

习题答案

第1章

1.19 由粒子运动学方程可以求得其速度、加速度,还可以得到离子的初始状态、最终状态的位置、速度、加速度等信息。粒子的速度、加速度的表达式分别为:

$$v = \frac{dx}{dt} = C_2 \alpha e^{-\alpha t} (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$
$$a = \frac{dv}{dt} = -C_2 \alpha^2 e^{-\alpha t} = -\alpha v (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$$

1.20 $g = \frac{8h}{t_2^2 - t_1^2} (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$

1.21 (1) $\mathbf{r} = A_1 \cos(\omega_0 t + \varphi_1) \mathbf{i} + A_2 \cos(\omega_0 t + \varphi_2) \mathbf{j}$;

(2) $\mathbf{v} = -\omega_0 [A_1 \sin(\omega_0 t + \varphi_1) \mathbf{i} + A_2 \sin(\omega_0 t + \varphi_2) \mathbf{j}]$,
 $\mathbf{a} = -\omega_0^2 [A_1 \cos(\omega_0 t + \varphi_1) \mathbf{i} + A_2 \cos(\omega_0 t + \varphi_2) \mathbf{j}] = -\omega_0^2 \mathbf{r}$;

(3) $\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$ 。

1.22 $v = \int_0^t a dt = \int_0^t \left(a_0 + \frac{a_0}{\tau} t \right) dt = \left(a_0 t + \frac{a_0}{2\tau} t^2 \right) (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$,

$$x = \int_0^t v dt = \int_0^t \left(a_0 t + \frac{a_0}{2\tau} t^2 \right) dt = \left(\frac{a_0}{2} t^2 + \frac{a_0}{6\tau} t^3 \right) (\text{m})。$$

1.23 $v_y = v_0 / (kv_0 t + 1) (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ 。

1.24 当发射角为 $\theta_0 = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$ 时, 炮弹沿山坡射得最远, 距离为:

$$s_{\max} = \frac{v_0^2}{g \cos^2 \alpha} (1 - \sin \alpha) (\text{m})$$

1.25 $\rho_1 = v^2 / a_n = (v_0 \cos \alpha)^2 / g = 413.3 \text{m}$,

$$\rho_2 = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_0^2}{g \cos 45^\circ} \approx 1169 \text{m}。$$

- 1.26 (1) $x = v_0 t$ (m), $y = \frac{1}{2} g t^2$ (m), $y = \frac{g x^2}{2 v_0^2}$;
- (2) $\mathbf{v} = v_0 \mathbf{i} + g t \mathbf{j}$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), $a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$),
- $$a_n = \sqrt{g^2 - a_t^2} = \frac{v_0 g}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2}\text{)}.$$
- 1.27 $a_n = \frac{(19.4)^2}{200} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1.88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,
- $$a_t = -1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2},$$
- $$\tan \alpha = \frac{a_n}{a_t} = \frac{1.88}{-1.2} = -1.5667 \Rightarrow \alpha \approx 122^\circ 33',$$
- $$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{(1.88)^2 + (-1.2)^2} \approx 2.23 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$
- 1.28 $v = |\mathbf{v}| = \sqrt{10^2 + 5^2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 11.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $$\tan \phi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{5}{10} = 0.5 \Rightarrow \phi = 27^\circ.$$

第2章

- 2.11 $\mathbf{f} = -m \frac{v_y}{c} \mathbf{j} = -\gamma v_y \mathbf{j}$ 。
- 2.12 (1) $t = 6 \text{ s}$; (2) $x = 144 \text{ m}$ 。
- 2.13 (1) $v = v_0 e^{-\frac{k}{m} t}$; (2) $H = \frac{m v_0}{k}$ 。
- 2.14 (1) $v = \left(\frac{k}{m} t + \frac{1}{v_0} \right)^{-1}$; (2) $x = \frac{m}{k} \ln \left(\frac{k}{m} v_0 t + 1 \right)$; (3) $v = v_0 e^{-\frac{k}{m} x}$ 。
- 2.15 $v < \sqrt{\mu g R}$ 。
- 2.16 $N = m \frac{v^2}{R} + mg \sin \theta$ 。
- 2.17 $H = 4 \times 10^{-23} \text{ m}$ 。
- 2.18 $\alpha = 49^\circ$ 。
- 2.19 (1) $-1.98 \times 10^3 \text{ N}$; (2) $F'_T = 3.24 \times 10^3 \text{ N}$, $F'_{N2} = -1.08 \times 10^3 \text{ N}$ 。
- 2.20 (1) $a_1 = \frac{1}{5} g = 1.96 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $a_2 = \frac{1}{5} g = 1.96 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$,
- $$a_3 = \frac{3}{5} g = 5.88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2};$$

$$(2) T_1 = 0.16g = 1.568\text{N}, T_2 = 0.08g = 0.784\text{N}。$$

$$2.21 (1) a_1 = \frac{(m_1 - m_2)g + m_2 a_2}{m_1 + m_2}; a_3 = \frac{(m_1 - m_2)g - m_1 a_2}{m_1 + m_2};$$

$$(2) F_f = \frac{m_1 m_2 (2g - a_2)}{(m_1 + m_2)}。$$

$$2.22 (1) v_0 = \sqrt{gR \tan \theta};$$

$$(2) v > v_0, F_1 = m \left(\frac{v^2}{R} \cos \theta - g \sin \theta \right);$$

$$v < v_0, F_2 = m \left(g \sin \theta - \frac{v^2}{R} \cos \theta \right)。$$

$$2.23 F_0 = \frac{1}{2} F' = \frac{5}{8} mg。$$

$$2.24 v' = \sqrt{2(a - \mu g)L} = 2.45\text{m} \cdot \text{s}^{-1}。$$

$$2.25 (1) a = g \sin \theta, \text{方向与 } L_1 \text{ 垂直};$$

$$(2) a = g \tan \theta, \text{方向与 } T_2 \text{ 方向相反}。$$

第3章

$$3.11 12\text{N}。$$

$$3.12 1.63 \times 10^6\text{N}。$$

$$3.13 1.98\text{m} \cdot \text{s}^{-1}。$$

$$3.14 2v。$$

$$3.15 (1) 300\text{J}; (2) 1.73 \times 10^2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}; (3) 3.46\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}。$$

$$3.16 -0.4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}, 3.6\text{m} \cdot \text{s}^{-1}。$$

$$3.17 -691.8\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}, -4899.3\text{J}。$$

$$3.18 3.06 \times 10^4\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}, 7.67 \times 10^4\text{J}。$$

$$3.19 3m。$$

$$3.20 0.414\text{cm}。$$

$$3.21 (1) 2mg^{\frac{1}{2}} R_c^{\frac{3}{2}}; (2) \frac{1}{8} mg R_c; (3) -\frac{1}{8} mg R_c。$$

$$3.22 459.5:1。$$

$$3.23 27.6\text{m}。$$

$$3.24 (1) F = (m_1 + m_2)g; (2) F \text{ 不变}。$$

3.25 (1) $\frac{4}{3}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; (2) $\frac{2}{3}\text{s}$ 。

3.26 502.5m。

第4章

4.11 (1) 2rad , 0 ; (2) $32\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$; (3) $128\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

4.12 (1) $10.5\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$; (2) 512.5 圈。

4.13 (1) $-4\pi\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$; (2) 225 转; (3) $15.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $a_t = -3.14\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$,
 $a_n = 987\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。

4.14 (1) $M = 50\text{kN}\cdot\text{m}$; (2) $\frac{\pi}{2}$ 。

4.15 314N。

4.16 $1.26\times 10^3\text{N}\cdot\text{m}$ 。

4.17 $\alpha = 0$, $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$ 。

4.18 $\alpha = \frac{3g}{2l}\cos\theta$, $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}\sin\theta}$ 。

4.19 $W = \frac{1}{2}mgl$, $E_k = \frac{1}{2}mgl$ 。

4.20 (1) $\frac{1}{2}mR^2$; (2) $\frac{3}{2}mR^2$; (3) $\frac{15}{32}mR^2$ 。

4.21 (1) $a = \frac{m_B g}{m_A + m_B + \frac{1}{2}m_C}$;

(2) $F_{T1} = \frac{m_A m_B g}{m_A + m_B + \frac{1}{2}m_C}$, $F_{T2} = \frac{\left(m_A + \frac{1}{2}m_C\right)m_B g}{m_A + m_B + \frac{1}{2}m_C}$ 。

4.22 $2\omega_0$ 。

4.23 (1) $\omega = 0.2\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, 逆时针; (2) $E_k = 0.4\text{J}$ 。

第5章

5.11 $1\times 10^{-6}\text{C}$ 和 $-3\times 10^{-6}\text{C}$, 或 $-1\times 10^{-6}\text{C}$ 和 $3\times 10^{-6}\text{C}$ 。

5.12 $8.22\times 10^{-8}\text{N}$ 。

5.13 364.8 N。

5.14 在两带电球外侧，距离 q_1 为 0.5m 处。

5.15 $5.13 \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ 。

$$5.16 \quad E = \frac{q}{2\pi^2 \varepsilon_0 r^2}。$$

$$5.17 \quad E = \frac{q}{4\pi \varepsilon_0 y \sqrt{\frac{l^2}{4} + y^2}}。$$

5.18 $3.07 \times 10^{21} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ 。

$$5.19 \quad r < R_1, \quad E = 0; \quad r > R_2, \quad E = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 r^2}; \quad R_1 < r < R_2, \quad E = \frac{Q(r^3 - R_1^3)}{4\pi \varepsilon_0 (R_2^3 - R_1^3)r^2}。$$

5.20 (1) $-8.85 \times 10^{-10} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$; (2) $4.43 \times 10^{-13} \text{ C} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

5.21 7.5m。

$$5.22 \quad r < R_1, \quad E = 0; \quad r > R_2, \quad E = 0; \quad R_1 < r < R_2, \quad E = \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r}。$$

$$5.23 \quad r < R, \quad E = \frac{\rho r}{2\varepsilon_0}; \quad r > R, \quad E = \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0 r}。$$

$$5.24 \quad \text{两板间 } E = 0, \quad \text{两板外侧 } E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}。$$

5.25 $3.01 \times 10^{-14} \text{ J}$ 。

$$5.26 \quad W = -\frac{qq_0 l}{2\pi \varepsilon_0 \left(R^2 - \frac{l^2}{4}\right)}。$$

$$5.27 \quad E_p = -qlE \cos \theta。$$

5.28 (1) $V_1 = 1.63 \times 10^7 \text{ V}$; (2) $V_2 = 2.44 \times 10^7 \text{ V}$ 。

5.29 (1) $r = 9 \times 10^{-4} \text{ m}$; (2) $V = 476.19 \text{ V}$ 。

5.30 取距离直导线 r_0 处为电势零点，距离导线 r 处的电势为 $\frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \ln \frac{r_0}{r}$ 。

$$5.31 \quad \frac{q}{4\pi \varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)。$$

$$5.32 \quad E = \frac{p(4x^2 + y^2)^{1/2}}{4\pi \varepsilon_0 (x^2 + y^2)^2}。$$

$$5.33 \quad (1) \quad V = \frac{k}{4\pi \varepsilon_0} (\sqrt{l^2 + y^2} - y); \quad (2) \quad E_y = \frac{k}{4\pi \varepsilon_0} \left(1 - \frac{y}{\sqrt{l^2 + y^2}} \right)。$$

第6章

- 6.11 $r < R$ 时, $E = 0$; $r > R$ 时, $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ 。
- 6.12 (1) $Q_1 = \frac{2QR_1}{R_1 + R_2}$, $Q_2 = \frac{2QR_2}{R_1 + R_2}$;
 (2) $U_1 = U_2 = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0(R_1 + R_2)}$ 。
- 6.13 (1) 内表面带电: $-q$, 外表面带电: $q+Q$;
 (2) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ 。
- 6.14 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2}$ 。
- 6.15 (1) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r r}$, $D = \frac{\lambda}{2\pi r}$, $P = \frac{(\epsilon_r - 1)}{2\pi\epsilon_r r} \lambda$;
 (2) $\sigma'_1 = (\epsilon_r - 1) \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_r R_1}$, $\sigma'_2 = (\epsilon_r - 1) \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_r R_2}$ 。
- 6.16 (1) $D_1 = D_2 = \sigma$, $E_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_1}$, $E_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_2}$;
 (2) $\sigma'_1 = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_{r1}} \right) \sigma$, $\sigma'_2 = \left(1 - \frac{1}{\epsilon_{r2}} \right) \sigma$; (3) $C = \frac{S}{\frac{d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2}}$ 。
- 6.17 $d' = d - \frac{\epsilon_0 S}{C}$ 。
- 6.18 $708\mu\text{F}$ 。
- 6.19 $\frac{\Delta C d^2}{\Delta C d + \epsilon_0 S}$ 。
- 6.20 $Q = CU = aU + bUh$, 其中 $a = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln \frac{D}{d}}$, $b = \frac{2\pi\epsilon_0(\epsilon_r - 1)}{\ln \frac{D}{d}}$ 。
- 6.21 $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_B} \right)$ 。

第7章

- 7.11 $50.0 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ 。
- 7.12 $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ 。
- 7.13 $a = 0$ 时, $B = 5.66 \times 10^{-4} \text{ T}$; $a = 5 \text{ cm}$, $B = 5.9 \times 10^{-6} \text{ T}$ 。
- 7.14 $1.2 \times 10^{-4} \text{ T}$, 方向垂直纸面向外。
- 7.15 15.36 T 。
- 7.16 $\frac{\mu_0 \omega q}{2\pi R}$ 。
- 7.17 $-6.0 \times 10^{-3} \text{ Wb}$, 0 , $6.0 \times 10^{-3} \text{ Wb}$ 。
- 7.18 $\frac{\mu_0 I}{4\pi} (1 + 2 \ln 2)$ 。
- 7.19 $\frac{\sqrt{3} \mu_0 I}{3\pi} \left[(b+h) \ln \frac{b+h}{b} - h \right]$ 。
- 7.20 $\frac{\mu_0 N I \sin^3 \alpha}{2(R-r)} \ln \frac{R}{r}$ 。
- 7.21 略。
- 7.22 (1) 0 ; (2) $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$; (3) $\frac{\mu_0 I(r^2 - b^2)}{2\pi(c^2 - b^2)r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$; (4) 0 。
- 7.23 (1) 向东偏转; (2) $7.31 \times 10^{-3} \text{ m}$ 。
- 7.24 (1) 运动轨迹为由 A 点出发, 刚开始向右转弯半径为 r 的圆形轨道;
(2) $1.76 \times 10^{17} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; (3) $1.41 \times 10^4 \text{ J}$ 。
- 7.25 $6.25 \times 10^{-4} \text{ N}$, 方向向左。
- 7.26 $\left[\frac{\mu_0 I_1 I_2 d}{2\pi(a+b)} - \frac{\mu_0 I_1 I_2 c}{2\pi a} - \frac{\mu_0 I_1 I_2}{\pi} \tan \alpha \ln \frac{a+b}{a} \right] \mathbf{i}$, 方向垂直 I_1 向左。
- 7.27 $9.35 \times 10^{-3} \text{ T}$ 。
- 7.28 IBR 。
- 7.29 (1) $B = 1.00 \text{ T}$, $H = 200 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$;
(2) $B_0 = 2.5 \times 10^{-4} \text{ T}$, $B' = 1.00 \text{ T}$ 。

第8章

8.13 $\mathcal{E}_i = 75.36\text{V}$ 。

8.14 0.08T 。

8.15 $\mathcal{E}_i = 1.109 \times 10^{-5}\text{V}$, A 端电势高。

8.16 $\mathcal{E}_i = -\frac{1}{2}\omega B(L \sin \theta)^2$ 。

8.17 (1) $\mathcal{E}_i = \frac{N\mu_0 IvaL}{2\pi d(d+a)}$; (2) $\mathcal{E}_i = -250N\mu_0 L \left(\ln \frac{d+a}{d} \right) \cos(100\pi t)$ 。

8.18 (1) $\mathcal{E}_i = Btv^2 \tan \theta$; (2) $\mathcal{E}_i = kv^3 t^2 \tan \theta \cos \omega t$ 。

8.19 $L = \frac{N^2}{l}(\mu_1 S_1 + \mu_2 S_2)$ 。

8.20 (1) $M = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln 3$; (2) $\mathcal{E}_i = \frac{\mu_0 a \omega I_0}{2\pi} \ln 3 \sin \omega t$ 。

8.21 略。