

## 物理参考答案

**一、选择题 I** (本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	B	A	D	C	B	D	C	B	B

**二、选择题 II** (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分, 每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

11	12	13
AD	BC	CD

**三、非选择题** (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. I (5 分, 每空 1 分)

- (1) C
- (2)  $5.010 \pm 0.002$
- (3) 8.95,             $0.150 \pm 0.005$
- (4) 能

14. II (9 分, 每空 1 分)

- (1)  $190 \pm 2$ ,            G
- (2) 慢;            339 (330 到 350 都算对)
- (3)  $9.4 \pm 0.2$ ,             $0.54 \pm 0.02$ ,            正
- (4) 2.95,            电阻消耗或电磁辐射 (答对一条就算对)

15. (8 分) (1) 状态 1 到状态 2 是等压变化:  $\frac{SH + \frac{6}{5}S \cdot \frac{1}{6}H}{T_1} = \frac{SH}{T_0}$  ..... (2 分)

代入解得:  $T_1 = 1.2T_0$  ..... (1 分)

(2) 对气缸 A:  $p_0 \times 1.2S + 0.12p_0S = p_1 \times 1.2S$ , 得  $p_1 = 1.1p_0$  ..... (1 分)

对封闭气体:  $\Delta U = Q + W$  ..... (1 分)

代入:  $Q = \Delta U - W = \Delta U - 1.1p_0 \times \frac{6}{5}S \cdot \frac{1}{6}H = -0.77p_0SH$  ..... (1 分)

(3) 状态 2 到状态 3 是等温变化:  $1.1p_0 \times SH = p_3 \cdot \left( SH + \frac{6}{5}S \cdot \frac{1}{6}H \right)$

代入解得:  $p_3 = \frac{1.1}{1.2}p_0$  ..... (1 分)

对气缸 A:  $F + p_3 \times \frac{6}{5}S = 0.12p_0S + p_0 \times \frac{6}{5}S$

带入解得:  $F = 0.22p_0S$  ..... (1 分)

16. (11 分)

(1) 记双方质量均为  $m$ , 木方的末速度为  $v_2$ , 对系统:  $mv_0 = mv_1 + mv_2$  ..... (2 分)

解得:  $v_2 = 1 \text{ m/s}$ ; ..... (1 分)

(2) 小铅块平抛时间:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.2 \text{ s}$  ..... (1 分)

水平位移差:  $\Delta x = (v_1 - v_2)t = (3 - 1) \times 0.2 = 0.4 \text{ m}$  ..... (2 分)

(3) 对小铅块, 从初位置到  $P$  处:  $\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_P^2 + mg(R + R \cos \theta)$  ..... (1 分)

在  $P$  处:  $mg \cos \theta = m \frac{v_P^2}{R}$  ..... (1 分)

代入解得:  $\cos \theta = \frac{2}{3}$  ..... (1 分)

(4) 未切断时, 求木方长度:  $\mu mgL = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$

解得:  $\mu L = 0.3 \text{ m}$

切断后第一阶段, 记小铅块和木方的末速度分别为  $v_3$ 、 $v_4$ :

$$mv_0 = mv_3 + mv_4$$

$$\mu mgkL = \frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}mv_4^2\right)$$

解得:  $v_3 - v_4 = 2\sqrt{4 - 3k}$  (增根已舍) ..... (1 分)

切断后第二阶段, 以右段木方为参考系, 小铅块做匀减速直线运动, 刚好减速到零:

$$0^2 - (v_3 - v_4)^2 = 2 \left( -\mu g - \frac{\mu g}{1 - k} \right) (1 - k)L$$

代入  $v_3$ 、 $v_4$  解得:  $k = \frac{2}{3}$  ..... (1 分)

17. (12 分)

(1) 因为 $v_0$ 足够大, 所以线框会全部进入磁场。

①线框切割产生感应电动势:  $E = NBdv_0$ ..... (1分)

法拉第电磁感应定律:  $I = \frac{E}{R}$  ..... (1分)

$$\text{线框进入磁场过程由动量定理: } \Sigma \left( -NB \frac{\frac{NBdv}{R}}{d\Delta t} d\Delta t \right) = mv_1 - mv_0 \dots \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得: } v_1 = v_0 - \frac{N^2 B^2 d^3}{m R} \dots \quad (1 \text{ 分})$$

(2) ①线框进入磁场的任意时刻, 由欧姆定律有:  $NBdv - L \frac{\Delta I}{\Delta t} \equiv I \cdot 0 \equiv 0$

从刚进入磁场到位移为  $x$ , 求和:  $\Sigma \left( NBdv - L \frac{\Delta I}{\Delta t} \right) \Delta t = 0$ , 解得:  $I = \frac{NBax}{L}$

所以位移为 $x$ 时线框所受合力:  $F = F_{\text{安}} = -NBIId = -\frac{N^2B^2d^2}{L}x$

说明线框前边在磁场中的运动是以刚进入磁场的位置为平衡位置的简谐运动。... (1分)

回复力系数为  $k = \frac{N^2 B^2 d^2}{L}$ , 记振幅为  $A$ , 则  $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{N^2 B^2 d^2}{L} \cdot A^2$  得  $A = \frac{v_0}{NBd} \cdot \sqrt{mL}$ 。

若  $d \geq A$ , 即  $v_0 \leq \frac{NBd^2}{\sqrt{mL}}$ , 线框半个周期后向左侧离开磁场:

磁能的最大值等于初动能:  $E_B = \frac{1}{2}mv_0^2$  ..... (1分)

若  $d < A$ , 即  $v_0 > \frac{NBD^2}{\sqrt{mL}}$ , 线框向右完全进入磁场:

线框完全进入磁场后磁能为最大，即： $E_B = \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{N^2 B^2 d^2}{L} \cdot d^2 = \frac{N^2 B^2 d^4}{2L}$ ..... (1分)

(用公式求解也可:  $E_B = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{NBD^2}{L}\right)^2 = \frac{N^2B^2D^4}{2L}$ )

$$(3) \text{ 从开始进入磁场到电流为零: } q = \sum I \Delta t = \sum \frac{N \Delta \Phi}{R} \Delta t = \frac{N}{R} \sum \Delta \Phi = \frac{N B d^2}{R} \dots \quad (1 \text{ 分})$$

线框进入磁场的过程:  $\sum(-NBid)\Delta t = m(\frac{1}{2}v_0 - v_0)$ , 得:  $q_1 = \sum i\Delta t = \frac{mv_0}{2NBD}$ ..... (1分)

$$\text{所以: } q_2 = q - q_1 = \frac{NBd^2}{R} - \frac{mv_0}{2NBd}. \quad (1 \text{ 分})$$

18. (13 分)

(1) 在静电分析器中, 离子(质量记为  $m$ ) 做匀速圆周运动, 电场力提供向心力:

$$E_k = \frac{eUR_2}{2d} \dots \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 在磁分析器中:

(3) ①由前可知  $m \propto \frac{1}{U}$ , 所以:  $m_{\text{高}}:m_{\text{次高}} = \frac{1}{U_{\text{高}}}:\frac{1}{U_{\text{次高}}} = \frac{1}{400}:\frac{1}{900} = 9:4$ , 根据已知条件  $m_{\text{高}}$  为  ${}^9_4\text{Be}$

离子，查表可知次高峰为 ${}^4_2\text{He}$ 离子。..... (1分)

法拉第杯中，一个核反应的不同产物应该有相同的数量级。观察图 2 知，没有其它离子与 ${}^4\text{He}$  相同数量级，故产物中新核只有 ${}^4\text{He}$ 。..... (1 分)

再考虑质量数和电荷数守恒，方程式是



或写作



②当 $\gamma$ 光子以最小能量引发核反应时，由能量守恒有

$$m_{\text{Be}}c^2 + \varepsilon = (2m_{\text{He}} + m_{\text{n}})c^2 + E_{\text{k}} \dots \quad (1 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} \text{解得: } \varepsilon &= [(2m_{\text{He}} + m_{\text{n}}) - m_{\text{Be}}]c^2 + E_k = [(2 \times 4.0026 \text{ u} + 1.0087 \text{ u}) - 9.0122 \text{ u}]c^2 + E_k \\ &= 0.0017 \text{ uc}^2 + 0.09 \text{ MeV} = 1.58 \text{ MeV} + 0.09 \text{ MeV} = 1.67 \text{ MeV} \end{aligned}$$

为引发核反应， $\gamma$  光子能量至少为1.67 MeV。 ..... (1分)

(3) 由题意知,  $\gamma$  光子最大能量等于电子的动能:  $\varepsilon = \frac{1}{2}m_e v^2$

$$\text{洛伦兹力充当向心力: } evkI_m = \frac{m_e v^2}{R_1}. \quad \dots \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得: } I_m = \frac{\sqrt{2m_e\varepsilon}}{ekR_1} \dots \quad (1 \text{ 分})$$