

CHƯƠNG 2

VẬT DẪN TRONG TỈNH ĐIỆN TRƯỜNG

2.1. Tính chất của vật dẫn điện ở trạng thái cân bằng tĩnh điện

2.2. Vật dẫn trong điện trường ngoài

2.3. Điện dung của một vật dẫn cô lập

2.4. Tụ điện

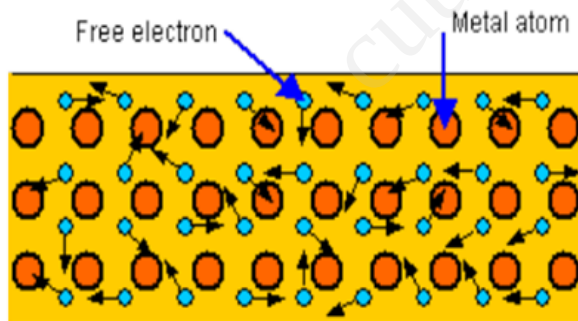
2.5. Năng lượng điện trường

TS. Lê Công Hào



2.1. VẬT DẪN CÂN BẰNG ĐIỆN

- Vật dẫn điện là những vật liệu có sẵn **các điện tích tự do** mà có thể dễ dàng di chuyển từ nguyên tử (phân tử) này tới nguyên tử (phân tử) khác
⇒ quá trình tái phân bố điện tích trên toàn bộ bề mặt khi bị nhiễm điện.



Trong bài học chỉ xét kim loại có điện tích tự do là các electron

2.1.1. Điều kiện vật dẫn cân bằng tĩnh điện

Khi chưa có điện trường ngoài, các electron luôn chuyển động tự do bên trong vật dẫn.

Dưới tác dụng của điện trường ngoài dù nhỏ, các electron tham gia chuyển động có hướng.



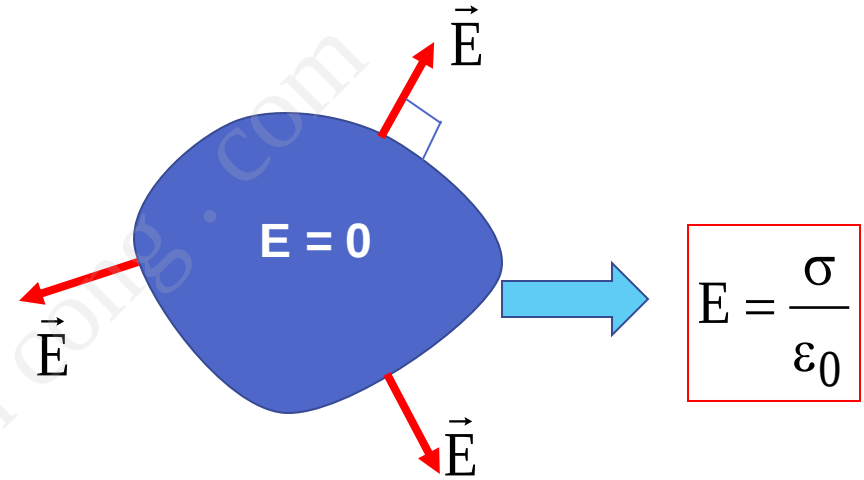
Quá trình tái phân bố điện tích trên toàn bộ bề mặt khi bị nhiễm điện → điện trường làm mất tác dụng điện trường bên ngoài xâm nhập vào

Điều kiện để một vật ở trạng thái cân bằng tĩnh điện là điện trường bên trong vật dẫn bằng không

Vật dẫn cân bằng tĩnh điện: vật có các điện tích tự do đứng yên

2.1.2. Tính chất vật dẫn cân bằng tĩnh điện

Điện trường của vật dẫn



✎ Bên trong vật dẫn, $E = 0$:

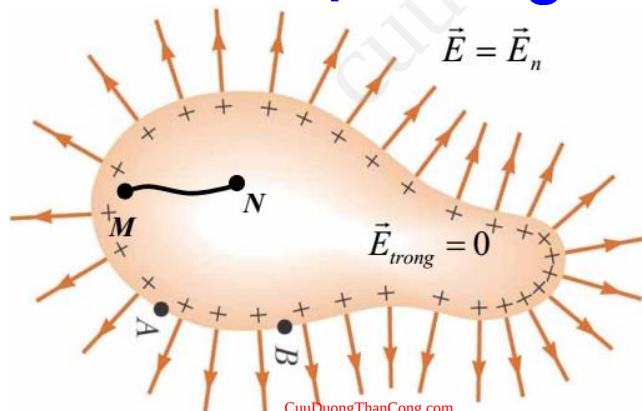
✎ Hiệu điện thế giữa M & N,

$$V_M - V_N = \int_M^N \vec{E} d\vec{S}$$

$$\text{do } E = 0 \Rightarrow V_M - V_N = 0$$

$$\text{✎ } V_M = V_N = V_A = V_B$$

Vật dẫn là vật đẳng thế



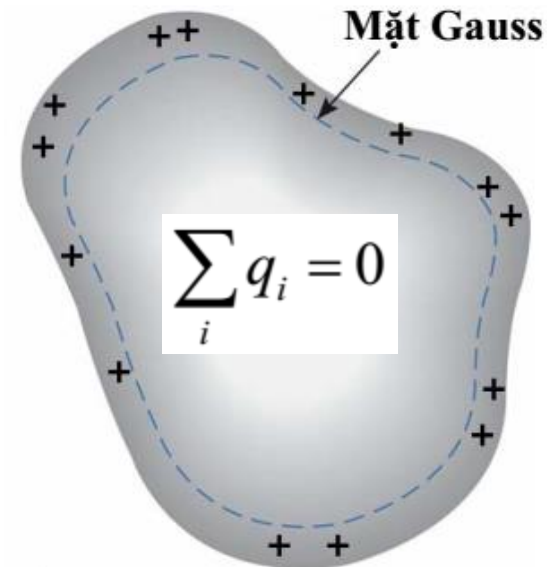
2.1.2. Tính chất vật dẫn cân bằng tĩnh điện

Điện tích chỉ phân bố trên bề mặt

☞ Bên trong vật dẫn, áp dụng định lý Gauss

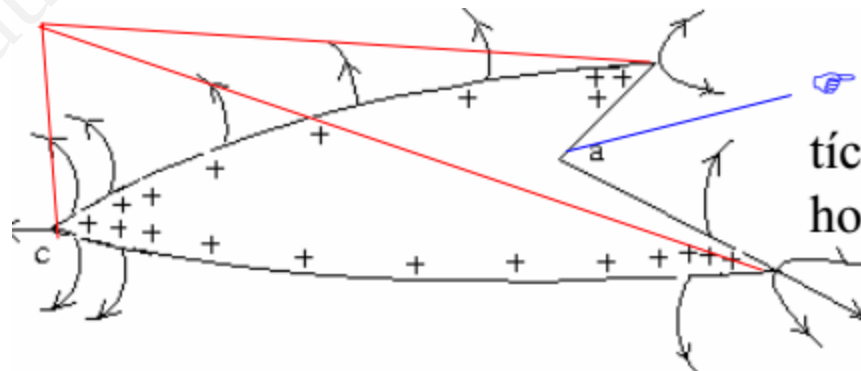
$$\epsilon\epsilon_0 \oint \vec{E} d\vec{S} = \sum_i q_i \text{ do } E = 0 \Rightarrow \sum_i q_i = 0$$

☞ Điện tích tập trung trên bề mặt vật dẫn



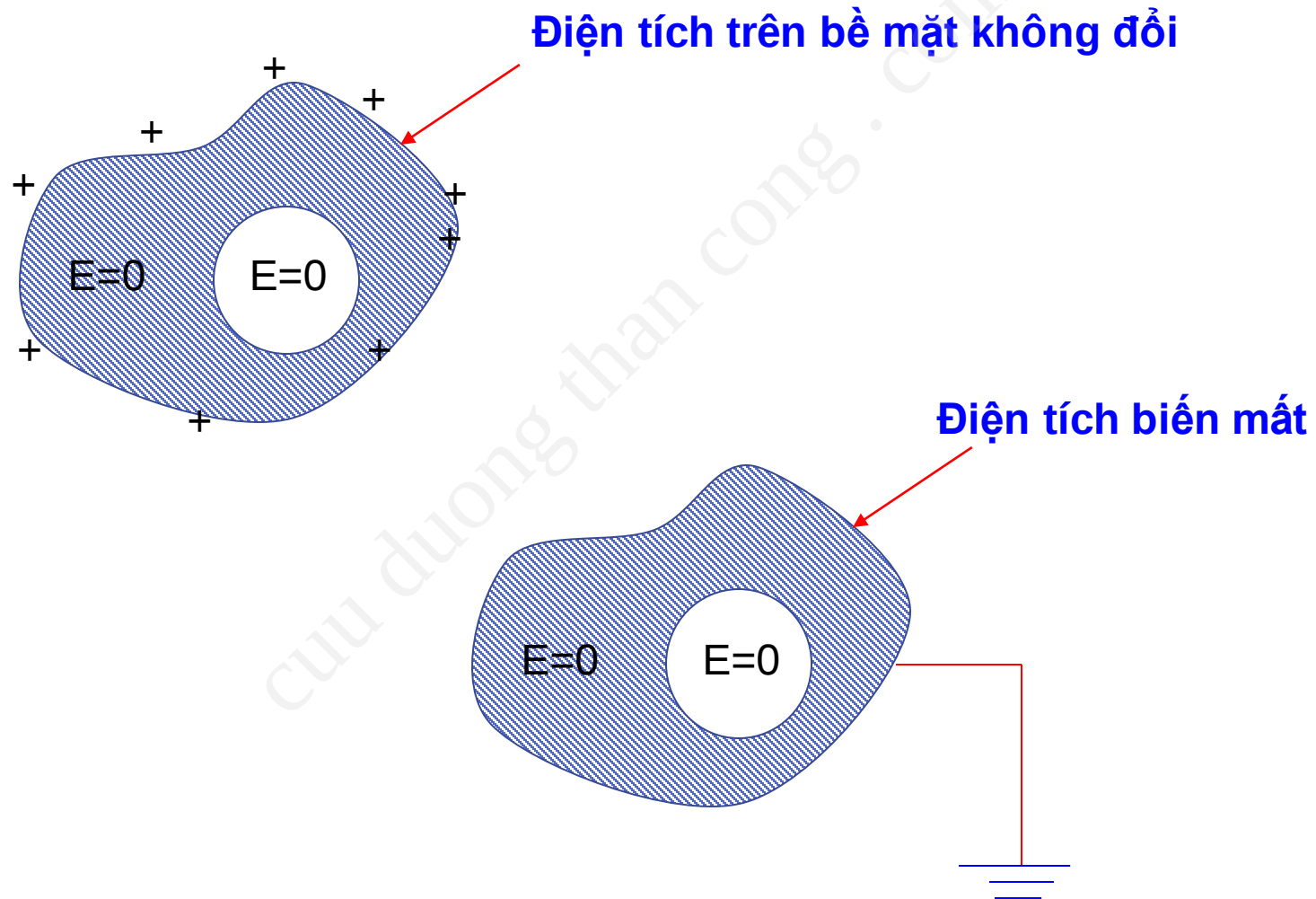
Phân bố điện tích phụ thuộc hình dạng bề mặt

Điện tích tập trung chủ yếu tại các bề mặt lõm hoặc mũi nhọn



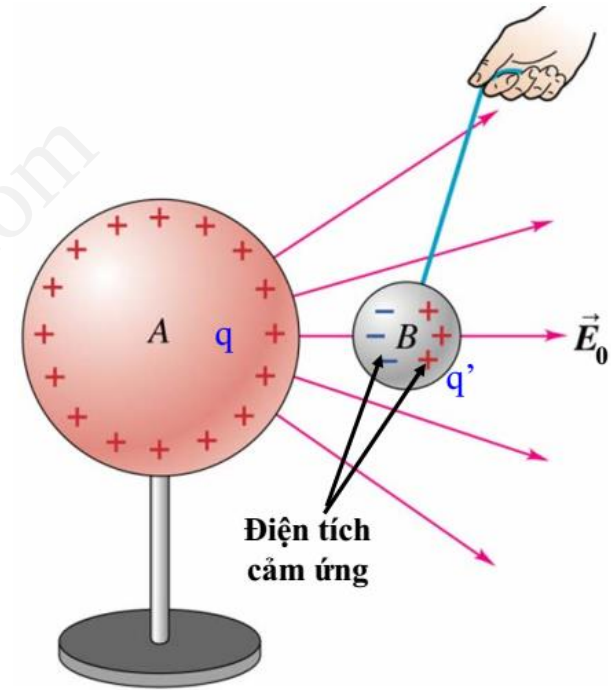
☞ Không có điện tích ở bề mặt lõm hoặc hốc

2.1.2. Tính chất vật dẫn cân bằng tĩnh điện



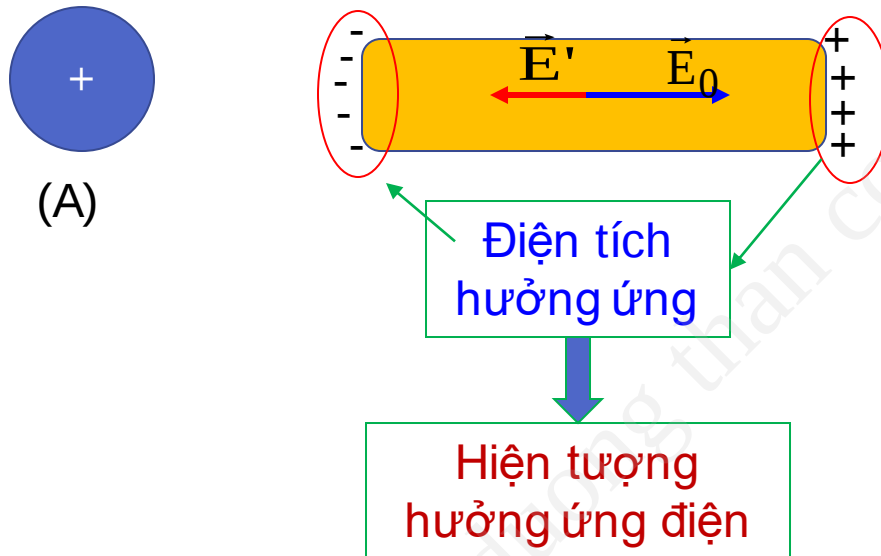
2.2. VẬT DẪN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI

Hiện tượng các điện tích cảm ứng xuất hiện trên vật dẫn (lúc đầu không mang điện) khi đặt trong điện trường ngoài được gọi là hiện tượng điện hưởng hay hưởng ứng điện



2.2. VẬT DẪN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI

2.2.1. Hưởng ứng điện

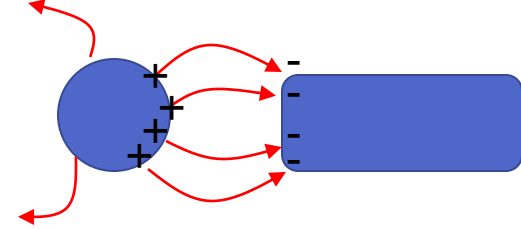


Ở trạng thái cân bằng điện:

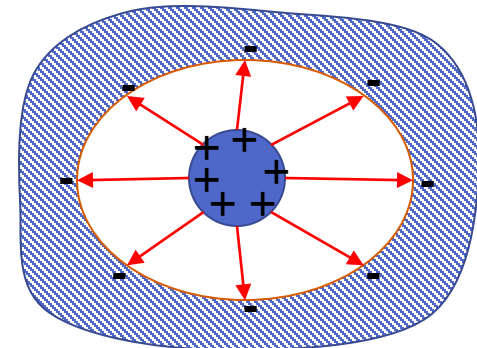
$$\vec{E}_0 + \vec{E}' = 0$$

Có 02 loại hưởng ứng

(a) Hưởng ứng một phần

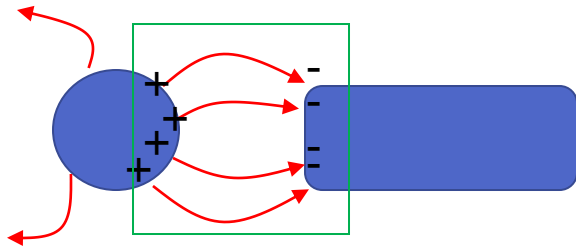


(b) Hưởng ứng toàn phần

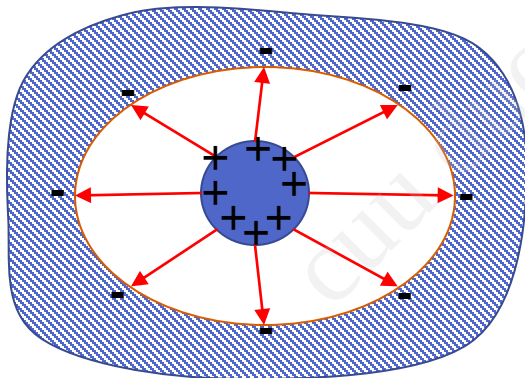


2.2. VẬT DẪN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI

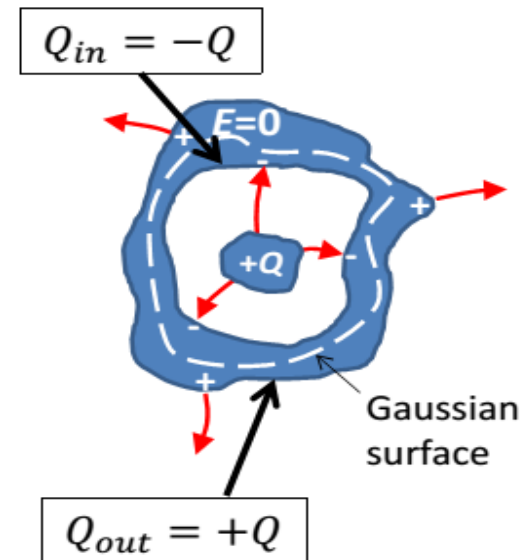
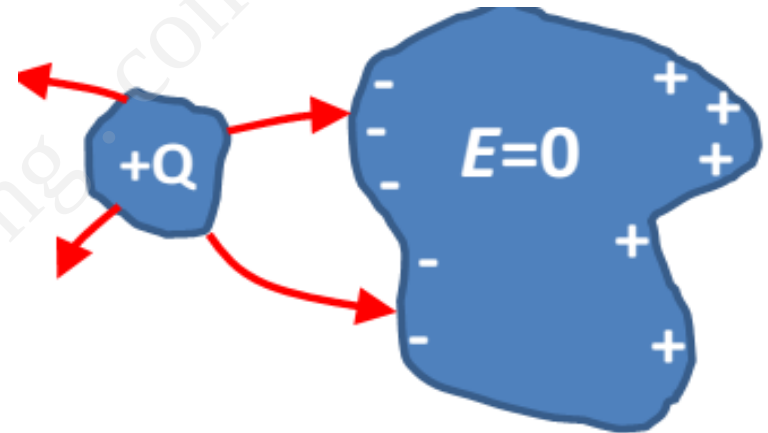
2.2.2. Sự phân bố điện tích



$$q = -q'$$

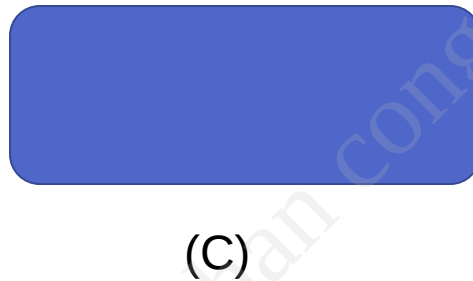
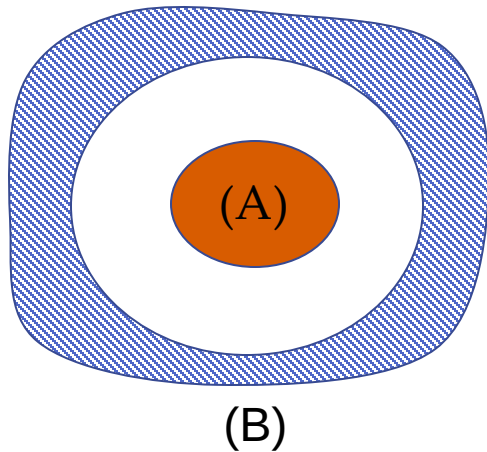


$$q = -q'$$

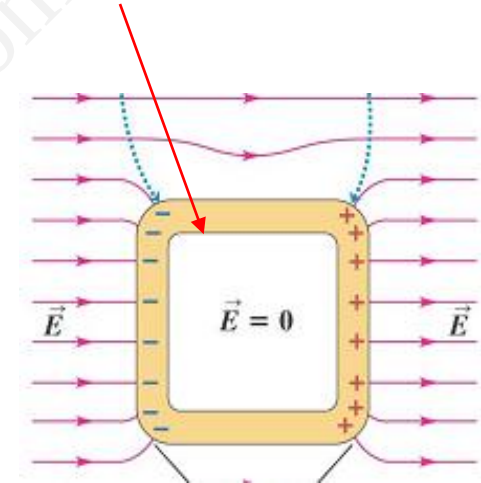


2.2. VẬT DẪN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG NGOÀI

2.2.3. Màn chắn điện



Lồng Faraday



- ❑ Vật dẫn (B) che chắn được sự ảnh hưởng điện của (C) lên (A).
- ❑ Vật dẫn (B) không che chắn được sự ảnh hưởng điện của (A) lên (C).



2.3. ĐIỆN DUNG CỦA VẬT DẪN CÔ LẬP VỀ ĐIỆN

Một vật dẫn được gọi là cô lập về điện nếu gần nó không có vật nào khác gây ảnh hưởng đến sự phân bố điện tích trên bề mặt của nó.

Vật dẫn cân bằng
điện

$$\begin{cases} q_0 \rightarrow V_0 \\ q_1 \rightarrow V_1 \\ \dots \\ q_n \rightarrow V_n \end{cases}$$

Nhưng tỉ số:

$$\frac{q_0}{V_0} = \frac{q_1}{V_1} = \dots = \frac{q_n}{V_n} = \text{Const.}$$

**Chỉ phụ thuộc hình
dạng, kích thước của
vật dẫn**

Đặt:

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

Điện dung

Đơn vị: F (Fara)
 $1F = 1C/1V$

Khả năng tích điện của vật dẫn ở một điện thế nhất định

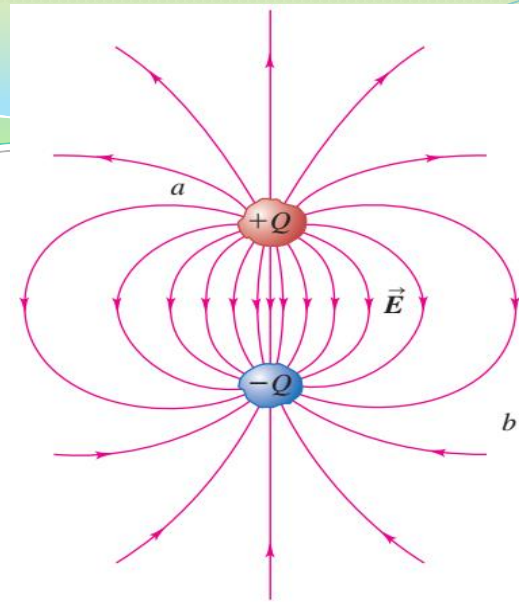
Điện dung của quả cầu bán kính R $\rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{R}{k}$

2.4. TỤ ĐIỆN

Tụ điện là một hệ gồm 02 vật dẫn đặt cách nhau.

2.4.1. Điện dung của tụ điện

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{Q}{U}$$



$$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V} \quad 1 \text{ V} = 1 \text{ J/C} \quad 1 \text{ F} = 1 \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m} = 1 \text{ C}^2/\text{J}$$

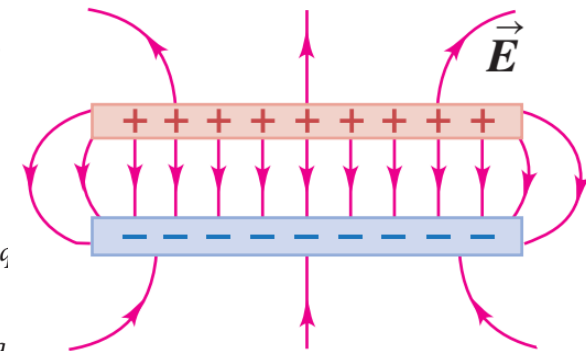
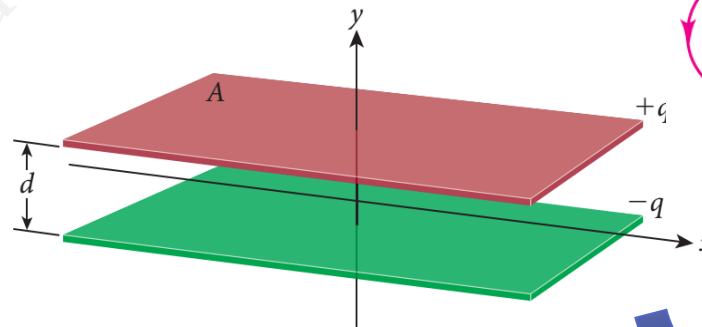


2.4.2. Tụ điện phẳng

Hai bản kim loại phẳng cùng diện tích S

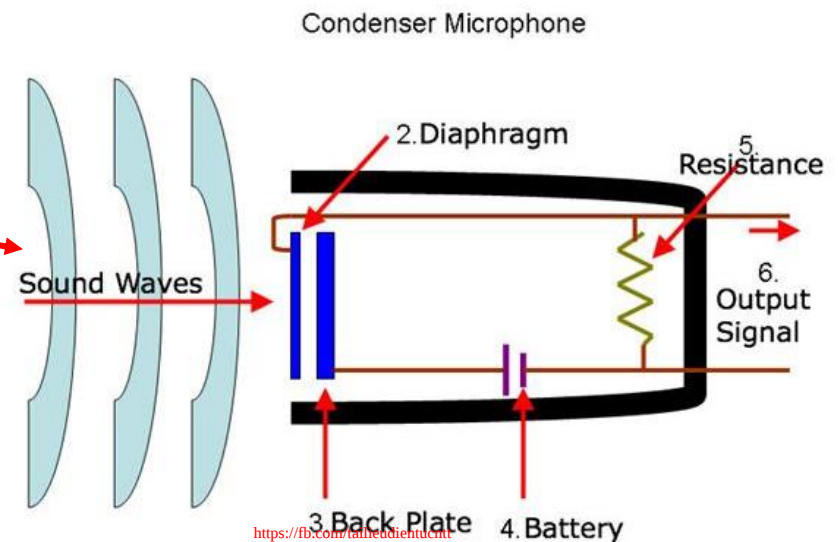
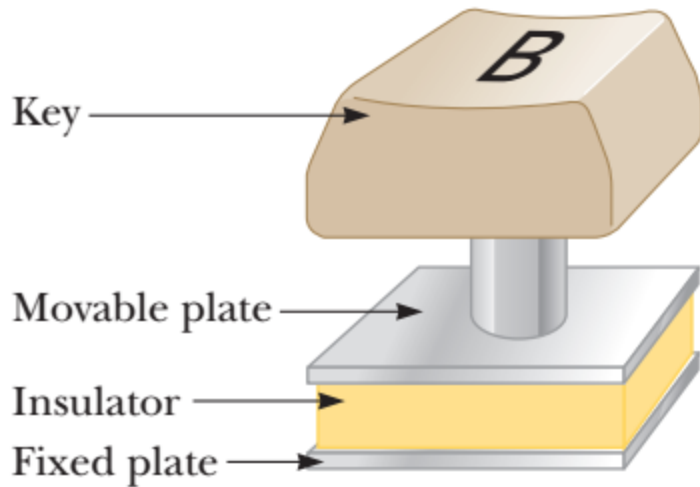
$$C = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$



2.4. TỤ ĐIỆN

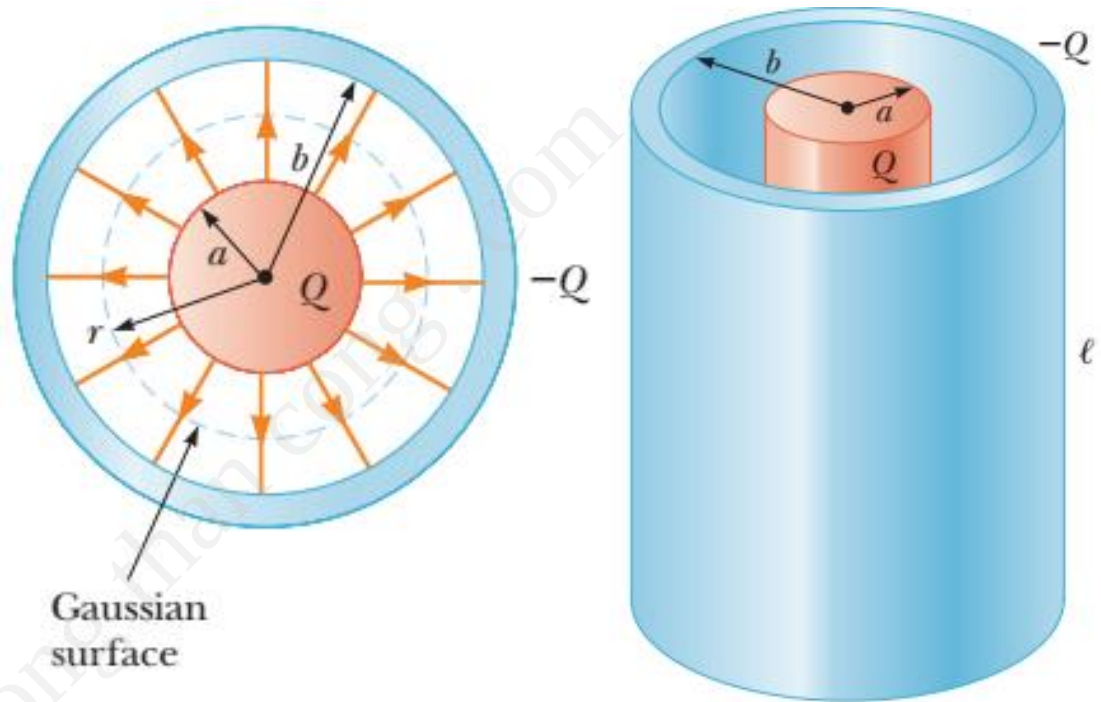
Giải thích nguyên tắc?



2.4. TỤ ĐIỆN

2.3. Tụ điện trụ

Gồm 2 mặt kim loại đồng trục, mặt trụ trong bán kính a , mặt trụ ngoài có bán kính b và chiều cao ℓ



$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon.h}{\ln\left(\frac{R_b}{R_a}\right)}$$

$$(R_a=a, R_b=b, h=\ell)$$

Nếu $d = R_b - R_a \ll R_a$, thì

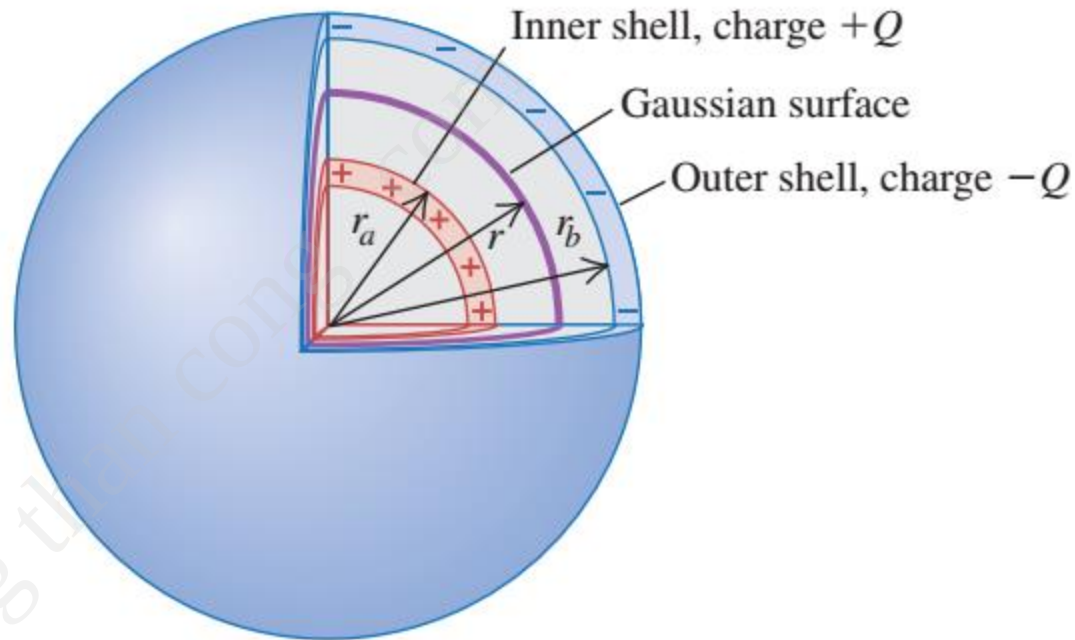
$$C = \epsilon_0\epsilon \frac{S}{d}$$

$$(S = 2\pi R_a.h)$$

2.4. TỤ ĐIỆN

2.4. Tụ điện cầu

Gồm 2 quả cầu kim loại đồng tâm, quả cầu trong bán kính r_a , quả cầu ngoài rỗng có bán kính r_b)



$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot \frac{R_a R_b}{R_b - R_a}$$

$$(R_a = r_a, R_b = r_b)$$

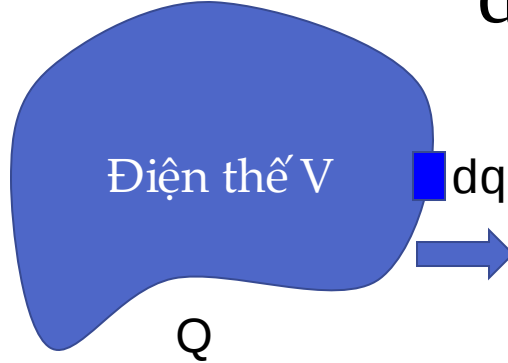
Nếu $d = R_b - R_a \ll R_a$, thì

$$(S = 4\pi R_a^2)$$

$$C = \epsilon_0\epsilon \frac{S}{d}$$

2.5. NĂNG LƯỢNG CHỨA TRONG TỤ ĐIỆN

2.5.1. Năng lượng của vật dẫn



Điện thế V

Q

dq

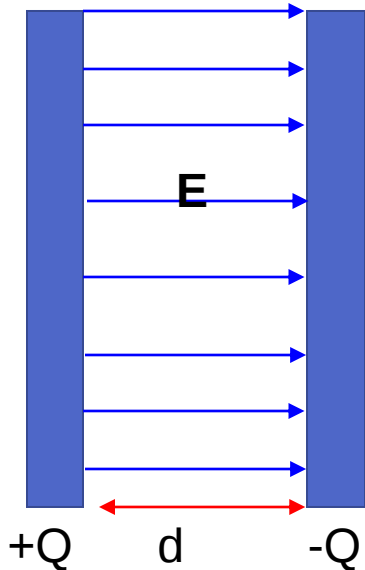
$$dW = Vdq = \frac{q}{C} dq$$
$$W = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$$

2.5.2. Năng lượng của tụ điện

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU$$

2.5. NĂNG LƯỢNG CHỨA TRONG TỤ ĐIỆN

2.5.3. Năng lượng của điện trường trong tụ



$$W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d} \right) (E \cdot d)^2$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$W = \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2 \right) (S \cdot d)$$

$$S \cdot d = v$$

Mật độ năng lượng điện trường:

$$w_e = \frac{W}{S \cdot d} = \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \right)$$

Đối với điện trường không đều:

$$W = \int_{(V)} \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \right) dV$$