

www.mientayvn.com

Dịch tiếng anh chuyên ngành khoa học tự nhiên và kỹ thuật.

Dịch các bài giảng trong chương trình học liệu mở của học viện MIT, Yale.

Tìm và dịch tài liệu phục vụ cho sinh viên làm seminar, luận văn.

Tại sao mọi thứ đều miễn phí và chuyên nghiệp ???

Trao i tr c tuy n t i:

www.mientayvn.com/chat_box_li.html

BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯỜNG

Tác giả: PGS. TS Đỗ Ngọc Uẩn

Viện Vật lý kỹ thuật

Trường ĐH Bách khoa Hà nội

Chương II

VẬT DẪN

Kim loại: hạt dẫn là các điện tử tự do

1. Điều kiện cân bằng tĩnh điện, Tính chất của vật dẫn mang điện

1.1. Điều kiện cân bằng tĩnh điện:

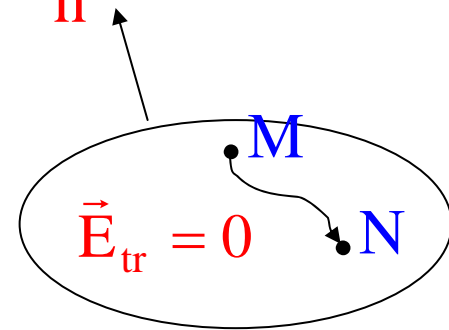
- Véc tơ cường độ điện trường trong vật dẫn bằng không: $\vec{E}_{tr} = 0$

. Thành phần tiếp tuyến của véc tơ cường độ điện trường trên bề mặt vật dẫn bằng không:

$$\vec{E}_t = 0 \quad \vec{E} = \vec{E}_n$$

1.2. Tính chất của vật dẫn mang điện

- Vật dẫn là vật đẳng thế



$$V_M - V_N = \int_M^N \vec{E} d\vec{s} = \int_M^N \vec{E}_t d\vec{s} = 0$$

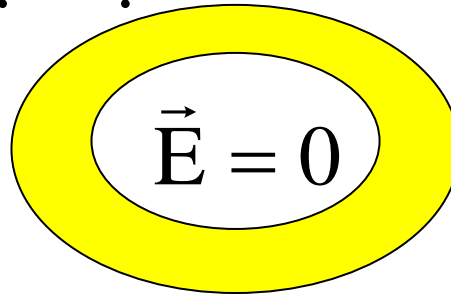
Điện tích chỉ phân bố trên bề mặt của vật dẫn bên trong vật dẫn điện tích bằng 0

$$\sum q_i = \oint \vec{D} d\vec{S} = 0 \quad \text{vì} \quad \vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E} = 0$$

Véc tơ cường độ điện trường luôn vuông góc với bề mặt vật dẫn.

1.3 Ứng dụng

Lồng Faraday



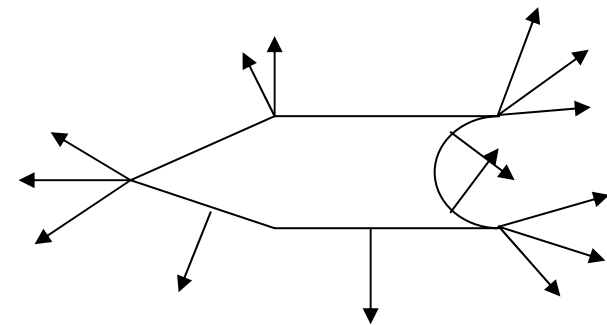
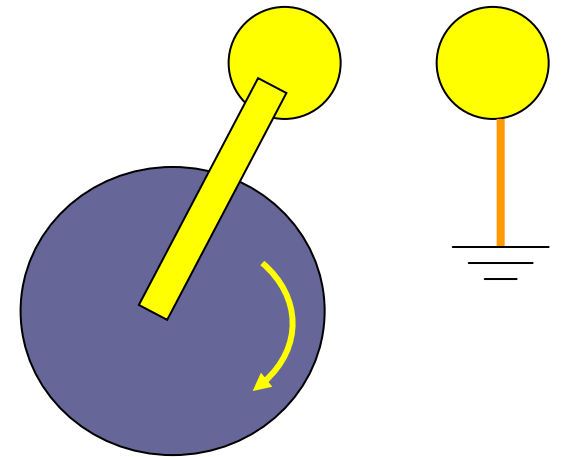
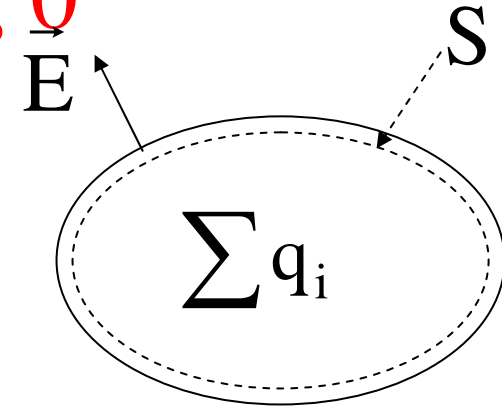
Máy phát tĩnh điện Wandegraf

Hiệu ứng mũi nhọn, gió điện:

Giải phóng điện tích trên máy

bay, phóng điện bảo vệ máy

điện, cột thu lôi

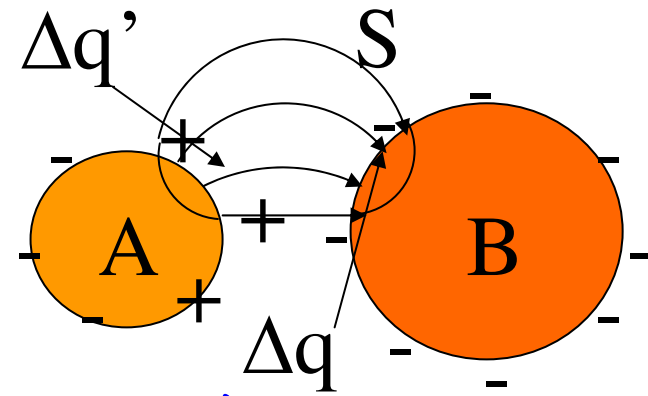


2. Hiện tượng điện hưởng

A lúc đầu không tích điện

B tích điện âm được đưa gần A

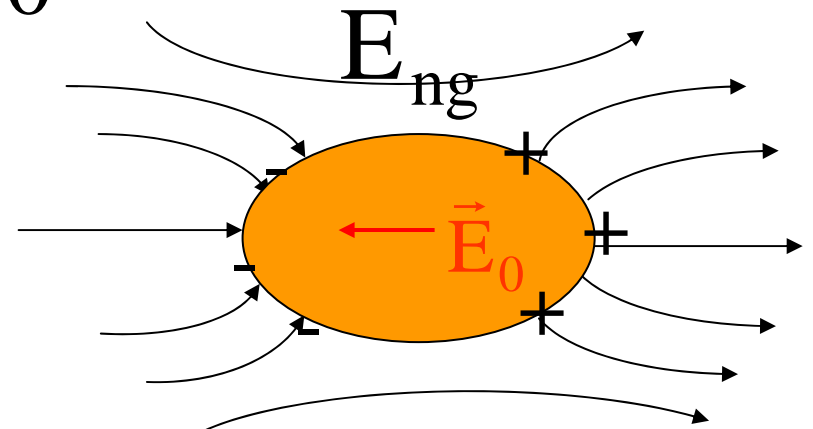
...là hiện tượng các điện tích cảm ứng xuất hiện trên vật dẫn (lúc đầu không tích điện) khi đặt trong điện trường ngoài



$$\Phi_e = \oint_S \vec{D} d\vec{S} = \Delta q + \Delta q' = 0 \quad \vec{E}_{tr} = \vec{E}_{ng} + \vec{E}_0 = 0$$

$$\Delta q' = -\Delta q$$

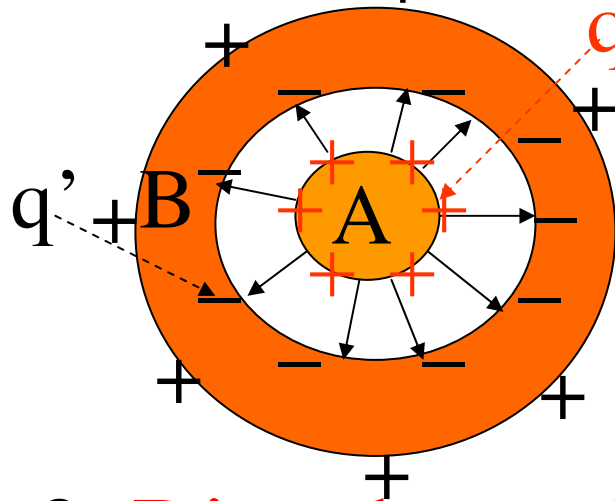
$$|\Delta q| = |\Delta q'|$$



ĐL về các phtử tương ứng: điện tích cảm ứng trên các phtử tương ứng có giá trị bằng nhau

Điện hưởng **một phần** và điện hưởng **toàn phần**

A mang điện tích, B chịu điện hưởng



Điện hưởng toàn phần $q' = q$

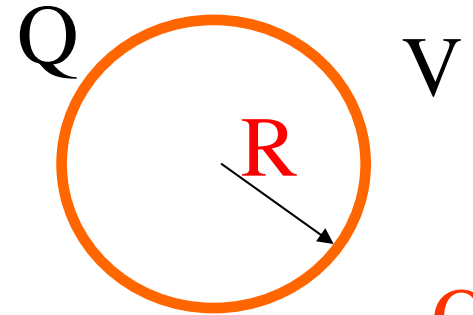
Điện hưởng một phần $q' < q$

3. Điện dung của vật dẫn cô lập

$$Q \sim V \Rightarrow Q = CV$$

C - Hệ số tỷ lệ gọi là **điện dung**

$$C = \frac{Q}{V}$$



$V=1 \Rightarrow C=Q$ có giá trị **bằng điện tích cần truyền cho vật để điện thế của nó tăng thêm 1 đơn vị**

$$1\text{Fara} = \frac{1\text{Culong}}{1\text{Von}}$$

Cầu KL bán kính R, Q=1, V=1, **C=1F**

$$\Rightarrow R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} = \frac{1}{4\pi \cdot 8,86 \cdot 10^{-12}} = 9 \cdot 10^9 \text{ (m)} \quad V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$

. Gấp 1500 lần bán kính trái đất!

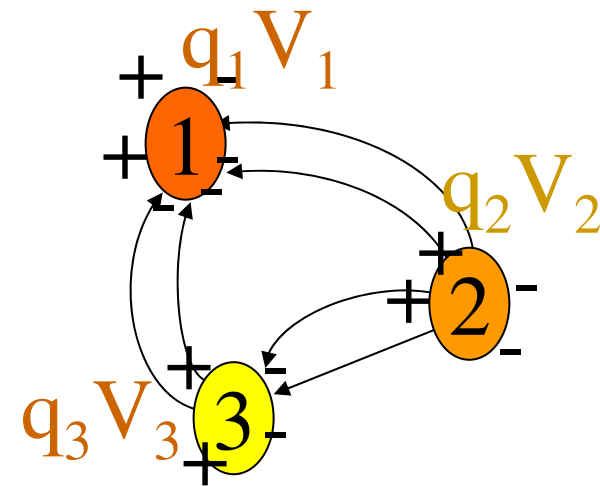
4. Hệ vật dẫn tích điện cân bằng, tụ điện

4.1. Điện dung và hệ số điện hưởng

Hệ ba vật dẫn 1, 2, 3:

Điện tích q_1, q_2, q_3

Điện thế tương ứng: V_1, V_2, V_3



C_{ik} đối xứng

$$q_1 = C_{11}V_1 + C_{12}V_2 + C_{13}V_3$$

$$q_2 = C_{21}V_1 + C_{22}V_2 + C_{23}V_3$$

$$q_3 = C_{31}V_1 + C_{32}V_2 + C_{33}V_3$$

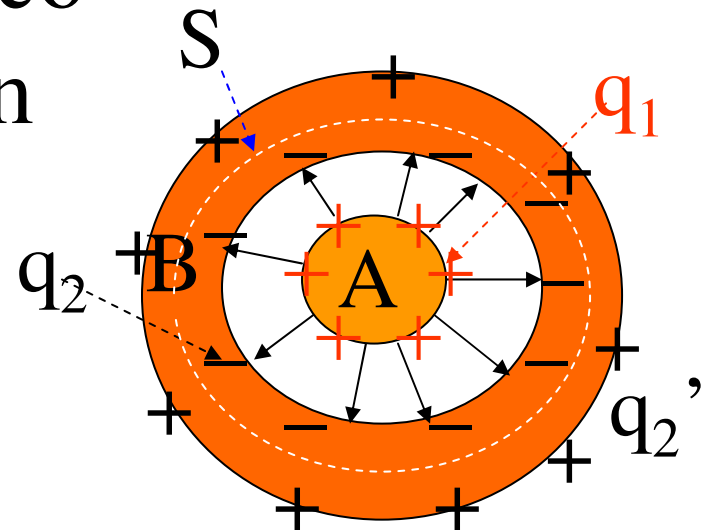
$$C_{ik} = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{vmatrix}$$

$C_{i=k}$ Điện dung; $C_{i \neq k}$ hệ số điện hưởng có tính tương hỗ nên $C_{ik} = C_{ki}$. Nếu có n vật dẫn thì $i, k = 1, 2, \dots, n$.

4.2. **Tụ điện**: Gồm hai vật dẫn có tương tác điện hưởng toàn phần

a. **Tính chất I**: $q_1 + q_2 = 0$

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = q_1 + q_2 = 0$$



$$q_1 = C(V_1 - V_2)$$

$$q_2 = -C(V_1 - V_2)$$

b. Tính chất II:

C là điện dung của tụ điện; $q_1 > 0$, $C > 0 \Rightarrow V_1 > V_2$

Chứng minh: Nối vỏ ngoài B với đất $q_2' = 0$:

$$q_1 = C_{11}V_1 + C_{12}V_2$$

$$q_1 = C_{11}V_1 + C_{12}V_2$$

$$q_2 = C_{21}V_1 + C_{22}V_2$$

$$-q_1 = C_{21}V_1 + C_{22}V_2$$

$$(C_{11} + C_{21})V_1 + (C_{12} + C_{22})V_2 = 0$$

$$C_{11} = -C_{21} \quad \text{và} \quad C_{22} = -C_{12}$$

$$C_{11} = C_{22} = C \quad \text{và} \quad C_{21} = C_{12} = -C$$

U hiệu điện

c. Tính chất III: $q = q_1 = -q_2$

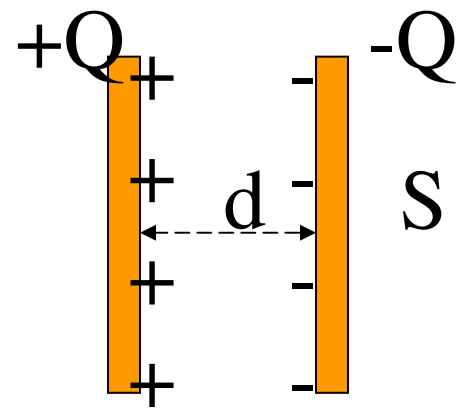
thế giữa 2

$$q = C(V_1 - V_2) = CU$$

bản cực tụ

a. Tụ điện phẳng

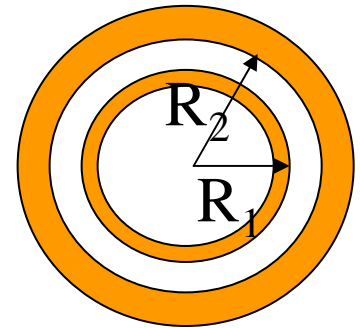
$$U = V_1 - V_2 = E \cdot d = \frac{\sigma \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon}$$
$$U = \frac{\sigma \cdot d \cdot S}{\epsilon_0 \epsilon S} = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 \epsilon S} \Rightarrow C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$



b. Tụ điện cầu

$$U = V_1 - V_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

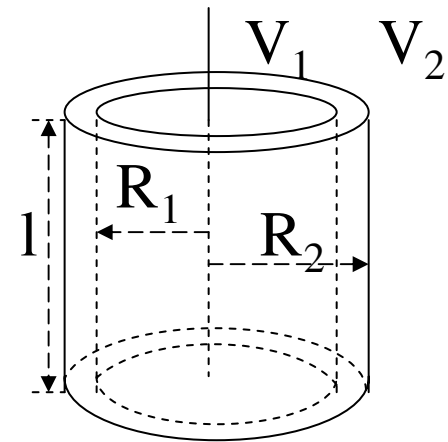
$$\Rightarrow C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_0 \epsilon 4\pi R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$



c. Tụ điện trụ

$$U = V_1 - V_2 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0\epsilon l} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$\Rightarrow C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_0 \epsilon 2\pi l}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$



$$\ln \frac{R_2}{R_1} = \ln \left(1 + \frac{R_2 - R_1}{R_1} \right) \approx \frac{R_2 - R_1}{R_1} = \frac{d}{R}$$

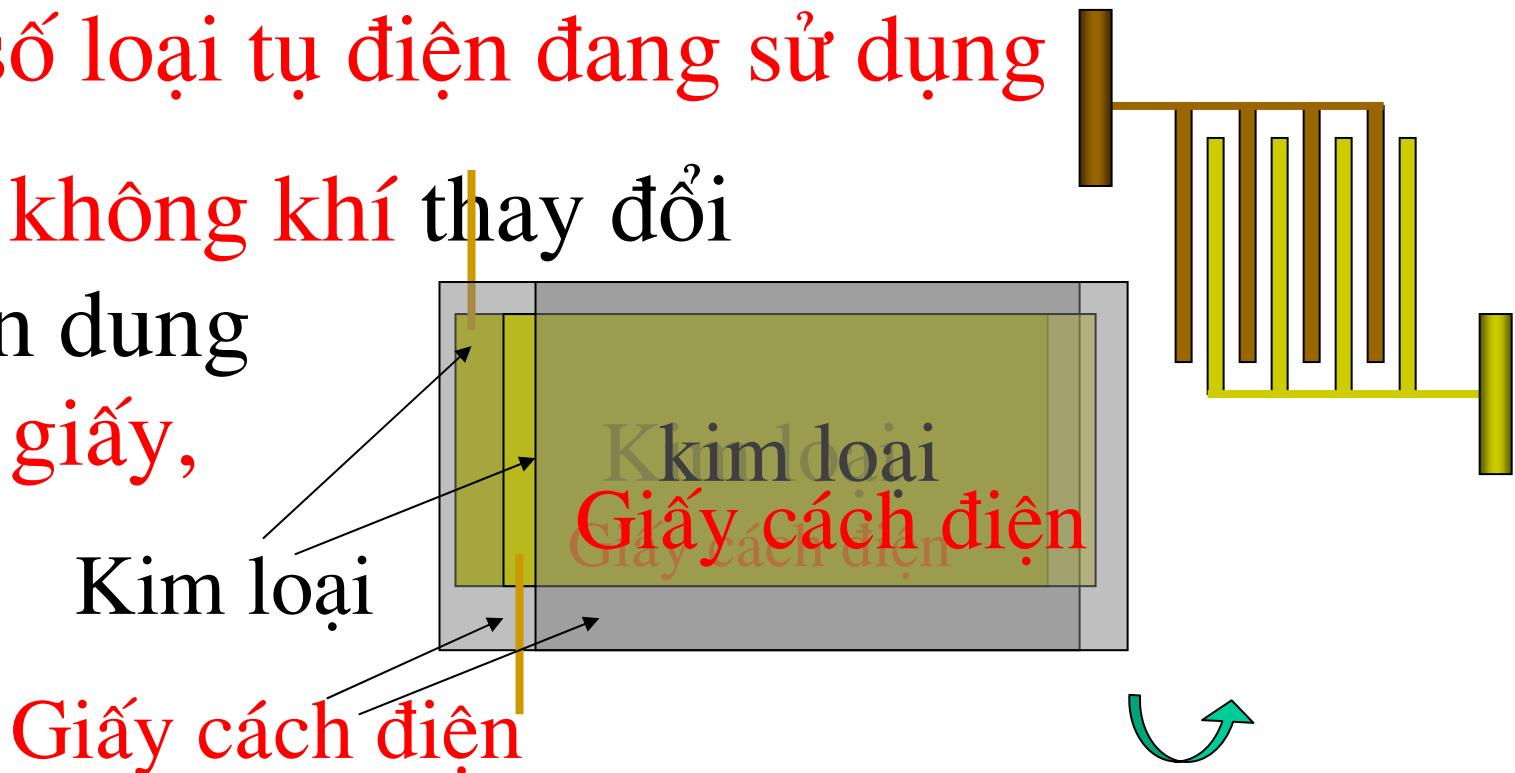
$$\Rightarrow C = \frac{\epsilon_0 \epsilon 2\pi l R}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

• Điện dung C của tụ điện bất kỳ \sim thuận ϵ & S và \sim nghịch d .

d. Một số loại tụ điện đang sử dụng

• Tụ điện không khí thay đổi được điện dung

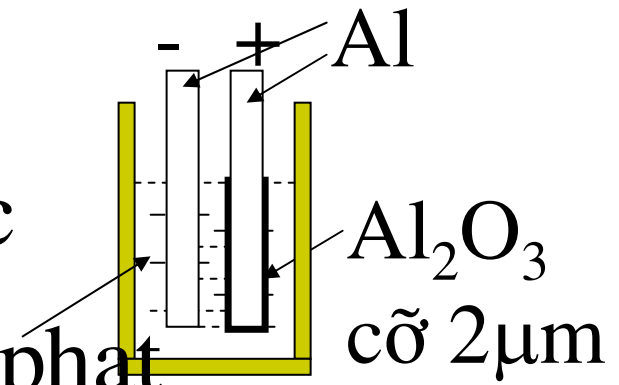
• Tụ điện giấy, tụ dầu



•Tụ điện hoá (điện phân)

$C \sim 100\mu\text{F}$, $U \sim 40\text{V}$, Phân cực

Dung dịch loãng bicabonat phot phat



5. Năng lượng điện trường

5.1. Năng lượng tương tác của một hệ điện tích điểm

Hệ 2 điện tích điểm q_1 và q_2

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r}$$

$$r_{12} = r_{21} = r \Rightarrow W = \frac{1}{2} q_1 \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_{21}} + \frac{1}{2} q_2 \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_{12}}$$

$$W = \frac{1}{2} (q_1 V_1 + q_2 V_2)$$

Hệ n điện tích điểm q_1, q_2, \dots, q_n

$$W = \frac{1}{2} (q_1 V_1 + q_2 V_2 + \dots + q_n V_n) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i V_i$$

5. 2. Năng lượng điện của một vật dẫn cô lập tích điện

Chia vật dẫn thành các điểm điện tích dq

$$W = \frac{1}{2} \int dq V = \frac{1}{2} V \int dq = \frac{1}{2} q V$$

$$W = \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

5. 3. Năng lượng của tụ điện

Hệ n vật dẫn có q_1, q_2, \dots, q_n và điện thế tương ứng V_1, V_2, \dots, V_n

$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i V_i$$

Tụ điện - hệ 2 vật dẫn

$$W = \frac{1}{2} (q_1 V_1 + q_2 V_2)$$

$$q_1 = -q_2 \quad W = \frac{1}{2} q (V_1 - V_2) = \frac{1}{2} qU$$

$$W = \frac{1}{2} qU = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} CU^2$$

5.4. Năng lượng điện trường

Tụ điện có thể tích khoảng giữa 2 bản $\Delta V = S \cdot d$

$$W = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} U^2 \frac{d}{d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2 \Delta V \quad C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

Mật độ năng lượng điện trường:

$$\bar{w}_e = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2$$

- Điện trường mang năng lượng: năng lượng này định xứ trong không gian điện trường.

Mật độ năng lượng điện trường tại một điểm:

$$\varpi_e = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon E^2 = \frac{1}{2} \frac{D^2}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{1}{2} DE$$

Năng lượng điện trường trong không gian V

$$W = \int_V \varpi_e dV = \frac{1}{2} \int_V DE dV$$