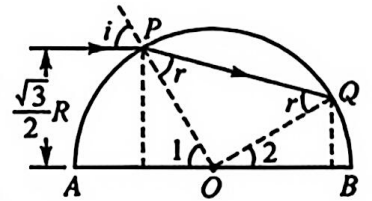


## 参考答案、提示及评分细则

1. A  ${}_{11}^{23}\text{Na} \rightarrow {}_{12}^{23}\text{Mg} + {}_{-1}^0\text{e}$  是衰变,  ${}_{9}^{19}\text{F} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{10}^{22}\text{Ne} + {}_{1}^1\text{H}$  是人工核转变,  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_{0}^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 2{}_{0}^1\text{n}$  是核裂变,  ${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^3\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{0}^1\text{n}$  是核聚变, 选项 A 正确.

2. D 根据安培定则, 两电流在  $a$  点所产生磁场方向均垂直纸面向外,  $a$  点的磁感应强度大小为 0, 则匀强磁场的方向垂直纸面向内, 选项 A 错误; 两电流在  $b$  点产生磁场方向相反、相互抵消, 故  $b$  点的磁感应强度的大小为  $B$ , 选项 B 错误; 同前分析可得,  $c$  点的磁感应强度的大小为  $2B$ ,  $d$  点的磁感应强度的大小为  $B$ , 选项 C 错误, D 正确.

3. B 画光路图如图所示, 依题意  $\sin \angle 1 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ , 解得  $\angle 1 = 60^\circ$ , 则  $i = \angle 1 = 60^\circ$ , 同理  $\sin \angle 2 = \frac{\frac{1}{2}R}{R} = \frac{1}{2}$ , 解得  $\angle 2 = 30^\circ$ , 则  $r = \frac{\angle 1 + \angle 2}{2} = 45^\circ$ , 故玻璃砖对光



的折射率为  $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sqrt{6}}{2}$ , 选项 B 正确.

4. B 飞船两次变轨均从低轨变到高轨, 需要加速, 选项 A 错误; 飞船在每一条轨道上运动时机械能守恒, 两次变轨时飞船的机械能都要增加, 故飞船在轨道  $c$  上的机械能一定大于在轨道  $a$  上的机械能, 选项 B 正确; 设轨道  $b$  上近地点和远地点到地心距离分别为  $r_1$ 、 $r_2$ , 根据牛顿第二定律有  $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ , 则飞船在  $P$ 、 $Q$  两点的加速度大小之比  $a_P : a_Q = r_2^2 : r_1^2$ , 根据开普勒第二定律, 则飞船在  $P$ 、 $Q$  两点的速率之比  $v_P : v_Q = r_2 : r_1$ , 二者比值不相同, 选项 C 错误; 根据开普勒第三定律可知, 飞船在轨道  $b$  上运动的周期小于在轨道  $c$  上运动的周期, 选项 D 错误.

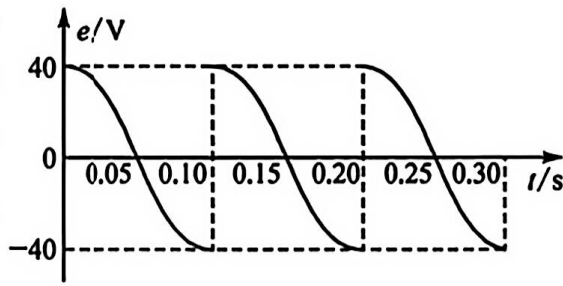
5. C 根据题意,  $t=0$  时刻  $a$  波传到  $-2$  m 处, 起振方向向上,  $b$  波传到  $8$  m 处, 起振方向向下, 两波源起振方向相反, 选项 A 错误; 易知两波频率相等, 振幅差别不大, 波源的振动方向始终相反, 故两波是相干波, 选项 B 错误; 两波源到  $x=2$  m 处的路程差为  $\Delta x = (12-2)$  m  $- 8$  m  $= 2$  m  $= \frac{\lambda}{2}$ ,  $x=2$  m 处的质点是振动加强点, 两波的周期为  $T = \frac{\lambda}{v} = 2$  s,  $a$ 、 $b$  两波从 0 时刻起传到  $x=2$  m 处经历时间分别为 2 s 和 3 s, 可见  $0 \sim 7$  s 时间内,  $x=2$  m 处的质点振动通过的路程为  $s_y = 2A_1 + 2 \times 4(A_1 + A_2) = 186$  cm, 选项 C 正确; 两波源到  $x=1$  m 处路程差为  $\Delta x' = (12-1)$  m  $- 7$  m  $= 4$  m  $= \lambda$ , 故  $x=1$  m 处的质点为振动减弱点, 振幅为  $A = A_2 - A_1 = 3$  cm, 选项 D 错误.

6. C 在  $\varphi-x$  图像中图线斜率为电场强度, 坐标  $x=2$  m 处电场强度为零, 于是有  $\frac{kQ_A}{2^2} = \frac{kQ_B}{(2-1)^2}$ , 解得  $Q_A = 4Q_B$ ,  $Q_A : Q_B = 4 : 1$ , 选项 A 错误; 根据点电荷电势公式  $\varphi = k \frac{Q}{r}$ , 由坐标  $x_1$  处电势为零有  $\frac{kQ_A}{x_1} = \frac{kQ_B}{x_1-1}$ , 解得  $x_1 = \frac{4}{3}$  m, 选项 B 错误; 当试探电荷到达  $x=2$  m 处速度最大, 由动能定理有  $\varphi_0 q = \frac{1}{2} m v^2$ , 解得  $v = \sqrt{\frac{2\varphi_0 q}{m}}$ , 选项 C 正确; 从坐标  $x_1$  到无穷远处, 电场强度先减小后增大再减小, 试探电荷从坐标  $x_1$  开始运动到无穷远处的过程中, 其加速度先减小后增大再减小, 选项 D 错误.

7. A 质点沿  $x$  轴正方向做匀加速直线运动, 沿  $y$  轴负方向做匀速运动, 质点在 2 s 内的加速度大小为  $a = a_x = 4$  m/s<sup>2</sup>, 选项 A 正确;  $t=1$  s 时刻  $v_x = a_x t = 4$  m/s, 又  $v_y = 3$  m/s, 即有  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5$  m/s, 选项 B 错误;  $t=1$  s 时刻,  $x = \frac{1}{2} a_x t^2 = 2$  m,  $y = y_0 - v_y t = 3$  m,  $t=1$  s 时质点的位置坐标为 (2 m, 3 m), 选项 C 错误; 质点轨

迹经过(0, 6 m)和(8 m, 0), 图像是顶点为(0, 6 m), 关于直线  $y=6$  对称的抛物线一部分, 设轨迹方程为  $x=k(y-6)^2$ , 将(8 m, 0)的坐标值代入解得  $k=\frac{2}{9}$ , 故有  $x=\frac{2}{9}(y-6)^2$ , 其中  $0\leq y\leq 6$ , 选项 D 错误。

8. BD 线圈单边产生感应电动势最大值  $E_m=nBLv_m=40\text{ V}$ , 单边产生交流电动势  $e=40\cos 10\pi t\text{ V}$ , 由于线圈宽度和磁场宽度相同, 线圈做简谐振动时, 左右两条边轮番在磁场中运动, 产生电动势完全相同, 如图所示, 单边产生交流电频率  $f_0=\frac{\omega}{2\pi}=5\text{ Hz}$ , 交流电频率为  $f=2f_0=10\text{ Hz}$ , 选项 A 错误; 交流电有效值  $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=$



$20\sqrt{2}\text{ V}$ , 根据电压比关系, 电压表示数  $U=\frac{n_2}{n_1}E=40\sqrt{2}\text{ V}$ , 选项 B 正确; 电流表示数为  $I=\frac{U}{R}=2\sqrt{2}\text{ A}$ , 选项 C 错误; 用电器功率  $P=IU=160\text{ W}$ , 由能量守恒, 外力任意 1 s 做功  $W=Pt=160\text{ J}$ , 选项 D 正确。

9. BC 根据图像可得, A 车匀速运动的速度大小为  $v_A=\frac{x}{t}=20\text{ m/s}$ , 选项 A 错误; 设 B 车初速度为  $v_0$ , 加速度为  $a$ , 根据  $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ , 代入数据解得  $v_0=10\text{ m/s}$ , 选项 B 正确; 设两车相遇前刚好能进行联络时刻为  $t$ , 依题意有  $d=v_At-(v_0t+\frac{1}{2}at^2)$ , 代入数据解得  $t_1=8\text{ s}$ ,  $t_2=12\text{ s}$ , 两车相遇前可联络的时间为  $\Delta t=8\text{ s}+(20-12)\text{ s}=16\text{ s}$ , 选项 C 正确; 设两车相遇后刚好能进行联络时刻为  $t'$ , 依题意有  $d=(v_0t'+\frac{1}{2}at'^2)-v_At'$ , 代入数据解得  $t'=24\text{ s}$ , 两车相遇后可联络的时间为  $\Delta t'=24\text{ s}-20\text{ s}=4\text{ s}$ , 选项 D 错误。

10. BD 设 a 棒最大速度为  $v_1$ , 则对 a 棒有  $F_0=\frac{B^2L^2}{2R}\cdot v_1$ , 解得  $v_1=\frac{2F_0R}{B^2L^2}$ , 选项 A 错误; 此过程 b 棒未动, 设 a 棒位移大小为  $x$ , 由动量定理有  $F_0t-BqL=m v_1$ , 电荷量  $q=\frac{BLx}{2R}$ , 联立两式解得  $x=\frac{2F_0tR}{B^2L^2}-\frac{4mF_0R^2}{B^2L^2}$ , 选项 B 正确; 当 a 棒速度最大时, 撤去 a 棒受力, 与此同时 b 棒所受安培力大小为  $F_0$ , 锁定解除, b 棒开始运动, 当两者共速时, b 棒速度达到最大为  $v_2$ , 由动量守恒有  $m v_1=2m v_2$ , 解得  $v_2=\frac{F_0R}{B^2L^2}$ , 选项 C 错误; 设 b 棒在解除锁定后产生热量为  $Q$ , 由能量守恒有  $2Q=\frac{1}{2}m v_1^2-\frac{1}{2}\cdot 2m v_2^2$ , 解得  $Q=\frac{mF_0^2R^2}{2B^2L^2}$ , 选项 D 正确。

11. (1)不需要(2分) (2)3.8(2分) (3)0.6(1分) 0.1(1分)

解析: (1)由于连接拉力传感器, 能准确读出滑块所受拉力, 不需要满足“沙桶及沙质量的远小于滑块(含轻滑轮)质量”这一条件。

(2)滑块加速度为  $a_1=\frac{[(27.15-9.78)-9.78]\times 10^{-2}}{4\times 0.1^2}\text{ m/s}^2=1.9\text{ m/s}^2$ , 由于沙桶位移始终是滑块位移的 2 倍, 故沙桶加速度是滑块加速度 2 倍, 沙桶(含轻滑轮)加速度大小为  $a_2=2a_1=3.8\text{ m/s}^2$ 。

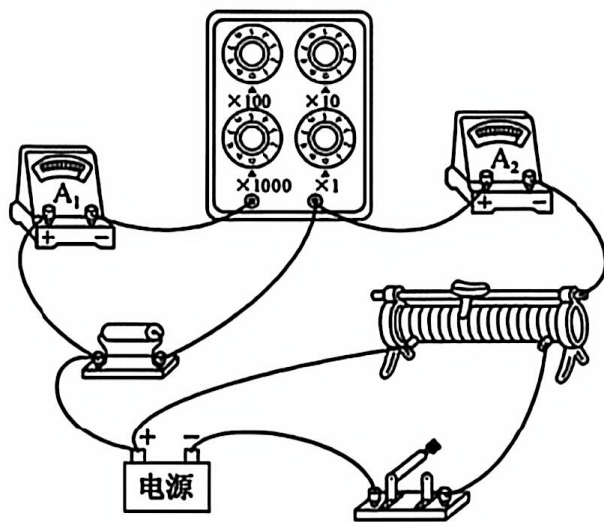
(3)根据牛顿第二定律,  $2F-\mu Mg=Ma$ , 化简  $a=\frac{2}{M}F-\mu g$ , 则  $\frac{2}{M}=\frac{1}{0.3}$ , 得  $M=0.6\text{ kg}$ , 纵截距  $-\mu g=-1$ , 可得  $\mu=0.1$ 。

12. (1)串联(1分) 7 800(1分) (2)E(2分) (3)略(2分) (4)38.3(2分) 等于(1分)

解析: (1)将电流表改装成电压表, 需要串联电阻; 扩大倍数  $n=\frac{U}{I_R R_R}=40$ , 串联电阻  $R=(n-1)R_R=7\ 800\ \Omega$ 。

(2)为使测量数据范围更大, 应采用分压式连接, 滑动变阻器阻值要小, 应选 E。

(3)实物连线如图所示。



(4)电压表内阻 $R_V = nR_x = 8\,000\ \Omega$ , 电压表示数 $U = I_1 R_V$ , 由 $I_1 R_V = (I_2 - I_1) R_x$  变化得 $I_1 = \frac{R_x}{R_V + R_x} \cdot I_2$ ,  
 $I_1 - I_2$  图像中, 斜率 $k = \frac{R_x}{R_V + R_x} = \frac{400 \times 10^{-6}}{84 \times 10^{-3}}$ , 解得 $R_x = 38.3\ \Omega$ . 由于测量得到车灯两端电压和流过电流均为真实值, 所以测得车灯电阻等于真实值.

13. 解: (1) 初始状态时, 由活塞受力平衡有 $p_0 S + mg = p_1 S + N$  (1分)

代入数据解得 $p_1 = 0.75 \times 10^5\ \text{Pa}$  (1分)

设汽缸内气体缓慢升温至活塞刚好离开卡槽 B 时, 缸内气体压强为 $p_2$ , 则

由活塞受力平衡有 $p_0 S + mg = p_2 S$  (1分)

代入数据解得 $p_2 = 1.5 \times 10^5\ \text{Pa}$

设此时气体温度为 $T_2$ , 此过程气体做等容变化, 则

由查理定律有 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$  (1分)

代入数据解得 $T_2 = 560\ \text{K}$  (1分)

(2) 此后气体做等压变化, 设当活塞刚好移动到卡槽 A 时温度为 $T_3$ , 则

由盖-吕萨克定律有 $\frac{V_1}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$  (1分)

代入数据解得 $T_3 = 1\,120\ \text{K}$  (1分)

此后气体再做等容变化, 由查理定律有 $\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4}$  (1分)

代入数据解得 $p_4 = 1.6 \times 10^5\ \text{Pa}$  (1分)

14. 解: (1) 粒子第一次在第一象限内做类平抛运动, 设第一次经过 $x$ 轴坐标 $x_1$ , 运动时间为 $t$ , 则有

$x_1 = v_0 t$  (1分)

$y_P = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t^2$  (1分)

代入数据解得 $t = 0.02\ \text{s}$ ,  $x_1 = 0.4\ \text{m}$  (2分)

(3) 依题意有 $v_y = \frac{Eq}{m} t = 10\ \text{m/s}$  (1分)

粒子进入第四象限时, 设速度为 $v$ 且方向与 $x$ 轴的夹角为 $\theta$ , 则

粒子在磁场中做圆周运动时 $qvB = m \cdot \frac{v^2}{r}$  (2分)

解得 $r = \frac{mv}{qB}$  (1分)

当粒子第一次运动方向平行于  $x$  轴时,沿  $x$  轴偏转距离为

$$x_2 = r \sin \theta = \frac{mv}{qB} \cdot \sin \theta = \frac{mv_x}{qB} = 0.5 \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$

粒子从磁场中垂直分界线射出时,分界线到  $y$  轴的距离为

$$s = (2n+1)(x_1 + x_2) = (1.8n + 0.9) \text{ m} (n=0, 1, 2, \dots) \quad (1 \text{ 分})$$

粒子从电场中垂直分界线射出时,分界线到  $y$  轴的距离为

$$s = 2n(x_1 + x_2) = 1.8n \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots) \quad (1 \text{ 分})$$

依题意有  $s \leq 3 \text{ m}$  (1分)

综合可得,分界线到  $y$  轴的距离应为  $s = 0.9 \text{ m}$  或  $s = 1.8 \text{ m}$  或  $s = 2.7 \text{ m}$  (1分)

15. 解:(1)小物块在轨道  $P$  上的下滑过程,设轨道  $P$  位移大小为  $x_0$ ,小物块水平位移大小为  $y_0$ ,水平方向上动量守恒,则有

$$Mx_0 = m_0 y_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } x_0 + y_0 = R \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } x_0 = 0.4 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)小物块滑离轨道  $P$  的速度为  $v_0$ ,轨道  $P$  的速度为  $v_M$ ,则

$$\text{水平方向上动量守恒 } m_0 v_0 = M v_M \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{及系统机械能守恒 } m_0 g R = \frac{1}{2} m_0 v_0^2 + \frac{1}{2} M v_M^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } v_0 = 8 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

小物块在平台上运动的位移  $x = x_0 + d = 4 \text{ m}$

$$\text{设小物块与平台间的动摩擦因数为 } \mu_0, \text{ 由动能定理有 } -\mu_0 m_0 g x = \frac{1}{2} m_0 (v^2 - v_0^2) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } \mu_0 = 0.35 \quad (1 \text{ 分})$$

(3)小物块滑上木板到共同速度,由动量守恒有

$$m_0 v = (m_0 + m) v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } v_1 = 4 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

设木板到挡板距离为  $L$ ,对木板由动能定理有

$$\mu m_0 g L = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } L = 2 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(4) \text{木板加速度 } a = \frac{\mu m_0 g}{m} = 4 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

木板与挡板碰撞后第二次达到共同速度为  $v_2$ ,由动量守恒有  $(m_0 - m) v_1 = (m_0 + m) v_2$  (1分)

$$\text{解得 } v_2 = \frac{1}{3} v_1, \text{ 同理第三次达到共同速度 } v_3 = \frac{1}{3} v_2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

以此类推……,从小物块滑上木板到最终停止,木板  $B$  走过的总路程

$$s = L + 2\left(\frac{v_1^2}{2a} + \frac{v_2^2}{2a} + \frac{v_3^2}{2a} \dots\right)$$

$$= L + \frac{v_1^2}{a} \left[1 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^4 + \dots\right]$$

$$= 6.5 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$