

2019 年下学期大学物理参考答案

一、选择题

1. A 2. A 3. B 4. D 5. C 6. D 7. B 8. C 9. C 10. A 11. B

二、填空题

1. $-\Phi_e$;
2. $\frac{I}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} - \frac{q}{R_1} + \frac{q+Q}{R_2} \right)$;
3. $-\frac{q}{2}$;
4. $\frac{\epsilon_0 \epsilon_{r_1} \epsilon_{r_2} S}{d_1 \epsilon_{r_2} + d_2 \epsilon_{r_1}}$;
5. $E = kb^2 / (4\epsilon_0)$;
6. $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln \frac{a+b}{b}$;
7. $\frac{IB}{U_{12}qb}$;
8. $\frac{\mu_0 Q \omega}{4\pi R}$;
9. $\frac{\lambda^2}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{L+R}{R}$ 、相互排斥；
10. $-3\mu_0 I$ 、 $2\mu_0 I$;
11. $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 、 $\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}$ 。

三、计算题

1. 解: (1) $\Phi_m = \int \vec{B} \bullet d\vec{S} = \int_d^{d+b} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} l dx = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{d+b}{d}$ (2 分)

(2) 线框每一边所受总的安培力方向如图所示

$$F_1 = F_2 = \int B I_2 dr = \int_d^{d+b} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{d+b}{d}$$
 (2 分)

$$F_3 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$
 (1 分)

$$F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi(d+b)}$$
 (1 分)

(3) 故合力的大小为 $F = F_3 - F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d} - \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi(d+b)}$ (1 分)

合力的方向朝左，指向直导线。 (1 分)

(4) $M=0$ (2 分)

2. 解: (1) 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为:

$$dq = \rho dV = qr^2 dV / (\pi R^4) = 4qr^3 dr / R^4$$

$$\text{则球体所带的总电荷为: } Q = \int_V \rho dV = \left(4q / R^4\right) \int_0^R r^3 dr = q \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 在球内作一半径为 r_1 的高斯球面, 按高斯定理有:

$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^{r_1} \frac{qr}{\pi R^4} \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{qr_1^4}{\epsilon_0 R^4}$$

$$\text{得: } E_1 = \frac{qr_1^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} \quad (r_1 \leq R), \quad \vec{E}_1 \text{ 方向沿半径向外} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{在球体外作半径为 } r_2 \text{ 的高斯球面, 按高斯定理: } 4\pi r_2^2 E_2 = q / \epsilon_0$$

$$\text{得: } E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \quad (r_2 > R), \quad \vec{E}_2 \text{ 方向沿半径向外} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 球内电势: } U_1 = \int_{r_1}^R \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} + \int_R^\infty \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^R \frac{qr^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} dr + \int_R^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr$$

$$= \frac{q}{3\pi\epsilon_0 R} - \frac{qr_1^3}{12\pi\epsilon_0 R^4} = \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R} \left(4 - \frac{r_1^3}{R^3} \right) \quad (r_1 \leq R) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{球外电势: } U_2 = \int_{r_2}^R \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_2}^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2} \quad (r_2 > R) \quad (2 \text{ 分})$$

3. 解: (1) 球壳内表面 $-Q$, 球壳外表面 Q . (2 分)

(2)

$$E = \begin{cases} 0 & r < R_1 \quad R_2 < r < R_3 \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} & R_1 < r < R_2 \quad r > R_3 \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

$$dV = 4\pi r^2 dr \quad (1 \text{ 分})$$

$$W = \int \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 dV = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) + \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R_3} \quad (2 \text{ 分})$$

$$W = \frac{Q^2}{2C} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R_3} \quad (1 \text{ 分})$$