

## 《电磁学》作业六答案

2.2-3 面积都是  $2\text{m}^2$  的两平行导体板放在空气中相距  $5\text{mm}$ ，两板电位差为  $1000\text{V}$ ，略去边缘效应。求：

- (1) 电容  $C$ ;
- (2) 各板上的电量  $Q$  和电荷密度  $\sigma_e$ ;
- (3) 板间的电场强度  $E$ 。

解：(1) 平板电容器电容：
$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 2}{5 \times 10^{-3}} = 3.54 \times 10^{-9} (\text{F})$$

(2) 极板上电量：
$$Q = CU = 3.54 \times 10^{-9} \times 1000 = 3.54 \times 10^{-6} (\text{C})$$

电荷密度为：
$$\sigma_e = \frac{Q}{S} = \frac{3.54 \times 10^{-6}}{2} = 1.77 \times 10^{-6} (\text{C}/\text{m}^2)$$

(3) 板间电场强度：
$$E = \frac{\sigma_e}{\epsilon_0} = \frac{1.77 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}} \approx 2.01 \times 10^5 (\text{V}/\text{m})$$

2.2-4 如图，三块平面金属板 A, B, C 彼此平行放置，AB 之间的距离是 BC 之间距离的一半。用导线将外侧的两板 A, C 相并联并接地，使中间导体板 B 带  $3\mu\text{C}$ ，三导体的六各面上的电荷各为多少？

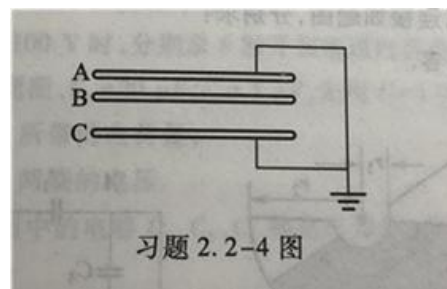
解：相对的面电荷等量异号，最外面的两个面电荷等量同号

$$C_{AB} = 2C_{BC} \quad U_{BA} = U_{BC} \quad Q_1 = C_{AB}U_{AB} \quad Q_2 = C_{BC}U_{BC}$$

$$\begin{cases} Q_1 = 2Q_2 \\ Q_1 + Q_2 = 3\mu\text{C} \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} Q_1 = 2\mu\text{C} \\ Q_2 = 1\mu\text{C} \end{cases}$$

A、C 板接地，所以 A 板上表面和 C 板下表面所带电量为 0

从上到下 6 个面的电量：0、-2、+2、+1、-1、0  $\mu\text{C}$



2.2-9 半径都是  $a$  的两根平行长直导线相距为  $d$  ( $d \gg a$ )，求单位长度的电容。

解：设两导线电荷线密度为： $\pm \lambda$

电场可以视为两根长直带电线产生电场的叠加：

$$\vec{E} = \left[ \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 (d-x)} \right] \hat{i}$$

$$\text{两导线的电势差: } U = \int_a^{d-a} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_a^{d-a} \left[ \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 (d-x)} \right] dx = \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{d-a}{a}$$

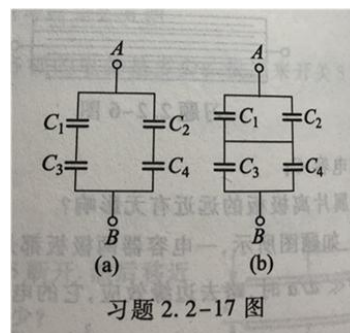
$$\text{单位长度电容: } C = \frac{\lambda}{U} = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln[(d-a)/a]} \approx \frac{\pi\epsilon_0}{\ln d/a}$$

2.2-17 四个电容  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  都已知, 求图(a), (b)两种连法时 AB 间的电容。

解: (a)  $C_1$  和  $C_3$  串联,  $C_2$  和  $C_4$  串联, 再并联

$$C_{13} = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3} \quad C_{24} = \frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4}$$

$$C = C_{13} + C_{24} = \frac{C_1 C_3 (C_2 + C_4) + C_2 C_4 (C_1 + C_3)}{(C_1 + C_3)(C_2 + C_4)}$$



习题 2.2-17 图

(b)  $C_1$  和  $C_2$  并联,  $C_3$  和  $C_4$  并联, 再串联

$$C_{12} = C_1 + C_2 \quad C_{34} = C_3 + C_4$$

$$C = \frac{C_{12} \cdot C_{34}}{C_{12} + C_{34}} = \frac{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}$$

2.2-18 求附图中 A, B 间的电容; (2) 在 A, B 间加上 100V 的电压, 求  $C_2$  上的电荷和电压; (3) 如果这时  $C_1$  被击穿 (即变成通路), 问  $C_3$  上的电荷和电压是多少?

解: (1)  $C_1$  和  $C_2$  并联, 再与  $C_3$  串联

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 15 \mu F$$

$$C = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = 3.75 \mu F$$

(2)  $U_{12} = Q / C_{12} \quad U_3 = Q / C_3$

$$\frac{U_{12}}{U_3} = \frac{C_3}{C_{12}} = \frac{3}{15} = \frac{1}{3} \quad U_{12} + U_3 = 100V$$

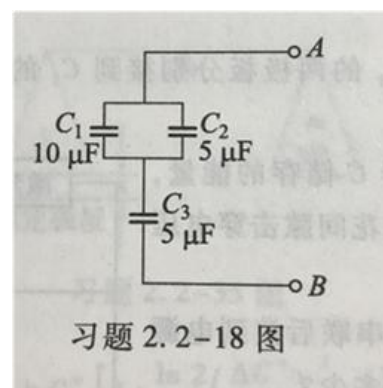
$$U_1 = U_2 = U_{12} = 25V \quad U_3 = 75V$$

$$Q_2 = C_2 U_2 = 125 \mu C$$

(3) 如  $C_1$  击穿, 则 100V 电压全部加在  $C_3$  上

$$U_3 = 100V$$

$$Q_3 = C_3 U_3 = 5 \times 10^{-4} (C) = 500 \mu C$$



习题 2.2-18 图