

## Tụ điện phẳng

### A. Phương pháp & Ví dụ

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi d}$$

Điện dung của tụ điện phẳng:

Trong đó: S là diện tích phần đối diện giữa 2 bản tụ ( $m^2$ )

d là khoảng cách giữa 2 bản tụ (m)

$\epsilon$  là hệ số điện môi

+ Đối với tụ điện biến thiên thì phần đối diện của hai bản sẽ thay đổi.

+ Công thức chỉ áp dụng cho trường hợp chất điện môi lấp đầy khoảng không gian giữa hai bản. Nếu lớp điện môi chỉ chiếm một phần khoảng không gian giữa hai bản thì cần phải phân tích, lập luận mới tính được điện dung C của tụ điện.

**Ví dụ 1:** Một tụ phẳng có các bản hình tròn bán kính 10 cm, khoảng cách và hiệu điện thế hai bản tụ là 1 cm;  $10^8$  V. Giữa hai bản là không khí. Tìm điện tích của tụ điện.

**Hướng dẫn:**

Ta có điện dung của tụ điện

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d} = \frac{\pi R^2}{4\pi k d} = \frac{0,1^2}{4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 0,01} = 2,78 \cdot 10^{-11} F$$

Điện tích của tụ  $Q = CU = 2,78 \cdot 10^{-11} \cdot 10^8 = 3 \cdot 10^{-9} C$

**Ví dụ 2:** Một tụ điện phẳng không khí có điện dung  $C = 500$  pF tích điện đến hiệu điện thế  $U = 300$  V.

a) Ngắt tụ khỏi nguồn, nhúng vào chất điện môi lỏng  $\epsilon = 2$ . Hiệu điện thế, năng lượng điện trường giữa hai bản tụ điện bằng bao nhiêu?

b) Vẫn nối tụ với nguồn, nhúng vào chất điện môi lỏng  $\epsilon = 2$ . Hiệu điện thế, năng lượng điện trường giữa hai bản tụ bằng bao nhiêu?

**Hướng dẫn:**

a) Khi đặt trong không khí điện tích của tụ là  $Q = CU = 500 \cdot 10^{-12} \cdot 300 = 1,5 \cdot 10^{-7} C$ .

Ngắt tụ khỏi nguồn và nhúng vào chất điện môi thì:

- Điện tích trên tụ là không đổi  $Q' = Q = 1,5 \cdot 10^{-7} C$

$$C' = \frac{\epsilon S}{4\pi k d} = \epsilon C = 10^{-9} F.$$

- Điện dung của tụ tăng

- Hiệu điện thế của tụ lúc này là

$$U' = \frac{Q'}{C'} = \frac{1,5 \cdot 10^{-7}}{10^{-9}} = 150 V$$

- Năng lượng trong lòng bản tụ:

$$W_d' = \frac{Q'^2}{2C'} = \frac{Q^2}{2\epsilon C} = \frac{(1,5 \cdot 10^{-7})^2}{2 \cdot 2 \cdot 500 \cdot 10^{-12}} = 1,125 \cdot 10^{-5} J.$$

b) Vẫn nối tụ với nguồn và nhúng vào chất điện môi thì:

- Hiệu điện thế trên tụ không đổi:  $U' = U = 300 V$

$$C' = \frac{\epsilon S}{4\pi k d} = \epsilon C = 10^{-9} \text{ F}$$

- Điện dung của tụ tăng:
- Điện tích tích trên tụ tăng :  $Q = C'U' = 300.10^{-9} \text{ C}$
- Năng lượng trong lòng tụ tăng:

$$W' = \frac{1}{2} C' U'^2 = \frac{1}{2} \epsilon C U = \frac{1}{2} . 2.10^{-9} . 300 = 300.10^{-9} \text{ J}.$$

**Ví dụ 3:** Tụ điện phẳng không khí điện dung  $C = 2\text{pF}$  được tích điện ở hiệu điện thế  $U = 600 \text{ V}$ .

- Tính điện tích  $Q$  của tụ.
- Ngắt tụ khỏi nguồn, đưa hai bản tụ ra xa để khoảng cách tăng gấp 2. Tính  $C_1$ ,  $Q_1$ ,  $U_1$ ,  $W_1$  của tụ.
- Vẫn nối tụ với nguồn, đưa hai bản tụ ra xa để khoảng cách tăng gấp 2 lần. Tính  $C_2$ ,  $Q_2$ ,  $U_2$  của tụ.

**Hướng dẫn:**

- Điện tích của tụ:  $Q = CU = 2.10^{-2} . 600 = 1,2.10^{-9} \text{ C}$ .
  - Khi ngắt tụ khỏi nguồn: điện tích tụ không đổi nên  $Q_1 = Q = 1,2.10^{-9} \text{ C}$
- Điện dung của tụ điện:

$$C_1 = \frac{\epsilon S}{9.10^9 . 4\pi . 2d} = \frac{C}{2} = 10^{-12} \text{ F} = 1\text{pF}$$

Hiệu điện thế của tụ điện:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{1,2.10^{-9}}{10^{-12}} = 1200 \text{ V}.$$

- Khi vẫn nối tụ với nguồn điện: hiệu điện thế giữa hai bản tụ không đổi:  $U_2 = U = 600 \text{ V}$
- Điện dung của tụ:

$$C_2 = \frac{\epsilon S}{9.10^9 . 4\pi . 2d} = \frac{C}{2} = 10^{-12} \text{ F} = 1\text{pF}$$

Điện tích của tụ:  $Q_2 = C_2 U_2 = 10^{-12} . 600 = 0,6.10^{-9} \text{ C}$ .

**Ví dụ 4:** Hai bản tụ điện phẳng có dạng hình tròn bán kính  $R = 60 \text{ cm}$ , khoảng cách giữa các bản là  $d = 2\text{mm}$ . Giữa hai bản là không khí. Có thể tích điện cho tụ điện một điện tích lớn nhất là bao nhiêu để tụ điện không bị đánh thủng? Biết rằng điện trường lớn nhất mà không khí chịu được là  $3.10^5 \text{ V/m}$ .

**Hướng dẫn:**

Điện dung của tụ điện

$$C = \frac{\pi R^2}{4\pi k d} = \frac{0,6^2}{4.9.10^9 . 2.10^{-3}} = 5.10^{-9} \text{ F}$$

Hiệu điện thế lớn nhất có thể đặt vào hai đầu bản tụ là  $U = Ed = 3.10^5 . 0,002 = 600 \text{ V}$ .

Điện tích lớn nhất tụ tích được để không bị đánh thủng là  $Q = CU = 5.10^{-9} . 600 = 3.10^{-6} \text{ C}$

## B. Bài tập

**Bài 1:** Hai bản tụ điện phẳng có dạng hình tròn bán kính  $R = 60 \text{ cm}$ , khoảng cách giữa hai bản là  $d = 2 \text{ mm}$ . Giữa hai bản là không khí. Tính điện dung của tụ điện.

**Lời giải:**

Điện dung của tụ điện

$$C = \frac{\epsilon \pi R^2}{4\pi k d} = \frac{0,6^2}{4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-9} = 5 \cdot 10^3 \text{ pF}$$

**Bài 2:** Một tụ điện phẳng được mắc vào hai cực của một nguồn điện có hiệu điện thế  $50 \text{ V}$ . Ngắt tụ điện ra khỏi nguồn rồi kéo cho khoảng cách giữa hai bản tụ tăng lên gấp hai lần. Tìm hiệu điện thế của tụ khi đó.

**Lời giải:**

Ta có:  $d' = 2d$ . Ngắt tụ ra khỏi nguồn thì điện tích trên tụ không đổi:  $Q = CU = C'U'$

$$\rightarrow U' = \frac{C}{C'} U = \frac{d'}{d} U = 2U = 100 \text{ V}.$$

**Bài 3:** Cho một tụ điện phẳng mà hai bản có dạng hình tròn bán kính  $2 \text{ cm}$  và đặt trong không khí. Hai bản cách nhau  $2 \text{ mm}$ . Có thể đặt một hiệu điện thế lớn nhất là bao nhiêu vào hai bản tụ điện đó? Cho biết điện trường đánh thủng đối với không khí là  $3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$ .

**Lời giải:**

Hiệu điện thế lớn nhất có thể đặt vào hai bản tụ là  $U = E_{\max} d = 3 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 6000 \text{ V}$ .