

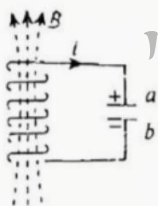
物理(三)

一、选择题

1. A 【解析】根据质量数守恒和电荷数守恒,可知,钋 210 衰变方程中 X 为 ${}^4_2\text{He}$,故钋 210 的衰变为 α 衰变, A 项正确;钋 210 核的质量数为 210,质量不是 210 g, B 项错误;核的核子数越多,结合能越大,故 ${}^{210}_{84}\text{Po}$ 比 ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ 结合能大, C 项错误;276 天为钋 210 的两个半衰期,10 g 的钋 210 经过 276 天会剩余 2.5 g 未发生衰变, D 项错误。

2. D 【解析】围着 400 m 标准操场跑 1 圈,位移为 0,平均速度 $v = \frac{x}{t}$,故 $v_3 = v_1 = v_2 = 0$,故选 D 项。

3. C 【解析】根据电感线圈内的磁场方向和安培定则可知线路中的电流方向,如图所示,电流流向电容器带正电的极板,故电容器在充电,电容器带的电荷量在增加,两极板之间的电压在变大,电感线圈内的电流在减小,电感线圈内的磁场在减弱,故选 C 项。



4. B 【解析】设四根钢索与竖直方向夹角为 θ ,由几何关系可知 $\sin \theta = \frac{\sqrt{AB^2 + BC^2}}{2 \times OA} =$

$\frac{\sqrt{29}}{7}$,集装箱竖直方向受力平衡有 $4F_T \cos \theta =$

mg ,解得 $F_T = \frac{7\sqrt{5}}{40} mg$,故选 B 项。

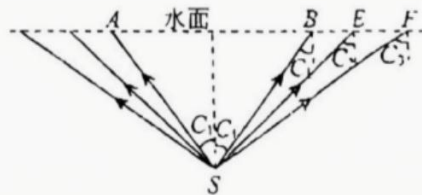
5. C 【解析】波源振动形成沿 x 轴正方向和负方向传播的波形图关于 y 轴对称, A、B 项错误;根据振动图像可知,在 T 时刻波源振动方向沿 y 轴正方向, C 项正确, D 项错误。

6. A 【解析】情景 1:线框绕 MN 转动,线框内感应电动势的最大值为 $E_m = B_0 L^2 \omega$,线框转动一圈过程中,只有半圈有感应电流,设感应电动势的有效值为 E ,则 $\frac{E^2}{R} T = \left(\frac{E_m}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot$

$\frac{1}{R} \cdot \frac{T}{2}$,解得 $E = \frac{B_0 L^2 \omega}{2}$;情景 2 中感应电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} L^2$ 。故在 t_0 时间内磁场的磁感应

强度变化量为 $\Delta B = \frac{B_0 \omega t_0}{2}$ 。故选 A 项。

7. D 【解析】画出点光源发出的光在水面上的全反射示意图如图所示,



设红光、绿光和蓝光的频率分别为 ν_1 、 ν_2 、 ν_3 ,

则 $v_1 < v_2 < v_3$, 所以三种色光的折射率 $n_1 < n_2 < n_3$, 折射率与临界角的关系有 $\sin C = \frac{1}{n}$, 所以 $C_1 > C_2 > C_3$, 即区域 I 为红光、绿光、蓝光的混合区域, 但不一定呈现白光(按相同比例混合才为白光), 区域 II 因为蓝光发生全反射, 区域 II 为绿光和红光的混合区域, 区域 III 因为蓝光、绿光都已发生全反射, 只有红光, A、B 项错误; 由图可知, 水面降低时, 中间圆形区域的面积变小, C 项错误, D 项正确。

8. AD 【解析】地球同步轨道在赤道上空, 所以从同步空间站垂下的地面基站要修建在赤道上, A 项正确; 由于轨道上各处的角速度大小相等, 故电梯飞船在距离地面高度为 h 时, 线速度大小为 $v = \omega(R+h)$, R 为地球半径, 故垂直缆绳的线速度大小不与 h 成正比, B 项错误; 空间站内的航天员受到的万有引力提供其绕地球做匀速圆周运动的向心力, 处于完全失重状态, C 项错误; 没有缆绳作用, 万有引力刚好提供同步轨道上的同步空间站做圆周运动的向心力, 故基站、同步空间站、配重之间的缆绳同时断裂开, 空间站仍能稳定运行, D 项正确。

9. ABD 【解析】设物块 Q 从 C 端飞出时的速度大小为 v , 物块 Q 飞出后做斜抛运动, 从飞出到落地的过程, 竖直方向有 $v \sin 37^\circ \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = -h$, 水平方向有 $v \cos 37^\circ \cdot t = x$, 解得 $t = 1 \text{ s}$, $v = 5 \text{ m/s}$, C 项错误, D 项正确; 设物块 Q 落地时的速度为 v_1 , 由动能定理有 $m_Q g h = \frac{1}{2} m_Q v_1^2 - \frac{1}{2} m_Q v^2$, 解得 $v_1 = \sqrt{65} \text{ m/s}$, B 项正确; 在弹簧原长时, 两物块分离, 两物块从静止释放到两物块分离的过程中, 由能量守恒有 $E_p = \frac{1}{2} (m_p + m_Q) v_0^2 + \mu (m_p + m_Q) g \cos 37^\circ \cdot x_1 + (m_p + m_Q) g x_1 \sin 37^\circ$, 两物块分离后到物块 Q 运动到 C 端的过程中, 有 $\frac{1}{2} m_Q v_0^2 = \mu m_Q g \cos 37^\circ \cdot$

$x_2 + m_Q g x_2 \sin 37^\circ + \frac{1}{2} m_Q v^2$, $x_1 + x_2 = 2.5 \text{ m}$, 联立解得 $E_p = 22.5 \text{ J}$, A 项正确。

10. BC 【解析】设小球所受合外力的大小为 F , 方向与 y 负方向的夹角为 θ , 则有 $F = \sqrt{(mg)^2 + (Eq)^2} = \frac{5mg}{3}$, $\tan \theta = \frac{Eq}{mg} = \frac{4}{3}$, 小球从 P 点静止释放, 小球到动能最大的过程有 $FL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m v_1^2 - 0$, 解得 $E_k = \frac{2}{3} mgL$, A 项错误; 动能最大时细线中的拉力最大, 有 $F_T - F = m \frac{v_1^2}{L}$, 解得细线中的拉力 $F_T = 3mg$, B 项正确; 若小球做匀速圆周运动, 则说明小球做圆周运动的平面一定与合外力在同一平面内, 所以小球过 P 点做圆锥摆运动, 有 $F \tan \theta = m \frac{v^2}{L \sin \theta}$, 解得 $v = \frac{4}{3} \sqrt{gL}$, C 项正确; 小球刚好能经过

等效最高点时 $F = m \frac{v_{\min}^2}{L}$, 解得 $v_{\min} = \sqrt{\frac{5}{3}} gL$, 假设小球从 P 点能运动到等效最高点, 则有 $\frac{1}{2} m v_p^2 - FL(1 + \cos \theta) = \frac{1}{2} m v^2$, 解得 $v = \sqrt{\frac{2}{3}} gL < v_{\min}$, 故小球不能绕 O 点做完整的圆周运动, D 项错误。

二、非选择题

11. (1) 15.25 (2 分)

$$(2) \frac{4\pi^2 N^2 \left(L + \frac{D}{2}\right)}{t^2} \text{ (2 分)}$$

(3) B (2 分)

【解析】(1) 游标卡尺测量小球直径为 $D = 15 \text{ mm} + 0.05 \text{ mm} \times 5 = 15.25 \text{ mm}$ 。

(2) 小球完成 N 次全振动用时 t , 可知小球摆动的周期为 $T = \frac{t}{N}$, 单摆周期 $T =$

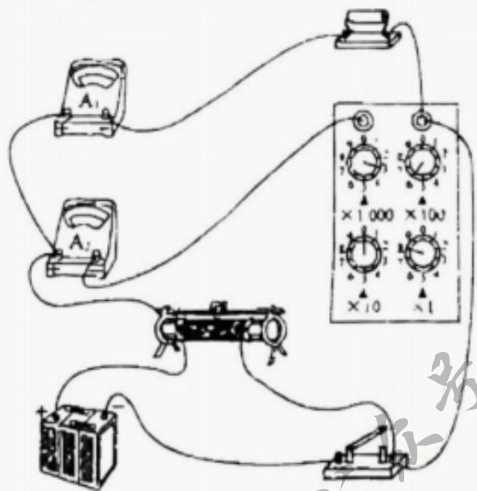
$$2\pi \sqrt{\frac{L + \frac{D}{2}}{g}}, \text{ 联立解得 } g = \frac{4\pi^2 N^2 \left(L + \frac{D}{2}\right)}{t^2}.$$

(3) 单摆的实际摆长为 $L + \frac{D}{2}$, 由单摆的周期公式可知 $T = \frac{4\pi^2}{g} \left(L + \frac{D}{2} \right)$, 当 $L = 0$ 时, $T = \frac{4\pi^2}{g} \cdot \frac{D}{2} > 0$, 故选 B 项。

12. (1) $\times 1$ (1分) 18.5 (2分)
 (2) ①实物图连接见解析 (2分)
 ② b (1分)
 ③ 18.6 (2分)

【解析】 (1) 由图 (a) 可知, 选用“ $\times 10$ ”挡, 指针偏转角度太大, 说明选择的倍率偏大, 应该换用小倍率“ $\times 1$ ”挡, 欧姆表的读数为 18.5Ω 。

(2) ①连接实物图如图所示。



②为了保护电表, 闭合开关 S 时, 滑片 P 应该滑到 b 端。

③由电路可知 $I_1(R_{A1} + R_x) = I_2(R_{A2} + R)$, 整理得 $R = I_1(R_x + R_{A1}) \cdot \frac{1}{I_2} - R_{A2}$, 则 $R - \frac{1}{I_2}$ 图线的斜率 $k = I_1(R_x + R_{A1}) = \frac{50 - (-10)}{14} \text{ V} = \frac{30}{7} \text{ V}$, 可得 $R_x = \frac{30}{7 \times 0.15} \Omega - 10 \Omega \approx 18.6 \Omega$ 。

13. (1) $\rho(h_2 - h_1)S$
 (2) $\frac{(2\rho gL + p_0)(h_2 - h_1)}{2p_0}$

【解析】 (1) 根据两侧水银柱高度差可知, 封闭气体的压强为 $p_1 = \rho g(h_2 - h_1) + p_0$ (2分)

对活塞受力分析可知 $p_0 S + mg = p_1 S$ (1分)

解得 $m = \rho(h_2 - h_1)S$ (1分)

(2) U 形管内两侧水银液面等高时, 左侧液面上升的高度为 $\Delta x_1 = \frac{h_2 - h_1}{2}$ (1分)

封闭气体的压强变为 p_0 , 等温变化有 $p_1 L S = p_0 L' S$ (2分)

活塞相对左侧液面上升的高度为 $\Delta x_2 = L' - L$ (1分)

活塞上升的高度 $H = \Delta x_1 + \Delta x_2$ (1分)

解得 $H = \frac{(2\rho gL + p_0)(h_2 - h_1)}{2p_0}$ (1分)

14. (1) 0.25
 (2) 2 m/s
 (3) 1.148 5 m

【解析】 (1) 设铁块与传送带之间的动摩擦因数为 μ , 铁块与传送带共速前加速度大小为 $a = \mu g$, 该过程中铁块的位移为 $x_1 = \frac{v_0^2}{2a}$

用时 $t = \frac{v_0}{a}$ (1分)

铁块与传动带共速后运动的距离为 $x_2 = v_0(1.5 \text{ s} - t)$ (1分)

由题意可知 $x_1 + x_2 = L$
 解得 $\mu = 0.25$ (1分)

(2) 铁块与木板之间的摩擦力大小为 $F_{f1} = \mu_1 m_1 g = 4 \text{ N}$ (1分)

铁块的加速度大小为 $a_1 = \frac{F_{f1}}{m_1} = 2 \text{ m/s}^2$

木板与平台之间的滑动摩擦力大小 $F_{f2} = \mu_2 (m_1 + m_2) g = 9 \text{ N}$ (1分)

因为 $F_{f1} < F_{f2}$, 故木板保持静止不动

铁块与挡板碰撞前瞬间, 铁块速度大小 v_1 满足 $v_0^2 - v_1^2 = 2a_1 d$
 解得 $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$ (1分)

铁块与挡板发生弹性正碰, 系统动量守恒有 $m_1 v_1 = m_1 v_{\text{铁}} + m_2 v_{\text{板}}$

机械能守恒有 $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{\text{铁}}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{\text{板}}^2$

联立解得 $v_{\text{铁}} = 0.5 \text{ m/s}$, $v_{\text{板}} = 2 \text{ m/s}$ (1分)

碰后木板减速滑行, 故木板运动的最大速度为 $v_{\text{板}} = 2 \text{ m/s}$ (1分)

(3) 碰撞后, 铁块所受滑动摩擦力大小仍为 F_{f1} , 但方向水平向右, 铁块加速度大小

$a_{\text{铁}} = \frac{F_{f1}}{m_1}$ (1分)

解得 $a_{\text{板}2} = 2 \text{ m/s}^2$, 方向水平向右
木板上下表面所受滑动摩擦力大小分别为 F_{f1} 、 F_{f2} , 方向均水平向左, 木板的加速度 $a_{\text{板}2}$ 有 $F_{f1} + F_{f2} = m_2 a_{\text{板}2}$ (1分)

解得 $a_{\text{板}2} = 13 \text{ m/s}^2$, 方向水平向左
假设铁块和木板经时间 t_1 达到共速时, 铁块仍在木板上, 有 $v_{\text{块}} + a_{\text{块}2} t_1 = v_{\text{板}} - a_{\text{板}2} t_1$
解得 $t_1 = 0.1 \text{ s}$

此时, 铁块和木板达到共速, 设该速度为 v ,
则 $v = v_{\text{块}} + a_{\text{块}2} t_1$

碰后到共速, 铁块的对地位移大小

$$x_{\text{块}1} = \frac{v_{\text{块}} + v}{2} t_1$$

碰后到共速, 木板的对地位移大小

$$x_{\text{板}1} = \frac{v_{\text{板}} + v}{2} t_1$$

铁块相对木板的位移大小 $\Delta s = x_{\text{板}1} - x_{\text{块}1} < d$, 所以假设成立 (1分)

共速后铁块的加速度 $a_{\text{块}3}$ 满足

$$\mu_1 m_1 g = m_1 a_{\text{块}3}$$

解得 $a_{\text{块}3} = 2 \text{ m/s}^2$, 方向水平向左

$$a_{\text{板}3} = \frac{F_{f2} - F_{f1}}{m_2} = 5 \text{ m/s}^2, \text{方向水平向左}$$

铁块减速为零的位移大小 $x_{\text{块}2} = \frac{0 - v^2}{2a_{\text{块}3}}$

木板减速为零的位移大小 $x_{\text{板}2} = \frac{0 - v^2}{-2a_{\text{板}3}}$

该阶段铁块相对木板向前运动 $\Delta s' = x_{\text{块}2} - x_{\text{板}2} = 0.0735 \text{ m} < x_{\text{板}1} - x_{\text{块}1} = 0.075 \text{ m}$, 故不会再次相碰 (1分)

所求整个过程铁块在木板上滑动的总路程

$$s = d + (x_{\text{板}1} - x_{\text{块}1}) + (x_{\text{块}2} - x_{\text{板}2})$$

解得 $s = 1.1485 \text{ m}$ (1分)

15. (1) $\frac{3mgR\sin\theta}{B_0^2 r^2}$

(2) $\frac{11mgR\sin\theta}{2B_0 r}$

(3) $\frac{3mgRt_0\sin\theta}{8B_0^2 r^2} - \frac{9m^2 gR^2 \sin\theta}{32B_0^4 r^4}$

【解析】(1) 设金属棒 ab 转动的角速度大小为 ω , 金属棒 ab 只有一半接入电路, 接入电

路部分产生的电动势大小为 $E_1 = \frac{1}{2} B_0 r^2 \omega$ (1分)

回路中的电流为 $I = \frac{E_1}{R+2R}$ (1分)

金属棒 cd 受到的安培力大小为 $F = B_0 I(2r)$ (1分)

金属棒 cd 受力平衡有 $mg\sin\theta = F$ (1分)

解得 $\omega = \frac{3mgR\sin\theta}{B_0^2 r^2}$ (1分)

(2) 金属棒 ab 未接入电路部分产生的电动势大小为 $E_2 = B_0 r \left(\frac{r\omega + 2r\omega}{2} \right)$ (1分)

导电转轴到圆弧的电势差 $U = E_1 \frac{2R}{R+2R}$ (2分)

故金属棒 ab 的两端的电势差 $U_a = U + E_2$ (1分)

解得 $U_a = \frac{11mgR\sin\theta}{2B_0 r}$ (1分)

(3) 若金属棒 ab 转动的角速度变为原来的一半, 接入电路部分产生的电动势

$$E_3 = \frac{1}{4} B_0 r^2 \omega$$
 (1分)

金属棒 cd 运动切割磁感线产生的电动势为 $E_4 = B_0(2r)v_m$ (1分)

回路中的电流大小为 $i = \frac{E_3 + E_4}{R+2R}$

金属棒 cd 速度达到稳定时, 受力平衡, 即 $mg\sin\theta = B_0(2r)i$ (1分)

解得 $v_m = \frac{3mgR\sin\theta}{8B_0^2 r^2}$ (1分)

从静止释放至金属棒 cd 达到稳定状态的过程中, 对金属棒 cd 由动量定理可知

$$mg\sin\theta \cdot t_0 - B_0 \bar{i}(2r)t_0 = mv_m - 0$$
 (1分)

$$\text{其中 } \bar{i} = \frac{E_3 + B_0(2r)\bar{v}}{R+2R}$$

该过程中金属棒 cd 运动的距离为 $x = \bar{v}t_0$ (1分)

$$\text{解得 } x = \frac{3mgRt_0\sin\theta}{8B_0^2 r^2} - \frac{9m^2 gR^2 \sin\theta}{32B_0^4 r^4}$$
 (1分)