可视为质点，质量为 m，滑板质量 M=2m，两半圆半径均为 R，板长 l =6.5R，板右端到 C 的距离 L 在 R＜L＜5R 范围内取值。E 距 A 为 S=5R，物块与传送带、物块与滑板间的动摩擦因素均为 μ=0.5，重力加速度取 g.



(1)求物块滑到 B 点的速度大小；

(2)试讨论物块从滑上滑板到离开滑板右端的过程中，克服摩擦力做的功 W_f 与 L 的关系，并判断物块能否滑到 CD 轨道的中点。

【答案】(1) $v_2 = 3\sqrt{gR}$ (2)不能

【解析】(1)设物块到达 B 点的速度为 v_B，对物块从 E 到 B 由动能定理得

$$\mu mg \cdot 5R + mg \cdot 2R = \frac{1}{2} m v_B^2 - 0 \quad ①$$

解得 $v_B = 3\sqrt{gR}$ ②

(2)假设物块与滑板达到共同速度 v 时，物块还没有离开滑板，对物块与滑板，由动量守恒，有 $mv_B = (m+M)v$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设物块在滑板上运动的距离为 s_1，由能量守恒得 $\mu mg \cdot s_1 = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$ ④

由③④，得 $s_1 = 6R < l = 6.5R$ ⑤

即达到共同速度 v 时，物块不会脱离滑板滑下。

设此过程滑板向右运动的距离为 s_2，对滑板由动能定理得 $\mu mg \cdot s_2 = \frac{1}{2}Mv^2$ ⑥

由③⑥，得 $s_2 = 2R$

讨论：①当 $R < L < 2R$ 时，滑块在滑板上一直减速到右端，设此时的速度为 v_C，对物块由动能定理得

$$-\mu mg(l+L) = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 \quad ⑦$$

解得 $v_C = \sqrt{(2.5R - L)} > 0$

所以克服摩擦力所做的功 $W_f = \mu mg(l+L) = 3.25mgR + 0.5mgL$

设物块离开滑板沿圆轨道上升的高度为 H，由机械能守恒得

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = mgH \quad ⑧$$

解得 $H < \frac{3}{4}R$，故物块不能滑到 CD 轨道中点。

②当 $2R \le L < 5R$ 时，滑块与滑板最终一起运动至滑板与 C 相碰，碰后滑块在滑板上继续做减速运动到右端，设此时的速度为 v_{C1}，对物块由动能定理得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$-\mu mg(l+s_2)=\frac{1}{2}mv_{C1}^2-\frac{1}{2}mv_B^2 \quad ⑨$$

解得 $v_{C1}=\frac{\sqrt{gR}}{2}>0$

所以克服摩擦力所做的功 $W_f=\mu mg(l+s_2)=4.25mgR$

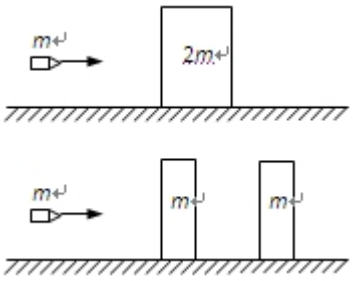
设物块离开滑板沿圆轨道上升的高度为 h，由机械能守恒得

$$\frac{1}{2}mv_{C1}^2=mgh \quad ⑩$$

解得 $h=\frac{R}{4}<R$，故物块不能滑到 CD 轨道中点。

【考点定位】动量守恒定律；动能定理的应用；机械能守恒定律

56.(2011·全国卷)装甲车和战舰采用多层钢板比采用同样质量的单层钢板更能抵御穿甲弹的射击。通过对一下简化模型的计算可以粗略说明其原因。质量为 2m、厚度为 2d 的钢板静止在水平光滑桌面上。质量为 m 的子弹以某一速度垂直射向该钢板，刚好能将钢板射穿。现把钢板分成厚度均为 d、质量均为 m 的相同两块，间隔一段距离水平放置，如图所示。若子弹以相同的速度垂直射向第一块钢板，穿出后再射向第二块钢板，求子弹射入第二块钢板的深度。设子弹在钢板中受到的阻力为恒力，且两块钢板不会发生碰撞。不计重力影响。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)子弹射穿质量为2m、厚度为2d的钢板后钢板的速度和此过程系统损失的机械能；

(2)子弹射穿质量为 m、厚度为 d 的第一块钢板后的速度；

(3)子弹射入第二块钢板的深度

【答案】(1) $\Delta E=\frac{1}{3}mv_0^3$ (2) $v_1=\frac{3-\sqrt{3}}{6}v_0$ (3) $x=\frac{1}{2}\left(1+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)d$

【解析】(1)设子弹初速度为 v_0，射入厚度为 2d 的钢板后，最终钢板和子弹的共同速度为 V。由动量守恒得 $(2m+m)V=mv_0$ ①

解得 $V=\frac{1}{3}v_0$

此过程中动能的损失为 $\Delta E=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}\times 3mV^2$ ②

解得 $\Delta E=\frac{1}{3}mv_0^3$

(2)分成两块钢板后，设子弹穿过第一块钢板时两者的速度为别为 v_1 和 V_1，由动量守恒得

$mv_1+mV_1=mv_0$ ③

根据能量守恒得：$fd=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2\ldots$④

联立①②③④解得：$v_1=\frac{3-\sqrt{3}}{6}v_0$

(3)子弹以速度 v_1 垂直射向第二块钢板在第二块钢板中进入深度 d_0，公共速度 v_3，则由系统动量守恒和摩擦力做功等于系统动能的减少，有：$mv_1=2mv_3\ldots$⑤

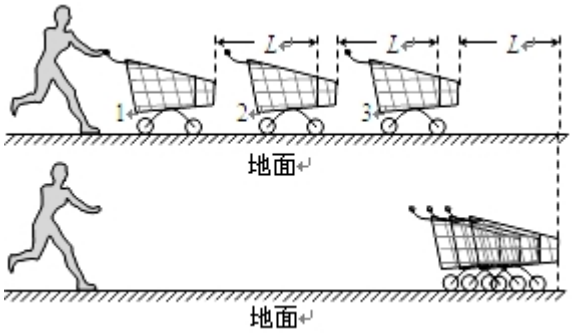
$f\times d_0=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}\times 2mv_3^3\ldots$⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立以上六式化简得：$d_0=\frac{1}{2}(\frac{\sqrt{3}}{2}+1)\ d$

【考点定位】动量守恒，机械能守恒定律

57.(2011·重庆卷)如图所示，静置于水平地面的三辆手推车沿一直线排列，质量均为 m，人在极短时间内给第一辆车一水平冲量使其运动，当车运动了距离 L 时与第二辆车相碰，两车以共同速度继续运动了距离 L 时与第三车相碰，三车以共同速度又运动了距离 L 时停止。车运动时受到的摩擦阻力恒为车所受重力的 k 倍，重力加速度为 g，若车与车之间仅在碰撞时发生相互作用，碰撞时间很短，忽略空气阻力，求：



(1)整个过程中摩擦阻力所做的总功；

(2)人给第一辆车水平冲量的大小；

(3)第一次与第二次碰撞系统功能损失之比。

【答案】(1)－6kmgL(2)2m$\sqrt{7kgL}$ (3)13/3

【解析】(1)设运动过程中摩擦阻力做的总功为 W，则 W＝－kmgL－2kmgL－3kmgL＝－6kmgL

(2)设第一车初速度为 u_0，第一次碰前速度为 v_1，碰后共同速度为 u_1；第二次碰前速度为 v_2，碰后共同速度为 u_2；人给第一车的水平冲量大小为 I。

由：$-kmgL=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mu_0^2$

$-2kmgL=\frac{1}{2}(2m)v_2^2-\frac{1}{2}(2m)u_1^2$

$-3kmgL=0-\frac{1}{2}(3m)u_2^2$

$mv_1=2mu_1$

$2mv_2=3mu_2$

得：$I=mu_0-0=2m\sqrt{7kgL}$

(3)设两次碰撞中系统动能损失分别为$\triangle E_{k1}$和$\triangle E_{k2}$

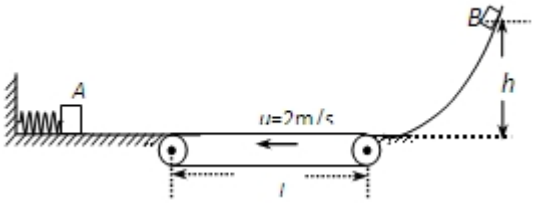
由$\triangle E_{k1}=\frac{13}{2}kmgL$，$\triangle E_{k2}=\frac{3}{2}kmgL$

得：$\triangle E_{k1}/\triangle E_{k2}=13/3$

【考点定位】动量守恒定律，能量守恒定律

58.(2012·安徽卷·T24)如图所示，装置的左边是足够长的光滑水平面，一轻质弹簧左端固定，右端连接着质量 M=2kg 的小物块 A。装置的中间是水平传送带，它与左右两边的台面等高，并能平滑对接。传送带始终以 n=2m/s 的速度逆时针转动。装置的右边是一光滑的曲面，质量 m=1kg 的小物块 B 从其上距水平台面 h=1.0m 处由静止释放。已知物块B与传送带之间的摩擦因数 n=0.2, f=1.0m。设物块 A、B 中间发生的是对心弹性碰撞，第一次碰撞前物块 A 静止且处于平衡状态。取 $g=10m/s^2$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求物块 B 与物块 A 第一次碰撞前的速度大小；

(2)通过计算说明物块 B 与物块 A 第一次碰撞后能否运动到右边曲面上？

(3)如果物块 A、B 每次碰撞后，物块 A 再回到平衡位置时都会立即被锁定，而当他们再次碰撞前锁定被解除，试求出物块 B 第 n 次碰撞后运动的速度大小。

【答案】(1) $4m/s$

(2)物块 B 与物块 A 第一次碰撞后不能运动到右边曲面上

(3)物块 B 第 n 次碰撞后的运动速度大小是 $\left(\frac{1}{3}\right)^n v$

【解析】(1)设物块 B 沿光滑曲面下滑到水平位置时的速度大小为 v_0，由机械能守恒知 $mgh=\frac{1}{2}mv_0^2$，$v_0=\sqrt{2gh}$ 。

设物块 B 在传送带上滑动过程中因受摩擦力所产生的加速度大小为 $\mu mg=ma$，设物块 B 通过传送带后运动速度大小为 v，有 $v^2-v_0^2=-2al$，解得 $v=4m/s$。

由于 $v>u=2m/s$，所以 $v=4m/s$ 即为物块 B 与物块 A 第一次碰撞前的速度大小。

(2)设物块 A、B 第一次碰撞后的速度分别为 V、v_1，取向右为正方向，由弹性碰撞，运用动量守恒，能量守恒得 $\begin{cases}-mv=mv_1+MV\\ \frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}MV^2\end{cases}$ 解得 $v_1=\frac{1}{3}v=\frac{4}{3}m/s$，即碰撞后物块 B 在水平台面向右匀速运动；

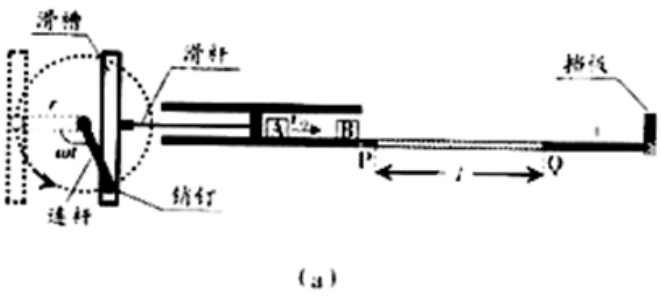
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设物块 B 在传送带上向右运动的最大位移为l'，则 $0-v_1^2=-2al'$，$l'=\frac{4}{9}m<1m$，所以物块 B 不能通过传送带运动到右边的曲面上。

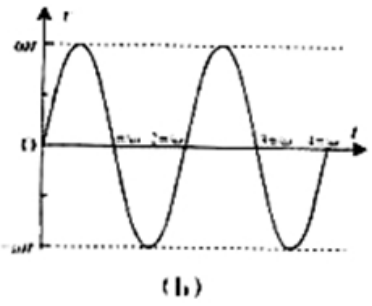
(3)当物块 B 在传送带上向右运动的速度为零时，将会沿传送带向左加速。可以判断，物块 B 运动到左边台面是的速度大小为 v_1，继而与物块 A 发生第二欠碰撞，设第二次碰撞后物块 B 速度大小为 v_2，同上计算可知 $v_2=\frac{1}{3}v_1=\left(\frac{1}{3}\right)^2v$，物块 B 与物块 A 第三次碰撞、第四次碰撞…，碰撞后物块 B 的速度大小 $v_3=\frac{1}{3}v_2=\left(\frac{1}{3}\right)^3v$，$v_4=\frac{1}{3}v_3=\left(\frac{1}{3}\right)^4v$ 则第 n 次碰撞后物块 B 的速度大小为 $v_n=\left(\frac{1}{3}\right)^nv$。

【考点定位】此题考查弹性碰撞的相关知识

59.(2012·广东卷)图 18(a)所示的装置中，小物块 A、B 质量均为 m，水平面上 PQ 段长为 l，与物块间的动摩擦因数为 μ，其余段光滑。初始时，挡板上的轻质弹簧处于原长；长为 r 的连杆位于图中虚线位置；A 紧靠滑杆(A、B 间距大于 2r)。随后，连杆以角速度 ω 匀速转动，带动滑杆作水平运动，滑杆的速度-时间图像如图 18(b)所示。A 在滑杆推动下运动，并在脱离滑杆后与静止的 B 发生完全非弹性碰撞。



(a)


(b)

(1)求 A 脱离滑杆时的速度 v_0，及 A 与 B 碰撞过程的机械能损失 ΔE。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)如果 AB 不能与弹簧相碰，设 AB 从 P 点到运动停止所用的时间为 t_1，求 ω 的取值范围，及 t_1 与 ω 的关系式。

(3)如果 AB 能与弹簧相碰，但不能返回到 P 点左侧，设每次压缩弹簧过程中弹簧的最大弹性势能为 E_p，求 ω 的取值范围，及 E_p 与 ω 的关系式(弹簧始终在弹性限度内)。

【答案】见解析

【解析】(1)滑杆达到最大速度时 A 与其脱离.由题意，得：$v_0 = \omega r$

设 AB 碰撞后的共同速度为 v_1，由动量守恒定律 $mv_0 = 2mv_1$

碰撞过程中的机械能损失为 $\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(2m)v_1^2$

$\Delta E = \frac{1}{4}m\omega^2 r^2$

(2)AB 不能与弹簧相碰，设 AB 在 PQ 上运动的加速度大小为 a,由牛顿第二定律及运动学规律得

$\mu \cdot 2mg = 2ma$　　$v_1 = at_1$　　$x = \frac{1}{2}v_1 t_1$

由题知 $x \le l$

联立解得 $0 < \omega \le \frac{2\sqrt{2\mu gl}}{r}$　　$t_1 = \frac{\omega r}{2\mu g}$

(3)AB 能与弹簧相碰，则 $\frac{1}{2} \times 2mv_1^2 > \mu \cdot 2mgl$

不能返回道 P 点左侧 $\frac{1}{2} \times 2mv_1^2 \le \mu \cdot 2mg \cdot 2l$

解得 $\frac{2\sqrt{2\mu gl}}{r} < \omega \le \frac{4\sqrt{\mu gl}}{r}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

AB 在的 Q 点速度为 v_2，AB 碰后到达 Q 点过程，由动能定理

$$-\mu\cdot 2mgl=\frac{1}{2}\times 2mv_2^2-\frac{1}{2}\times 2mv_1^2$$

AB 与弹簧接触到压缩最短过程，由能量守恒

$$E_p=\frac{1}{2}\times 2mv_2^2$$

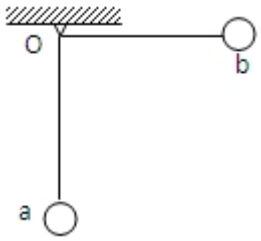
整理可以得到：$E_p=\frac{m(\omega^2r^2-8\mu gl)}{4}$

【考点定位】本题考查了动量和能量的相关知识。

60.(2012·新课标卷)如图，小球 a、b 用等长细线悬挂于同一固定点 O。让球 a 静止下垂，将球 b 向右拉起，使细线水平。从静止释放球 b，两球碰后粘在一起向左摆动，此后细线与竖直方向之间的最大偏角为 60°。忽略空气阻力，求

(i)两球 a、b 的质量之比；

(ii)两球在碰撞过程中损失的机械能与球 b 在碰前的最大动能之比。



【答案】$\frac{m_1}{m_2}=\sqrt{2}-1$，$\frac{Q}{E_k}=1-\frac{\sqrt{2}}{2}$

【解析】(i)设球 b 的质量为 m_2，细线长为 L，球 b 下落至最低点，但未与球 a 相碰时的速度为 v，由机械能守恒定律得 $m_2gL=\frac{1}{2}m_2v^2$ ①

式中 g 是重力加速度的大小。设球 a 的质量为 m_1；在两球碰后的瞬间，两球共同速度为 v'，以向左为正。有动量守恒定律得 $m_2v=(m_1+m_2)v'$ ②

设两球共同向左运动到最高处，细线与竖直方向的夹角为 θ，由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}(m_1+m_2)v'^2=(m_1+m_2)gL(1-\cos\theta)$ ③

联立①②③式得 $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{\sqrt{1-\cos\theta}}-1$

代入数据得 $\frac{m_1}{m_2}=\sqrt{2}-1$

(ii)两球在碰撞过程中的机械能损失是 $Q=m_2gL-(m_1+m_2)gL(1-\cos\theta)$

联立①⑥式，Q 与碰前球 b 的最大动能 E_k（$E_k=\frac{1}{2}m_2v^2$）之比为

$\frac{Q}{E_k}=1-\frac{m_1+m_2}{m_2}(1-\cos\theta)$ ⑦

联立⑤⑦式，并代入题给数据得 $\frac{Q}{E_k}=1-\frac{\sqrt{2}}{2}$ ⑧

【考点定位】本题考查动量守恒、机械能守恒、能量守恒及其相关知识

61.(2013·新课标全国卷I)在粗糙的水平桌面上有两个静止的木块 A 和 B，两者相距为 d。现给 A 一初速度，使 A 与 B 发生弹性正碰，碰撞时间极短：当两木块都停止运动后，相距仍然为 d。已知两木块与桌面之间的动摩擦因数均为 μ，B 的质量为 A 的 2 倍，重力加速度大小为 g。求 A 的初速度的大小。

【答案】$v_0=\sqrt{5.6\mu gd}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】设在发生碰撞前的瞬间，木块 A 的速度大小为 v；在碰撞后的瞬间，A 和 B 的速度分别为 v_1 和 v_2.在碰撞过程中，由能量守恒定律和动量守恒定律.得

$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}\cdot 2mv_2^2$,

$mv=mv_1+2mv_2$，式中，以碰撞前木块 A 的速度方向为正.

联立解得：$v_1=-\frac{1}{2}v_2$.

设碰撞后 A 和 B 运动的距离分别为 d_1 和 d_2，由动能定理得 $\mu mgd_1=\frac{1}{2}mv_1^2$.

$\mu(2m)gd_2=\frac{1}{2}2mv_2^2$.

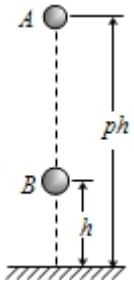
按题意有：$d=d_2+d_1$.

设 A 的初速度大小为 v_0，由动能定理得$-\mu mgd=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

联立解得：$v_0=\sqrt{\frac{28}{5}\mu gd}=\sqrt{5.6\mu gd}$

【考点定位】动量守恒定律、弹性正碰、匀减速直线运动规律、动能定理、牛顿第二定律。

62.(2013·重庆卷)在一种新的“子母球”表演中，让同一竖直线上的小球 A 和小球 B，从距水平地面高度为 ph(p＞1)和 h 的地方同时由静止释放，如题 9 图所示。球 A 的质量为 m，球 B 的质量为 3m。设所有碰撞都是弹性碰撞，重力加速度大小为 g，忽略球的直径、空气阻力及碰撞时间。



(1)求球 B 第一次落地时球 A 的速度大小；

(2)若球 B 在第一次上升过程中就能与球 A 相碰，求 p 的取值范围；

(3)在(2)情形下，要使球 A 第一次碰后能到达比其释放点更高的位置，求 p 应满足的条件。

【答案】(1)A 球速率 $v_0=\sqrt{2gh}$　(2)1＜p＜5　　(3)1＜p＜3

【解析】(1)由于两球同时释放，所以球 B 第一次落地时 A 球下落的高度为 h，设此

时 A 球速度大小 v_0，由 $v^2=2gh$，解得 $v_0=\sqrt{2gh}$

(2)球 B 第一次落地并与地发生弹性碰撞后做竖直上抛运动；若球 B 上升到最大高度 h 时刚好与球 A 发生碰撞，设此时球 A 自由下落的时间为 t_A，则 $\frac{1}{2}g(\frac{t_A}{2})^2=h$，此时球 A 自由下落的高度 $h_A=\frac{1}{2}gt_A^2$；联立以上各式，可得 $h_A=4h$，则 $ph=h_A+h=5h$。所以 p=5

若 B 球在第一次上升过程中就能与球 A 相碰，则 p 的取值范围应为 1＜p＜5

(3)设球 B 第一次落地并与地发生弹性碰撞后又上升了时间 t 与 A 相碰，则球 AB 在空中碰前的速度大小分别为有：$v_1=v_0+gt$ 和 $v_2=v_0-gt$，设它们碰后的速度分别为 v_1' 和 v_2'，选竖直向上为正方向，两球发生弹性碰撞，根据动量守恒和能量守恒，$3mv_2-mv_1=3mv_2'+mv_1'$；$\frac{1}{2}3mv_2^2+\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}3mv_2'^2+\frac{1}{2}mv_1'^2$

联立解得，$t<\frac{v_0}{2g}$。

碰撞时，A 球自由下落的高度 $h_A'=h+v_0t+\frac{1}{2}gt^2$，B 球竖直上升的高度 $h_B'=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$

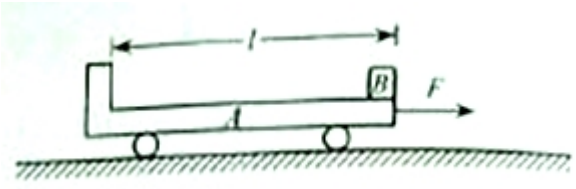
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则 $ph = h'_A + h'_B = 2v_0 t$

联立解得 $p < 3$，即要使球 A 第一次碰后能到达比其释放点更高的位置 $1 < p < 3$。

【考点定位】自由落体运动、竖直上抛运动、弹性碰撞。

63.(2014·天津卷)如图所示，水平地面上静止放置一辆小车 A，质量 $m_A = 4\text{kg}$，上表面光滑，小车与地面间的摩擦力极小，可以忽略不计。可视为质点的物块 B 置于 A 的最右端，B 的质量 $m_B = 2\text{kg}$。现对 A 施加一个水平向右的恒力 F＝10N，A 运动一段时间后，小车左端固定的挡板 B 发生碰撞，碰撞时间极短，碰后 A、B 粘合在一起，共同在 F 的作用下继续运动，碰撞后经时间 t＝0.6s，二者的速度达到 $v_1 = 2\text{m/s}$。求



(1)A 开始运动时加速度 a 的大小；

(2)A、B 碰撞后瞬间的共同速度 v 的大小；

(3)A 的上表面长度 l；

【答案】(1)2.5m/s^2；(2)1m/s；(3)0.45m；

【解析】(1)以 A 为研究对象，由牛顿第二定律得 $F = m_A a$ ①

代入数据解得：$a = 2.5\text{m/s}^2$ ②

(2)对 A、B 碰撞后共同运动 $t = 0.6\text{s}$ 的过程中，由动量定理得

$Ft = (m_A + m_B)v_t - (m_A + m_B)v$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

代入数据解得：$v=1\mathrm{m/s}$ ④

(3)设 A、B 发生碰撞前，A 的速度为 v_A，对 A、B 发生碰撞的过程，由动量守恒定律有：

$$m_A v_A=(m_A+m_B)v$$ ⑤

A 从开始运动到与 B 发生碰撞前，由动能定理得：$Fl=\frac{1}{2}m_A v_A^2$ ⑥

联立④⑤⑥式，代入数据解得：$l=0.45\mathrm{m}$ ⑦

【考点定位】牛顿第二定律、动量定理、动量守恒定律、动能定理

64.(2014·海南卷)一静止原子核发生α衰变，生成一α粒子及一新核。α粒子垂直进入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，其运动轨迹是半径为 R 的圆。已知α粒子的质量为 m，电荷量为 q；新核的质量为 M；光在真空中的速度大小为 c。求衰变前原子核的质量。

【答案】$M_0=(M+m)\left[1+\frac{(qBR)^2}{2Mmc^2}\right]$

【解析】设衰变产生的α粒子的速度大小为 v，有洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$qvB=m\frac{v^2}{R}$$

设衰变后新核的速度大小为 V，衰变前后动量守恒，有

$$0=MV-mv$$

设衰变前原子核质量为 M_0.衰变前后能量守恒，由

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

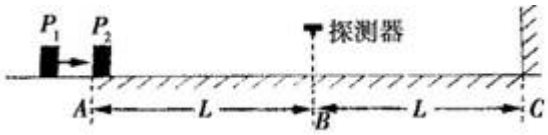
$$M_0c^2 = Mc^2 + \frac{1}{2}MV^2 + mc^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

联立上式可得

$$M_0 = (M+m)\left[1+\frac{(qBR)^2}{2Mmc^2}\right]$$

【考点定位】动量守恒定律、能量守恒定律、带电粒子在磁场中的运动

65.(2014·广东卷·T35)如图所示的水平轨道中，AC 段的中点 B 的正上方有一探测器，C 处有一竖直挡板。物体 P_1 沿轨道向右以速度 v_1 与静止在 A 点的物体 P_2 碰撞，并接合成复合体 P。以此碰撞时刻为计时零点，探测器只在 $t_1 = 2s$ 至 $t_2 = 4s$ 内工作。已知 P_1、P_2 的质量都为 $m = 1kg$，P 与 AC 间的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$，AB 段长 $L = 4m$，g 取 10m/s²。P_1、P_2 和 P 均视为质点，P 与挡板的碰撞为弹性碰撞。



(1)若 $v_1 = 6m/s$，求 P_1、P_2 碰后瞬间的速度大小 v 和碰撞损失的动能 ΔE；

(2)若 P 与挡板碰后，能在探测器的工作时间内通过 B 点，求 v_1 的取值范围和 P 向左经过 A 点时的最大动能 E。

【答案】(1)9J　(2)10m/s＜v_1＜14m/s　17J

【解析】(1)由于 P_1 和 P_2 发生弹性碰撞，据动量守恒定律有：

$$mv_1 = 2mv_2$$

$$v_2 = 3m/s$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

碰撞过程中损失的动能为：$\Delta E_{\mathrm{k}}=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}2mv_2^2=9\mathrm{J}$

(2)从 A 点滑动到 C 点，再从 C 点滑动到 A 点的整个过程，P 做的是匀减速直线

。

设加速度大小为 a，则 $a=\mu g=1\mathrm{m/s}^2$

设经过时间 t，P 与挡板碰撞后经过 B 点，[则：

$v_B=v-at$，$v_B^2-v^2=-2a\cdot 3L$，$v=v_1/2$

若 t=2s 时经过 B 点，可得 $v_1=14\mathrm{m/s}$

若 t=4s 时经过 B 点，可得 $v_1=10\mathrm{m/s}$

则 v_1 的取值范围为：$10\mathrm{m/s}<v_1<14\mathrm{m/s}$

$v_1=14\mathrm{m/s}$ 时，碰撞后的结合体 P 的最大速度为：$v_{2\mathrm{m}}=\frac{v_{1\mathrm{m}}}{2}=7\mathrm{m/s}$

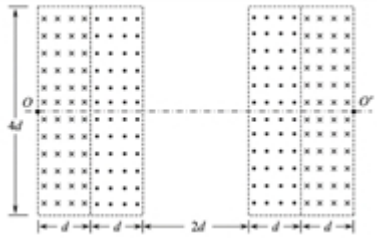
根据动能定理，$-\mu\cdot 2mg\cdot 4L=E_{\mathrm{km}}-\frac{1}{2}\cdot 2mv_{2\mathrm{m}}^2$

代入数据，可得通过 A 点时的最大动能为：$E_{\mathrm{km}}=17\mathrm{J}$

【考点定位】本题考查动量守恒定律、运动学关系和能量守恒定律

66.(2018·江苏卷·T23)如图所示，真空中四个相同的矩形匀强磁场区域，高为 4d，宽为 d，中间两个磁场区域间隔为 2d，中轴线与磁场区域两侧相交于 O、O′点，各区域磁感应强度大小相等.某粒子质量为 m、电荷量为+q，从 O 沿轴线射入磁场.当入射速度为 v_0 时，粒子从 O 上方 $\frac{d}{2}$ 处射出磁场.取 sin53°=0.8，cos53°=0.6.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求磁感应强度大小 B；

(2)入射速度为 $5v_0$ 时，求粒子从 O 运动到 O′的时间 t；

(3)入射速度仍为 $5v_0$，通过沿轴线 OO′平移中间两个磁场(磁场不重叠)，可使粒子从 O 运动到 O′的时间增加 Δt，求 Δt 的最大值.

【答案】(1) $B=\frac{4mv_0}{qd}$　(2) $t=(\frac{53\pi+72}{180})\frac{d}{v_0}$　(3) $\Delta t_m=\frac{d}{5v_0}$

【解析】(1)粒子圆周运动的半径 $r_0=\frac{mv_0}{qB}$　由题意知 $r_0=\frac{d}{4}$，解得 $B=\frac{4mv_0}{qd}$

(2)设粒子在矩形磁场中的偏转角为 α

由 d=rsinα，得 sinα=$\frac{4}{5}$，即 α=53°

在一个矩形磁场中的运动时间 $t_1=\frac{\alpha}{360°}\frac{2\pi m}{qB}$，解得 $t_1=\frac{53\pi d}{720v_0}$

直线运动的时间 $t_2=\frac{2d}{v}$，解得 $t_2=\frac{2d}{5v_0}$

则 $t=4t_1+t_2=(\frac{53\pi+72}{180})\frac{d}{v_0}$

(3)将中间两磁场分别向中央移动距离 x

粒子向上的偏移量 $y=2r(1-\cos\alpha)+x\tan\alpha$

由 $y\le 2d$，解得 $x\le\frac{3}{4}d$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则当 x_m=时，Δt 有最大值

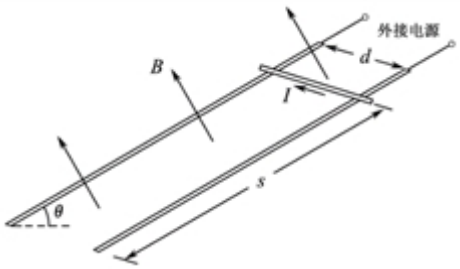
粒子直线运动路程的最大值$s_m = \frac{2x_m}{\cos\alpha} + (2d - 2x_m) = 3d$

增加路程的最大值$\Delta s_m = s_m - 2d = d$

增加时间的最大值$\Delta t_m = \frac{\Delta s_m}{v} = \frac{d}{5v_0}$

点睛：本题考查带电粒子在组合磁场中的运动，第(1)小题先确定粒子圆周运动的半径，再根据洛伦兹力提供向心力列式求解；第(2)小题解答关键是定圆心、画轨迹，分段分析和计算；第(3)小题求 Δt 的最大值，关键是要注意带电粒子在磁场中运动的时间不变和速度大小不变，所以中间磁场移动后改变的是粒子在无磁场区域运动的倾斜轨迹的长度，要使 Δt 最大，则要倾斜轨迹最长，所以粒子轨迹跟中间磁场的上边相切时运动时间最长，再根据运动的对称性列式求解。

67.(2018·江苏卷)如图所示，两条平行的光滑金属导轨所在平面与水平面的夹角为θ，间距为 d.导轨处于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向与导轨平面垂直.质量为 m 的金属棒被固定在导轨上，距底端的距离为 s，导轨与外接电源相连，使金属棒通有电流.金属棒被松开后，以加速度 a 沿导轨匀加速下滑，金属棒中的电流始终保持恒定，重力加速度为 g.求下滑到底端的过程中，金属棒



(1)末速度的大小 v；

(2)通过的电流大小 I；

(3)通过的电荷量 Q.

【答案】(1) $v=\sqrt{2as}$　(2) $I=\frac{m(gsin\theta-a)}{dB}$ (3) $Q=\frac{\sqrt{2as}m(g\sin\theta-a)}{dBa}$

【解析】(1)匀加速直线运动 $v^2=2as$　解得 $v=\sqrt{2as}$

(2)安培力 $F_{安}=IdB$　金属棒所受合力 $F=mgsin\theta-F_{安}$

牛顿运动定律 F=ma

解得 $I=\frac{m(gsin\theta-a)}{dB}$

(3)运动时间 $t=\frac{v}{a}$　电荷量 Q=It

解得 $Q=\frac{\sqrt{2as}m(g\sin\theta-a)}{dBa}$

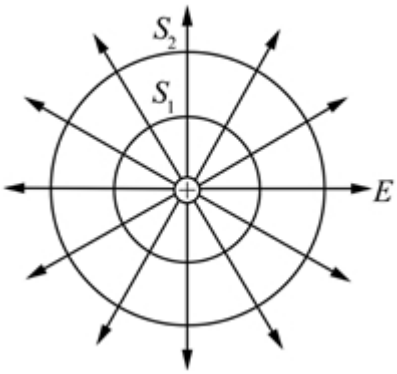
点睛：本题是通电金属棒在磁场中匀加速运动的问题，考生易误认为是电磁感应问题而用电磁感应规律求解。

68.(2018·北京卷·T12) (1)静电场可以用电场线和等势面形象描述。

a.请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式；

b.点电荷的电场线和等势面分布如图所示，等势面 S_1、S_2到点电荷的距离分别为 r_1、r_2。我们知道，电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1、S_2上单位面积通过的电场线条数之比 N_1/N_2。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(2)观测宇宙中辐射电磁波的天体，距离越远单位面积接收的电磁波功率越小，观测越困难。为了收集足够强的来自天体的电磁波，增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要路径。2016 年 9 月 25 日，世界上最大的单口径球面射电望远镜 FAST 在我国贵州落成启用，被誉为“中国天眼”。FAST 直径为 500 m，有效提高了人类观测宇宙的精度和范围。

a.设直径为 100 m 的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1，计算 FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2；

b.在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的，仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象，设直径为 100 m 望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0，计算 FAST 能够观测到的此类天体数目 N。

【答案】(1)a.$k\frac{Q}{r^2}$ b.$\frac{r_2^2}{r_1^2}$(2)a.$25P_1$ b.$125N_0$

【解析】(1)a.在距 Q 为 r 的位置放一电荷量为 q 的检验电荷

根据库仑定律检验电荷受到的电场力$F=k\frac{Qq}{r^2}$

根据电场强度的定义$E=\frac{F}{q}$，得$E=k\frac{Q}{r^2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

b.穿过每个面的电场线的总条数是相等的，若面积大，则单位面积上分担的条数就少，

故穿过两等势面单位面积上的电场线条数之比$\frac{N_1}{N_2}=\frac{S_2}{S_1}=\frac{r_2^2}{r_1^2}$

(2)a.地球上不同望远镜观测同一天体，单位面积上接收的功率应该相同，因此

$$P_2=\frac{500^2}{100^2}P_1=25P_1$$

b.在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的。因此一个望远镜能观测到的此类天体数目正比于以望远镜为球心、以最远观测距离为半径的球体体积。

设地面上望远镜能观测到此类天体需收集到的电磁波的总功率的最小值为P_0，直径为100 m望远镜和FAST能观测到的最远距离分别为L_0和L，则

$$P_0=\pi(\frac{500}{2})^2\frac{P}{4\pi L^2}=\pi(\frac{100}{2})^2\frac{P}{4\pi L_0^2}$$

可得 $L=5L_0$

则$N=\frac{L^3}{L_0^3}N_0=125N_0$

69.(2018·北京卷)如图1所示，用电动势为E、内阻为r的电源，向滑动变阻器R供电。改变变阻器R的阻值，路端电压U与电流I均随之变化。

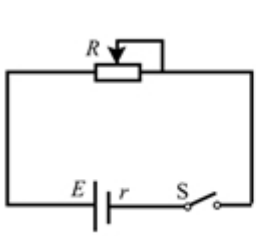


图1

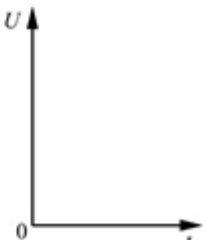


图2

(1)以U为纵坐标，I为横坐标，在图2中画出变阻器阻值R变化过程中U-I图像的示意图，并说明U-I图像与两坐标轴交点的物理意义。

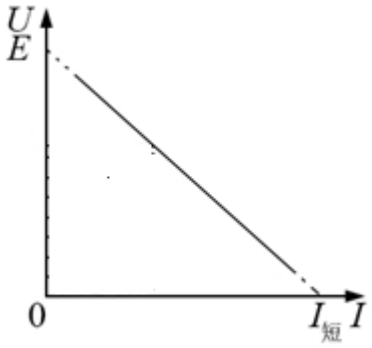
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)a.请在图 2 画好的 U-I 关系图线上任取一点，画出带网格的图形，以其面积表示此时电源的输出功率；

b.请推导该电源对外电路能够输出的最大电功率及条件。

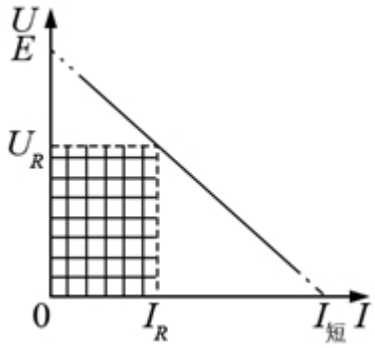
(3)请写出电源电动势定义式，并结合能量守恒定律证明：电源电动势在数值上等于内、外电路电势降落之和。

【答案】(1)U–I 图象如图所示：



图象与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a 如图所示：

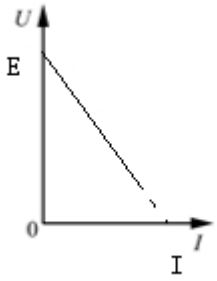


b.$\frac{E^2}{4r}$

(3)见解析

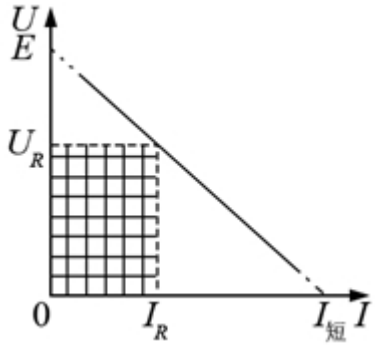
【解析】(1)U–I 图像如图所示，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



其中图像与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a.如图所示



b.电源输出的电功率：$P=I^2R=(\frac{E}{R+r})^2R=\frac{E^2}{R+2r+\frac{r^2}{R}}$

当外电路电阻 R=r 时，电源输出的电功率最大，为$P_{\max}=\frac{E^2}{4r}$

(3)电动势定义式：$E=\frac{W_{非静电力}}{q}$

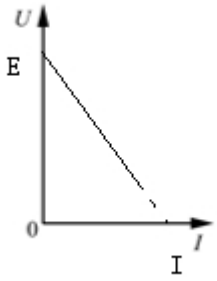
根据能量守恒定律，在图 1 所示电路中，非静电力做功 W 产生的电能等于在外电路和内电路产生的电热，即

$$W=I^2rt+I^2Rt=Irq+IRq$$

$$E=Ir+IR=U_{内}+U_{外}$$

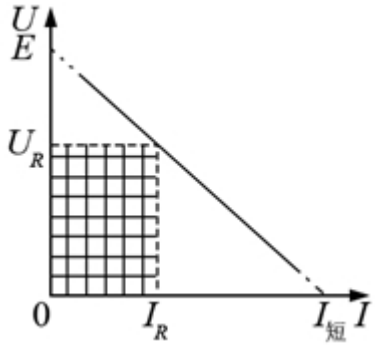
本题答案是：(1)U–I 图像如图所示，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



其中图像与纵轴交点的坐标值为电源电动势，与横轴交点的坐标值为短路电流

(2)a.如图所示



当外电路电阻 R=r 时，电源输出的电功率最大，为$P_{\max}=\frac{E^2}{4r}$

(3)$E=U_{内}+U_{外}$

点睛：运用数学知识结合电路求出回路中最大输出功率的表达式，并求出当 R=r 时，输出功率最大。

70.(2018·全国 II 卷)一足够长的条状区域内存在匀强电场和匀强磁场，其在 xoy 平面内的截面如图所示：中间是磁场区域，其边界与 y 轴垂直，宽度为 l，磁感应强度的大小为 B，方向垂直于 xoy 平面；磁场的上、下两侧为电场区域，宽度均为l'，电场强度的大小均为 E，方向均沿 x 轴正方向；M、N 为条形区域边界上的两点，它们的连线与 y 轴平行。一带正电的粒子以某一速度从 M 点沿 y 轴正方

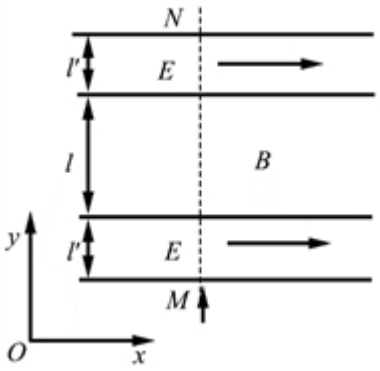
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

向射入电场，经过一段时间后恰好以从 M 点入射的速度从 N 点沿 y 轴正方向射出。不计重力。

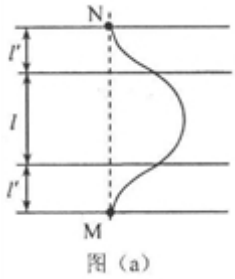
(1)定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹；

(2)求该粒子从 M 点射入时速度的大小；

(3)若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与 x 轴正方向的夹角为$\frac{\pi}{6}$，求该粒子的比荷及其从 M 点运动到 N 点的时间。



【答案】(1)轨迹图如图所示：



图（a）

(2)$v_0=\frac{2El'}{Bl}$　　(3)$\frac{q}{m}=\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$　；　$t'=\frac{Bl}{E}(1+\frac{\sqrt{3}\pi\, l}{18l'})$

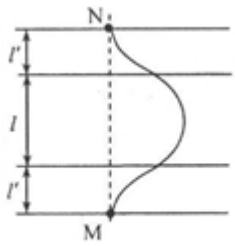
【解析】试题分析：(1)粒子在电场中做类平抛，然后进入磁场做圆周运动，再次进入电场做类平抛运动，结合相应的计算即可画出轨迹图。

(2)在电场中要分两个方向处理问题，一个方向做匀速运动，一个方向做匀加速运动。

(3)在磁场中的运动关键是找到圆心，求出半径，结合向心力公式求解。

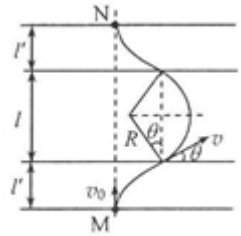
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)粒子运动的轨迹如图(a)所示。(粒子在电场中的轨迹为抛物线，在磁场中为圆弧，上下对称)



图（a）

(2)粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动。设粒子从 M 点射入时速度的大小为 v_0，在下侧电场中运动的时间为 t，加速度的大小为 a；粒子进入磁场的速度大小为 v，方向与电场方向的夹角为 θ(见图(b))，速度沿电场方向的分量为 v_1，根据牛顿第二定律有



图（b）

$qE=ma$ ①

式中 q 和 m 分别为粒子的电荷量和质量，

由运动学公式有 $v_1=at$ ② $l'=v_0t$ ③ $v_1=v\cos\theta$ ④

粒子在磁场中做匀速圆周运动，设其运动轨道半径为 R，

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得$qvB=\frac{mv^2}{R}$ ⑤

由几何关系得$l=2R\cos\theta$ ⑥

联立①②③④⑤⑥式得$v_0=\frac{2El'}{Bl}$ ⑦

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由运动学公式和题给数据得$v_1 = v_0\cot\frac{\pi}{6}$ ⑧

联立①②③⑦⑧式得$\frac{q}{m} = \frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2}$ ⑨

设粒子由 M 点运动到 N 点所用的时间为t'，则$t' = 2t + \frac{2(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6})}{2\pi}T$ ⑩

式中 T 是粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期，$T = \frac{2\pi m}{qB}$ ⑪

由③⑦⑨⑩⑪式得$t' = \frac{Bl}{E}(1 + \frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'})$ ⑫

71.(2018·天津卷)真空管道超高速列车的动力系统是一种将电能直接转换成平动动能的装置。图 1 是某种动力系统的简化模型，图中粗实线表示固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，电阻忽略不计，ab 和 cd 是两根与导轨垂直，长度均为 l，电阻均为 R 的金属棒，通过绝缘材料固定在列车底部，并与导轨良好接触，其间距也为 l，列车的总质量为 m。列车启动前，ab、cd 处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下，如图 1 所示，为使列车启动，需在 M、N 间连接电动势为 E 的直流电源，电源内阻及导线电阻忽略不计，列车启动后电源自动关闭。

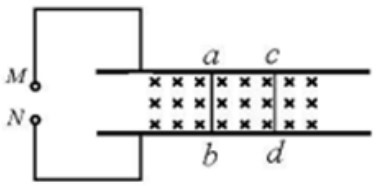


图 1

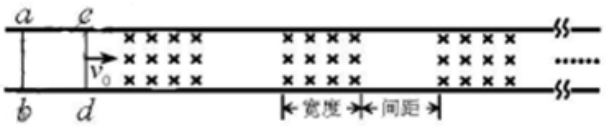


图 2

(1)要使列车向右运行，启动时图 1 中 M、N 哪个接电源正极，并简要说明理由；

(2)求刚接通电源时列车加速度 a 的大小；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)列车减速时，需在前方设置如图 2 所示的一系列磁感应强度为 B 的匀强磁场区域，磁场宽度和相邻磁场间距均大于 l。若某时刻列车的速度为v_0，此时 ab、cd 均在无磁场区域，试讨论：要使列车停下来，前方至少需要多少块这样的有界磁场？

【答案】(1)M 接电源正极，理由见解析(2)$a=\frac{2BEl}{mR}$(3)若$\frac{I_{总}}{I_0}$恰好为整数，设其为 n，则需设置 n 块有界磁场，若$\frac{I_{总}}{I_0}$不是整数，设$\frac{I_{总}}{I_0}$的整数部分为 N，则需设置 N+1 块有界磁场。

【解析】试题分析：结合列车的运动方向，应用左手定则判断电流方向，从而判断哪一个接电源正极；对导体棒受力分析，根据闭合回路欧姆定律以及牛顿第二定律求解加速度；根据动量定理分析列车进入和穿出磁场时动量变化，据此分析；

(1)*M* 接电源正极，列车要向右运动，安培力方向应向右，根据左手定则，接通电源后，金属棒中电流方向由 *a* 到 *b*，由 *c* 到 *d*，故 *M* 接电源正极。

(2)由题意，启动时 ab、cd 并联，设回路总电阻为$R_{总}$，由电阻的串并联知识得$R_{总}=\frac{R}{2}$①；

设回路总电阻为 I，根据闭合电路欧姆定律有$I=\frac{E}{R_{总}}$②

设两根金属棒所受安培力之和为 F，有 F=BIl③

根据牛顿第二定律有 F=ma④，联立①②③④式得$a=\frac{2BEl}{mR}$⑤

(3)设列车减速时，cd 进入磁场后经Δt时间 ab 恰好进入磁场，此过程中穿过两金属棒与导轨所围回路的磁通量的变化为$\Delta\Phi$，平均感应电动势为E_1，由法拉第电磁感应定律有$E_1=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$⑥，其中$\Delta\Phi=Bl^2$⑦；

设回路中平均电流为I'，由闭合电路欧姆定律有$I'=\frac{E_1}{2R}$⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设 cd 受到的平均安培力为F'，有$F' = I'lB$⑨

以向右为正方向，设Δt时间内 cd 受安培力冲量为$I_{冲}$，有$I_{冲} = -F'\Delta t$⑩

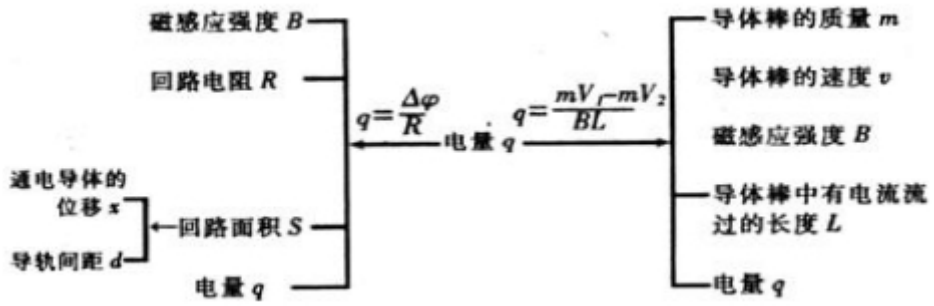
同理可知，回路出磁场时 ab 受安培力冲量仍为上述值，设回路进出一块有界磁场区域安培力冲量为I_0，有$I_0 = 2I_{冲}$⑪

设列车停下来受到的总冲量为$I_{总}$，由动量定理有$I_{总} = 0 - mv_0$⑫

联立⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫式得$\frac{I_{总}}{I_0} = \frac{mv_0R}{B^2l^2}$⑬

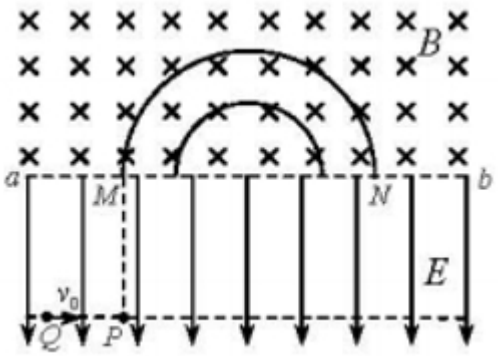
讨论：若$\frac{I_{总}}{I_0}$恰好为整数，设其为 n，则需设置 n 块有界磁场，若$\frac{I_{总}}{I_0}$不是整数，设$\frac{I_{总}}{I_0}$的整数部分为 N，则需设置 N+1 块有界磁场。⑭.

【点睛】如图所示，在电磁感应中，电量 q 与安培力的冲量之间的关系，如图所示，以电量为桥梁，直接把图中左右两边的物理量联系起来，如把导体棒的位移和速度联系起来，但由于这类问题导体棒的运动一般都不是匀变速直线运动，无法直接使用匀变速直线运动的运动学公式进行求解，所以这种方法就显得十分巧妙，这种题型难度最大。



72.(2018·天津卷)如图所示，在水平线 ab 下方有一匀强电场，电场强度为 E，方向竖直向下，ab 的上方存在匀强磁场，磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里，磁场中有一内、外半径分别为 R、$\sqrt{3}R$的半圆环形区域，外圆与 ab 的交点分别为

M、N。一质量为 m、电荷量为 q 的带负电粒子在电场中 P 点静止释放，由 M 进入磁场，从 N 射出，不计粒子重力。



(1)求粒子从 P 到 M 所用的时间 t；

(2)若粒子从与 P 同一水平线上的 Q 点水平射出，同样能由 M 进入磁场，从 N 射出，粒子从 M 到 N 的过程中，始终在环形区域中运动，且所用的时间最少，求粒子在 Q 时速度 v_0 的大小。

【答案】(1) $t=\frac{\sqrt{3}RB}{E}$ (2) $v_0=\frac{qBR}{m}$

【解析】试题分析：粒子在磁场中以洛伦兹力为向心力做圆周运动，在电场中做初速度为零的匀加速直线运动，据此分析运动时间；粒子进入匀强磁场后做匀速圆周运动，当轨迹与内圆相切时，所有的时间最短，粒子从 Q 射出后在电场中做类平抛运动，在电场方向上的分运动和从 P 释放后的运动情况相同，所以粒子进入磁场时沿竖直方向的速度同样为 v，结合几何知识求解.

(1)设粒子在磁场中运动的速度大小为 v，所受洛伦兹力提供向心力，有

$qvB=m\frac{v^2}{\sqrt{3}R}$ ①

设粒子在电场中运动所受电场力为 F，有 F=qE②；

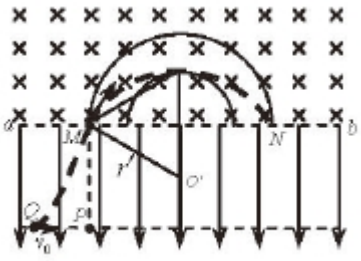
设粒子在电场中运动的加速度为 a，根据牛顿第二定律有 F=ma③；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子在电场中做初速度为零的匀加速直线运动，有 v=at④；联立①②③④式得 $t=\frac{\sqrt{3}RB}{E}$⑤；

(2)粒子进入匀强磁场后做匀速圆周运动，其周期和速度、半径无关，运动时间只由粒子所通过的圆弧所对的圆心角的大小决定，故当轨迹与内圆相切时，所有的时间最短，设粒子在磁场中的轨迹半径为 r'，由几何关系可知

$(r'-R)^2+\left(\sqrt{3}R\right)^2=r'^2$ ⑥



设粒子进入磁场时速度方向与 ab 的夹角为 θ，即圆弧所对圆心角的一半，由几何关系可知 $\tan\theta=\frac{\sqrt{3}R}{r'-R}$⑦；

粒子从 Q 射出后在电场中做类平抛运动，在电场方向上的分运动和从 P 释放后的运动情况相同，所以粒子进入磁场时沿竖直方向的速度同样为 v，在垂直于电场方向的分速度始终为 v_0，由运动的合成和分解可知 $\tan\theta=\frac{v}{v_0}$⑧

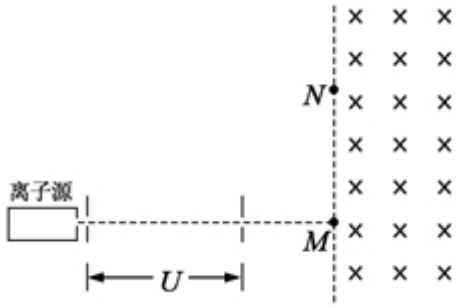
联立①⑥⑦⑧式得 $v_0=\frac{qBR}{m}$⑨.

【点睛】带电粒子在组合场中的运动问题，首先要运用动力学方法分析清楚粒子的运动情况，再选择合适方法处理.对于匀变速曲线运动，常常运用运动的分解法，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

将其分解为两个直线的合成，由牛顿第二定律和运动学公式结合求解；对于磁场中圆周运动，要正确画出轨迹，由几何知识求解半径。

73.(2018·全国 III 卷)如图，从离子源产生的甲、乙两种离子，由静止经加速电压 U 加速后在纸面内水平向右运动，自 M 点垂直于磁场边界射入匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里，磁场左边界竖直。已知甲种离子射入磁场的速度大小为 v_1，并在磁场边界的 N 点射出；乙种离子在 MN 的中点射出；MN 长为 l。不计重力影响和离子间的相互作用。求：



(1)磁场的磁感应强度大小；

(2)甲、乙两种离子的比荷之比。

【答案】(1)$B=\frac{4U}{lv_1}$(2)1:4

【解析】试题分析 本题主要考查带电粒子在电场中的加速、在匀强磁场中的匀速圆周运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决实际问题的的能力。

解析(1)设甲种离子所带电荷量为 q_1、质量为 m_1，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_1，磁场的磁感应强度大小为 B，由动能定理有$q_1U=\frac{1}{2}m_1v_1^2$①

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有$q_1v_1B=m_1\frac{v_1^2}{R_1}$②

由几何关系知$2R_1=l$③

由①②③式得$B=\frac{4U}{lv_1}$④

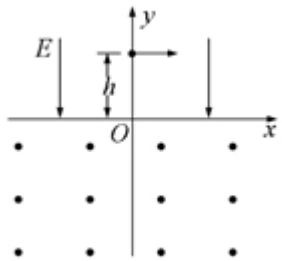
(2)设乙种离子所带电荷量为 q_2、质量为 m_2，射入磁场的速度为 v_2，在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_2。同理有$q_2U=\frac{1}{2}m_2v_2^2$⑤　　$q_2v_2B=m_2\frac{v_2^2}{R_2}$⑥

由题给条件有$2R_2=\frac{l}{2}$⑦

由①②③⑤⑥⑦式得，甲、乙两种离子的比荷之比为$\frac{q_1}{m_1}:\frac{q_2}{m_2}=1:4$⑧

点睛　此题与 2013 年北京理综卷第 23 题情景类似，都可以看作是质谱仪模型。解答所用的知识点和方法类似。

74.(2018·新课标 I 卷)如图，在 y>0 的区域存在方向沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E，在 y<0 的区域存在方向垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场。一个氕核 ${}_1^1H$ 和一个氘核 ${}_1^2H$ 先后从 y 轴上 y=h 点以相同的动能射出，速度方向沿 x 轴正方向。已知 ${}_1^1H$ 进入磁场时，速度方向与 x 轴正方向的夹角为 60°，并从坐标原点 O 处第一次射出磁场。${}_1^1H$ 的质量为 m，电荷量为 q 不计重力。求



(1)${}_1^1H$ 第一次进入磁场的位置到原点 O 的距离

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

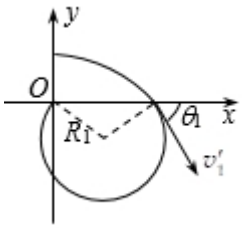
(2)磁场的磁感应强度大小

(3)${}_1^2\mathrm{H}$ 第一次离开磁场的位置到原点 O 的距离

【答案】(1)$s_1=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$；(2)$B=\sqrt{\frac{6mE}{qh}}$；(3)$s'_2-s_2=\frac{2\sqrt{3}}{3}\ (\sqrt{2}-1)\ h$

【解析】本题考查带电粒子在电场中的类平抛运动、在匀强磁场中的匀速圆周运动及其相关的知识点，意在考查考生灵活运用相关知识解决问题的的能力。

(1)${}_1^1\mathrm{H}$在电场中做类平抛运动，在磁场中做圆周运动，运动轨迹如图所示。



设${}_1^1\mathrm{H}$在电场中的加速度大小为a_1，初速度大小为v_1，它在电场中的运动时间为t_1，第一次进入磁场的位置到原点O的距离为s_1。由运动学公式有$s_1=v_1t_1$ ①

$h=\frac{1}{2}a_1t_1^2$ ②

由题给条件，${}_1^1\mathrm{H}$进入磁场时速度的方向与 x 轴正方向夹角$\theta_1=60°$。${}_1^1\mathrm{H}$进入磁场时速度的 y 分量的大小为$a_1t_1=v_1\tan\theta_1$ ③

联立以上各式得$s_1=\frac{2\sqrt{3}}{3}h$ ④

(2)${}_1^1\mathrm{H}$在电场中运动时，由牛顿第二定律有$qE=ma_1$ ⑤

设${}_1^1\mathrm{H}$进入磁场时速度的大小为v'_1，由速度合成法则有$'_1=\sqrt{v_1^2+(a_1t_1)^2}$ ⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设磁感应强度大小为 B，${}_1^1\mathrm{H}$在磁场中运动的圆轨道半径为R_1，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有$qv'_1B=\frac{m'^2_1}{R_1}$ ⑦

由几何关系得$s_1=2R_1\sin\theta_1$ ⑧

联立以上各式得$B=\sqrt{\frac{6mE}{qh}}$ ⑨

(3)设${}_1^2\mathrm{H}$在电场中沿 x 轴正方向射出的速度大小为v_2，在电场中的加速度大小为a_2，由题给条件得$\frac{1}{2}(2m)v_2^2=\frac{1}{2}mv_1^2$ ⑩

由牛顿第二定律有$qE=2ma_2$ ⑪

设${}_1^2\mathrm{H}$第一次射入磁场时的速度大小为v'_2，速度的方向与 x 轴正方向夹角为θ_2，入射点到原点的距离为s_2，在电场中运动的时间为t_2。

由运动学公式有$s_2=v_2t_2$ ⑫ $h=\frac{1}{2}a_2t_2^2$ ⑬ $'_2=\sqrt{v_2^2+(a_2t_2)^2}$ ⑭ $\sin\theta_2=\frac{a_2t_2}{v'_2}$ ⑮

联立以上各式得$s_2=s_1$，$\theta_2=\theta_1$，$v'_2=\frac{\sqrt{2}}{2}v'_1$ ⑯

设${}_1^2\mathrm{H}$在磁场中做圆周运动的半径为R_2，由⑦⑯式及粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径公式得$R_2=\frac{(2m)v'_2}{qB}=\sqrt{2}R_1$ ⑰

所以出射点在原点左侧。设${}_1^2\mathrm{H}$进入磁场的入射点到第一次离开磁场的出射点的距离为s'_2，由几何关系有$s'_2=2R_2\sin\theta_2$ ⑱

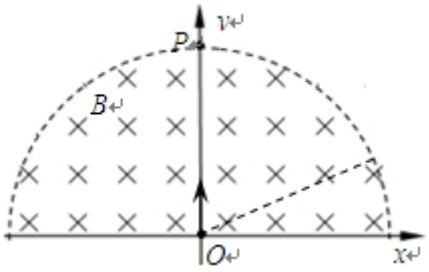
联立④⑧⑯⑰⑱式得，${}_1^2\mathrm{H}$第一次离开磁场时的位置到原点 O 的距离为

$s'_2-s_2=\frac{2\sqrt{3}}{3}(\sqrt{2}-1)h$ ⑲

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【点睛】此题与 2004 年全国理综卷第 25 题情景类似，都是带电粒子在匀强电场中类平抛运动后进入匀强磁场中做匀速圆周运动，且都是在第一象限和第二象限设置了竖直向下的匀强电场，在第三象限和第四象限设置了方向垂直纸面向外的匀强磁场，解答需要的知识都是带电粒子在匀强电场中的类平抛运动规律和洛伦兹力等于向心力、几何关系等知识点。带电粒子在匀强电场中的类平抛运动和在匀强磁场中的匀速圆周运动是教材例题和练习中的常见试题，此题可认为是由两个课本例题或习题组合而成。

75.(2011·安徽卷)如图所示，在以坐标原点 O 为圆心、半径为 R 的半圆形区域内，有相互垂直的匀强电场和匀强磁场，磁感应强度为 B，磁场方向垂直于 xOy 平面向里。一带正电的粒子(不计重力)从 O 点沿 y 轴正方向以某一速度射入，带电粒子恰好做匀速直线运动，经 t_0 时间从 P 点射出。



(1)求电场强度的大小和方向。

(2)若仅撤去磁场，带电粒子仍从 O 点以相同的速度射入，经 $\frac{t_0}{2}$ 时间恰从半圆形区域的边界射出。求粒子运动加速度的大小。

(3)若仅撤去电场，带电粒子仍从 O 点射入，且速度为原来的 4 倍，求粒子在磁场中运动的时间。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $E=\frac{BR}{t_0}$，x 轴正方向(2) $a=\frac{4\sqrt{3}R}{t_0^2}$ (3) $t_B=\frac{\sqrt{3}\pi}{18}t_0$

【解析】(1)设带电粒子的质量为 m，电荷量为 q，初速度为 v，电场强度为 E.可判断出粒子受到的洛伦磁力沿 x 轴负方向，于是可知电场强度沿 x 轴正方向，且有

$qE=qvB$ ①

又 $R=vt_0$ ②

则 $E=\frac{BR}{t_0}$ ③

(2)仅有电场时，带电粒子在匀强电场中作类平抛运动

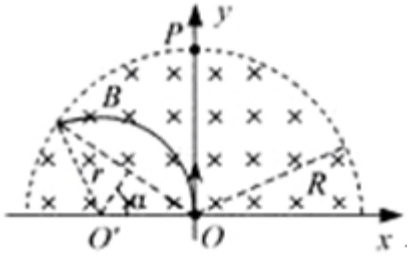
在 y 方向位移 $y=v\frac{t_0}{2}$ ④

由②④式得 $y=\frac{R}{2}$ ⑤

设在水平方向位移为 x，因射出位置在半圆形区域边界上，于是 $x=\frac{\sqrt{3}}{2}R$

又有 $x=\frac{1}{2}a(\frac{t_0}{2})^2$ ⑥得 $a=\frac{4\sqrt{3}R}{t_0^2}$ ⑦

(3)仅有磁场时，入射速度 $v'=4v$，带电粒子在匀强磁场中作匀速圆周运动，设轨道半径为 r，由牛顿第二定律有 $qv'B=m\frac{v'^2}{r}$ ⑧



又 $qE=ma$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由③⑦⑧⑨式得 $r=\frac{\sqrt{3}}{3}R$ ⑩

由几何关系 $sin\alpha=\frac{R}{2r}$ (11)

即 $sin\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}$，所以 $\alpha=\frac{\pi}{3}$ (12)

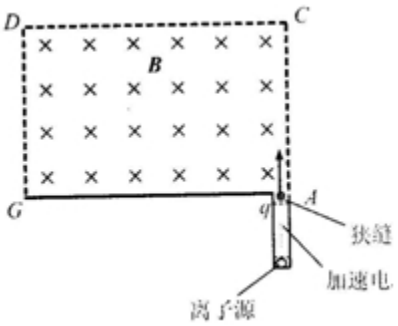
带电粒子在磁场中运动周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$

则带电粒子在磁场中运动时间 $t_B=\frac{2\alpha}{2\pi}T$

所以 $t_B=\frac{\sqrt{3}\pi}{18}t_0$ (13)

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动

76.(2011·北京卷·T23)利用电场和磁场，可以将比荷不同的离子分开，这种方法在化学分析和原子核技术等领域有重要的应用。如图所示的矩形区域ACDG(AC边足够长)中存在垂直于纸面的匀强磁场，A处有一狭缝。离子源产生的离子，经静电场加速后穿过狭缝沿垂直于GA边且垂直于磁场的方向射入磁场，运动到GA边，被相应的收集器收集。整个装置内部为真空。已知被加速的两种正离子的质量分别是m_1和m_2($m_1>m_2$)，电荷量均为q。加速电场的电势差为U，离子进入电场时的初速度可以忽略。不计重力，也不考虑离子间的相互作用。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求质量为m_1的离子进入磁场时的速率v_1；

(2)当磁感应强度的大小为B时，求两种离子在GA边落点的间距s；

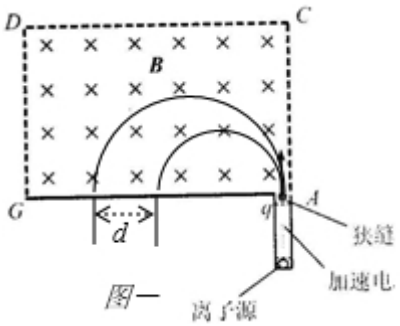
(3)在前面的讨论中忽略了狭缝宽度的影响，实际装置中狭缝具有一定宽度。若狭缝过宽，

可能使两束离子在GA边上的落点区域交叠，导致两种离子无法完全分离。设磁感应强度大小可调，GA边长为定值L，狭缝宽度为d，狭缝右边缘在A处。离子可以从狭缝各处射入磁场，入射方向仍垂直于GA边且垂直于磁场。为保证上述两种离子能落在GA边上并被完全分离，求狭缝的最大宽度。

【答案】(1) $v_1=\sqrt{\frac{2qU}{m_1}}$ (2) $s=\sqrt{\frac{8U}{qB^2}}(\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2})$ (3) $d_m=\frac{\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2}}{2\left(\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2}\right)}L$

【解析】(1)动能定理 $Uq=\frac{1}{2}m_1v_1^2$ 得 $v_1=\sqrt{\frac{2qU}{m_1}}$

(2)由牛顿第二定律和轨道半径有：$qvB=m\frac{v^2}{R}$，$R=\frac{mv}{qB}$



图一

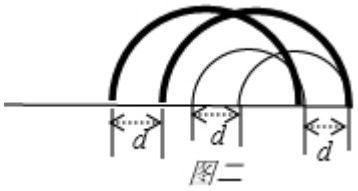
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

利用①式得离子在磁场中的轨道半径为别为(如图一所示)：

$R_1=\sqrt{\frac{2m_1U}{qB^2}}$，$R_2=\sqrt{\frac{2m_2U}{qB^2}}$ ②

两种离子在 GA 上落点的间距$s=2(R_1-R_2)=\sqrt{\frac{8U}{qB^2}}(\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2})$ …③

(3)质量为 m_1 的离子，在 GA 边上的落点都在其入射点左侧 $2R_1$ 处，由于狭缝的宽度为 d，因此落点区域的宽度也是 d(如图二中的粗线所示)。同理，质量为 m_2 的离子在 GA 边上落点区域的宽度也是 d(如图二中的细线所示)。为保证两种离子能完全分离，两个区域应无交叠，条件为 $2(R_1-R_2)>d$ ④



图二

利用②式，代入④式得：$2R_1(1-\sqrt{\frac{m_2}{m_1}})>d$

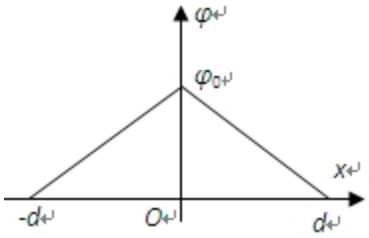
R_1 的最大值满足：$2R_{1m}=L-d$ 得：$(L-d)(1-\sqrt{\frac{m_2}{m_1}})>d$

求得最大值：$d_m=\frac{\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2}}{2(\sqrt{m_1}-\sqrt{m_2})}L$

【考点定位】带电粒子在混合场中的运动；牛顿第二定律；动能定理的应用.

77.(2011·北京卷)静电场方向平行于x轴，其电势φ随x的分布可简化为如图所示的折线，图中φ_0和d为已知量。一个带负电的粒子在电场中以x=0为中心，沿x轴方向做周期性运动。已知该粒子质量为m、电量为-q，其动能与电势能之和为－A($0<A<q\varphi_0$)。忽略重力。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)粒子所受电场力的大小；

(2)粒子的运动区间；

(3)粒子的运动周期。

【答案】(1) $F=\frac{q\varphi_0}{d}$ (2) $-d(1-\frac{A}{q\varphi_0})\le x\le d(1-\frac{A}{q\varphi_0})$ (3) $\frac{4d}{q\varphi_0}\sqrt{2m(q\varphi_0-A)}$

【解析】(1)由图可知，0与d(或-d)两点间的电势差为φ_0

电场强度的大小 $E=\frac{\varphi_0}{d}$

电场力的大小 $F=qE=\frac{q\varphi_0}{d}$

(2)设粒子在$[-x，x]$区间内运动，速率为v，由题意得 $\frac{1}{2}mv^2-q\varphi=-A$

由图可知 $\varphi=\varphi_0(1-\frac{|x|}{d})$ 由①②得 $\frac{1}{2}mv^2=q\varphi_0(1-\frac{|x|}{d})-A$

因动能非负，有 q $q\varphi_0(1-\frac{|x|}{d})-A\ge 0$

得 $|x|\le d(1-\frac{A}{q\varphi_0})$ 即 $x=d(1-\frac{A}{q\varphi_0})$

粒子运动区间 $-d(1-\frac{A}{q\varphi_0})\le x\le d(1-\frac{A}{q\varphi_0})$.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)考虑粒子从-x_0处开始运动的四分之一周期，根据牛顿第二定律，

根据牛顿第二定律，粒子的加速度 $a=\frac{F}{m}=\frac{Eq}{m}=\frac{q\varphi_0}{md}$

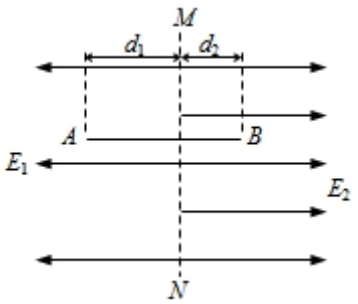
由匀加速直线运动 $t=\sqrt{\frac{2x_0}{a}}$

将45代入，得 $t=\sqrt{\frac{2md^2}{q\varphi_0}(1-\frac{A}{q\varphi_0})}$

粒子运动周期 $T=4t=\frac{4d}{q\varphi_0}\sqrt{2m(q\varphi_0-A)}$

【考点定位】电势差与电场强度的关系；牛顿第二定律；动能定理的应用；匀强电场.

78.(2011·福建卷)反射式速调管是常用的微波器械之一，它利用电子团在电场中的振荡来产生微波，其振荡原理与下述过程类似。如图所示，在虚线 MN 两侧分别存在着方向相反的两个匀强电场，一带电微粒从 A 点由静止开始，在电场力作用下沿直线在 A、B 两点间往返运动。已知电场强度的大小分别是 $E_1=2.0\times10^3$ N/C 和 $E_2=4.0\times10^3$ N/C，方向如图所示，带电微粒质量 $m=1.0\times10^{-20}kg$，带电量 $q=-1.0\times10^{-9}C$，A 点距虚线 MN 的距离 $d_1=1.0cm$，不计带电微粒的重力，忽略相对论效应。求：



(1)B 点到虚线 MN 的距离 d_2；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)带电微粒从 A 点运动到 B 点所经历的时间 t。

【答案】(1) $d_2 = 0.50cm$ (2) $t = 1.5\times10^{-8}s$

【解析】(1)带电微粒由 A 运动到 B 的过程中，由动能定理有：

$|q|E_1d_1 - |q|E_2d_2 = 0 - 0 = 0$ ①由①式解得 $d_2 = \frac{E_1d_1}{E_2} = 0.50cm$

②

(2)设微粒在虚线 MN 两侧的加速度大小分别为 a_1、a_2，由牛顿第二定律有：

$|q|E_1 = ma_1$ ③

$|q|E_2 = ma_2$ ④

设微粒在虚线 MN 两侧运动的时间分别为 t_1、t_2，由运动学公式有：$d_1 = \frac{a_1t_1^2}{2}$

⑤

$d_2 = \frac{a_2t_2^2}{2}$ ⑥

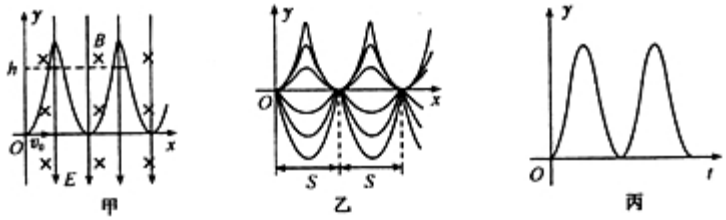
又 $t = t_1 + t_2$ ⑦

由②③④⑤⑥⑦式解得：$t = 1.5\times10^{-8}s$

【考点定位】电场力、动能定理、牛顿运动定律、匀变速直线运动规律

79.(2011·福建卷)如图甲，在 x＜0 的空间中存在沿 y 轴负方向的匀强电场和垂直于 xoy 平面向里的匀强磁场，电场强度大小为 E，磁感应强度大小为 B.一质量为 m、电荷量为 q(q＞0)的粒子从坐标原点 O 处，以初速度 v_0 沿 x 轴正方向射人，粒子的运动轨迹见图甲，不计粒子的重力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求该粒子运动到 y=h 时的速度大小 v；

(2)现只改变入射粒子初速度的大小，发现初速度大小不同的粒子虽然运动轨迹(y-x 曲线)不同，但具有相同的空间周期性，如图乙所示；同时，这些粒子在 y 轴方向上的运动(y-t 关系)是简谐运动，且都有相同的周期 T=$\frac{2\pi m}{qB}$。

I.求粒子在一个周期 T 内，沿 x 轴方向前进的距离 s；

II.当入射粒子的初速度大小为 v_0 时，其 y-t 图像如图丙所示，求该粒子在 y 轴方向上做简谐运动的振幅 A，并写出 y-t 的函数表达式。

【答案】(1) $v=\sqrt{v_0^2-\frac{2qEh}{m}}$ (2)I. $S=\frac{2\pi mE}{qB^2}$ II. y=$\frac{m}{qB}$(v_0-E/B) (1-cos$\frac{qB}{m}$t)

【解析】(1)由于洛伦兹力不做功，只有电场力做功，

由动能定理有 $-qEh=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

由①式解 $v=\sqrt{v_0^2-\frac{2qEh}{m}}$ ②

(2)I.由图乙可知，所有粒子在一个周期 T 内沿 x 轴方向前进的距离相同，即都等于恰好沿 x 轴方向匀速运动的粒子在 T 时间内前进的距离.设粒子恰好沿 x 轴方向匀速运动的速度大小为 v_1，则

$qv_1B=qE$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

又 $S=v_1T$ ④

式中 $T=\frac{2\pi m}{qB}$

由③④式解得 $S=\frac{2\pi mE}{qB^2}$ ⑤

II.设粒子在 y 方向上的最大位移为 y_m(图丙曲线的最高点处)，对应的粒子运动速度大小为 v_2(方向沿 x 轴)，因为粒子在 y 方向上的运动为简谐运动，因而在 y=0 和 $y=y_m$ 处粒子所受的合外力大小相等，方向相反，则 $qv_0B-qE=-(qv_2B-qE)$,

由动能定理有 $-qEy_m=\frac{1}{2}m v_2^2-\frac{1}{2}m v_0^2$,

又 $A_y=\frac{1}{2}y_m$

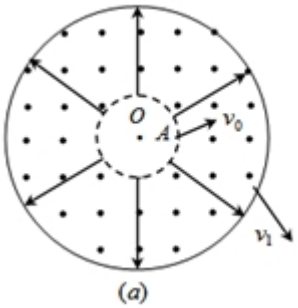
由⑥⑦⑧式解得 $A_y=\frac{m}{qB}(v_0-E/B)$。

可写出图丙曲线满足的简谐运动 y-t 的函数表达式为 $y=\frac{m}{qB}(v_0-E/B)(1-\cos\frac{qB}{m}t)$

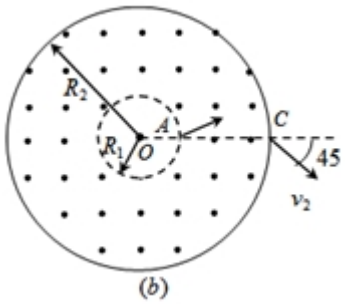
【考点定位】带电粒子在复合场中的运动

80.(2011·广东卷)如图 19(a)所示，在以 O 为圆心，内外半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环区域内，存在辐射状电场和垂直纸面的匀强磁场，内外圆间的电势差 U 为常量，$R_1=R_0, R_2=3R_0$，一电荷量为+q，质量为 m 的粒子从内圆上的 A 点进入该区域，不计重力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(a)



(b)

(1)已知粒子从外圆上以速度v_1射出，求粒子在 A 点的初速度v_0的大小

(2)若撤去电场，如图 19(b)，已知粒子从 OA 延长线与外圆的交点 C 以速度v_2射出，方向与 OA 延长线成 45°角，求磁感应强度的大小及粒子在磁场中运动的时间

(3)在图 19(b)中，若粒子从 A 点进入磁场，速度大小为v_3，方向不确定，要使粒子一定能够从外圆射出，磁感应强度应小于多少？

【答案】(1) $v_0=\sqrt{v_1^2-\frac{2Uq}{m}}$ (2) $B_1=\frac{\sqrt{2}mv_2}{q(R_2-R_1)}$ $t=\frac{\pi}{2v_2}r$ (3) $B_2<\frac{2mv_3}{q(R_2+R_1)}$

【解析】(1)电、磁场都存在时，只有电场力对带电粒子做功，由动能定理

$$qU=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_0^2 \quad ①$$

得 $v_0=\sqrt{v_1^2-\frac{2qU}{m}}$ ②

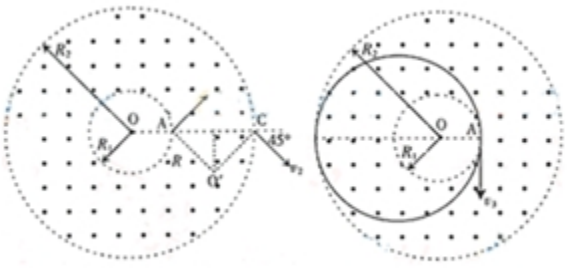


图 1

图 2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)由牛顿第二定律 $qBv = m\frac{v^2}{R}$ ③

如图 1，由几何关系粒子运动轨迹的圆心 O′ 和半径 R

则有：$R^2 + R^2 = (R_2 - R_1)^2$ ④

联立③④得磁感应强度大小 $B = \frac{\sqrt{2}mv_2}{2qR_0}$ ⑤

粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v_2}$ ⑥

由几何关系确定粒子在磁场中运动的时间 $t = \frac{1}{4}T$ ⑦

由④⑥⑦式，得 $t = \frac{\sqrt{2}\pi R_0}{2v_2}$ ⑧

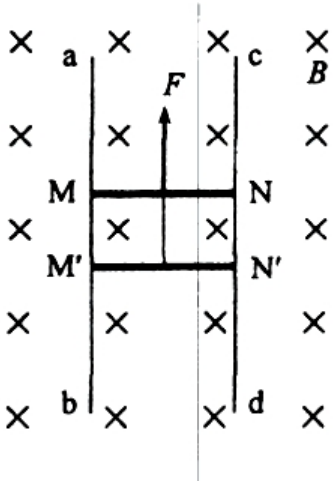
(3)如图 2，为使粒子射出，则粒子在磁场内的运动半径应大于过 A 点的最大内切圆半径，该半径为 $R_C = \frac{R_2 + R_1}{2}$ ⑨

由③⑨，得磁感应强度应小于 $B_c = \frac{mv_3}{2qR_0}$

【考点定位】带电粒子在有界磁场中的运动

81.(2011·海南卷)如图，ab 和 cd 是两条竖直放置的长直光滑金属导轨，MN 和 $M'N'$ 是两根用细线连接的金属杆，其质量分别为 m 和 2m。竖直向上的外力 F 作用在杆 MN 上，使两杆水平静止，并刚好与导轨接触；两杆的总电阻为 R，导轨间距为 l。整个装置处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向与导轨所在平面垂直。导轨电阻可忽略，重力加速度为 g。在 t=0 时刻将细线烧断，保持 F 不变，金属杆和导轨始终接触良好。求

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)细线烧断后，任意时刻两杆运动的速度之比；

(2)两杆分别达到的最大速度。

【答案】(1)2：1 (2) $v_1=\frac{2mgR}{3B^2l^2}$ $v_2=\frac{mgR}{3B^2l^2}$

【解析】(1)细线烧断后，两根金属杆组成的系统动量守恒，设 MN 的速度为 v_1，M'N'的速度为 v_2，则 $0=mv_1-2mv_2$，解得 $v_1:v_2=2:1$ ①

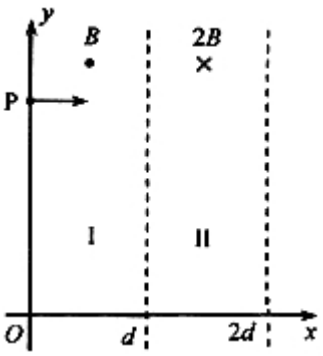
(2)当 MN 和 $M'N'$ 的加速度为零时，速度最大

对 $M'N'$ 受力平衡：$BIl=mg$ ② $I=\frac{E}{R}$ ③ $E=Blv_1+blv_2$ ④

由①～④得：$v_1=\frac{2mgR}{3B^2l^2}$、$v_2=\frac{mgR}{3B^2l^2}$

82.(2011·辽宁卷)如图，在区域 I($0\le x\le d$)和区域 II($d\le x\le 2d$)内分别存在匀强磁场，在磁感应强度大小封闭为 B 和 2B，方向相反，垂直于 Oxy 平面，一质量为 m、带电荷量 q($q>0$)的粒子 a 于某时刻 y 轴上的 P 点射入区域 I，其速度方向垂直 x 轴正向，已知 a 在离开区域 I 时，速度方向与 x 轴放方向的夹角为 30°；因此，另一质量和电荷量均与 a 相同的粒子 b 也从 P 点沿 x 轴正方向的射入区域 I，其速度是 a 的 $\frac{1}{3}$，不计重力和两粒子之间的相互作用力，求

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



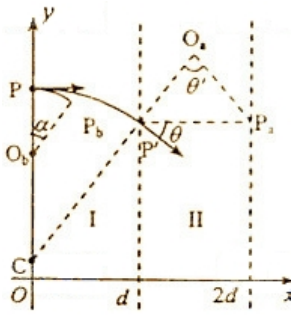
(1)粒子 a 射入区域 I 的速度的大小。

(2)当 a 离开区域 II 时，a、b 两粒子的 y 坐标之差。

【答案】(1) $v_a=\frac{2dqB}{m}$ (2) $y_{pa}-y_{pb}=\frac{2}{3}(\sqrt{3}-2)d$

【解析】(1)设粒子 a 在 I 内做匀速圆周运动的圆心为 C(在 y 轴上)，半径为 R_{a1}，粒子速率为 v_a，运动轨迹与两磁场区域边界的交点为 P'，如图.由洛仑兹力公式和牛顿第二定律得：$qv_aB=m\frac{v_a^2}{R_{a1}}$ …①由几何关系得：$\angle PCP'=\theta$ …② $R_{a1}=\frac{d}{sin\theta}$ …③

式中，θ=30°由①②③式得：$v_a=\frac{2dqB}{m}$ …④



(2)设粒子 a 在 II 内做圆周运动的圆心为 O_n，半径为 R_{a2}，射出点为 P_a(图中未画出轨迹),

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\angle P'O_aP_a=\theta'$.由沦仑兹力公式和牛顿第二定律得：$qv_a(2B)=m\frac{v_a^2}{R_{a2}}$…⑤

由①⑤式得：$R_{a2}=\frac{R_{a1}}{2}$…⑥

C0P′和 O_a 三点共线，且由⑥式知 On 点必位于 $x=\frac{3d}{2}$ ⑦的平面上.由对称性知,P_a 点与 P′点纵坐标相同，即 $y_{P1}=R_{a1}cos\theta+h$ ⑧式中，h 是 C 点的 y 坐标.

设 b 在I中运动的轨道半径为 R_b，由洛仑兹力公式和牛顿第二定律得

$$q(\frac{v}{3})^2B=\frac{m}{R_b}(\frac{v}{3})^2 \qquad ⑨$$

设 a 到达 P_a 点时，b 位于 P_b 点，转过的角度为 a。如果 b 没有飞出I，则

$$\frac{t}{T_{a2}}=\frac{\theta'}{2\pi} \qquad ⑩$$

$$\frac{t}{T_{b1}}=\frac{a}{2\pi} \qquad (11)$$

式中，t 是 a 在区域II中运动的时间，而

$$T_{a2}=\frac{2\pi R_{a2}}{v} \qquad (12)$$

$$T_{b1}=\frac{2\pi R_{b1}}{v/3} \qquad (13)$$

由⑤⑥⑦⑧⑨⑩(11)(12)(13)式得 $a=30^0$ (14)

由①③⑨(14)式可见，b 没有飞出I。P_b 点的 y 坐标为

$y_{Pb}=R_b(2+\cos\theta)+h$ (15)

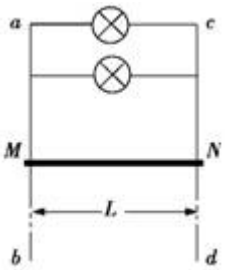
由①③⑧⑨(14)(15)式及题给条件得，a、b 两粒子的 y 坐标之差为

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$y_{pa}-y_{pb}=\frac{2}{3}(\sqrt{3}-2)d \qquad (16)$$

【考点定位】带电粒子在电磁场中的运动

83.(2011·全国卷)如图，两根足够长的金属导轨 ab、cd 竖直放置，导轨间距离为 L，电阻不计。在导轨上端并接两个额定功率均为 P、电阻均为 R 的小灯泡。整个系统置于匀强磁场中，磁感应强度方向与导轨所在平面垂直。现将一质量为 m、电阻可以忽略的金属棒 MN 从图示位置由静止开始释放。金属棒下落过程中保持水平，且与导轨接触良好。已知某时刻后两灯泡保持正常发光。重力加速度为 g。求：



(1)磁感应强度的大小。

(2)灯泡正常发光时导体棒的运动速率。

【答案】(1) $B=\frac{mg}{2L}\sqrt{\frac{R}{P}}$　(2) $v=\frac{2P}{mg}$

【解析】(1)设小灯泡的额定电流为 I_0，有 $P=I_0^2R$　　①

由题意，在金属棒沿导轨竖直下落的某时刻，小灯泡保持正常发光，流经 MN 电流为 $I=2I_0$　　②

此时金属棒 MN 所受的重力和安培力相等，下落的速度达到最大值，有 $mg=BIL$　③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立①②③式得 $B=\frac{mg}{2L}\sqrt{\frac{R}{P}}$ ④

(2)设灯泡正常发光时，导体棒的速率为 v，由电磁感应定律和欧姆定律得

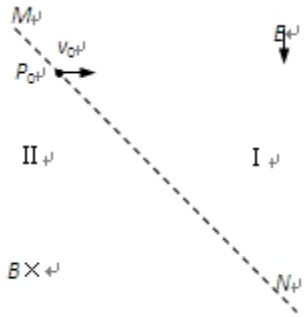
$E=BLv$ ⑤

$E=RI_0$ ⑥

联立①②④⑤⑥式得 $v=\frac{2P}{mg}$ ⑦

【考点定位】导体切割磁感线运动

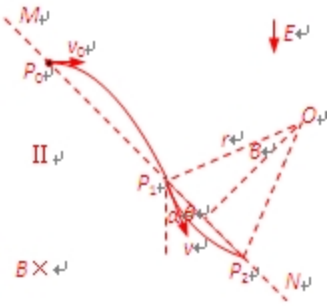
84.(2011·全国卷)如图，与水平面成 45°角的平面 MN 将空间分成 I 和 II 两个区域。一质量为 m、电荷量为 q(q>0)的粒子以速度 v_0 从平面 MN 上的 P_0 点水平向右射入 I 区。粒子在 I 区运动时，只受到大小不变、方向竖直向下的电场作用，电场强度大小为 E；在 II 区运动时，只受到匀强磁场的作用，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向里。求粒子首次从 II 区离开时到出发点 P_0 的距离。粒子的重力可以忽略。



【答案】$l=\frac{\sqrt{2}mv_0}{q}\left(\frac{2v_0}{E}+\frac{1}{B}\right)$

【解析】带电粒子进入电场后，在电场力的作用下沿抛物线远的，其加速度方向竖直向下，设其大小为 a 由牛顿定律得 qE=ma ①

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



设经过时间t_0，粒子从平面 MN 是上的点 P_1 进入磁场，由运动学公式和几何关系得

$$v_0 t_0 = \frac{1}{2} a t_0^2 \qquad ②$$

粒子速度大小 V_1 为 $V_1 = \sqrt{v_0^2 + (at_0)^2}$ ③

设速度方向与竖直方向的夹角为 α，则

$$\tan\alpha = \frac{v_0}{at_0} \qquad ④$$

此时粒子到出发点 P_0 的距离为 $s_0 = \sqrt{2} v_0 t_0$ ⑤

此后，粒子进入磁场，在洛伦磁力作用下做匀速圆周运动，圆周半径为 $r_1 = \frac{mV_1}{qB}$ ⑥

速度与水平方向的夹角 θ：$tan\theta = 2tan45° = 2sin\theta = \frac{2}{\sqrt{5}} cos\theta = \frac{1}{\sqrt{5}}$ ⑦

连立①②③④⑤⑥化简得 $v = \sqrt{5} v_0$ ⑧ $S = 2\sqrt{2}\frac{mv_0^2}{Eq}$

进入磁场时与边界 MN 的夹角为 $\theta - 45°$ 做匀速圆周运动，

根据牛顿第二定律得 $m\frac{v^2}{R} = Bqv$ ⑨

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

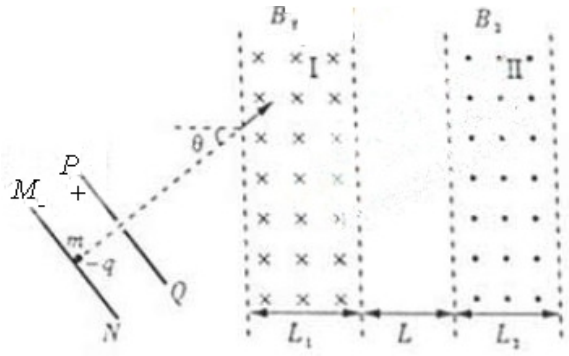
作出原轨迹，则弦长和半径满足关系 $sin(\theta-45°)=\frac{L}{2R}$ ⑩

连立⑨⑩得 $L=\sqrt{2}\frac{mv_0}{Bq}$

所以粒子首次从 II 区离开时到出发点 P_0 的距离为 $d=s+L=\frac{\sqrt{2}mv_0}{q}(\frac{2v_0}{E}+\frac{1}{B})$

【考点定位】带电粒子在电磁场中的运动

85.(2011·山东卷)扭摆器是同步辐射装置中的插入件，能使粒子的运动轨迹发生扭摆。其简化模型如图I、II两处的条形均强磁场区边界竖直，相距为 L，磁场方向相反且垂直纸面。一质量为 m、电量为-q、重力不计的粒子，从靠近平行板电容器 MN 板处由静止释放，极板间电压为 U，粒子经电场加速后平行于纸面射入I区，射入时速度与水平和方向夹角 $\theta=30°$



(1)当I区宽度 $L_1=L$、磁感应强度大小 $B_1=B_0$ 时，粒子从I区右边界射出时速度与水平方向夹角也为30°，求 B_0 及粒子在I区运动的时间 t_0

(2)若II区宽度 $L_2=L_1=L$ 磁感应强度大小 $B_2=B_1=B_0$，求粒子在I区的最高点与II区的最低点之间的高度差 h

(3)若 $L_2=L_1=L$、$B_1=B_0$，为使粒子能返回I区，求 B_2 应满足的条件

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(4)若 $B_1 \neq B_2, L_1 \neq L_2$，且已保证了粒子能从II区右边界射出。为使粒子从II区右边界射出的方向与从I区左边界射入的方向总相同，求 B_1、B_2、L_1、、L_2、之间应满足的关系式。

【答案】(1) $t_0 = \frac{\pi L}{3}\sqrt{\frac{m}{2qU}}$ (2)h=(2-$\frac{2}{3}\sqrt{3}$)L(3)$B_2 > \frac{3}{L}\sqrt{\frac{mU}{2q}}$ (4)$B_1L_1 = B_2L_2$

【解析】(1)如图所示，设粒子射入磁场区域I时的速度为 v，匀速圆周运动的半径为 R_1.根据动能定理，得 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ①

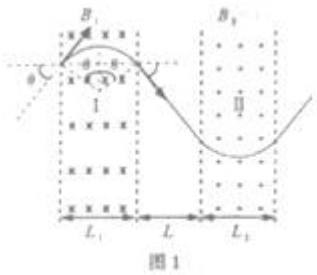
由牛顿定律，得 $qvB_0 = m\frac{v^2}{R_1}$ ②

由几何知识，得 $L = 2R_1 sin\theta = R_1$ ③

联立代入数据解得 $B_0 = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ④

粒子在磁场I区域中运动的时间为 $t_0 = \frac{2\theta R_1}{v}$ ⑤

联立上述①②③④⑤解得 $t_0 = \frac{\pi L}{3}\sqrt{\frac{m}{2qU}}$



(2)设粒子在磁场II区中做匀速圆周运动的半径为 R_2，由牛顿第二定律得 $qvB_2=m\frac{v^2}{R_2}$， ⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由几何知识可得 $h=(R_1+R_2)(1-\cos\theta)+L\tan\theta$⑨

联立②③⑧⑨式，代入数据得 $h=(2-\frac{2}{3}\sqrt{3})L$ ⑩

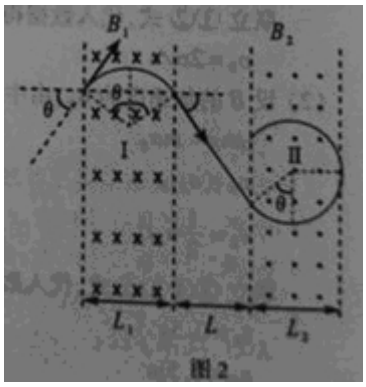


图 2

(3)如图 2 所示，为使粒子能再次回到 I 区，应满足

$R_2(1+\sin\theta)<L$ [或 $R_2(1+\sin\theta)\le L$] ⑪

联立①⑧⑪式，代入数据得

$B_2>\frac{3}{L}\sqrt{\frac{mU}{2q}}$ (或 $B_2\ge\frac{3}{L}\sqrt{\frac{mU}{2q}}$) ⑫

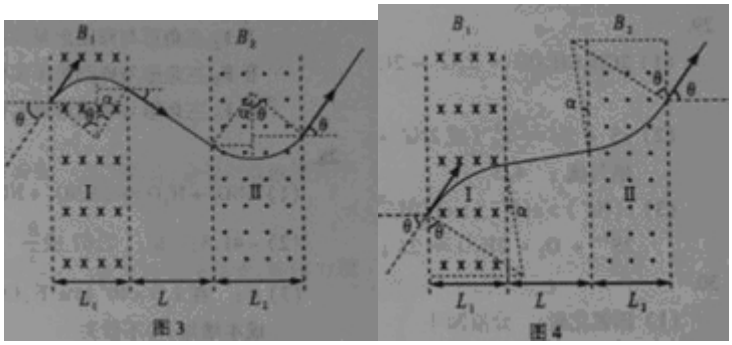
(4)如图 3(或图 4)所示，设粒子射出磁场 I 区时速度与水平方向的夹角为 α，由几何知识可得 $L_1=R_1(\sin\theta+\sin\alpha)$， [或 $L_1=R_1(\sin\theta-\sin\alpha)$]， ⑬

$L_2=R_2(\sin\theta+\sin\alpha)$， [或 $L_2=R_2(\sin\theta-\sin\alpha)$]， ⑭

联立②⑧式解得 $B_1R_1=B_2R_2$ ⑮

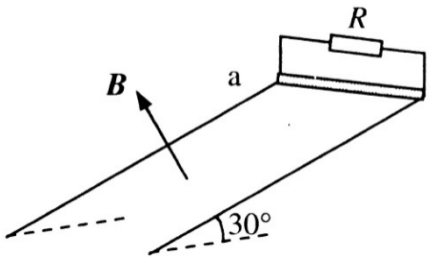
联立⑬⑭⑮式解得 $B_1L_1=B_2L_2$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【考点定位】带电粒子在有界磁场中的运动

86.(2011·上海卷)电阻可忽略的光滑平行金属导轨长S=1.15m，两导轨间距L=0.75 m，导轨倾角为30°，导轨上端ab接一阻值R=1.5Ω的电阻，磁感应强度B=0.8T的匀强磁场垂直轨道平面向上。阻值r=0.5Ω，质量m=0.2kg的金属棒与轨道垂直且接触良好，从轨道上端ab处由静止开始下滑至底端，在此过程中金属棒产生的焦耳热 $Q_r=0.1J$ 。(取 $g=10m/s^2$)求：



(1)金属棒在此过程中克服安培力的功 $W_{安}$ ；

(2)金属棒下滑速度 $v=2m/s$ 时的加速度 a .

(3)为求金属棒下滑的最大速度 v_m，有同学解答如下：由动能定理 $W_{重}-W_{安}=\frac{1}{2}mv_m^2$ ，……。由此所得结果是否正确？若正确，说明理由并完成本小题；若不正确，给出正确的解答。

【答案】(1) $0.4J$ (2) $3.2m/s^2$ (3)正确， $27.4m/s$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)下滑过程中安培力的功即为在金属棒和电阻上产生的焦耳热，由于 $R=3r$，

因此 $Q_R=3Q_r=0.3J$，故 $W_{安}=Q=Q_R+Q_r=0.4J$，

(2)金属棒下滑时受重力和安培力 $F_{安}=BIL=\frac{B^2L^2}{R+r}v$

由牛顿第二定律 $mgsin30°-\frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

故 $a=g\sin30°-\frac{B^2L^2}{m(R+r)}v=10\times\frac{1}{2}-\frac{0.8^2\times0.75^2\times2}{0.2\times(1.5+0.5)}=3.2(m/s^2)$

(3)此解法正确.金属棒下滑时重力、支持力和安培力作用，根据牛顿第二定律

$mgsin30°-\frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

上式表明，加速度随速度增加而减小，棒作加速度减小的加速运动.无论最终是否达到匀速，当棒到达斜面底端时速度一定为最大.由动能定理可以得到棒的末速度，因此上述解法正确.

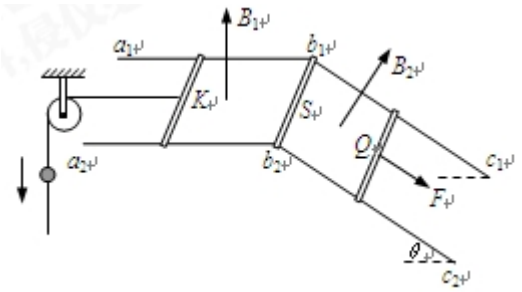
$mgS\sin30°-Q=\frac{1}{2}mv_m^{\ 2}$

故 $v_m=\sqrt{2gS\sin30°-\frac{2Q}{m}}=\sqrt{2\times10\times1.15\times\frac{1}{2}-\frac{2\times0.4}{0.2}}=2.74(m/s)$

【考点定位】电磁感应中的能量转化；牛顿第二定律；动能定理的应用；焦耳定律

87.(2011·四川卷)如图所示，间距 l=0.3m 的平行金属导轨 $a_1b_1c_1$ 和 $a_2b_2c_2$ 分别固定在两个竖直面内，在水平面 $a_1b_1b_2a_2$ 区域内和倾角 θ=37° 的斜面 $c_1b_1b_2c_2$ 区域内分别有磁感应强度 B_1=0.4T、方向竖直向上和 B_2=1T、方向垂直于斜面向上的匀强磁场。电阻 R=0.3Ω、质量 m_1=0.1kg、长为 l 的相同导体杆 K、S、Q 分别放置

在导轨上，S 杆的两端固定在 b_1、b_2 点，K、Q 杆可沿导轨无摩擦滑动且始终接触良好。一端系于 K 杆中点的轻绳平行于导轨绕过轻质滑轮自然下垂，绳上穿有质量 m_2=0.05kg 的小环。已知小环以 a=6m/s^2 的加速度沿绳下滑，K 杆保持静止，Q 杆在垂直于杆且沿斜面向下的拉力 F 作用下匀速运动。不计导轨电阻和滑轮摩擦，绳不可伸长。取 g=10 m/s^2，sin37°=0.6，cos37°=0.8。求



(1)小环所受摩擦力的大小；

(2)Q 杆所受拉力的瞬时功率。

【答案】(1) $F_f=0.2N$ (2) $P=2W$

【解析】(1)设小环受到的摩擦力大小为 F_f，由牛顿第二定律，有 $m_2g-F_f=m_2a$

代入数据得 $F_f=0.2N$ ；

(2)设通过 K 杆的电流为 I_1，K 杆受力平衡，有 $F_f=B_1I_1l$

设回路中电流为 I，总电阻为 $R_{总}$，有：$I=2I_1$，$R_{总}=\frac{3}{2}R$

设 Q 杆下滑速度大小为 v，产生的感应电动势为 E，有 $I=\frac{E}{R_{总}}$

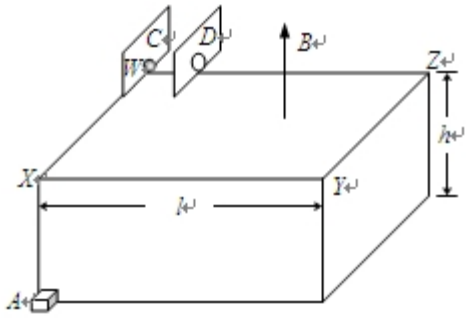
$E=B_2lv$，$F+m_1gsin\theta=B_2Il$，拉力的瞬时功率为 $P=Fv$

联立以上方程，代入数据解得 Q 杆受拉力的功率 $P=2W$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】导体切割磁感线运动

88.(2011·四川卷)如图所示，正方形绝缘光滑水平台面 WXYZ 边长 l=1.8m，距地面 h=0.8m。平行板电容器的极板 CD 间距 d=0.1m 且垂直放置于台面。C 板位于边界 WX 上，D 板与边界 WZ 相交处有一小孔。电容器外的台面区域内有磁感应强度 B=1T，方向竖直向上的匀强磁场。电荷量 $q=5\times10^{-13}C$ 的微粒静止于 W 处，在 CD 间加上恒定电压 U=2.5V，板间微粒经电场加速后由 D 板所开小孔进入磁场(微粒始终不与极板接触)，然后由 XY 边界离开台面。在微粒离开台面瞬时，静止于 X 正下方水平地面上 A 点的滑块获得一水平速度，在微粒落地时恰好与之相遇。假定微粒在真空中运动、极板间电场视为匀强电场，滑块视为质点。滑块与地面间的动摩擦因数 μ=0.2，取 $g=10m/s^2$。



(1)求微粒在极板间所受电场力的大小并说明两板的极性；

(2)求由 XY 边界离开台面的微粒的质量范围；

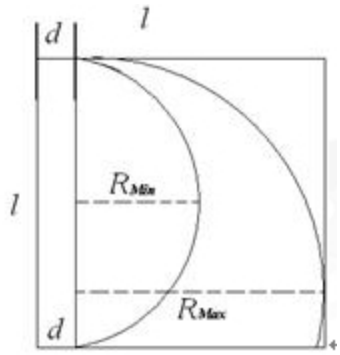
(3)若微粒质量 $m_0=1\times10^{-13}kg$，求滑块开始运动所获得的速度。

【答案】(1)$1.25\times10^{-11}N$　C 板为正，D 板为负　(2)$8.1\times10^{-14}kg<m\le2.89\times10^{-13}kg$

(3)$v_0=4.15m/s$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由左手定则及微粒的偏转方向可知，该微粒带正电，即 C 板为正，D 板为负；电场力的大小为：$F=qE=q\frac{U}{d}=1.25\times10^{-11}\text{N}$…①



(2)由题意知两个轨迹边界如图所示，由此边界结合勾股定理得：$\frac{l}{2}<R\le l-d$ …②

再由向心力公式 $qvB=m\frac{v^2}{R}$ 得 $R=\frac{mv}{qB}$ …③

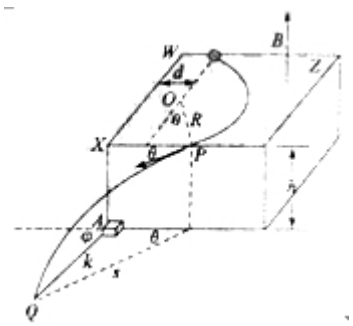
且 $qU=\frac{1}{2}mv^2$ …④

联立②③④式，得该微粒的质量范围：$8.1\times10^{-14}kg<m\le2.89\times10^{-13}kg$

(3)将质量 $m_0=1\times10^{-13}kg$ 代入③④可得：$v=5m/s$ 以及 R=1m，其轨迹如图所示

.

由图可知 $cos\theta=\frac{l-R}{R}=0.8$，也即是 θ=37°…⑤



设微粒在空中的飞行时间为 t，则由运动学公式有：$h=\frac{1}{2}gt^2$ …⑥

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则滑块滑至与微粒相碰过程中微粒的水平位移为：s＝vt⑦

微粒滑出点距左边距离：x=d+Rsinθ…⑧

由⑤⑥⑦⑧可得：s＝2m，x＝0.7m

由余弦定理，知滑块的位移 $S_0=\sqrt{S^2+\pi^2-2Sx\cos\theta}=1.5m$

由位移公式 $S_0=v_0t-\frac{1}{2}\mu gt^2$

解得 v_0＝4.15m/s

由正弦定理有：$\frac{S}{sin\alpha}=\frac{S_0}{sin\theta}$，$\frac{S}{sin\varphi}=\frac{S_0}{sin\theta}$

得：$sin\varphi=0.8$，$\varphi=arcsin0.8$ (或 $\varphi=53°$)

【考点定位】带电粒子在电磁场中的运动规律

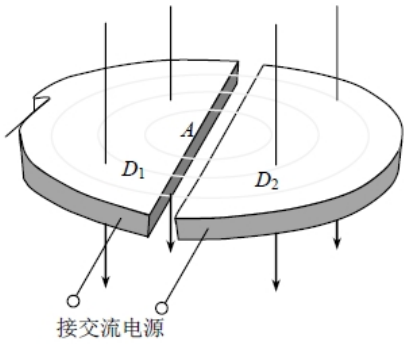
89.(2011·天津卷)回旋加速器在核科学、核技术、核医学等高新技术领域得到了广泛应用，有力地推动了现代科学技术的发展。

(1)当今医学成像诊断设备 PET/CT 堪称“现代医学高科技之冠”，它在医疗诊断中，常利用能放射电子的同位素碳 11 为示踪原子，碳 11 是由小型回旋加速器输出的高速质子轰击氮 14 获得，同时还产生另一粒子，试写出核反应方程。若碳 11 的半衰期 τ 为 20min，经 2.0h 剩余碳 11 的质量占原来的百分之几？(结果取 2 位有效数字)

(2)回旋加速器的原理如图，D_1 和 D_2 是两个中空的半径为 R 的半圆金属盒，它们接在电压一定、频率为 f 的交流电源上，位于 D_1 圆心处的质子源 A 能不断产生质子(初速度可以忽略，重力不计)，它们在两盒之间被电场加速，D_1、D_2 置于与

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

盒面垂直的磁感应强度为B的匀强磁场中。若质子束从回旋加速器输出时的平均功率为P，求输出时质子束的等效电流I与P、B、R、f的关系式(忽略质子在电场中运动的时间，其最大速度远小于光速)



(3)试推理说明：质子在回旋加速器中运动时，随轨道半径r的增大，同一盒中相邻轨道的半径之差Δr是增大、减小还是不变？

【答案】(1)${}_{7}^{14}N+{}_{1}^{1}H\rightarrow{}_{6}^{11}C+{}_{2}^{4}He$、1.6% (2)$I=\frac{P}{\pi BR^2 f}$ (3)减小

【解析】(1)核反应方程为${}_{7}^{14}N+{}_{1}^{1}H\rightarrow{}_{6}^{11}C+{}_{2}^{4}He$…①

设碳11原有质量为m_0，经过$t=2.0h$剩余的质量为m_t，根据半衰期定义，有：

$\frac{m_t}{m_0}=(\frac{1}{2})^{\frac{t}{\tau}}=(\frac{1}{2})^{\frac{120}{20}}=1.6\%$…②

(2)设质子质量为m，电荷量为q，质子离开加速器时速度大小为v，由牛顿第二定律知：$qvB=m\frac{v^2}{R}$③

质子运动的回旋周期为：$T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$…④

由回旋加速器工作原理可知，交变电源的频率与质子回旋频率相同，由周期T与频率f的关系可得：$f=\frac{1}{T}$…⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设在 t 时间内离开加速器的质子数为 N，则质子束从回旋加速器输出时的平均功率 $P=\frac{N\cdot\frac{1}{2}mv^2}{t}$ …⑥

输出时质子束的等效电流为：$I=\frac{Nq}{t}$ …⑦

由上述各式得 $I=\frac{P}{\pi BR^2 f}$

(3)方法一：

设 k(k∈N*)为同一盒子中质子运动轨道半径的序数，相邻的轨道半径分别为 r_k，$r_{k+1}(r_k>r_{k+1})$，

$\Delta r_k=r_{k+1}-r_k$，在相应轨道上质子对应的速度大小分别为 v_k，v_{k+1}，D_1、D_2 之间的电压为 U，由动能定理知 $2qU=\frac{1}{2}mv_{k+1}^2-\frac{1}{2}mv_k^2$ ⑧

由洛伦兹力充当质子做圆周运动的向心力，知 $r_k=\frac{mv_k}{qB}$，则 $2qU=\frac{q^2B^2}{2m}(r_{k+1}^2-r_k^2)$ ⑨

整理得 $\Delta r_k=\frac{4mU}{qB^2(r_{k+1}-r_k)}$ ⑩

因 U、q、m、B 均为定值，令 $C=\frac{4mU}{qB^2}$，由上式得 $\Delta r_k=\frac{C}{r_k+r_{k+1}}$ ⑪

相邻轨道半径 r_{k+1}，r_{k+2} 之差 $\Delta r_{k+1}=r_{k+2}-r_{k+1}$

同理 $\Delta r_k=\frac{C}{r_{k+1}+r_{k+2}}$

因为 $r_{k+2}>r_k$，比较 Δr_k，Δr_{k+1} 得 $\Delta r_{k+1}<\Delta r_k$

说明随轨道半径 r 的增大，同一盒中相邻轨道的半径之差 Δr 减小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

方法二：

设 k(k∈N*)为同一盒子中质子运动轨道半径的序数，相邻的轨道半径分别为 r_k，$r_{k+1}(r_k>r_{k+1})$，

$\Delta r_k = r_{k+1} - r_k$，在相应轨道上质子对应的速度大小分别为 v_k，v_{k+1}，D_1、D_2 之间的电压为 U

由洛伦兹力充当质子做圆周运动的向心力，知 $r_k = \frac{mv_k}{qB}$，故 $\frac{r_k}{r_{k+1}} = \frac{v_k}{v_{k+1}}$ (12)

由动能定理知，质子每加速一次，其动能增量 $\Delta E_k = qU$ (13)

以质子在 D_2 盒中运动为例，第 k 次进入 D_2 时，被电场加速(2k－1)次

速度大小为 $v_k = \sqrt{\frac{(2k-1)2qU}{m}}$ (14)

同理，质子第(k+1)次进入 D_2 时，速度大小为 $v_{k+1} = \sqrt{\frac{(2k+1)2qU}{m}}$

综合上述各式可得 $\frac{r_k}{r_{k+1}} = \frac{v_k}{v_{k+1}} = \sqrt{\frac{2k-1}{2k+1}}$

整理得 $\frac{r_k^2}{r_{k+1}^2} = \frac{2k-1}{2k+1}$，$\frac{r_{k+1}^2 - r_k^2}{r_{k+1}^2} = \frac{2}{2k+1}$

$$\Delta r_k = \frac{2r_{k+1}^2}{(2k+1)(r_k + r_{k+1})}$$

同理，对于相邻轨道半径 r_{k+1}，r_{k+2}，$\Delta r_{k+1} = r_{k+2} - r_{k+1}$，整理后有

$$\Delta r_{k+1} = \frac{2r_{k+1}^2}{(2k+1)(r_{k+1} + r_{k+2})}$$

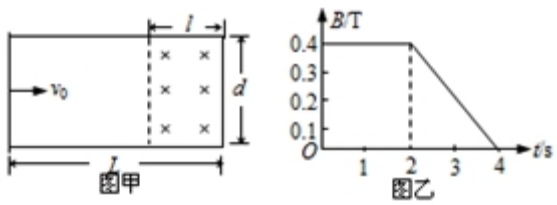
由于 $r_{k+2} > r_k$，比较 Δr_k，Δr_{k+1} 得 $\Delta r_{k+1} < \Delta r_k$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

说明随轨道半径 r 的增大，同一盒中相邻轨道的半径之差 Δr 减小，用同样的方法也可得到质子在 D_1 盒中运动时具有相同的结论。

【考点定位】回旋加速器

90.(2011·浙江卷)如图甲所示，在水平面上固定有长为 L=2m、宽为 d=1m 的金属“U”型轨导，在“U”型导轨右侧 l=0.5m 范围内存在垂直纸面向里的匀强磁场，且磁感应强度随时间变化规律如图乙所示。在 t=0 时刻，质量为 m=0.1kg 的导体棒以 v_0=1m/s 的初速度从导轨的左端开始向右运动，导体棒与导轨之间的动摩擦因数为 μ=0.1，导轨与导体棒单位长度的电阻均为 $\lambda=0.1\Omega/m$，不计导体棒与导轨之间的接触电阻及地球磁场的影响(取 $g=10m/s^2$)。



(1)通过计算分析 4s 内导体棒的运动情况；

(2)计算 4s 内回路中电流的大小，并判断电流方向；

(3)计算 4s 内回路产生的焦耳热。

【答案】(1)导体棒在 $1s$ 前做匀减速运动，在 $1s$ 后以后一直保持静止(2) $0.2A$，电流方向是顺时针方向。(3) $0.04J$

【解析】(1)导体棒先在无磁场区域做匀减速运动，有 $-\mu mg=ma$，$v_t=v_0+at$，$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$

代入数据解得：$t=1s$，$x=0.5m$，导体棒没有进入磁场区域.导体棒在 1s 末已经停止运动，以后一直保持静止，离左端位置仍为 x=0.5m

(2)前 2s 磁通量不变，回路电动势和电流分别为 E=0，I=0，后 2s 回路产生的电动势为 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}ld=\frac{0.4}{2}\times0.5\times1=0.1\text{V}$；

回路的总长度为 5m，因此回路的总电阻为 $R=5\lambda=0.5\Omega$

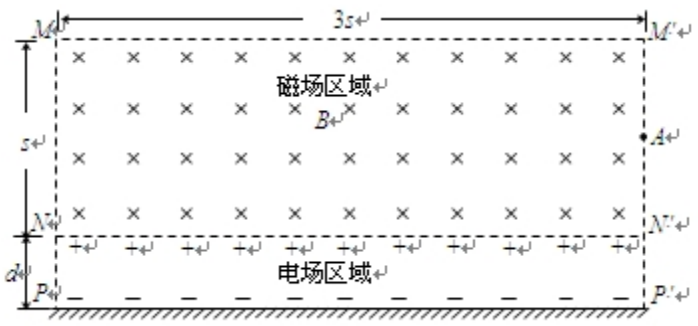
电流为 $I=\frac{E}{R}=\frac{0.1}{0.5}=0.2A$；

根据楞次定律，在回路中的电流方向是顺时针方向

(3)前 2s 电流为零，后 2s 有恒定电流，焦耳热为 $Q=I^2Rt=0.2^2\times0.5\times2=0.04\text{J}$.

【考点定位】电磁感应磁变类问题

91.(2011·重庆卷)某仪器用电场和磁场来控制电子在材料表面上方的运动。如图所示，材料表面上方矩形区域 PP'N'N 充满竖直向下的匀强电场，宽为 d；矩形区域 NN'M′M 充满垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B，长为 3s，宽为 s；NN'为磁场与电场之间的薄隔离层。一个电荷量为 e、质量为 m、初速为零的电子，从 P 点开始被电场加速经隔离层垂直进入磁场，电子每次穿越隔离层，运动方向不变，其动能损失是每次穿越前动能的 10%，最后电子仅能从磁场边界 M'N'飞出。不计电子所受重力。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求电子第二次与第一次圆周运动半径之比；

(2)求电场强度的取值范围；

(3)A 是 M′N′的中点，若要使电子在 A、M ′间垂直于 AM ′飞出，求电子在磁场区域中运动的时间。

【答案】(1) $R_2:R_1=0.9:1$ (2) $\frac{B^2es^2}{80md}<E\le\frac{5B^2es^2}{9md}$ (3) $\frac{5\pi m}{2eB}$

【解析】(1)设圆周运动的半径分别为 R_1、R_2、…R_n、R_{n+1}…，第一和第二次圆周运动速率分别为 v_1 和 v_2，动能分别为 E_{k1} 和 E_{k2}，由：$E_{k2}=0.81E_{k1}$，

$R_1=\frac{mv_1}{Be}$，$R_2=\frac{mv_2}{Be}$

$E_{k1}=\frac{1}{2}mv_1^2$，$E_{k2}=\frac{1}{2}mv_2^2$，得：$R_2:R_1=0.9:1$

(2)设电场强度为 E，第一次到达隔离层前的速率为 v'，根据能量关系有：

$eEd=\frac{1}{2}mv'^2\Rightarrow 0.9\times\frac{1}{2}mv'^2=\frac{1}{2}mv_1^2$，$R_1\le s$ 得：$E\le\frac{5B^2es^2}{9md}$

又由：$R_n=0.9^{n-1}R_1$，$2R_1(1+0.9+0.9^2+\ldots+0.9^n+\ldots)=3s$，得：$E>\frac{B^2es^2}{80md}$

电场强度的取值范围为 $\frac{B^2es^2}{80md}<E\le\frac{5B^2es^2}{9md}$

(3)设电子在匀强磁场中，圆周运动的周期为 T，运动的半圆周个数为 n，运动总时间为 t

由题意，有：$\frac{2R_1\left(1-0.9^n\right)}{1-0.9}+R_{n+1}=3s$，$R_1\le s$，$R_{n+1}=0.9^nR_1$，$R_{n+1}\ge\frac{s}{2}$，得：n=2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由题意知，电子在磁场中做了 2 个半圆和一个 $\frac{1}{4}$ 圆，由：$T=\frac{2\pi m}{eB}$，得：

$t=2\times\frac{1}{2}T+\frac{1}{4}T=\frac{5\pi m}{2eB}$

【考点定位】带电粒子在电磁场中的运动

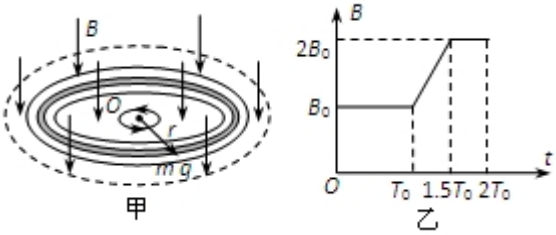
92.(2012·福建卷)如图甲，在圆柱形区域内存在一方向竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，在此区域内，沿水平面固定一半径为 r 的圆环形光滑细玻璃管，环心 0 在区域中心。一质量为 m、带电量为 q(q>0)的小球，在管内沿逆时针方向(从上向下看)做圆周运动。已知磁感应强度大小 B 随时间 t 的变化关系如图乙所示，其中 $T_0=\frac{2\pi m}{qB_0}$。设小球在运动过程中电量保持不变，对原磁场的影响可忽略。

(1)在 t=0 到 $t=T_0$ 这段时间内，小球不受细管侧壁的作用力，求小球的速度大小 v_0；

(2)在竖直向下的磁感应强度增大过程中，将产生涡旋电场，其电场线是在水平面内一系列沿逆时针方向的同心圆，同一条电场线上各点的场强大小相等。试求 $t=T_0$ 到 $t=1.5T_0$ 这段时间内：

①细管内涡旋电场的场强大小 E；

②电场力对小球做的功 W。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】$v=\frac{qB_0r}{m}$ ；$E=\frac{qB_0^2r}{2\pi m}$ ；$W=\frac{5q^2B_0^2r^2}{8m}$

【解析】(1)小球做圆周运动向心力由洛伦磁力提供：设速度为 v，有：$qvB=m\frac{v^2}{r}$

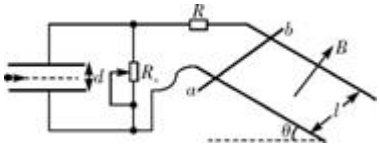
解得：$v=\frac{qB_0r}{m}$。

(2)①在磁场变化过程中，圆管所在的位置会产生电场，根据法拉第感应定律可知，电势差$U=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{(2B_0-B_0)\times\pi r^2}{(1.5T_0-T_0)}=\frac{2B_0\pi r^2}{T_0}$，电场处处相同，认为是匀强电场则有：$E=\frac{U}{d}=\frac{B_0r}{T_0}$ 又因为$T_0=\frac{2\pi m}{qB_0}$，得到场强$E=\frac{qB_0^2r}{2\pi m}$

②电场力为：$F=Eq=\frac{rB_0q}{T_0}$。根据牛顿第二定律，有$F=ma$，解得$a=\frac{rB_0q}{mT_0}$，物体的末速度为：$v=v_0+at=\frac{qB_0r}{m}+\frac{rB_0q}{mT_0}\cdot\frac{T_0}{2}=\frac{3qB_0r}{2m}$，根据动能定理，电场力做的功为：$W=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{5q^2B_0^2r^2}{8m}$。

【考点定位】本题考查带电粒子在电场和磁场中的运动相关知识

93.(2012·广东卷)如图所示，质量为 M 的导体棒 ab，垂直放在相距为 l的平行光滑金属轨道上。导轨平面与水平面的夹角为 θ，并处于磁感应强度大小为 B、方向垂直于导轨平面向上的匀强磁场中，左侧是水平放置、间距为 d 的平行金属板。R 和 R_x 分别表示定值电阻和滑动变阻器的阻值，不计其他电阻。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)调节 R_x=R，释放导体棒，当棒沿导轨匀速下滑时，求通过棒的电流 I 及棒的速率 v。

(2)改变 R_x，待棒沿导轨再次匀速下滑后，将质量为 m、带电量为+q 的微粒水平射入金属板间，若它能匀速通过，求此时的 R_x。

【答案】(1) $v=\frac{2MgR\sin\theta}{B^2l^2}$ (2) $R_x=\frac{mldB}{Mq\sin\theta}$

【解析】(1)导体棒匀速下滑时，$Mgsin\theta=BIl$ ①

$I=\frac{Mgsin\theta}{Bl}$ ②

设导体棒产生的感应电动势为 E_0，$E_0=BLv$ ③

由闭合电路欧姆定律得：$I=\frac{E_0}{R+Rx}$ ④

联立②③④，得 $v=\frac{2MgRsin\theta}{B^2l^2}$ ⑤

(2)改变 R_x 由②式可知电流不变.设带电微粒在金属板间匀速通过时，板间电压为 U，电场强度大小为 E，$U=IR_x$ ⑥

$E=\frac{U}{d}$ ⑦

$mg=qE$ ⑧

联立②⑥⑦⑧，得 $R_x=\frac{mBld}{qMsin\theta}$ 。

【考点定位】本题考查了电磁感应中的力电综合问题

94.(2012·江苏卷·T15)如图所示，待测区域中存在匀强电场和匀强磁场，根据带电粒子射入时的受力情况可推测其电场和磁场. 图中装置由加速器和平移器组成，平移器由两对水平放置、相距为l的相同平行金属板构成，极板长度为l、间距为d，两对极板间偏转电压大小相

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

等、电场方向相反. 质量为m、电荷量为+q 的粒子经加速电压U0 加速后，水平射入偏转电压为U1 的平移器，最终从A 点水平射入待测区域. 不考虑粒子受到的重力.

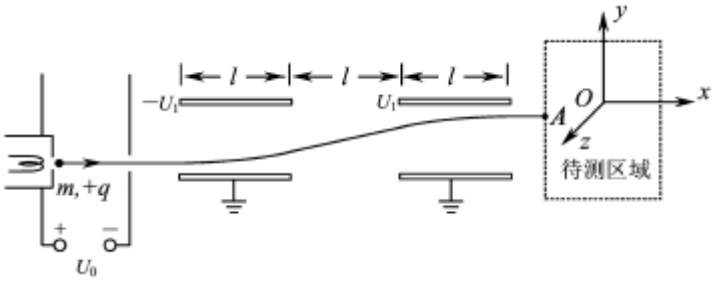
(1)求粒子射出平移器时的速度大小v1;

(2)当加速电压变为4U0 时，欲使粒子仍从A 点射入待测区域，求此时的偏转电压U;

(3)已知粒子以不同速度水平向右射入待测区域，刚进入时的受力大小均为F. 现取水平向右为x 轴正方向，建立如图所示的直角坐标系Oxyz. 保持加速电压为U0 不变，移动装置使粒子沿不同的坐标轴方向射入待测区域，粒子刚射入时的受力大小如下表所示.

射入方向	y	$-y$	z	$-z$
受力大小	$\sqrt{5}F$	$\sqrt{5}F$	$\sqrt{7}F$	$\sqrt{3}F$

请推测该区域中电场强度和磁感应强度的大小及可能的方向.



【答案】(1) $v_1=\sqrt{\dfrac{2qU_0}{m}}$ (2) $U=4U_1$

(3)E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 30°或 150°,

若 B 沿-x 轴方向，E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为-30°或-150°。

【解析】(1)设粒子射出加速器的速度为 v_0

动能定理 $qU_0=\dfrac{1}{2}mv_0^2$

由题意得 $v_1=v_0$，即 $v_1=\sqrt{\dfrac{2qU_0}{m}}$

(2)在第一个偏转电场中,设粒子的运动时间为 t

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

加速度的大小 $a=\frac{qU_1}{md}$

在离开时,竖直分速度 $v_y=at$

竖直位移 $y_1=\frac{1}{2}at^2$

水平位移 $l=v_1t$

粒子在两偏转电场间做匀速直线运动,经历时间也为 t

竖直位移 $y_2=v_yt$

由题意知，粒子竖直总位移 $y=2y_1+y_2$

解得 $y=\frac{U_1l^2}{U_0d}$

则当加速电压为 $4U_0$ 时， $U=4U_1$

(3)(a)由沿 x 轴方向射入时的受力情况可知:B 平行于 x 轴.且 $E=\frac{F}{q}$

(b)由沿 $\overset{+}{-}y$ 轴方向射入时的受力情况可知:E 与 Oxy 平面平行.

$F^2+f^2=(5F)^2$，则 $f=2F$ 且 $f=qv_1B$

解得 $B=\frac{F}{B}\sqrt{\frac{2m}{qU_0}}$

(c)设电场方向与 x 轴方向夹角为 α .

若 B 沿 x 轴方向，由沿 z 轴方向射入时的受力情况得

$(f+F\sin\alpha)^2+(F\cos\alpha)^2=(\sqrt{7}F)^2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

解得 $\alpha = 30°$， 或 $\alpha = 150°$

即 E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为 30°或 150°.

同理，若 B 沿-x 轴方向

E 与 Oxy 平面平行且与 x 轴方向的夹角为-30°或-150°.

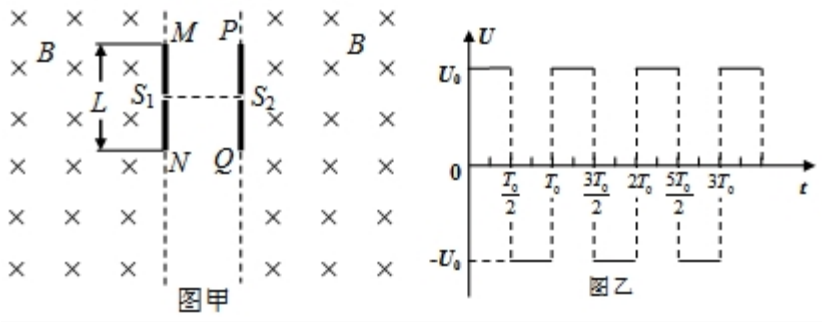
【考点定位】本题考查带电粒子在电场中的运动及其相关知识

95.(2012·山东卷)如图甲所示，相隔一定距离的竖直边界两侧为相同的匀强磁场区，磁场方向垂直纸面向里，在边界上固定两长为 L 的平行金属极板 MN 和 PQ，两极板中心各有一小孔 S_1、S_2，两极板间电压的变化规律如图乙所示，正反向电压的大小均为 U_0，周期为 T_0。在 t=0 时刻将一个质量为 m、电量为-q(q >0)的粒子由 S_1 静止释放，粒子在电场力的作用下向右运动，在 t= $T_0/2$ 时刻通过 S_2 垂直于边界进入右侧磁场区。(不计粒子重力，不考虑极板外的电场)

(1)求粒子到达 S_2 时的速度大小 v 和极板距离 d。

(2)为使粒子不与极板相撞，求磁感应强度的大小应满足的条件。

(3)若已保证了粒子未与极板相撞，为使粒子在 t=3T_0 时刻再次到达 S_2，且速度恰好为零，求该过程中粒子在磁场内运动的时间和磁感强度的大小



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $d=\frac{T_0}{4}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ ；(2) $B\le\frac{4}{L}\sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$ ；(3) $B=\frac{8\pi m}{7qT_0}$

【解析】(1)粒子在匀强电场中电场力做功等于粒子动能的增加，得： $qU_0=\frac{1}{2}mv^2$

代入数据，得： $v=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$，又： $d=\frac{1}{2}v(\frac{T_0}{2})$，联立以上两式，得： $d=\frac{T_0}{4}\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$。

(2)粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，即： $qvB=\frac{mv^2}{r}$，得： $r=\frac{mv}{Bq}$，使粒子不与极板相撞，则运动的半径 $r\ge\frac{L}{4}$，联立以上两式，得： $B\le\frac{4}{L}\sqrt{\frac{2mU_0}{q}}$。

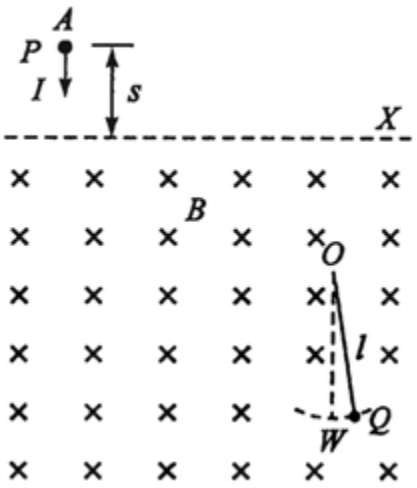
(3)粒子在 $t=3T_0$ 时刻再次到达 S_2，且速度恰好为零，根据运动的对称性，则从 s_1 再次进入电场时的时刻是 $\frac{5T_0}{2}$ ；粒子从左向右应是水平匀速穿过无场区，距离为 d，时间为： $t_1=\frac{d}{v}=\frac{T_0}{4}$，粒子在左右磁场中的时间是相等的，粒子在磁场中运动的总时间： $t'=\frac{5T_0}{2}-\frac{T_0}{2}-\frac{T_0}{4}=\frac{7T_0}{4}$，粒子在左右磁场中的时间是相等的且都是半个周期，所以粒子运动的总时间是一个周期，即 $t'=T$ ；粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，得： $qvB=\frac{m4\pi^2r}{T^2}$，$vT=2\pi r$，联立以上公式得： $B=\frac{8\pi m}{7qT_0}$ 。

【考点定位】本题考查带电粒子在电场与磁场中的运动及其相关知识

96.(2012·四川卷·T25)如图所示，水平虚线 X 下方区域分布着方向水平、垂直纸面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场，整个空间存在匀强电场(图中未画出)。质量为 m，电荷量为+q 的小球 P 静止于虚线 X 上方 A 点，在某一瞬间受到方向竖直向下、大小为 I 的冲量作用而做匀速直线运动。在 A 点右下方的磁场中有定点 O，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

长为 l 的绝缘轻绳一端固定于 O 点，另一端连接不带电的质量同为 m 的小球 Q，自然下垂。保持轻绳伸直，向右拉起 Q，直到绳与竖直方向有一小于 5^0 的夹角，在 P 开始运动的同时自由释放 Q，Q 到达 O 点正下方 W 点时速度为 v_0。P、Q 两小球在 W 点发生正碰，碰后电场、磁场消失，两小球粘在一起运动。P、Q 两小球均视为质点，P 小球的电荷量保持不变，绳不可伸长，不计空气阻力，重力加速度为 g。



(1)求匀强电场场强 E 的大小和 P 进入磁场时的速率 v；

(2)若绳能承受的最大拉力为 F，要使绳不断，F 至少为多大？

(3)求 A 点距虚线 X 的距离 s。

【答案】见解析

【解析】(1)小球 P 所受重力和电场力平衡：$mg = qE$

电场场强：$E = \frac{mg}{q}$

由动量定理得：$I = mv$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

得 v＝I/m

(2)设 P、Q 同向相碰后在 W 点的最大速度为 v_m，由动量守恒定律得：

$$mv+mv_0=(m+m)\ v_m$$

此刻轻绳的张力也为最大，由牛顿运动定律得：

$F-(m+m)\ g=\frac{(m+m)}{l}v_m^{\ 2}$ 联立相关方程，得：$F=\frac{(I+mv_0)^2}{2mI}+2mg$

(3)设 P 在磁场上方做匀速直线运动的时间为 t_{P1}，则 $t_{P1}=\frac{s}{v}$，设 P 在 X 下方做匀速圆周运动的时间为 t_{P2}，则 $t_{P2}=\frac{\pi m}{2Bq}$。

设小球 Q 从开始运动到与 P 球反向相碰的运动时间为 t_Q，由单摆周期性，有

$t_Q=(n+\frac{1}{2})2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，由题意，有 $t_Q=t_{P1}+t_{P2}$ 联立相关方程，得

$s=(n+\frac{1}{4})\frac{2\pi I}{m}\sqrt{\frac{l}{g}}-\frac{\pi I}{2Bq}$，$n$ 为大于 $(\frac{m}{4Bq}\sqrt{\frac{g}{l}}-\frac{1}{4})$ 的整数。

设小球 Q 从开始运动到与 P 球同向相碰的运动时间为 t_Q'，由单摆周期性，有

$t_Q'=(n+\frac{3}{4})2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

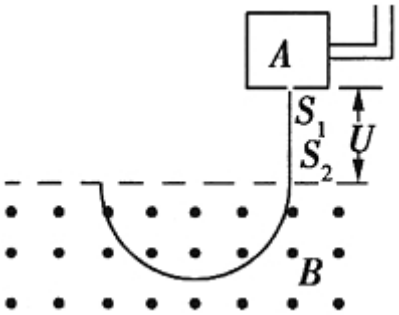
同理可得 $s=(n+\frac{3}{4})\frac{2\pi I}{m}\sqrt{\frac{l}{g}}-\frac{\pi I}{2Bq}$，其中 n 为大于 $(\frac{m}{4Bq}\sqrt{\frac{g}{l}}-\frac{3}{4})$ 的整数。

【考点定位】本题考查带电粒子在复合场中的运动及其相关知识

97.(2012·天津卷)对铀 235 的进一步研究在核能的开发和利用中具有重要意义。如图所示，质量为 m、电荷量为 q 的铀 235 离子，从容器 A 下方的小孔 S_1 不断飘入加速电场，其初速度可视为零，然后经过小孔 S_2 垂直于磁场方向进入磁感应

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

强度为 B 的匀强磁场中，做半径为 R 的匀速圆周运动。离子行进半个圆周后离开磁场并被收集，离开磁场时离子束的等效电流为 I。不考虑离子重力及离子间的相互作用。



(1)求加速电场的电压 U；

(2)求出在离子被收集的过程中任意时间 t 内收集到离子的质量 M；

(3)实际上加速电压的大小会在 U+ΔU 范围内微小变化。若容器 A 中有电荷量相同的铀 235 和铀 238 两种离子，如前述情况它们经电场加速后进入磁场中会发生分离，为使这两种离子在磁场中运动的轨迹不发生交叠，$\frac{\Delta U}{U}$ 应小于多少？(结果用百分数表示，保留两位有效数字)

【答案】(1) $\frac{qB^2R^2}{2m}$　(2) $\frac{mIt}{q}$　(3)0.63%

【解析】(1)设离子经电场加速后进入磁场时的速度为 v，由动能定理得：qU = $\frac{1}{2}$ mv^2

离子在磁场中做匀速圆周运动，由牛顿第二定律得：$qvB = \frac{mv^2}{R}$

解得：$U = \frac{qB^2R^2}{2m}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设在 t 时间内收集到的离子个数为 N，总电荷量 Q = It

Q = Nq

M = Nm = $\frac{mIt}{q}$

(3)由以上分析可得：R = $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$

设 m′为铀 238 离子质量，由于电压在 U±ΔU 之间有微小变化，铀 235 离子在磁场中最大半径为：R_{max} = $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m(U+\Delta U)}{q}}$

铀 238 离子在磁场中最小半径为：R_{min} = $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m(U-\Delta U)}{q}}$

这两种离子在磁场中运动的轨迹不发生交叠的条件为：R_{max}<R_{min}

即：$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m(U+\Delta U)}{q}}$ < $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m(U-\Delta U)}{q}}$

得：$m(U+\Delta U)$<$m(U-\Delta U)$

$\frac{\Delta U}{U}$ < $\frac{m'-m}{m'+m}$

其中铀 235 离子的质量 m = 235u(u 为原子质量单位)，铀 238 离子的质量 m′= 238u

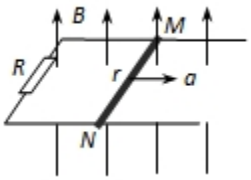
则：$\frac{\Delta U}{U}$ < $\frac{238u-235u}{238u+235u}$

解得：$\frac{\Delta U}{U}$ < 0.63%

【考点定位】本题考查带电粒子在电场、磁场中运动及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

98.(2012·天津卷)如图所示，一对光滑的平行金属导轨固定在同一水平面内，导轨间距 l = 0.5m，左端接有阻值 R = 0.3Ω 的电阻。一质量 m = 0.1kg，电阻 r = 0.1Ω 的金属棒 MN 放置在导轨上，整个装置置于竖直向上的匀强磁场中，磁场的磁感应强度 B = 0.4T。棒在水平向右的外力作用下，由静止开始以 $a = 2m/s^2$ 的加速度做匀加速运动，当棒的位移 x = 9m 时撤去外力，棒继续运动一段距离后停下来，已知撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 $Q_1 : Q_2 = 2 : 1$。导轨足够长且电阻不计，棒在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触。求



(1)棒在匀加速运动过程中，通过电阻 R 的电荷量 q；

(2)撤去外力后回路中产生的焦耳热 Q_2；

(3)外力做的功 W_F。

【答案】(1)4.5C　(2)1.8J　(3)5.4J

【解析】(1)设棒匀加速运动的时间为 Δt，回路的磁通量变化量为：ΔΦ=BLx，

由法拉第电磁感应定律得，回路中的平均感应电动势为：$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

由闭合电路欧姆定律得，回路中的平均电流为：$I = \frac{E}{R+r}$

通过电阻 R 的电荷量为：q = IΔt

联立以上各式，代入数据解得：q =4.5C

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设撤去外力时棒的速度为 v，棒做匀加速运动过程中，由运动学公式得：$v^2=2ax$

设撤去外力后的运动过程中安培力做功为 W，由动能定理得：

$W=0-\frac{1}{2}mv^2$

撤去外力后回路中产生的焦耳热：$Q_2=-W$

联立以上各式，代入数据解得：$Q_2=1.8J$

(3)由题意各，撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 $Q_1:Q_2=2:1$

可得：$Q_1=3.6J$

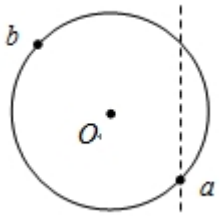
在棒运动的整个过程中，由功能关系可得：$W_F=Q_1+Q_2$

联立以上各式，代入数据解得：$W_F=5.4J$

【考点定位】本题考查电磁感应综合应用及其相关知识

99.(2012·新课标卷)如图，一半径为 R 的圆表示一柱形区域的横截面(纸面)。在柱形区域内加一方向垂直于纸面的匀强磁场，一质量为 m、电荷量为 q 的粒子沿图中直线在圆上的 a 点射入柱形区域，在圆上的 b 点离开该区域，离开时速度方向与直线垂直。圆心 O 到直线的距离为$\frac{3}{5}R$。现将磁场换为平等于纸面且垂直于直线的匀强电场，同一粒子以同样速度沿直线在 a 点射入柱形区域，也在 b 点离开该区域。若磁感应强度大小为 B，不计重力，求电场强度的大小。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

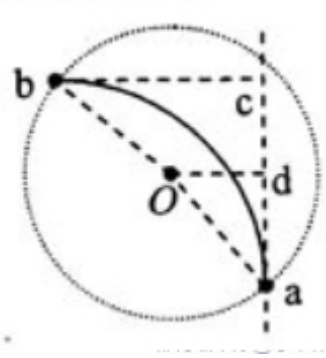


【答案】$E=\frac{14}{5}\frac{qRB^2}{m}$

【解析】解：粒子在磁场中做圆周运动。设圆周的半径为 r，由牛顿第二定律和洛仑兹力公式得：

$qvB=m\frac{v^2}{r}$ ①

式中 v 为粒子在 a 点的速度。



过 b 点和 O 点作直线的垂线，分别与直线交于 c 和 d 点。由几何关系知，线段 $\overline{ac}$、$\overline{bc}$ 和过 a、b 两点的轨迹圆弧的两条半径(未画出)围成一正方形。因此 $\overline{ac}=\overline{bc}=r$ ②

设 $\overline{cd}=x$，有几何关系得 $\overline{ac}=\frac{4}{5}R+x$ ③　　$\overline{bc}=\frac{3}{5}R+\sqrt{R^2-x^2}$ ④

联立②③④式得 $r=\frac{7}{5}R$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

再考虑粒子在电场中的运动。设电场强度的大小为 E，粒子在电场中做类平抛运动。设其加速度大小为 a，由牛顿第二定律和带电粒子在电场中的受力公式得

$qE = ma$ ⑥

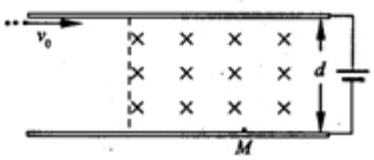
粒子在电场方向和直线方向所走的距离均为 r，有运动学公式得

$r = \frac{1}{2}at^2$ ⑦ $r = vt$ ⑧

式中 t 是粒子在电场中运动的时间。联立①⑤⑥⑦⑧式得 $E = \frac{14}{5}\frac{qRB^2}{m}$ ⑨

【考点定位】本题考查带电粒子在磁场中和电场中的运动及其相关知识

100.(2012·浙江卷)如图所示，二块水平放置、相距为 d 的长金属板接在电压可调的电源上。两板之间的右侧区域存在方向垂直纸面向里的匀强磁场。将喷墨打印机的喷口靠近上板下表面，从喷口连续不断喷出质量均为 m、水平速度均为 v_0、带相等电荷量的墨滴。调节电源电压至 U，墨滴在电场区域恰能沿水平向右做匀速直线运动，进入电场、磁场共存区域后，最终垂直打在下板的 M 点。



(1)判断墨滴所带电荷的种类，并求其电荷量；

(2)求磁感应强度 B 的值；

(3)现保持喷口方向不变，使其竖直下移到两板中间位置。为了使墨滴仍能到达下板 M 点应将磁感应强度调至 B'，则 B'的大小为多少？

(3)根据题设，墨滴圆周运动轨迹如图，设圆周运动半径为 R'，有

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $q=\frac{mgd}{U}$ ；(2) $B=\frac{v_0U}{gd^2}$ ；(3) $B'=\frac{4v_0U}{5gd^2}$

【解析】(1)墨滴在电场区域做匀速直线运动，有：$q\frac{U}{d}=mg$ ①

由①式得，$q=\frac{mgd}{U}$。 ②

由于电场方向向下，电荷所受的电场力方向向上，可知墨滴带负电荷。③

(2)墨滴垂直进入电磁场共存区域，重力仍与电场力平衡，合力等于洛伦兹力，

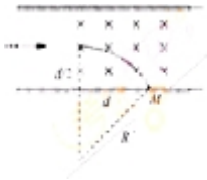
墨滴做匀速圆周运动，有：$qv_0B=m\frac{v_0^2}{R}$ ④

考虑墨滴进入磁场和撞板的几何关系，可知墨滴在该区域恰好完成四分之一圆周

运动，则半径 $R=d$ ⑤

由②④⑤式得，$B=\frac{v_0U}{gd^2}$ ⑥

(3)根据题设，墨滴的运动轨迹如图，设圆周运动的半径为 R'，有：



$qv_0B'=m\frac{v_0^2}{R'}$ ⑦

由图示可得，$R'^2=d^2+(R'-\frac{d}{2})^2$ ⑧

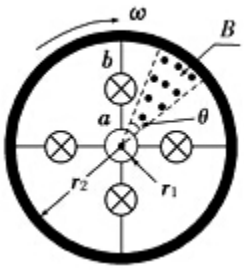
得，$R'=\frac{5}{4}d$ ⑨

联立②⑦⑨式可得，$B'=\frac{4v_0U}{5gd^2}$ 。

【考点定位】本题考查带电粒子在电场、磁场中的应用及其相关知识

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

101.(2012·浙江卷·T25)为了提高自行车夜间行驶的安全性，小明同学设计了一种“闪烁”装置，如图所示，自行车后轮由半径 $r_1=5.0\times10^{-2}$m 的金属内圈、半径 $r_2=0.40$m 的金属内圈和绝缘辐条构成。后轮的内、外圈之间等间隔地接有 4 根金属条，每根金属条的中间均串联有一电阻值为 R 的小灯泡。在支架上装有磁铁，形成了磁感应强度 B=0.10T、方向垂直纸面向外的“扇形”匀强磁场，其内半径为 r_1、外半径为 r_2、张角 $\theta=\pi/6$。后轮以角速度 $\omega=2\pi$ rad/s 相对于转轴转动。若不计其它电阻，忽略磁场的边缘效应。



(1)当金属条 ab 进入“扇形”磁场时，求感应电动势 E，并指出 ab 上的电流方向；

(2)当金属条 ab 进入“扇形”磁场时，画出“闪烁”装置的电路图；

(3)从金属条 ab 进入“扇形”磁场开始，经计算画出轮子转一圈过程中，内圈与外圈之间电势差 Uab-t 图象；

(4)若选择的是“1.5V、0.3A”的小灯泡，该“闪烁”装置能否正常工作？有同学提出，通过改变磁感应强度 B、后轮外圈半径 r_2、角速度 ω 和张角 θ 等物理量的大小，优化前同学的设计方案，请给出你的评价。

【答案】见解析

【解析】(1)金属条 ab 在磁场中切割磁感线运动，所构成的回路磁通量变化，设经过时间 Δt，磁通量变化率为 $\Delta\varphi$，由法拉第电磁感应定律得：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

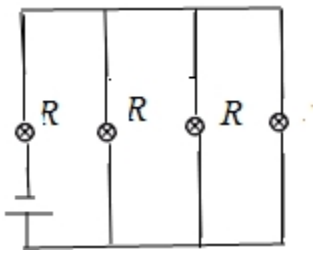
$E=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ①

$\Delta\phi=B\Delta S=B(\frac{1}{2}r_2^2\Delta\theta-\frac{1}{2}r_1^2\Delta\theta)$ ②

由①②两式并代入数据得：$E=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=4.9\times10^{-2}V$ ③

根据右手定则(或愣次定律)，可知感应电流方向为$b\to a$。④

(2)ab 边切割充当电源，其余为外电路，且并联，其等效电路如图所示



(3)设电路的总电阻为$R_{总}$，根据电路图可知，$R_{总}=R+\frac{1}{3}R=\frac{4}{3}R$，ab 两端电势差：

$U_{ab}=E-IR=E-\frac{E}{R_{总}}R=\frac{1}{4}E=1.2\times10^{-2}V$， ①

设 ab 离开磁场区域的时刻t_1，下一根金属条进入磁场的时刻t_2，

$t_1=\frac{\theta}{\omega}=\frac{1}{12}s$ ②

$t_2=\frac{\pi}{2}\omega=\frac{1}{4}s$ ③

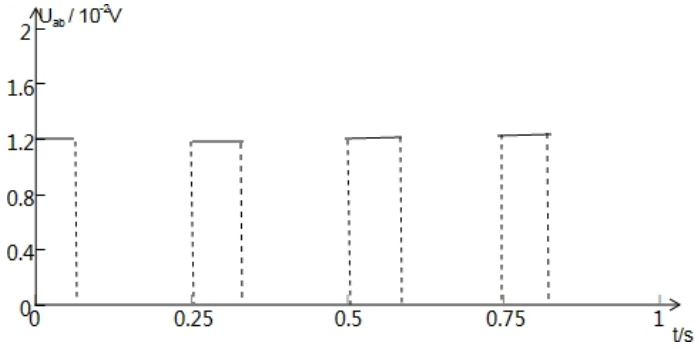
设轮子转一圈的时间为 T，

$T=\frac{2\pi}{\omega}=1s$ ④

在 T=1s 内，金属条有四次进出，后三次与第一次相同。

由①→④可画出如下$U_{ab}-t$图象

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(4).小灯泡不能正常工作，因为感应电动势为 $E=4.9\times10^{-2}V$ 小于灯泡的额定电压，因此闪烁装置不可能工作。

B 增大，E 增大，但有限度；

r_2 增大，E 增大，但有限度；

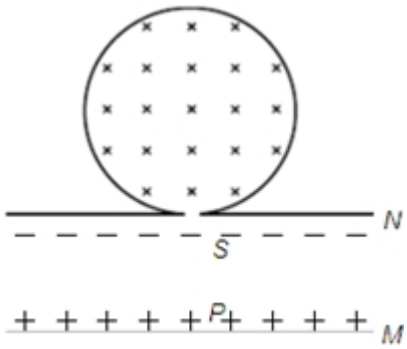
ω 增大，E 增大，但有限度；

θ 增大，E 不增大。

【考点定位】本题考查电磁感应、电路、此题最后一问为开放性试题及其相关知识

102.(2013·天津卷)一圆筒的横截面如图所示，其圆心为 O。筒内有垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B。圆筒下面有相距为 d 的平行金属板 M、N，其中 M 板带正电荷，N 板带等量负电荷。质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子自 M 板边缘的 P 处由静止释放，经 N 板的小孔 S 以速度 v 沿半径 SO 方向射入磁场中。粒子与圆筒发生两次碰撞后仍从 S 孔射出，设粒子与圆筒碰撞过程中没有动能损失，且电荷量保持不变，在不计重力的情况下，求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)M、N 间电场强度 E 的大小；

(2)圆筒的半径 R；

(3)保持 M、N 间电场强度 E 不变，仅将 M 板向上平移 2d/3，粒子仍从 M 板边缘的 P 处由静止释放，粒子自进入圆筒至从 S 孔射出期间，与圆筒的碰撞次数 n。

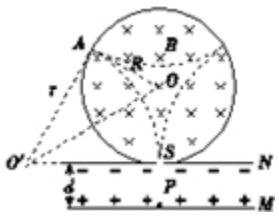
【答案】(1) $E=\frac{mv}{2qd}$ (2) $R=\frac{\sqrt{3}mv}{3qB}$ (3)n = 3

【解析】(1)粒子从开始运动到射入磁场的过程，电场力做功.由动能定理：$qU=\frac{1}{2}mv^2$

匀强电场中有：U=Ed

联立上式，得：$E=\frac{mv^2}{2qd}$

(2)粒子进入磁场后又从 S 点射出，关键几何关系可知，两碰撞点和 S 将圆筒三等分.



设粒子在磁场中运动的轨道半径为 r，由洛伦兹力提供向心力，得：$qvB=\frac{mv^2}{r}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据几何关系：$r=\sqrt{3}R$

联立上式，解得：$R=\frac{\sqrt{3}mv}{3qB}$

(3)保持 MN 之间的电场强度不变，仅将 M 板向上平移$\frac{2}{3}$d 后，$U'=\frac{U}{3}$

$qU'=\frac{1}{2}mv'^2$

于是：$v'=\frac{\sqrt{3}}{3}v$，$r'=\frac{\sqrt{3}}{3}r=R$

此时粒子经过$\frac{1}{4}$圆后与圆筒发生碰撞，所以粒子将在于圆筒壁发生三次碰撞后由 S 点射出.

【考点定位】带电粒子在电场和磁场中的运动。

103.(2013·天津卷)超导体现象是 20 世纪人类重大发现之一，目前我国已研制出世界传输电流最大的高温超导电缆并成功示范运行。

(1)超导体在温度特别低时电阻可以降到几乎为零，这种性质可以通过实验研究。将一个闭合超导金属圆环水平放置在匀强磁场中，磁感线垂直于圆环平面向上，逐渐降低温度使环发生由正常态到超导态的转变后突然撤去磁场，若此后环中的电流不随时间变化，则表明其电阻为零。请指出自上往下看环中电流方向，并说明理由。

(2)为探究该圆环在超导状态的电阻率上限 ρ，研究人员测得撤去磁场后环中电流为 I，并经一年以上的时间 t 未检测出电流变化。实际上仪器只能检测出大于 ΔI 的电流变化，其中 $\Delta I<<I$，当电流的变化小于 ΔI 时，仪器检测不出电流的变化，研究人员便认为电流没有变化。设环的横截面积为 S，环中定向移动电子的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

平均速率为 v，电子质量为 m、电荷量为 e。试用上述给出的各物理量，推导出 ρ 的表达式。

(3)若仍试用上述测量仪器，实验持续时间依旧为 t，为使实验获得的该圆环在超导状态的电阻率上限 ρ 的准确程度更高，请提出你的建议，并简要说明实现方法。

【答案】(1)见解析　(2) $\rho=\frac{mvS\Delta I}{etI^2}$　(3)见解析

【解析】(1)原磁场方向向上，故原磁通向上，减小，根据楞次定律，感应电流磁场方向也向上，故感应电流为逆时针；

(2)设超导圆环周长为 L，电阻为 R，有：$R=\frac{\rho L}{S}$；由电流的微观定义可知，超导圆滑中的电流 I=neSv，而 n、e、S 均由导体材料自身决定的，不会随环境变化而变化，故当环中电流发生变化时必定是电子的定向移动的速率发生了变化，于是有△I=neS•△v.

设能量的损失为△E，由能量守恒定律有：$\triangle E=I^2Rt=\triangle E_k=nsL[\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}m(v-\triangle v)^2]$，代入数据，由于△I＜＜I，$\frac{1}{2}m(\triangle v)^2\to 0$，整理可得：$\triangle E_k=\frac{Lmv}{e}\triangle I$，$\rho=\frac{mvS\triangle I}{etI^2}$；

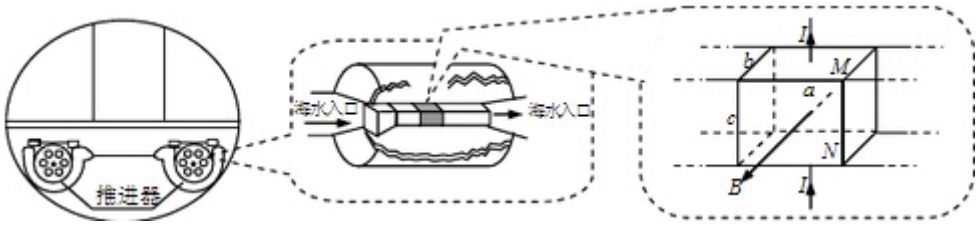
(3)由 $\rho=\frac{mS\cdot\triangle l}{ev^2}$ 知，为增加 ρ，可以适当增加 I；

【考点定位】楞次定律、电阻定律、电流强度和能量转换

104.(2013·浙江卷·T25)为了降低潜艇噪音，提高其前进速度，可用电磁推进器替代螺旋桨。潜艇下方有左、右两组推进器，每组由 6 个相同的用绝缘材料制成的

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

直线通道推进器构成，其原理示意图如下。在直线通道内充满电阻率 $\rho=0.2\Omega\cdot m$ 的海水，通道中 $a\times b\times c=0.3m\times0.4m\times0.3m$ 的空间内，存在由超导线圈产生的匀强磁场，其磁感应强度 $B=6.4T$、方向垂直通道侧面向外。磁场区域上、下方各有 $a\times b=0.3mx0.4m$ 的金属板 M、N，当其与推进器专用直流电源相连后，在两板之间的海水中产生了从 N 到 M，大小恒为 $I=1.0\times10^3A$ 的电流，设电流只存在于磁场区域。不计电源内阻及导线电阻，海水密度 $\rho=1.0\times103kg/m^3$。



(1)求一个直线通道推进器内磁场对通电海水的作用力大小，并判断其方向。

(2)在不改变潜艇结构的前提下，简述潜艇如何转弯？如何倒车？

(3)当潜艇以恒定速度 $v_0=30m/s$ 前进时，海水在出口处相对于推进器的速度 $v=34m/s$，思考专用直流电源所提供的电功率如何分配，求出相应功率的大小。

【答案】

【解析】(1)将通电海水看成导线，所受磁场力： $F=IBL$，代入数据得：$F=IBc=1.0\times10^3\times6.4\times0.3N=1.92\times10^3N$

用左手定则判断磁场对海水作用力方向向右(或与海水出口方向相同)

(2)考虑到潜艇下方有左、右 2 组推进器，可以开启或关闭不同个数的左、右两侧的直线通道推进器，实施转弯。改变电流方向，或者磁场方向，可以改变海水所受磁场力的方向，根据牛顿第三定律，使潜艇“倒车”。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)电源提供的电功率中的第一部分：牵引功率 $P_1=F_{牵}v_0$，根据牛顿第三定律：$F_{牵}=12IBL$

当 $v_0=30m/s$ 时，代入数据得：$P_1=F_{牵}v_0=12\times1.92\times10^3\times30W=6.9\times10^5W$

电源提供的电功率中的第二部分为单位时间内海水的焦耳热功率

推进器内海水的电阻 $R=\rho\frac{L}{S}=\frac{\rho c}{ab}=0.5\Omega$ $P_2=12I^2R=6\times10^6W$

电源提供的电功率中的第三部分为单位时间内海水动能的增加量

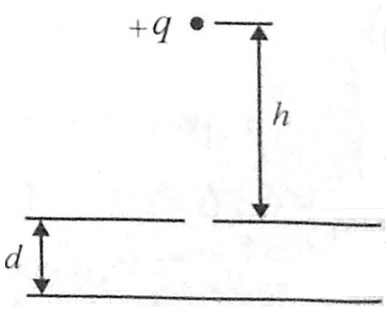
单位时间内通过推进器的水的质量为

$m=\rho_m bcv_{水对地}=480kg$

单位时间内其动能增加为 $P_3=12\cdot\frac{1}{2}mv^2_{水对地}=4.6\times10^4W$

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动、电功率、热功率

105.(2014·安徽卷)如图所示，充电后的平行板电容器水平放置，电容为 C，极板间的距离为 d，上板正中有一小孔。质量为 m、电荷量为+q 的小球从小孔正上方高 h 处由静止开始下落，穿过小孔到达下极板处速度恰为零(空气阻力忽略不计，极板间电场可视为匀强电场，重力加速度为 g)。求：



(1)小球到达小孔处的速度；

(2)极板间电场强度的大小和电容器所带电荷量；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)小球从开始下落运动到下极板处的时间。

【答案】(1) $v=\sqrt{2gh}$ ；(2) $E=\frac{mg(h+d)}{qd}$， $Q=C\frac{mg(h+d)}{q}$ ；(3) $t=\frac{h+d}{h}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

【解析】

试题分析：(1)由 $v^2=2gh$ 可得 $v=\sqrt{2gh}$

(2)在极板间带电小球受重力和电场力，有

$mg-qE=ma$， $0-v^2=2ad$， 可得 $E=\frac{mg(h+d)}{qd}$

由 $U=Ed$ 、$Q=CU$ 可得 $Q=C\frac{mg(h+d)}{q}$

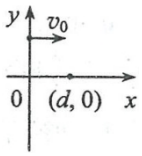
(3)由 $h=\frac{1}{2}gt_1^2$， $0=v+at_2$， $t=t_1+t_2$

综合可得： $t=\frac{h+d}{h}\sqrt{\frac{2h}{g}}$

【考点定位】匀变速直线运动的规律、电容器的电容、匀强电场中电场强度与电势差的关系

106.(2014·全国大纲卷)如图，在第一象限存在匀强磁场，磁感应强度方向垂直于纸面(xy 平面)向外；在第四象限存在匀强电场，方向沿 x 轴负向。在 y 轴正半轴上某点以与 x 轴正向平行、大小为 v_0 的速度发射出一带正电荷的粒子，该粒子在(d, 0)点沿垂直于 x 轴的方向进人电场。不计重力。若该粒子离开电场时速度方向与 y 轴负方向的夹角为 θ，求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)电场强度大小与磁感应强度大小的比值；

(2)该粒子在电场中运动的时间。

【答案】(1) $\frac{E}{B}=\frac{1}{2}v_0\tan^2\theta$ ；(2)t＝ $\frac{2d}{v_0\tan\theta}$

【解析】

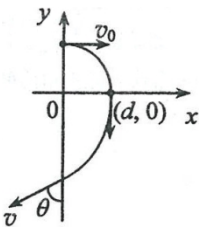
试题分析：(1)设磁感应强度的大小为 B，粒子质量与所带电荷量分别为 m 和 q，粒子进入磁场后做匀速圆周运动，并设其圆周运动的半径为 r，根据牛顿第二定律和向心力公式有：$qv_0B=m\frac{v_0^2}{r}$ ①

由题设条件和图中几何关系可知：r＝d ②

设电场强度大小为 E，粒子进入电场后沿 x 轴负方向运动的速度大小为 v_x，由牛顿第二定律有：$qE=ma_x$ ③

根据运动学公式有：$v_x=a_xt$，$\frac{v_x}{2}\cdot t=d$ ④

由于粒子在电场中做类平抛运动(如图)，有：$\tan\theta=\frac{v_x}{v_0}$ ⑤



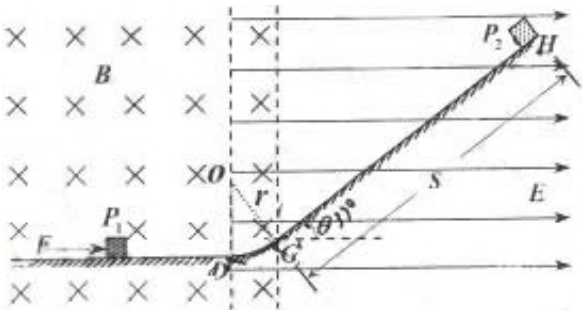
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由①②③④⑤式联立解得：$\frac{E}{B}=\frac{1}{2}v_0\tan^2\theta$

(2)由④⑤式联立解得：$t=\frac{2d}{v_0\tan\theta}$

【考点定位】本题主要考查了带电粒子在交替复合场中的运动问题，属于中档题。

107.(2014·四川卷)在如图所示的竖直平面内。水平轨道 CD 和倾斜轨道 GH 与半径 $r=\frac{9}{44}$ m 的光滑圆弧轨道分别相切于 D 点和 G 点，GH 与水平面的夹角 θ = 37°。过 G 点、垂直于纸面的竖直平面左侧有匀强磁场，磁场方向垂直于纸面向里，磁感应强度 B = 1.25T；过 D 点、垂直于纸面的竖直平面右侧有匀强电场，电场方向水平向右，电场强度 $E=1\times10^4$N/C。小物体 P_1 质量 $m=2\times10^{-3}$kg、电荷量 $q=+8\times10^{-6}$C，受到水平向右的推力 $F=9.98\times10^{-3}$N 的作用，沿 CD 向右做匀速直线运动，到达 D 点后撤去推力。当 P_1 到达倾斜轨道底端 G 点时，不带电的小物体 P_2 在 GH 顶端静止释放，经过时间 t = 0.1s 与 P_1 相遇。P_1 和 P_2 与轨道 CD、GH 间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$，取 $g=10\text{m/s}^2$，sin37° = 0.6，cos37°= 0.8，物体电荷量保持不变，不计空气阻力。求：



(1)小物体 P_1 在水平轨道 CD 上运动速度 v 的大小；

(2)倾斜轨道 GH 的长度 s。

【答案】(1)4m/s(2)0.56m

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】试题分析: (1)设小物体 P_1 在匀强磁场中运动的速度为 v，受到水平外力 F，重力 mg，支持力 N，竖直向上的洛伦兹力 F_1，滑动摩擦力 f

则 $F_1=qvB$①

$N=mg-qvB$，$f=\mu N$ ②

匀速直线运动，物体处于平衡状态；$F-f=0$③

解得 $v=4\,\text{m/s}$④

说明：①③各 1 分，②④各 2 分

(2)设物体 P_1 在 G 点的速度为 v_1，由于洛伦兹力不做功

由动能定理知 $qEr\sin 37°-mgr(1-\cos 37°)=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv^2$ ⑤

解得速度 $v_1=5\,\text{m/s}$

小物体 P_1 在 GH 上运动受到水平向右的电场力 qE，重力 mg，垂直斜面支持力 N_1，沿斜面向下的滑动摩擦力 f_1 设加速度为 a_1

由牛顿第二定律有 $N_1=mg\cos 37°+qE\cos 37°$，$f_1=\mu N_1$

$qE-mg\sin 37°-f_1=ma_1$， ⑥

解得 $a_1=10\,\text{m/s}^2$

小物体 P_1 在 GH 上匀加速向上运动 $s_1=v_1t+\frac{1}{2}a_1t^2$=0.55m⑦

小物体 P_2 在 GH 上运动受到重力 m_2g，垂直斜面支持力 N_2，沿斜面向上的滑动摩擦力 f_2，加速度为 a_2

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

则 $m_2 g\sin 37°-\mu m_2 g\cos 37°=m_2 a_2$ ⑧

解得 $a_2=2$ m/s^2

小物体 P_2 在 GH 上匀加速向下运动 $s_2=\frac{1}{2}a_2 t^2$ =0.01m⑨

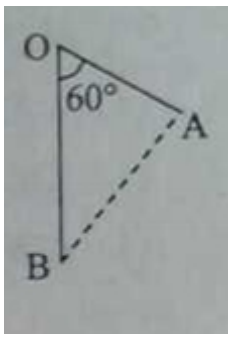
故轨道长 $s=s_1+s_2$ ⑩

所以 s=0.56m ⑪

说明：⑦⑧⑨⑩各 1 分，⑥⑪各 2 分，⑤式 3 分

【考点定位】物体平衡 动能定理 牛顿第二定律 匀变速直线运动规律

108.(2014·新课标全国卷I)如图，O、A、B 为同一竖直平面内的三个点，OB 沿竖直方向，$\angle BOA=60^\circ$，$OB=\frac{3}{2}OA$.将一质量为 m 的小球以一定的初动能自 O 点水平向右抛出，小球在运动过程中恰好通过 A 点。使此小球带电，电荷量为 q(q＞0)，同时加一匀强电场，场强方向与 ΔOAB 所在平面平行，现从 O 点以同样的初动能沿某一方向抛出此带点小球，该小球通过了 A 点，到达 A 点时的动能是初动能的 3 倍；若该小球从 O 点以同样的初动能沿另一方向抛出，恰好通过 B 点，且到达 B 点的动能为初动能的 6 倍，重力加速度大小为 g。求



(1)无电场时，小球达到 A 点时的动能与初动能的比值；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)电场强度的大小和方向。

【答案】(1) $\frac{E_{kA}}{E_{k0}}=\frac{7}{3}$ (2) $E=\frac{\sqrt{3}mg}{6q}$

【解析】

试题分析：(1)无电场时，小球运动为平抛运动，设初速度为 v_0，则有

水平方向 $OA\sin 60^\circ = v_0 t$

竖直方向 $OA\cos 60^\circ = \frac{1}{2}gt^2$

解得时间 $t=\frac{2\sqrt{3}v_0}{3g}$

竖直方向速度 $v_y = gt = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_0$

经过 A 点的速度为 $v_A = \sqrt{{v_0}^2+{v_y}^2} = \sqrt{\frac{7}{3}}v_0$

初动能 $E_{k0}=\frac{1}{2}m{v_0}^2$，A 点的动能 $E_{kA}=\frac{1}{2}m{v_A}^2=\frac{7}{3}\frac{1}{2}m{v_0}^2$

即 $\frac{E_{kA}}{E_{k0}}=\frac{7}{3}$

(2)从 O 点到 A 点，没有加电场时，根据动能定理有

$mgOA\cos 60^\circ = \frac{1}{2}m{v_A}^2-\frac{1}{2}m{v_0}^2=\frac{4}{3}E_{k0}$

得 $mgOA=\frac{8}{3}E_{k0}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

加电场后通过 A 点根据动能定理则有

$$mgOA\cos 60^\circ + qU_{OA} = \frac{1}{2}mv'_A{}^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = 2E_{k0}$$

联立可得 $qU_{OA} = \frac{2}{3}E_{k0}$

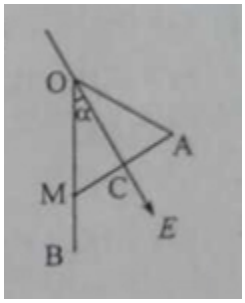
加电场后恰好通过 B 点，根据动能定理则有

$$mgOB + qU_{OB} = \frac{3}{2}mgOA + qU_{OB} = \frac{3}{2}\frac{E_{k0}}{\cos 60^\circ} + qU_{OB} = 3E_{k0} + qU_{OB} = \frac{1}{2}mv_B{}^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = 5E_{k0}$$

联立可得 $qU_{OB} = 2E_{k0}$

整理可得 $\frac{U_{OA}}{U_{OB}} = \frac{1}{3}$

设直线 OB 上面的 M 点与 A 点等电势，如下图



根据匀强电场中沿任意一条直线电势都均匀变化，所以有 $\frac{OM}{OB} = \frac{U_{OA}}{U_{OB}} = \frac{1}{3}$

根据 MA 电势相等该条直线即为匀强电场的等势面，那么垂线 OC 与 MA 垂直即为电场线，设电场线与 OB 的夹角为 α，则有 $\alpha = 30^\circ$

根据正电荷从 O 到 B 电场力做正功，判断电场方向与竖直方向成 $\alpha = 30^\circ$ 夹角斜向右下方

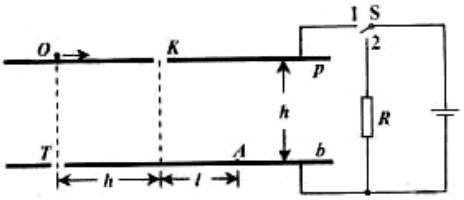
根据从 O 到 A 电场力做功 $qE \times OC = qE \times OA\cos 30^\circ = qU_{OA} = \frac{2}{3}E_{k0} = \frac{2}{3} \times \frac{3}{8}mgOA$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

整理可得 $E=\frac{\sqrt{3}mg}{6q}$

【考点定位】曲线运动　带点粒子在匀强电场中的运动

109.(2014·四川卷)如图所示，水平放置的不带电的平行金属板 p 和 b 相距 h，与图示电路相连，金属板厚度不计，忽略边缘效应。p 板上表面光滑，涂有绝缘层，其上 O 点右侧相距 h 处有小孔 K；b 板上有小孔 T，且 O、T 在同一条竖直线上，图示平面为竖直平面。质量为 m、电荷量为- q(q > 0)的静止粒子被发射装置(图中未画出)从 O 点发射，沿 P 板上表面运动时间 t 后到达 K 孔，不与板碰撞地进入两板之间。粒子视为质点，在图示平面内运动，电荷量保持不变，不计空气阻力，重力加速度大小为 g。



(1)求发射装置对粒子做的功；

(2)电路中的直流电源内阻为 r，开关 S 接“1”位置时，进入板间的粒子落在 h 板上的 A 点，A 点与过 K 孔竖直线的距离为 l。此后将开关 S 接“2”位置，求阻值为 R 的电阻中的电流强度；

(3)若选用恰当直流电源，电路中开关 S 接“l”位置，使进入板间的粒子受力平衡，此时在板间某区域加上方向垂直于图面的、磁感应强度大小合适的匀强磁场(磁感应强度 B 只能在 0～$B_m=\frac{(\sqrt{21}+5)m}{(\sqrt{21}-2)qt}$ 范围内选取)，使粒子恰好从 b 板的 T 孔飞出，求粒子飞出时速度方向与 b 板板面夹角的所有可能值(可用反三角函数表示)。

【答案】(1) $\frac{mh^2}{2t^2}$　(2) $\frac{mh}{q(R+r)}(g-\frac{2h^3}{l^2t^2})$　(3) $0<\theta\le\arcsin\frac{2}{5}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】试题分析： (1)设粒子在 P 板上匀速运动的速度为 v_0，由于粒子在 P 板匀速直线运动，故 $v_0=\frac{h}{t}$ ①

所以，由动能定理知，发射装置对粒子做的功 $W=\frac{1}{2}mv^2$ ②

解得 W=$\frac{mh^2}{2t^2}$ ③

说明：①②各 2 分，③式 1 分

(2)设电源的电动势 E_0 和板间的电压为 U，有 $E_0=U$ ④

板间产生匀强电场为 E，粒子进入板间时有水平方向的初速度 v_0，在板间受到竖直方向的重力和电场力作用而做类平抛运动，设运动时间为 t_1，加速度为 a，有 $U=Eh$ ⑤

当开关 S 接“1”时，粒子在电场中做匀变速曲线运动，其加速度为 $mg-\frac{qU}{h}=ma$ ⑥

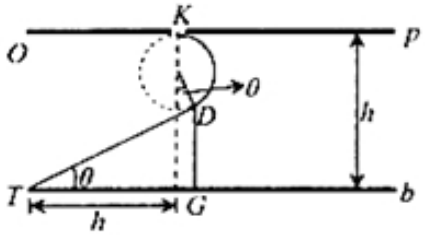
再由 $h=\frac{1}{2}at_1^2$ ⑦　　l=v$t_1$⑧

当开关 S 接“2”时，由闭合电路欧姆定律知 $I=\frac{E_0}{R+r}=\frac{U}{R+r}$ ⑨

联立①④⑤⑥⑦⑧⑨解得 $I=\frac{mh}{q(R+r)}(g-\frac{2h^3}{l^2t^2})$

(3)由题意分析知，此时在板间运动的粒子重力和电场力平衡。当粒子从 k 进入两板间后，立即进入磁场物体在电磁场中做匀速圆周运动，离开磁场后做匀速直线运动，故分析带电粒子的磁场如图所示，运动轨迹如图所示，粒子出磁场区域后沿 DT 做匀速直线运动，DT 与 b 板上表面的夹角为 θ，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



Df 与 b 板上表面即为题中所求 θ，设粒子与板间的夹角最大，设为 θ，磁场的磁感应强度 B 取最大值时的夹角为 θ，当磁场最强时，R 最小，最大设为 θ_m

由 $qvB = m\frac{v^2}{R}$，(11)知 $R = \frac{mv}{qB}$，

当 B 减小时，粒子离开磁场做匀速圆周运动的半径也要增大，D 点向 b 板靠近。Df 与 b 板上表面的夹角越变越小，当后在板间几乎沿着 b 板上表面运动，

当 B_m 则有图中可知 $\overline{DG} = h - R(1-\cos\theta)$，(12)

$\overline{TG} = h + R\sin\theta$ (13),

$\tan\theta = \frac{\overline{DG}}{\overline{TG}}$ (14)

联立(11)(12)(13)(14)，将 $B=B_m$ 带入

解得 $\arcsin\theta_m = \frac{2}{5}$ (15)

当 B 逐渐减小是，粒子做匀速圆周运动的半径 R，D 点无线接近向 b 板上表面时，当粒子离开磁场后在板间几乎沿着 b 板上表面运动而从 T 孔飞出板间区域，此时 $B_m > B > 0$ 满足题目要求，夹角 θ 趋近 θ_0，既

$\theta_0 = 0$(16)

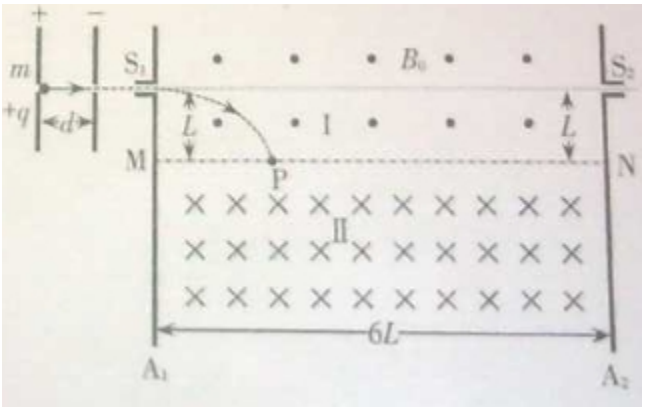
故粒子飞出时与 b 板夹角的范围是 $0 < \theta \le \arcsin\frac{2}{5}$ (17)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

说明：(12)(13)(14)(15)(16)(17)各 1 分

【考点定位】动能定理 牛顿第二定律 闭合电路欧姆定律

110.(2014·广东卷)如图 25 所示，足够大的平行挡板 A_1、A_2 竖直放置，间距 6L。两板间存在两个方向相反的匀强磁场区域I和II，以水平面 MN 为理想分界面，I 区的磁感应强度为 B_0，方向垂直纸面向外。A_1、A_2 上各有位置正对的小孔 S_1、S_2，两孔与分界面 MN 的距离均为 L，质量为 m、电荷量为+q 的粒子经宽度为 d 的匀强电场由静止加速后，沿水平方向从 S_1 进入I区，并直接偏转到 MN 上的 P 点，再进入II区，P 点与 A_1 板的距离是 L 的 k 倍。不计重力，碰到挡板的粒子不予考虑。



(1)若 k=1，求匀强电场的电场强度 E；

(2)若 $2<k<3$，且粒子沿水平方向从 S_2 射出，求出粒子在磁场中的速度大小 v 与 k 的关系式和II区的磁感应强度 B 与 k 的关系式。

【答案】(1) $E=\dfrac{qB_0^2L^2}{2dm}$ (2) $v=\dfrac{2qB_0(1+k)}{2m}$ $B=\dfrac{kB_0}{3-k}$

【解析】

试题分析：(1)若果 k=1，则有：MP=L，

即该情况粒子的轨迹半径为：R=L,

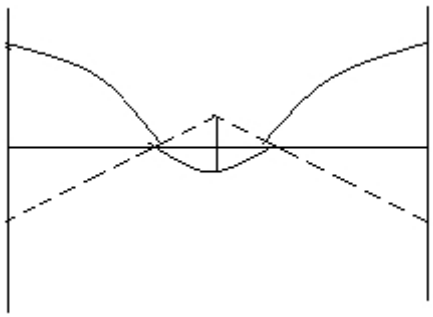
粒子运动轨迹是匀速圆周运动，其向心力由洛伦兹力提供：$qvB_0 = m\frac{v^2}{R}$

得 $v = \frac{qB_0R}{m}$

粒子在匀强电场中，据动能定理有：$qEd = \frac{1}{2}mv^2$

得 $E = \frac{qB_0^2L^2}{2dm}$

(2)



由于 P 距离 A_1 为 k，且 2<k<3，粒子从 S_2 水平飞出，

该粒子运动轨迹如上图所示，则从 S_1 到界线处的轨迹有：

$R^2 - (KL)^2 = (R - L)^2$

$R = \frac{mv}{qB_0}$

则整理得：$v = \frac{2qB_0(1+k)}{2m}$

又因为：$6L - 2KL = 2x$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

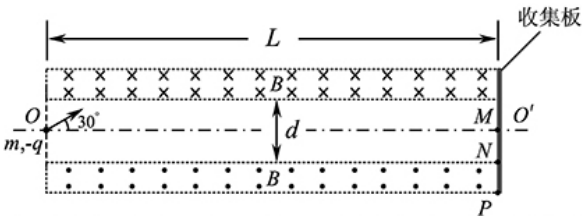
据几何关系，相似三角形有：$\frac{kL}{x}=\frac{R}{r}$

则二区磁场与 K 关系为：$B=\frac{kB_0}{3-k}$

【考点定位】本题考查匀变速直线运动和匀速圆周运动

【应试技巧】先确定带电粒子的运动半径，在据磁场力提供向心力计算相关量。

111.(2014·江苏卷)某装置用磁场控制带电粒子的运动，工作原理如图所示。装置的长为 L，上下两个相同的矩形区域内存在匀强磁场，磁感应强度大小均为 B、方向与纸面垂直且相反，两磁场的间距为 d。装置右端有一收集板，M、N、P 为板上的三点，M 位于轴线 OO′上，N、P 分别位于下方磁场的上、下边界上。在纸面内，质量为 m、电荷量为－q 的粒子以某一速度从装置左端的中点射入，方向与轴线成 30°角，经过上方的磁场区域一次，恰好到达 P 点。改变粒子入射速度的大小，可以控制粒子到达收集板上的位置。不计粒子的重力。



(1)求磁场区域的宽度 h；

(2)欲使粒子到达收集板的位置从 P 点移到 N 点，求粒子入射速度的最小变化量 Δv；

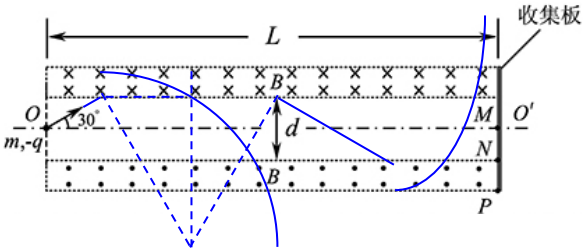
(3)欲使粒子到达 M 点，求粒子入射速度大小的可能值。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)$h=(\frac{2}{3}L-\sqrt{3}d)(1-\frac{\sqrt{3}}{2})$；(2)$\Delta v=\frac{qB}{m}(\frac{L}{6}-\frac{\sqrt{3}}{4}d)$；(3)$v_n=\frac{qB}{m}(\frac{L}{n}-\sqrt{3}d)(2\leq n<\frac{\sqrt{3}L}{3d}$，n 取整数)

【解析】

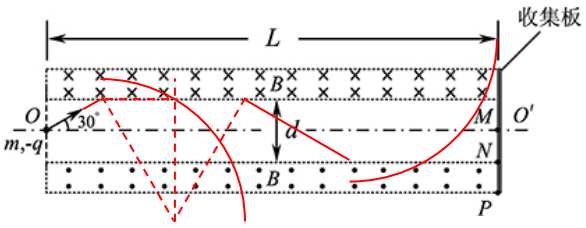
试题分析：(1)设带电粒子在磁场中运动的轨道半径为 r，依题意作出带电粒子的运动轨迹如下图所示。



由图中几何关系有：$L=3r\sin30°+\frac{3d}{2\tan30°}$，$h=r(1-\cos30°)$

解得：$h=(\frac{2}{3}L-\sqrt{3}d)(1-\frac{\sqrt{3}}{2})$

(2)设带电粒子初始入射速度为 v_1，改变速度后仍然经过上方的磁场区域一次后到达 N 点，此时速度的改变量最小，设为 v_2，粒子改变速度后，在磁场中运动的轨道半径为 r′，带电粒子的运动轨迹如下图所示。



由图中几何关系有：$L=4r'\sin30°+\frac{3d}{2\tan30°}$

根据牛顿第二定律和洛伦兹力大小公式有：$qv_1B=m\frac{v_1^2}{r}$，$qv_2B=m\frac{v_2^2}{r}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

粒子入射速度的最小变化量 $\Delta v = |v_2 - v_1|$

联立以上各式解得：$\Delta v = \frac{qB}{m}\left(\frac{L}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4}d\right)$

(3)粒子可能从上方磁场出来后经过 M 点，也可能从下方磁场出来后经过 M 点，不妨假设粒子共 n 次经过了磁场区域到达了 M 点，此时在磁场中运动的轨道半径为 r_n，速度为 v_n，根据牛顿第二定律和洛伦兹力大小公式有：$qv_nB = m\frac{v_n^2}{r}$

根据几何关系有：$L = 2nr_n\sin 30° + \frac{nd}{\tan 30°}$

解得：$v_n = \frac{qB}{m}\left(\frac{L}{n} - \sqrt{3}d\right)$

由于粒子经过上方的磁场区域一次，恰好到达 P 点，因此粒子不可能只经过上方一次射出后直接到达 M 点，因此有：$n \geq 2$

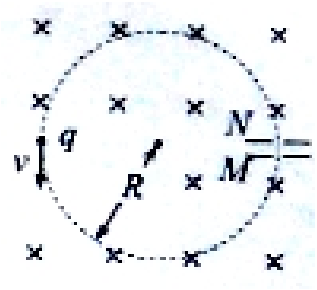
又因为，粒子必须能够经过磁场改变其运动速度的方向才能到达 M 点，因此满足 $n < \frac{L}{d}\tan 30° = \frac{\sqrt{3}L}{3d}$

所以：$v_n = \frac{qB}{m}\left(\frac{L}{n} - \sqrt{3}d\right)$(其中 $2 \leq n < \frac{\sqrt{3}L}{3d}$，且 n 为整数)

【考点定位】本题主要考查了带电粒子在有界磁场中的运动问题，属于中档偏高题。

112.(2014·天津卷)同步加速器在粒子物理研究中有重要的应用，其基本原理简化为如图所示的模型。M、N 为两块中心开有小孔的平行金属板。质量为 m、电荷量为+q 的粒子 A(不计重力)从 M 板小孔飘入板间，初速度可视为零，每当 A 进入板间，两板的电势差变为 U，粒子得到加速，当 A 离开 N 板时，两板的电荷量均立即变为零。两板外部存在垂直纸面向里的匀强磁场，A 在磁场作用下做半径

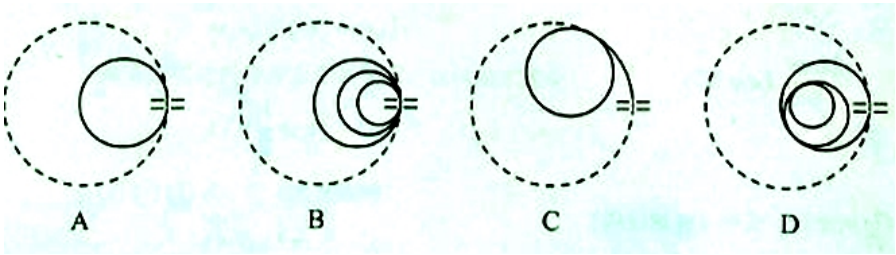
为 R 的圆周运动，R 远大于板间距离，A 经电场多次加速，动能不断增大，为使 R 保持不变，磁场必须相应地变化。不计粒子加速时间及其做圆周运动产生的电磁辐射，不考虑磁场变化对粒子速度的影响及相对论效应。求



(1)A 运动第 1 周时磁场的磁感应强度 B_1 的大小；

(2)在 A 运动第 n 周的时间内电场力做功的平均功率 $\overline{P}_n$ ；

(3)若有一个质量也为 m、电荷量为+kq(k 为大于 1 的整数)的粒子 B(不计重力)与 A 同时从 M 板小孔飘入板间，A、B 初速度均可视为零，不计两者间的相互作用，除此之外，其他条件均不变，下图中虚线、实线分别表示 A、B 的运动轨迹。在 B 的轨迹半径远大于板间距离的前提下，请指出哪个图能定性地反映 A、B 的运动轨迹，并经推导说明理由。



【答案】(1) $B_1=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ；(2) $\overline{P}_n=\frac{qU}{\pi R}\sqrt{\frac{nqU}{2m}}$ ；(3)A 图能定性地反映 A、B 运动的轨迹；

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

试题分析：(1)设 A 经电场第 1 次加速后速度为 v_1，由动能定理得 $qU=\frac{1}{2}mv_1^2-0$ ①

A 在磁场中做匀速圆周运动，所受洛伦兹力充当向心力 $qv_1B_1=m\frac{v_1^2}{R}$ ②

联立解得： $B_1=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ③

(2)设 A 经 n 次加速后的速度为 v_n，由动能定理得 $nqU=\frac{1}{2}mv_n^2-0$ ④

设 A 做第 n 次圆周运动的周期为 T_n，有 $T_n=\frac{2\pi R}{v_n}$ ⑤

设在 A 运动第 n 周的时间内电场力做功为 W_n，则 $W_n=qU$ ⑥

在该段时间内电场力做功的平均功率为 $\overline{P_n}=\frac{W_n}{T_n}$ ⑦

联立解得： $\overline{P_n}=\frac{qU}{\pi R}\sqrt{\frac{nqU}{2m}}$ ⑧

(3)A 图能定性地反映 A、B 运动的轨迹。

A 经地 n 加速后，设其对应的磁感应强度为 B_n，A、B 的周期分别为 T_n、T'，综合②⑤式并分别应用 A、B 的数据得 $T_n=\frac{2\pi m}{qB_n}$，$T'=\frac{2\pi m}{kqB_n}=\frac{T_n}{k}$

由上可知，T_n 是 T'的 k 倍，所以 A 每绕得 1 周，B 就绕行 k 周。由于电场只在 A 通过时存在，故 B 仅在与 A 同时进入电场时才被加速。

经 n 次加速后，A、B 的速度分别为 v_n、v_n'，结合④式有

$v_n=\sqrt{\frac{2nqU}{m}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$$v_n' = \sqrt{\frac{2nkqU}{m}} = \sqrt{k}v_n$$

由题设条件并结合⑤式，对 A 有

$$T_n v_n = 2\pi R$$

设 B 的轨迹半径为 R'，有

$$T_n' v_n' = 2\pi R'$$

比较以上两式得

$$R' = \frac{R}{\sqrt{k}}$$

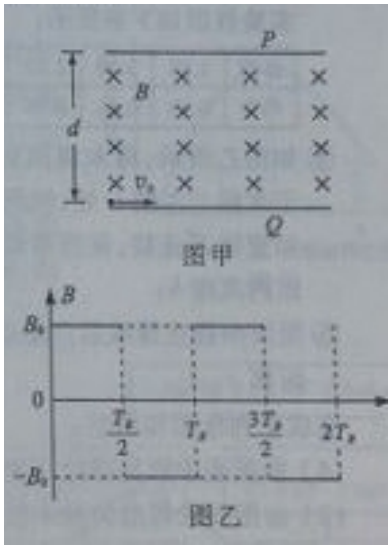
上式表明，运动过程 B 的轨迹半径始终不变。

由以上分析可知，两粒子运动的轨迹如图 A 所示。

【考点定位】带电粒子在电场、磁场中的运动、动能定理、平均功率

113.(2014·山东卷·T24)如图甲所示，间距为 d、垂直于纸面的两平行板 P、Q 间存在匀强磁场。取垂直于纸面向里为磁场的正方向，磁感应强度随时间的变化规律如图乙所示。t=0 时刻，一质量为 m、带电荷量为+q 的粒子(不计重力)，以初速度 v_0 由 Q 板左端靠近板面的位置，沿垂直于磁场且平行于板面的方向射入磁场区。当 B_0 和 T_B 取某些特定值时，可使 $t=0$ 时刻入射的粒子经 Δt 时间恰能垂直打在 P 板上(不考虑粒子反弹)。上述 m、q、d、v_0 为已知量。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1) 若 $\Delta t=\frac{1}{2}T_B$，求 B_0 ；

(2) 若 $\Delta t=\frac{3}{2}T_B$，求粒子在磁场中运动时加速度的大小；

(3) 若 $B_0=\frac{4mv_0}{qd}$，为使粒子仍能垂直打在 P 板上，求 T_B 。

【答案】(1) $B_0=\frac{mv_0}{qd}$ (2) $a=\frac{3v_0^2}{d}$ ；(3) $T_B=\frac{\pi d}{3v_0}$ 或 $T_B=(\frac{\pi}{2}+\arcsin\frac{1}{4})\frac{d}{2v_0}$

【解析】

试题分析：(1)设粒子做匀速圆周运动的半径 R_1，由牛顿第二定律得 $qv_0B_0=\frac{mv_0^2}{R_1}$

①

据题意由几何关系得 $R_1=d$ ②

联立①②式得 $B_0=\frac{mv_0}{qd}$ ③

(2)设粒子做圆周运动的半径为 R_2，加速度大小为 a，由圆周运动公式得 $a=\frac{v_0^2}{R_2}$

④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

据题意由几何关系得 $3R_2 = d$ ⑤

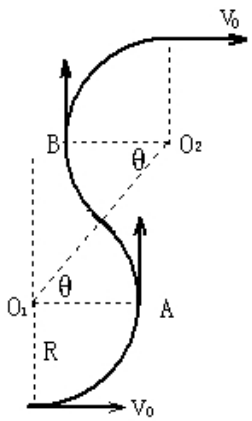
联立④⑤式得 $a = \frac{3v_0^2}{d}$ ⑥

(3)设粒子做圆周运动的半径为 R，周期为 T，由圆周运动公式得 $T = \frac{2\pi R}{v_0}$ ⑦

由牛顿第二定律得 $qv_0B_0 = \frac{mv_0^2}{R}$ ⑧

由题意知 $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$，代入⑧式得 d＝4R⑨

粒子运动轨迹如图所示，O_1、O_2 为圆心，O_1、O_2 连线与水平方向夹角为 θ，在每个 T_B 内，只有 A、B 两个位置才有可能垂直击中 P 板，且均要求 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$，由题意可知



$\frac{\frac{\pi}{2}+\theta}{2\theta}T = \frac{T_B}{2}$ ⑩

设经历完整 T_N 的个数为 n（$n = 0$，1，2，3.....）

若在 A 点击中 P 板，据题意由几何关系得

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$R+2(R+R\sin\theta)n=d$ ⑪

当 n=0 时，无解 ⑫

当 n=1 时联立⑨⑪式得 $\theta=\frac{\pi}{6}$ 或($\sin\theta=\frac{1}{2}$) ⑬

联立⑦⑨⑩⑬式得 $TB=\frac{\pi d}{3v_0}$ ⑭

当 $n\geq 2$ 时，不满足 $0<\theta<90^0$ 的要求 ⑮

若在 B 点击中 P 板，据题意由几何关系得 $R++2R\sin\theta+2(R+R\sin\theta)n=d$ ⑯

当 $n=0$ 时无解 ⑰

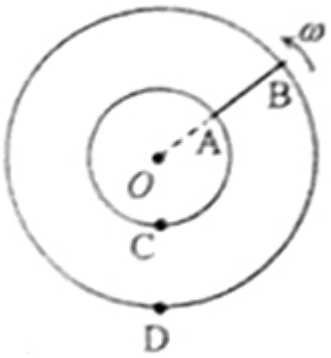
当 $n=1$ 时，联立⑨⑯式得 $\theta=\arcsin\frac{1}{4}$ 或($\sin\theta=\frac{1}{4}$) ⑱

联立⑦⑨⑩⑱式得 $T_B=(\frac{\pi}{2}+\arcsin\frac{1}{4})\frac{d}{2v_0}$ ⑲

当 $n\geq 2$ 时，不满足 $0<\theta<90^0$ 的要求 ⑳

114.(2014·新课标全国卷II)半径分别为 r 和 2r 的同心圆形导轨固定在同一水平面上，一长为 r，质量为 m 且质量分布均匀的直导体棒 AB 置于圆导轨上面，BA 的延长线通过圆导轨的中心 O，装置的俯视图如图所示；整个装置位于一匀强磁场中，磁感应强度的大小为 B，方向竖直向下；在内圆导轨的 C 点和外圆导轨的 D 点之间接有一阻值为 R 的电阻(图中未画出)。直导体棒在水平外力作用下以角速度 ω 绕 O 逆时针匀速转动，在转动过程中始终与导轨保持良好接触。设导体棒与导轨之间的动摩擦因数为 μ，导体棒和导轨的电阻均可忽略，重力加速度大小为 g，求：(1)通过电阻 R 的感应电流的方向和大小；(2)外力的功率。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】(1) $I=\frac{3\omega Br^2}{2R}$ (2) $P=\frac{3}{2}\mu mg\omega r+\frac{9\omega^2B^2r^4}{4R}$

【解析】

试题分析：(1)在 Δt 时间内，导体棒扫过的面积为：$\Delta S=\frac{1}{2}\omega\Delta t\left[(2r)^2-r^2\right]$ ①

根据法拉第电磁感应定律，导体棒产生的感应电动势大小为：$\varepsilon=\frac{B\Delta S}{\Delta t}$

②

根据右手定则，感应电流的方向是从 B 端流向 A 端，因此流过导体 R 的电流方向是从 C 端流向 D 端；由欧姆定律流过导体 R 的电流满足; $I=\frac{\varepsilon}{R}$ ③

联立①②③可得：$I=\frac{3\omega Br^2}{2R}$ ④

(2)在竖直方向有：mg-2N=0 ⑤

式中，由于质量分布均匀，内外圆导轨对导体棒的正压力相等，其值为 N，两导轨对运动的导体棒的滑动摩擦力均为：$f=\mu N$ ⑥

在 Δt 时间内，导体棒在内外圆导轨上扫过的弧长分别为：$l_1=r\omega\Delta t$ ⑦

和 $l_2=2r\omega\Delta t$ ⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

克服摩擦力做的总功为：$W_f = f(l_1 + l_2)$⑨

在Δt时间内，消耗在电阻 R 上的功为：$W_R = I^2 R\Delta t$⑩

根据能量转化和守恒定律，外力在Δt时间内做的功为：$W = W_f + W_R$(11)

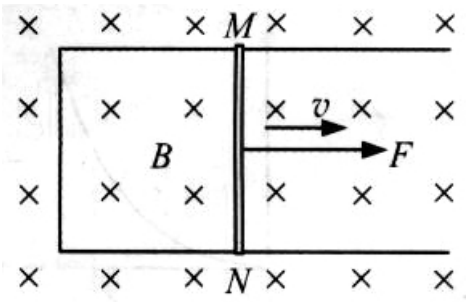
外力的功率为：$P = \frac{W}{\Delta t}$(12)

由④至(12)式可得：$P = \frac{3}{2}\mu mg\omega r + \frac{9\omega^2 B^2 r^4}{4R}$(13)

【考点定位】法拉第电磁感应定律；电功率及能量守恒定律。

【知识拓展】此题是法拉第电磁感应定律的应用问题；明确问题中各种能量之间的转化关系是解题的关键，要知道摩擦力的功等于摩擦力与路程的乘积。

115.(2014·北京卷)导体切割磁感线的运动可以从宏观和微观两个角度来认识。如图所示，固定于水平面的 U 形导线框处于竖直向下的匀强磁场中，金属直导线 MN 在与其垂直的水平恒力 F 的作用下，在导线框上以速度 v 做匀速运动，速度 v 与恒力 F 方向相同，导线 MN 始终与导线框形成闭合电路，已知导线 MN 电阻为 R，其长度 L，恰好等于平行轨道间距，磁场的磁感应强度为 B，忽略摩擦阻力和导线框的电阻。



(1)通过公式推导验证：在时间内Δt，F 对导线 MN 所做的功 W 等于电路获得的电能W'，也等于导线 MN 中产生的焦耳热 Q。

(2)若导线的质量 m=8.0g，长度 L=0.1m，感应电流 I=1.0A，假设一个原子贡献 1 个自由电子，计算导线 MN 中电子沿导线长度方向定向移动的平均速率 v(下表中列出了一些你可能用到的数据)。

阿伏加德罗常数 N_A	$6.0\times10^{23}\,mol^{-1}$
元电荷 e	$1.6\times10^{-19}\,C$
导线 MN 的摩尔质量 μ	$6.0\times10^{-2}\,kg/mol$

(3)经典物理学认为，金属的电阻源于定向运动自由电子和金属离子(金属原子失去电子后剩余部分)的碰撞，展开你想象的翅膀，给出一个合理的自由电子运动模型：在此基础上，求出导线 MN 中金属离子对一个自由电子沿导线长度方向的平均作用力$\overline{f}$的表达式。

【答案】(1)见解析(2) $7.8\times10^{-6}m/s$ (3) $\overline{f}=eBv$

【解析】

试题分析：

(1)导线运动时产生的感应电动势为$E=BLv$，

导线中的电流为$I=\frac{E}{R}$，[

导线受到的安培力为$F_{安}=BIL=\frac{B^2L^2v}{R}$，

物体匀速运动，拉力和安培力相等，所以拉力为$F=F_{安}=\frac{B^2L^2v}{R}$，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

拉力 F 做功$W = F\Delta x = Fv\Delta t$，将 F 代入得到$W = \frac{B^2L^2v^2}{R}\Delta t$[

电能为$W_{电} = EI\Delta t = \frac{B^2L^2v^2}{R}\Delta t$，

产生的焦耳热为$Q = I^2R\Delta t = \frac{B^2L^2v^2}{R}\Delta t$，由此可见$W = W_{电} = Q$

(2)导线 MN 中的总电子数 N=$N_A\frac{m}{\mu}$，[

导线 MN 中电子的电量为$q = Ne$

通过导线的电流为$I = \frac{q}{t}$

这些电量通过导线横截面积的时间为$t = \frac{L}{v_e}$[

联立以上各式得$v_e = \frac{\mu IL}{emN_A} = 7.8\times10^{-6}\,\mathrm{m/s}$

(3)方法一：动量解法

设电子在每一次碰撞结束至下一次碰撞结束之间的运动都相同，设经历的时间为Δt，电子的动量变化为零。

因为导线 MN 的运动，电子受到沿导线方向的洛伦兹力为$f_{洛}$的作用，有$f_{洛} = evB$

沿导线方向，电子只受到金属离子的作用力和$f_{洛}$作用，所以$f_{洛}\Delta t - \overline{f}\Delta t = 0$

联立解得电子受到的平均作用力为$\overline{f} = eBv$

方法二：能量解法

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设电子从导线的一端到达另一端经历的时间为 t，在这段时间内，通过导线一端的电子总数为 $N=\frac{It}{e}$

电阻上产生的焦耳热是由于克服金属离子对电子的平均作用力做功而产生的，有 $W=Q$

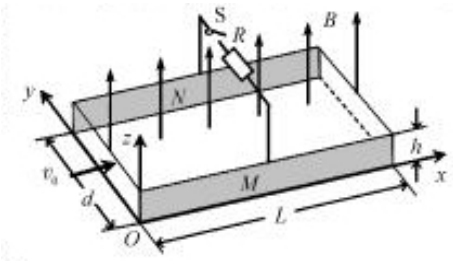
在 t 时间内电子运动过程中克服阻力所做的功，可以表示为 $W=N\overline{f}L$

电流产生的焦耳热为：$Q=BILvt$

联立解得 $\overline{f}=eBv$

【考点定位】电磁感应、能量守恒定律的综合考查

116.(2014·福建卷·T22)如图，某一新型发电装置的发电管是横截面为矩形的水平管道，管道的长为 L、宽度为 d、高为 h，上下两面是绝缘板，前后两侧面 M、N 是电阻可忽略的导体板，两导体板与开关 S 和定值电阻 R 相连。整个管道置于磁感应强度大小为 B，方向沿 z 轴正方向的匀强磁场中。管道内始终充满电阻率为 ρ 的导电液体(有大量的正、负离子)，且开关闭合前后，液体在管道进、出口两端压强差的作用下，均以恒定速率 v_0 沿 x 轴正向流动，液体所受的摩擦阻力不变。



(1)求开关闭合前，M、N 两板间的电势差大小 U_0；

(2)求开关闭合前后，管道两端压强差的变化 Δp；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)调整矩形管道的宽和高，但保持其它量和矩形管道的横截面 S=dh 不变，求电阻 R 可获得的最大功率 P_m 及相应的宽高比 d/h 的值。

【答案】(1) $U_0 = Bqv_0$ (2) $\Delta p = \frac{Ldv_0B^2}{LhR + d\rho}$ (3) $p_m = \frac{LSv_0^2B^2}{4\rho}$

【解析】

试题分析：(1)设带电离子所带的电量位 q，当其所受的洛伦兹力与电场力平衡时，U_0 保持恒定，有

$$Bqv_0 = q\frac{U_0}{d}$$

得：$U_0 = Bqv_0$

(2)设开关闭合前后，管道两端压强差分别为 p_1、p_2，液体所受的摩擦阻力均为 f，开关闭合后管道内液体受到的安培力为 $F_{安}$，有：$p_1hd=f$，$p_2hd=f+F_{安}$，$F_{安}=Bid$

根据欧姆定律，有 $I=\frac{U_0}{R+r}$

两道题板间液体的电阻 $r = \rho\frac{d}{Lh}$

联立解得：$\Delta p = \frac{Ldv_0B^2}{LhR + d\rho}$

(3)电阻 R 获得的功率为：$p = I^2R, p = \left(\frac{BLv_0}{\frac{LR}{d}+\frac{\rho}{h}}\right)^2 R$，当 $\frac{d}{h}=\frac{LR}{\rho}$ 时

电阻 R 获得的最大功率 $p_m = \frac{LSv_0^2B^2}{4\rho}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】本题考查洛伦兹力、欧姆定律、电功率

117.(2014·安徽卷)如图 1 所示，匀强磁场的磁感应强度 B 为 0.5T.其方向垂直于倾角 θ 为 30°的斜面向上。绝缘斜面上固定有∧形状的光滑金属导轨 MPN(电阻忽略不计)，MP 和 NP 长度均为 2.5m，MN 连线水平，长为 3m。以 MN 中点 O 为原点、OP 为 x 轴建立一维坐标系 Ox。一根粗细均匀的金属杆 CD, 长度 d 为 3m、质量 m 为 1kg、电阻 R 为 0.3Ω, 在拉力 F 的作用下, 从 MN 处以恒定的速度 v=1m/s，在导轨上沿 x 轴正向运动(金属杆与导轨接触良好)。g 取 10m/s^2。

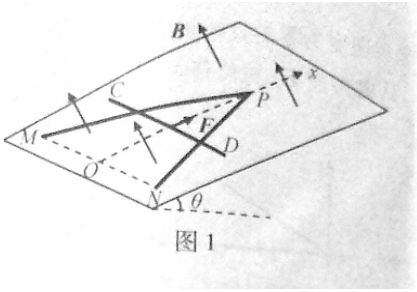


图 1

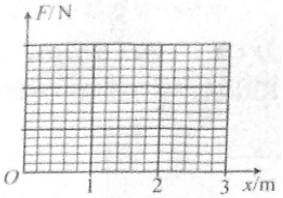


图 2

(1)求金属杆 CD 运动过程中产生产生的感应电动势 E 及运动到 $x=0.8m$ 处电势差 U_{CD}；

(2)推导金属杆 CD 从 MN 处运动到 P 点过程中拉力 F 与位置坐标 x 的关系式，并在图 2 中画出 F-x 关系图象；

(3)求金属杆 CD 从 MN 处运动到 P 点的全过程产生的焦耳热。

【答案】(1) $E=1.5\text{V}$，$U_{CD}=-0.6\text{V}$；(2) $F=12.5-3.75x\ (0\le x\le 2)$；(3) $Q=7.5\text{J}$

【解析】

试题分析：

(1)金属杆 CD 在匀速运动过程中产生的感应电动势

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$E = Blv$ (l=d) $E = 1.5\text{V}$ (D 点电势高)

当 x=0.8m 时，金属杆在导轨间的电势差为零，设此时杆在导轨外的长度为 $l_{外}$ 则

$l_{外} = d\dfrac{OP - x}{OP}d$ $OP = \sqrt{MP^2 - \left(\dfrac{MN}{2}\right)^2}$ 得 $l_{外} = 1.2\text{m}$

由楞次定律判断 D 点电势高，故 CD 两端电势差

$U_{CD} = -Bl_{外}v$ $U_{CD} = -0.6\text{V}$

(2)杆在导轨间的长度 l 与位置 x 关系是 $l = \dfrac{OP - x}{OP}d = 3 - \dfrac{3}{2}x$

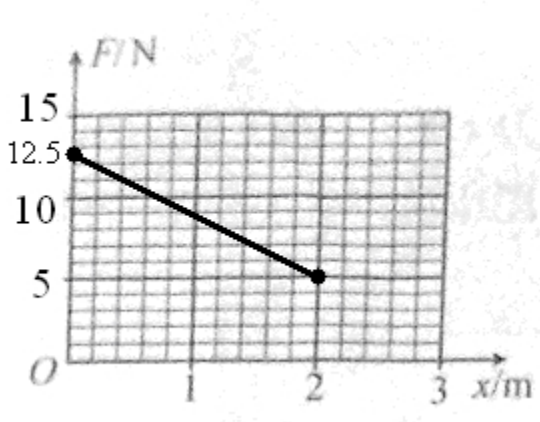
对应的电阻 R_l 为 $R_l = \dfrac{l}{d}R$ 电流 $I = \dfrac{Blv}{R_l}$

杆受的安培力 $F_{安}$ 为 $F_{安} = BIl = 7.5 - 3.75x$

根据平衡条件得 $F = F_{安} + mg\sin\theta$

$F = 12.5 - 3.75x$ (0≤x≤2)

画出的 F-x 图象如图所示。



(3)外力 F 所做的功 W_F 等于 F-x 图线下所围的面积，即

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

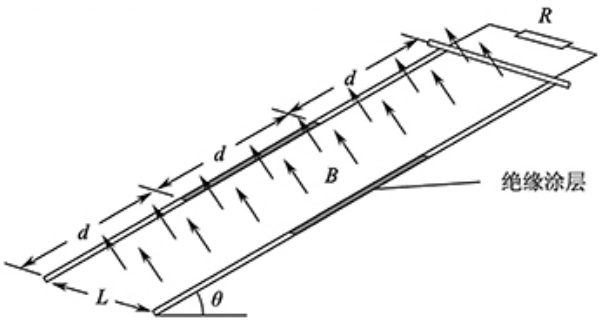
$$W_F = \frac{5+12.5}{2} \times 2\text{J} = 17.5\text{J}$$

而杆的重力势能增加量　　$\Delta E_P = mg\overline{OP}\sin\theta$

故全过程产生的焦耳热　　$Q = W_F - \Delta E_P = 7.5\text{J}$

【考点定位】电磁感应现象、能量守恒定律

118.(2014·江苏卷)如图所示，在匀强磁场中有一倾斜的平行金属导轨，导轨间距为 L，长为 3d，导轨平面与水平面的夹角为 θ，在导轨的中部刷有一段长为 d 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒从导轨的顶端由静止释放，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨底端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R，其他部分的电阻均不计，重力加速度为 g。求：



(1)导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ；

(2)导体棒匀速运动的速度大小 v；

(3)整个运动过程中，电阻产生的焦耳热 Q。

【答案】(1)μ＝tanθ；(2)v＝$\frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$；(3)Q＝2mgdsinθ－$\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

【解析】

试题分析：(1)导体棒在绝缘涂层上滑动时，受重力 mg、导轨的支持力 N 和滑动摩擦力 f 作用，根据共点力平衡条件有：$mg\sin\theta = f$，$N = mg\cos\theta$

根据滑动摩擦定律有：$f = \mu N$

联立以上三式解得：$\mu = \tan\theta$

(2)导体棒在光滑导轨上滑动时，受重力 mg、导轨的支持力 N 和沿导轨向上的安培力 F_A 作用，根据共点力平衡条件有：$F_A = mg\sin\theta$

根据安培力大小公式有：$F_A = ILB$

根据闭合电路欧姆定律有：$I = \frac{E}{R}$

根据法拉第电磁感应定律有：$E = BLv$

联立以上各式解得：$v = \frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$

(3)由题意可知，只有导体棒在导轨光滑段滑动时，回路中有感应电流产生，因此对导体棒在第 1、3 段 d 长导轨上滑动的过程，根据能量守恒定律有：$Q = 2mgd\sin\theta - \frac{1}{2}mv^2$

解得：$Q = 2mgd\sin\theta - \frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

【考点定位】本题主要考查了共点力平衡条件、安培力大小公式、闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、能量守恒定律的应用问题，属于中档题。

119.(2014·天津卷)如图所示，两根足够长的平行金属导轨固定在倾角 $\theta = 30^0$ 的斜面上，导轨电阻不计，间距 L=0.4m，导轨所在空间被分成区域 I 和 II，两区域

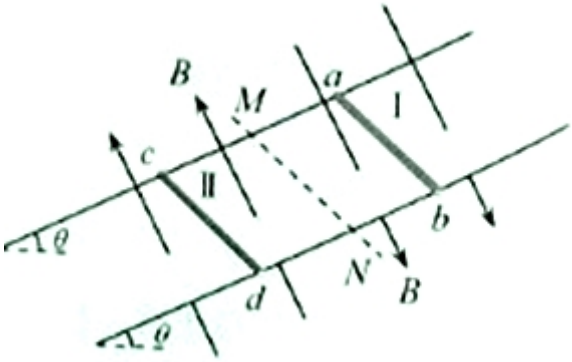
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

的边界与斜面的交线为 MN，I 中的匀强磁场方向垂直斜面向下，II 中的匀强磁场方向垂直斜面向上，两磁场的磁感应强度大小均为 B=0.5T。在区域 I 中，将质量 $m_1=0.1\text{kg}$，电阻 $R_1=0.1\Omega$ 的金属条 ab 放在导轨上，ab 刚好不下滑。然后，在区域 II 中将质量 $m_2=0.4\text{kg}$，电阻 $R_2=0.1\Omega$ 的光滑导体棒 cd 置于导轨上，由静止开始下滑，cd 在滑动过程中始终处于区域 II 的磁场中，ab、cd 始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触，取 $g=10\text{m/s}^2$，问

(1)cd 下滑的过程中，ab 中的电流方向；

(2)ab 刚要向上滑动时，cd 的速度 v 多大？

(3)从 cd 开始下滑到 ab 刚要向上滑动的过程中，cd 滑动的距离 x=3.8m，此过程中 ab 上产生的热量 Q 是多少？



【答案】(1)由 a 流向 b；(2)$v=5\text{m/s}$；(3)$Q=1.3\text{J}$；

【解析】

试题分析：(1)由右手定则可以判断电流方向由 a 流向 b

(2)开始放置 ab 刚好不下滑时，ab 所受摩擦力为最大摩擦力，设其为 F_{max}，有

$$F_{\max}=m_1 g\sin\theta \qquad ①$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设 ab 刚好要上滑时，cd 棒的感应电动势为 E，由法拉第电磁感应定律有

$$E = BLv \qquad ②$$

设电路中的感应电流为 I，由闭合电路欧姆定律有

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} \qquad ③$$

设 ab 所受安培力为 $F_{安}$，有

$$F_{安} = BIL \qquad ④$$

此时 *ab* 受到的最大静摩擦力方向沿斜面向下，由平衡条件有

$$F_{安} = m_1 g \sin\theta + F_{max} \qquad ⑤$$

综合①②③④⑤式，代入数据解得

$$v = 5\text{m/s} \qquad ⑥$$

⑶设 *cd* 棒的运动过程中电路中产生的总热量为 $Q_{总}$，由能量守恒有

$$m_2 g x \sin\theta = Q_{总} + \frac{1}{2} m_2 v^2 \qquad ⑦$$

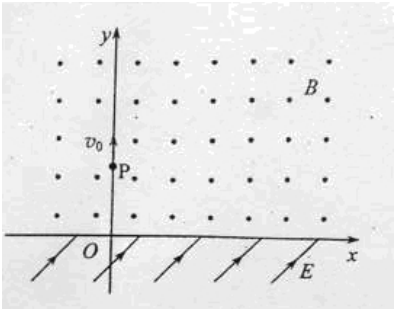
又 $Q = \frac{R_1}{R_1 + R_2} Q_{总}$ ⑧

解得 $Q = 1.3\text{J}$ ⑨

【考点定位】共点力平衡、法拉第电磁感应定律、闭合电路欧姆定律、能量守恒定律、串并联电路特点

120.(2014·海南卷)如图，在 x 轴上方存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外；在 x 轴下方存在匀强电场，电场方向与 xOy 平面平行，且与 x 轴成 45°夹角。一质量为 m、电荷量为 q(q>0)的粒子以初速度 v_0 从 y 轴上的 P 点

沿 y 轴正方向射出，一段时间后进入电场，进入电场时的速度方向与电场方向相反；又经过一段时间 T_0，磁场的方向变为垂直于纸面向里，大小不变。不计重力。



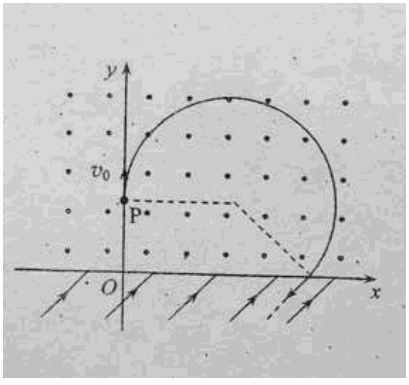
(1)求粒子从 P 点出发至第一次到达 x 轴时所需时间；

(2)若要使粒子能够回到 P 点，求电场强度的最大值。

【答案】(1) $t_1=\frac{5\pi m}{4qB}$　(2) $E=\frac{2mv_0}{qT_0}$

【解析】

试题分析：(1)带电粒子在磁场中做圆周运动，设运动半径为 R，运动周期为 T，根据洛仑兹力公式及圆周运动规律，有



$$qv_0B=\frac{mv_0^2}{R} \qquad ①$$

$T=\frac{2\pi R}{v_0}$ ②

依题意，粒子第一次到达 x 轴时，运动转过的角度为$\frac{5}{4}\pi$，所需时间t_1为$t_1=\frac{5}{8}T$ ③

联立①②③式得$t_1=\frac{5\pi m}{4qB}$ ④

(2)粒子进入电场后，先做匀减速运动，直到速度减小到 0；然后沿原路返回做匀加速运动，到达 x 轴时速度大小仍为v_0。设粒子在电场中运动的总时间为t_2，加速度大小为 a，电场强度大小为 E，有$qE=ma$ ⑤ $v_0=\frac{1}{2}at_2$ ⑥

联立⑤⑥式得$t_2=\frac{2mv_0}{qE}$ ⑦

根据题意，要使粒子能够回到 P 点，必须满足$t_2\geq T_0$ ⑧

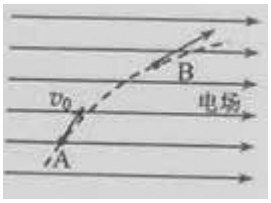
联立⑦⑧式得，电场强度的最大值为$E=\frac{2mv_0}{qT_0}$

考点：带电粒子在电磁场中的运动

【方法技巧】解决带电粒子在电磁场中的运动问题时，要深入细致的理解题意，并根据题干描述，找出关键位置，画出粒子的运动草图，灵活运用各种几何关系来求解。

121.(2015·全国新课标II卷·T 24)如图所示，一质量为 m、电荷量为 q(q>0)的例子在匀强电场中运动，A、B 为其运动轨迹上的两点。已知该粒子在 A 点的速度大小为 v_0，方向与电场方向的夹角为 60°；它运动到 B 点时速度方向与电场方向的夹角为 30°。不计重力。求 A、B 两点间的电势差。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$U_{AB}=\frac{mv_0^2}{q}$

【解析】设带电粒子在 B 点的速度大小为 v_B，粒子在垂直于电场方向的速度分量不变，即

$v_B\sin30°=v_0\sin60°$

由此得 $v_B=\sqrt{3}v_0$

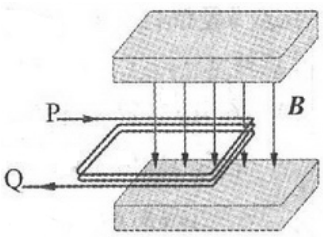
设 A、B 两点间的电热差为 U_{AB}，由动能定理有：$qU_{AB}=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$

解得 $U_{AB}=\frac{mv_0^2}{q}$

【考点定位】动能定理；带电粒子在电场中运动

122.(2015·重庆卷·T7)音圈电机是一种应用于硬盘、光驱等系统的特殊电动机.题 7 图是某音圈电机的原理示意图，它由一对正对的磁极和一个正方形刚性线圈构成，线圈边长为 L，匝数为 n，磁极正对区域内的磁感应强度方向垂直于线圈平面竖直向下，大小为 B，区域外的磁场忽略不计.线圈左边始终在磁场外，右边始终在磁场内，前后两边在磁场内的长度始终相等.某时刻线圈中电流从 P 流向 Q，大小为 I.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



题 7 图

(1)求此时线圈所受安培力的大小和方向。

(2)若此时线圈水平向右运动的速度大小为v，求安培力的功率.

【答案】(1) $F=nBIL$，方向水平向右；(2) $P=nBILv$

【解析】(1)线圈的右边受到磁场的安培力，共有 n 条边，

故 $F=n\cdot BIL=nBIL$

由左手定则，电流向外，磁场向下，安培力水平向右

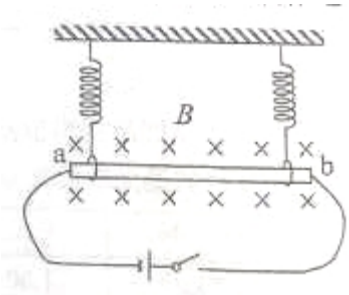
(2)安培力的瞬时功率为 $P=F\cdot v=nBILv$

【考点定位】考查安培力、功率。

【方法技巧】三大定则和一个定律的运用通电受力用左手，运动生流用右手，磁生电和电生磁都用右手握一握。

123.(2015·全国新课标I卷·T24)如图，一长为 10cm 的金属棒 ab 用两个完全相同的弹簧水平地悬挂在匀强磁场中；磁场的磁感应强度大小为 0.1T，方向垂直于纸面向里；弹簧上端固定，下端与金属棒绝缘，金属棒通过开关与一电动势为 12V 的电池相连，电路总电阻为 2Ω。已知开关断开时两弹簧的伸长量均为 0.5cm；闭合开关，系统重新平衡后，两弹簧的伸长量与开关断开时相比均改变了 0.3cm，重力加速度大小取 10m/s^2。判断开关闭合后金属棒所受安培力的方向，并求出金属棒的质量。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



【答案】$m=0.01kg$

【解析】金属棒通电后，闭合回路电流 $I=\frac{U}{R}=\frac{12v}{2\Omega}=6A$

导体棒受到安培力 $F=BIL=0.06N$

根据安培定则可判断金属棒受到安培力方向竖直向下

开关闭合前 $2\times k\times 0.5\times 10^{-2}m=mg$

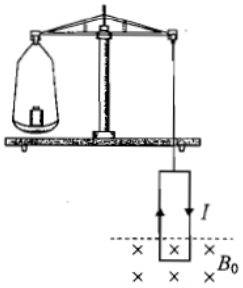
开关闭合后 $2\times k\times(0.5+0.3)\times 10^{-2}m=mg+F$

$m=0.01kg$

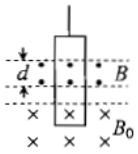
【考点定位】安培力

124.(2015·浙江卷·T24)小明同学设计了一个“电磁天平”，如图 1 所示，等臂天平的左臂为挂盘，右臂挂有矩形线圈，两臂平衡。线圈的水平边长 L=0.1m，竖直边长 H=0.3m，匝数为 N_1。线圈的下边处于匀强磁场内，磁感应强度 $B_0=1.0\mathrm{T}$，方向垂直线圈平面向里。线圈中通有可在 0~2.0A 范围内调节的电流 I。挂盘放上待测物体后，调节线圈中电流使得天平平衡，测出电流即可测得物体的质量。(重力加速度取 $g=10\mathrm{m/s^2}$)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



第 24 题图 1



第 24 题图 2

(1)为使电磁天平的量程达到 0.5kg，线圈的匝数 N_1 至少为多少

(2)进一步探究电磁感应现象，另选 $N_2=100$ 匝、形状相同的线圈，总电阻 $R=10\Omega$，不接外电流，两臂平衡，如图 2 所示，保持 B_0 不变，在线圈上部另加垂直纸面向外的匀强磁场，且磁感应强度 B 随时间均匀变大，磁场区域宽度 $d=0.1\text{m}$。当挂盘中放质量为 0.01kg 的物体时，天平平衡，求此时磁感应强度的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$。

【答案】(1) $N_1=25$ 匝(2) $\frac{\Delta B}{\Delta t}=0.1\text{T/s}$

【解析】(1)线圈受到安培力 $F=N_1B_0IL$ ①

天平平衡 $mg=N_1B_0IL$ ②

代入数据得 $N_1=25$ 匝 ③

(2)由电磁感应定律得 $E=N_2\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ④

$E=N_2\frac{\Delta B}{\Delta t}Ld$ ⑤

由欧姆定律得 $I'=\frac{E}{R}$ ⑥

线圈受到安培力 $F'=N_2B_0I'L$ ⑦

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

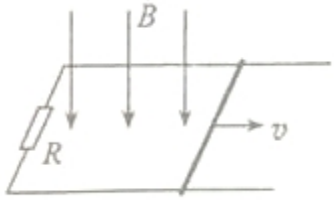
天平平衡 $mg'=N^2{}_2B_0\frac{\Delta B}{\Delta t}\cdot\frac{dL^2}{R}$ ⑧

代入数据可得 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=0.1\mathrm{T/s}$ ⑨

【考点定位】法拉第电磁感应，欧姆定律，安培力，

【方法技巧】该题的关键是分析好安培力的方向，列好平衡方程，基础题

125.(2015·海南卷·T13)如图，两平行金属导轨位于同一水平面上，相距l，左端与一电阻 R 相连；整个系统置于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向竖直向下。一质量为 m 的导体棒置于导轨上，在水平外力作用下沿导轨以速度v匀速向右滑动，滑动过程中始终保持与导轨垂直并接触良好。已知导体棒与导轨间的动摩擦因数为μ，重力加速度大小为 g，导轨和导体棒的电阻均可忽略。求



(1)电阻 R 消耗的功率；

(2)水平外力的大小。

【答案】(1) $P=\frac{B^2L^2v^2}{R}$ (2) $F=\frac{B^2l^2v}{R}+\mu mg$

【解析】(1)导体切割磁感线运动产生的电动势为 $E=BLv$，

根据欧姆定律，闭合回路中的感应电流为 $I=\frac{E}{R}$

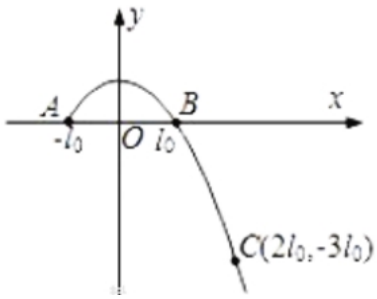
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电阻 R 消耗的功率为 $P=I^2R$，联立可得 $P=\frac{B^2L^2v^2}{R}$

(2)对导体棒受力分析，受到向左的安培力和向左的摩擦力，向右的外力，三力平衡，故有 $F_{安}+\mu mg=F$，$F_{安}=BIl=B\cdot\frac{Blv}{R}\cdot l$，故 $F=\frac{B^2l^2v}{R}+\mu mg$

【考点定位】导体切割磁感线运动

126.(2015·安徽卷·T23)在 xOy 平面内，有沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E(图中未画出)，由 A 点斜射出一质量为 m，带电荷量为+q 的粒子，B 和 C 是粒子运动轨迹上的两点，如图所示，其中 l_0 为常数。粒子所受重力忽略不计。求：



(1)粒子从 A 到 C 过程中电场力对它做的功；

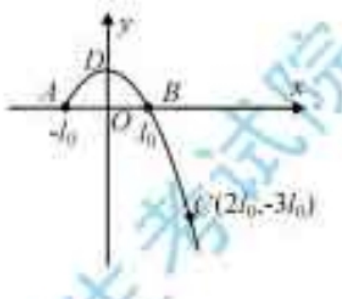
(2)粒子从 A 到 C 过程所经历的时间；

(3)粒子经过 C 点时的速率。

【答案】(1) $W_{AC}=3qEl_0$ (2) $t=3\sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$ (3) $v_C=\sqrt{\frac{17qEl_0}{2m}}$

【解析】(1) $W_{AC}=qE\left(y_A-y_C\right)=3qEl_0$。

(2)根据抛体运动的特点，粒子在 x 方向做匀速直线运动，由对称性可知轨迹最高点 D 在 y 轴上，可令 $t_{AB}=t_{DB}=T$，则 $t_{BC}=T$



由 $qE=ma$，得 $a=\frac{qE}{m}$

又 $y_D=\frac{1}{2}aT^2$，$y_D+3l_0=\frac{1}{2}a(2T)^2$，解得 $T=\sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$

则 A 到 C 过程所经历的时间 $t=3\sqrt{\frac{2ml_0}{qE}}$

(3)粒子在 DC 段做平抛运动，于是有

$2l_0=v_{Cx}(2T)$，$v_{Cy}=a(2T)$

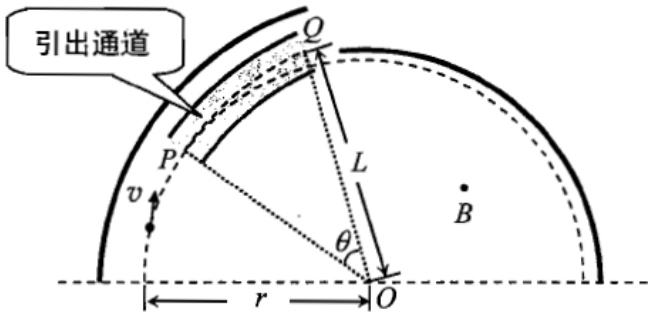
$v_C=\sqrt{v_{Cx}^2+v_{Cy}^2}=\sqrt{\frac{17qEl_0}{2m}}$

考点：本题考查带电粒子在电场中的运动、抛体运动等知识

127.(2015·浙江卷·T25)使用回旋加速器的实验需要把离子束从加速器中引出，离子束引出的方法有磁屏蔽通道法和静电偏转法等。质量为 m，速度为 v 的离子在回旋加速器内旋转，旋转轨道时半径为 r 的圆，圆心在 O 点，轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中，磁感应强度为 B。为引出离子束，使用磁屏蔽通道法设计引出器。引出器原理如图所示，一堆圆弧形金属板组成弧形引出通道，通道的圆心位

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

于O'点(O'点图中未画出)。引出离子时，令引出通道内磁场的磁感应强度降低，从而使离子从 P 点进入通道，沿通道中心线从 Q 点射出。已知 OQ 长度为 L。OQ 与 OP 的夹角为θ，



(1)求离子的电荷量 q 并判断其正负；

(2)离子从 P 点进入，Q 点射出，通道内匀强磁场的磁感应强度应降为B'，求B'；

(3)换用静电偏转法引出离子束，维持通道内的原有磁感应强度 B 不变，在内外金属板间加直流电压，两板间产生径向电场，忽略边缘效应。为使离子仍从 P 点进入，Q 点射出，求通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向和大小。

【答案】(1)$q=\frac{mv}{Br}$，正电荷(2)$\frac{mv(2r-2L\cos\theta)}{q(r^2+L^2-2rR\cos\theta)}$(3)

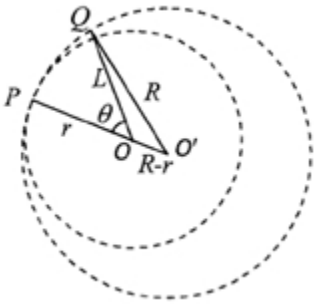
$$E=Bv-\frac{mv^2(2r-2L\cos\theta)}{q(r^2+L^2-2rR\cos\theta)}$$

【解析】(1)离子做圆周运动$Bqv=m\frac{v^2}{r}$ ①

解得$q=\frac{mv}{Br}$，正电荷 ②

(2)如图所示

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



$O'Q=R$， $OQ=L$， $O'O=R-r$

引出轨迹为圆弧 $B'qv=m\frac{v^2}{R}$ ③

解得 $R=\frac{mv}{B'q}$ ④

根据几何关系得 $R=\frac{r^2+L^2-2rR\cos\theta}{2r-2L\cos\theta}$ ⑤

解得 $B'=\frac{mv}{qR}=\frac{mv(2r-2L\cos\theta)}{q(r^2+L^2-2rR\cos\theta)}$ ⑥

(3)电场强度方向沿径向向外 ⑦

引出轨迹为圆弧 $Bqv-Eq=m\frac{v^2}{R}$ ⑧

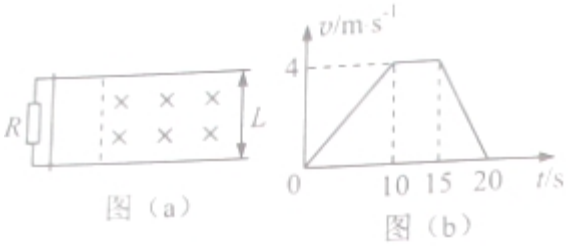
解得 $E=Bv-\frac{mv^2(2r-2L\cos\theta)}{q(r^2+L^2-2rR\cos\theta)}$

【考点定位】回旋加速器，带电粒子在电磁场中的运动

128.(2015·上海卷·T32)如图(a)两相距 L=0.5m 的平行金属导轨固定于水平面上，导轨左端与阻值 R=2Ω 的电阻连接，导轨间虚线右侧存在垂直导轨平面的匀强磁场，质量 m=0.2kg 的金属杆垂直于导轨上，与导轨接触良好，导轨与金属杆的电阻可忽略，杆在水平向右的恒定拉力作用下由静止开始运动，并始终与导轨垂直

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，其 v-t 图像如图(b)所示，在 15s 时撤去拉力，同时使磁场随时间变化，从而保持杆中电流为 0，求：



(1)金属杆所受拉力的大小为 F；

(2)0-15s 匀强磁场的磁感应强度大小为 B_0；

(3)15-20s 内磁感应强度随时间的变化规律。

【答案】(1)0.24N；(2)0.4T；(3) $B(t)=\frac{20}{50-(t-15)(t-25)}T$

【解析】(1)由 v-t 关系图可知在 0-10s 时间段杆尚未进入磁场，因此

$F-\mu mg=ma_1$

由图可知 $a_1=0.4m/s^2$

同理可知在 15—20s 时间段杆仅有摩擦力作用下运动

$\mu mg=ma_2$

由图可知 $a_2=0.8m/s^2$

解得 F=0.24N

(2)在 10—15s 时间段杆在磁场中做匀速运动，因此有

$$F=\mu mg+\frac{B_0^2L^2v}{R}$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

以 F=0.24N，μmg=0.16N 代入

解得 B_0=0.4T

(3)由题意可知在 15—20s 时间段通过回路的磁通量不变，设杆在 15—20s 内运动距离为 d，15s 后运动的距离为 x

B(t)L(d+x)=B_0Ld

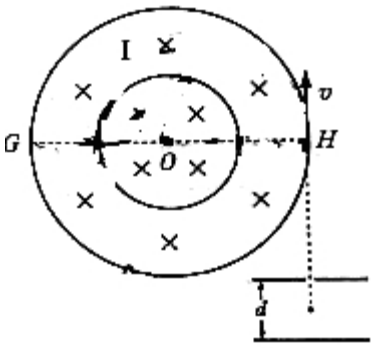
其中 d=20m

x=4(t-15)-0.4$(t-15)^2$

由此可得 $B(t)=\frac{B_0 d}{d+x}=\frac{20}{50-(t-15)(t-25)}T$

【考点定位】牛顿第二定律；导体棒切割磁感线

129.(2015·山东卷·T24)如图所示，直径分别为 D 和 2D 的同心圆处于同一竖直面内，O 为圆心，GH 为大圆的水平直径。两圆之间的环形区域(I区)和小圆内部(II区)均存在垂直圆面向里的匀强磁场。间距为 d 的两平行金属极板间有一匀强电场，上极板开有一小孔。一质量为 m，电量为+q 的粒子由小孔下方 d/2 处静止释放，加速后粒子以竖直向上的速度 v 射出电场，由点紧靠大圆内侧射入磁场。不计粒子的重力。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)求极板间电场强度的大小；

(2)若粒子运动轨迹与小圆相切，求区磁感应强度的大小；

(3)若I区，II区磁感应强度的大小分别为 2mv/qD，4mv/qD，粒子运动一段时间后再次经过 H 点，求这段时间粒子运动的路程。

【答案】(1) $\frac{mv^2}{qd}$ (2) $\frac{4mv}{qD}$ 或 $\frac{4mv}{3qD}$ (3)5.5πD

【解析】(1)粒子在电场中，根据动能定理： $Eq\cdot\frac{d}{2}=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $E=\frac{mv^2}{qd}$

(2)若粒子的运动轨迹与小圆相切，则当内切时，半径为 $r_1=\frac{D-\frac{D}{2}}{2}=\frac{D}{4}$

有 $qvB_1=m\frac{v^2}{r_1}$，解得 $B=\frac{4mv}{qD}$

则当外切时，半径为 $r_2=\frac{2D-\frac{D}{2}}{2}=\frac{3D}{4}$

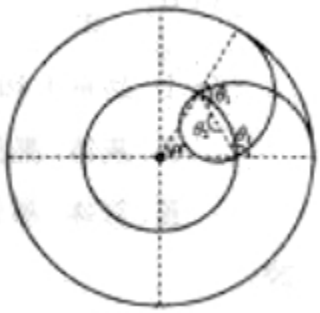
有 $qvB_1=m\frac{v^2}{r_2}$，解得 $B=\frac{4mv}{3qD}$

(3)若I区域的磁感应强度为 $B_1=\frac{2mv}{qD}$，则粒子运动的半径为 $R_1=\frac{mv}{qB_1}=\frac{D}{2}$ ；II区域的磁感应强度为 $B_2=\frac{4mv}{qD}$，则粒子运动的半径为 $R_2=\frac{mv}{qB_2}=\frac{D}{4}$ ；

设粒子在I区和II区做圆周运动的周期分别为 T_1、T_2，由运动公式可得：

$T_1=\frac{2\pi R_1}{v_1}$ ； $T_2=\frac{2\pi R_2}{v_2}$

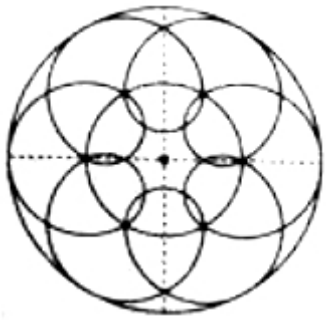
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



据题意分析，粒子两次与大圆相切的时间间隔内，运动轨迹如图所示，根据对称性可知，I区两段圆弧所对的圆心角相同，设为 θ_1，II区内圆弧所对圆心角为 θ_2，圆弧和大圆的两个切点与圆心 O 连线间的夹角设为 α，由几何关系可得：

$\theta_1 = 120°$；$\theta_2 = 180°$；$\alpha = 60°$

粒子重复上述交替运动回到 H 点，轨迹如图所示，设粒子在I区和II区做圆周运动的时间分别为 t_1、t_2，可得：$t_1 = \frac{360°}{\alpha} \times \frac{\theta_1 \times 2}{360°} T_1$；$t_2 = \frac{360°}{\alpha} \times \frac{\theta_2}{360°} T_2$



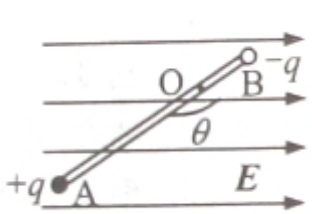
设粒子运动的路程为 s，由运动公式可知：$s=v(t_1+t_2)$

联立上述各式可得：$s=5.5\pi D$

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动；动能定理。

130.(2015·上海卷·T33)如图，在场强大小为 E、水平向右的匀强电场中，一轻杆可绕固定转轴 O 在竖直平面内自由转动。杆的两端分别固定两电荷量均为 q 的小球 A、B；A 带正电，B 带负电；A、B 两球到转轴 O 的距离分别为 2l、l，所受重

力大小均为电场力大小的$\sqrt{3}$倍，开始时杆与电场夹角为$\theta(90^0 \le \theta \le 180^0)$。将杆从初始位置由静止释放，以 O 点为重力势能和电势能零点。求：



(1)初始状态的电势能W_e；

(2)杆在平衡位置时与电场间的夹角α；

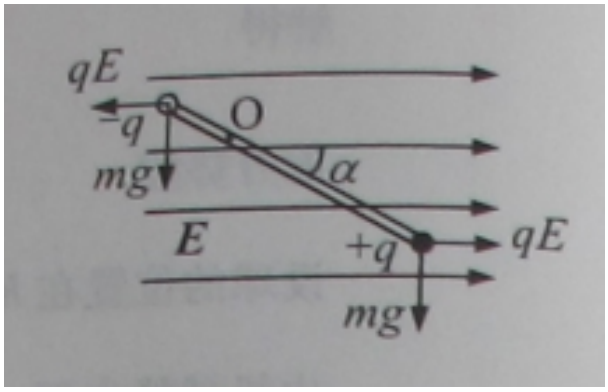
(3)杆在电势能为零处的角速度ω。

【答案】(1)-3qElcosθ；(2)30°；(3)当 θ<150°时，$\omega=\sqrt{\dfrac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$；

当 θ≥150°时，$\omega=\sqrt{\dfrac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$ 或$\omega=\sqrt{\dfrac{-2\sqrt{3}(1+\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$

【解析】(1)初态：$W_e=qV_+ +(-q)V=q(V_+ -V_-)=-3qElcos\theta$

(2)平衡位置如图，



设小球的质量为 m，合力矩为

3qElsinα-mglcosα=0

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由此得 $\tan\alpha=\frac{mg}{3qE}=\frac{\sqrt{3}}{3}$

α=30°

(3)电势能为零时，杆处于竖直位置，当初始时 OA 与电场间夹角 θ=150°时，A 恰好能到达 O 正上方，在此位置杆的角速度为 0

当 θ<150°时，A 位于 O 正下方处电势能为零。

初态：W_e=—3qElcosθ，E_p=mglsinθ

末态：$W_e'=0$，$E_P'=-mgl$

能量守恒：$-3qEl\cos\theta-mgl\sin\theta=\frac{5}{2}ml^2\omega^2-mgl$

解得 $\omega=\sqrt{\frac{2mg(1-\sin\theta)-6qE\cos\theta}{5ml}}$

$\omega=\sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$

当 θ≥150°时，电势能为 0 有两处，即 A 位于 O 正下方或正上方处

当 A 位于 O 正下方时，$\omega=\sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$

当 A 位于 O 正上方时，$\omega=\sqrt{\frac{-2mg(1+\sin\theta)-6qE\cos\theta}{5ml}}$

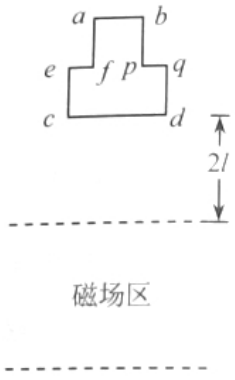
解得 $\omega=\sqrt{\frac{-2\sqrt{3}(1+\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}g}$

考点：能量守恒定律；有固定转动轴物体平衡

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】能量守恒定律；有固定转动轴物体平衡

131.(2015·天津卷·T11)如图所示，凸字形硬质金属线框质量为 m，相邻各边互相垂直，且处于同一竖直平面内，ab 边长为 l，cd 边长为 2l，ab 与 cd 平行，间距为 2l。匀强磁场区域的上下边界均水平，磁场方向垂直于线框所在平面。开始时，cd 边到磁场上边界的距离为 2l，线框由静止释放，从 cd 边进入磁场直到 ef、pq 边进入磁场前，线框做匀速运动，在 ef、pq 边离开磁场后，ab 边离开磁场之前，线框又做匀速运动。线框完全穿过磁场过程中产生的热量为 Q。线框在下落过程中始终处于原竖直平面内，且 ab、cd 边保持水平，重力加速度为 g；求



(1)线框 ab 边将离开磁场时做匀速运动的速度大小是 cd 边刚进入磁场时的 几倍

(2)磁场上下边界间的距离 H

【答案】(1) $v_2 = 4v_1$ ； (2) $H = \frac{Q}{mg} + 28l$

【解析】设磁场的磁感应强度大小写为 B，cd 边刚进入磁场时，线框做匀速运动的速度为 v_1，cd 边上的感应电动势为 E_1，由法拉第电磁感应定律可得：$E_1 = 2Blv_1$

设线框总电阻为 R，此时线框中电流为 I_1，由闭合电路欧姆定律可得：$I_1 = \frac{E_1}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设此时线械所受安培力为 F_1，有：$F_1 = 2I_1lB$

由于线框做匀速运动，故受力平衡，所以有：$mg = F_1$

联立解得：$v_1 = \frac{mgR}{4B^2l^2}$

设 ab 边离开磁场之前，线框做匀速运动的速度为 v_2，同理可得：$v_2 = \frac{mgR}{B^2l^2}$

故可知：$v_2 = 4v_1$

(2 线框自释放直到 cd 边进入磁场前，由机械能守恒定律可得：$2mgl = \frac{1}{2}mv_1^2$

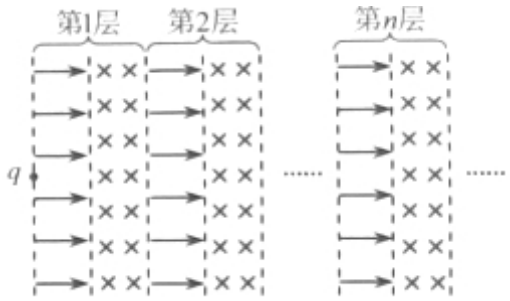
线框完全穿过磁场的过程中，由能量守恒定律可得：

$$mg(2l + H) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + Q$$

联立解得：$H = \frac{Q}{mg} + 28l$

考点：法拉第电磁感应定律、欧姆定律、共点力平衡、机械能守恒、能量守恒定律

132.(2015·天津卷·T12)现代科学仪器常利用电场、磁场控制带电粒子的运动。在真空中存在着如图所示的多层紧密相邻的匀强电场和匀强磁场，电场和磁场的宽度均为 d。电场强度为 E，方向水平向右；磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里。电场、磁场的边界互相平行且与电场方向垂直，一个质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子在第 1 层电场左侧边界某处由静止释放，粒子始终在电场、磁场中运动，不计粒子重力及运动时的电磁辐射



(1)求粒子在第 2 层磁场中运动时速度v_2的大小与轨迹半径r_2

(2)粒子从第 n 层磁场右侧边界穿出时，速度的方向与水平方向的夹角为θ_n，试求$\sin\theta_n$

(3)若粒子恰好不能从第 n 层磁场右侧边界穿出，试问在其他条件不变的情况下，也进入第 n 层磁场，但比荷较该粒子大的粒子能否穿出该层磁场右侧边界，请简要推理说明之

【答案】(1)$\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mEd}{q}}$；(2)$\sin\theta_n = B\sqrt{\frac{nqd}{2mE}}$；(3)见解析；

【解析】(1)粒子在进入第 2 层磁场时，经两次电场加速，中间穿过磁场时洛伦兹力不做功，由动能定理，有：$2qEd = \frac{1}{2}mv_2^2$

解得：$v_2 = 2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$

粒子在第 2 层磁场中受到的洛伦兹力充当向心力，有：$qv_2B = m\frac{v_2^2}{r_2}$

联立解得：$r_2 = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{mEd}{q}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设粒子在第 n 层磁场中运动的速度为 v_n，轨迹半径为 r_n(下标表示粒子所在层数),

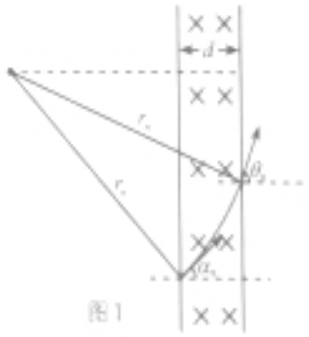
$$nqEd = \frac{1}{2}mv_n^2$$

$$qv_nB = m\frac{v_n^2}{r_n}$$

粒子进入到第 n 层磁场时，速度的方向与水平方向的夹角为α_n，从第 n 层磁场右侧边界突出时速度方向与水平方向的夹角为θ_n，粒子在电场中运动时，垂直于电场线方向的速度分量不变，有：

$$v_{n-1}\sin\theta_{n-1} = v_n\sin\alpha_n$$

由图根据几何关系可以得到：



$$r_n\sin\theta_n - r_n\sin\alpha_n = d$$

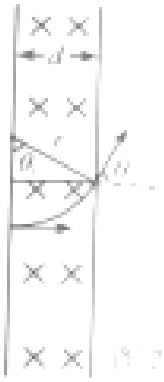
联立可得：　　$r_n\sin\theta_n - r_{n-1}\sin\alpha_{n-1} = d$

由此可看出$r_1\sin\theta_1$，$r_2\sin\theta_2$，…，$r_n\sin\theta_n$为一等差数列，公差为 d，可得：

$$r_n\sin\theta_n = r_1\sin\theta_1 + (n-1)d$$

当 n=1 时，由下图可看出：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



$r_1 \sin\theta_1 = d$

联立可解得：$\sin\theta_n = B\sqrt{\frac{nqd}{2mE}}$

(3)若粒子恰好不能从第 n 层磁场右侧边界穿出，则：

$\theta_n = \frac{\pi}{2}$，$\sin\theta_n = 1$

在其他条件不变的情况下，打印服务比荷更大的粒子，设其比荷为$\frac{q'}{m'}$，假设通穿出第 n 层磁场右侧边界，粒子穿出时速度方向与水平方向的夹角为θ_n'，由于$\frac{q'}{m'} = \frac{q}{m}$，则导致：$\sin\theta_n' > 1$

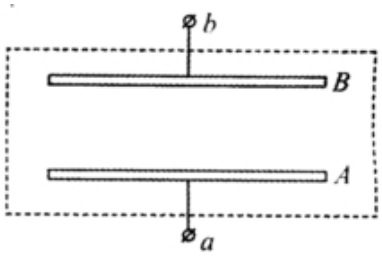
说明θ_n'不存在，即原假设不成立，所以比荷较该粒子大的粒子不能穿出该层磁场右侧边界。

考点：带电粒子在电磁场中的运动

133.(2015·北京卷·T24)真空中放置的平行金属板可以用作光电转换装置，如图所示，光照前两板都不带电，以光照射 A 板，则板中的电子可能吸收光的能量而逸出。假设所有逸出的电子都垂直于 A 板向 B 板运动，忽略电子之间的相互作用

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

，保持光照条件不变，a 和 b 为接线柱。已知单位时间内从 A 板逸出的电子数为 N，电子逸出时的最大动能为 E_{km}，元电荷为 e。



(1)求 A 板和 B 板之间的最大电势差 U_m，以及将 a、b 短接时回路中的电流 I_m。

(2)图示装置可看作直流电源，求其电动势 E 和内阻 r.

(3)在 a 和 b 之间连接一个外电阻时，该电阻两端的电压为 U，外电阻上消耗的电功率设为 P;单位时间内到达 B 板的电子，在从 A 板运动到 B 板的过程中损失的动能之和设为 ΔE_K，请推导证明：$P=\Delta E_K$.

(注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题中做必要的说明)

【答案】(1) $U_m=\frac{E_{km}}{e}$，$I_{短}=Ne$ (2) $E=\frac{E_{Km}}{e}$，$r=\frac{E_{km}}{Ne^2}$ (3) $P=\Delta E_K$

【解析】

(1)光照射 A 板后，A 板发出的光电子不断打到 B 板上，在 AB 之间形成电场，将阻碍后续发出的光电子向 B 运动。当 AB 之间的电势差达到最大值 U_m 时，以最大初动能从 A 板逸出的光电子也刚好不能到达 B 板，由动能定理可得：

$eU_m=E_{km}$

解得：$U_m=\frac{E_{km}}{e}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

短路时，在 A 板上方设置与 A 平行、面积等大的参考面，时间 t 内通过该参考面的电荷量$Q=Net$，根据电流定义式$I=\frac{Q}{t}$，可得：$I_{短}=Ne$

(2)电源电动势等于开路时的路端电压，故$E=U_m=\frac{E_{Km}}{e}$

由闭合电路的欧姆定律可得$r=\frac{E_m}{I_{短}}$

解得$r=\frac{E_{km}}{Ne^2}$

(3)设单位时间内到达 B 板的光电子数为N'，则电路中的电流$I=\frac{Q'}{t}=\frac{N'et}{t}=N'e$

则外电阻消耗的功率$P=UI=UN'e$

光电阻在两极板中运动时，两极板间电压为U，每个电子损失的动能$\Delta E_{k0}=eU$

则单位时间内到达 B 板的电子损失的总动能$\Delta E_k=N'\Delta E_{k0}$

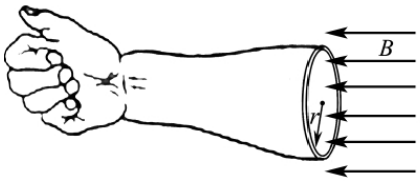
联立解得：$\Delta E_k=N'eU$

故$P=\Delta E_k$

【考点定位】光电效应、闭合电路欧姆定律、电流的微观解释、电场。

134.(2015·江苏卷·T13)做磁共振检查时，对人体施加的磁场发生变化时会在肌肉组织中产生感应电流。某同学为了估算该感应电流对肌肉组织的影响，将包裹在骨骼上一圈肌肉组织等效成单匝线圈，线圈的半径r=5.0cm，线圈导线的横截面积A=0.80cm^2，电阻率$\rho=1.5\Omega\cdot m$，如图所示，匀强磁场方向与线圈平面垂直，若磁感应强度B在0.3s内从1.5T均匀地减小为零，求(计算结果保留一位有效数字)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)该圈肌肉组织的电阻R；

(2)该圈肌肉组织中的感应电动势E；

(3)0.3s内该圈肌肉组织中产生的热量Q。

【答案】(1)$6\times10^{3}\Omega$　(2)4×10^{-2}V　(3)8×10^{-8}J

【解析】(1)由电阻定律 $R=\rho\frac{2\pi r}{A}$，解得 $R=6\times10^{3}\Omega$

(2)感应电动势 $E=\frac{\Delta B}{\Delta t}\pi r^{2}$，解得 $E=4\times10^{-2}$V

(3)由焦耳定律得：$Q=\frac{E^{2}}{R}\Delta t$，解得：$Q=8\times10^{-8}$

【考点】考查感应电动势

135.(2015·广东卷·T35)如图 17(a)所示，平行长直金属导轨水平放置，间距 L＝0.4m，导轨右端接有阻值 R＝1Ω 的电阻，导体棒垂直放置在导轨上，且接触良好，导体棒及导轨的电阻均不计，导轨间正方形区域 abcd 内有方向竖直向下的匀强磁场，bd 连线与导轨垂直，长度也为 L，从 0 时刻开始，磁感应强度 B 的大小随时间 t 变化，规律如图 17(b)所示；同一时刻，棒从导轨左端开始向右匀速运动，1s 后刚好进入磁场，若使棒在导轨上始终以速度 v＝1m/s 做直线运动，求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

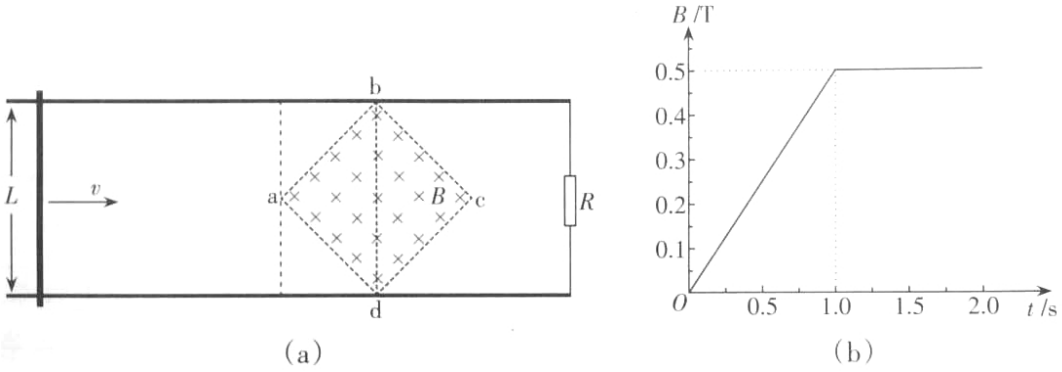


图 17

(1)棒进入磁场前，回路中的电动势 E；

(2)棒在运动过程中受到的最大安培力 F，以及棒通过三角形 abd 区域时电流 i 与时间 t 的关系式。

【答案】(1)E＝0.04V；(2)F_m＝0.04N，i＝t－1(其中，1s≤t≤1.2s)。

【解析】(1)在棒进入磁场前，由于正方形区域 abcd 内磁场磁感应强度 B 的变化，使回路中产生感应电动势和感应电流，根据法拉第电磁感应定律可知，在棒进入磁场前回路中的电动势为 E＝$n\frac{\Delta B}{\Delta t}\cdot(\frac{L}{\sqrt{2}})^2$＝0.04V

(2)当棒进入磁场时，磁场磁感应强度 B＝0.5T 恒定不变，此时由于导体棒做切割磁感线运动，使回路中产生感应电动势和感应电流，根据法拉第电磁感应定律可知，回路中的电动势为：e＝Blv，当棒与 bd 重合时，切割有效长度 l＝L，达到最大，即感应电动势也达到最大 e_m＝BLv＝0.2V＞E＝0.04V

根据闭合电路欧姆定律可知，回路中的感应电流最大为：$i_m=\frac{e_m}{R}$＝0.2A

根据安培力大小计算公式可知，棒在运动过程中受到的最大安培力为：$F_m=i_mLB$＝0.04N

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

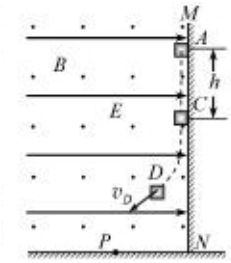
在棒通过三角形 abd 区域时，切割有效长度 l＝2v(t－1)(其中，1s≤t≤$\frac{L}{2v}$＋1s)

综合上述分析可知，回路中的感应电流为：i＝$\frac{e}{R}$＝$\frac{2Bv^2}{R}$(t－1)(其中，1s≤t≤$\frac{L}{2v}$＋1s)

即：i＝t－1(其中，1s≤t≤1.2s)

【考点定位】法拉第电磁感应定律的理解与应用、电磁感应的综合应用。

136.(2015·福建卷·T22)如图，绝缘粗糙的竖直平面 MN 左侧同时存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场，电场方向水平向右，电场强度大小为 E，磁场方向垂直纸面向外，磁感应强度大小为 B。一质量为 m、电荷量为 q 的带正电的小滑块从 A 点由静止开始沿 MN 下滑，到达 C 点时离开 MN 做曲线运动。A、C 两点间距离为 h，重力加速度为 g。



(1)求小滑块运动到 C 点时的速度大小 v_c；

(2)求小滑块从 A 点运动到 C 点过程中克服摩擦力做的功 W_f；

(3)若 D 点为小滑块在电场力、洛伦兹力及重力作用下运动过程中速度最大的位置，当小滑块运动到 D 点时撤去磁场，此后小滑块继续运动到水平地面上的 P 点。已知小滑块在 D 点时的速度大小为 v_D，从 D 点运动到 P 点的时间为 t，求小滑块运动到 P 点时速度的大小 v_p.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)E/B (2)$W_f = mgh - \frac{1}{2}m\frac{E^2}{B^2}$ (3)$v_p = \sqrt{\frac{(mg)^2+(qE)^2}{m^2}t^2 + v_D^2}$

【解析】

试题分析：(1)由题意知，根据左手定则可判断，滑块在下滑的过程中受水平向左的洛伦兹力，当洛伦兹力等于电场力 qE 时滑块离开 MN 开始做曲线运动，即 Bqv=qE

解得：v=E/B

(2)从 A 到 C 根据动能定理：$mgh - W_f = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

解得：$W_f = mgh - \frac{1}{2}m\frac{E^2}{B^2}$

(3)设重力与电场力的合力为 F，由图意知，在 D 点速度 v_D 的方向与 F 地方向垂直，从 D 到 P 做类平抛运动，在 F 方向做匀加速运动 a=F/m，t 时间内在 F 方向的位移为 $x = \frac{1}{2}at^2$

从 D 到 P，根据动能定理：$Fx = \frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$，其中 $F = \sqrt{(mg)^2+(qE)^2}$

联立解得：$v_p = \sqrt{\frac{(mg)^2+(qE)^2}{m^2}t^2 + v_D^2}$

【考点】：带电粒子在复合场中的运动

137.(2015·重庆卷·T9)题 9 图为某种离子加速器的设计方案.两个半圆形金属盒内存在相同的垂直于纸面向外的匀强磁场.其中 MN 和 M′N′ 是间距为 h 的两平行极板，其上分别有正对的两个小孔 O 和 O′，O′N′=ON=d，P 为靶点，O′P=kd (k

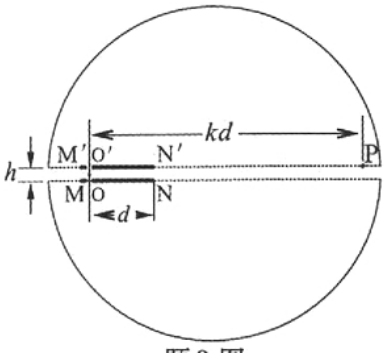
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

为大于 1 的整数).极板间存在方向向上的匀强电场,两极板间电压为U .质量为m 、带电量为q 的正离子从O 点由静止开始加速，经O′进入磁场区域.当离子打到极板上O′N′区域(含N′ 点)或外壳上时将会被吸收.两虚线之间的区域无电场和磁场存在，离子可匀速穿过.忽略相对论效应和离子所受的重力.求：

(1)离子经过电场仅加速一次后能打到 P 点所需的磁感应强度大小；

(2)能使离子打到 P 点的磁感应强度的所有可能值；

(3)打到 P 点的能量最大的离子在磁场中运动的时间和在电场中运动的时间。



题 9 图

【答案】(1) $B=\dfrac{2\sqrt{2qUm}}{qkd}$　(2) $B=\dfrac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd}$，　$(n=1,2,3,\cdots,k^2-1)$

(3) $t_{磁}=\dfrac{(2k^2-3)\pi mkd}{2\sqrt{2qum(k^2-1)}}$，　$t_{电}=h\sqrt{\dfrac{2(k^2-1)m}{qU}}$

【解析】(1)离子经电场加速，由动能定理：$qU=\dfrac{1}{2}mv^2$，可得$v=\sqrt{\dfrac{2qU}{m}}$

磁场中做匀速圆周运动，$qvB=m\dfrac{v^2}{r}$

刚好打在 P 点，轨迹为半圆，由几何关系可知$r=\dfrac{kd}{2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

联立解得 $B=\frac{2\sqrt{2qUm}}{qkd}$

(2)若磁感应强度较大，设离子经过一次加速后若速度较小，圆周运动半径较小，不能直接打在 P 点，而做圆周运动到达 N' 右端，再匀速直线到下端磁场，将重新回到 O 点重新加速，直到打在 P 点。设共加速了 n 次，有：$nqU=\frac{1}{2}mv_n^2$

$qv_nB=m\frac{v_n^2}{r_n}$

且 $r_n=\frac{kd}{2}$

解得：$B=\frac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd}$，

要求离子第一次加速后不能打在板上，有 $r_1>\frac{d}{2}$，且 $qU=\frac{1}{2}mv_1^2$，$qv_1B=m\frac{v_1^2}{r_1}$

解得：$n<k^2$

故加速次数 n 为正整数最大取 $n=k^2-1$

即 $B=\frac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd}$ $(n=1,2,3,\cdots,k^2-1)$

(3)加速次数最多的离子速度最大，取 $n=k^2-1$，离子在磁场中做 n-1 个完整的匀速圆周运动和半个圆周打到 P 点。

由匀速圆周运动 $T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$

$t_{磁}=(n-1)T+\frac{T}{2}=\frac{(2k^2-3)\pi mkd}{2\sqrt{2qum(k^2-1)}}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

电场中一共加速 n 次，可等效成连续的匀加速直线运动.由运动学公式

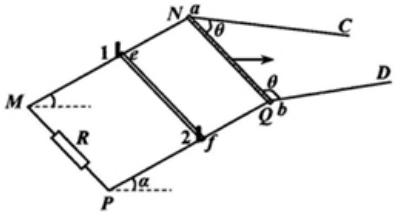
$$(k^2-1)h=\frac{1}{2}at_{电}^2$$

$$a=\frac{qU}{mh}$$

可得：$t_{电}=h\sqrt{\frac{2(k^2-1)m}{qU}}$

【考点定位】带电粒子在电场和磁场中的运动、牛顿第二定律、运动学公式。

138.(2015·四川卷·T11)如图所示，金属导轨 MNC 和 PQD，MN 与 PQ 平行且间距为 L，所在平面与水平面夹角为 α，N、Q 连线与 MN 垂直，M、P 间接有阻值为 R 的电阻；光滑直导轨 NC 和 QD 在同一水平面内，与 NQ 的夹角都为锐角 θ。均匀金属棒 ab 和 ef 质量均为 m，长均为 L，ab 棒初始位置在水平导轨上与 NQ 重合；ef 棒垂直放在倾斜导轨上，与导轨间的动摩擦因数为 μ(μ 较小)，由导轨上的小立柱 1 和 2 阻挡而静止。空间有方向竖直的匀强磁场(图中未画出)。两金属棒与导轨保持良好接触。不计所有导轨和 ab 棒的电阻，ef 棒的阻值为 R，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等，忽略感应电流产生的磁场，重力加速度为 g。



(1)若磁感应强度大小为 B，给 ab 棒一个垂直于 NQ、水平向右的速度 v_1，在水平导轨上沿运动方向滑行一段距离后停止，ef 棒始终静止，求此过程 ef 棒上产生的热量；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)在(1)问过程中，ab 棒滑行距离为 d，求通过 ab 棒某横截面的电荷量；

(3)若 ab 棒以垂直于 NQ 的速度 v_2 在水平导轨上向右匀速运动，并在 NQ 位置时取走小立柱 1 和 2，且运动过程中 ef 棒始终静止。求此状态下最强磁场的磁感应强度及此磁场下 ab 棒运动的最大距离。

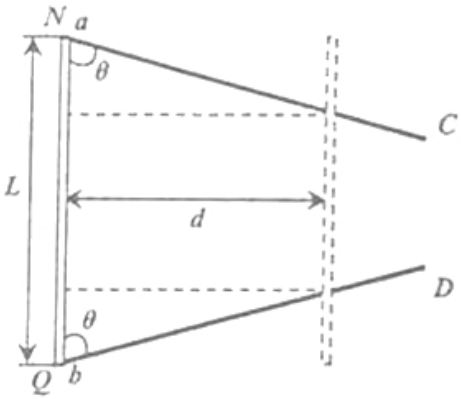
【答案】(1)$Q_{ef}=\frac{1}{4}mv_1^2$；(2)$q=\frac{2Bd(L-d\cot\theta)}{R}$；(3)$B_m=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mgR(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{(\cos\alpha-\mu\sin\alpha)v_2}}$，方向竖直向上或竖直向下均可，$x_m=\frac{\mu L\tan\theta}{(1+\mu^2)\sin\alpha\cos\alpha+\mu}$

【解析】(1)由于 ab 棒做切割磁感线运动，回路中产出感应电流，感应电流流经电阻 R 和 ef 棒时，电流做功，产生焦耳热，根据功能关系及能的转化与守恒有：$\frac{1}{2}mv_1^2=Q_R+Q_{ef}$ ①

根据并联电路特点和焦耳定律 $Q=I^2Rt$ 可知，电阻 R 和 ef 棒中产生的焦耳热相等，即 $Q_R=Q_{ef}$ ②

由①②式联立解得 ef 棒上产生的热量为：$Q_{ef}=\frac{1}{4}mv_1^2$

(2)设在 ab 棒滑行距离为 d 时所用时间为 t，其示意图如下图所示：



该过程中回路变化的面积为：$\Delta S=\frac{1}{2}[L+(L-2d\cot\theta)]d$ ③

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据法拉第电磁感应定律可知，在该过程中，回路中的平均感应电动势为：$\overline{E}=\frac{B\Delta S}{t}$ ④

根据闭合电路欧姆定律可知，流经 ab 棒平均电流为：$\overline{I}=\frac{\overline{E}}{R/2}$ ⑤

根据电流的定义式可知，在该过程中，流经 ab 棒某横截面的电荷量为：$q=\overline{I}\cdot t$ ⑥

由③④⑤⑥式联立解得：$q=\frac{2Bd(L-d\cot\theta)}{R}$

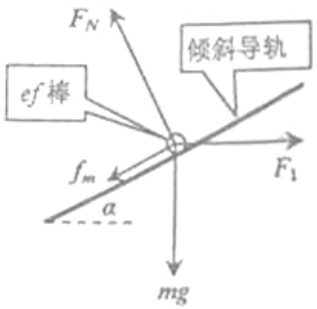
(3)由法拉第电磁感应定律可知，当 ab 棒滑行 x 距离时，回路中的感应电动势为：$e=B(L-2x\cot\theta)v^2$ ⑦

根据闭合电路欧姆定律可知，流经 ef 棒的电流为：$i=\frac{e}{R}$ ⑧

根据安培力大小计算公式可知，ef 棒所受安培力为：F＝iLB ⑨

由⑦⑧⑨式联立解得：$F=\frac{B^2Lv_2}{R}(L-2x\cot\theta)$ ⑩

由⑩式可知，当 x＝0 且 B 取最大值，即 $B=B_m$ 时，F 有最大值 F_m，ef 棒受力示意图如下图所示：



根据共点力平衡条件可知，在沿导轨方向上有：$F_m\cos\alpha=mg\sin\alpha+f_m$ ⑪

在垂直于导轨方向上有：$F_N=mg\cos\alpha+F_m\sin\alpha$ ⑫

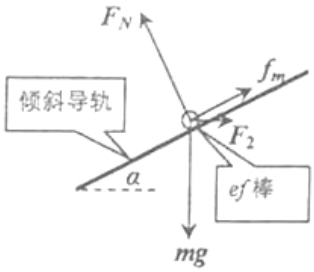
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据滑动摩擦定律和题设条件有：$f_m=\mu F_N$ ⑬

由⑩⑪⑫⑬式联立解得：$B_m=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{mgR(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{(\cos\alpha-\mu\sin\alpha)v_2}}$

显然此时，磁感应强度的方向竖直向上或竖直向下均可

由⑩式可知，当 $B=B_m$ 时，F 随 x 的增大而减小，即当 F 最小为 F_{min} 时，x 有最大值为 x_m，此时 ef 棒受力示意图如下图所示：



根据共点力平衡条件可知，在沿导轨方向上有：$F_{min}\cos\alpha+f_m=mg\sin\alpha$ ⑭

在垂直于导轨方向上有：$F_N=mg\cos\alpha+F_{min}\sin\alpha$ ⑮

由⑩⑬⑭⑮式联立解得：$x_m=\frac{\mu L\tan\theta}{(1+\mu^2)\sin\alpha\cos\alpha+\mu}$

【考点定位】功能关系、串并联电路特征、闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、楞次定律、共点力平衡条件的应用，和临界状态分析与求解极值的能力

139.(2015·江苏卷·T15)一台质谱仪的工作原理如图所示，电荷量均为+q、质量不同的离子飘入电压为U_0的加速电场，其初速度几乎为零，这些离子经过加速后通过狭缝O沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为B的匀强磁场，最后打在底片上，已知放置底片区域已知放置底片的区域MN =L，且OM =L。某次测量发现MN

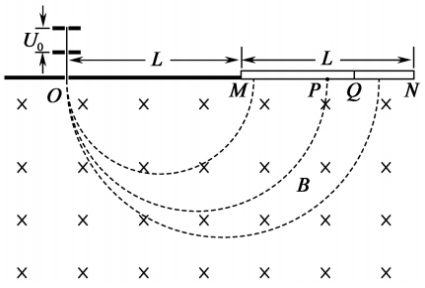
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

中左侧2/3区域MQ损坏，检测不到离子，但右侧1/3区域QN仍能正常检测到离子.在适当调节加速电压后，原本打在MQ的离子即可在QN检测到.

(1)求原本打在MN中点P的离子质量m；

(2)为使原本打在P的离子能打在QN区域，求加速电压U的调节范围；

(3)为了在QN区域将原本打在MQ区域的所有离子检测完整，求需要调节U的最少次数。(取$\lg 2=0.301$；$\lg 3=0.477,\lg 5=0.699$)



【答案】(1)$m=\dfrac{9qB^2L^2}{32U_0}$　(2)$\dfrac{100U_0}{81}\le U\le\dfrac{16U_0}{9}$　(3)3次

【解析】(1)离子在电场中加速：$qU_0=\dfrac{1}{2}mv^2$

在磁场中做匀速圆周运动：$qvB=m\dfrac{v^2}{r}$

解得：$r=\dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mU_0}{q}}$

代入$r_0=\dfrac{3}{4}L$，解得$m=\dfrac{9qB^2L^2}{32U_0}$

(2)由(1)知，$U=\dfrac{16U_0r^2}{9L^2}$　离子打在Q点$r=\dfrac{5}{6}L$，$U=\dfrac{100U_0}{81}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

离子打在 N 点 r=L，$U=\frac{16U_0}{9}$，则电压的范围$\frac{100U_0}{81}\le U\le\frac{16U_0}{9}$

(3)由(1)可知，$r\propto\sqrt{U}$

由题意知，第 1 次调节电压到 U_1，使原本 Q 点的离子打在 N 点$\frac{L}{\frac{5}{6}L}=\frac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

此时，原本半径为 r_1 的打在 Q_1 的离子打在 Q 上$\frac{\frac{5}{6}L}{r_1}=\frac{\sqrt{U_1}}{\sqrt{U_0}}$

解得$r_1=\left(\frac{5}{6}\right)^2L$

第 2 次调节电压到 U_2，原本打在 Q_1 的离子打在 N 点，半径为 r_2 的打在 Q_2 的离子打在 Q 上，则：

$\frac{L}{r_1}=\frac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}$，$\frac{\frac{5}{6}L}{r_2}=\frac{\sqrt{U_2}}{\sqrt{U_0}}$

解得$r_2=\left(\frac{5}{6}\right)^3L$

同理，第 n 次调节电压，有$r_n=\left(\frac{5}{6}\right)^{n+1}L$

检测完整，有$r_n\le\frac{L}{2}$

解得：$n\ge\frac{\lg 2}{\lg\left(\frac{6}{5}\right)}-1\approx 2.8$

最少次数为 3 次

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点】考查带电粒子在复合场中的运动

140.(2013·广东卷·T36)如图 19(a)所示，在垂直于匀强磁场 B 的平面内，半径为 r 的金属圆盘绕过圆心 O 的轴承转动，圆心 O 和边缘 K 通过电刷与一个电路连接，电路中的 P 是加上一定正向电压才能导通的电子元件。流过电流表的电流 I 与圆盘角速度 ω 的关系如图 19(b)所示，其中 ab 段和 bc 段均为直线，且 ab 段过坐标原点。ω>0 代表圆盘逆时针转动。已知：R=3.0Ω，B=1.0T，r=0.2m。忽略圆盘、电流表和导线的电阻。

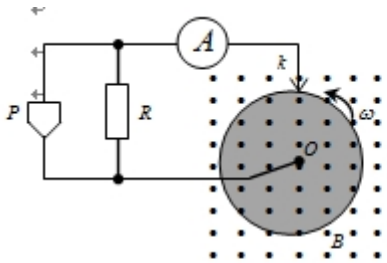


图 19（a）

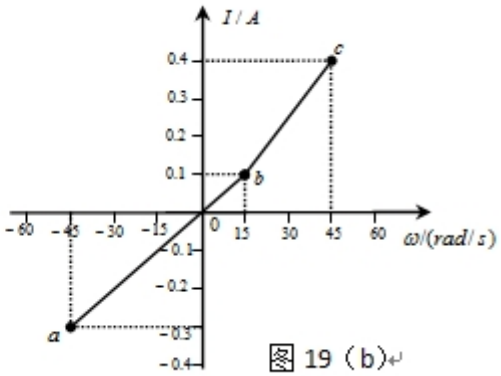


图 19（b）

(1)根据图 19(b)写出 ab、bc 段对应 I 与 ω 的关系式；

(2)求出图 19(b)中 b、c 两点对应的 P 两端的电压 U_b、U_c；

(3)分别求出 ab、bc 段流过 P 的电流 I_P 与其两端电压 U_P 的关系式.

【答案】(1) $I=\frac{0.1}{15}\omega$ (-45rad/s≤ω≤15 rad/s)；$I=0.01\omega-0.05$ (15rad/s≤ω≤45 rad/s)

(2) $U_b=0.30V;U_C=0.90V$

(3) $U_p=\frac{0.1}{5}\omega-3I_P$ (0≤ω≤15 rad/s)或 $U_p=-\frac{0.1}{5}\omega+3I_P$ (-45rad/s≤ω≤0)

$U_p=0.03\omega-3I_P-0.15$ (15rad/s≤ω≤45 rad/s)

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由图可知，在 ab 段，直线斜率 $k_1=\frac{\Delta I}{\Delta\omega_1}=\frac{0.1-0}{15-0}$， 故对应 I 与 ω 的关系式为：$I=\frac{0.1}{15}\omega$ (-45rad/s≤ω≤15 rad/s)；在 bc 段，直线斜率 $k_2=\frac{\Delta I}{\Delta\omega_2}=\frac{0.4-0.1}{45-15}=0.01$，设表达式 $I=k_2\omega+b$，把 ω=45rad/s，I=0.4A 代入解得 $b=-0.05$，故对应的转动的角速度为 $\omega_1=15rad/s$。

圆盘产生的电势 $E_1=\frac{1}{2}Br^2\omega_1$，解得 $E_1=0.3V$

由于圆盘、电流表、导线电阻不计，因此 P 两端的电压为 0.3V。

同理，C 点对应的圆盘转动的角速度 $\omega_2=45rad/s$，圆盘产生的电动势 $E_2=\frac{1}{2}Br^2\omega_2=0.9V$，因此 P 两端的电压为 0.9V.

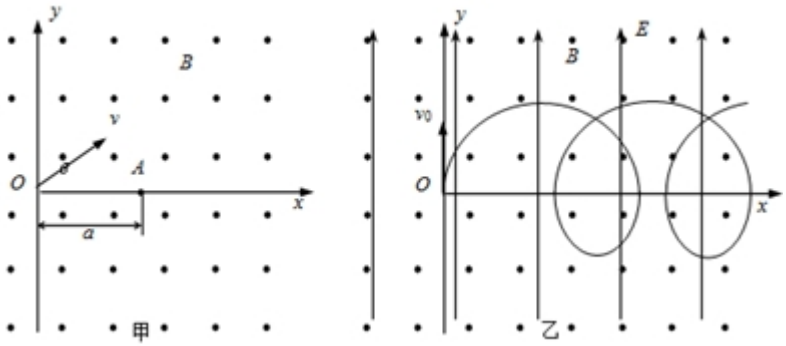
(3)b 点时，定值电阻 R 中电流 $I_R=\frac{U}{R}=0.1A$，与电流表的示数相等，说明这时宫电流为零，因此 ab 段，P 中的电流为零，电压范围为[0.3V，-0.9V]

而 bc 段：$I_P=I-\frac{U_P}{R}=\frac{1}{100}\omega-\frac{1}{20}-\frac{\frac{1}{2}Br^2\omega}{R}=\frac{1}{300}\omega-\frac{1}{20}$。

【考点定位】电磁感应定律、闭合欧姆定律、图象问题

141.(2013·福建卷·T22)如图甲所示，空间存在一范围足够大的垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。让质量为 m，电荷量为 q(q＞0)的粒子从坐标原点 O 沿 xOy 平面以不同的初速度大小和方向入射到磁场中。不计重力和粒子间的影响。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)若粒子以初速度 v_1 沿 y 轴正向入射，恰好能经过 x 轴上的 A(a，0)点，求 v_1 的大小；

(2)已知一粒子的初速度大小为 $v(v>v_1)$，为使该粒子能经过 A(a，0)点，其入射角 θ(粒子初速度与 x 轴正向的夹角)有几个？并求出对应的 sinθ 值；

(3)如图乙，若在此空间再加入沿 y 轴正向、大小为 E 的匀强电场，一粒子从 O 点以初速度 v_0 沿 y 轴正向发射。研究表明：粒子在 xOy 平面内做周期性运动，且在任一时刻，粒子速度的 x 分量 v_x 与其所在位置的 y 坐标成正比，比例系数与场强大小 E 无关。求该粒子运动过程中的最大速度值 v_m。

【答案】(1)$\frac{qBa}{2m}$；(2)两个 $\sin\theta=\frac{qBa}{2mv}$；(3)$\frac{E}{B}+\sqrt{\frac{E^2}{B^2}+v_0^2}$。

【解析】(1)带电粒子以初速度 v_1 沿 y 轴正方向入射后，在磁场中做匀速圆周运动，刚好转过半周到达 x 轴上的 A 点，设此时的轨道半径为 R_1，

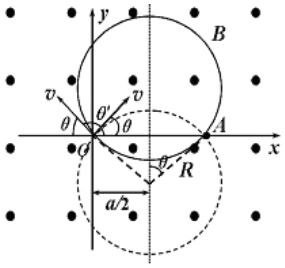
有：$R_1=a/2$ ①

由洛伦兹力提供粒子做圆周运动的向心力，根据牛顿第二定律

有：$qBv_1=\frac{mv_1^2}{R_1}$ ②

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由①②式联立解得：$v_1=\frac{qBa}{2m}$。



(2)带电粒子以初速度 v 入射时，在磁场中仍然做匀速圆周运动，设此时轨道为 R，对照②式可知：$R=\frac{mv}{Bq}$ ③

由于 $v>v_1$，则 $R>R_1=a/2$，要使其圆轨迹能经过 A 点，则 $\theta\neq90°$，绘出粒子的轨

迹图如图所示，轨迹圆有两个，但圆心都落在 OA 的中垂线上，设做两个圆周运动的速度方向与 X 轴正方向的夹角分别为 θ 和 θ'，

根据图中几何关系有：$\sin\theta'=\sin\theta=\frac{a}{2R}$ ④

由③④联立解得：$\sin\theta=\frac{Bqa}{2mv}$

(3)粒子在磁场中仅受洛仑兹力和电场力作用。又洛仑兹力不做功，只有电场力做功，根据题意可知，当粒子运动至+y 方向最远处时，速度最大为 v_m，且沿+x 方向，设+y 方向最远处的 y 坐标为 y_m，由题可知 $v_m=ky_m$ ⑤

根据动能定理的：$Eqy_m=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑥

又因比例系数与电场强度 E 无关，因此若克电场，粒子将以速度 v_0 做匀速圆周运动，设轨道半径为 R_0，此时在+y 方向最远处的 y 坐标 R_0，

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

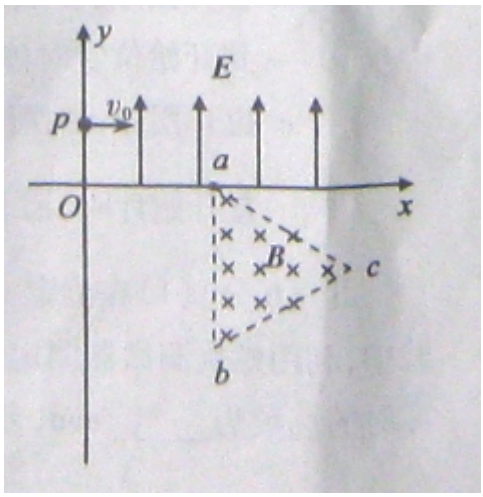
有 $v_0 = kR_0$ ⑦

对照②式可知：$R_0 = \frac{mv_0}{Bq}$ ⑧

由⑤⑥⑦⑧式联立解得：$v_m = \frac{E}{B} + \sqrt{\frac{E^2}{B^2} + v_0^2}$

【考点定位】本题主要考查带电粒子在磁场、复合场中的运动问题，以及分析问题、从题干中提取有用信息的能力问题。难度较大。

142.(2013·安徽卷·T23)如图所示的平面直角坐标系 xOy, 在第I象限内有平行于 y 轴的匀强电场，方向沿 y 正方向；在第IV象限的正三角形 abc 区域内有匀强电场，方向垂直于 xOy 平面向里，正三角形边长为 L，且 ab 边与 y 轴平行。一质量为 m、电荷量为 q 的粒子，从 y 轴上的 P(0，h)点，以大小为 v_0 的速度沿 x 轴正方向射入电场，通过电场后从 x 轴上的 a(2h，0)点进入第IV象限，又经过磁场从 y 轴上的某点进入第III象限，且速度与 y 轴负方向成 45°角，不计粒子所受的重力。求：



(1)电场强度 E 的大小；

(2)粒子到达 a 点时速度的大小和方向；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)abc 区域内磁场的磁感应强度 B 的最小值。

【答案】(1) $\frac{mv_0^2}{2qh}$　(2) $\sqrt{2}v_0$，方向与 x 轴的夹角为 45° (3) $\frac{2mv_0}{qL}$

【解析】(1)粒子在电场中做类平抛运动，设粒子在电场中的运动时间为 t，则

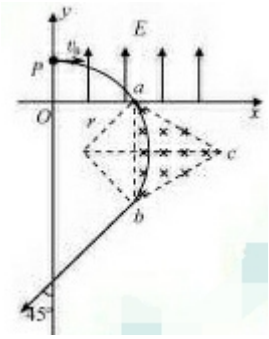
$x=v_0t=2h$，$y=\frac{1}{2}at^2=h$，$a=\frac{Eq}{m}$，联立以上各式，可得 $E=\frac{mv_0^2}{2qh}$。

(2)粒子到达 a 点时沿 y 轴负方向的分速度 $v_y=at=\frac{v_0^2}{2h}\cdot\frac{2h}{v_0}=v_0$，所以

$v=\sqrt{v_0^2+v_y^2}=\sqrt{2}v_0$

设此时速度方向与 x 轴的夹角为 α，则 $\tan\alpha=v_y/v_0=1$，所以 α=45°，即速度方向与 x 轴的夹角为 45°。

(3)粒子进入磁场后做匀速圆周运动，当粒子恰好从 b 点射出时，粒子做圆周运动的轨道半径最大，此时 abc 区域内的磁感应强度最小。做出粒子的运动轨迹如图所示。



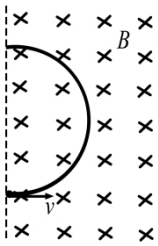
由几何关系知，粒子在磁场中运动的轨迹所对圆心角为 90°

轨道半径 $r=\frac{\sqrt{2}}{2}L$，又 $Bqv=m\frac{v^2}{r}$，可得 $B=\frac{2mv_0}{qL}$。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】平抛运动的规律、牛顿第二定律、运动的合成与分解的应用及带电粒子在匀强磁场中的运动问题等。

143.(2016·北京卷)如图所示，质量为 m、电荷量为 q 的带电粒子，以初速度 v 沿垂直磁场方向射入磁感应强度为 B 的匀强磁场，在磁场中做匀速圆周运动。不计带电粒子所受重力。



(1)求粒子做匀速圆周运动的半径 R 和周期 T；

(2)为使该粒子做匀速直线运动，还需要同时存在一个与磁场方向垂直的匀强电场，求电场强度 E 的大小。

【答案】(1) $R=\frac{mv}{Bq}$　$T=\frac{2\pi m}{qB}$　(2) $E=vB$

【解析】(1)洛伦兹力提供向心力，有 $f=qvB=m\frac{v^2}{R}$

带电粒子做匀速圆周运动的半径 $R=\frac{mv}{Bq}$

匀速圆周运动的周期 $T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$

(2)粒子受电场力 $F=qE$，洛伦兹力 $f=qvB$。粒子做匀速直线运动，则

$qE=qvB$

场强 E 的大小 $E=vB$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】带电粒子在复合场中的运动

【方法技巧】带电粒子在复合场中运动问题的分析思路

1.正确的受力分析：除重力、弹力和摩擦力外，要特别注意电场力和磁场力的分析。

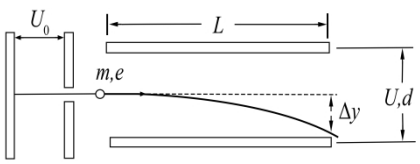
2.正确分析物体的运动状态：找出物体的速度、位置及其变化特点，分析运动过程。如果出现临界状态，要分析临界条件。带电粒子在复合场中做什么运动，取决于带电粒子的受力情况。

(1)当粒子在复合场内所受合力为零时，做匀速直线运动(如速度选择器)。

(2)当带电粒子所受的重力与电场力等值反向，洛伦兹力提供向心力时，带电粒子在垂直于磁场的平面内做匀速圆周运动。

(3)当带电粒子所受的合力是变力，且与初速度方向不在一条直线上时，粒子做非匀变速曲线运动，这时粒子的运动轨迹既不是圆弧，也不是抛物线，由于带电粒子可能连续通过几个情况不同的复合场区，因此粒子的运动情况也发生相应的变化，其运动过程也可能由几种不同的运动阶段所组成。

144.(2016·北京卷)如图所示，电子由静止开始经加速电场加速后，沿平行于版面的方向射入偏转电场，并从另一侧射出。已知电子质量为 m，电荷量为 e，加速电场电压为U_0。偏转电场可看作匀强电场，极板间电压为 U，极板长度为 L，板间距为 d。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)忽略电子所受重力，求电子射入偏转电场时的初速度 v_0 和从电场射出时沿垂直板面方向的偏转距离 Δy；

(2)分析物理量的数量级，是解决物理问题的常用方法。在解决(1)问时忽略了电子所受重力，请利用下列数据分析说明其原因。已知 $U=2.0\times10^{2}\ \mathrm{V}$，$d=4.0\times10^{-2}\ \mathrm{m}$，$m=9.1\times10^{-31}\ \mathrm{kg}$，$e=1.6\times10^{-19}\ \mathrm{C}$，$g=10\ \mathrm{m/s^2}$。

(3)极板间既有静电场也有重力场。电势反映了静电场各点的能的性质，请写出电势 φ 的定义式。类比电势的定义方法，在重力场中建立“重力势”φ_G 的概念，并简要说明电势和“重力势”的共同特点。

【答案】(1) $\dfrac{UL^2}{4U_0d}$　(2)不需要考虑电子所受的重力　(3) $\varphi=\dfrac{E_p}{q}$　电势 φ 和重力势 φ_G 都是反映场的能的性质的物理量，仅仅由场自身的因素决定。

【解析】(1)根据功和能的关系，有 $eU_0=\dfrac{1}{2}mv_0^2$

电子射入偏转电场的初速度 $v_0=\sqrt{\dfrac{2eU_0}{m}}$

在偏转电场中，电子的运动时间 $\Delta t=\dfrac{L}{v_0}=L\sqrt{\dfrac{m}{2eU_0}}$

偏转距离 $\Delta y=\dfrac{1}{2}a(\Delta t)^2=\dfrac{UL^2}{4U_0d}$

(2)考虑电子所受重力和电场力的数量级，有

重力 $G=mg\sim10^{-29}\ \mathrm{N}$

电场力 $F=\dfrac{eU}{d}\sim10^{-15}\ \mathrm{N}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由于$F>>G$，因此不需要考虑电子所受重力

(3)电场中某点电势φ定义为电荷在该点的电势能E_{p}与其电荷量 q 的比值，即

$$\varphi=\frac{E_{\mathrm{p}}}{q}$$

由于重力做功与路径无关，可以类比静电场电势的定义，将重力场中物体在某点的重力势能E_G与其质量 m 的比值，叫做“重力势”，即$\varphi_G=\frac{E_{\mathrm{G}}}{m}$

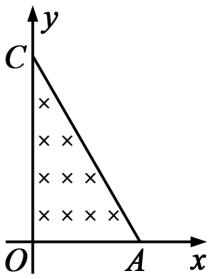
电势φ和重力势φ_{G}都是反映场的能的性质的物理量，仅由场自身的因素决定

【考点定位】带电粒子在电场中的偏转

【方法技巧】带电粒子在电场中偏转问题，首先要对带电粒子在这两种情况下进行正确的受力分析，确定粒子的运动类型。解决带电粒子垂直射入电场的类型的题，应用平抛运动的规律进行求解。此类型的题要注意是否要考虑带电粒子的重力，原则是：除有说明或暗示外，对基本粒子(例如电子，质子、α 粒子、离子等)一般不考虑重力；对带电微粒(如液滴、油滴、小球、尘埃等)一般要考虑重力。

145.(2016·海南卷)如图，A、C 两点分别位于 x 轴和 y 轴上，∠OCA=30°，OA 的长度为 L。在△OCA 区域内有垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场。质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子，以平行于 y 轴的方向从 OA 边射入磁场。已知粒子从某点射入时，恰好垂直于 OC 边射出磁场，且粒子在磁场中运动的时间为 t_0。不计重力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求磁场的磁感应强度的大小；

(2)若粒子先后从两不同点以相同的速度射入磁场，恰好从 OC 边上的同一点射出磁场，求该粒子这两次在磁场中运动的时间之和；

(3)若粒子从某点射入磁场后，其运动轨迹与 AC 边相切，且在磁场内运动的时间为$\frac{5}{3}t_0$，求粒子此次入射速度的大小。

【答案】(1)$\frac{\pi m}{2qt_0}$　(2)$2t_0$　(3)$\frac{\sqrt{3}\pi L}{7t_0}$

【解析】(1)粒子在磁场中做匀速圆周运动，在时间 t_0 内其速度方向改变了 90°，故其周期 $T=4t_0$①

设磁感应强度大小为 B，粒子速度为 v，圆周运动的半径为 r。由洛伦兹力公式和牛顿定律得

$qvB=m\frac{v^2}{r}$②

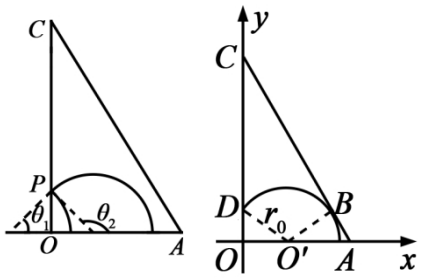
匀速圆周运动的速度满足$v=\frac{2\pi r}{T}$③

联立①②③式得$B=\frac{\pi m}{2qt_0}$④

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)设粒子从 OA 边两个不同位置射入磁场，能从 OC 边上的同一点 P 射出磁场，粒子在磁场中运动的轨迹如图(a)所示。设两轨迹所对应的圆心角分别为 θ_1 和 θ_2。由几何关系有 $\theta_1=180°-\theta_2$⑤

粒子两次在磁场中运动的时间分别为 t_1 与 t_2，则 $t_1+t_2=\frac{T}{2}=2t_0$⑥



图（a）　图（b）

(3)如图(b)，由题给条件可知，该粒子在磁场区域中的轨迹圆弧对应的圆心角为 150°。设 O'为圆弧的圆心，圆弧的半径为 r_0，圆弧与 AC 相切与 B 点，从 D 点射出磁场，由几何关系和题给条件可知，此时有∠OO'D=∠BO'A=30°⑦

$r_0\cos\angle OO'D+\frac{r_0}{\cos\angle BO'A}=L$⑧

设粒子此次入射速度的大小为 v_0，由圆周运动规律 $v_0=\frac{2\pi r_0}{T}$⑨

联立①⑦⑧⑨式得 $v_0=\frac{\sqrt{3}\pi L}{7t_0}$⑩

【考点定位】带电粒子在磁场中的运动

【名师点睛】对于带电粒子在磁场中运动类型，要画出轨迹，善于运用几何知识帮助分析和求解，这是轨迹问题的解题关键。

146.(2016·江苏卷)回旋加速器的工作原理如题 15-1 图所示，置于真空中的 D 形金属盒半径为 R，两盒间狭缝的间距为 d，磁感应强度为 B 的匀强磁场与盒面垂

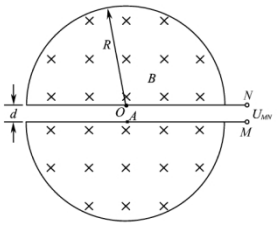
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

直，被加速粒子的质量为 m，电荷量为+q，加在狭缝间的交变电压如题 15-2 图所示，电压值的大小为 U_0.周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$.一束该种粒子在 $t=0\sim\frac{T}{2}$ 时间内从 A 处均匀地飘入狭缝，其初速度视为零.现考虑粒子在狭缝中的运动时间，假设能够出射的粒子每次经过狭缝均做加速运动，不考虑粒子间的相互作用.求：

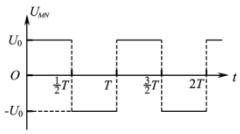
(1)出射粒子的动能 E_m ；

(2)粒子从飘入狭缝至动能达到 E_m 所需的总时间 t_0 ；

(3)要使飘入狭缝的粒子中有超过 99%能射出，d 应满足的条件.



（题 15-1 图）



（题 15-2 图）

【答案】(1) $E_m=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$ (2) $t_0=\frac{\pi BR^2+2BRd}{2U_0}-\frac{\pi m}{qB}$ (3) $d<\frac{\pi mU_0}{100qB^2R}$

【解析】(1)粒子运动半径为 R 时

$$qvB=m\frac{v^2}{R}$$

且 $E_m=\frac{1}{2}mv^2$

解得 $E_m=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$

(2)粒子被加速 n 次达到动能 E_m，则 $E_m=nqU_0$

粒子在狭缝间做匀加速运动，设 n 次经过狭缝的总时间为 Δt

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

加速度 $a=\frac{qU_0}{md}$

匀加速直线运动 $nd=\frac{1}{2}a\cdot\Delta t^2$

由 $t_0=(n-1)\cdot\frac{T}{2}+\Delta t$，解得 $t_0=\frac{\pi BR^2+2BRd}{2U_0}-\frac{\pi m}{qB}$

(3)只有在 0~$(\frac{T}{2}-\Delta t)$ 时间内飘入的粒子才能每次均被加速

则所占的比例为 $\eta=\frac{\frac{T}{2}-\Delta t}{\frac{T}{2}}$

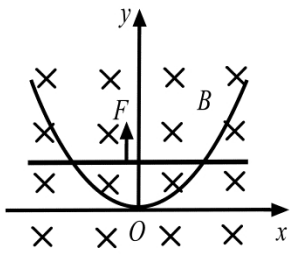
由 $\eta>99\%$,解得 $d<\frac{\pi mU_0}{100qB^2R}$.

【考点定位】回旋加速器、带电粒子在电磁场中的运动

【方法技巧】考查回旋加速器的原理，能获得的最大速度对应最大的轨道半径，即 D 形盒的半径，粒子在加速器运动的时间分两部分，一是在磁场中圆周运动的时间，二是在电场中的匀加速运动时间，把加速过程连在一起就是一匀加速直线运动。

147.(2016·上海卷)如图，一关于 y 轴对称的导体轨道位于水平面内，磁感应强度为 B 的匀强磁场与平面垂直。一足够长，质量为 m 的直导体棒沿 x 轴方向置于轨道上，在外力 F 作用下从原点由静止开始沿 y 轴正方向做加速度为 a 的匀加速直线运动，运动时棒与 x 轴始终平行。棒单位长度的电阻为 ρ，与电阻不计的轨道接触良好，运动中产生的热功率随棒位置的变化规律为 $P=ky^{3/2}$ (SI)。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)导体轨道的轨道方程 y=f(x)；

(2)棒在运动过程中受到的安培力 F_m 随 y 的变化关系；

(3)棒从 y=0 运动到 y=L 过程中外力 F 的功。

【答案】(1) $y=(\frac{4aB^2}{k\rho})^2x^2$　(2) $\frac{k}{\sqrt{2a}}y$　(3) $W=\frac{k}{2\sqrt{2a}}L^2+maL$

【解析】(1)设棒运动到某一位置时与轨道接触点的坐标为$(\pm x,y)$，安培力的功率

$$F=\frac{B^2l^2v}{R}$$

$$P=\frac{4B^2x^2v^2}{R}=ky^{3/2}$$

棒做匀加速运动 $v^2=2ay$，　$R=2\rho x$

代入前式得 $y=(\frac{4aB^2}{k\rho})^2x^2$

轨道形状为抛物线。

(2)安培力 $F_m=\frac{4B^2x^2}{R}v=\frac{2B^2x}{\rho}\sqrt{2ay}$

以轨道方程代入得 $F_m=\frac{k}{\sqrt{2a}}y$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)由动能定理$W=W_{\mathrm{m}}+\frac{1}{2}mv^2$

安培力做功$W_{\mathrm{m}}=\frac{k}{2\sqrt{2a}}L^2$

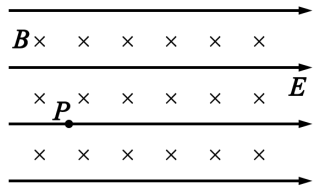
棒在$y=L$处动能$\frac{1}{2}mv^2=maL$

外力做功$W=\frac{k}{2\sqrt{2a}}L^2+maL$。

【考点定位】安培力、功率、匀变速直线运动规律、动能定理

【方法技巧】根据安培力的功率，匀变速直线运动位移速度关系，导出轨道的轨道方程和安培力随 y 的变化关系；通过动能定理计算棒运动过程中外力做的功。

148.(2016·天津卷)如图所示，空间中存在着水平向右的匀强电场，电场强度大小为$E=5\sqrt{3}$ N/C，同时存在着水平方向的匀强磁场，其方向与电场方向垂直，磁感应强度大小 B=0.5 T。有一带正电的小球，质量 m=1×10^{-6} kg，电荷量 q=2×10^{-6} C，正以速度 v 在图示的竖直面内做匀速直线运动，当经过 P 点时撤掉磁场(不考虑磁场消失引起的电磁感应现象)，取 g=10 m/s^2。求：



(1)小球做匀速直线运动的速度 v 的大小和方向；

(2)从撤掉磁场到小球再次穿过 P 点所在的这条电场线经历的时间 t。

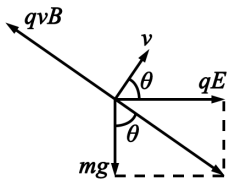
【答案】(1)20 m/s，与电场方向夹角为 60°　(2)3.5 s

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)小球匀速直线运动时受力如图，其所受的三个力在同一平面内，合力为零，有

$qvB=\sqrt{q^2E^2+m^2g^2}$ ①

代入数据解得 v=20 m/s②



速度 v 的方向与电场 E 的方向之间的夹角 θ 满足 $\tan\theta=\frac{qE}{mg}$ ③

代入数据解得 $\tan\theta=\sqrt{3}$，θ=60°④

(2)撤去磁场后，由于电场力垂直于竖直方向，它对竖直方向的分运送没有影响，以 P 点为坐标原点，竖直向上为正方向，小球在竖直方向上做匀减速运动，其初速度为 $v_y=v\sin\theta$⑤

若使小球再次穿过 P 点所在的电场线，仅需小球的竖直方向上分位移为零，则有 $v_yt-\frac{1}{2}gt^2=0$⑥

联立⑤⑥式，代入数据解得 $t=2\sqrt{3}$ s=3.5 s⑦

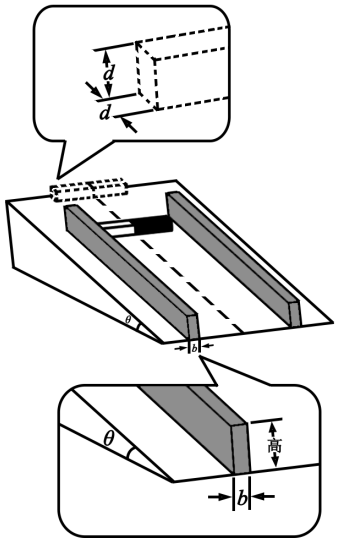
【考点定位】物体的平衡、牛顿运动定律的应用、平抛运动

【名师点睛】此题是带电粒子在复合场中的运动问题，主要考察物体的平衡、牛顿运动定律的应用、平抛运动等知识；关键是要知道物体做匀速直线运动时，物体所受的重力、洛伦兹力和电场力平衡；撤去磁场后粒子所受重力和电场力都是恒

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

力，将做类平抛运动；知道了物体的运动性质才能选择合适的物理规律列出方程求解。

149.(2016·天津卷)电磁缓速器是应用于车辆上以提高运行安全性的辅助制动装置，其工作原理是利用电磁阻尼作用减缓车辆的速度。电磁阻尼作用可以借助如下模型讨论：如图所示，将形状相同的两根平行且足够长的铝条固定在光滑斜面上，斜面与水平方向夹角为 θ。一质量为 m 的条形磁铁滑入两铝条间，恰好匀速穿过，穿过时磁铁两端面与两铝条的间距始终保持恒定，其引起电磁感应的效果与磁铁不动、铝条相对磁铁运动相同。磁铁端面是边长为 d 的正方形，由于磁铁距离铝条很近，磁铁端面正对两铝条区域的磁场均可视为匀强磁场，磁感应强度为 B，铝条的高度大于 d，电阻率为 ρ。为研究问题方便，铝条中只考虑与磁铁正对部分的电阻和磁场，其他部分电阻和磁场可忽略不计，假设磁铁进入铝条间以后，减少的机械能完全转化为铝条的内能，重力加速度为 g。



(1)求铝条中与磁铁正对部分的电流 I；

(2)若两铝条的宽度均为 b，推导磁铁匀速穿过铝条间时速度 v 的表达式；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)在其他条件不变的情况下，仅将两铝条更换为宽度 b'>b 的铝条，磁铁仍以速度 v 进入铝条间,试简要分析说明磁铁在铝条间运动时的加速度和速度如何变化。

【答案】(1)$\frac{mg\sin\theta}{2Bd}$　(2)v=$\frac{\rho mg\sin\theta}{2B^2d^2b}$　(3)见解析

【解析】(1)磁铁在铝条间运动时，两根铝条受到的安培力大小相等均为 $F_{安}$，有

$F_{安}$=IdB①

磁铁受到沿斜面向上的作用力为 F，其大小有

F=2$F_{安}$②

磁铁匀速运动时受力平衡，则有 F–mgsin θ=0③

联立①②③式可得 I=$\frac{mg\sin\theta}{2Bd}$④

(2)磁铁穿过铝条时，在铝条中产生的感应电动势为 E，有 E=Bdv⑤

铝条与磁铁正对部分的电阻为 R，由电阻定律有 R=ρ$\frac{d}{db}$⑥

由欧姆定律有 I=$\frac{E}{R}$⑦

联立④⑤⑥⑦式可得 v=$\frac{\rho mg\sin\theta}{2B^2d^2b}$⑧

(3)磁铁以速度 v 进入铝条间，恰好做匀速运动时，磁铁受到沿斜面向上的作用力 F，联立①②⑤⑥⑦式可得 F=$\frac{2B^2d^2bv}{\rho}$⑨

当铝条的宽度 b'>b 时，磁铁以速度 v 进入铝条间时，磁铁受到的作用力变为 F'，有 F'=$\frac{2B^2d^2b'v}{\rho}$⑩

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

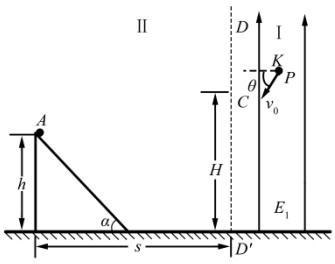
可见，F'>F=mgsin θ，磁铁所受到的合力方向沿斜面向上，获得与运动方向相反的加速度，磁铁将减速下滑，此时加速度最大。之后，随着运动速度减小，F'也随着减小，磁铁所受的合力也减小，由于磁铁加速度与所受到的合力成正比，磁铁的加速度逐渐减小。综上所述，磁铁做加速度逐渐减小的减速运动。直到F'=mgsin θ 时，磁铁重新达到平衡状态，将再次以较小的速度匀速下滑。

【考点定位】安培力、物体的平衡、电阻定律、欧姆定律

【名师点睛】此题以电磁缓冲器为背景设置题目，综合考查了安培力、物体的平衡、电阻定律及欧姆定律等知识点，要求学生首先理解题意，抽象出物理模型，选择适当的物理规律列出方程求解；此题综合性较强，能较好地考查考生综合分析问题与解决问题的能力。

150.(2016·四川卷)如图所示，图面内有竖直线 DD＇，过 DD＇且垂直于图面的平面将空间分成 I、II 两区域。区域 I 有方向竖直向上的匀强电场和方向垂直图面的匀强磁场 B(图中未画出)；区域 II 有固定在水平面上高 $h=2l$、倾角 $\alpha=\pi/4$ 的光滑绝缘斜面，斜面顶端与直线 DD＇距离 $s=4l$，区域 II 可加竖直方向的大小不同的匀强电场(图中未画出)；C 点在 DD＇上，距地面高 $H=3l$。零时刻，质量为 m、带电量为 q 的小球 P 在 K 点具有大小 $v_0=\sqrt{gl}$、方向与水平面夹角 $\theta=\pi/3$ 的速度。在区域 I 内做半径 $r=3l/\pi$ 的匀速圆周运动，经 C 点水平进入区域 II。某时刻，不带电的绝缘小球 A 由斜面顶端静止释放，在某处与刚运动到斜面的小球 P 相遇。小球视为质点，不计空气阻力及小球 P 所带电量对空间电磁场的影响。l 已知，g 为重力加速度。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)求匀强磁场的磁感应强度 B 的大小；

(2)若小球 A、P 在斜面底端相遇，求释放小球 A 的时刻 t_A；

(3)若小球 A、P 在时刻 $t=\beta\sqrt{l/g}$ (β 为常数)相遇于斜面某处，求此情况下区域 II 的匀强电场的场强 E，并讨论场强 E 的极大值和极小值及相应的方向。

【答案】(1) $B=\dfrac{\pi m}{3q}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ ；(2)$(3-2\sqrt{2})\sqrt{\dfrac{l}{g}}$ (3)场强极小值为 $E_{\min}=0$ ；场强极大值为 $E_{\max}=\dfrac{7mg}{8q}$，方向竖直向上。

【解析】(1)由题知，小球 P 在区域I内做匀速圆周运动，有 $m\dfrac{v_0^2}{r}=qv_0B$ ①

代入数据解得 $B=\dfrac{m\pi}{3lq}\sqrt{gl}$ ②

(2)小球 P 在区域I做匀速圆周运动转过的圆心角为 θ，运动到 C 点的时刻为 t_C，到达斜面低端时刻为 t_1，有 $t_C=\dfrac{\theta r}{v_0}$ ③

$s-h\cot\alpha=v_0(t_1-t_C)$ ④

小球 A 释放后沿斜面运动加速度为 a_A，与小球 P 在时刻 t_1 相遇于斜面底端，有 $mg\sin\alpha=ma_A$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$\frac{h}{\sin\alpha}=\frac{1}{2}a_A(t_1-t_A)^2$ ⑥

联立以上方程可得 $t_A=(3-2\sqrt{2})\sqrt{\frac{l}{g}}$ ⑦

(3)设所求电场方向向下，在 t'_A 时刻释放小球 A，小球 P 在区域II运动加速度为 a_P，有

$s=v_0(t-t_C)+\frac{1}{2}a_A(t-t'_A)^2\cos\alpha$ ⑧

$mg+qE=ma_P$ ⑨

$H-h+\frac{1}{2}a_A(t-t'_A)^2\sin\alpha=\frac{1}{2}a_P(t-t_C)^2$ ⑩

联立相关方程解得 $E=\frac{(11-\beta^2)mg}{q(\beta-1)}$

对小球 P 的所有运动情形讨论可得 $3\le\beta\le5$

由此可得场强极小值为 $E_{\min}=0$；场强极大值为 $E_{\max}=\frac{7mg}{8q}$，方向竖直向上。

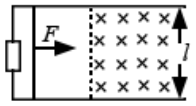
考点：平抛运动；圆周运动；牛顿第二定律的应用

【名师点睛】此题是力、电、磁及运动大拼盘，综合考查带电粒子在磁场中及电场中的运动—圆周运动以及平抛运动和下斜面上的匀加速运动等问题；解题时要能把这些复杂的物理过程分解为一个一个的小过程，然后各个击破；此题是有一定难度的；考查学生综合分析问题，解决问题的能力。

151.(2016·全国新课标II卷)如图，水平面(纸面)内间距为 l 的平行金属导轨间接一电阻，质量为 m、长度为 l 的金属杆置于导轨上。t=0 时，金属杆在水平向右、大小为 F 的恒定拉力作用下由静止开始运动，t_0 时刻，金属杆进入磁感应强度大小

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

为 B、方向垂直于纸面向里的匀强磁场区域，且在磁场中恰好能保持匀速运动。杆与导轨的电阻均忽略不计，两者始终保持垂直且接触良好，两者之间的动摩擦因数为 μ。重力加速度大小为 g。求：



(1)金属杆在磁场中运动时产生的电动势的大小；

(2)电阻的阻值。

【答案】(1)$\frac{Blt_0(F-\mu mg)}{m}$　(2)$\frac{B^2l^2t_0}{m}$

【解析】(1)设金属杆进入磁场前的加速度大小为 a，由牛顿第二定律得

ma=F-μmg①

设金属杆到达磁场左边界时的速度为 v，由运动学公式有 $v=at_0$②

当金属杆以速度 v 在磁场中运动时，由法拉第电磁感应定律，杆中的电动势为

E=Blv③

联立①②③式可得 $E=Blt_0(\frac{F}{m}-\mu g)$④

(2)设金属杆在磁场区域中匀速运动时，金属杆的电流为 I，根据欧姆定律 $I=\frac{E}{R}$⑤

式中 R 为电阻的阻值。金属杆所受的安培力为 f=BIl⑥

因金属杆做匀速运动，由牛顿运动定律得 F–μmg–f=0⑦

联立④⑤⑥⑦式得 $R=\frac{B^2l^2t_0}{m}$⑧

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】电磁感应定律、牛顿第二定律

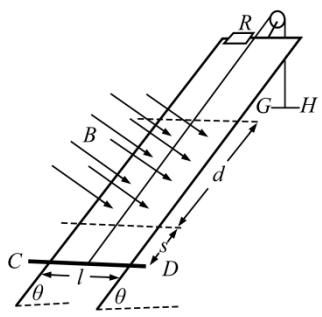
【名师点睛】此题是法拉第电磁感应定律与牛顿第二定律的综合应用问题；解题时要认真分析物理过程，分析金属棒的受力情况，选择合适的物理规律列出方程求解；还要抓住金属板的匀速运动状态列方程；此题难度不大。

152.(2016·浙江卷)小明设计的电磁健身器的简化装置如图所示，两根平行金属导轨相距 l=0.50 m，倾角 θ=53°，导轨上端串接一个 R=0.05 Ω 的电阻。在导轨间长 d=0.56 m 的区域内，存在方向垂直导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度 B=2.0 T。质量 m=4.0 kg 的金属棒 CD 水平置于导轨上，用绝缘绳索通过定滑轮与拉杆 GH 相连。CD 棒的初始位置与磁场区域的下边界相距 s=0.24 m。一位健身者用恒力 F=80 N 拉动 GH 杆，CD 棒由静止开始运动，上升过程中 CD 棒始终保持与导轨垂直。当 CD 棒到达磁场上边界时健身者松手，触发恢复装置使 CD 棒回到初始位置(重力加速度 g=10 m/s^2，sin 53°=0.8，不计其他电阻、摩擦力以及拉杆和绳索的质量)。求

(1)CD 棒进入磁场时速度 v 的大小；

(2)CD 棒进入磁场时所受的安培力 F_A 的大小；

(3)在拉升 CD 棒的过程中，健身者所做的功 W 和电阻产生的焦耳热 Q。



公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1)2.4 m/s　(2)48 N　(3)64 J　26.88 J

【解析】(1)由牛顿定律　$a=\frac{F-mg\sin\theta}{m}=12\ \text{m/s}^2$ ①

进入磁场时的速度 $v=\sqrt{2as}=2.4\ \text{m/s}$ ②

(2)感应电动势 $E=Blv$ ③

感应电流 $I=\frac{Blv}{R}$ ④

安培力 $F_A=IBl$ ⑤

代入得 $F_A=\frac{(Bl)^2v}{R}=48\ \text{N}$ ⑥

(3)健身者做功 $W=F(s+d)=64\ \text{J}$ ⑦

由牛顿定律；$F-mg\sin\theta-F_A=0$ ⑧

CD 棒在磁场区做匀速运动

在磁场中运动时间 $t=\frac{d}{v}$ ⑨

焦耳热 $Q=I^2Rt=26.88\ \text{J}$ ⑩

【考点定位】法拉第电磁感应定律；牛顿第二定律；功

【名师点睛】此题是关于电磁感应现象中的力及能量的问题。解题时要认真分析物理过程，搞清物体的受力情况及运动情况，并能选择合适的物理规律列出方程解答；此题难度中等，意在考查学生综合运用物理规律解题的能力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

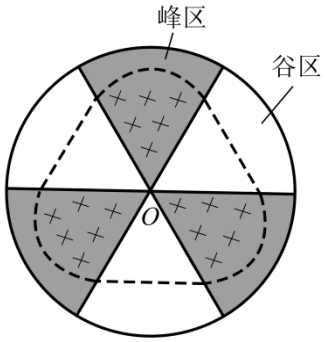
153.(2016·浙江卷·T25)为了进一步提高回旋加速器的能量，科学家建造了“扇形聚焦回旋加速器”。在扇形聚焦过程中，离子能以不变的速率在闭合平衡轨道上周期性旋转。

扇形聚焦磁场分布的简化图如图所示，圆心为 O 的圆形区域等分成六个扇形区域，其中三个为峰区，三个为谷区，峰区和谷区相间分布。峰区内存在方向垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B，谷区内没有磁场。质量为 m，电荷量为 q 的正离子，以不变的速率 v 旋转，其闭合平衡轨道如图中虚线所示。

(1)求闭合平衡轨道在峰区内圆弧的半径 r，并判断离子旋转的方向是顺时针还是逆时针；

(2)求轨道在一个峰区内圆弧的圆心角 θ，及离子绕闭合平衡轨道旋转的周期 T；

(3)在谷区也施加垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B'，新的闭合平衡轨道在一个峰区内的圆心角 θ 变为 90°，求 B'和 B 的关系。已知：sin(α±β)=sin αcos β±cos αsin β，$\cos\alpha=1-2\sin^2\frac{\alpha}{2}$



【答案】(1)$\frac{mv}{qB}$　旋转方向为逆时针方向　(2)$\theta=\frac{2\pi}{3}$　$T=\frac{(2\pi+3\sqrt{3})m}{qB}$　(3)

$B'=\frac{\sqrt{3}-1}{2}B$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)封区内圆弧半径 $r=\frac{mv}{qB}$ ①

旋转方向为逆时针方向②

(2)由对称性，封区内圆弧的圆心角 $\theta=\frac{2\pi}{3}$ ③

每个圆弧的长度 $l=\frac{2\pi r}{3}=\frac{2\pi mv}{qB}$ ④

每段直线长度 $L=2r\cos\frac{\pi}{6}=\sqrt{3}r=\frac{\sqrt{3}mv}{qB}$ ⑤

周期 $T=\frac{3(l+L)}{v}$ ⑥

代入得 $T=\frac{(2\pi+3\sqrt{3})m}{qB}$ ⑦

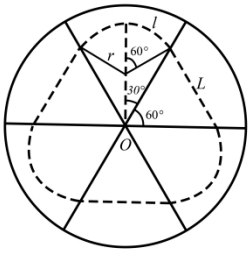
(3)谷区内的圆心角 $\theta'=120°-90°=30°$ ⑧

谷区内的轨道圆弧半径 $r'=\frac{mv}{qB'}$ ⑨

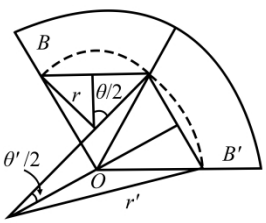
由几何关系 $r\sin\frac{\theta}{2}=r'\sin\frac{\theta'}{2}$ ⑩

由三角关系 $\sin\frac{30°}{2}=\sin 15°=\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{4}$ ⑪

代入得 $B'=\frac{\sqrt{3}-1}{2}B$ ⑫



答25题第2小题图



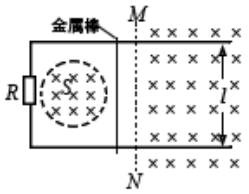
答25题第3小题图

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【考点定位】带电粒子在匀强磁场中的运动

【名师点睛】此题是关于带电粒子在匀强磁场中的运动问题。解题时要分析粒子受到的洛伦兹力的情况，找到粒子做圆周运动的圆心及半径，画出几何图形，并借助与几何关系分析解答。此题有一定的难度，考查学生的综合能力。

154.(2016·全国新课标III卷)如图，两条相距 l 的光滑平行金属导轨位于同一水平面(纸面)内，其左端接一阻值为 R 的电阻；一与导轨垂直的金属棒置于两导轨上；在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为 S 的区域，区域中存在垂直于纸面向里的均匀磁场，磁感应强度大小 B_1 随时间 t 的变化关系为 $B_1=kt$，式中 k 为常量；在金属棒右侧还有一匀强磁场区域，区域左边界 MN(虚线)与导轨垂直，磁场的磁感应强度大小为 B_0，方向也垂直于纸面向里。某时刻，金属棒在一外加水平恒力的作用下从静止开始向右运动，在 t_0 时刻恰好以速度 v_0 越过 MN，此后向右做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好，它们的电阻均忽略不计。求



(1)在 t=0 到 $t=t_0$ 时间间隔内，流过电阻的电荷量的绝对值；

(2)在时刻 $t(t>t_0)$ 穿过回路的总磁通量和金属棒所受外加水平恒力的大小。

【答案】(1) $|q|=\frac{kt_0S}{R}$ (2) $f=(B_0lv_0+kS)\frac{B_0l}{R}$

【解析】在金属棒未越过 MN 之前，t 时刻穿过回路的磁通量为 $\Phi=ktS$ ①

设在从 t 时刻到 $t+\Delta t$ 的时间间隔内，回路磁通量的变化量为 $\Delta\Phi$，流过电阻 R 的电荷量为 Δq

由法拉第电磁感应有 $\varepsilon=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ②

由欧姆定律有 $i=\frac{\varepsilon}{R}$ ③

由电流的定义有 $i=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ ④

联立①②③④可得 $|\Delta q|=\frac{kS}{R}\Delta t$ ⑤

由⑤可得，在 t=0 到 t=t_0 的时间间隔内，流过电阻 R 的电荷量 q 的绝对值为 $|q|=\frac{kt_0S}{R}$ ⑥

(2)当 $t>t_0$ 时，金属棒已越过 MN，由于金属棒在 MN 右侧做匀速运动，有 $f=F$ ⑦

式中 f 是外加水平恒力，F 是匀强磁场施加的安培力。设此时回路中的电流为 I，F 的大小为 $F=B_0Il$ ⑧

此时金属棒与 MN 之间的距离为 $s=v_0(t-t_0)$ ⑨

匀强磁场穿过回路的磁通量为 $\Phi'=B_0ls$ ⑩

回路的总磁通量为 $\Phi_1=\Phi+\Phi'$ ⑪

式中 Φ 仍如①式所示，由①⑨⑩⑪可得，在时刻 t($t>t_0$)穿过回路的总磁通量为 $\Phi_1=B_0lv_0(t-t_0)+kSt$ ⑫

在 t 到 $t+\Delta t$ 的时间间隔内，总磁通量的改变 $\Delta\Phi_t$ 为 $\Delta\Phi_t=(B_0lv_0+kS)\Delta t$ ⑬

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由法拉第电磁感应定律得，回路感应电动势的大小为 $\varepsilon_t=\left|\frac{\Delta\Phi_t}{\Delta t}\right|$ ⑭

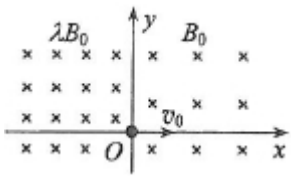
由欧姆定律有 $I=\frac{\varepsilon_t}{R}$ ⑮

联立⑦⑧⑬⑭⑮可得 $f=\left(B_0lv_0+kS\right)\frac{B_0l}{R}$

【考点定位】考查了导体切割磁感线运动

【方法技巧】根据法拉第电磁感应定律，结合闭合电路欧姆定律，及电量表达式，从而导出电量的综合表达式，即可求解；根据磁通量的概念，$\Phi=BS$，结合磁场方向，即可求解穿过回路的总磁通量；根据动生电动势与感生电动势公式，求得线圈中的总感应电动势，再依据闭合电路欧姆定律，及安培力表达式，最后依据平衡条件，即可求解水平恒力大小。

155.(2017·新课标III卷·T24)如图，空间存在方向垂直于纸面(xOy 平面)向里的磁场。在 x≥0 区域，磁感应强度的大小为 B_0；x<0 区域，磁感应强度的大小为 λB_0(常数 λ>1)。一质量为 m、电荷量为 q(q>0)的带电粒子以速度 v_0 从坐标原点 O 沿 x 轴正向射入磁场，此时开始计时，当粒子的速度方向再次沿 x 轴正向时，求(不计重力)



(1)粒子运动的时间；

(2)粒子与 O 点间的距离。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】(1) $\frac{\pi m}{qB_0}(1+\frac{1}{\lambda})$ (2) $\frac{2mv_0}{qB_0}(1-\frac{1}{\lambda})$

【解析】粒子的运动轨迹如图所示。带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的向心力由洛伦兹力提供，设在 $x \geq 0$ 区域，圆周半径 R_1；设在 $x < 0$ 区域，圆周半径 R_2；由洛伦兹力公式及牛顿运动定律得 $qvB_0 = \frac{mv_0^2}{R_1}$ ①

$qv(\lambda B_0) = \frac{mv_0^2}{R_2}$ ②

粒子速度方向转过 180° 时，所用时间 t_1 为 $t_1 = \frac{\pi R_1}{v_0}$ ③

粒子再转过 180°时，所用时间 t_2 为 $t_2 = \frac{\pi R_2}{v_0}$ ④

联立①②③④得，所求时间为 $t_0 = t_1 + t_2 = \frac{\pi m}{qB_0}(1+\frac{1}{\lambda})$ ⑤

(2)由几何关系及①②式得，所求距离为 $d = 2(R_1 - R_2) = \frac{2mv_0}{qB_0}(1-\frac{1}{\lambda})$ ⑥

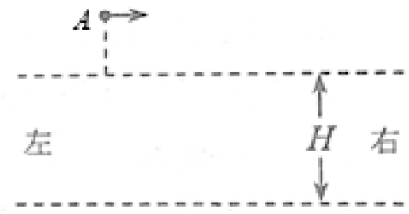
【考点定位】带电粒子在磁场中的运动

【名师点睛】对于带电粒子在磁场中运动问题，解题时常要分析带电粒子受到的洛伦兹力的情况，找到粒子做圆周运动的圆心及半径，画出运动轨迹可以使运动过程清晰明了，同时要善于运用几何知识帮助分析和求解。

156.(2017·新课标II卷)如图，两水平面(虚线)之间的距离为 H，其间的区域存在方向水平向右的匀强电场。自该区域上方的 A 点将质量为 m、电荷量分别为 q 和–q(q>0)的带电小球 M、N 先后以相同的初速度沿平行于电场的方向射出。小球在重力作用下进入电场区域，并从该区域的下边界离开。已知 N 离开电场时的速度

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

方向竖直向下；M 在电场中做直线运动，刚离开电场时的动能为 N 刚离开电场时动能的 1.5 倍。不计空气阻力，重力加速度大小为 g。求



(1)M 与 N 在电场中沿水平方向的位移之比；

(2)A 点距电场上边界的高度；

(3)该电场的电场强度大小。

【答案】(1)3:1　(2)$\frac{1}{3}H$　(3)$E=\frac{mg}{\sqrt{2}q}$

【解析】(1)设带电小球 M、N 抛出的初速度均为 v_0，则它们进入电场时的水平速度仍为 v_0；M、N 在电场中的运动时间 t 相等，电场力作用下产生的加速度沿水平方向，大小均为 a，在电场中沿水平方向的位移分别为 s_1 和 s_2；由运动公式可得：

$v_0-at=0$①

$s_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ②

$s_2=v_0t-\frac{1}{2}at^2$ ③

联立①②③解得：$s_1:s_2=3:1$ ④

(2)设 A 点距离电场上边界的高度为 h，小球下落 h 时在竖直方向的分速度为 v_y，则；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

$v_y^2 = 2gh$ ⑤

$H = v_y t + \frac{1}{2} g t^2$ ⑥

因为 M 在电场中做匀加速直线运动，则

$\frac{v_0}{v_y} = \frac{s_1}{H}$ ⑦

由①②⑤⑥⑦可得 h=$\frac{1}{3} H$ ⑧

(3)设电场强度为 E，小球 M 进入电场后做直线运动，则 $\frac{v_0}{v_y} = \frac{qE}{mg}$，$a = \frac{Eq}{m}$ ⑨

设 M、N 离开电场时的动能分别为 E_{k1}、E_{k2}，由动能定理：

$E_{k1} = \frac{1}{2} m(v_0^2 + v_y^2) + mgH + qEs_1$ ⑩

$E_{k2} = \frac{1}{2} m(v_0^2 + v_y^2) + mgH - qEs_2$ ⑪

由已知条件：$E_{k1}=1.5E_{k2}$

联立④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪ ⑫ 解得：$E = \frac{mg}{\sqrt{2}q}$

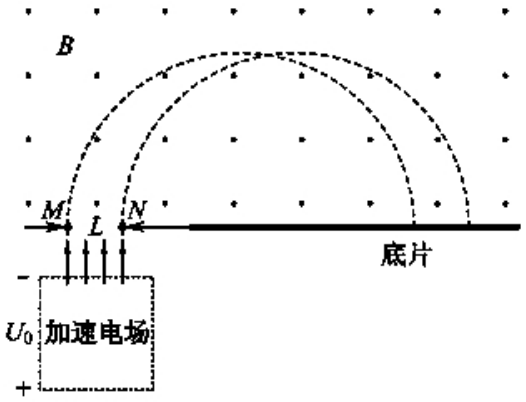
【考点定位】带电小球在复合场中的运动；动能定理

【名师点睛】此题是带电小球在电场及重力场的复合场中的运动问题；关键是分析小球的受力情况，分析小球在水平及竖直方向的运动性质，搞清物理过程；灵活选取物理规律列方程。

157.(2017·江苏卷)一台质谱仪的工作原理如图所示.大量的甲、乙两种离子飘入电压为 U_0 的加速电场，其初速度几乎为 0，经过加速后，通过宽为 L 的狭缝 MN

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，最后打到照相底片上.已知甲、乙两种离子的电荷量均为+q，质量分别为 2m 和 m，图中虚线为经过狭缝左、右边界 M、N 的甲种离子的运动轨迹.不考虑离子间的相互作用.



(1)求甲种离子打在底片上的位置到 N 点的最小距离 x；

(2)在答题卡的图中用斜线标出磁场中甲种离子经过的区域，并求该区域最窄处的宽度 d；

(3)若考虑加速电压有波动，在$(U_0-\Delta U)$到$(U_0+\Delta U)$之间变化，要使甲、乙两种离子在底片上没有重叠，求狭缝宽度 L 满足的条件.

【答案】(1) $x=\frac{4}{B}\sqrt{\frac{mU_0}{q}}-L$　(2) $d=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mU_0}{q}}-\sqrt{\frac{4mU_0}{qB^2}-\frac{L^2}{4}}$

(3) $L<\frac{2}{B}\sqrt{\frac{m}{q}}[2\sqrt{(U_0-\Delta U)}-\sqrt{2(U_0+\Delta U)}]$

【解析】(1)设甲种离子在磁场中的运动半径为 r_1

电场加速 $qU_0=\frac{1}{2}\times 2mv^2$　且 $qvB=2m\frac{v^2}{r_1}$　解得 $r_1=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mU_0}{q}}$

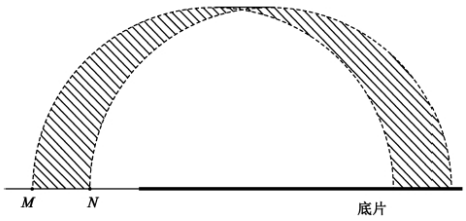
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

根据几何关系x =2r1 –L 解得 $x=\frac{4}{B}\sqrt{\frac{mU_0}{q}}-L$

(2)(见图) 最窄处位于过两虚线交点的垂线上

$d=r_1-\sqrt{r_1^2-(\frac{L}{2})^2}$

解得 $d=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{mU_0}{q}}-\sqrt{\frac{4mU_0}{qB^2}-\frac{L^2}{4}}$



(3)设乙种离子在磁场中的运动半径为r2

r1的最小半径

$r_{1\min}=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{m(U_0-\Delta U)}{q}}$

r2 的最大半径 $r_{2\max}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m(U_0+\Delta U)}{q}}$

由题意知 2r1min–2r2max >L, 即 $\frac{4}{B}\sqrt{\frac{m(U_0-\Delta U)}{q}}-\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2m(U_0+\Delta U)}{q}}>L$

解得 $L<\frac{2}{B}\sqrt{\frac{m}{q}}[2\sqrt{(U_0-\Delta U)}-\sqrt{2(U_0+\Delta U)}]$

【考点定位】带电粒子在组合场中的运动

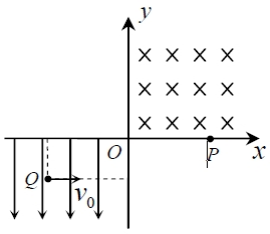
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【名师点睛】本题考查带电粒子在匀强磁场中的运动，对此类问题主要是画出粒子运动的轨迹，分析粒子可能的运动情况，找出几何关系，有一定的难度.

158.(2017·天津卷)平面直角坐标系 xOy 中，第I象限存在垂直于平面向里的匀强磁场，第III现象存在沿 y 轴负方向的匀强电场，如图所示。一带负电的粒子从电场中的 Q 点以速度 v_0 沿 x 轴正方向开始运动，Q 点到 y 轴的距离为到 x 轴距离的 2 倍。粒子从坐标原点 O 离开电场进入磁场，最终从 x 轴上的 P 点射出磁场，P 点到 y 轴距离与 Q 点到 y 轴距离相等。不计粒子重力，问：

(1)粒子到达 O 点时速度的大小和方向；

(2)电场强度和磁感应强度的大小之比。



【答案】(1)$v=\sqrt{2}v_0$，方向与 x 轴方向的夹角为 45°角斜向上　(2)$\frac{E}{B}=\frac{v_0}{2}$

【解析】

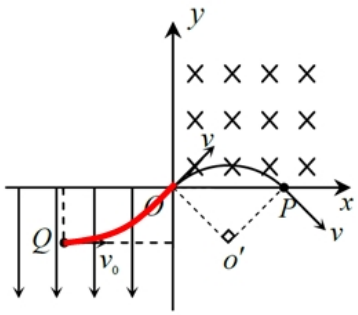
试题分析：(1)粒子在电场中又 Q 到 O 做类平抛运动，设 Q 点速度 v 与+x 方向夹角为 α，Q 点到 x 轴的距离为 L，到 y 轴的距离为 $2L$，粒子的加速度为 a，运动时间为 t，根据类平抛运动的规律，有：x 方向：$2L=v_0t$　　y 方向：$L=\frac{1}{2}at^2$

粒子到达 O 点时沿 y 轴方向的分速度为：$v_y=at$

又：$\tan\alpha=\frac{v_y}{v_0}$

解得：$\tan\alpha=1$，即$\alpha=45^\circ$，粒子到达 O 点时速度方向与 x 轴方向的夹角为 45°角斜向上。

粒子到达 O 点时的速度大小为$v=\frac{v_0}{\cos 45^\circ}=\sqrt{2}v_0$



(2)设电场强度为 E，粒子电荷量为 q，质量为 m，粒子在电场中受到的电场力为 F，粒子在电场中运动的加速度：$a=\frac{qE}{m}$

设磁感应强度大小为 B，粒子做匀速圆周运动的半径为 R，洛伦兹力提供向心力，有：$qvB=m\frac{v^2}{R}$

根据几何关系可知：$R=\sqrt{2}L$

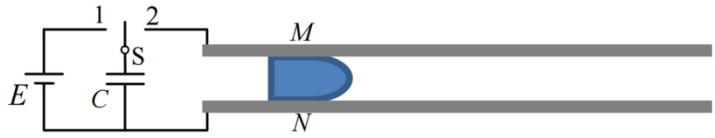
整理可得：$\frac{E}{B}=\frac{v_0}{2}$

【考点定位】带电粒子在复合场中的运动

【名师点睛】本题难度不大，但需要设出的未知物理量较多，容易使学生感到混乱，要求学生认真规范作答，动手画图。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

159.(2017·天津卷)电磁轨道炮利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速度，其原理可用来研制新武器和航天运载器。电磁轨道炮示意如图，图中直流电源电动势为 E，电容器的电容为 C。两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为 l，电阻不计。炮弹可视为一质量为 m、电阻为 R 的金属棒 MN，垂直放在两导轨间处于静止状态，并与导轨良好接触。首先开关 S 接 1，使电容器完全充电。然后将 S 接至 2，导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场(图中未画出)，MN 开始向右加速运动。当 MN 上的感应电动势与电容器两极板间的电压相等时，回路中电流为零，MN 达到最大速度，之后离开导轨。问：



(1)磁场的方向；

(2)MN 刚开始运动时加速度 a 的大小；

(3)MN 离开导轨后电容器上剩余的电荷量 Q 是多少。

【答案】(1)磁场的方向垂直于导轨平面向下　(2) $a=\frac{BEl}{mR}$　(3) $Q_2=\frac{B^2l^2C^2E}{B^2l^2C+m}$

【解析】(1)电容器充电后上板带正电，下板带负电，放电时通过 MN 的电流由 M 到 N，欲使炮弹射出，安培力应沿导轨向右，根据左手定则可知磁场的方向垂直于导轨平面向下。

(2)电容器完全充电后，两极板间电压为 E，根据欧姆定律，电容器刚放电时的电流： $I=\frac{E}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

炮弹受到的安培力：$F = BIl$

根据牛顿第二定律：$F = ma$

解得加速度 $a = \dfrac{BEl}{mR}$

(3)电容器放电前所带的电荷量 $Q_1 = CE$

开关 S 接 2 后，MN 开始向右加速运动，速度达到最大值 v_m 时，MN 上的感应电动势：$E' = Blv_m$

最终电容器所带电荷量 $Q_2 = CE'$

设在此过程中 MN 的平均电流为 $\overline{I}$，MN 上受到的平均安培力：$\overline{F} = B \cdot \overline{I} \cdot l$

由动量定理，有：$\overline{F} \cdot \Delta t = mv_m - 0$

又：$\overline{I} \cdot \Delta t = Q_1 - Q_2$

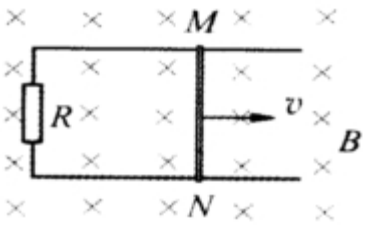
整理的：最终电容器所带电荷量 $Q_2 = \dfrac{B^2 l^2 C^2 E}{B^2 l^2 C + m}$

【考点定位】电磁感应现象的综合应用，电容器，动量定理。

【名师点睛】本题难度较大，尤其是最后一个小题，给学生无从下手的感觉：动量定理的应用是关键。

160.(2015·北京卷·T22)如图所示，足够长的平行光滑金属导轨水平放置，宽度 L=0.4m 一端连接 R=1Ω 的电阻。导线所在空间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度 B=1T。导体棒 MN 放在导轨上，其长度恰好等于导轨间距，与导轨接触良好，导轨和导体棒的电阻均可忽略不计。在平行于导轨的拉力 F 作用下，导体棒沿导轨向右匀速运动，速度 v=5m/s。求：

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



(1)感应电动势 E 和感应电流 I；

(2)在 0.1s 时间内，拉力的冲量 I_f 的大小；

(3)若将 MN 换为电阻 r=1Ω 的导体棒，其他条件不变，求导体棒两端的电压 U。

【答案】(1) $E=2.0\text{V}$、$I=2.0\text{A}$ ；(2) $I_f=0.08(\text{N}\cdot\text{S})$ (3) $U=1\text{V}$

【解析】

（1）根据动生电动势公式得 E=BLv = 1T ×0.4m ×5m /s =2V

故感应电流 $I=\frac{E}{R}=\frac{2\text{V}}{1\Omega}=2\text{A}$

(2)金属棒在匀速运动过程中，所受的安培力大小为 $F_{安}$= BIL =0.8N,

因匀速直线运动，所以导体棒所受拉力 $F=F_{安}=0.8\text{N}$

所以拉力的冲量 $I_F=F\cdot t$ =0.8 N×0.1s=0.08 N·s

(3)其它条件不变，则有电动势 $E=2\text{V}$

由全电路的欧姆定律 $I'=\frac{E}{R+r}=1\text{A}$

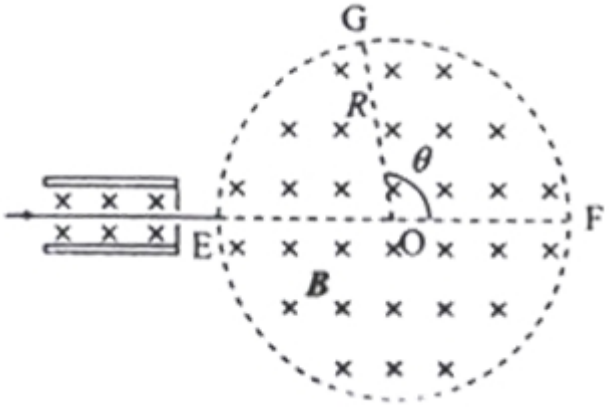
导体棒两端电压 $U=I'R=1\text{V}$

【考点定位】动生电动势和感应电流的基本概念；力和运动的基本关系，冲量的基本定义；电动势和外电压的基本概念及其关系。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【规律总结】电磁感应共分两种情况：动生问题(棒切割磁感线)产生的电动势 $E=BLv$，方向由右手定则；感生问题(磁感应强度的变化)的电动势 $E=n\frac{\Delta BS}{\Delta t}$，方向由楞次定律。而电流方向都是等效电源内部负极流向正极的方向。

161.(2010·海南卷·T15)右图中左边有一对平行金属板，两板相距为 d.电压为 V；两板之间有匀强磁场，磁感应强度大小为 B_0，方向与金属板面平行并垂直于纸面朝里。图中右边有一半径为 R、圆心为 O 的圆形区域内也存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面朝里。一电荷量为 q 的正离子沿平行于全属板面、垂直于磁场的方向射入平行金属板之间，沿同一方向射出平行金属板之间的区域，并沿直径 EF 方向射入磁场区域，最后从圆形区城边界上的 G 点射出.已知弧 $\overset{\frown}{PG}$ 所对应的圆心角为 θ，不计重力.求



(1)离子速度的大小；

(2)离子的质量。

【答案】(1) $\frac{V}{B_0 d}$　(2) $\frac{qBB_0Rd}{V}\cot\frac{\theta}{2}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】(1)由题设知，离子在平行金属板之间做匀速直线运动，安所受到的向上的压力和向下的电场力平衡

$$qvB_0 = qE_0 \qquad ①$$

式中，v 是离子运动速度的大小，E_0 是平行金属板之间的匀强电场的强度，有

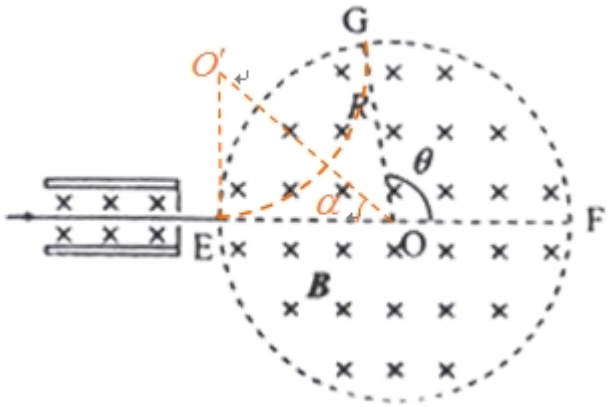
$$E_0 = \frac{V}{d} \qquad ②$$

由①②式得 $$v = \frac{V}{B_0 d} \qquad ③$$

(2)在圆形磁场区域，离子做匀速圆周运动，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \qquad ④$$

式中，m 和 r 分别是离子的质量和它做圆周运动的半径。由题设，离子从磁场边界上的点 G 穿出，离子运动的圆周的圆心 O' 必在过 E 点垂直于 EF 的直线上，且在 EG 的垂直一平分线上(见右图)。



由几何关系有

$$r = R\tan\alpha \qquad ⑤$$

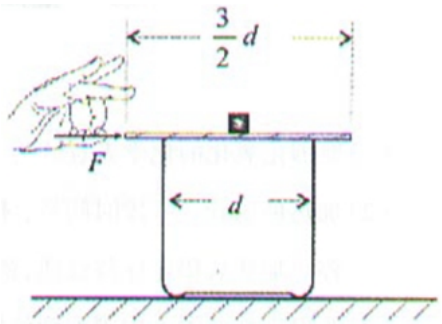
公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

式中，α 是 OO' 与直径 EF 的夹角，由几何关系得

$$2\alpha+\theta=\pi \qquad ⑥$$

联立③④⑤⑥式得，离子的质量为 $m=\frac{qBB_0Rd}{V}\cot\frac{\theta}{2}$ ⑦

162.(2010·重庆卷·T25)某兴趣小组用如题 25 图所示的装置进行实验研究.他们在水平桌面上固定一内径为 d 的椭圆形玻璃杯，杯口上放置一直径为 1.5d，质量为 m 的匀质薄圆板，板内放一质量为 2m 的小物块.板中心、物块均在杯的轴线上.物块与板间动摩擦因数为 μ，不计板与杯口之间的摩擦力，重力加速度为 g，不考虑板翻转。



题 25 图

(1)对板施加指向圆心的水平外力 F，设物块与板间最大静摩擦力为 f_{max}，若物块能在板上滑动，求 F 应满足的条件。

(2)如果对板施加的指向圆心的水平外力是作用时间极短的较大冲击力，冲量为 I，

①I 应满足什么条件才能使物块从板上掉下？

②物块从开始运动到掉下时的位移 s 为多少？

③根据 s 与 I 的关系式说明要使 s 更小，冲量应如何改变.

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【答案】

(1)设圆板与物块相对静止时，它们之间的静摩擦力为 F_f，共同加速度为 a

由牛顿运动定律，有

对物块 $F_f = 2ma$　　对圆板 $F - F_f = ma$

两物相对静止，有　$F_f \leq f_{max}$

得　$F \leq \frac{3}{2} Ff_{max}$

相对滑动的条件　　$F > \frac{3}{2} Ff_{max}$

(2)设冲击刚结束时圆板获得的速度大小为 v_0，物块掉下时，圆板和物块速度大小分别为 v_1 和 v_2。

由动量定理，有　　$I = mv_0$

由动能定理，有

对圆板 $-2\mu mg(s + \frac{3}{4}d) = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

对物块 $2\mu mgs = \frac{1}{2}(2m)v_2^2 - 0$

由动量守恒定律，有

$mv_0 = mv_1 + 2mv_2$

要使物块落下，必须 $v_1 > v_2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由以上各式得 I＞$\frac{3}{2}\mathrm{m}\sqrt{2\mu gd}$

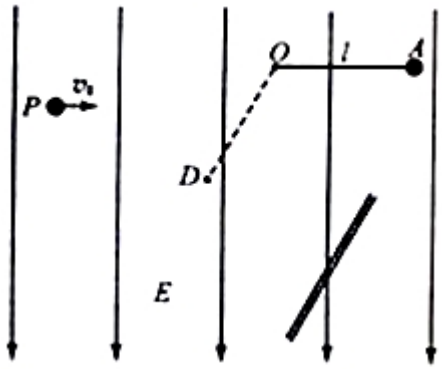
s＝$\frac{1}{2\mu g}\left(\frac{I-\sqrt{I^2-\frac{9}{2}\mu m^2 gd}}{3m}\right)^2$

分子有理化得 s＝$\frac{1}{2}\mu g\left(\frac{\frac{3}{2}md}{I+\sqrt{I^2-\frac{9}{2}\mu m^2 gd}}\right)^2$

根据上式结果知：I 越大，s 越小.

163.(2010·四川卷·T25)如图所示，空间有场强$E=0.5N/C$的竖直向下的匀强电场，长$l=0.3\sqrt{3}m$的不可伸长的轻绳一端固定于 O 点，另一端系一质量$m=0.01kg$的不带电小球 A，拉起小球至绳水平后，无初速释放。另一电荷量$q=+0.1C$、质量与A相同的小球P，以速度$\upsilon_0=3\sqrt{3}m/s$水平抛出，经时间$t=0.2s$与小球 C 与 D 点下方一足够大的平板相遇。不计空气阻力，小球均可视为质点，取$g=10m/s^2$。

求碰撞前瞬间小球P的速度。



若小球C经过路$s=0.09m$到达平板，此时速度恰好为 O，求所加的恒力。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

若施加恒力后，保持平板垂直于纸面且与水平面的夹角不变，在D点下方任意改变平板位置，小球C均能与平板正碰，求出所有满足条件的恒力。

【解析】本题主要考查了带电粒子在场中运动、碰撞、动量守恒。牛顿定律、功能关系的综合运用。重点考查对物理过程分析和建立物理模型能力的考查。

(1)设P的加速度为a_0、到D点时竖直速度为v_λ，合速度大小为v_1、与水平方向的夹角为β，有：

$$mg+qE=ma_0 \qquad ①$$

$$\upsilon_\lambda=a_0t \qquad ②$$

$$v_1^2=v_0^2+v_\lambda^2 \qquad ③$$

$$\tan\beta=\frac{v_\gamma}{v_0} \qquad ④$$

联立上述方程，代人数据，解得：$v_1=6m/s$ ⑤

$$\beta=30° \qquad ⑥$$

(2)设 A 碰钱速度为v_2，此时轻绳与竖直线的夹角为β，由动能定理得：

$$mgl\cos\beta=\frac{1}{2}mv_2^2 \qquad ⑦$$

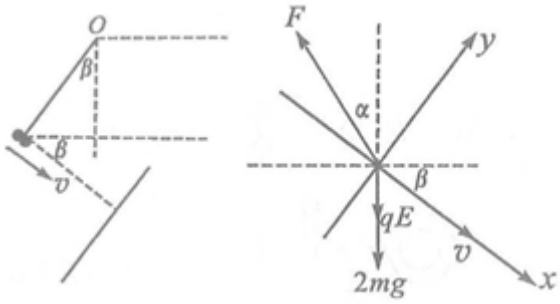
设 A、P 碰撞后小球 C 的速度为v，由动量守恒定律，得：$mv_1-mv_2=2mv$ ⑧

小球 C 到达平板时速度为零，应做匀减速直线运动，设加速度大小为a，有：

$$v^2=2as \qquad ⑨$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

设恒力大小为 F，与竖直方向夹角为α，如右图，由牛顿第二定律，得：



$$F\cos(90^\circ - a - \beta) - 2mg\sin\beta - qE\sin = 2ma \quad ⑩$$

$$F\sin(90^\circ - \alpha - \beta) - 2mg\cos\beta - qE\cos\beta = 0 \quad ⑪$$

代人相关数据，解得：$F = \frac{\sqrt{3}}{4}N$ ⑫

$$\alpha = 30^\circ \quad ⑬$$

(3)由于平板可距 D 点无限远，小球 C 必做匀速或匀加速直线运动，恒力F_1的方向可从竖直向上顺时针转向无限接近速度方向，设恒力与竖直向上方向的角度为θ，有：

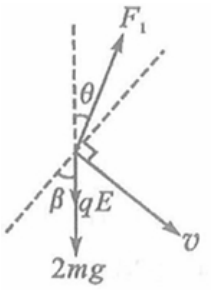
$0 \le \theta$ p $(90^\circ + 30^\circ) = 120^\circ$ ⑭

在垂直于速度方向上，有$F_1\cos(\beta - \theta) = (2mg + qE)\cos\beta$ ⑮

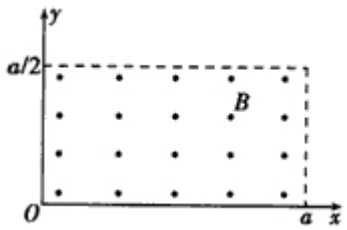
则F_1大小 的条件为：

$F_1 = \frac{\sqrt{3}}{8\cos(30^\circ - \theta)}N$ （式中$0 \le \theta$ p 120°） ⑯

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！



164.(2010·新课标Ⅰ卷·T25.)如图所示，在 0≤x≤a、0≤y≤$\frac{a}{2}$范围内有垂直手 xy 平面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。坐标原点 O 处有一个粒子源，在某时刻发射大量质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子，它们的速度大小相同，速度方向均在 xy 平面内，与 y 轴正方向的夹角分布在 0～90°范围内。已知粒子在磁场中做圆周运动的半径介于 a/2 到 a 之间，从发射粒子到粒子全部离开磁场经历的时间恰好为粒子在磁场中做圆周运动周期的四分之一。求最后离开磁场的粒子从粒子源射出时的



(1)速度的大小：

(2)速度方向与 y 轴正方向夹角的正弦。

【答案】(1) $v=(2-\frac{\sqrt{6}}{2})\frac{aqB}{m}$　　(2) $\sin\alpha=\frac{6-\sqrt{6}}{10}$

【解析】(1)设粒子的发射速度为 v，粒子做圆周运动的轨道半径为 R，由牛顿第二定律和洛仑兹力公式，得 $qvB=m\frac{v^2}{R}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由①式得　$R=\frac{mv}{qB}$ ②

当 a/2<R<a 时，在磁场中运动时间最长的粒子，其轨迹是圆心为 C 的圆弧，圆弧与磁场的上边界相切，如图所示。设该粒子在磁场运动的时间为 t，依题意

$t=T/4$，得 $\angle OCA=\frac{\pi}{2}$ ③

设最后离开磁场的粒子的发射方向与 y 轴正方向的夹角为 α，由几何关系可得

$R\sin\alpha=R-\frac{a}{2}$ ④　　$R\sin\alpha=a-R\cos\alpha$ ⑤

又 $\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$ ⑥

由④⑤⑥式得　$R=(\frac{4-\sqrt{6}}{2})a$ ⑦　　由②⑦式得 $v=(2-\frac{\sqrt{6}}{2})\frac{aqB}{m}$ ⑧

(2)由④⑦式得　$\sin\alpha=\frac{6-\sqrt{6}}{10}$ ⑨

165.(2010·新课标Ⅰ卷·T35(2))如图所示，光滑的水平地面上有一木板，其左端放有一重物，右方有一竖直的墙。重物质量为木板质量的 2 倍，重物与木板间的动摩擦因数为 μ。使木板与重物以共同的速度 v_0 向右运动，某时刻木板与墙发生弹性碰撞，碰撞时间极短。求木板从第一次与墙碰撞到再次碰撞所经历的时间。设木板足够长，重物始终在木板上。重力加速度为 g。

【答案】$t=\frac{4v_0}{3\mu g}$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

【解析】

(2)本题考查的是动量守恒定律和动量定理。明确运动过程的初末状态是解题的关键。

第一次与墙碰撞后，木板的速度反向，大小不变，此后木板向左做匀减速运动，重物向右做匀减速运动，最后木板和重物达到共同的速度 v。设木板的质量为 m。重物的质量为 2m，取向右为动量的正向，由动量守恒得 $2mv_0 - mv_0 = 3mv$①

设从第一次与墙碰撞到重物和木板具有共同速度 v 所用的时间为 t_1，

对木板应用动量定理得 $2\mu mgt_1 = mv - m(-v_0)$ ②

由牛顿第二定律得 $2\mu mg = ma$ ③

式中 a 为木板的加速度。

在达到共同速度 v 时，木板离墙的距离 l 为 $l = v_0 t_1 - \frac{1}{2}at_1^2$ ④

开始向右做匀速运动到第二次与墙碰撞的时间为 $t_2 = \frac{l}{v}$ ⑤

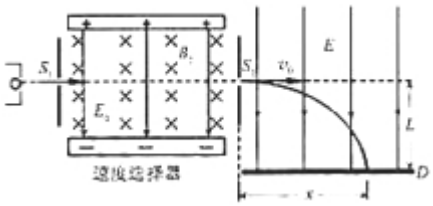
从第一次碰撞到第二次碰撞所经过的时间为 $t = t_1 + t_2$ ⑥

由以上各式得 $t = \frac{4v_0}{3\mu g}$ ⑦

166.(2010·福建卷·T20)如图所示的装置，左半部为速度选择器，右半部为匀强的偏转电场。一束同位素离子流从狭缝 S_1 射入速度选择器，能够沿直线通过速度选择器并从狭缝 S_2 射出的离子，又沿着与电场垂直的方向，立即进入场强大小为 E

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

的偏转电场，最后打在照相底片 D 上。已知同位素离子的电荷量为 q(q＞0)，速度选择器内部存在着相互垂直的场强大小为 E_0 的匀强电场和磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场，照相底片 D 与狭缝 S_1、S_2 的连线平行且距离为 L，忽略重力的影响。



(1)求从狭缝 S_2 射出的离子速度 v_0 的大小；

(2)若打在照相底片上的离子在偏转电场中沿速度 v_0 方向飞行的距离为 x，求出 x 与离子质量 m 之间的关系式(用 E_0、B_0、E、q、m、L 表示)。

【答案】

(1)能从速度选择器射出的离子满足

$$qE_0 = qv_0B_0 \qquad ①$$

所以 $v_0 = \dfrac{E_0}{B_0}$ ②

(2)离子进入匀强偏转电场 E 后做类平抛运动，则

$$x = v_0t \qquad ③$$

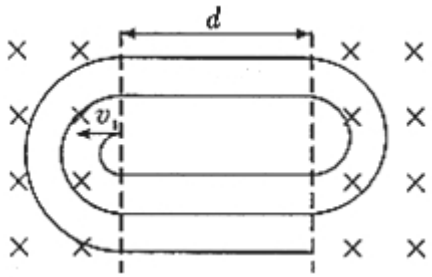
$$L = \frac{1}{2}at^2 \qquad ④$$

由牛顿第二定律得 $qE = ma$ ⑤

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由②③④⑤解得　　$x=\frac{E_0}{B_0}\sqrt{\frac{2mL}{qE}}$

167.(2010·山东卷·T25)如图所示，以两虚线为边界，中间存在平行纸面且与边界垂直的水平电场，宽度为 d，两侧为相同的匀强磁场，方向垂直纸面向里。一质量为 m、带电量+q、重力不计的带电粒子，以初速度 v_1 垂直边界射入磁场做匀速圆周运动，后进入电场做匀加速运动，然后第二次进入磁场中运动，此后粒子在电场和磁场中交替运动。已知粒子第二次在磁场中运动的半径是第一次的二倍，第三次是第一次的三倍，以此类推。求



(1)粒子第一次经过电场的过程中电场力所做的功 W_1。

(2)粒子第 n 次经过电场时电场强度的大小 E_n。

(3)粒子第 n 次经过电场所用的时间 t_n。

(4)假设粒子在磁场中运动时，电场区域场强为零。请画出从粒子第一次射入磁场至第三次离开电场的过程中，电场强度随时间变化的关系图线(不要求写出推导过程，不要求标明坐标刻度值)。

【答案】(1) $W_1=\frac{3mv_1^2}{2}$ (2) $E_n=\frac{(2n-1)mv_1^2}{2qd}$ (3) $t_n=\frac{2d}{(2n-1)v_1}$

【解析】

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(1)设磁场的磁感应强度大小为 B,例子第 n 次进入磁场时的半径为 R_n,速度为 v_n,

由牛顿第二定律得 $qv_nB=m\frac{v_n^2}{R_n}$ ①

由①式得 $v_n=\frac{qBR_n}{m}$ ②

因为 $R_2=2R_1$，所以 $v_2=2v_1$③

对于粒子第一次在电场中的运动，由动能定理得 $W_1=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ ④

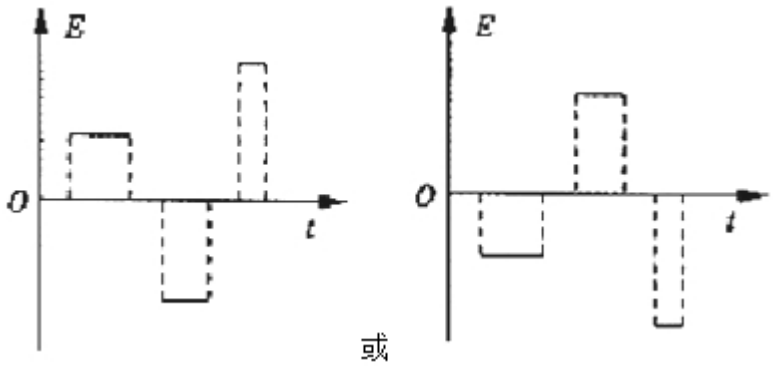
联立③④式得 $W_1=\frac{3mv_1^2}{2}$ ⑤

(2) $W_n=\frac{1}{2}mv_n^2-\frac{1}{2}mv_{n-1}^2=\frac{1}{2}m(nv_1)^2-\frac{1}{2}m((n-1)v_1)^2$， $W_n=E_nqd$，所以

$E_n=\frac{(2n-1)mv_1^2}{2qd}$。

(3) $v_n-v_{n-1}=a_nt_n$， $a_n=\frac{qE_n}{m}$，所以 $t_n=\frac{2d}{(2n-1)v_1}$。

(4)

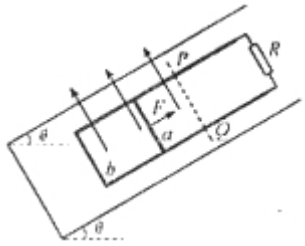


或

168.(2010·福建卷·T21)如图所示，两条平行的光滑金属导轨固定在倾角为θ的绝缘斜面上，导轨上端连接一个定值电阻。导体棒 a 和 b 放在导轨上，与导轨垂直

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

并良好接触。斜面上水平虚线 PQ 以下区域内，存在着垂直穿过斜面向上的匀强磁场。现对 a 棒施以平行导轨斜向上的拉力，使它沿导轨匀速向上运动，此时放在导轨下端的 b 棒恰好静止。当 a 棒运动到磁场的上边界 PQ 处时，撤去拉力，a 棒将继续沿导轨向上运动一小段距离后再向选滑动，此时 b 棒已滑离导轨。当 a 棒再次滑回到磁场边界 PQ 处时，又恰能沿导轨匀速向下运动。已知 a 棒、b 棒和定值电阻的阻值均为 R,b 棒的质量为 m，重力加速度为 g，导轨电阻不计。求



(1)a 棒在磁场中沿导轨向上运动的过程中，a 棒中的电流强度 I，与定值电阻 R 中的电流强度 IR 之比；

(2)a 棒质量 m_a；

(3)a 棒在磁场中沿导轨向上运动时所受的拉力 F。

【答案】(1) $\frac{I_a}{I_R}=\frac{2}{1}$　　(2) $m_a=\frac{3}{2}m$　　(3) $F=\frac{7}{2}mg\sin\theta$

【解析】本题考查共点力平衡、闭合电路的欧姆定律和法拉弟电磁感应定律及考生的推理能力和分析综合能力。

(1)a 棒沿导轨向上运动时，a 棒、b 棒及电阻 R 中的电流分别为 I_a、I_b、I_R 有

$$I_R R=I_b R_b \qquad ①$$

$$I_a=I_b+I_R \qquad ②$$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由 ①②解得 $\frac{I_a}{I_R}=\frac{2}{1}$ ③

(2)由于 a 棒在 PQ 上方滑动过程中机械能守恒，因而 a 棒在磁场中向上滑动的速度大小 v_1 与在磁场中向下滑动的速度大小 v_2 相等，即 $v_1=v_2=v$④

设磁场的磁感应强度为 B，导体棒长为 L。a 林在磁场中运动时产生的感应电动势为

$E=BLv$ ⑤

当 a 棒沿斜面向上运动时 ⑥ $I_bLB=mg\sin\theta$ ⑦

$$I_b=\frac{E}{2\times\frac{3R}{2}}$$

向下匀速运动时，a 棒中的电流为 I_a，则 $I_a=\frac{E}{2R}$ ⑧ $I_aLB=m_ag\sin\theta$ ⑨

由④⑤⑥⑦⑧⑨解得 $m_a=\frac{3}{2}m$

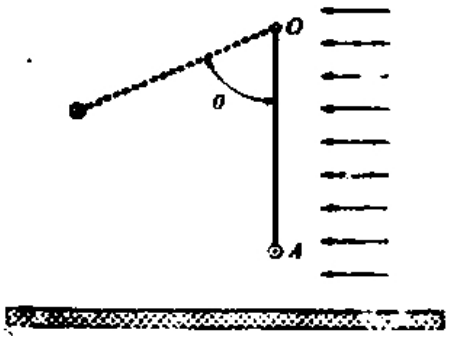
(3)由题知导体棒 a 沿斜面向上运动时，所受拉力 $F=I_aLB+m_ag\sin\theta$

联立上列各式解得 $F=\frac{7}{2}mg\sin\theta$

169.(2010·浙江卷·T23)如图所示，一矩形轻质柔软反射膜可绕过 O 点垂直纸面的水平轴转动，其在纸面上的长度 OA 为 L_1，垂直纸面的宽度为 L_2。在膜的下端(图中 A 处)挂有一平行于转轴，质量为 m，长为 L_2 的导体棒使膜绷成平面。在膜下方水平放置一足够大的太阳能光电池板，能接收到经反射膜反射到光电池板上的所有光能，并将光能转化成电能。光电池板可等效为一个电池，输出电压恒定为 U；输出电流正比于光电池板接收到的光能(设垂直于入射光单位面积上的光

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

功率保持恒定)。导体棒处在方向竖直向上的匀强磁场 B 中，并与光电池构成回路，流经导体棒的电流垂直纸面向外(注：光电池与导体棒直接相连，连接导线未画出)。



(1)若有一束平行光水平入射，当反射膜与竖直方向成 θ＝60°时，导体棒处于受力平衡状态，求此时电流强度的大小和光电池的输出功率。

(2)当 θ 变成 45°时，通过调整电路使导体棒保持平衡，光电池除维持导体棒力学平衡外，不能输出多少额外电功率？

【解析】本题是对平衡条件、安培力计算及能量守恒的考查，主要考查考生对空间的想象能力及对知识的灵活运用能力。

解：(1)导体棒所受安培力 $F_A = IBL_2$ ①

导体棒有静力平衡关系 $mg\tan(\theta) = F_A$ ②

解得 $I = \dfrac{mg\tan(\theta)}{BL_2}$ ③

所以当 θ＝60°时，$I_{60} = \dfrac{mg\tan(60^0)}{BL_2} = \sqrt{3}mg / BL_2$

光电池输出功率为 $P_{60} = UI_{60} = \sqrt{3}mgU / BL_2$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(2)当 θ＝45°时，根据③式可知维持静力平衡需要的电流为

$$I_{45}=\frac{mg\tan(45^0)}{BL_2}=\frac{mg}{BL_2}$$

根据几何关系可知 $\frac{P_{45}}{P_{60}}=\frac{L_1L_2\cos(45^0)}{L_1L_2(60^0)}=\sqrt{2}$

可得 $P_{45}=\sqrt{2}P_{60}=\sqrt{6}mgU/BL_2$

而光电池产生的电流为 $I_{充电}=\frac{P_{45}}{U}=\sqrt{6}\frac{mg}{BL_2}$

所以能提供的额外电流为 $I_{额外}=I_{充电}-I_{45}=(\sqrt{6}-1)\frac{mg}{BL_2}$

可提供额外功率 $P_{额外}=I_{额外}U=(\sqrt{6}-1)\frac{mgU}{BL_2}$

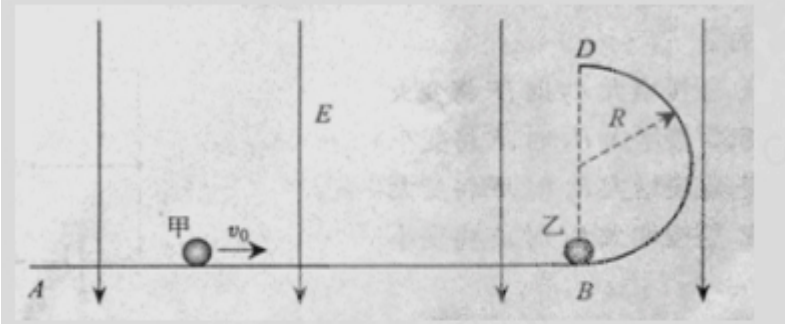
170.(2010·安徽卷·T24)如图，ABD 为竖直平面内的光滑绝缘轨道，其中 AB 段是水平的，BD 段为半径 R=0.2m 的半圆，两段轨道相切于 B 点，整个轨道处在竖直向下的匀强电场中，场强大小 $E=5.0\times10^3V/m$。一不带电的绝缘小球甲，以速度 υ_0 沿水平轨道向右运动，与静止在 B 点带正电的小球乙发生弹性碰撞。已知甲、乙两球的质量均为 $m=1.0\times10^{-2}kg$，乙所带电荷量 $q=2.0\times10^{-5}C$，g 取 $10m/s^2$。(水平轨道足够长，甲、乙两球可视为质点，整个运动过程无电荷转移)

(1)甲乙两球碰撞后，乙恰能通过轨道的最高点 D，求乙在轨道上的首次落点到 B 点的距离；

(2)在满足(1)的条件下。求的甲的速度 υ_0；

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

(3)若甲仍以速度 υ_0 向右运动，增大甲的质量，保持乙的质量不变，求乙在轨道上的首次落点到 B 点的距离范围。



【解析】本题是一个碰撞与临界相结合的综合题，涉及动量守恒与能量守恒的知识，计算过程比较复杂。

解：(1)在乙恰能通过轨道最高点的情况下，设乙到达最高点速度为 v_0，乙离开 D 点到达水平轨道的时间为 t，乙的落点到 B 点的距离为 x，则

$$m\frac{v_D^2}{R}=mg+qE \qquad ①$$

$$2R=\frac{1}{2}(\frac{mg+qE}{m})t^2 \qquad ②$$

$$x=v_Dt \qquad ③$$

联立①②③得 $x=0.4m$ ④

(2) 设碰撞后甲、乙的速度分别为 $v_{甲}$、$v_{乙}$根据动量守恒定律和机械能守恒定律有

$mv_0=mv_{甲}+mv_{乙}$ ⑤

$$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_{甲}^2+\frac{1}{2}mv_{乙}^2 \qquad ⑥$$

联立⑤⑥得 $v_{乙}=v_0$ ⑦

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

由动能定理，得 $-mg\cdot 2R-qE\cdot 2R=\frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_{乙}^2$ ⑧

联立①⑦⑧得 $v_0=\sqrt{\frac{5(mg+Eq)}{m}}=2\sqrt{5}m/s$ ⑨

(3)设甲的质量为 M，碰撞后甲、乙的速度分别为 v_M、v_m，根据动量守恒定律和机械能守恒定律有

$Mv_0=Mv_M+mv_m$ ⑩

$\frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{1}{2}Mv_M^2+\frac{1}{2}mv_m^2$ ⑪

联立⑩⑪得 $v_m=\frac{2Mv_0}{M+m}$ ⑫

由⑫和 $M\geqslant m$，可得 $v_0\leqslant v_m<2v_0$ ⑬

设乙球过 D 点时速度为 v_D'，由动能定理得

$-mg\cdot 2R-qE\cdot 2R=\frac{1}{2}mv_D'^2-\frac{1}{2}mv_m^2$ ⑭

联立⑨⑬⑭得

$2m/s\leqslant v_D'<8m/s$ ⑮

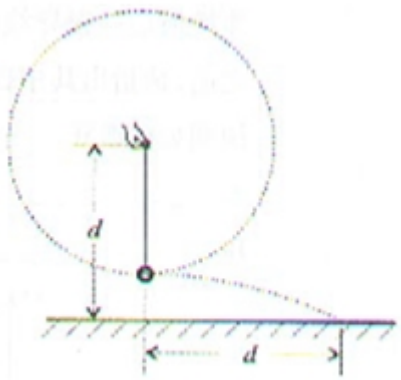
设乙在水平轨道上的落点距 B 点的距离 x'，有 $x'=v_D't$ ⑯

联立②⑮⑯得 $0.4m\leqslant x'<1.6m$

171.(2010·重庆卷·T24)小明站在水平地面上，手握不可伸长的轻绳一端，绳的另一端系有质量为 m 的小球，甲动手腕，使球在竖直平面内做圆周运动.当球某次

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

运动到最低点时，绳突然断掉，球飞离水平距离 d 后落地，如题 24 图所示。已知握绳的手离地面高度为 d，手与球之间的绳长为$\frac{3}{4}d$，重力加速度为 g.忽略手的运动半径和空气阻力。



题 24 图

(1)求绳断时球的速度大小 v_1，和球落地时的速度大小 v_2.

(2)问绳能承受的最大拉力多大？

(3)改变绳长，使球重复上述运动。若绳仍在球运动到最低点时断掉，要使球抛出的水平距离最大，绳长应为多少？最大水平距离为多少？

【解析】

(1)设绳断后球飞行时间为 t，由平抛运动规律，有

竖直方向$\frac{1}{4}d=\frac{1}{2}gt^2$，水平方向 $d=v_1t$

得 $v_1=\sqrt{2gd}$

由机械能守恒定律，有$\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{1}{2}mv_1^2+mg\left(d-\frac{3}{4}d\right)$

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

得 $v_2=\sqrt{\frac{5}{2}gd}$

(2)设绳能承受的最大拉力大小为 T，这也是球受到绳的最大拉力大小.

球做圆周运动的半径为 $R=\frac{1}{2\mu g}\left(\frac{I-\sqrt{I^2-\frac{9}{2}\mu m^2 gd}}{3m}\right)^2\frac{3}{4}d$

由圆周运动向心力公式，有 $F_T-mg=\frac{mv_1^2}{R}$

得 $F_T=\frac{11}{3}mg$

(3)设绳长为 l，绳断时球的速度大小为 v_3，绳承受的最大拉力不变，

有 $F_T-mg=m\frac{v_3^2}{l}$ 得 $v_3=\sqrt{\frac{8}{3}gl}$

绳断后球做平抛运动，竖直位移为 $d-l$，水平位移为 x，时间为 t_1，

有 $d-l=\frac{1}{2}gt_1^2$ $x=v_3t_1$ 得 $x=4\sqrt{\frac{l(d-l)}{3}}$

当 $l=\frac{d}{2}$ 时，x 有极大值 $x_{max}=\frac{2\sqrt{3}}{3}d$

【解析】本题考查力学综合知识，包括平抛运动的处理，机械能守恒，圆周运动的向心力的表达式等知识点。第三问求极值问题对数理接合的能力要求较高。

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！

公众号“真题备考”，专注研究高考真题，获取历年真题，真题分类，真题探究！