

Chương IV

ĐIỆN TRƯỜNG

Nội dung chính

4.1. Điện tích

4.2. Tương tác tĩnh điện. Định luật Coulomb

4.3. Điện trường. Nguyên lý chồng chất
điện trường

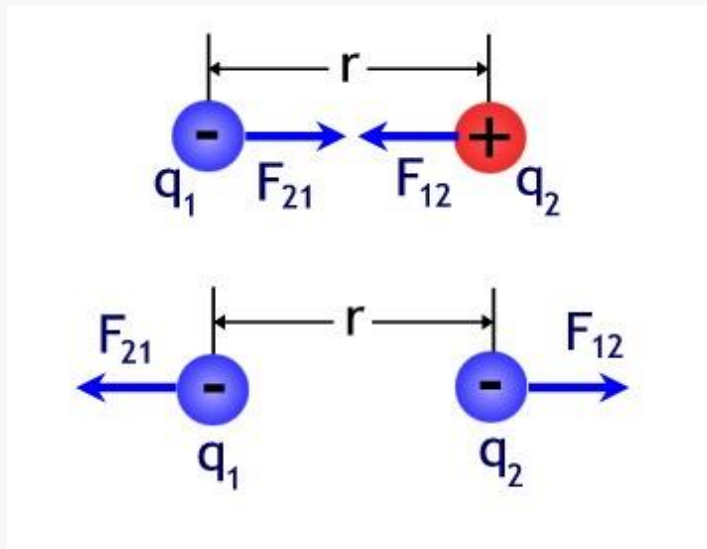
4.4. Điện thông. Định lý Gauss

4.5. Năng lượng điện trường

4.1. Điện tích

4.1.1. Điện tích

- Điện là một thuộc tính nội tại của vật chất (giống như khối lượng của vật)
- Có hai loại điện tích là điện tích dương (+) và âm (-).



4.1. Điện tích

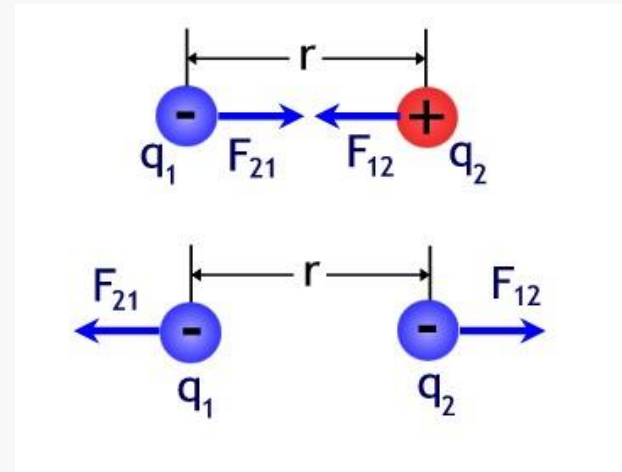
- Quy ước:
 - ✓ Điện tích của thủy tinh khi cọ xát vào lụa là điện tích dương (+)
 - ✓ Điện tích của thanh nhựa sẫm màu khi cọ xát vào vải khô là điện tích âm (-)
- Điện tích có giá trị nhỏ nhất bằng $1,6 \times 10^{-19} C$ gọi là điện tích nguyên tố ($1e = 1,6 \times 10^{-19} C$)
- Điện tích của một vật tích điện luôn có giá trị gián đoạn và bằng bội số của điện tích nguyên tố $Q = ne$, n là một số nguyên.
- Đơn vị của điện tích là coulomb (C)

4.2. Tương tác tĩnh điện.

4.2.1. Định luật Coulomb

➤ Về độ lớn:

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = F_{21}$$



Trong hệ đơn vị SI

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = 8,86 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \Rightarrow k \approx 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

4.2. Tương tác tĩnh điện.

4.2.1. Định luật Coulomb

- Về độ lớn:

$$F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = F_{21}$$

- Trường hợp hai điện tích đặt trong môi trường vật chất:

$$\vec{F}'_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^3} \vec{r} = -\vec{F}'_{21}$$

- Với ϵ là hằng số điện môi của môi trường.

4.3. Điện trường

4.3.1 Khái niệm điện trường

- Khái niệm: Điện trường là môi trường vật chất đặc biệt tồn tại xung quanh các điện tích đứng yên, là nhân tố trung gian để truyền lực tương tác giữa các điện tích đứng yên với nhau.
- Đặc điểm: luôn tác dụng lực lên điện tích đặt trong nó.

4.3. Điện trường

4.3.2 Véc tơ cường độ điện trường.

- Véc tơ cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho sức mạnh, phương, chiều của điện trường và được xác định bằng lực của điện trường tác dụng lên một đơn vị điện tích dương đặt tại điểm đó.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

4.3. Điện trường

4.3.2 Véc tơ cường độ điện trường.

- Véc tơ cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho sức mạnh, phương, chiều của điện trường và được xác định bằng lực của điện trường tác dụng lên một đơn vị điện tích dương đặt tại điểm đó.

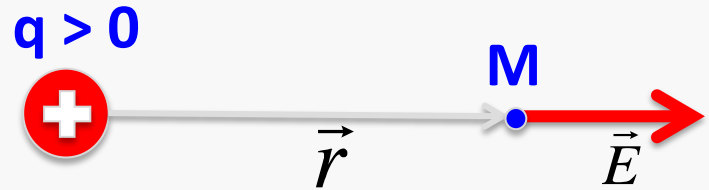
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

4.3. Điện trường

4.3.2 Véc tơ cường độ điện trường.

- Véc tơ cường độ điện trường của điện tích điểm
Giả sử đặt một điện tích thử q_0 trong điện trường của điện tích q .

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q q_0}{r^3} \vec{r}$$



$$\vec{E}_M = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q}{r^3} \vec{r} \quad \text{Độ lớn: } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \times \frac{q}{r^2}$$

Trong đó \vec{r} là vectơ hướng từ điện tích q ra điểm M

4.3. ĐIỆN TRƯỜNG

4.3.2 Véc tơ cường độ điện trường

➤ Lưu ý:

- Nếu q là điện tích dương thì véc tơ cường độ điện trường có chiều đi ra xa điện tích.
- Nếu q là điện tích âm thì véc tơ cường độ điện trường có chiều đi vào điện tích.

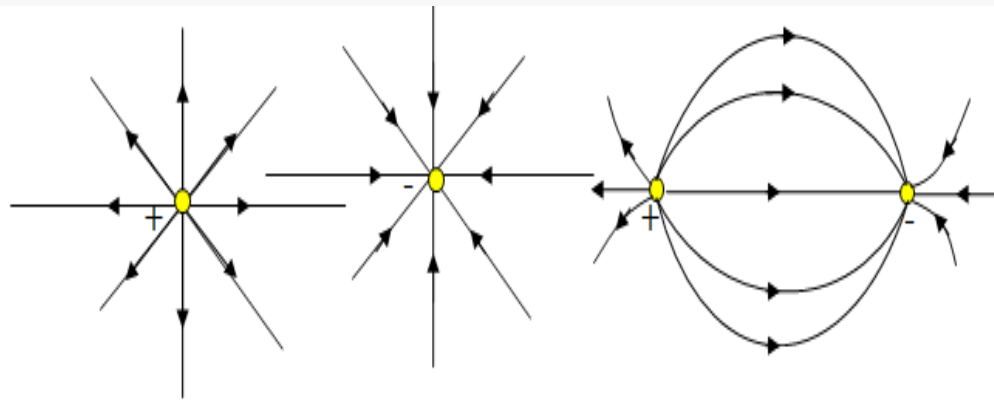
➤ Nguyên lý chồng chất điện trường:

Véc tơ cường độ điện trường do hệ điện tích điểm gây ra tại một điểm:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

4.4.1. Đường sức điện trường



- Định nghĩa: Đường sức điện trường là đường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với phương của véc tơ cường độ điện trường tại điểm đó và có chiều đường sức là chiều của điện trường
- Đặc điểm: Là đường cong hở, không cắt nhau, xuất phát từ điện tích dương, kết thúc ở điện tích âm hoặc ở vô cực.

4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

4.4.2. Điện thông

- Chia S thành những diện tích dS vô cùng nhỏ, sao cho điện trường qua dS là đều.

$$dN = \vec{E} \cdot d\vec{S} = EdS \cdot \cos \alpha$$

- Điện thông qua diện tích S là:

$$N_S = \int_S dN = \int_S EdS \cos \alpha$$

4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

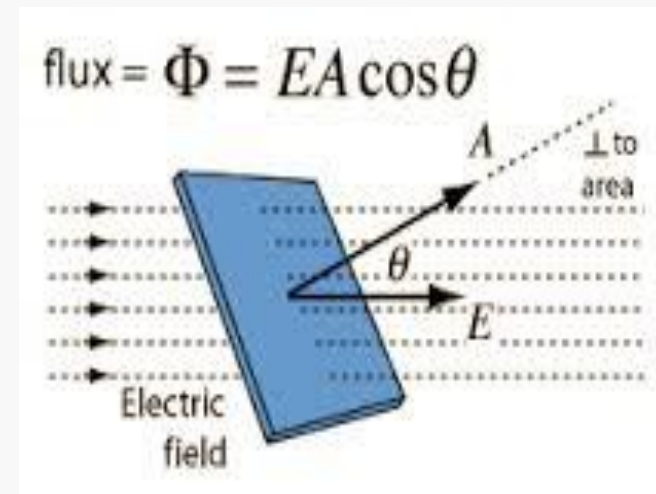
4.4.2. Điện thông

- Chia S thành những diện tích dS vô cùng nhỏ, sao cho điện trường qua dS là đều.

$$dN = \vec{E} \cdot d\vec{S} = EdS \cdot \cos \alpha$$

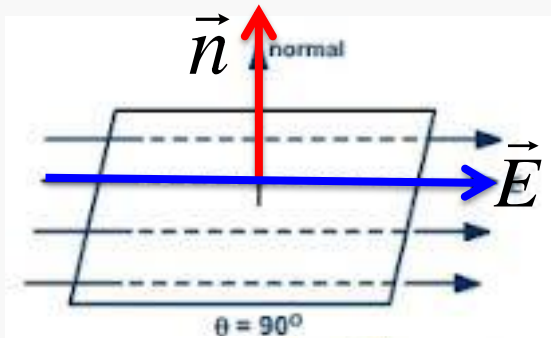
- Điện thông qua diện tích S là:

$$N_S = \int_S dN = \int_S EdS \cos \alpha$$



4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

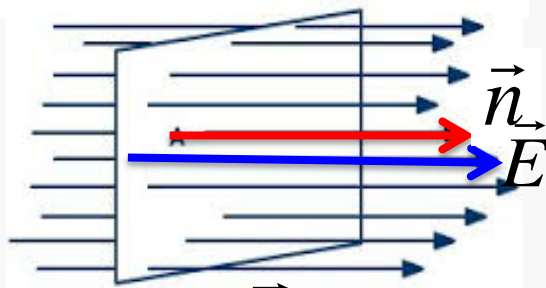
4.4.2. Điện thông



$$a = 90^\circ \quad \cos a = 0$$

$$N_S = 0$$

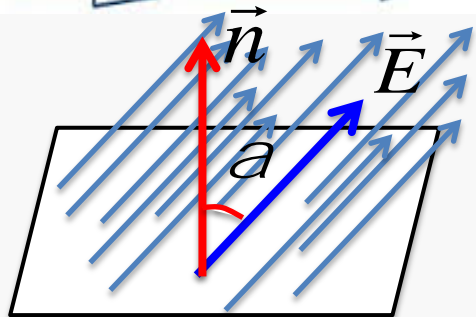
Điện thông bằng không



$$a = 0 \quad \cos a = 1$$

$$N_S = N_{\max}$$

Điện thông đạt giá trị cực đại



$$0 < \cos a < 1$$

$$0 < N_S < N_{\max}$$

4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

4.4.2. Điện thông

- Do quy ước, với diện tích S là mặt cong thì véc tơ pháp tuyến đơn vị luôn vẽ hướng ra phía lồi của mặt cong

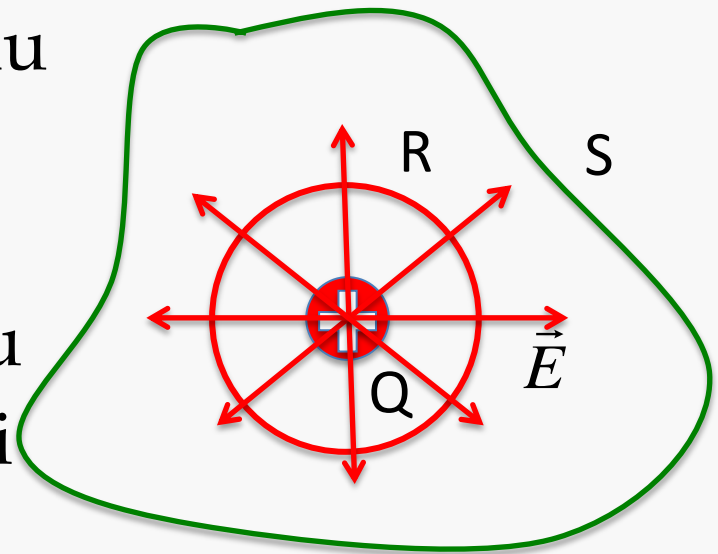
4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

4.4.3. Định lý Gauss (O - G)

- Xét trường hợp mặt kín S bao quanh một điện tích điểm Q :

Ta vẽ một mặt cầu tâm Q , bán kính R nằm trong S

Do tính đối xứng của mặt cầu nên véc tơ cường độ điện trường tại mọi điểm trên mặt cầu có độ lớn bằng nhau và có phương vuông góc với mặt cầu tức là trùng với phương véc tơ pháp tuyến \vec{n}

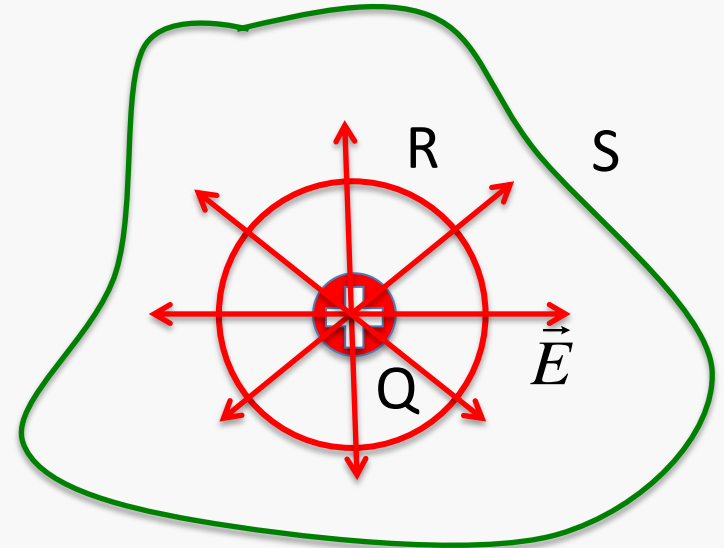


4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

4.4.3. Định lý Gauss (O - G)

$$N_{MatCau} = \int_{mc} \vec{E} d\vec{S} = E \int_{mc} dS$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 e R^2} \quad \int_{mc} dS = 4\pi R^2$$



➤ Vậy điện thông qua mặt cầu:

$$N_{MatCau} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GUASS

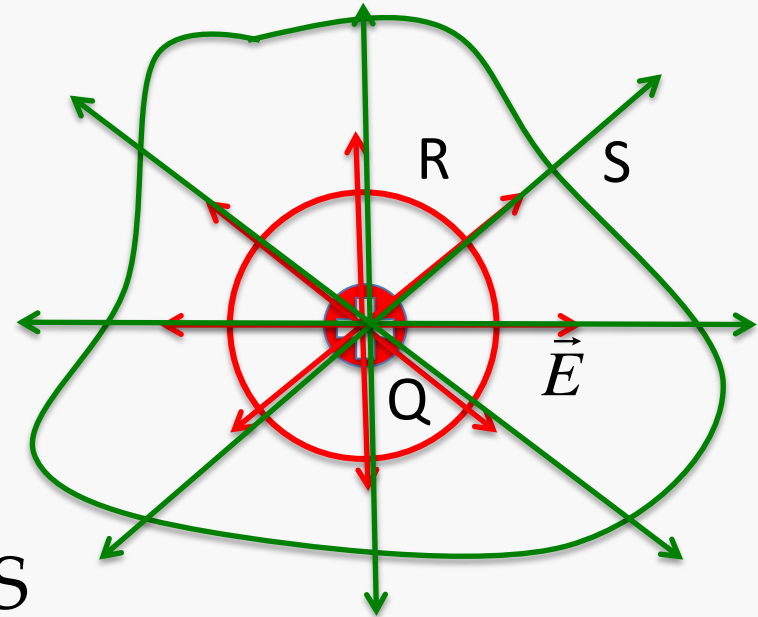
4.4.3. Định lý Gauss (O - G)

- Điện thông qua mặt cầu:

$$N_{MatCau} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0}$$

- Vì các đường sức đi qua mặt cầu đều đi qua mặt kín, nên điện thông qua mặt kín S và mặt cầu như nhau, tức là:

$$N_{mkS} = N_{MatCau} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0}$$



4.4. ĐIỆN THÔNG. ĐỊNH LÝ GAUSS

4.4.3. Định lý Gauss (O - G)

Định lý Gauss: Điện thông gửi qua mặt kín bất kỳ bao quanh các điện tích bằng tổng đại số các điện tích bị mặt kín bao quanh chia cho hằng số điện và hằng số điện môi của môi trường.

- Trường hợp mặt kín S bao quanh nhiều điện tích điểm q_1, q_2, \dots

$$N_{mkS} = \int_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0\epsilon}$$

4.5 NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

- Mật độ năng lượng điện trường trong vùng không gian có cường độ điện trường E :

$$\omega_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon E^2$$

Luyện tập

- **Lý thuyết**

- Trình bày khái niệm điện thông. Viết biểu thức và phát biểu định lý Gauss (định lý O-G) đối với điện trường.
- Vận dụng để xác định cường độ điện trường do một mặt phẳng vô hạn mang điện đều gây ra tại một điểm cách mặt phẳng một khoảng r .