

2001 年全国高考物理试题

本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,第 I 卷 1 至 3 页,第 II 卷 4 至 11 页,共 150 分.考试时间 120 分钟.

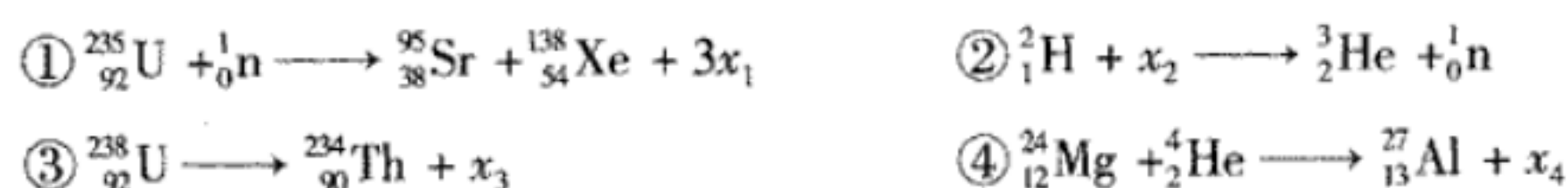
第 I 卷(选择题 共 40 分)

注意事项:

1. 答第 I 卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号、考试科目用铅笔涂写在答题卡上.
2. 每小题选出答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑.如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其它答案.不能答在试题卷上.
3. 考试结束,将本试卷和答题卡一并交回.

一. 本题共 10 小题;每小题 4 分,共 40 分.在每小题给出的四个选项中,有的小题只有一个选项正确,有的小题有多个选项正确.全部选对的得 4 分,选不全的得 2 分,有选错或不答的得 0 分.

1. 在下列四个方程中, x_1 、 x_2 、 x_3 和 x_4 各代表某种粒子.

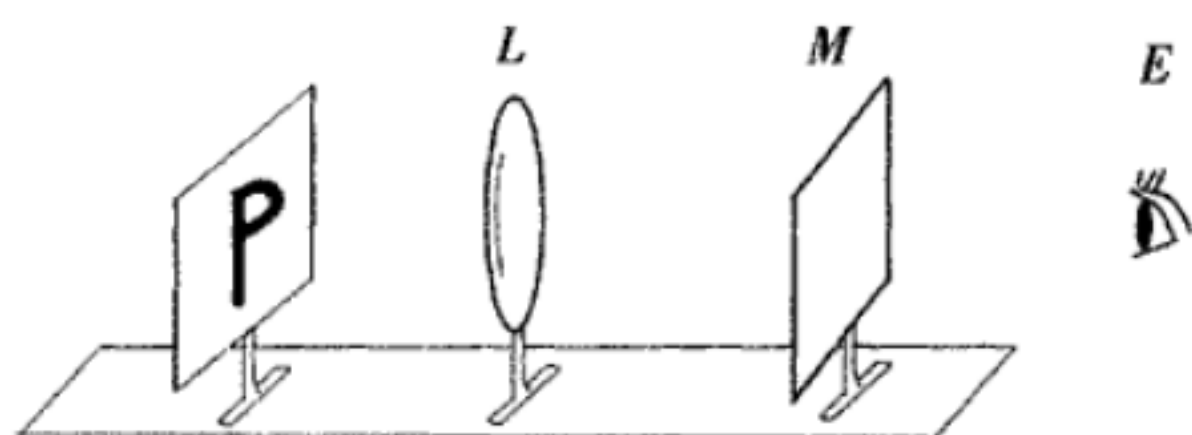


以下判断中正确的是

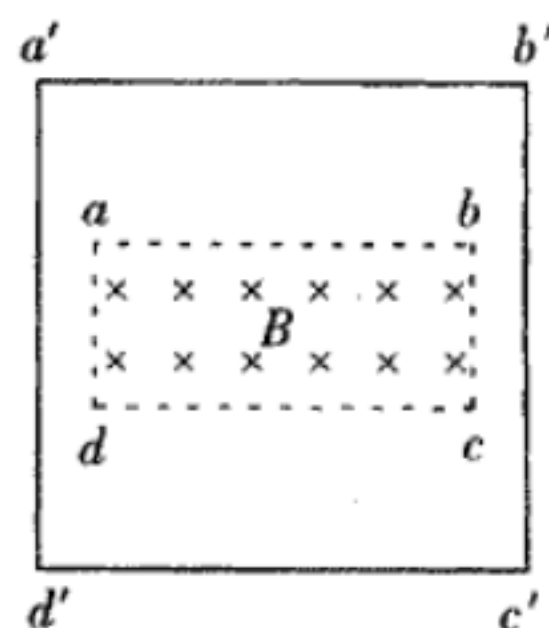
- (A) x_1 是中子 (B) x_2 是质子 (C) x_3 是 α 粒子 (D) x_4 是氦核
2. 一个理想变压器,原线圈和副线圈的匝数分别为 n_1 和 n_2 ,正常工作时输入和输出的电压、电流、功率分别为 U_1 和 U_2 、 I_1 和 I_2 、 P_1 和 P_2 . 已知 $n_1 > n_2$,则
- (A) $U_1 > U_2$, $P_1 < P_2$ (B) $P_1 = P_2$, $I_1 < I_2$
(C) $I_1 < I_2$, $U_1 > U_2$ (D) $P_1 > P_2$, $I_1 > I_2$
3. 在 X 射线管中,由阴极发射的电子被加速后打到阳极,会产生包括 X 光在内的各种能量的光子,其中光子能量的最大值等于电子的动能. 已知阳极与阴极之间的电势差 U 、普朗克常数 h 、电子电量 e 和光速 c ,则可知该 X 射线管发出的 X 光的

- (A) 最短波长为 $\frac{c}{eUh}$ (B) 最长波长为 $h \frac{c}{eU}$
(C) 最小频率为 $\frac{eU}{h}$ (D) 最大频率为 $\frac{eU}{h}$

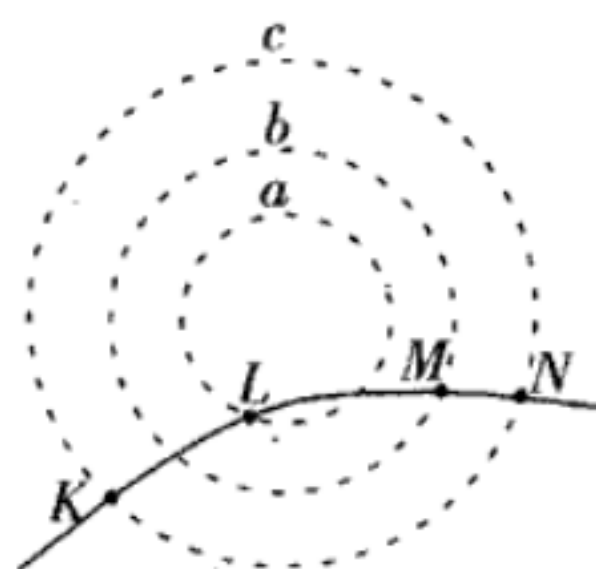
4. 如图所示, p 字形发光物经透镜 L 在毛玻璃光屏 M 上成一实像, 观察者处于 E 处, 他看到屏 M 上的像的形状为



- (A) q (B) p (C) d (D) b
5. 如图所示, 虚线框 $abcd$ 内为一矩形匀强磁场区域, $ab = 2bc$, 磁场方向垂直于纸面; 实线框 $a'b'c'd'$ 是一正方形导线框, $a'b'$ 边与 ab 边平行. 若将导线框匀速地拉离磁场区域, 以 W_1 表示沿平行于 ab 的方向拉出过程中外力所做的功, W_2 表示以同样速率沿平行于 bc 的方向拉出过程中外力所做的功, 则



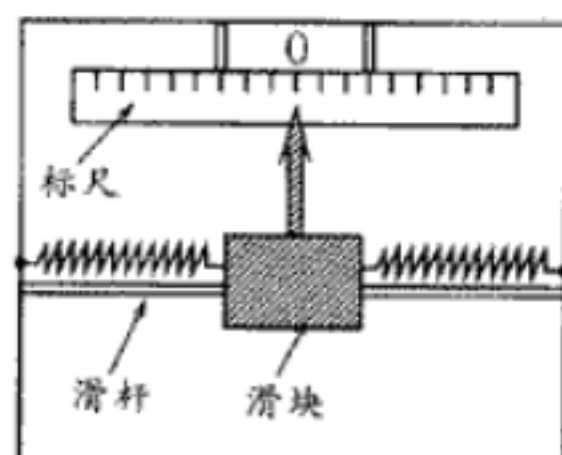
- (A) $W_1 = W_2$
 (B) $W_2 = 2W_1$
 (C) $W_1 = 2W_2$
 (D) $W_2 = 4W_1$
6. 按照玻尔理论, 下列关于氢原子的论述正确的是
- (A) 第 m 个定态和第 n 个定态的轨道半径 r_m 和 r_n 之比为 $r_m : r_n = m^2 : n^2$
 (B) 第 m 个定态和第 n 个定态的能量 E_m 和 E_n 之比为 $E_m : E_n = n^2 : m^2$
 (C) 电子沿某一轨道绕核运动, 若其圆周运动的频率是 ν , 则其发光频率也是 ν
 (D) 若氢原子处于能量为 E 的定态, 则其发光频率为 $\nu = \frac{E}{h}$
7. 如图, 虚线 a 、 b 和 c 是某静电场中的三个等势面, 它们的电势分别为 U_a 、 U_b 和 U_c , $U_a > U_b > U_c$. 一带正电的粒子射入电场中, 其运动轨迹如实线 $KLMN$ 所示. 由图可知,



- (A) 粒子从 K 到 L 的过程中, 电场力做负功
 (B) 粒子从 L 到 M 的过程中, 电场力做负功
 (C) 粒子从 K 到 L 的过程中, 静电势能增加
 (D) 粒子从 L 到 M 的过程中, 动能减少

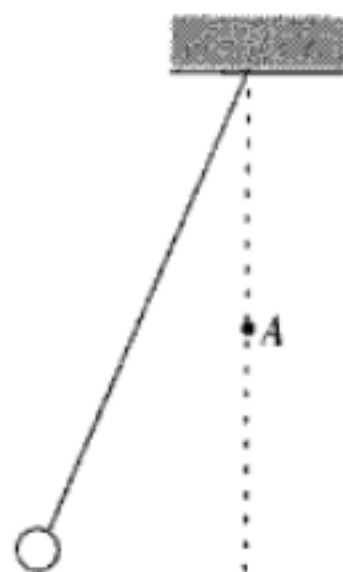
8. 惯性制导系统已广泛应用于弹道式导弹工程中,这个系统的重要元件之一是加速度计. 加速度计的构造原理的示意图如图所示:沿导弹长度方向安装的固定光滑杆上套一质量为 m 的滑块,滑块两侧分别与劲度系数均为 k 的弹簧相连;两弹簧的另一端与固定壁相连. 滑块原来静止,弹簧处于自然长度. 滑块上有指针,可通过标尺测出滑块的位移,然后通过控制系统进行制导. 设某段时间内导弹沿水平方向运动,指针向左偏离 0 点的距离为 s ,则这段时间内导弹的加速度

- (A) 方向向左,大小为 ks/m
 (B) 方向向右,大小为 ks/m
 (C) 方向向左,大小为 $2ks/m$
 (D) 方向向右,大小为 $2ks/m$



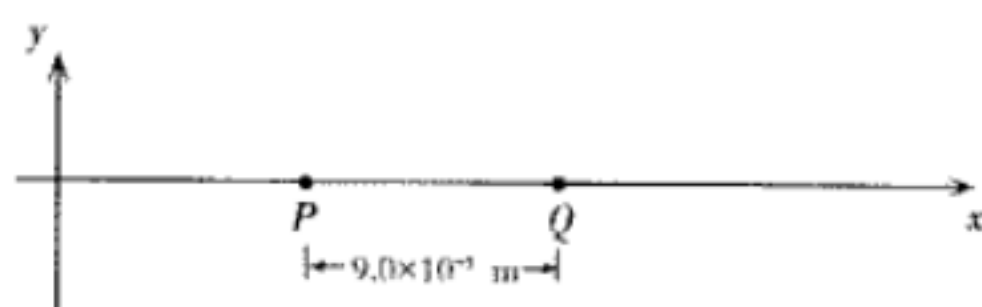
9. 细长轻绳下端拴一小球构成单摆,在悬挂点正下方 $\frac{1}{2}$ 摆长处有一个能挡住摆线的钉子 A,如图所示. 现将单摆向左方拉开一个小角度,然后无初速地释放. 对于以后的运动,下列说法中正确的是

- (A) 摆球往返运动一次的周期比无钉子时的单摆周期小
 (B) 摆球在左、右两侧上升的最大高度一样
 (C) 摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等
 (D) 摆线在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的两倍



10. 如图所示,在平面 xy 内有一沿水平轴 x 正向传播的简谐横波,波速为 3.0 m/s ,频率为 2.5 Hz ,振幅为 $8.0 \times 10^{-2} \text{ m}$. 已知 $t = 0$ 时刻 P 点质元的位移为 $y = 4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$,速度沿 y 轴正向. Q 点在 P 点右方 $9.0 \times 10^{-1} \text{ m}$ 处,对于 Q 点的质元来说,

- (A) 在 $t = 0$ 时,位移为 $y = -4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$
 (B) 在 $t = 0$ 时,速度沿 y 轴负方向
 (C) 在 $t = 0.1 \text{ s}$ 时,位移为 $y = -4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$
 (D) 在 $t = 0.1 \text{ s}$ 时,速度沿 y 轴正方向



第Ⅱ卷(非选择题 共110分)

注意事项:

1. 第Ⅱ卷共8页,用钢笔或圆珠笔直接答在试题卷中(除题目有特殊规定外).
2. 答卷前将密封线内的项目填写清楚.

题号	二	三	四						总分
			17	18	19	20	21	22	
得分									

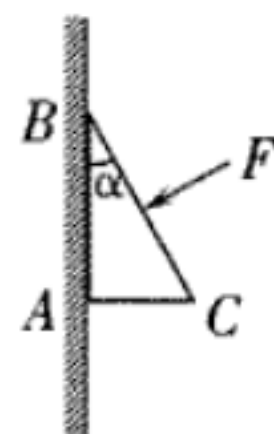
得分	评卷人

二. 本题共3小题;每小题5分,共15分. 把答案填在题中的横线上.

11. 某测量员是这样利用回声测距离的:他站在两平行峭壁间某一位置鸣枪,经过1.00秒钟第一次听到回声,又经过0.50秒钟再次听到回声. 已知声速为340 m/s,则两峭壁间的距离为_____m.

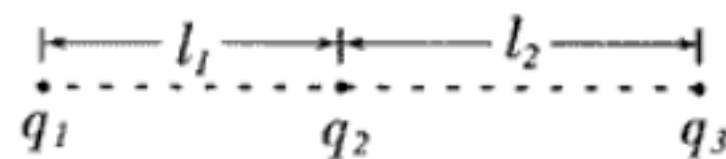
得分	
----	--

12. 如图所示,质量为 m 、横截面为直角三角形的物块 ABC , $\angle ABC = \alpha$, AB 边靠在竖直墙面上, F 是垂直于斜面 BC 的推力. 现物块静止不动,则摩擦力的大小为_____.



得分	
----	--

13. 如图所示, q_1 、 q_2 、 q_3 分别表示在一条直线上的三个点电荷,已知 q_1 与 q_2 之间的距离为 l_1 , q_2 与 q_3 之间的距离为 l_2 ,且每个电荷都处于平衡状态.



- (1) 如 q_2 为正电荷,则 q_1 为_____电荷, q_3 为_____电荷.
- (2) q_1 、 q_2 、 q_3 三者电量大小之比是_____:

得分	
----	--

得分	评卷人

三. 本题共 3 小题, 共 20 分. 把答案填在题中的横线上或按题目要求作图.

14. (5 分) 某同学以线状白炽灯为光源, 利用游标卡尺两脚间形成的狭缝观察光的衍射现象后, 总结出以下几点:

- a. 若狭缝与灯丝平行, 衍射条纹与狭缝平行
- b. 若狭缝与灯丝垂直, 衍射条纹与狭缝垂直
- c. 衍射条纹的疏密程度与狭缝的宽度有关
- d. 衍射条纹的间距与光的波长有关

以上几点中, 你认为正确的是_____.

得分	
----	--

15. (6 分) 一打点计时器固定在斜面上某处, 一小车拖着穿过打点计时器的纸带从斜面上滑下, 如图 1 所示. 图 2 是打出的纸带的一段.

(1) 已知打点计时器使用的交流电频率为 50 Hz, 利用图 2 给出的数据可求出小车下滑的加速度 $a =$ _____.

(2) 为了求出小车在下滑过程中所受的阻力, 还需测量的物理量有_____.

用测得的量及加速度 a 表示阻力的计算式为

$f =$ _____.

打点计时器

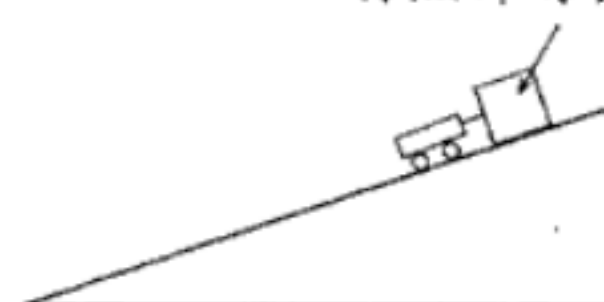


图 1

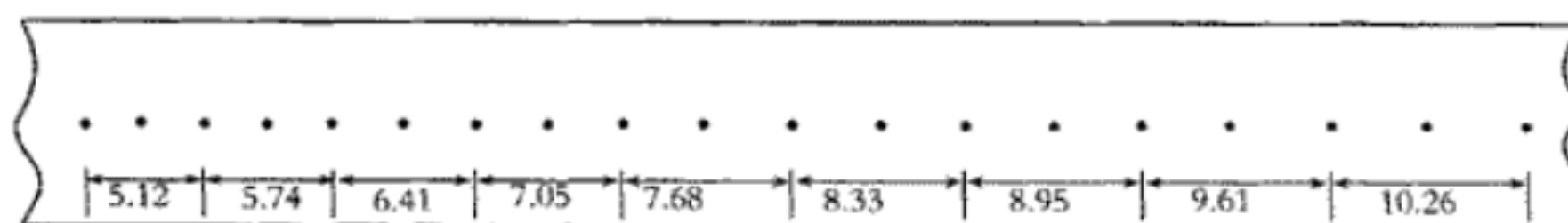


图 2

(单位: cm)

得分	
----	--

16. (9分) 图1中 E 为电源,其电动势为 ε , R_1 为滑线变阻器, R_2 为电阻箱, A 为电流表. 用此电路,经以下步骤可近似测得 A 的内阻 R_A : ① 闭合 K_1 ,断开 K_2 ,调节 R_1 ,使电流表读数等于其量程 I_0 ; ② 保持 R_1 不变,闭合 K_2 ,调节 R_2 ,使电流表读数等于 $\frac{I_0}{2}$,然后读出 R_2 的值,取 $R_A \approx R_2$.

(1) 按图1所示电路在图2所给出的实物图中画出连接导线.

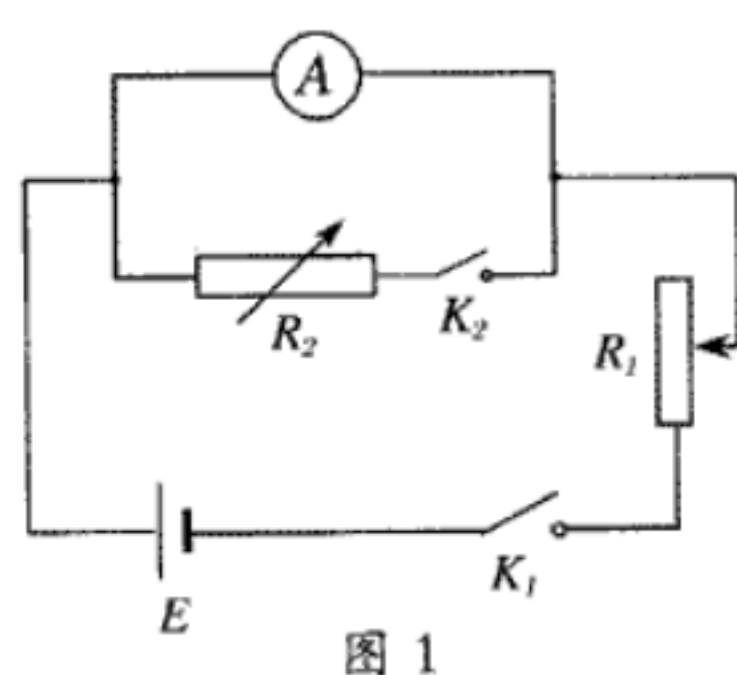


图 1

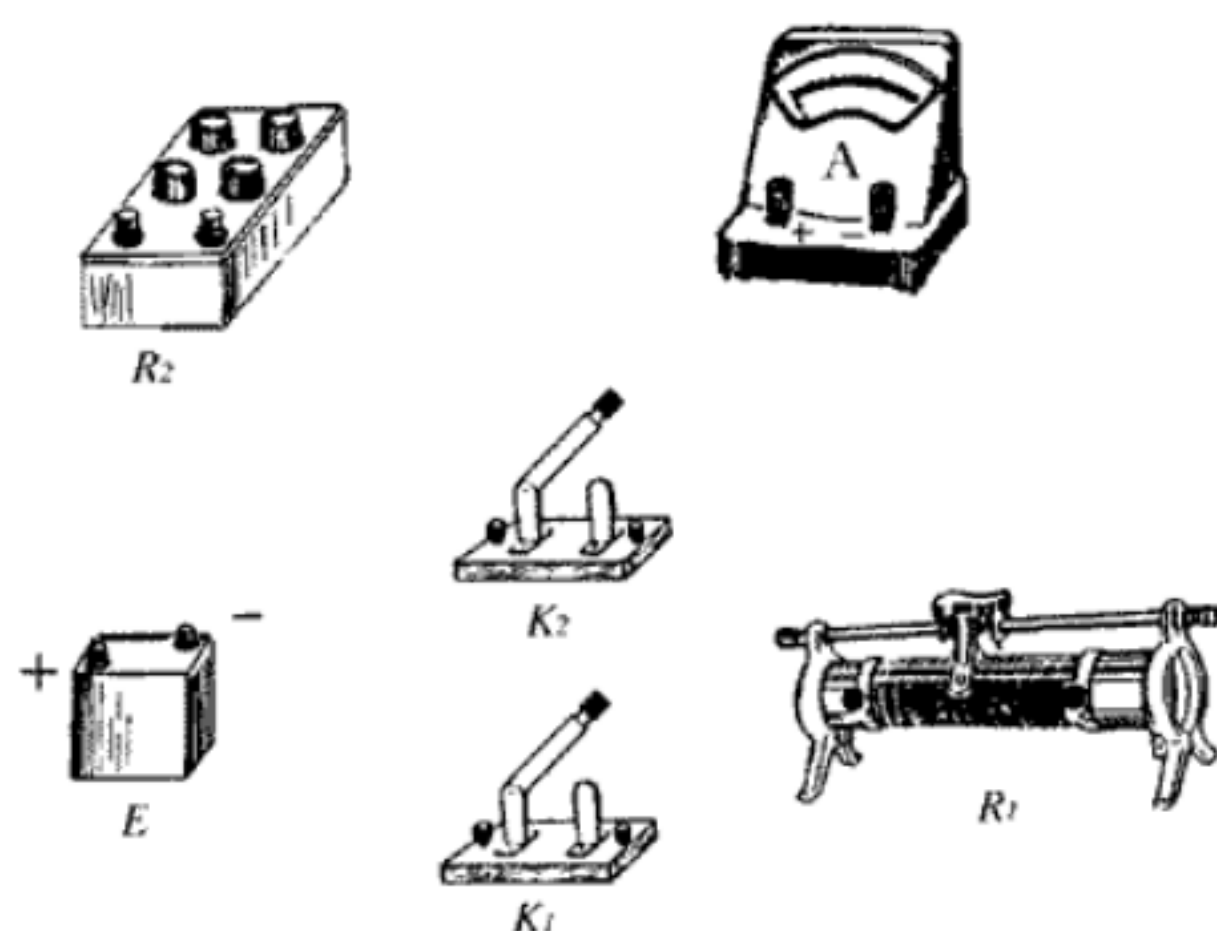


图 2

(2) 真实值与测得值之差除以真实值叫做测量结果的相对误差,即 $\frac{R_A - R_2}{R_A}$. 试导出它与电源电动势 ε 、电流表量程 I_0 及电流表内阻 R_A 的关系式.

(3) 若 $I_0 = 10 \text{ mA}$,真实值 R_A 约为 30Ω ,要想使测量结果的相对误差不大于 5% ,电源电动势最小应为多少伏?

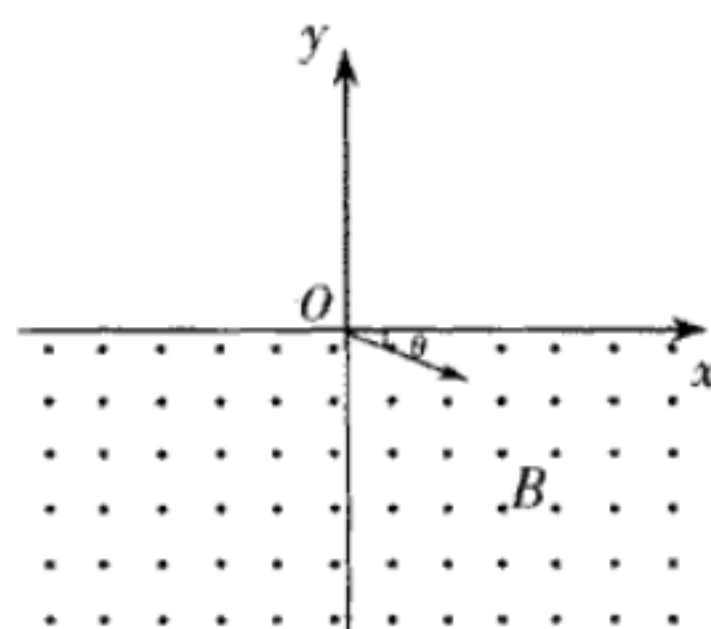
四. 本题共6小题,75分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤. 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位.

得分	评卷人

17. (12分) 质量为 M 的小船以速度 V_0 行驶, 船上有两个质量皆为 m 的小孩 a 和 b , 分别静止站在船头和船尾. 现小孩 a 沿水平方向以速率 v (相对于静止水面) 向前跃入水中, 然后小孩 b 沿水平方向以同一速率 v (相对于静止水面) 向后跃入水中. 求小孩 b 跃出后小船的速度.

得分	评卷人

18. (12分) 如图所示, 在 $y < 0$ 的区域内存在匀强磁场, 磁场方向垂直于 xy 平面并指向纸面外, 磁感强度为 B . 一带正电的粒子以速度 v_0 从 O 点射入磁场, 入射方向在 xy 平面内, 与 x 轴正向的夹角为 θ . 若粒子射出磁场的位置与 O 点的距离为 l , 求该粒子的电量和质量之比 $\frac{q}{m}$.



得分	评卷人

19. (12 分)“和平号”空间站已于今年 3 月 23 日成功地坠落在南太平洋海域,坠落过程可简化为从一个近圆轨道(可近似看作圆轨道)开始,

经过与大气摩擦,空间站的绝大部分经过升温、熔化,最后汽化而销毁,剩下的残片坠入大海.此过程中,空间站原来的机械能中,除一部分用于销毁和一部分被残片带走外,还有一部分能量 E' 通过其他方式散失(不考虑坠落过程中化学反应的能量). (1) 试导出以下列各物理量的符号表示散失能量 E' 的公式. (2) 算出 E' 的数值(结果保留两位有效数字).

坠落开始时空间站的质量 $M = 1.17 \times 10^5 \text{ kg}$;

轨道离地面的高度为 $h = 146 \text{ km}$;

地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$;

坠落空间范围内重力加速度可看作 $g = 10 \text{ m/s}^2$;

入海残片的质量 $m = 1.2 \times 10^4 \text{ kg}$;

入海残片的温度升高 $\Delta T = 3000 \text{ K}$;

入海残片的入海速度为声速 $v = 340 \text{ m/s}$;

空间站材料每 1 千克升温 1 K 平均所需能量 $c = 1.0 \times 10^3 \text{ J}$;

每销毁 1 千克材料平均所需能量 $\mu = 1.0 \times 10^7 \text{ J}$.

得分	评卷人

20. (13 分) 如图 1 所示. 一对平行光滑轨道放置在水平面上,两轨道间距 $l = 0.20 \text{ m}$, 电阻 $R = 1.0 \Omega$; 有一导体杆静止地放在轨道上,与两轨道垂直,杆及轨道的电阻皆可忽略不计,整个装置处于磁感强度 $B = 0.50 \text{ T}$ 的匀强磁场中,

磁场方向垂直轨道面向下. 现用一外力 F 沿轨道方向拉杆,使之做匀加速运动,测得力 F 与时间 t 的关系如图 2 所示. 求杆的质量 m 和加速度 a .

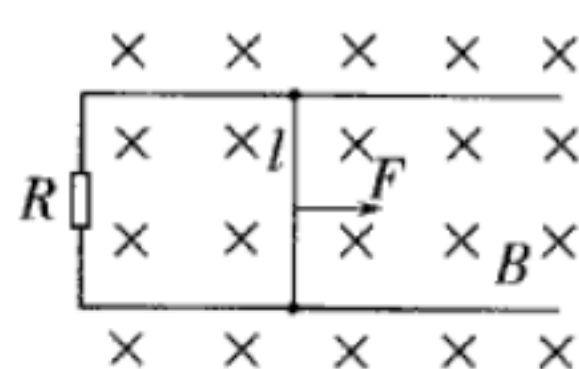


图 1

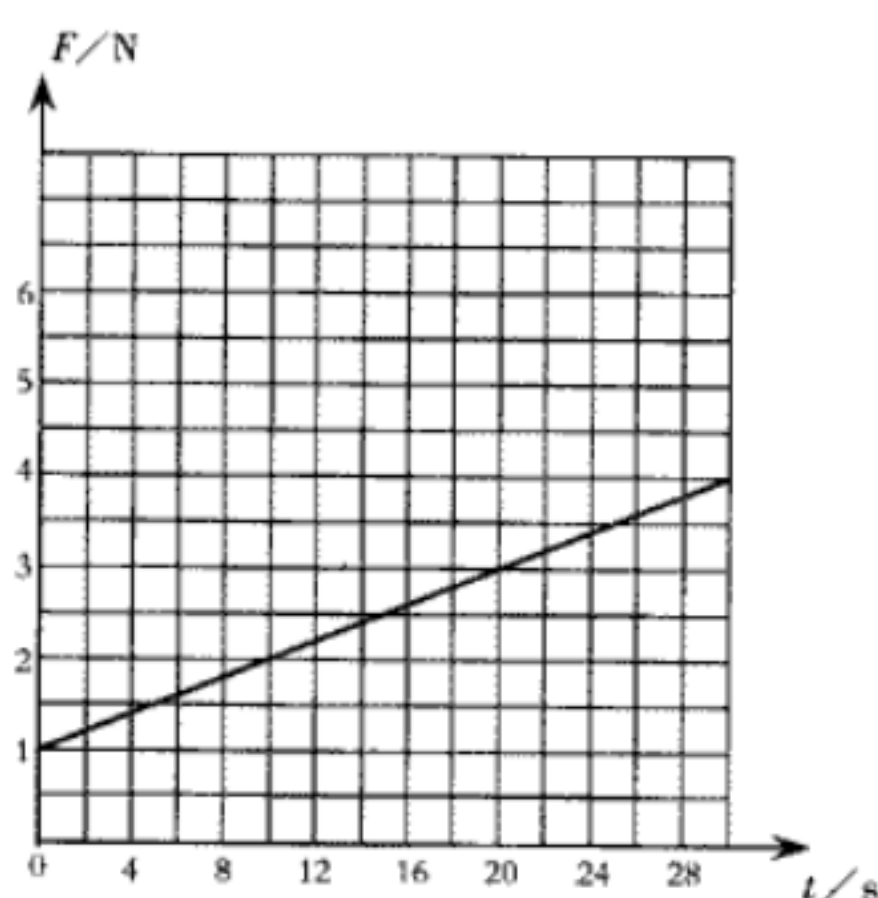


图 2

得分	评卷人

21. (13 分) 在一密封的啤酒瓶中, 下方为溶有 CO_2 的啤酒, 上方为纯 CO_2 气体. 在 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 溶于啤酒中的 CO_2 的质量为 $m_A = 1.050 \times 10^{-3}\text{ kg}$, 上

方气体状态 CO_2 的质量为 $m_B = 0.137 \times 10^{-3}\text{ kg}$, 压强为 $p_0 = 1$ 标准大气压. 当温度升高到 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 啤酒中溶解的 CO_2 的质量有所减少, 变为 $m'_A = m_A - \Delta m$, 瓶中气体 CO_2 的压强上升

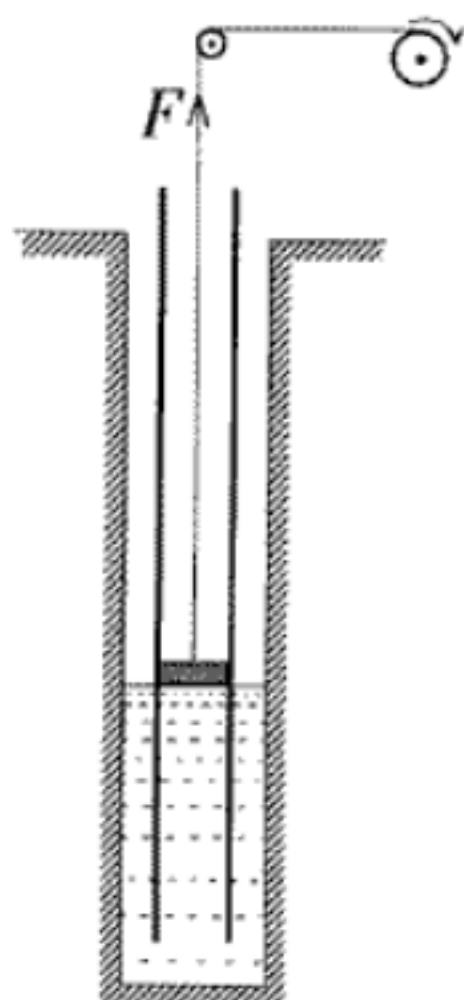
到 p_1 . 已知: $\frac{m'_A}{m_A} = 0.60 \times \frac{p_1}{p_0}$,

啤酒的体积不因溶入 CO_2 而变化, 且不考虑容器体积和啤酒体积随温度的变化. 又知对同种气体, 在体积不变的情况下 $\frac{p}{T}$ 与 m 成正比. 试计算 p_1 等于多少标准大气压 (结果保留两位有效数字).

得分	评卷人

22. (13 分) 一个圆柱形的竖直的井里存有一定量的水, 井的侧面和底部是密闭的. 在井中固定地插着一根两端开口的薄壁圆管, 管和井共

轴, 管下端未触及井底. 在圆管内有一不漏气的活塞, 它可沿圆管上下滑动. 开始时, 管内外水面相齐, 且活塞恰好接触水面, 如图所示. 现用卷扬机通过绳子对活塞施加一个向上的力 F , 使活塞缓慢向上移动. 已知管筒半径 $r = 0.100\text{ m}$, 井的半径 $R = 2r$, 水的密度 $\rho = 1.00 \times 10^3\text{ kg/m}^3$, 大气压 $p_0 = 1.00 \times 10^5\text{ Pa}$. 求活塞上升 $H = 9.00\text{ m}$ 的过程中拉力 F 所做的功. (井和管在水面以上及水面以下的部分都足够长. 不计活塞质量, 不计摩擦, 重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$.)



[参考答案](#)

说明:

(1)定出评分标准是为了使全国各地尽可能在统一标准下评定成绩.试题的参考解答是用来说明评分标准的.考生如按其它方法或步骤解答,正确的,同样给分;有错的,根据错误的性质,参照评分标准中相应的规定评分.

(2)第一、二、三题只要求写出答案,不要求说明理由或列出算式,只根据答案评分.

(3)第四大题,只有最后答案而无演算过程的,不给分;只写出一般公式但未能与试题所给的具体条件联系的,不给分.

一. 答案及评分标准:全题 40 分,每小题 4 分. 每小题全选对的给 4 分,选不全的给 2 分,有选错的给 0 分,不答的给 0 分.

- | | | | | |
|-------|-------|------|-------|--------|
| 1. AC | 2. BC | 3. D | 4. C | 5. B |
| 6. AB | 7. AC | 8. D | 9. AB | 10. BC |

二. 答案及评分标准:全题 15 分,每小题 5 分. 答案正确的,按下列答案后面括号内的分数给分;答错的,不答的,都给 0 分.

11. 425 (5 分) 12. $mg + F\sin\alpha$ (5 分)

13. (1) 负 负 (2 分,两空都对才给这 2 分)

(2) $(\frac{l_1 + l_2}{l_2})^2 : 1 : (\frac{l_1 + l_2}{l_1})^2$ (3 分,三者之比正确才给这 3 分)

三. 答案及评分标准:全题 20 分,其中 14 题 5 分,15 题 6 分,16 题 9 分. 答案正确的,按下列答案后面括号内的分数给分;答错的,不答的,都给 0 分.

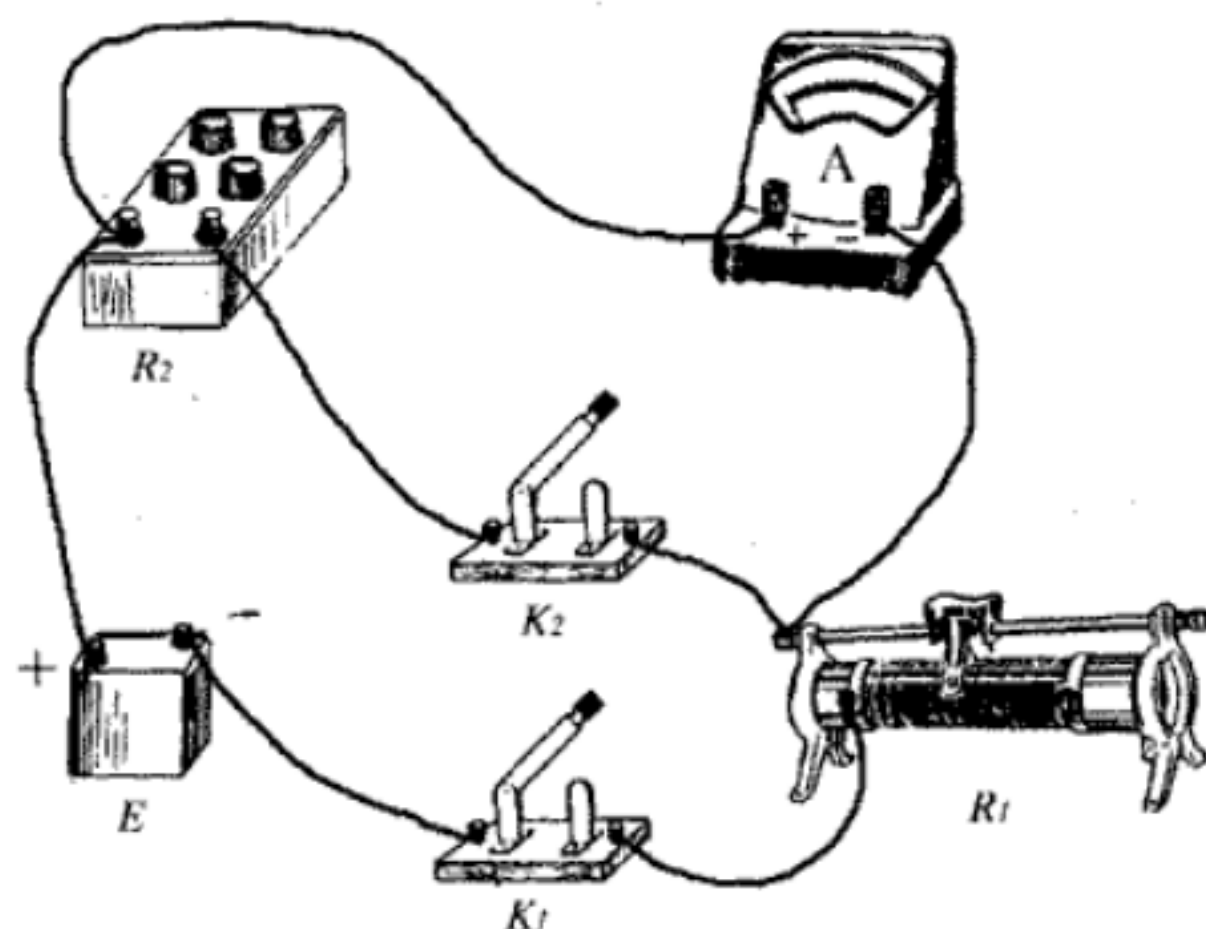
14. a, c, d (答对 1 个给 1 分,答对 2 个给 3 分,答对 3 个给 5 分,有错就不给分)

15. (1) 4.00 m/s^2 (3 分, $3.90 \sim 4.10 \text{ m/s}^2$ 之间都正确)

(2) 小车质量 m ;斜面上任意两点间距离 l 及这两点的高度差 h . (1 分,有错就不给分)

$$mg \frac{h}{l} - ma \quad (2 \text{ 分})$$

16. (1) 连线如图所示.



(2) 由步骤①得 $\frac{\varepsilon}{R_1 + R_A} = I_0$ ①

由步骤②得 $\frac{\varepsilon}{R_1 + \frac{R_A \cdot R_2}{R_A + R_2}} \cdot \frac{R_2}{R_A + R_2} = \frac{I_0}{2}$ ②

解得 $\frac{R_A - R_2}{R_A} = \frac{I_0}{\varepsilon} R_A$ ③

(3) 6 V

评分标准: 本题共9分. 第(1)问3分, 有错就不给分; 第(2)问5分, 其中①式1分, ②式2分

③式2分; 第(3)问1分.

四. 参考解答及评分标准:

17. 参考解答:

设小孩 b 跃出后小船向前行驶的速度为 V . 根据动量守恒定律, 有

$$(M + 2m)V_0 = MV + mv - mv \quad ①$$

解得

$$V = \left(1 + \frac{2m}{M}\right)V_0 \quad ②$$

评分标准: 本题12分. ①式8分, ②式4分.

18. 参考解答:

带正电粒子射入磁场后,由于受到洛伦兹力的作用,粒子将沿图示的轨迹运动,从A点射出磁场,O、A间的距离为 l . 射出时速度的大小仍为 v_0 ,射出方向与 x 轴的夹角仍为 θ .

由洛伦兹力公式和牛顿定律可得,

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$$

式中 R 为圆轨道的半径,

解得

$$R = \frac{mv_0}{qB} \quad ①$$

圆轨道的圆心位于 OA 的中垂线上,由几何关系可得

$$\frac{l}{2} = R \sin\theta \quad ②$$

联立①、②两式,解得

$$\frac{q}{m} = \frac{2v_0 \sin\theta}{lB} \quad ③$$

评分标准:本题12分.①式4分,②式6分,③式2分.

19. 参考解答:

(1) 根据题给条件,从近圆轨道到地面的空间中重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$. 若以地面为重力势能零点,坠落过程开始时空间站在近圆轨道的势能为

$$E_p = Mgh \quad ①$$

以 v 表示空间站在近圆轨道上的速度,由牛顿定律可得

$$M \frac{v^2}{r} = Mg \quad ②$$

其中 r 为轨道半径,若以 $R_{\text{地}}$ 表示地球半径,则

$$r = R_{\text{地}} + h \quad ③$$

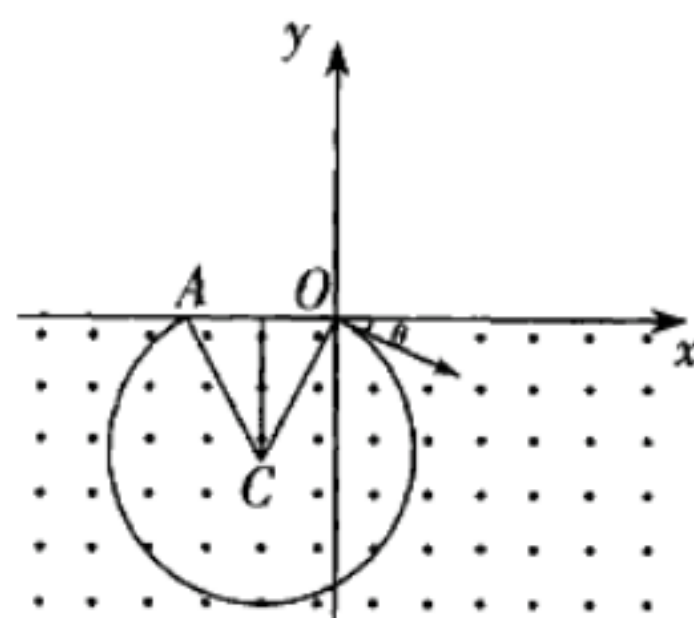
由②、③式可得空间站在近圆轨道上的动能为

$$E_K = \frac{1}{2}Mg(R_{\text{地}} + h) \quad ④$$

由①、④式得,在近圆轨道上空间站的机械能

$$E = Mg\left(\frac{1}{2}R_{\text{地}} + \frac{3}{2}h\right) \quad ⑤$$

在坠落过程中,用于销毁部分所需的能量为



$$Q_{\text{汽}} = (M - m)\mu \quad ⑥$$

用于残片升温所需的能量

$$Q_{\text{残}} = cm\Delta T \quad ⑦$$

残片的动能为

$$E_{\text{残}} = \frac{1}{2}mv^2 \quad ⑧$$

以 E' 表示其他方式散失的能量,则由能量守恒得

$$E = Q_{\text{汽}} + E_{\text{残}} + Q_{\text{残}} + E' \quad ⑨$$

由此得
$$E' = Mg\left(\frac{1}{2}R_{\text{地}} + \frac{3}{2}h\right) - (M - m)\mu - \frac{1}{2}mv^2 - cm\Delta T \quad ⑩$$

(2) 以题给数据代入得

$$E' = 2.9 \times 10^{12} \text{ J} \quad ⑪$$

评分标准:本题 12 分. ⑤ 式 4 分, ⑥、⑦、⑧ 式各 1 分, ⑨ 式 2 分, ⑩ 式 1 分, ⑪ 式 2 分.

20. 参考解答:

导体杆在轨道上做匀加速直线运动,用 v 表示其速度, t 表示时间,则有

$$v = at \quad ①$$

杆切割磁力线,将产生感应电动势,

$$\varepsilon = Blv \quad ②$$

在杆、轨道和电阻的闭合回路中产生电流

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad ③$$

杆受到的安培力为

$$f = IBl \quad ④$$

根据牛顿第二定律,有

$$F - f = ma \quad ⑤$$

联立以上各式,得

$$F = ma + \frac{B^2 l^2}{R} at \quad ⑥$$

由图线上取两点代入 ⑥ 式,可解得

$$a = 10 \text{ m/s}^2, m = 0.1 \text{ kg}.$$

评分标准:本题 13 分. 得出 ⑥ 式给 6 分,得出最后结果再给 7 分.

21. 参考解答:

在 40 ℃ 时, 溶入啤酒的 CO_2 的质量为

$$m'_A = m_A - \Delta m \quad ①$$

因质量守恒, 气态 CO_2 的质量为

$$m'_B = m_B + \Delta m \quad ②$$

由题设,

$$\frac{m'_A}{m_A} = 0.60 \times \frac{p_1}{p_0} \quad ③$$

由于对同种气体, 体积不变时, $\frac{p}{T}$ 与 m 成正比, 可得

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{m'_B \times 313}{m_B \times 293} \quad ④$$

由以上各式解得

$$p_1 = \left(\frac{1 + \frac{m_A}{m_B}}{0.6 \frac{m_A}{m_B} + \frac{293}{313}} \right) p_0 \quad ⑤$$

算得

$$p_1 = 1.6 \text{ 标准大气压} \quad ⑥$$

评分标准: 本题 13 分. ② 式 3 分, ④ 式 4 分, ⑤ 式 4 分, ⑥ 式 2 分.

22. 参考解答:

从开始提升到活塞升至内外水面高度差为 $h_0 = \frac{p_0}{\rho g} = 10 \text{ m}$ 的过程中, 活塞始终与管内液体接触. (再提升活塞时, 活塞和水面之间将出现真空, 另行讨论.) 设活塞上升距离为 h_1 , 管外液面下降距离为 h_2 ,

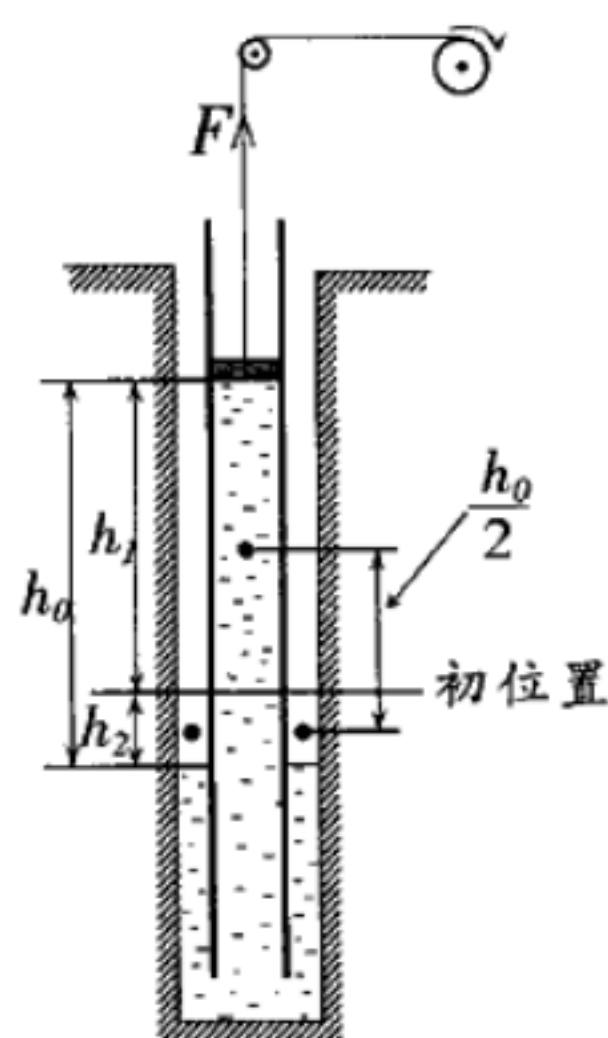
$$h_0 = h_1 + h_2 \quad ①$$

因液体体积不变, 有

$$h_2 = h_1 \left(\frac{\pi r^2}{\pi R^2 - \pi r^2} \right) = \frac{1}{3} h_1 \quad ②$$

$$\text{得} \quad h_1 = \frac{3}{4} h_0 = \frac{3}{4} \times 10 \text{ m} = 7.5 \text{ m} \quad ③$$

题给 $H = 9 \text{ m} > h_1$, 由此可知确实有活塞下面是真空的一段过程.



活塞移动距离从零到 h_1 的过程中,对于水和活塞这个整体,其机械能的增量应等于除重力外其他力所做的功. 因为始终无动能,所以机械能的增量也就等于重力势能增量,即

$$\Delta E = \rho(\pi r^2 h_1) g \frac{h_0}{2} \quad ④$$

其他力有管内、外的大气压力和拉力 F . 因为液体不可压缩,所以管内、外大气压力做的总功 $p_0 \pi(R^2 - r^2)h_2 - p_0 \pi r^2 h_1 = 0$,故外力做功就只是拉力 F 做的功,由功能关系知

$$W_1 = \Delta E \quad ⑤$$

即
$$W_1 = \rho(\pi r^2) g \frac{3}{8} h_0^2 = \frac{3}{8} \pi r^2 \frac{p_0^2}{\rho g} = 1.18 \times 10^4 \text{ J} \quad ⑥$$

活塞移动距离从 h_1 到 H 的过程中,液面不变, F 是恒力 $F = \pi r^2 p_0$,做功

$$W_2 = F(H - h_1) = \pi r^2 p_0 (H - h_1) = 4.71 \times 10^3 \text{ J} \quad ⑦$$

所求拉力 F 做的总功为 $W_1 + W_2 = 1.65 \times 10^4 \text{ J} \quad ⑧$

评分标准:本题 13 分. ③ 式 4 分,⑥ 式 3 分,⑦ 式 5 分,⑧ 式 1 分.