

大学物理 AII 期中考试答案

2019 年 X 月 X 日 时长: 2 小时

一、选择题 (每题 3 分, 共 27 分)

D B B C C D C A

二、填空题 (共 39 分):

1. (6 分) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, 向右; $\frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$, 向右; $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, 向左 (每空 2 分)2. (3 分) $(\lambda_1 \lambda_2) / (2\pi \epsilon_0 a)$ 3. (3 分) $\sigma R / (2\epsilon_0)$ 4. (3 分) $2RIE$ 5. (4 分) $-8.0 \times 10^{-15} \text{ J}$, $-5 \times 10^4 \text{ V}$ (每空 2 分)6. (4 分) $\sqrt{2Fd/C}$ $\sqrt{2FdC}$ (每空 2 分)7. (6 分) ϵ_r , 1, ϵ_r (每空 2 分)8. (4 分) σ , $\sigma / (\epsilon_0 \epsilon_r)$ (每空 2 分)

9. (3 分) 小

10. (3 分) $C_2 C_3 / C_1$

三、计算题 (共 34 分)

1. (6 分) 解: 通过 $x=a$ 处平面 1 的电场强度通量

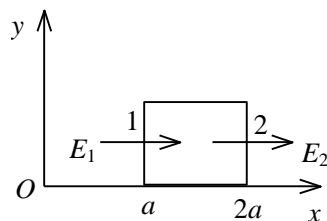
$$\Phi_1 = -E_1 S_1 = -b a^3 \quad 2 \text{ 分}$$

通过 $x=2a$ 处平面 2 的电场强度通量

$$\Phi_2 = E_2 S_2 = 2b a^3 \quad 2 \text{ 分}$$

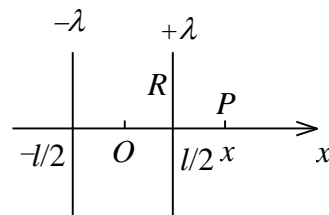
其它平面的电场强度通量都为零. 因而通过该高斯面的总电场强度通量为

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = 2b a^3 - b a^3 = b a^3 = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C} \quad 2 \text{ 分}$$

2. (6 分) 解: 设轴线上任意点 P 的坐标为 x , 两带电圆环在 P 点产生的电势分别为:

$$U_+ = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x-l/2)^2 + R^2}} \quad 2 \text{ 分}$$

$$U_- = \frac{-\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x+l/2)^2 + R^2}} \quad 2 \text{ 分}$$

由电势叠加原理, P 点的电势为

$$U = U_+ + U_- = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{(x-l/2)^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x+l/2)^2 + R^2}} \right] \quad 2 \text{ 分}$$

3. (12 分) 解: (1) 两导体球壳接地, 壳外无电场. 导体球 A 、 B 外的电场均呈球对称分布. 今先比较两球外场强的大小, 击穿首先发生在这场强最大处. 设击穿时, 两导体球 A 、 B 所带的电荷分别为 Q_1 、 Q_2 , 由于 A 、 B 用导线连接, 故两者等电势, 即满足:

$$\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{-Q_1}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{-Q_2}{4\pi\epsilon_0 R} \quad 3 \text{ 分}$$

代入数据解得 $Q_1/Q_2 = 1/7$ 1 分

两导体表面上的场强最强, 其最大场强之比为

$$\frac{E_{1\max}}{E_{2\max}} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} / \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} = \frac{Q_1 R_2^2}{Q_2 R_1^2} = \frac{4}{7} \quad 3 \text{ 分}$$

B 球表面处的场强最大, 这里先达到击穿场强而击穿, 即

$$E_{2\max} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} = 3 \times 10^6 \text{ V/m} \quad 2 \text{ 分}$$

(2) 由 $E_{2\max}$ 解得 $Q_2 = 3.3 \times 10^{-4} \text{ C}$ 1 分

$$Q_1 = \frac{1}{7} Q_2 = 0.47 \times 10^{-4} \text{ C} \quad 1 \text{ 分}$$

击穿时两球所带的总电荷为 $Q = Q_1 + Q_2 = 3.77 \times 10^{-4} \text{ C}$ 1 分

4. (10 分) 解: 设内外圆筒沿轴向单位长度上分别带有电荷 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 根据高斯定理可求

得两圆筒间任一点的电场强度为 $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r}$ 2 分

则两圆筒的电势差为 $U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}$

解得 $\lambda = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r U}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$ 3 分

于是可求得 A 点的电场强度为 $E_A = \frac{U}{R \ln(R_2/R_1)}$
 $= 998 \text{ V/m}$ 方向沿径向向外 2 分

A 点与外筒间的电势差: $U' = \int_R^{R_2} E dr = \frac{U}{\ln(R_2/R_1)} \int_R^{R_2} \frac{dr}{r}$
 $= \frac{U}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{R} = 12.5 \text{ V}$ 3 分