

Lời Giải Chi Tiết Các Bài Tập Tự Điện Phẳng

Dạng 1: Thay đổi cấu trúc tụ điện

Bài 1:

- Trạng thái 1: $C_1 = 500 \text{ pF}$, $U_1 = 200 \text{ V}$. Điện tích $Q = C_1 U_1 = 500 \cdot 10^{-12} \cdot 200 = 10^{-7} \text{ C}$.
- Trạng thái 2: Ngắt khỏi nguồn nên Q không đổi ($Q = 10^{-7} \text{ C}$).
- Khoảng cách tăng gấp đôi ($d_2 = 2d_1$) $\Rightarrow C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d} \Rightarrow C$ tỷ lệ nghịch với d .
- Vậy $C_2 = \frac{C_1}{2} = 250 \text{ pF}$.
- Hiệu điện thế mới: $U_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{10^{-7}}{250 \cdot 10^{-12}} = 400 \text{ V}$.

Bài 2:

- Trước khi nhúng ($\epsilon_1 = 1$):
 - $C_1 = \frac{\epsilon_1 S}{4\pi k d} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} \approx 4,42 \cdot 10^{-11} \text{ F}$.
 - $Q_1 = C_1 U = 4,42 \cdot 10^{-11} \cdot 100 = 4,42 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.
- Sau khi nhúng ($\epsilon_2 = 2$):
 - Vì vẫn nối nguồn nên $U = 100 \text{ V}$ không đổi.
 - $C_2 = \epsilon_2 \cdot \left(\frac{S}{4\pi k d}\right) = 2C_1$.
 - $Q_2 = C_2 U = 2Q_1 = 8,84 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

Bài 3:

- Điện dung ban đầu: $C_1 = \frac{1 \cdot 50 \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 0,01} \approx 4,42 \cdot 10^{-12} \text{ F}$.
- Điện dung sau khi kéo ($d_2 = 1 + 2 = 3 \text{ cm}$): $C_2 = \frac{C_1}{3} \approx 1,47 \cdot 10^{-12} \text{ F}$.
- Vì ngắt nguồn nên Q không đổi. Công cần thiết bằng độ biến thiên năng lượng:
- $A = W_2 - W_1 = \frac{Q^2}{2C_2} - \frac{Q^2}{2C_1} = \frac{Q^2}{2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)$.
- $A = \frac{(10^{-7})^2}{2} \cdot \frac{2}{C_1} = \frac{10^{-14}}{4,42 \cdot 10^{-12}} \approx 2,26 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.

Dạng 2: Ghép các tụ điện

Bài 1:

- a. Ghép nối tiếp: $\frac{1}{C_{nt}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3+2+1}{6} = 1 \Rightarrow C_{nt} = 1 \text{ } \mu\text{F}$.
- b. Ghép song song: $C_{ss} = 2 + 3 + 6 = 11 \text{ } \mu\text{F}$.

Bài 2:

- $C_{12} = C_1 + C_2 = 1 + 3 = 4 \text{ } \mu\text{F}$.
- $C_{td} = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = 2 \text{ } \mu\text{F}$.
- Điện tích mạch chính: $Q = C_{td} U = 2 \cdot 20 = 40 \text{ } \mu\text{C}$.

- Vì $C_{12} \text{ nt } C_3 \Rightarrow Q_3 = Q_{12} = Q = 40 \mu\text{C}$.
- Hiệu điện thế bộ song song: $U_{12} = \frac{Q_{12}}{C_{12}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ V} \Rightarrow U_1 = U_2 = 10 \text{ V}$.
- $Q_1 = C_1 U_1 = 1 \cdot 10 = 10 \mu\text{C}$.
- $Q_2 = C_2 U_2 = 3 \cdot 10 = 30 \mu\text{C}$.

Bài 3:

- $C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$.
- a. Hai nửa điện môi chồng lên nhau: Coi là 2 tụ C_1 (không khí, dày $d/2$) và C_2 (điện môi, dày $d/2$) ghép nối tiếp.
 - $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d/2} = 2C_0$; $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d/2} = 2\epsilon C_0$.
 - $C_a = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4\epsilon C_0^2}{2C_0(1+\epsilon)} = \frac{2\epsilon}{1+\epsilon} C_0$.
- b. Hai nửa điện môi đặt cạnh nhau: Coi là 2 tụ C_1 (không khí, diện tích $S/2$) và C_2 (điện môi, diện tích $S/2$) ghép song song.
 - $C_1 = \frac{\epsilon_0(S/2)}{d} = \frac{C_0}{2}$; $C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0(S/2)}{d} = \frac{\epsilon C_0}{2}$.
 - $C_b = C_1 + C_2 = \frac{1+\epsilon}{2} C_0$.

Dạng 3: Chuyển động của điện tích**Bài 1:**

- Lực điện ngược chiều vận tốc (vì electron $q < 0$): $F = |q|E$.
- Gia tốc hãm: $a = \frac{|q|E}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100}{9,1 \cdot 10^{-31}} \approx 1,76 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$.
- Khi dừng lại $v = 0$. Quãng đường: $s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{(10^6)^2}{2 \cdot 1,76 \cdot 10^{13}} \approx 0,0284 \text{ m} = 2,84 \text{ cm}$.

Bài 2:

- Điều kiện lơ lửng: $P = F_d \Rightarrow mg = |q|E = |q|\frac{U}{d}$.
- Rút ra: $|q| = \frac{mgd}{U}$.
- Đổi đơn vị: $m = 10^{-6} \text{ g} = 10^{-9} \text{ kg}$.
- $|q| = \frac{10^{-9} \cdot 10 \cdot 0,02}{1000} = 2 \cdot 10^{-13} \text{ C}$.

Bài 3:

- Theo phương Ox: $t = \frac{L}{v_0} = \frac{0,1}{2 \cdot 10^5} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.
- Gia tốc theo phương Oy: $a = \frac{qU}{md} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 0,02} \approx 4,79 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$.
- Độ lệch (y): $y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 4,79 \cdot 10^{11} \cdot (5 \cdot 10^{-7})^2 \approx 0,059 \text{ m} = 5,9 \text{ cm}$.
- Lưu ý: Vì $y > d/2$ ($5,9 > 1$), thực tế proton sẽ chạm vào bản tụ trước khi bay ra. Kết quả trên là lý thuyết nếu bản tụ đủ rộng.