

绝密★启用并使用完毕前

济南市 2021 届高三十一学校联考

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,满分 100 分,考试时间 90 分钟。

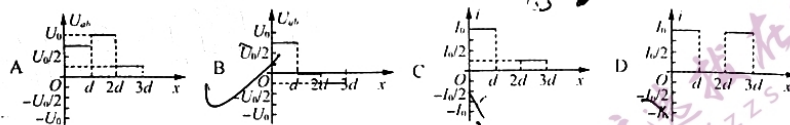
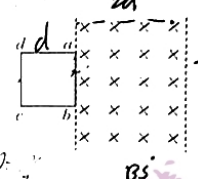
注意事项:

1. 答卷前,先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题纸上。
2. 选择题的作答:每小题选出答案后,用 2B 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,再选涂其他答案标号。
3. 非选择题的作答:用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

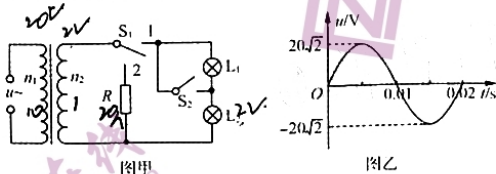
第 I 卷(共 40 分)

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 如图所示,宽度为  $2d$  的区域内存在匀强磁场  $B$ ,磁场方向垂直纸面向里。一边长为  $d$  的正方形线框  $abcd$  由粗细均匀的金属导线绕成,线框匀速穿过磁场区域,线框右边恰好与磁场左边界重合时开始计时,设电流逆时针为正方向,下列关于  $ab$  两点间的电势差  $U_{ab}$  及通过线圈中的电流  $i$  随线圈位移  $x$  的变化图像正确的是



2. 图甲中理想变压器原、副线圈的匝数之比  $n_1 : n_2 = 10 : 1$ ,电阻  $R = 20 \Omega$ ,  $L_1, L_2$  为规格相同的两只小灯泡,  $S_1$  为单刀双掷开关。原线圈接正弦交流电源,输入电压  $u$  随时间  $t$  的变化关系如图乙所示。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  $u = 20\sqrt{2} \sin 50\pi t$  (V)
- B. 若  $S_1$  换接到 2 后,  $R$  消耗的电功率为 0.2 W
- C. 只断开  $S_2$ , 原线圈的输入功率增大
- D. 只断开  $S_2$ ,  $L_1, L_2$  均正常发光

3. 质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两个物体分别受到两个方向相同, 大小不同的恒定外力  $F_1$  和  $F_2$  的作用, 设它们从静止开始运动, 则

A. 若在相同位移内两个物体动量的增量相同, 则  $F_1$  和  $F_2$  应满足关系  $F_1 : F_2 = m_1 : m_2$

B. 若在相同位移内两个物体动量的增量相同, 则  $F_1$  和  $F_2$  应满足关系  $F_1 : F_2 =$

$$\sqrt{m_2} : \sqrt{m_1}$$

C. 若在相同时间内两个物体动能的增量相同, 则  $F_1$  和  $F_2$  应满足关系  $F_1 : F_2 = m_1 : m_2$

D. 若在相同时间内两个物体动能的增量相同, 则  $F_1$  和  $F_2$  应满足关系  $F_1 : F_2 =$

$$\sqrt{m_1} : \sqrt{m_2}$$

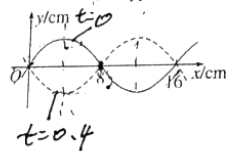
4. 水袖是中国古典舞中用于情感表达和抒发的常用技巧, 舞者的手有规律的将振动传导至袖子上, 给人营造出一种“行云流水”的美感, 这一过程其实就是机械波的传播。一列水袖上的简谐横波沿  $x$  轴正方向传播, 在  $t=0$  和  $t=0.40$  s 时的波形分别如图中实线和虚线所示。已知该波的周期  $T > 0.40$  s, 下列说法正确的是

A. 波长为  $0.08$  m  $0.16$  m

B. 波速为  $0.40$  m/s  $0.2$  m/s  $T=0.8$  s

C.  $x=0.08$  m 的质点在  $t=2.20$  s 时具有沿  $+y$  方向的最大加速度

D.  $x=0.08$  m 的质点在  $t=2.20$  s 时具有沿  $-y$  方向的最大加速度



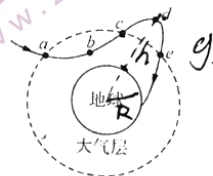
5. 2020 年 12 月 2 日 22 时, 嫦娥五号带着月壤返回地球, 若进入大气层时速度过大后果将不堪设想, 为此航天科技集团五院的设计师们创造性地提出了半弹道跳跃式再入返回技术方案, 就像在太空“打水漂”一样, 让关闭发动机的返回器先是高速进入大气层, 再借助大气层提供的升力跃出大气层, 然后重新扎入大气层。下图为航天器跳跃式返回过程示意图, 虚线圆为大气层的边界, 已知地球半径为  $R$ ,  $d$  点到地面的高度为  $h$ , 地球表面重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是

A. 航天器从  $a$  到  $c$  运动过程中一直处于完全失重状态

B. 航天器运动到  $d$  点时的加速度为  $\frac{gR^2}{h^2}$

C. 航天器在  $a$  点机械能大于在  $c$  点的机械能

D. 航天器在  $c$  点的动能大于在  $e$  点的动能



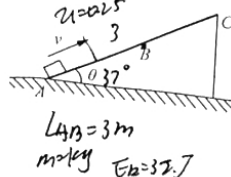
6. 如图所示, 倾角为  $\theta=37^\circ$  的斜面  $ABC$  固定在水平地面上,  $AB$  部分斜面粗糙, 长  $L_{AB}=3$  m,  $BC$  部分斜面光滑。一个质量  $m=1$  kg 的小物块 (可视为质点) 以初动能  $E_{k0}=32$  J 从斜面底端  $A$  点冲上斜面。已知物块与斜面间的动摩擦因数为  $\mu=0.25$ ,  $g$  取  $10$  m/s<sup>2</sup>,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ , 以水平地面为零势能面, 不计空气阻力。则

A. 物块沿  $AB$  部分斜面向上运动时的加速度大小  $a=4$  m/s<sup>2</sup>

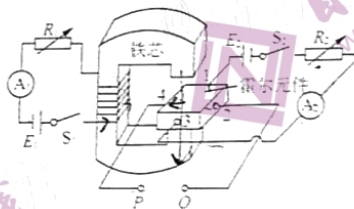
B. 物块运动到  $B$  处时的速度大小  $3$  m/s

C. 物块的动能和重力势能相等的位置在  $AB$  段

D. 物块的动能和重力势能相等的位置在  $BC$  段

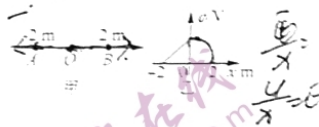


7. 平板电脑配置的皮套在合上时能够使平板自动息屏, 其实是“霍尔传感器”在发挥作用。如图所示, 某霍尔元件是用带正电的空穴为载流子导电的半导体材料制作而成, 霍尔元件的上下两个表面均垂直于磁场方向放置, 其中的 1、2、3、4 为霍尔元件的四个接线端, 当开关  $S_1$  和  $S_2$  都闭合后, 以下判断中正确的是



- A. P 点的电势高于 Q 点的电势
- B. 仅将电源  $E_1$ 、 $E_2$  反向接入电路, P、Q 电势差不变
- C. 当将  $R_1$  变大并稳定后, PQ 两点之间电势差的绝对值变大了
- D. 当将  $R_2$  变大并稳定后, PQ 两点之间电势差的绝对值变大了

8. 绝缘光滑水平面上有 A、O、B 三点, 以 O 点为坐标原点, 向右为正方向建立直线坐标系 x 轴, A 点坐标为  $-2\text{ m}$ , B 点坐标为  $2\text{ m}$ , 如图甲所示, A、B 两点间的电势变化如图乙所示, 左侧图线为一条倾斜线段, 右侧图线为四分之一圆弧, 现将一个负点电荷由 A 点静止释放, 则下列说法中正确的是 (忽略负点电荷形成的电场)

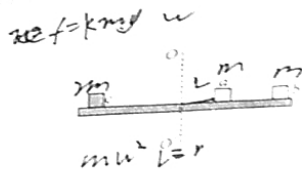


- A. 负点电荷在 AO 段的运动时间小于在 OB 段的运动时间
- B. 负点电荷由 O 点运动到 B 点过程中, 电势能随  $x$  变化越来越慢
- C. 当负点电荷分别处于  $-\sqrt{2}\text{ m}$  和  $\sqrt{2}\text{ m}$  时, 电场力的功率相等
- D. 当负点电荷分别处于  $-\sqrt{2}\text{ m}$  和  $\sqrt{2}\text{ m}$  时, 加速度的大小相等

二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分, 选对但不全得 2 分, 有选错的得 0 分。

9. 如图, 三个小木块 a、b 和 c (均可视为质点) 放在水平圆盘上, a、b 质量均为  $m$ , c 的质量为  $2m$ , a 与转轴  $OO'$  的距离为  $L$ , b、c 与转轴的距离均为  $2L$ , 木块与圆盘的最大静摩擦力均为木块所受重力的  $k$  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  $\omega$  表示转盘转动的角速度, 下列说法正确的是

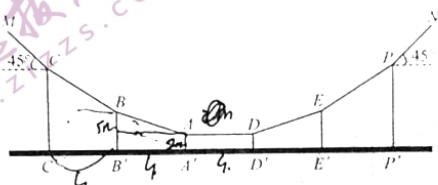
- A. 木块 a、b 和 c 同时相对圆盘发生滑动
- B. 木块 b 和 c 同时相对圆盘发生滑动
- C. 当  $0 < \omega \leq \sqrt{\frac{k g}{2L}}$  时, 三木块与圆盘保持相对静止
- D. 当  $\sqrt{\frac{k g}{2L}} < \omega \leq \sqrt{\frac{k g}{L}}$  时, 三木块与圆盘保持相对静止



10. 地球本身带负电, 其周围空间存在电场, 由于电场的作用, 地球处于放电状态。但大气中频繁发生雷暴又对地球充电, 从而保证了地球周围电场强度大小恒定不变。统计表明, 雷暴带给地球的平均电荷量每秒约为  $q = 1.8 \times 10^9 \text{ C}$ , 离地面  $50 \text{ km}$  的大气层与地面之间的电势差约为  $U = 3.0 \times 10^8 \text{ V}$ 。已知地球半径  $r = 6.4 \times 10^3 \text{ km}$ 。则

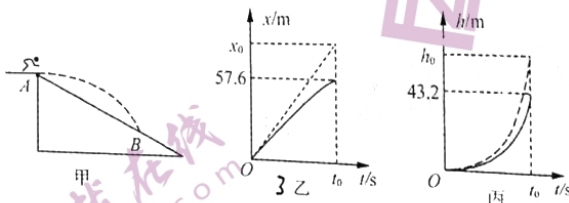
- A. 雷暴对地球充电的平均电流约为  $I = 1.8 \times 10^9 \text{ A}$
- B. 离地面  $50 \text{ km}$  以下的大气层平均电阻为  $R = 3.0 \times 10^8 \Omega$
- C. 离地面  $50 \text{ km}$  以下的大气层的平均电阻率为  $\rho \approx 1.7 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$
- D. 离地面  $50 \text{ km}$  以下的大气层的平均电阻率为  $\rho \approx 1.7 \times 10^7 \Omega \cdot \text{m}$

11. 一学校物理项目学习小组研究悬索桥的受力特点, 实际的悬索桥在工程上是复杂的, 他们进行了合理简化, 悬索桥的简化模型如下: 一吊桥由六对钢杆悬吊, 六对钢杆在桥面上分列两排, 其上端挂在两根钢缆上, 如图为其一侧面图, 已知图中相邻两钢杆间距离为  $9 \text{ m}$ , 靠桥面中心的钢杆长度为  $2 \text{ m}$  (即  $AA' = DD' = 2 \text{ m}$ ),  $BB' = EE', CC' = PP'$ , 又已知两端钢缆  $CM, PN$  与水平方向成  $45^\circ$  角, 若钢杆、钢缆自重不计, 每根钢杆承受拉力相同, 桥面总质量  $m$ , 每对钢杆拉力均为  $T$ 。以下说法正确的是



- A. 每对钢杆拉力  $T = mg/6$
- B. 每对钢缆  $AD$  中拉力  $T_{AD} = \frac{mg}{3}$
- C. 每对钢缆  $CM$  中拉力  $T_{CM} = \frac{3\sqrt{3}mg}{2}$
- D.  $BB' = 5 \text{ m}$

12. 我国跳台滑雪运动员正在积极备战 2022 年北京冬奥会, 比赛中的跳台由助滑道、起跳区、着陆坡和停止区组成。运动员以水平初速度  $v$  从起跳区边缘  $A$  点飞出直至落在着陆坡上  $B$  点的过程中, 相关数据可由传感器实时测量记录, 运动员的水平位移  $x$  随时间  $t$  变化的图像如图乙所示, 下落高度  $h$  随时间  $t$  变化的图像如图丙所示, 两图中的虚线为模拟运动员不受空气阻力时的情形, 实线为运动员受到空气阻力时的情形, 两类情形下, 运动员在空中飞行的时间相同, 均为  $t_0 = 3 \text{ s}$ , 斜坡足够长, 重力加速度大小  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 则



- A. 因两类情况下运动员位移的方向相同, 所以  $\frac{h_0}{x_0} = \frac{h}{x}$
- B. 两类情况下滑雪运动员着陆时速度方向一定相同
- C. 滑雪运动员水平初速度  $v = 20 \text{ m/s}$
- D. 两类情况下滑雪运动员在着陆坡上落点间的距离为  $3 \text{ m}$

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

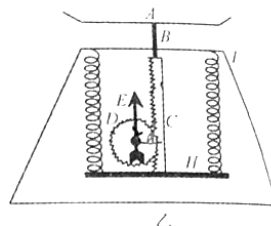
13.(6 分)某同学探究如图甲中台秤的工作原理,他将台秤拆解后发现内部简易结构如图乙所示,托盘 A、竖直杆 B、水平横杆 H 与齿条 C 固定连在一起,齿轮 D 与齿条 C 啮合,在齿轮上固定指示示数的指针 E,两根完全相同的弹簧将横杆 H 吊在秤的外壳 I 上。他想根据指针偏转角度测量弹簧的劲度系数,经过调校,托盘中不放物品时,指针 E 恰好指在竖直向上的位置,若放上质量为  $m$  的物体指针偏转了  $\theta$  弧度, ( $\theta < 2\pi$ ), 齿轮 D 的直径为  $d$ , 则



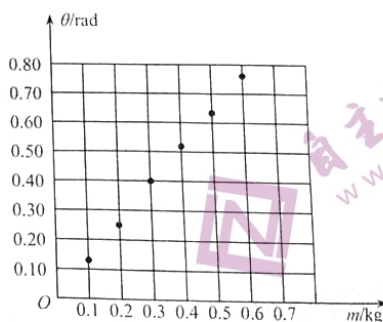
(1) 弹簧的形变量为 \_\_\_\_\_ (用题干所给的参量表示)

(2) 若当地重力加速度为  $g$ , 则每根弹簧的劲度系数表达式为 \_\_\_\_\_ (用题干所给的参量表示)

(3) 该同学进一步改进实验, 引入了角度传感器测量指针偏转角度, 先后做了六次实验, 数据如下方表格所示, 在给定坐标纸上作图, 得到每根弹簧的劲度系数为 \_\_\_\_\_  $\text{N/m}$  ( $d=5.00 \text{ cm}$ ,  $g=9.8 \text{ m/s}^2$ , 结果保留三位有效数字)



次数 $n$	1	2	3	4	5	6
$m$ (kg)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\theta$ (rad)	0.13	0.25	0.40	0.51	0.63	0.76



14.(8 分)LED 绿色照明技术已经走进我们的生活。某实验小组要精确测定额定电压为  $4 \text{ V}$  的 LED 灯正常工作时的电阻, 已知该灯正常工作时电阻大约  $500 \Omega$ , 电学符号与小灯泡电学符号相同。

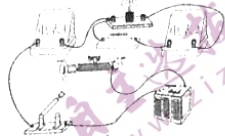
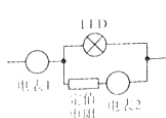
实验室提供的器材有:

A. 电流表 A (量程为  $0 \sim 4 \text{ mA}$ , 内阻  $R_A = 10 \Omega$ )

B. 电压表 V (量程为  $0 \sim 15 \text{ V}$ , 内阻  $R_V = 1000 \Omega$ )

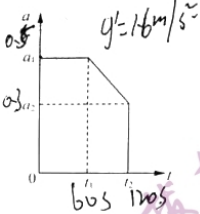
高三物理试题 第 5 页 (共 8 页)

- C. 定值电阻  $R_1 = 590 \Omega$   
 D. 定值电阻  $R_1 = 990 \Omega$   
 E. 滑动变阻器  $R$  (最大阻值为  $20 \Omega$ )  
 F. 蓄电池  $E$  (电动势为  $15 \text{ V}$ , 内阻很小)  
 G. 开关  $S$  一只, 导线若干

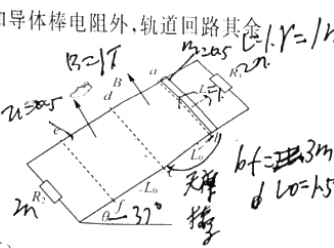


- (1) 如图甲所示, 请选择合适的器材, 电表 1 为      (选填“ $A$ ”或“ $V$ ”);  
 (2) 请将图乙中的实物连线补充完整;  
 在闭合开关前, 滑动变阻器触头应置于最      (选填“左”或“右”) 端  
 (3) 若电表 1 的读数用  $a$  表示, 电表 2 的读数用  $b$  表示, 其余电学量用题中所对应的电学符号表示, LED 灯正常工作时的电阻  $R$  表达式为       
 A.  $\frac{b(R_1 + R_2)}{a} - b$       B.  $\frac{a}{R_1} (R_1 + R_2)$       C.  $\frac{b(R_1 + R_2)}{a} - b$       D.  $\frac{b(R_1 + R_2)}{R_1}$

15. (7 分) 嫦娥五号在月球采样返回是迄今为止我国执行的最为复杂的航天任务。“嫦娥五号”上升器从月球表面采集样本后在变推力发动机推动下加速运动至预设速度值, 上升器加速上升过程中的加速度与时间的关系如图所示,  $0 \sim t_1$  阶段发动机以恒定推力  $F = 2940 \text{ N}$  运行,  $t_1 \sim t_2$  加速度均匀减小。  $t_1 = 60 \text{ s}$ ,  $a_1 = 0.5 \text{ m/s}^2$ ,  $t_2 = 120 \text{ s}$ ,  $a_2 = 0.3 \text{ m/s}^2$ ; 已知月球表面重力加速度约为  $g' = 1.6 \text{ m/s}^2$ 。求  
 (1) 上升器与取样标本的总质量;  
 (2)  $t_1 \sim t_2$  阶段上升器所受推力的冲量。

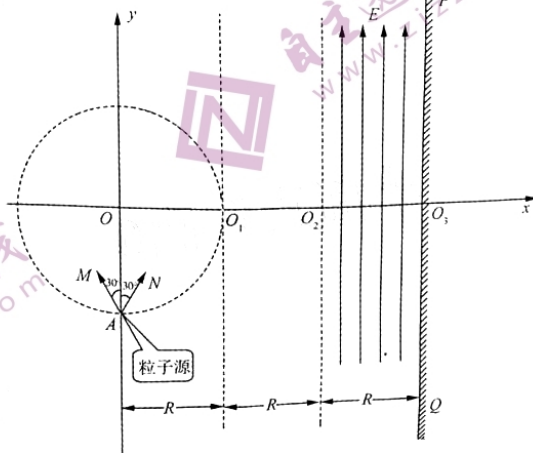


16. (8 分) 如图所示, 两倾斜放置的平行导轨间距  $L = 1 \text{ m}$ , 导轨与水平面间的夹角  $\theta = 37^\circ$ , 导轨上、下端分别与电阻  $R_1, R_2$  连接, 阻值  $R_1 = R_2 = 2 \Omega$ ; 在导轨平面上的矩形  $abfe$  区域内, 有垂直于导轨平面向上的匀强磁场, 磁感应强度大小  $B = 1 \text{ T}$ , 磁场区域的长度  $bf = 2L_0$ ,  $L_0 = 1.5 \text{ m}$ ,  $cd$  为矩形区域  $abfe$  的中位线,  $cd$  上方的导轨光滑,  $cd$  下方导轨表面的粗糙程度处处相同。某时刻, 一质量  $m = 0.5 \text{ kg}$ , 长度  $L = 1 \text{ m}$  的细导体棒, 从矩形区域的上边界  $ab$  处由静止释放, 开始向下滑动, 当其滑入导轨的粗糙区域时, 恰好开始做匀速直线运动, 在运动过程中导体棒始终与导轨垂直且接触良好, 导体棒的电阻  $r = 1 \Omega$ , 其与粗糙导轨间的动摩擦因数  $\mu = 0.5$ 。除两个电阻和导体棒电阻外, 轨道回路其余部分的电阻均不计, 重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求  
 (1) 导体棒从  $cd$  运动到  $fe$  过程中, 导体棒两端的电压  $U$ ;  
 (2) 导体棒从  $ab$  运动到  $fe$  的过程中, 电阻  $R_1$  产生的热量  $Q_{R_1}$ 。



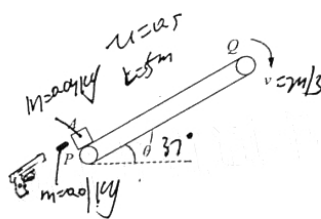
高三物理试题 第 6 页 (共 8 页)

17. (15分) 如图所示, 以坐标原点  $O$  为圆心, 半径为  $R$  的圆形区域内存在一垂直于  $xOy$  平面的匀强磁场;  $x=3R$  处有一垂直于  $x$  轴的足够大荧光屏  $PQ$ . 在  $2R \leq x \leq 3R$  的区域内存在一匀强电场, 其电场强度大小未知, 方向沿  $y$  轴正向. 在圆周上的点  $A(0, -R)$  有一粒子源, 在  $xOy$  平面的  $AM$ 、 $AN$  之间 ( $AM$ 、 $AN$  与  $+y$  夹角均为  $30^\circ$ ) 连续不断的射入大量氦核  ${}^4_2\text{He}$  (质量为  $m$ , 电量为  $q$ ) 与铀核  ${}^{238}_{92}\text{U}$  (质量为  $2m$ , 电量为  $q$ ), 其中所有氦核的速率均为  $v_0$ , 所有铀核的速率均相同, 但数值未知. 沿  $AN$  方向射入的铀核粒子恰好能够到达荧光屏上的  $O_3(3R, 0)$  点. 所有到达荧光屏上的粒子均能被荧光屏吸收不再运动. 已知所有射入粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径均等于磁场圆的半径  $R$ , 位于  $x$  轴上的点  $O_1$ 、 $O_2$  坐标分别为  $(R, 0)$ 、 $(2R, 0)$ . 粒子的重力不计, 忽略粒子之间的相互作用力, 其中  $R$ 、 $m$ 、 $q$ 、 $v_0$  为已知量. 求
- (1) 匀强磁场磁感应强度  $B$  的大小和铀核的速率  $v$ ;
  - (2) 匀强电场电场强度  $E$  的大小;
  - (3) 恰好能够到达荧光屏上  $O_3$  点的氦核粒子从  $A$  点运动到  $O_3$  点的时间;
  - (4) ① 氦核与铀核到达荧光屏上位置的重叠区域范围(用纵坐标表示);  
② 若要使两种粒子到达荧光屏上位置区域不重叠, 试分析在保持其他条件不变的情况下, 只通过调整电场强度的大小能否实现? (若不能实现, 请简要说明理由; 若能实现, 请给出调整后的电场强度的数值要求, 不要求推导过程)



18. (16分) 如图所示, 传送带 PQ 间的距离为  $L=5.0\text{ m}$ , 以  $v=2\text{ m/s}$  的恒定速度顺时针旋转, 传送带的倾角为  $\theta=37^\circ$ , 一质量  $M=0.09\text{ kg}$  的 A 物体与传送带间的动摩擦因数为  $\mu=0.5$ 。左下方的手枪每隔  $1\text{ s}$  发射一颗质量为  $m=0.01\text{ kg}$  的弹丸, 弹丸每次击中物体前的瞬时速度大小均为  $v_0=40\text{ m/s}$ , 方向平行传送带向上, 射入物体后会立即留在其中。将 A 物体轻放在传送带的最下端时, 恰好被第一颗弹丸击中。(物体和弹丸均可看成质点, 取  $\sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8, g=10\text{ m/s}^2$ )。求

- (1) A 物体第一次达到与传送带速度相同时所用的时间  $t_1$ ;
- (2) 从第一次射入结束到第二次击中前的过程中物体与传送带摩擦产生的热量  $Q$ ;
- (3) 需要射入几颗弹丸才能使 A 物体到达传送带顶端。





济南市高三联考物理评分标准 202104

一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	D	A	D	D	B	C	C

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，部分选对的得 2 分，有选错的得 0 分。

题号	9	10	11	12
答案	AC	BC	ABD	BD

三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) (1) BD (2 分)

(2) 1.0 (2 分)

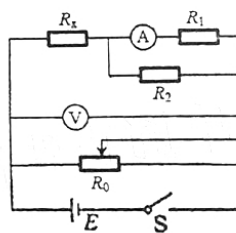
(3) 0.35 (2 分)

14. (8 分) (1) 30 (2 分)

(2) 如图 (2 分)

(3) 0.680 (2 分)

(4)  $1.13 \times 10^{-5}$  (2 分)



15. (8 分) 解析：(1) 假设被充入的气体  $V_1$  先经历等温过程，压强变为  $150\text{kPa}$ ，由玻意耳定律得

$$p_0 V_1 = p_1 V_2 \quad \dots\dots\dots ①$$

这部分气体和轮胎内的气体再变化到最终状态，由理想气体状态方程可得

$$\frac{p_1(V_2 + V_0)}{T_1} = \frac{p_2 V_0}{T_2} \quad \dots\dots\dots ②$$

代入数据，联立解得  $V_1 = 17\text{L}$   $\dots\dots\dots ③$

①②式各 3 分，③式 2 分。

16. (8 分) 解析：(1) 运动员助跑加速的末速度为  $v_1$ ，可知  $s = \frac{1}{2} v_1 t$   $\dots\dots\dots ①$

代入数据，解得  $v_1 = 12\text{m/s}$   $\dots\dots\dots ②$

(2) 回旋弯道全长  $179\text{m}$ ，  $L = 2\pi r$

运动员通过回旋弯道某点时，钢架雪车对运动员作用力设为  $F$ ，

$$F_y = mg \quad \dots\dots\dots ③$$

$$F_x = m \frac{v^2}{r} \quad \dots\dots\dots ④$$

代入数据，解得  $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 2.6 \times 10^3 \text{N} \quad \dots\dots\dots ⑤$

①③④式各 2 分，②⑤式各 1 分，共 8 分。

17. (14 分) 解析：(1) 由题意可知，粒子在电场中运动

$$L = \frac{1}{2}(v_0 \sin 60^\circ) t_1 \quad \dots\dots\dots ①$$

$$x_{OA} = (v_0 \cos 60^\circ) t_1 \quad \dots\dots\dots ②$$

解得  $x_{OA} = \frac{2\sqrt{3}}{3} L \quad \dots\dots\dots ③$

(2) 粒子在磁场中做圆周运动的半径为  $r$ ，由题意可得，

$$r = \frac{2}{3} L \quad \dots\dots\dots ④$$

$$qv_c B = m \frac{v_c^2}{r} \quad \dots\dots\dots ⑤$$

$$v_c = v_0 \cos 60^\circ$$

解得  $B = \frac{3mv_0}{4qL} \quad \dots\dots\dots ⑥$

(3) 粒子在两个电场中运动加速度大小相等，在第二象限

$$v_0 \sin 60^\circ = at_1 \quad \dots\dots\dots ⑦$$

粒子在  $x$  轴下方的匀强电场中运动时， $z$  方向上

$$4L = \frac{1}{2} at_2^2 \quad \dots\dots\dots ⑧$$

设粒子打在屏  $N$  上的  $D$  点，在  $x$  方向上

$$x_{CD} = (v_c \cos 60^\circ) t_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3} L \quad \dots\dots\dots ⑨$$

在  $y$  方向上  $y_{CD} = (v_c \sin 60^\circ) t_2 = 2L \quad \dots\dots\dots ⑩$

易知  $x_{OC} = \frac{\sqrt{3}}{3}L$ ，故粒子打到屏上位置的  $x$ 、 $y$  坐标为  $(-\frac{\sqrt{3}}{3}L, -2L)$  .....⑪

(4) 粒子打到屏 N 上时， $z$  方向上

$$v_z = at_2 \quad \text{.....⑫}$$

$$\text{速度与屏夹角 } \theta \text{ 的正切值 } \tan\theta = \frac{v_z}{v_C} \quad \text{.....⑬}$$

$$\text{解得 } \tan\theta = 2\sqrt{3} \quad \text{.....⑭}$$

每式 1 分，共 14 分。

18. (16 分) 解析：(1) 小球碰撞前  $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$  .....①

小球与物块发生弹性碰撞，可得

$$mv_0 = mv_1 + Mv_2 \quad \text{.....②}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad \text{.....③}$$

$$\text{联立解得 } v_1 = -2\text{m/s} \quad \text{.....④}$$

故第一次碰撞后瞬间小球速度的大小为 2m/s。

(2) 由于球与物块间发生弹性碰撞，全过程能量守恒

$$mgh = \mu Mgs \quad \text{.....⑤}$$

$$\text{解得 } s = \frac{16}{3}m \quad \text{.....⑥}$$

(3) 物块减速的加速度  $a_1 = \mu g = 0.5\text{m/s}^2$ , .....⑦

由第 1 问可知，第一次碰后物块速度为  $v_2 = \frac{1}{2}v_0$ ，减速到零过程  $v_2^2 = 2a_1x_1$ ，解得  $x_1 = 4\text{m}$

推理可知，第二次碰后物块速度为  $v_4 = \frac{1}{2}v_2$ ，减速到零过程  $v_4^2 = 2a_1x_2$ ，解得  $x_2 = 1\text{m}$

第三次碰后物块速度为  $v_6 = \frac{1}{2}v_4$ ，减速到零过程  $v_6^2 = 2a_1x_3$ ，解得  $x_3 = 0.25\text{m}$

可知，物块过 A 点时为第三次碰后还未减速到 0， $x_3' = d - x_1 - x_2$  .....⑧

$$v_6^2 - v_4^2 = 2a_1x_3' \quad \text{.....⑨}$$

解得  $v_4 = \frac{\sqrt{5}}{10} m/s$  ..... ⑩

(4) 小球在 CD 上运动时的加速度  $a_2 = g \sin \theta = 0.5 m/s^2$ ,

小球从 DC 段时间  $t_{01} = \frac{v_0}{a_2}$ ,  $t_{02} = \frac{v_1}{a_2}$ ,  $t_{03} = \frac{v_1}{a_2}$ ,  $t_{04} = \frac{v_5}{a_2}$  ..... ⑪

因为  $\theta$  很小, 小球在 CB 段看成匀速圆周运动,  $t_{BC} = \frac{l}{v_0} + 2 \frac{l}{v_1} + 2 \frac{l}{v_3} + 2 \frac{l}{v_5}$

CB 段长度  $l = R \sin \theta = 0.125 m$  ..... ⑫

在 AB 段做匀速直线运动,  $x_1 = v_1 t_1$ ,  $2x_1 + x_2 = v_3 t_2$ ,  $2(x_1 + x_2) + x_3 = v_5 t_3$ , ..... ⑬

综上, 小球由释放到第一次到 A 点经历的时间

$t = t_{01} + 2t_{02} + 2t_{03} + 2t_{04} + t_{BC} + t_1 + t_2 + t_3$  ..... ⑭

代入数据, 联立解之得  $t = 54.3 s$  ..... ⑮

⑮式 2 分, 其余各式各 1 分, 共 16 分。

## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜



自主选拔在线

关注后获取更多资料：

回复“答题模板”，即可获取《高中九科试卷的解题技巧和答题模版》

回复“必背知识点”，即可获取《高考考前必背知识点》