



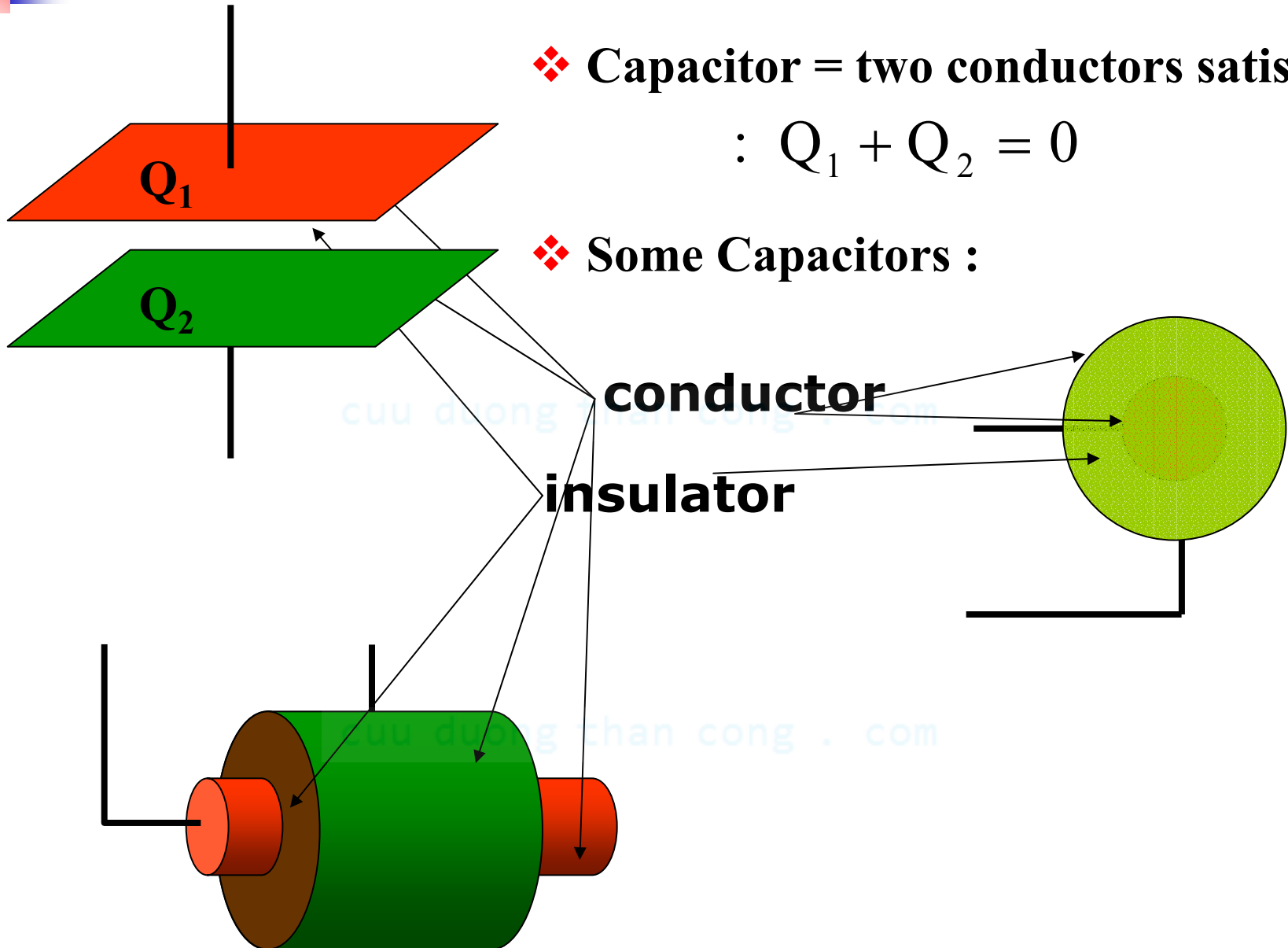
2.7 Capacitor And Capacitance :

a) Capacitor :

❖ Capacitor = two conductors satisfy :

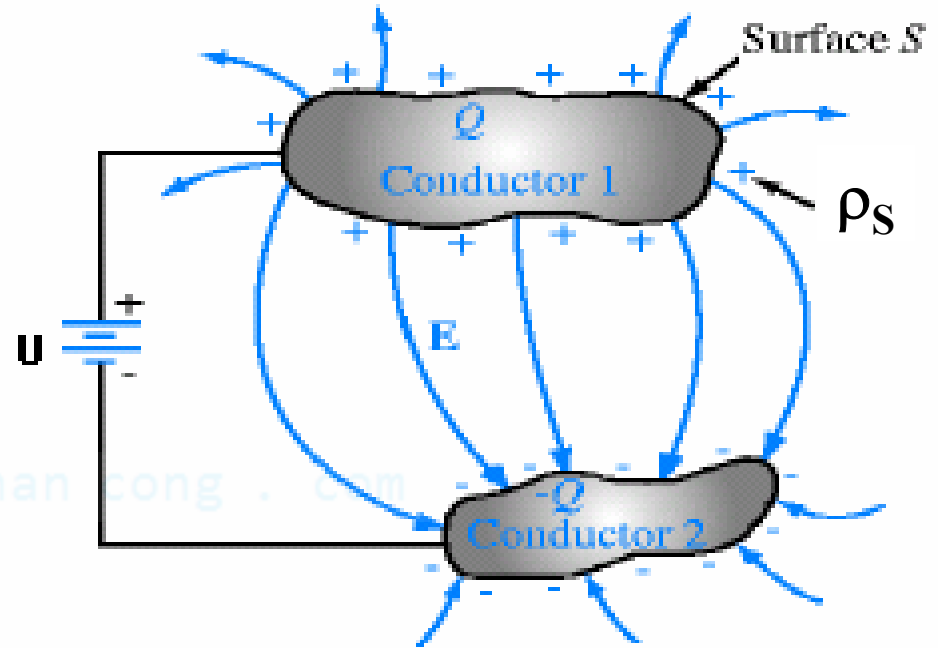
$$: Q_1 + Q_2 = 0$$

❖ Some Capacitors :



b) the capacitance of a capacitor:

❖ Capacitance C : electric field stored energy of a capacitor



❖ Two methods to compute C :

I. Assuming Q and determining U in terms of Q (involving Gauss's law)

II. Assuming U and determining Q in terms of U (involving Laplace's equation)



General procedure to find C :

- i. Choose coordinate system .
- ii. Assume U_{AB} = potential difference between two conductors
(Let two conductors carry $+Q$ and $-Q$).
- iii. Determine \vec{D} (or \vec{E})
- iv. Determine $Q = \oint_S \vec{D} d\vec{S}$ (or $U_{AB} = \int_A^B \vec{E} d\vec{l}$)
- v. Obtain $C = \left| \frac{Q}{U_{AB}} \right|$ (F)

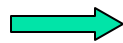
❖ Ví dụ: Tính điện dung

VD1: Tìm điện dung của tụ phẳng, điện môi ϵ , diện tích cốt tụ là S , cách nhau một khoảng là d ?

Giải

❖ Đặt tụ dưới hiệu thế điện U , ta xác định được vectơ cường độ trường điện :

$$\vec{E} = \frac{U}{d} \vec{a}_x$$

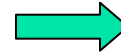


$$\vec{D} = \frac{\epsilon U}{d} \vec{a}_x$$

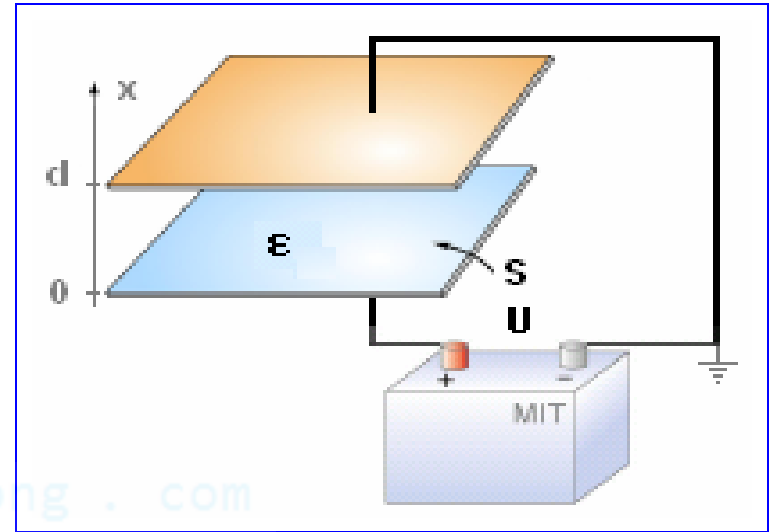
❖ Điện tích cốt tụ tại $x = 0$: Luật Gauss tích phân: $Q = D_x \cdot S$

❖ Điện dung của tụ phẳng :

$$C = \left| \frac{Q}{U} \right|$$



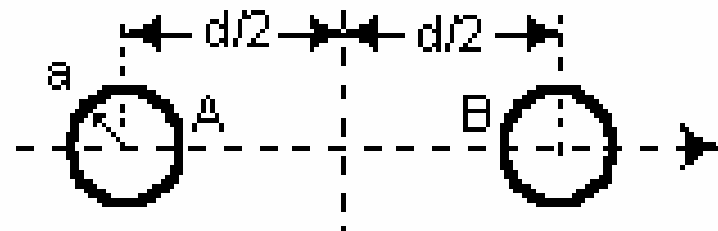
$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$



❖ Ví dụ 2: Tìm C_0 của đường dây

Đường dây song hành, bán kính dây dẫn là a , hiệu thế U , cách nhau d . Tìm điện dung đơn vị của đường dây :

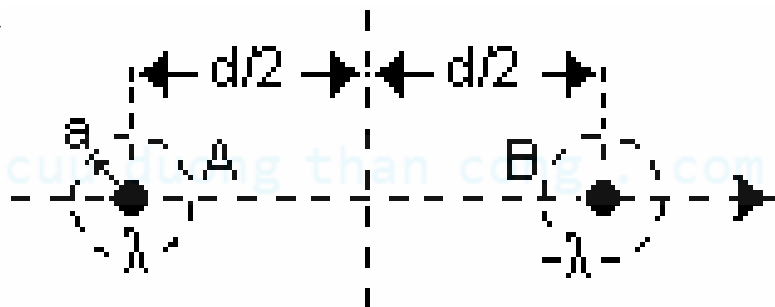
- a) Nếu $d \gg a$?
- b) Nếu a đáng kể so với d ?



Giải

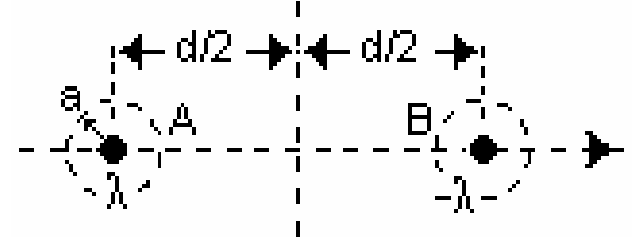
- a) Nếu $d \gg a$ ($d \geq 20a$) :

Tương đương 2 dây dẫn là 2 trục mang điện mật độ dài $\pm \lambda$ tại tâm dây dẫn



❖ Ví dụ 2: Tìm C_0 của đường dây (t.theo)

❖ Thế điện tại 1 điểm bên ngoài 2 dây dẫn:



$$\varphi = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \ln \frac{r^-}{r^+}$$

$$\Rightarrow U = \varphi_A - \varphi_B = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \left[\ln \frac{d-a}{a} - \ln \frac{a}{d-a} \right] = \frac{\lambda}{\pi\epsilon} \ln \frac{d-a}{a}$$

$$\text{Do } C_0 = \frac{\lambda}{U}$$



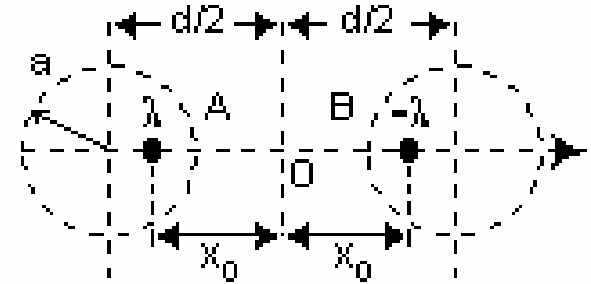
$$C_0 = \frac{\pi\epsilon}{\ln \frac{d-a}{a}}$$

❖ Ví dụ 2: Tìm C_0 của đường dây (t.theo)

b) Nếu a đáng kể so với d :

Dựa trên tính chất đẳng thế của bề mặt dây dẫn : 2 dây dẫn = 2 trục $\pm\lambda$ tại x_0 so với mặt trung trục 2 dây dẫn.

Và : $x_0^2 = (d/2)^2 - a^2$. (Image solution)



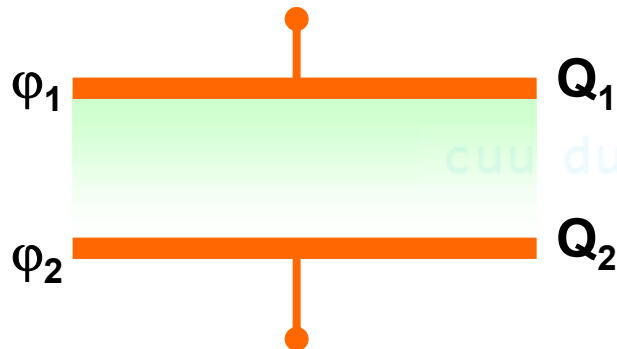
$$U = \varphi_A - \varphi_B = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \left[\ln \frac{x_0 + AO}{x_0 - AO} - \ln \frac{x_0 - AO}{x_0 + BO} \right] = \frac{\lambda}{\pi\epsilon} \ln \frac{x_0 + AO}{x_0 - AO} = \frac{\lambda}{\pi\epsilon} \ln \frac{x_0 + \left(\frac{d}{2} - a\right)}{x_0 - \left(\frac{d}{2} - a\right)}$$

$$\text{❖ Đặt: } y = \ln \frac{x_0 + \left(\frac{d}{2} - a\right)}{x_0 - \left(\frac{d}{2} - a\right)} \rightarrow 2chy = e^y + e^{-y} = \frac{d}{a} \rightarrow y = ch^{-1} \left(\frac{d}{2a} \right)$$

$$U = \frac{\lambda}{\pi\epsilon} ch^{-1} \left(\frac{d}{2a} \right) \rightarrow C_0 = \frac{\lambda}{U} \rightarrow \boxed{C_0 = \frac{\pi\epsilon}{ch^{-1} \left(\frac{d}{2a} \right)}}$$

c) By using the electric field energy :

$$W_e = \frac{1}{2} \int_{V_\infty} \vec{E} \cdot \vec{D} dV = \frac{1}{2} \int_{V_\infty} \epsilon \cdot E^2 \cdot dV = \frac{1}{2} \int_{V_\infty} \frac{D^2}{\epsilon} dV \quad (J)$$



$$W_e = \frac{1}{2} C U^2$$



Có thể tính W_e thông qua C hoặc ngược lại .