

# 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.

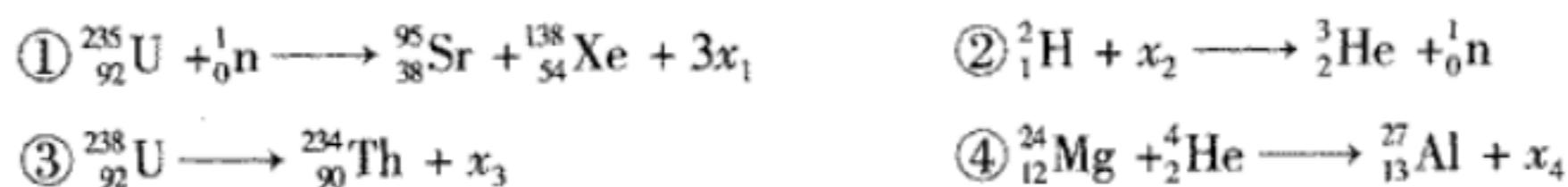
## 第 I 卷(选择题 共 40 分)

### 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  $\alpha$  粒子 (D)  $x_4$  是氘核

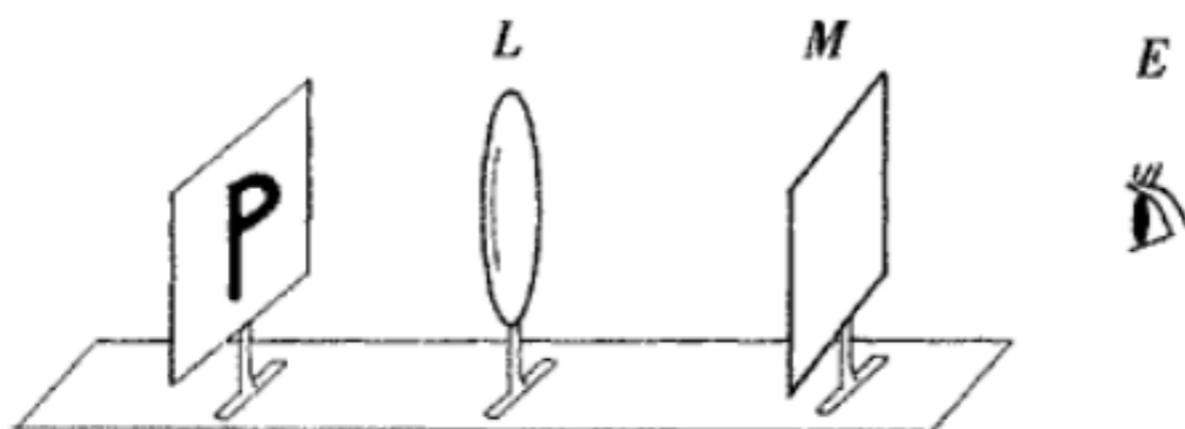
2. 一个理想变压器,原线圈和副线圈的匝数分别为  $n_1$  和  $n_2$ ,正常工作时输入和输出的电压、电流、功率分别为  $U_1$  和  $U_2$ 、 $I_1$  和  $I_2$ 、 $P_1$  和  $P_2$ . 已知  $n_1 > n_2$ ,则

- (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  $\frac{eU}{h}$

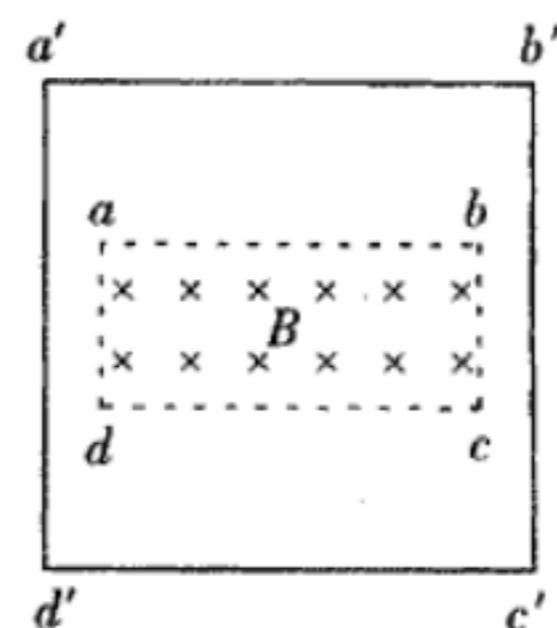
4. 如图所示,  $p$  字形发光物经透镜  $L$  在毛玻璃光屏  $M$  上成一实像, 观察者处于  $E$  处, 他看到屏  $M$  上的像的形状为





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  $r_m : r_n = m^2 : n^2$

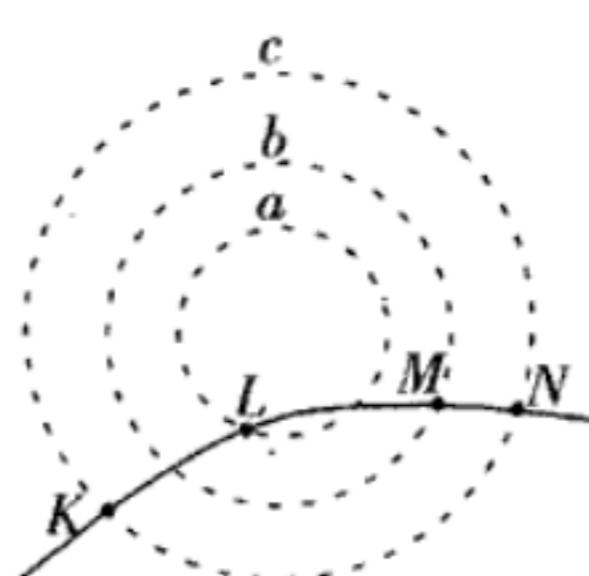
(B) 第  $m$  个定态和第  $n$  个定态的能量  $E_m$  和  $E_n$  之比为  $E_m : E_n = n^2 : m^2$

(C) 电子沿某一轨道绕核运动, 若其圆周运动的频率是  $\nu$ , 则其发光频率也是  $\nu$

(D) 若氢原子处于能量为  $E$  的定态, 则其发光频率为  $\nu = \frac{E}{h}$

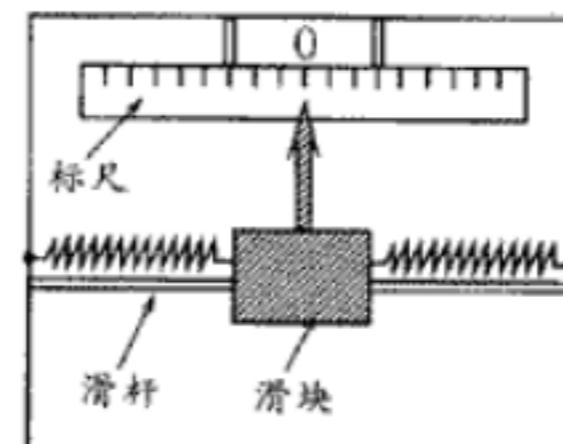
7. 如图,虚线  $a$ 、 $b$  和  $c$  是某静电场中的三个等势面,它们的电势分别为  $U_a$ 、 $U_b$  和  $U_c$ ,  $U_a > U_b > U_c$ 。一带正电的粒子射入电场中,其运动轨迹如实线  $KLMN$  所示。由图可知,

- (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

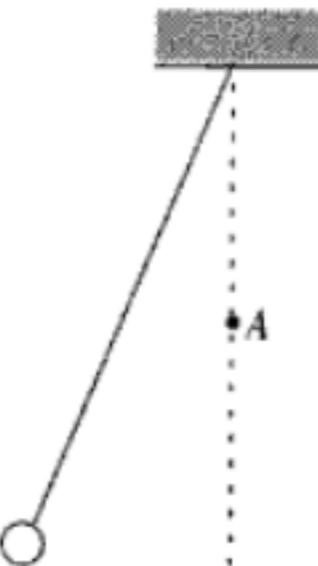
- (A) 方向向左,大小为  $ks/m$
- (B) 方向向右,大小为  $ks/m$
- (C) 方向向左,大小为  $2ks/m$
- (D) 方向向右,大小为  $2ks/m$



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

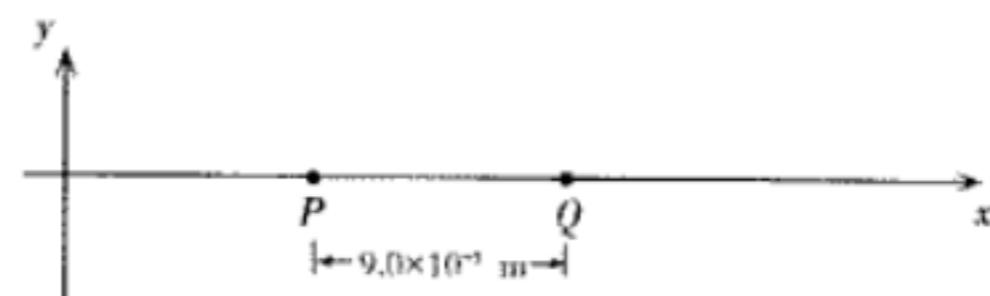
住摆线的钉子  $A$ ,如图所示. 现将单摆向左方拉开一个小角度,然后无初速地释放. 对于以后的运动,下列说法中正确的是

- (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  $3.0 \text{ m/s}$ ,频率为  $2.5 \text{ Hz}$ ,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:

- 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).
- 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									

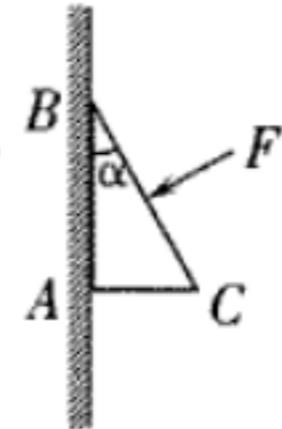
得分	评卷人

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.

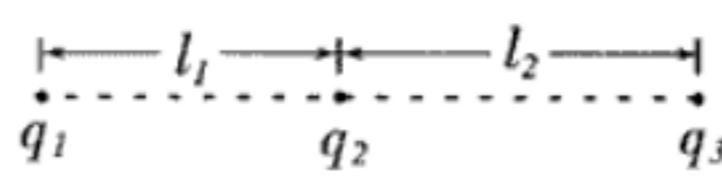
得分	
----	--

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  $a = \text{_____}$ .

(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\_\_\_\_\_.

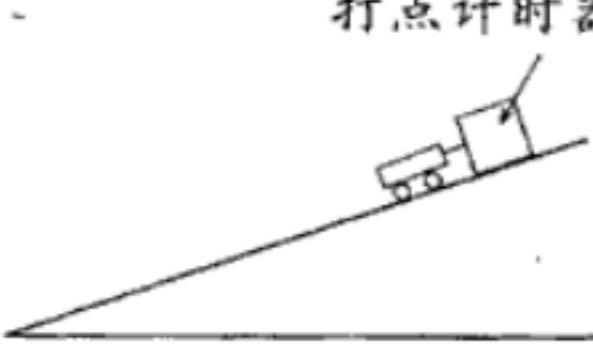


图 1

用测得的量及加速度  $a$  表示阻力的计算式为

$$f = \text{_____}.$$

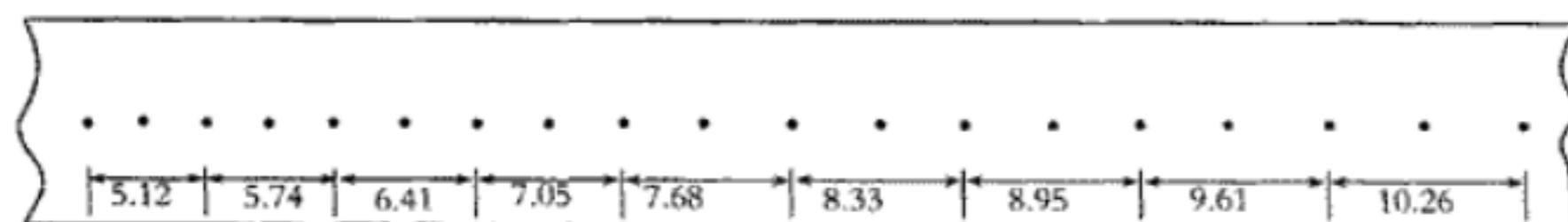


图 2

(单位: cm)

得分	

16. (9分) 图1中  $E$  为电源, 其电动势为  $\varepsilon$ ,  $R_1$  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.

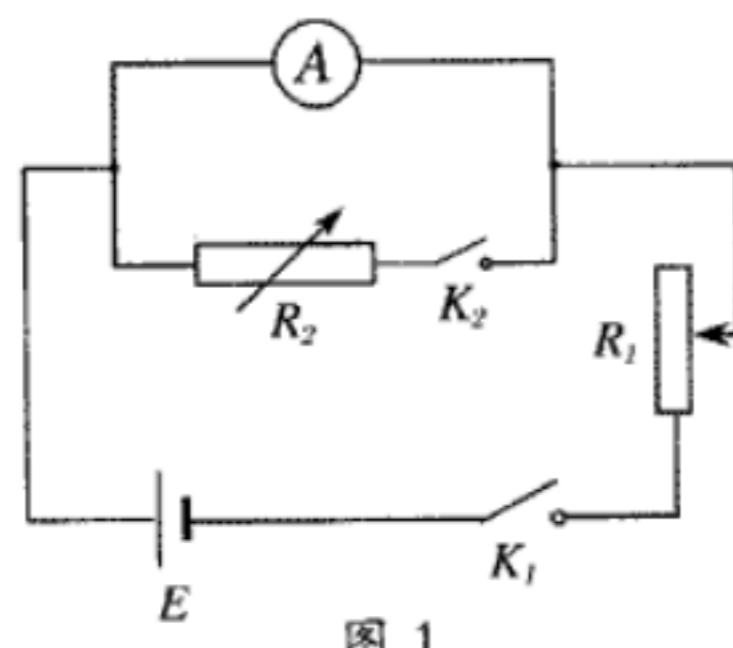


图1

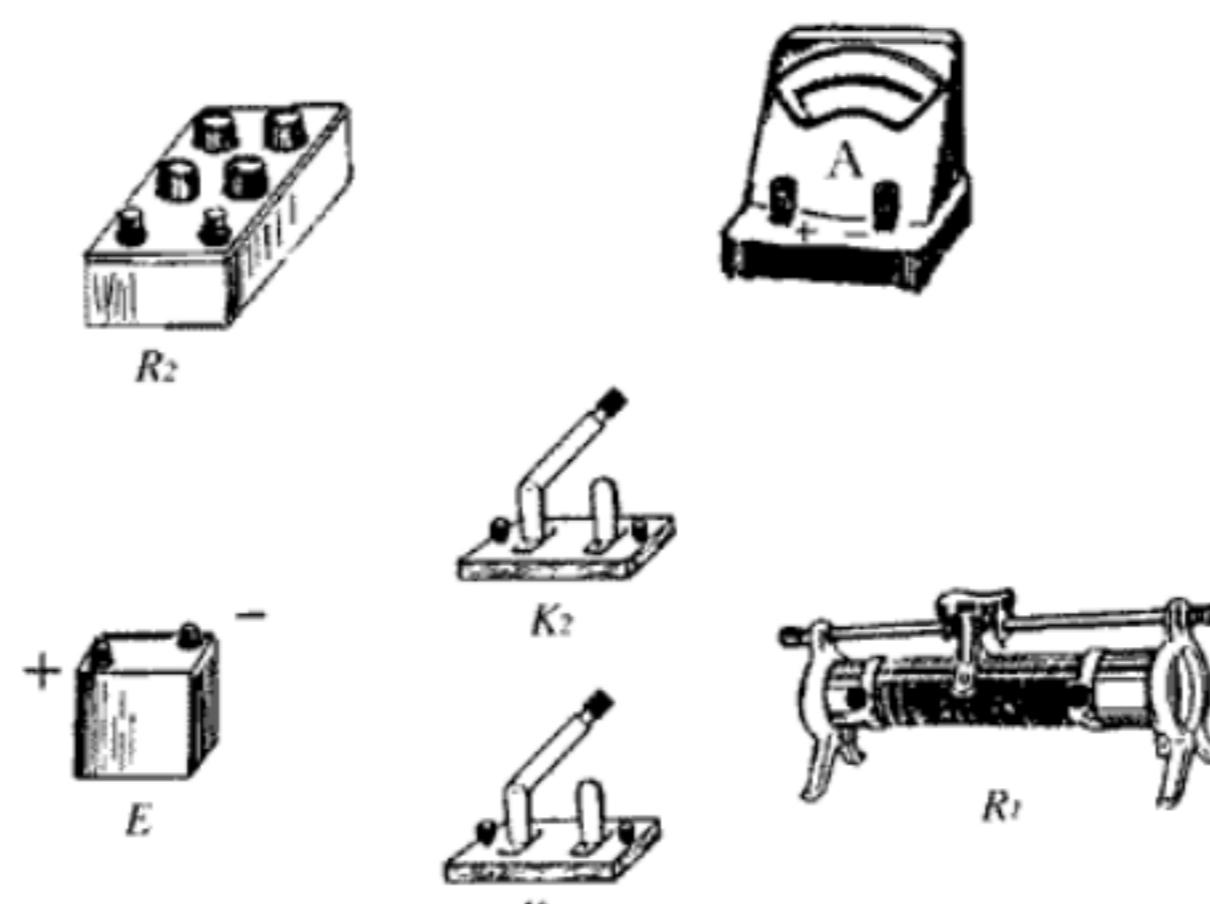


图2

(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  $\varepsilon$ 、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  $30 \Omega$ , 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?

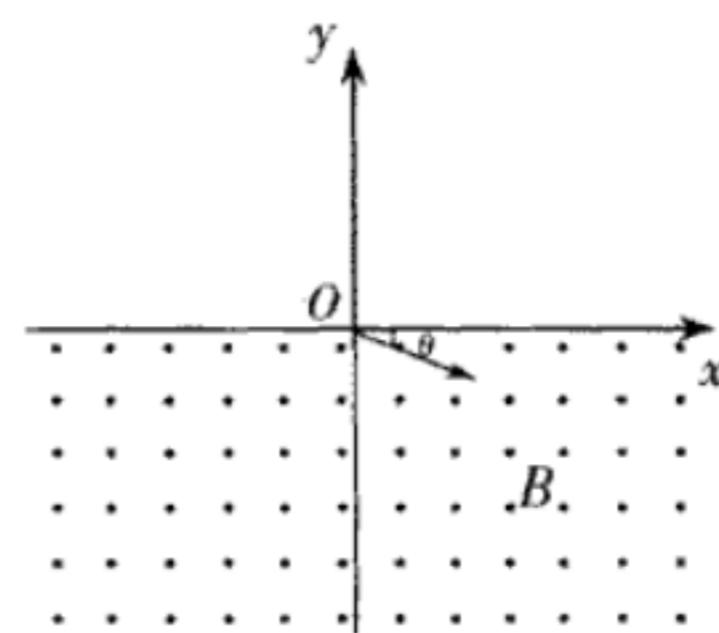
四. 本题共 6 小题, 75 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤. 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位.

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  $\theta$ . 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1K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  $a$ .

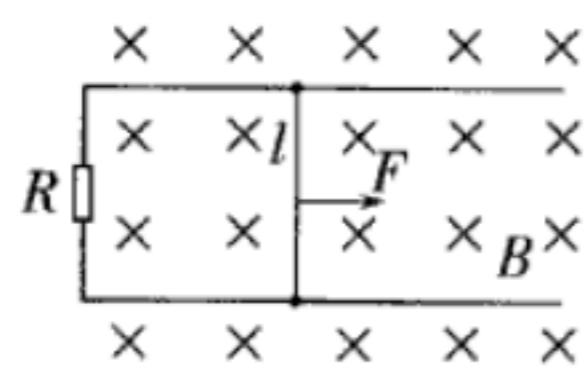


图 1

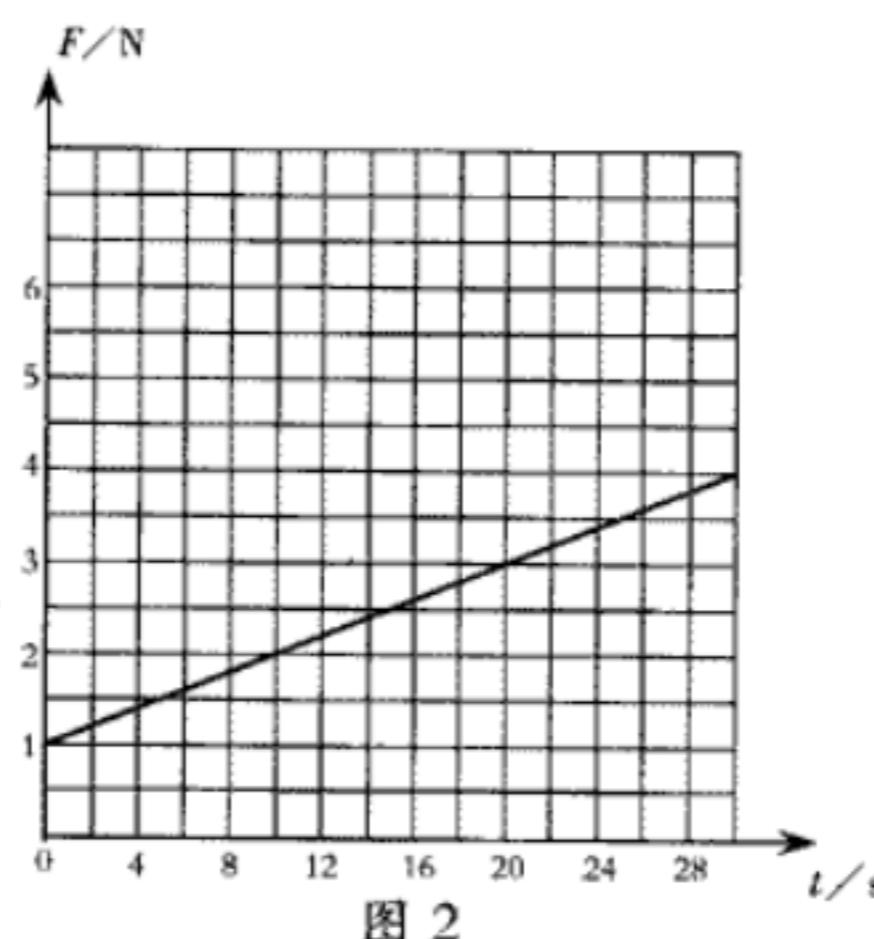


图 2

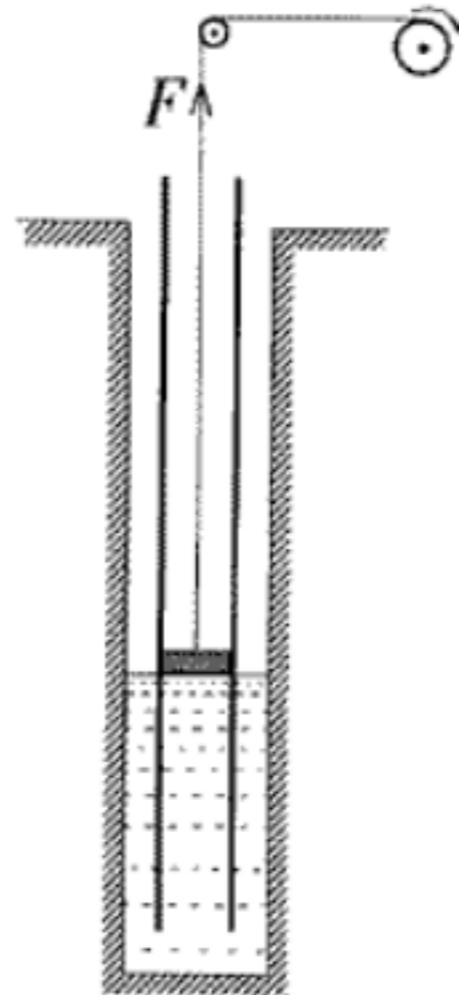
得分	评卷人

21. (13分) 在一密封的啤酒瓶中,下方为溶有 $\text{CO}_2$ 的啤酒,上方为纯 $\text{CO}_2$ 气体. 在 $20^\circ\text{C}$ 时,溶于啤酒中的 $\text{CO}_2$ 的质量为 $m_A = 1.050 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ,上方气体状态 $\text{CO}_2$ 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 $40^\circ\text{C}$ 时,啤酒中溶解的 $\text{CO}_2$ 的质量有所减少,变为 $m'_A = m_A - \Delta m$ ,瓶中气体 $\text{CO}_2$ 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 $\text{CO}_2$ 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

2001年全国高考物理试题参考答案

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)

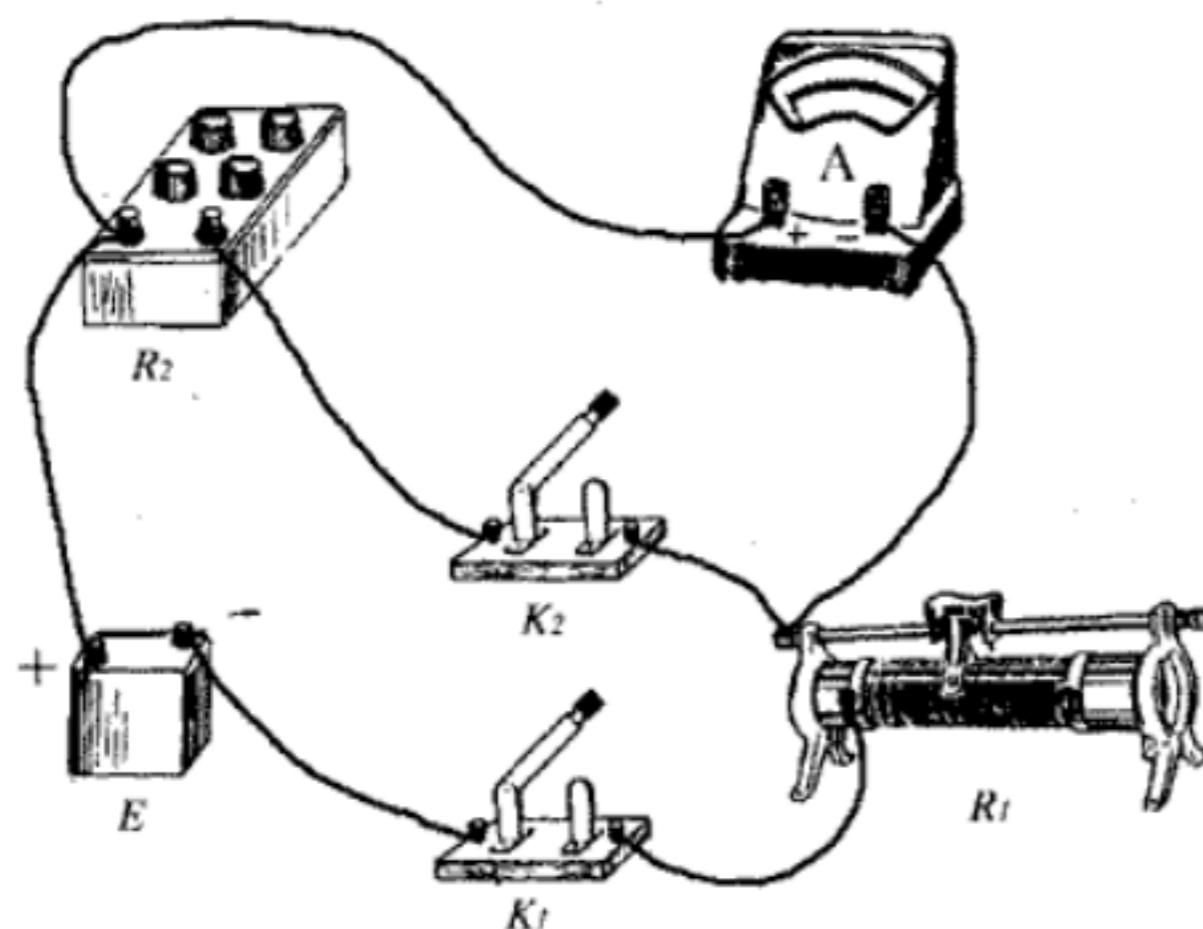
(2)  $(\frac{l_1 + l_2}{l_2})^2 : 1 : (\frac{l_1 + l_2}{l_1})^2$  (3 分, 三者之比正确才给这 3 分)

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)  $4.00 \text{ m/s}^2$  (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.



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

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

$$\text{解得 } \frac{R_A - R_2}{R_A} = \frac{I_0}{\varepsilon} R_A \quad (3)$$

(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  $\theta$ . 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

$$r = R_{\text{地}} + h \quad ③$$

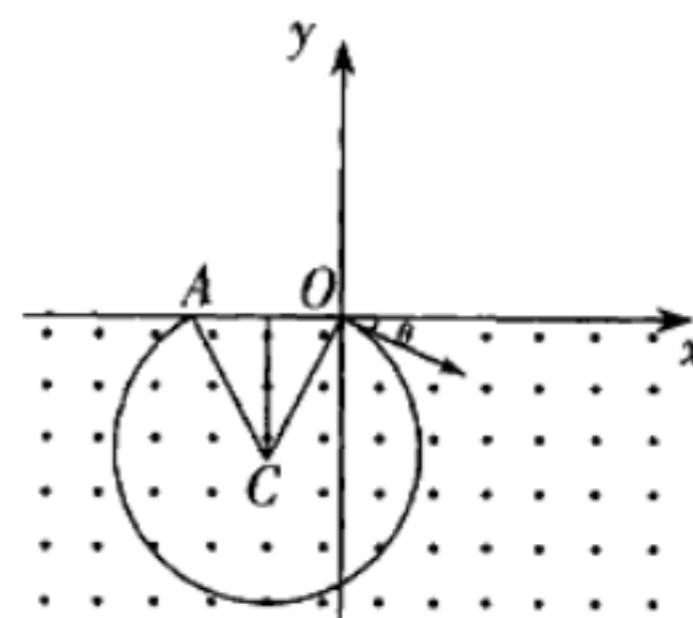
由 ②、③ 式可得空间站在近圆轨道上的动能为

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

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

(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

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

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 °C 时, 溶入啤酒的 CO<sub>2</sub> 的质量为

$$m'_A = m_A - \Delta m \quad (1)$$

因质量守恒, 气态 CO<sub>2</sub> 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  $h_2$ ,

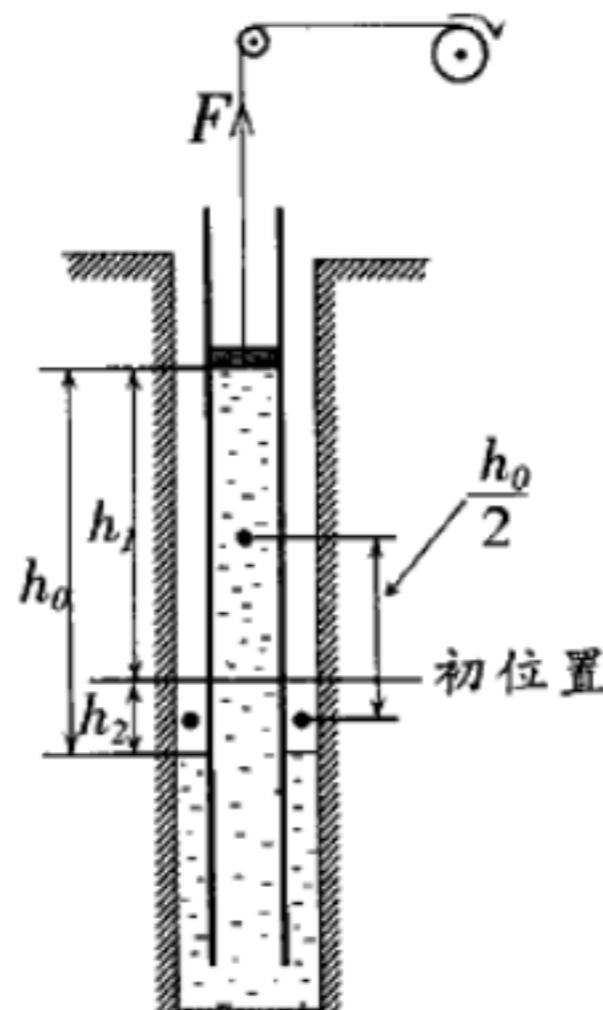
$$h_0 = h_1 + h_2 \quad (1)$$

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

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

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

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