

## 物理(四)参考答案

1. B 根据光电效应方程  $E_k = h\nu - W$ , 在甲图中纵截距的绝对值代表金属的逸出功, A 错误; 乙图是  $\alpha$  粒子散射实验, 说明原子全部正电荷和几乎全部质量都集中在一个很小的核上, B 正确; 根据玻尔能级跃迁, 大量处于  $n=4$  能级的氢原子可以发出  $C_4^3 = 6$  种不同频率光子, C 错误; 丁图为核子平均质量跟原子序数关系, 将 A 分裂成 B、C, 可知是重核裂变, 平均核子质量减小, 原子核的比结合能将增大, D 错误.
2. D 根据  $a-t$  图像, 可判断物块在一周期内先正向加速后正向减速为 0, A 错误; 由  $\Delta v = a\Delta t$  可知,  $a-t$  图线所围图形面积为速度变化量, 当  $t=1$  s 时物块速度最大, 当  $t=2$  s 时物块速度为零,  $t=1.5$  s 时物块速度不是最小, B 错误;  $a-t$  图像正弦函数正半周期面积大于 1, 物块最大速率大于 1 m/s, C 错误;  $t=0.5$  s 时外力  $F = ma = 1$  N, 此时速度大于 0.5 m/s 小于 1 m/s, 外力功率  $P = Fv$ , 功率大于 0.5 W 小于 1 W, D 正确.
3. A 从 A 到 B 和 C 到 D 的过程中, 图像是过原点的直线, 由理想气体的状态方程  $\frac{pV}{T} = C$ , 可知 A 到 B 和 C 到 D 做等压变化, 即  $p_A = p_B = p_0$ ,  $p_C = p_D = 2p_0$ ,  $T_C = 4T_0$ , A 正确, B 错误; 从 B 到 C 的过程中体积不变, 做功为零, 温度升高, 气体内能增大, 由公式  $\Delta U = Q + W$  可知, 气体从外界吸热, C 错误; 从 A 到 B 过程气体对外界做功  $W = p_0 V_0$ , C 到 D 的过程外界对气体做功  $W = 2p_0 V_0$ , 一个循环外界对气体做功  $W_{\text{总}} = p_0 V_0$ , 由公式  $\Delta U = Q + W = 0$ , 解得  $Q = -p_0 V_0$ , Q 为负值, 表示气体放出热量为  $p_0 V_0$ , D 错误.
4. C 行星表面重力加速度为  $g$ , 弹簧将小球向上弹出, 由机械能守恒有  $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2 = mgh$ , 在  $x$  相同时,  $g$  与  $h$  成反比 两行星表面重力加速度之比  $g_{\text{木}} : g_{\text{金}} = 3 : 1$ , 根据黄金公式  $g = \frac{GM}{R^2}$ , 两行星质量之比  $M_{\text{木}} : M_{\text{金}} = 300 : 1$ , A 错误; 根据  $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ , 两行星密度之比  $\rho_{\text{木}} : \rho_{\text{金}} = 3 : 10$ , B 错误; 在行星表面发射卫星最小周期  $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ , 在两行星表面发射近地卫星周期之比  $T_{\text{木}} : T_{\text{金}} = \sqrt{30} : 3$ , C 正确; 近地卫星速度为第一宇宙速度  $v_1 = \sqrt{Rg}$ , 在两行星上发射卫星的最小速度之比  $v_{\text{木}1} : v_{\text{金}1} = \sqrt{30} : 1$ , D 错误.
5. B 对 B 球受力分析可知, 将细绳剪断瞬间, 重力和库仑力的合力斜向右下方, 大小为  $2mg$ , 由  $F_{\text{合}} = ma$ , 解得 B 球开始运动时的加速度  $a = 2g$ , B 正确; B 球运动中受 A 球的库仑力逐渐减小, 且重力和库仑力的夹角在减小, 即合力的大小和方向都在变化, 即 B 球的加速度在变化, A 错误; 由库仑力有向下的分量, B 球竖直方向的加速度大于  $g$ , 竖直方向由  $h = \frac{1}{2} a_y t^2$ , 即空中运动的时间  $t < \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , C 错误; B 球水平方向的加速度从  $\sqrt{3}g$  逐渐减小, 水平位移  $x = \frac{1}{2} a_x t^2 < \sqrt{3}h$ , 即落地时的位移大小  $s = \sqrt{h^2 + x^2} < 2h$ , D 错误.
6. C 由振动图像可知周期  $T = 2$  s, A 处波源的振幅  $A_1 = 2$  cm, B 处波源的振幅  $A_2 = 1$  cm, 由  $v = \frac{\lambda}{T}$ , 解得波长  $\lambda = 4$  m, A 错误; 由 A、B 处的两波源频率相同, 步调相反, CD 连线上的点到波源 A、B 的波程差为 0, CD 连线上的点是振动减弱点, 振幅  $A = A_1 - A_2 = 1$  cm, B 错误, C 正确; A、B 两点的波程差为  $16$  m  $= 4\lambda$ , 是振动减弱点. A、C 两点间分别有  $0.5\lambda$ ,  $1.5\lambda$ ,  $2.5\lambda$ ,  $3.5\lambda$  四个加强点, 同理 B、C 两点间有四个加强点, 即 AB 连线间有 8 个振动加强点, D 错误.

7. D 小球释放后先做自由落体运动,当细线拉紧前瞬间小球的速度为  $v_0 = \sqrt{2gL} = 4 \text{ m/s}$ , A 错误;细线拉紧时沿细线方向速度消失,沿切线方向速度为  $v_1 = v_0 \sin 60^\circ = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$ ,细线拉紧时对小球做功为  $W$ .由动能定理,  $W = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2) = -1 \text{ J}$ , B 错误;小球到达最低点时速度为  $v_2$ ,由机械能守恒有  $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgL(1 - \sin 30^\circ) = \frac{1}{2}mv_2^2$ .解得  $v_2 = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$ ,由牛顿第二定律有  $F - mg = m\frac{v_2^2}{L}$ ,解得拉力  $F = 17.5 \text{ N}$ , C 错误;小球到达右侧与悬点等高处时速度为  $v_3$ ,此时细线拉力为  $T$ ,由机械能守恒有  $\frac{1}{2}mv_2^2 = mgL + \frac{1}{2}mv_3^2$ ,解得  $v_3 = 2 \text{ m/s}$ ,  $T = m\frac{v_3^2}{L} = 2.5 \text{ N}$ , D 正确.

8. AC 发电机的输出电压  $U_0$  即为  $T_1$  的输入电压  $U_1$ ,由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$  可知  $T_1$  的输出电压  $U_2$  不变, B 错误;用电高峰时用户消耗的电功率增大,  $T_2$  的副线圈的电流  $I_{\text{副}}$  增大,由  $\frac{U_1}{U_{\text{副}}} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{I_{\text{副}}}{I_{\text{原}}}$  可知输电线的  $I_{\text{原}}$  增大,输电线上的损失功率  $P_{\text{损}} = I_{\text{原}}^2 R$  增大, A 正确;由  $U_3 = U_2 - I_{\text{原}} R$  可知  $U_3$  减小,  $T_2$  的输出电压  $U_{\text{副}}$  减小, C 正确;由能量守恒可知发电机的输出功率增大, D 错误.

9. BC 选动滑轮(结点)为研究对象,滑轮两侧细线与水平方向夹角为  $\alpha$ ,由对称性有  $\cos \alpha = \frac{d}{L} = 0.8$ ,则  $\sin \alpha = 0.6$ ,由平衡有  $2F \sin \alpha = m_B g$ ,解得  $F = 50 \text{ N}$ , A 错误; A 受力平衡有  $m_A g \sin 30^\circ + f = F$ ,解得  $f = 10 \text{ N}$ , B 正确;设地面对斜面体支持力为  $N$ ,选斜面体、A 及 B 整体为研究对象,由平衡有  $N + F \sin \alpha = (M + m_A + m_B)g$ ,解得  $N = 210 \text{ N}$ , C 正确;设斜面体受地面摩擦力为  $f_0$ ,选斜面体与 A 整体为研究对象,水平方向有  $f_0 = F \cos \alpha = \frac{m_B g}{2 \tan \alpha}$ ,将杆子缓慢向右移动一小段,  $\cos \alpha = \frac{d}{L}$  增大,  $\alpha$  减小,  $\tan \alpha$  减小,  $f_0$  增大, D 错误.

10. BD  $a$  在外力作用下,做变加速运动,设最大速度为  $v_0$ ,  $a$  产生感应电动势  $E = BLv_0$ ,电路中感应电流  $I = \frac{E}{R_A + R_B}$ ,  $a$  所受安培力  $F = BIL_a$ ,由平衡有  $F_0 = F$ ,解得  $v_0 = 7.5 \text{ m/s}$ , A 错误;此时撤去外力,“锁扣”解锁,最终两棒均做匀速运动,回路电流为零,设  $a$ 、 $b$  最终速度分别为  $v_a$  和  $v_b$ ,由电流为 0 有  $BL_a v_a = BL_b v_b$ ,对  $a$  由动量定理有  $-BIL_a \Delta t = m_a(v_a - v_0)$ ,对  $b$  由动量定理有  $BIL_b \Delta t = m_b v_b$ ,解得  $v_a = 2.5 \text{ m/s}$ ,  $v_b = 5 \text{ m/s}$ , B 正确;  $b$  从开始运动到稳定过程中通过电量为  $q$ ,对  $b$  有  $BqL_b = m_b v_b$ ,解得  $q = 1.25 \text{ C}$ , C 错误;  $b$  从开始运动到稳定过程中回路产生总热量  $Q = \frac{1}{2}m_a v_0^2 - \frac{1}{2}m_a v_a^2 - \frac{1}{2}m_b v_b^2 = 18.75 \text{ J}$ ,  $b$  产生热量  $Q_b = \frac{R_b}{R_A + R_b} Q = 6.25 \text{ J}$ , D 正确.

11. (1) 8.073 mm (8.071 ~ 8.074 均可得分) (2 分) (2) 铁球、铝球 (2 分) (3) ③ > (1 分)  $\frac{m_1}{\sqrt{h_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{h_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{h_1}}$  (2 分)

解析: (1) 螺旋测微器的读数规则有  $d = 8 \text{ mm} + 7.3 \times 0.01 \text{ mm} = 8.073 \text{ mm}$ .

(2) 小球离开斜槽做平抛运动,为减少空气阻力对小球速度的影响,要选用质量大的小球,应选铁球和铝球.

(3) 为了使 A 球碰后不反弹应满足  $m_1 > m_2$ ;由平抛运动规律有  $x = vt$ ,  $h = \frac{1}{2}gt^2$ ,解得  $v = x\sqrt{\frac{g}{2h}}$ , A 球单独平抛时平

均落点为 P,平抛速度为  $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2h_2}}$ ;两球碰撞后各自做平抛运动, A 球平均落点为 N, B 球平均落点为 M,其平抛速

度分别为  $v_1 = x\sqrt{\frac{g}{2h_3}}$ ,  $v_2 = x\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$ ,若两球碰撞过程动量守恒有  $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ ,解得  $\frac{m_1}{\sqrt{h_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{h_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{h_1}}$ .

12. (1) 6.0(2分) 1.0(2分) (2) 甲(1分) 6.0(2分) 4.0(2分)

解析: (1) 将电流表  $G_1$  与定值电阻  $R_1$  串联改装为电压表, 则电压表量程  $U = I_{g1}(R_{g1} + R_1) = 6.0 \text{ V}$ ; 将电流表  $G_2$  与定值电阻  $R_2$  并联改装为电流表, 则改装后电流表量程  $I = I_{g2} + \frac{I_{g2}R_{g2}}{R_2} = 1.0 \text{ A}$ .

(2) 电压表内阻  $R_V = R_{g1} + R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ , 电流表内阻  $R_A = \frac{R_{g2}R_2}{R_{g2} + R_2} = 2 \Omega$ ; 根据闭合电路的欧姆定律, 甲电路, 实验表达式  $U = E - Ir$ , 真实表达式  $U = E_0 + (I + \frac{U}{R_V})r_0$ , 则  $E < E_0, r < r_0$ ; 乙电路, 实验表达式  $U = E - Ir$ , 真实表达式  $U = E_0 + I(r_0 + R_A)$ , 则  $E = E_0, r > r_0$ ; 综合分析, 实验图线 I 为乙电路, 实验图线 II 为甲电路. 电源电动势  $E_0 = 6.0 \text{ V}$ ;  $r_0 + R_A = \frac{6.0}{1.0}$ , 内阻  $r_0 = 4.0 \Omega$ , 或连接  $(1.5 \text{ A}, 0)$  点和  $(0, 6.0 \text{ V})$  点连线的斜率等于电源内阻  $k = r_0 = \frac{6.0}{1.5} \Omega = 4.0 \Omega$ .

13. 解: (1) 根据题意, 光束入射角  $\alpha = 45^\circ$

由折射定律  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  (2分)

解得折射角  $\beta = 30^\circ$  (1分)

(2) 作出光路图如图所示 (1分)

光在玻璃圆弧界面发生全反射的临界角为  $C$

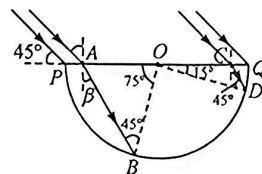
由  $\sin C = \frac{1}{n}$  (1分)

解得  $C = 45^\circ$  (1分)

最左侧光线  $AB$  恰好发生全反射, 对应法线  $OB$  与  $PQ$  夹角为  $75^\circ$  (1分)

最右侧光线  $CD$  恰好发生全反射, 对应法线  $OD$  与  $PQ$  夹角为  $15^\circ$  (1分)

圆弧  $BD$  区域内有光线射出, 发光区域对应弧长  $s = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$  (2分)



14. 解: (1) 粒子在速度选择器中做直线运动

由力的平衡条件有  $Eq = B_1 q v_0$  (2分)

电场强度  $E = \frac{U}{d}$  (1分)

解得  $B_1 = \frac{U}{d v_0}$  (1分)

(2) 粒子在圆形磁场中做匀速圆周运动, 设其半径为  $r$ ,

由向心力公式有  $q B_2 v_0 = m \frac{v_0^2}{r}$  (2分)

由几何关系得  $r = \sqrt{3} R$  (1分)

解得  $B_2 = \frac{\sqrt{3} m v_0}{3 q R}$  (1分)

(3) 粒子的速度变为  $v_1$ , 由向心力公式有  $q B_2 v_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$  (1分)

$v_1 = \frac{v_0}{3}$  代入解得  $r_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} R$  (1分)

由几何关系得粒子在圆形磁场中转过角度  $\theta = 120^\circ$  (1分)

粒子在磁场中运动周期  $T = \frac{2\pi r_1}{v_1} = \frac{2\sqrt{3}\pi R}{v_0}$  (1分)

粒子在磁场中运动时间  $t = \frac{120^\circ}{360^\circ} T = \frac{2\sqrt{3}\pi R}{3v_0}$  (1分)

15. 解: (1) 火药爆炸时 A、B 系统动量守恒, 能量守恒,

由动量守恒有  $m_A v_A = m_B v_B$  (1分)

由能量守恒有  $E = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$  (1分)

解得  $v_A = 3 \text{ m/s}$ ,  $v_B = 4 \text{ m/s}$  (1分)

(2) A 冲上轨道, 不脱离轨道,

情况一: 不越过圆心等高处, 有  $\frac{1}{2} m_A v_A^2 \leq m_A g R_1$ , 解得  $R_1 \geq 0.45 \text{ m}$  (1分)

情况二: 越过最高点有  $m_A g \leq m_A \frac{v^2}{R_2}$  (1分)

$$\frac{1}{2} m_A v_A^2 = 2m_A g R_2 + \frac{1}{2} m_A v^2$$

解得  $R_2 \leq 0.18 \text{ m}$  (1分)

即  $R_1 \geq 0.45 \text{ m}$  或  $0 < R_2 \leq 0.18 \text{ m}$  (1分)

(3) 最终 B 和 C 均静止, C 与挡板碰撞过程中无能量损失, B 没有脱离 C

由能量守恒有  $\mu m_B g L = \frac{1}{2} m_B v_B^2$  (1分)

解得  $L = 4 \text{ m}$  (1分)

(4) B 与 C 达到第一次共同速度为  $v_1$ , 共速前木板位移为  $x$

由动量守恒有  $m_B v_B = (m_B + m_C) v_1$ , 解得  $v_1 = 2.4 \text{ m/s}$  (1分)

由动能定理有  $\mu m_B g x = \frac{1}{2} m_C v_1^2$ , 解得  $x = 0.96 \text{ m} < d$ , 即共速后 C 与挡板相碰 (1分)

C 与挡板碰撞反弹后做匀变速运动的加速度  $a = \frac{\mu m_B g}{m_C} = 3 \text{ m/s}^2$  (1分)

C 向左减速到零所用时间  $t_1 = \frac{v_1}{a} = 0.8 \text{ s}$ ; 位移  $x_1 = \frac{v_1^2}{2a} = 0.96 \text{ m}$  (1分)

C 第二次与挡板碰前 B、C 共同速度为  $v_2$

由动量守恒有  $m_B v_1 - m_C v_1 = (m_B + m_C) v_2$ , 解得  $v_2 = 0.48 \text{ m/s}$  (1分)

C 向右第二次达到共速所用时间为  $t_2$

速度  $v_2 = a t_2$ , 解得  $t_2 = 0.16 \text{ s}$  (1分)

位移  $x_2 = \frac{1}{2} a t_2^2 = 0.0384 \text{ m}$  (1分)

B、C 一起匀速运动直到挡板发生第二次碰撞, 所用时间  $t_3 = \frac{x_1 - x_2}{v_2} = 1.92 \text{ s}$  (1分)

C 从第一次与挡板相碰到第二次相碰所用时间  $t = t_1 + t_2 + t_3 = 2.88 \text{ s}$  (1分)