

1-7A D C B C A B

8-10BC AD BC

11. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 7 分)

(1) C

(2) $x_1 + x_2 = x_3$ (3 分)

(3) 如图 1 所示

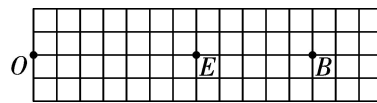


图 1

12. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 9 分)

(1) C

(2) ① R_1 (1 分) 如图 2 所示

② 2.88~2.92 均可

③ 60.0~65.0 均可

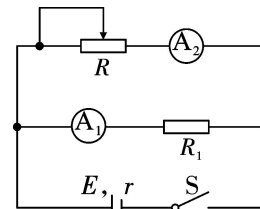


图 2

13. (10 分)

解: (1) 电动车的总功率 $P = UI = 250W$

①

电动车的热功率 $P_{\text{热}} = I^2 r = 50W$

②

电动车的机械功率 $P_{\text{机}} = P - P_{\text{热}} = 200W$

③

(2) 电动车所受的阻力恒为车重的 0.025 倍, 所以阻力的大小为

$f = 0.025mg = 20N$

④

由牛顿第二定律有 $F + mg \sin 30^\circ - f = ma$

⑤

解得 $F = 100N$

⑥

电动车匀加速时最大速度为 v , 根据 $P_{\text{机}} = Fv$, 得 $v = 2m/s$

⑦

匀加速的时间 $t = \frac{v}{a} = \frac{1}{3}s$

⑧

14. (13 分)

解: (1) 当摩擦力为 0 时, 重力与支持力提供向心力

$mg \tan \theta = m\omega^2 L \cos \theta$

①

解得 $\omega = \sqrt{\frac{20g}{9L}}$

②

(2) 当角速度最小时, 物块恰好不下滑, 受力分析如图 4 甲所示, y 轴方向根据平衡条件得 $N_1 \cos \theta + f_1 \sin \theta = mg$

③

x 轴方向根据牛顿第二定律得 $N_1 \sin \theta - f_1 \cos \theta = m\omega_1^2 L \cos \theta$

④

又 $f_1 = \mu N_1$

⑤

联立解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{g(\sin \theta - \mu \cos \theta)}{L \cos \theta (\cos \theta + \mu \sin \theta)}} = \sqrt{\frac{5g}{6L}}$

⑥

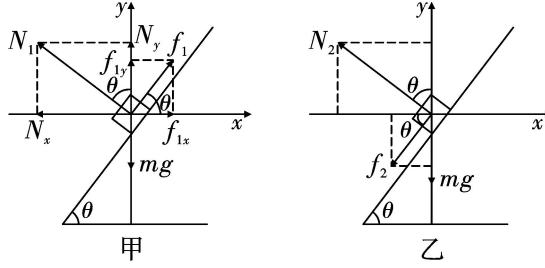


图 4

当角速度最大时，物块恰好不上滑，受力分析如图乙所示， y 轴方向根据平衡条件得

$$N_2 \cos \theta = f_2 \sin \theta + mg \quad (7)$$

$$x \text{ 轴方向根据牛顿第二定律得 } N_2 \sin \theta + f_2 \cos \theta = m\omega_2^2 L \cos \theta \quad (8)$$

$$\text{又 } f_2 = \mu N_2 \quad (9)$$

$$\text{联立解得 } \omega_2 = \sqrt{\frac{g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{L \cos \theta (\cos \theta - \mu \sin \theta)}} = \sqrt{\frac{55g}{6L}} \quad (10)$$

由以上分析可知，角速度取值范围为

$$\sqrt{\frac{5g}{6L}} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{55g}{6L}} \quad (11)$$

15. (18 分)

解：(1) A 做类平抛运动，设从出发到相遇用时为 t ，在 y 方向有

$$\frac{1}{2} Ekt^2 = \frac{H}{2}, \text{ 得 } t = \sqrt{\frac{H}{Ek}} \quad (1)$$

$$v_y = Ekt = \sqrt{HEk} \quad (2)$$

$$\text{在 } x \text{ 方向有 } x_A = v_0 t = \frac{3}{4} H \quad (3)$$

$$\text{相撞时 } A \text{ 的速度与 } x \text{ 轴所成角度满足 } \tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{4}{3} \quad (4)$$

$$B \text{ 运动满足 } v_1 t \sin \theta = \frac{H}{2}, \text{ 得 } v_1 = \frac{5}{8} \sqrt{HEk} = \frac{5}{6} v_0 \quad (5)$$

$$B \text{ 出发位置为 } x_B = x_A + \frac{H}{2 \tan \theta} = \frac{9}{8} H \quad (6)$$

$$(2) A、B \text{ 碰撞前瞬间，} A \text{ 的速度为 } v = \frac{v_0}{\cos \theta} = \frac{5}{4} \sqrt{HEk} \quad (7)$$

$A、B$ 质量相等且为弹性正碰，碰后两者速度交换，且 $A、B$ 电量平分，故 $A、B$ 比荷都为 $\frac{k}{2}$ ，将 $A、B$ 碰后速度分别记作 $v_1 = \frac{5}{8} \sqrt{HEk}$ ， $v_2 = \frac{5}{4} \sqrt{HEk}$ ，碰后 A 以 v_1 做斜抛运动，

$$\text{到重回电场分界线所用时间 } t_A = 2 \times \frac{v_{1y}}{0.5Ek} = 2 \sqrt{\frac{H}{Ek}} \quad (8)$$

此时 A 的 x 坐标为 $\frac{3}{4}H + v_{1x}t_A = 0$ ，之后 A 穿过小孔进入 $y < \frac{H}{2}$ 区域。碰后 B 在 x 方向做

$$\text{匀变速运动，在 } y \text{ 方向做匀速运动，运动到 } x \text{ 轴所用时 } t_B = \frac{H}{2v_{2y}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{H}{Ek}} = \frac{1}{4}t_A \quad (9)$$

$$A、B \text{ 在小孔处发生第二次碰撞，则 } v_{2x}t_A - \frac{1}{2}E_1\frac{k}{2}t_A^2 = -\frac{3}{4}H \quad (10)$$

$$\text{解得 } E_1 = \frac{9}{4}E \quad (11)$$

$$(3) \text{ 当 } E_1 = \frac{9}{4}E \text{ 时，相碰时 } B \text{ 的 } x \text{ 方向速度 } v_{Bx} = v_{2x} - E_1\frac{k}{2}t_A = -\frac{3}{2}\sqrt{HEk}，\text{ 所以 } |v_{Bx}| > |v_{1x}|，$$

$$\text{若电场大于上述值，即使 } B \text{ 进入 } y > \frac{H}{2} \text{ 区域，也不会与 } A \text{ 碰撞，因此最大值为 } E_1 = \frac{9}{4}E \quad (12)$$

由上分析， $E_1 < \frac{9}{4}E$ 时， $A、B$ 只可能在 $y < \frac{H}{2}$ 发生第二次碰撞， A 刚经过小孔时 B 的坐

$$\text{标 } x_B = \frac{3}{4}H + v_{2x}t_A - \frac{1}{2}E_1\frac{k}{2}t_A^2 = \left(\frac{9}{4} - \frac{E_1}{E}\right)H, y_B = \frac{H}{2} \quad (13)$$

$$x \text{ 方向速度为 } v_{Bx} = v_{2x} - E_1\frac{k}{2}t_A = \left(\frac{3}{4} - \frac{E_1}{E}\right)\sqrt{HEk} \quad (14)$$

A 进入下方区域后， $A、B$ 在 x 方向加速度相同， B 相对 A 向 x 轴负方向做匀速直线运动，相对速度的大小为

$$v' = -(v_{Bx} - v_{1x}) = \left(\frac{E_1}{E} - \frac{9}{8}\right)\sqrt{HEk} \quad (15)$$

$$\text{碰撞用时 } \Delta t = \frac{x_B - x_A}{v'} = \frac{\frac{9}{4} - \frac{E_1}{E}}{\frac{E_1}{E} - \frac{9}{8}}\sqrt{\frac{H}{Ek}} \quad (16)$$

$$\text{要求 } y \text{ 坐标也相同，由几何关系得 } v_{1y}\Delta t + v_{2y}\Delta t = 2n \times \frac{H}{2}, n = 0, 1, 2 \cdots \quad (17)$$

$$\text{解得 } E_1 = \frac{9n + 27}{8n + 12}E, n = 0, 1, 2 \cdots \quad (18)$$