

北京市东城区 2023—2024 学年度第二学期高三综合练习(一)

物理参考答案及评分标准

2024.4

第一部分共 14 题,每题 3 分,共 42 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	C	A	C	D	A	D	C	D	B	D	B	B	C	B

第二部分共 6 题,共 58 分。

15. (8 分)

(1) dabec

(2) $71a^2$ ($69a^2 \sim 73a^2$ 均得分) $\frac{V_0 V_2}{nSV_1}$

(3) BC

16. (10 分)

(1) ① $\frac{4\pi^2 l}{T^2}$ ② C

(2) $\frac{\pi^2 l}{4t_0^2}$

(3) ① $\cos \theta - \frac{1}{(\Delta t)^2}$ ② $\frac{d^2}{2kl}$

17. (9 分)

(1) 由 $(F_{\text{电}} - \mu mg)x = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$, 将 $F_{\text{电}} = \frac{3}{4}mg, \mu = 0.5, x = 4R, v_A = 0$ 代入得

$$v_B = \sqrt{2gR}$$

(2) 设重力和电场力的合力大小为 $F_{\text{合}}$, 与竖直方向的夹角为 θ , 则有

$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_{\text{电}}^2 + (mg)^2} = \frac{5}{4}mg, \tan \theta = \frac{F_{\text{电}}}{mg} = \frac{3}{4}$$

即合力大小为 $\frac{5}{4}mg$, 方向与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ 斜向左下。

(3) 对滑块从 A 点到达 C 点的过程应用动能定理

$$F_{\text{电}}(x+R) - \mu mgx - mgR = \frac{1}{2}mv_C^2, \text{将 } F_{\text{电}} = \frac{3}{4}mg, \mu = 0.5, x = 4R \text{ 代入,}$$

$$\text{得 } v_C = \sqrt{\frac{3}{2}gR}$$

设滑块到达 C 点时受到轨道的作用力大小为 F_C ,

$$\text{则有 } F_C - F_{\text{电}} = m \frac{v_C^2}{R}$$

$$\text{解得 } F_C = \frac{9}{4}mg$$

轨道对滑块的作用力大小为 $\frac{9}{4}mg$

18. (9 分)

(1) $E_0 = Blv_0$

(2) 由 $E_0 = Blv_0, I_0 = \frac{E_0}{R}, P_0 = I_0^2 \frac{R}{4}$, 得 $P_0 = \frac{B^2 l^2 v_0^2}{4R}$

(3) 由 $F = BIl, I = \frac{E}{R}, E = Blv$, 得 $F = \frac{B^2 l^2 v}{R}$, 方向与速度方向相反, 因此, 导线框做减速

运动, 随着速度 v 减小, 安培力 F 也减小; 因为 $a = \frac{F}{m}$, 且 a 为速度的变化率, 并且 F

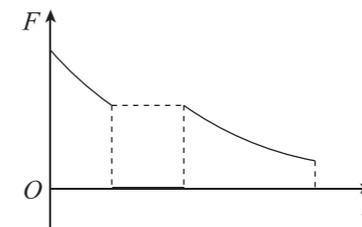
正比于 v , 所以 F 减小的越来越慢。由已知导线框能够全部通过磁场区域, 可知导线

框在速度减为零前已完全进入磁场做匀速运动, 此时虽然 ab 边和 cd 边都有电动势,

但线框总电动势为零, 电流为零, 安培力 $F = 0$; 之后当线框离开磁场区域的过程中,

导线框又受到安培力作用, 初始大小与 ab 边刚进入磁场时相同, 之后随着速度的减

小而减小。见答图。



答图

19. (10 分)

(1)a. 氧原子的能量变化 ΔE 大小等于所放出的红色光子的能量

$$\text{由 } \Delta E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}, \text{ 得 } \Delta E = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{630 \times 10^{-9} \text{ m}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

b. 带电粒子和空气分子碰撞, 会通过碰撞将一部分能量传给空气分子, 使空气分子从基态跃迁到激发态, 空气分子从激发态自发地回到基态的过程中, 就会将减少的能量以光子的形式放出, 所放出光子的能量等于空气分子激发态与基态间的能级差。

(2)a. 由 $Bqv_2 = m \frac{v_2^2}{r}$, $T = \frac{2\pi r}{v_2} = \frac{2\pi m}{Bq}$, $d = v_1 T$, 得 $r = \frac{mv_2}{Bq}$, $d = \frac{2\pi mv_1}{Bq}$

b. 带电粒子只受到洛伦兹力作用, 由于洛伦兹力不做功, 因此粒子的总动能不变, 由已知粒子从弱磁场区向强磁场区运动时, 在与轴线垂直的平面内的速度 v_{\perp} 会变大, 即 v_{\perp} 对应的动能变大, 则 v_{\parallel} 对应的动能就会变小, 可以理解为通过洛伦兹力将 v_{\parallel} 对应的动能转化为 v_{\perp} 对应的动能。由此可以解释粒子从弱磁场区向强磁场区运动的同时, 分速度 v_{\parallel} 会减小。

由于上述从功和能的角度证明了分速度 v_{\parallel} 会减小, 那么可以反推, 此过程中粒子一定受到了与 v_{\parallel} 相反的洛伦兹力的分力 F , 当分速度 v_{\parallel} 减小到零的时刻, 由于磁场和分速度 v_{\perp} 的情况都没有变化, 可判断与 v_{\parallel} 相反的分力 F 与前一时刻相同, 因此粒子在速度 v_{\parallel} 减为零后会反向运动。

20. (12 分)

(1)a. 由平抛运动的位移规律得: $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$

由平抛运动的速度规律得: $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$

于是得到: $\tan \theta = 2 \tan \alpha$

b. 由平抛运动的位移规律得 $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \Rightarrow y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$

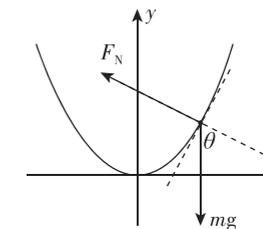
(2) 设小珠子在某时刻的位置坐标为 (x, y) , 此时速度方向(切线

方向)与水平方向的夹角为 θ , 则质点所受指向平衡位置的力

$$F = -mg \sin \theta \approx -mg \tan \theta \text{ (因距 } O \text{ 点很近, 所以 } \theta \text{ 很小)}$$

根据前面抛物线的规律可知: $\tan \theta = 2 \tan \alpha = 2 \frac{y}{x}$, 代入

$$\text{得到: } F = -\frac{mg^2}{v_0^2}x, \text{ 即物体做简谐运动。}$$



(3) 假设小珠子相对轨道静止处的位置坐标为 (x, y) ,

$$\text{根据牛顿定律: } \begin{cases} F_N \cos \theta = mg \\ F_N \sin \theta = m\omega^2 x \end{cases} \Rightarrow \tan \theta = \frac{\omega^2}{g}x$$

$$\text{由 } \tan \theta = 2 \tan \alpha = 2 \frac{y}{x}, \text{ 得 } x^2 = \frac{2g}{\omega^2}y$$

$$\text{由于轨道方程为 } y = \frac{g}{2v_0^2}x^2, \text{ 即 } x^2 = \frac{2v_0^2}{g}y$$

于是可得 $\frac{g}{\omega^2}y = \frac{v_0^2}{g}y$, 由此式可知, 当 $\omega = \frac{g}{v_0}$ 时此式恒成立, 与 y 无关。

结论: ①若 $\omega = \frac{g}{v_0}$, 小珠子可以相对轨道静止在任意位置处;

②若 $\omega < \frac{g}{v_0}$, 小珠子不能相对轨道静止, 一定会滑向 O 点, 只能在 O 处相对静止;

③若 $\omega > \frac{g}{v_0}$, 小珠子不能相对轨道静止, 一定会被向外甩出轨道, 只能在 O 处相对

静止。