

物理参考答案

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

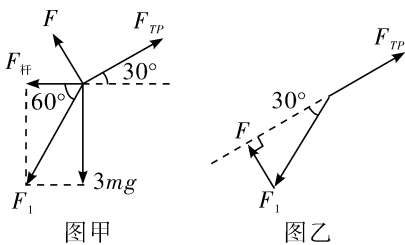
题号	1	2	3	4	5	6
答案	C	D	D	C	C	D

1. C 【解析】 $^{12}_6\text{C}$ 与元素 X 作用后变成 $^{16}_8\text{O}$ 的核反应方程为 $^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{X} \rightarrow ^{16}_8\text{O}$, 则 X 为 He, 即 α 粒子, 故 A 错误; $^{14}_7\text{N}$ 与元素 X 作用的核反应方程为 $^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{X} \rightarrow ^{17}_8\text{Y} + {}^1_1\text{H}$, 则 Y 是 $^{17}_8\text{O}$, 是 $^{16}_8\text{O}$ 的同位素, 故 B 错误; 设 X 的比结合能为 E , 由能量守恒可得第一个核反应放出的核能 $E_0 = 17E_2 - 14E_1 - 4E$, 解得 $E = \frac{17E_2 - E_0 - 14E_1}{4}$, 故 C 正确; 第二个核反应放出的核能为 $\Delta E = 16E_4 - 12E_3 - 4E$, 综合可得 $\Delta E = 16E_4 - 12E_3 - 17E_2 + E_0 + 14E_1$, 故 D 错误。

2. D 【解析】根据开普勒第二定律, 小行星甲在远日点的速度小于近日点的速度, 故 A 错误; 根据 $\frac{GMm}{R^2} = ma$, 小行星乙在远日点的加速度等于地球公转加速度, 故 B 错误; 根据开普勒第三定律, 小行星甲与乙的运行周期之比 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{(R_1+R)^3}{(R_2+R)^3}}$, 故 C 错误; 甲乙两星从远日点到近日点的时间之比即为周期之比 $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{(R_1+R)^3}{(R_2+R)^3}}$, 故 D 正确。故选 D。

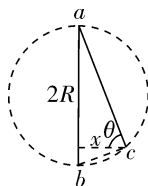
3. D 【解析】升压变压器输入功率与输出功率相等, 则有 $P = kUI_2$, 解得输电线上的电流为 $I_2 = \frac{P}{kU}$, 故 A 错误; 结合上述可知, 输电线上损失电压为 $\Delta U = I_2 R = \frac{PR}{kU}$, 故 B 错误; 降压变压器输入功率与输出功率相等, 则降压变压器的输出功率为 $P_{\text{用}} = P - I_2^2 R$, 结合上述解得 $P_{\text{用}} = P - \frac{P^2 R}{k^2 U^2}$, 故 C 错误; 结合上述可知, 降压变压器原线圈两端电压为 $U_3 = kU - I_2 R = kU - \frac{PR}{kU}$, 根据电压匝数关系有 $\frac{U_3}{U_{\text{用}}} = \frac{n_3}{n_4}$, 解得 $n_3 : n_4 = (k - \frac{PR}{kU^2}) : 1$, 故 D 正确。故选 D。

4. C 【解析】根据题意, 几何关系可知 OQ 与 PQ 的夹角、 OP 与 PQ 的夹角均为 $\theta = 30^\circ$, 分析可知, Q 受到重力 mg 、杆的弹力 $F_{\text{杆}}$ 、绳子拉力 F_{TQ} 而平衡, 由平衡条件得 $F_{\text{杆}} = F_{TQ} \cos \theta$, $F_{TQ} \sin \theta = mg$, 联立解得 $F_{\text{杆}} = \sqrt{3}mg$, 对 P 受力分析可知, P 受到重力 $3mg$ 、杆的弹力 $F_{\text{杆}}$ 、绳子拉力 F_{TP} 和外力 F 而平衡, 如图甲所示。则小球 P 受的重力与杆的合力 $F_1 = \sqrt{(3mg)^2 + (F_{\text{杆}})^2}$, 联立以上解得 $F_1 = 2\sqrt{3}mg$, 作出 F_1 、 F_{TP} 、 F 三个力的矢量三角形如图乙所示, 当作用在小球 P 的外力方向与 P 相连的细绳方向垂直时, 外力 F 最小, 即最小值为 $F_{\text{min}} = F_1 \sin \theta$, 联立以上解得 $F_{\text{min}} = \sqrt{3}mg$, 故选 C。



5. C 【解析】 M 、 N 连线中点处场强大于 0, 且两点间场强最小位置处距离 N 点较近, 可知, 固定在 M 点的点电荷电量比固定在 N 点的点电荷电量大, 故 A 错误; 若有一正点电荷由 Q 点向右侧无穷远处运动, 电场力做正功, 电势能不断减小, 一直到零, 所以 Q 点的电势大于零, 故 B 错误; 从 C 点由静止释放一正点电荷, 仅在电场力作用下, 到 D 点前场强一直为正值, 则场强方向不变, 电场力方向不变, 它将一直做加速运动, 故 C 正确; 从 P 点由静止释放一负点电荷, 仅在电场力作用下, 在它由 Q 向 N 运动过程中电场力做负功, 电势能增大, 故 D 错误。故选 C。

6. D 【解析】小球甲、乙分别从 a 处由静止沿两细杆滑到下端 b 、 c 时, 动能恰好相等, 由动能定理, 则有 $mgh = E_k - 0$, 由于 $h_b > h_c$, 则有 $m_{\text{甲}} < m_{\text{乙}}$, A 错误; 如图所示, 设 c 点到 ab 的垂直距离为 x , ac 的倾斜角为 θ , 对甲则有 $2R = \frac{1}{2}gt_1^2$, $t_1 = \sqrt{\frac{4R}{g}}$, 对乙则有 $m_{\text{乙}}g \sin \theta = m_{\text{乙}}a_{\text{乙}}$, $a_{\text{乙}} = g \sin \theta$, $2R \sin \theta = \frac{1}{2}g \sin \theta t_2^2$, 解



得 $t_2 = \sqrt{\frac{4R}{g}}$, 则有 $t_1 = t_2$, B 错误; 重力做功为 $W_G = mgh = E_k$, 两小球的重力做功相等, 时间相等, 则有 $\bar{P} = \frac{W}{t}$, 因此

两小球所受重力的平均功率相等, C 错误; 两小球都做匀加速直线运动, 对甲则有 $\bar{v}_甲 = \frac{v_b}{2}$, $\bar{v}_乙 = \frac{v_c \sin \theta}{2}$, 因为 $\bar{P}_甲 =$

$\bar{P}_乙$, 则有 $m_甲 g \bar{v}_甲 = m_乙 g \bar{v}_乙$, 可得 $m_甲 v_b = m_乙 v_c \sin \theta$, 在 b 点甲的瞬时功率 $P_甲 = m_甲 g v_b$, 在 c 点乙的瞬时功率 $P_乙 = m_乙 g v_c \sin \theta$, 则有 $P_甲 = P_乙$, D 正确。故选 D。

二、多项选择题(本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 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 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

题号	7	8	9	10
答案	AC	ABD	BD	CD

7. AC 【解析】图甲中, 将两平板玻璃中间的纸片拿掉一张后, 则空气薄膜劈尖角(上、下表面所夹的角)变小, 则有相同的厚度差对应的水平距离变大, 则相邻条纹间距变大, A 正确; 图乙中是双缝干涉图, 由干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知, 若单色光由蓝光变为橙光, 即干涉光的波长变大, 干涉条纹间距变大, 则 P 点位置是第 n 条亮条纹位置向上移动, B 错误; 图丙中, 光线在 c 、 d 两处发生了反射, 可知 b 光的偏折程度较大, 则 b 光的折射率较大, 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知, 则 a

光在水珠中传播速度一定大于 b 光在水珠中传播速度, C 正确; 图丁中, 越是靠近地面, 温度越高, 使得地面附近的气体的密度越小, 则空气对光的折射率越小, D 错误。故选 AC。

8. ABD 【解析】如果只在 XX' 上加图甲所示的电压, 竖直方向不偏转, 所以在荧光屏上看到的图形如图(b), 故 A 正确; 如果只在 YY' 上加图乙所示的电压, 水平方向不偏转, 则在荧光屏上看到的图形如图(a), 故 B 正确; 如果在 YY' 、 XX' 上分别加图甲、乙所示的电压, 则水平方向为扫描电压, 扫描电压覆盖了两个周期的待测信号波形, 在荧光屏上看到的图形将如图(d)所示, 故 C 错误, D 正确。故选 ABD。

9. BD 【解析】碰撞过程中, 弹簧对 A 和 B 的冲量大小相等。当弹簧被压缩最短时, 弹簧弹性势能最大, 此时 A、B 速度相等, 即 $t = t_0$ 时刻, 根据动量守恒定律 $m_B \cdot 1.2v_0 = (m_B + m)v_0$, 根据能量守恒定律 $E_{pmax} = \frac{1}{2} m_B (1.2v_0)^2 - \frac{1}{2} (m_B + m)v_0^2$, 联立解得 $m_B = 5m$, $E_{pmax} = 0.6mv_0^2$; 同一时刻弹簧对 A、B 的弹力大小相等, 根据牛顿第二定律 $F = ma$ 可知同一时刻 $a_A = 5a_B$, 则同一时刻 A、B 的瞬时速度分别为 $v_A = a_A t$, $v_B = 1.2v_0 - \frac{a_B t}{5}$, 根据位移等于速度在时间上的累积可得 $s_A = v_A t$ (累积), $s_B = v_B t$ (累积) 又 $s_A = 0.36v_0 t_0$, 解得 $s_B = 1.128v_0 t_0$, 碰撞过程中, 弹簧压缩量的最大值 $\Delta s = s_B - s_A = 0.768v_0 t_0$, 由图(b)可知, 从开始碰撞到分离, 物块 A 的位移大小为 $2v_0 t_0$, 故 BD 正确。

10. CD 【解析】由图乙可知, 磁感应强度随时间变化的关系式为 $B = 0.1 + 0.1t$, 由图丙可知, 导体棒运动速度与时间的关系式为 $v = at = 2t$, 导体棒运动位移与时间的关系式为 $x = \frac{1}{2} at^2 = t^2$, 由于到导轨左端的距离为 $x_0 = 16$ m, 所以导体棒运动的最大时间为 $t_m = 4$ s, 磁感应强度变化产生的感生电动势为 $E_1 = \frac{\Delta B L (x_0 - x)}{\Delta t} = 1.6 - 0.1t^2$, 导体棒运动产生的动生电动势为 $E_2 = BLv = (0.1 + 0.1t) \cdot 2t = 0.2t + 0.2t^2$, 由楞次定律和右手定则可知, 感生电动势与动生电动势方向相反, 则回路中感应电动势为 $E = E_1 - E_2 = 1.6 - 0.3t^2 - 0.2t$ ($0 \leq t \leq 4$ s), 感应电流为 $I = \frac{E}{R+r} = 0.8 - 0.15t^2 - 0.1t = 0.8 - 0.15 \left[\left(t + \frac{1}{3} \right)^2 - \frac{1}{9} \right]$ ($0 \leq t \leq 4$ s)。可知, 随着 t 增大, 感应电流减小, 当 $I = 0.8 - 0.15 \left[\left(t + \frac{1}{3} \right)^2 - \frac{1}{9} \right] = 0$ 时, 即 $t = 2$ s 时, 感应电流方向改变, 电流开始反向增大, 所以回路中的电流先逐渐减小后逐渐增大, $t = 2$ s 时回路中电流方向发生变化, 故 AB 均错误; 结合 AB 分析可知, $t = 1$ s 时, 感应电流为 $I = \frac{11}{20}$ A, 方向为逆时针, 磁感应强度为 $B = 0.2$ T, 导体棒所受安培力大小为 $F = BIL = 0.11$ N, 由左手定则可知, 方向向左, C 正确; 根据 $q = \bar{I}t$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$, $\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, 可得 $q = \frac{\Delta \Phi}{R+r} = \frac{B_0 L x_0 - 0}{R+r} = 0.8$ C, CD 正确。故选 CD。

三、非选择题(本题共 5 个小题, 共 56 分)

11. (8 分, 每空 2 分)(1)C (2)2 : 1 (3)角速度的平方 $\frac{mrd^2}{L^2}$

【解析】(1)本实验通过控制小球质量 m 、运动半径 r 和角速度 ω 这三个物理量中两个量相同, 探究向心力 F 与另一个物理量之间的关系, 采用的主要实验方法为控制变量法。故选 C。

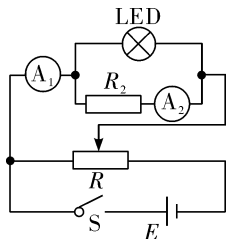
(2)根据 $F_n = m\omega^2 r$ 可知皮带连接的左、右轮塔的角速度之比为 1 : 2, 结合 $v = \omega r$ 可知皮带连接的左、右轮塔半径之比为 2 : 1。

(3) 由于 d 和 Δt 都很小, 所以可用 Δt 时间内的平均速度来表示挡光杆的线速度, 即 $v = \frac{d}{\Delta t}$, 所以挡光杆的角速度为 $\omega = \frac{v}{L} = \frac{d}{L} \cdot \frac{1}{\Delta t}$, d, L 均为常数, F 与 $\frac{1}{t^2}$ 的关系图像是一条过原点的倾斜直线, 即表明向心力与角速度的平方成正比, 根据 $F = m\omega^2 r$ 可得 $F = \frac{mrd^2}{L^2} \cdot \frac{1}{t^2}$, 即直线的斜率 $k = \frac{mrd^2}{L^2}$ 。

12. (8分, 每空2分) (1) ABD (2) 见解析图 (3) $\frac{I_2(R_2 + R_{A_2})}{I_1 - I_2}$ I_1, I_2 分别是电流表 A_1, A_2 的读数

【解析】(1) 要精确测定额定电压为 3 V 的 LED 灯正常工作时的电阻, 需测量 LED 灯两端的电压和通过 LED 灯的电流, 由于电压表的量程偏大, 测量误差较大, 不能用已知的电压表测量 LED 两端的电压, 可以将电流表 A_2 与定值电阻 R_2 串联改装为电压表测量电压, 故选 BD; LED 灯正常工作时的电流大约在 10 mA 左右, 故电流表选 A_1 ;

(2) 因为滑动变阻器阻值远小于 LED 的电阻, 所以滑动变阻器采用分压式接法, 电流表采用外接法; 原理图如下图。



(3) 根据闭合电路欧姆定律知, LED 灯两端的电压 $U = I_2(R + R_{A_2})$, 通过 LED 灯的电流 $I = I_1 - I_2$, 所以 LED 灯正常工作时的电阻 $R_x = \frac{U}{I} = \frac{I_2(R_2 + R_{A_2})}{I_1 - I_2}$, I_1, I_2 分别为电流表 A_1, A_2 的读数。

13. (10分) (1) $h = 22.5 \text{ m}$ (2) $p = 2p_0$

【解析】(1) 根据图示分析可知, 当活塞 A 恰好到达汽缸 I 区右侧, 但与右侧没有挤压时, 能够测量的水最深, 此时活塞 B 左右两侧的气体压强相等, 对活塞 B 左侧气体有 $p_0 L \pi r^2 = p_2 x \pi (2r)^2$ (2分)

对活塞 B 右侧气体有 $3p_0 L \pi (2r)^2 = p_2 (L - x) \pi (2r)^2$

解得 $x = \frac{L}{13}$, $p_2 = \frac{13}{4} p_0$ (2分)

则水产生的压强为 $p_2 - p_0 = \frac{9}{4} p_0$

由于 p_0 相当于 10 m 高的水产生的压强, 可知此深度计能测的最大深度为 $\frac{9}{4} \times 10 \text{ m} = 22.5 \text{ m}$ (1分)

(2) 若要测量的最大水深 $h = 25 \text{ m}$, 该深度对应压强为 $2.5p_0$, 此时活塞 A 恰好到达汽缸 I 区右侧, 气体压强为 $p_3 - p_0 = 2.5p_0$ (1分)

令置于水中之前, 汽缸 I 内通过 A 所封气体的压强为 p , 根据玻意耳定律对活塞 B 左侧气体有

$pL\pi r^2 = p_3 x' \pi (2r)^2$ (1分)

对活塞 B 右侧气体有 $3p_0 L \pi (2r)^2 = p_3 (L - x') \pi (2r)^2$ (2分)

解得 $p = 2p_0$ (1分)

14. (14分) (1) $\frac{\sqrt{2mE_0}}{qd}$ (2) ① $\frac{8E_0}{7q}$ ② $\frac{8E_0}{7qd}$ ③ 1 : 1

【解析】(1) 若在空间加垂直平面的匀强磁场, 粒子先后经过 a, b 两点, 粒子运动轨迹如图所示。

由几何关系可得, 粒子轨迹半径为 $r = \frac{\sqrt{(\sqrt{3}d)^2 + d^2}}{2} = d$ (1分)

洛伦兹力提供向心力, 则有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (1分)

又有 $E_0 = \frac{1}{2} mv^2$ (1分)

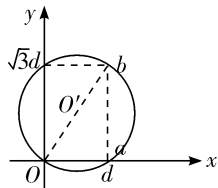
联立解得 $B = \frac{\sqrt{2mE_0}}{qd}$ (1分)

(2) ① 根据动能定理可得 $qU_{ab} = \frac{15}{7} E_0 - E_0$

解得 O, b 两点间的电势差 $U_{Ob} = \frac{8E_0}{7q}$ (2分)

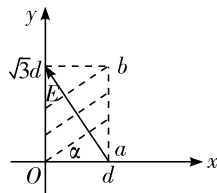
② 根据动能定理可得 $qU_{ab} = \frac{3}{7} E_0 - E_0$

$qU_{ab} = \frac{15}{7} E_0 - \frac{3}{7} E_0$



解得 $U_a = \frac{-4E_0}{7q}, U_b = \frac{12E_0}{7q}$ (2分)

则可知 b 点电势最低, 设 b 点电势 $\varphi_b = 0$, 则有 $\varphi_O = U_{Ob} + \varphi_b = \frac{8E_0}{7q}, \varphi_a = U_{ab} + \varphi_b = \frac{12E_0}{7q}$, 匀强电场中的电场线及等势面如图



由几何关系可得 $\tan \alpha = \frac{\sqrt{3}d}{d} = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 解得 $\alpha = 30^\circ$ (2分)

则 a, O 两点沿电场线方向的距离 $x = d \sin 30^\circ = \frac{d}{2}$, 匀强电场的电场强度 $E = \frac{U_{aO}}{x} = \frac{-U_{aO}}{x} = \frac{8E_0}{7qd}$ (2分)

③由题意可知, 带电粒子在电场力方向先做匀变速直线运动, 垂直电场力方向做匀速直线运动, 由前图可知, 粒子由 O 点运动到 a 点与从 a 点到 b 点的在垂直电场力方向上通过的位移相同, 则粒子从 O 点运动到 a 点与从 a 点到 b 点的时间的比值为 $1:1$ (2分)

15. (16分) (1) $2\sqrt{gL}$ (2) $\frac{9}{8}$ (3) $\frac{16}{15}L \leq s < \frac{4}{3}L$

【解析】(1) 由于 $\mu_2 > \mu_1$, 可知, 当同时给物块和木板一沿斜面向上的初速度 v_0 时, 物块与木板保持相对静止向上做匀减速直线运动, 对物块与木板整体有 $2mg \sin \theta + \mu_1 \cdot 2mg \cos \theta = 2ma_1$

解得 $a_1 = \frac{4}{5}g$ (2分)

根据题意, 此过程木板上端恰能到达 B 点, 则有 $v_0^2 = 2a_1(s-L)$

解得 $v_0 = 2\sqrt{gL}$ (2分)

(2) 给物块初速度 v_0 时,

对物块有 $mg \sin \theta + \mu_2 mg \cos \theta = ma_2$ (1分)

对木板有 $F + \mu_2 mg \cos \theta - mg \sin \theta - \mu_1 \cdot 2mg \cos \theta = ma_3$ (1分)

经历时间 t_1 , 两者达到相等速度 v_1 , 则有 $v_1 = v_0 - a_2 t_1 = a_3 t_1$ 之后,

由于 $2mg \sin \theta + \mu_1 \cdot 2mg \cos \theta = \frac{8}{5}mg = F$, 即之后做匀速直线运动 (1分)

木板到达 B 后, 物块进一步向上做匀减速直线运动, 由于物块刚好不从木板上端脱离木板, 则物块减速至 C 时, 速度恰好等于 0, 则有 $L = \frac{v_0 + v_1}{2} t_1 - \frac{v_1}{2} t_1 + \frac{v_1^2}{2a_2}$ (1分)

解得 $a_2 = a_3 = \frac{3}{2}g, \mu_2 = \frac{9}{8}$ (2分)

(3) 若物块在圆弧中恰好做完整的圆周运动, 则

在最高点 D 有 $mg = m \frac{v_D^2}{R}$

解得 $v_D = \sqrt{\frac{gL}{2}}$ (1分)

令物块此过程在 C 点速度为 v_{C1} , 则有 $-mg(R + R \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_{C1}^2$

解得 $v_{C1} = \sqrt{\frac{23gL}{10}}$ (1分)

若物块在圆弧中恰好到达与圆心等高位置速度减为 0, 令物块此过程在 C 点速度为 v_{C2} , 则有

$-mgR \cos \theta = 0 - \frac{1}{2}mv_{C2}^2$, 解得 $v_{C2} = \sqrt{\frac{4gL}{5}}$ (1分)

改变 s 的大小, 木板能在与物块共速前到达 B 端, 则此过程中, 物块一直以加速度 a_2 向上做匀减速直线运动, 当减速至 v_{C1} 时, s 为最大值, 则 $v_0^2 - v_{C1}^2 = 2a_2 s_{\max}$

解得 $s_{\max} = \frac{17}{30}L < L$ (1分)

斜面长度不可能小于木板的长度, 表明上述情景不存在。当减速至 v_{C2} 时, s 为最小值

则 $v_0^2 - v_{C2}^2 = 2a_2 s_{\min}$, 解得 $s_{\min} = \frac{16}{15}L$ (1分)

根据(2)可知物块前后做匀减速的位移之和为 $x = \frac{v_0^2}{2a_2} = \frac{4}{3}L$

综合所述, s 的取值范围为 $\frac{16}{15}L \leq s < \frac{4}{3}L$ (1分)