



## 1. Điện tích

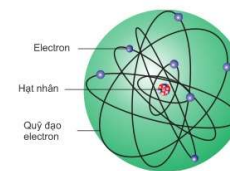
### 1.1. Hai loại điện tích

- Có hai loại điện tích: điện tích + và điện tích -
- Theo quy ước, điện tích dương là loại điện tích giống điện tích xuất hiện trên thanh thủy tinh sau khi cọ xát nó vào lụa; còn điện tích âm là điện tích xuất hiện trên thanh êbônít sau khi cọ xát nó vào dạ.
- Điện tích nguyên tố:  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Điện tích của một vật:  $q=\pm ne$

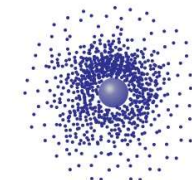
## 1. Điện tích



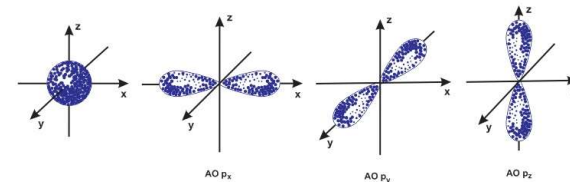
## 1. Điện tích



Hình. Mô hình hành tinh nguyên tử của Rơ-đơ-pho, Bo và Zom-mo-phen



Hình. Đám mây electron hình cầu của nguyên tử hydro



Hình. Orbitan s

Hình. Các orbitan  $p_x$ ,  $p_y$  và  $p_z$  có dạng hình số tám nổi

## 1. Điện tích

### 1.2. Thuyết electron và định luật bảo toàn điện tích

- Thuyết electron là học thuyết dựa vào tính chất và động thái của electron để giải thích các tính chất điện.
- Nội dung:
  - Tất cả các chất rắn, lỏng, khí đều được cấu tạo từ các nguyên tử.
  - Mỗi nguyên tử đều gồm hạt nhân mang điện dương và các điện tử mang điện tích âm quay xung quanh hạt nhân. Bình thường mọi nguyên tử trung hòa về điện (tức là điện tích dương của hạt nhân đúng bằng giá trị tuyệt đối của tổng điện tích âm của các điện tử quay xung quanh hạt nhân).
  - Nguyên tử có thể mất đi một hay nhiều điện tử và trở thành ion dương. Ngược lại, nguyên tử cũng có thể thu thêm một hay nhiều điện tử và trở thành ion âm.

## 1. Điện tích

- Định luật bảo toàn điện tích: *Tổng đại số của tất cả các điện tích trong bất kỳ một hệ cô lập (hệ kín) nào là không thay đổi.*

## 1. Điện tích

### 1.3. Phân loại các chất theo tính dẫn điện.

- \* Chất dẫn điện là những chất trong đó có các điện tích chuyển động tự do trong vật (điện tích tự do).
- \* Chất cách điện, còn gọi là chất điện môi là những chất trong đó không có các điện tích tự do. Các điện tích xuất hiện ở đâu định xứ ở đấy.
- \* Chất bán dẫn là những chất có tính chất dẫn điện trung gian giữa chất dẫn điện và điện môi, đó là các chất bán dẫn điện. Ở nhiệt độ thấp chất bán dẫn dẫn điện kém, nhưng ở nhiệt độ cao chất bán dẫn lại dẫn điện tốt.



## 2. Định luật Coulomb

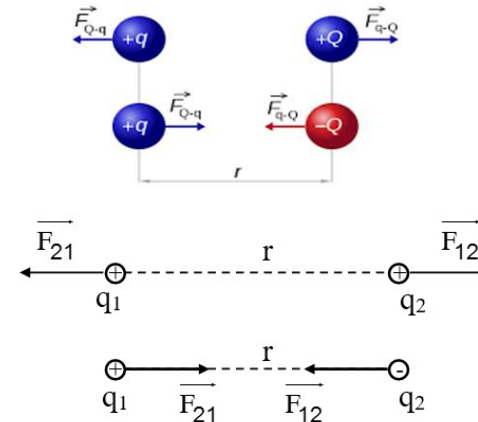
### 2.1. Điện tích điểm.

Là một vật mang điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách từ vật đó tới vật mang điện tích khác mà ta đang xét.

### 2.2. Định luật Coulomb trong chân không.

Phát biểu: “*Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm trong chân không có phương nằm trên đường thẳng nối hai điện tích, có chiều phụ thuộc vào dấu của hai điện tích, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích số độ lớn của hai điện tích và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích đó*”.

## 2. Định luật Coulomb



## 2. Định luật Coulomb

Biểu thức: 
$$F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

Trong đó k là hệ số tỉ lệ, trong hệ SI:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Trong môi trường có hằng số điện môi  $\epsilon$  thì:

$$F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{\epsilon \cdot r^2}$$

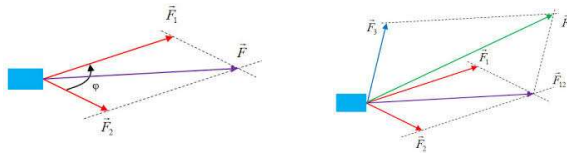
## 2. Định luật Coulomb

Chất	Hằng số điện môi
Chân không	1
Không khí	1,0006
Êbônit	2,7 - 2,9
Thuỷ tinh	5 - 10
Nớc nguyên chất	81

## 2. Định luật Coulomb

### 2.3. Nguyên lý chồng chất lực.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$



#### BA TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

\* Hai lực cùng phương, cùng chiều:



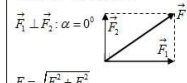
$$\vec{F}_1 \uparrow \vec{F}_2: \alpha = 0^\circ \Rightarrow F = F_1 + F_2$$

\* Hai lực cùng phương, trái chiều:



$$\vec{F}_1 \uparrow \vec{F}_2: \alpha = 0^\circ \Rightarrow F = |F_1 - F_2|$$

\* Hai lực vuông góc:



$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

## 3. Điện trường – Véc tơ CĐĐT

### 3.1. Khái niệm điện trường.

Điện trường là một dạng đặc biệt của vật chất, mà biểu hiện của nó là khi đặt một điện tích  $q_0$  vào trong điện trường đó thì điện tích  $q_0$  sẽ chịu tác dụng của một lực điện.

### 3.2. Cường độ điện trường.

a. Định nghĩa:

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

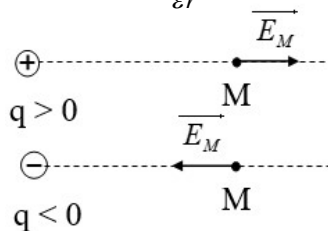
“Cường độ điện trường tại một điểm là một đại lượng vật lý có độ lớn bằng độ lớn của lực điện trường tác dụng lên một đơn vị điện tích dương đặt tại điểm đó”.

## 3. Điện trường – Véc tơ CĐĐT

b. Cường độ điện trường gây ra bởi một điện tích điểm.

$$\vec{E} = k \cdot \frac{q}{\epsilon r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

$$E = k \cdot \frac{|q|}{\epsilon r^2}$$



## 3. Điện trường – Véc tơ CĐĐT

c. Nguyên lý chồng chất điện trường.

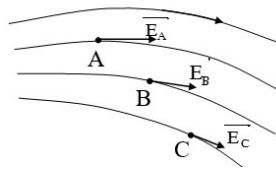
Hệ điện tích điểm:  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$

Vật mang điện:  $\vec{E} = \int_{\text{toan bo vat}} d\vec{E}$

## 4. Điện thông – Định lý OG

### 4.1. Đường sức điện trường.

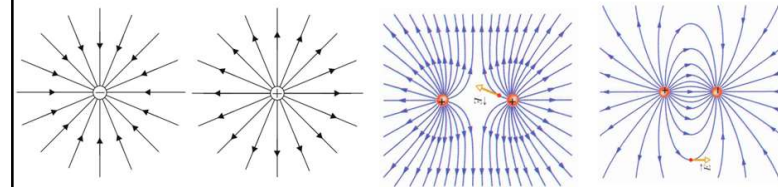
*Định nghĩa:* Đường sức điện trường là đường cong mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với phương của vector cường độ điện trường tại điểm đó; chiều của đường sức điện trường là chiều của vector cường độ điện trường.



## 4. Điện thông – Định lý OG

*Quy ước:* số đường sức điện trường qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với đường sức bằng cường độ điện trường E

\*Tập hợp các đường sức điện trường gọi là **phổ** của đường sức điện trường.



a. Điện tích điểm độc lập

b. Hai điện tích điểm cùng dấu

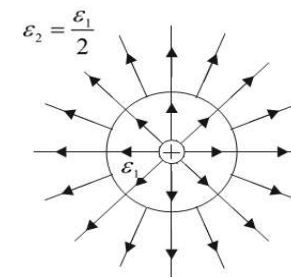
c. Lương cực điện

## 4. Điện thông – Định lý OG

### Tính chất:

- Các đường sức của trường tĩnh điện là những đường cong không kín, chúng xuất phát từ điện tích dương và tận cùng ở điện tích âm (có thể xuất phát và kết thúc ở vô cực).
- Các đường sức không cắt nhau.
- Các đường sức dày ở nơi có điện trường mạnh và thưa ở nơi có điện trường yếu.
- Phổ của đường sức bị gián đoạn ở ranh giới hai môi trường.

## 4. Điện thông – Định lý OG



Hình 8-10

## 4. Điện thông – Định lý OG

### 4.2. Điện cảm

*Định nghĩa:* điện cảm của điện trường tại một điểm nào đó là một đại lượng vật lý có quan hệ với cường độ điện trường tại điểm đó bởi hệ thức:  $\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E}$

Đơn vị: C/m<sup>2</sup>

Đặc điểm:

$$+ \vec{D} \uparrow \uparrow \vec{E}$$

+  $\vec{D}$  tuân theo nguyên lý chồng chất điện trường.

+ Véc tơ cảm ứng điện gây ra bởi một điện tích điểm:

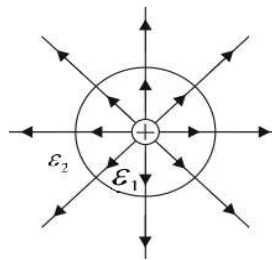
$$\vec{D} = \frac{q}{4\pi.r^3} \cdot \vec{r}$$

+  $\vec{D}$  của điện trường trong môi trường đồng nhất không phụ thuộc vào tính chất điện của môi trường.

## 4. Điện thông – Định lý OG

- Đường sức điện cảm (đường cảm ứng điện): Là đường cong mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với phương của vectơ  $\vec{D}$ , chiều của đường cảm ứng là chiều của  $\vec{D}$ .
- Số đường cảm ứng điện vẽ qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với đường cảm ứng bằng độ lớn của cảm ứng điện (tại nơi đặt diện tích).
- Vì  $\vec{D}$  không phụ thuộc vào môi trường, nên khi đi qua mặt phân cách của hai môi trường khác nhau, phổ các đường cảm ứng điện là liên tục.

## 4. Điện thông – Định lý OG



Hình 8-11

## 4. Điện thông – Định lý OG

### 4.3. Thông lượng của điện cảm (điện thông).

*Định nghĩa:* Điện thông gửi qua một mặt S nào đó có giá trị bằng tổng đại số các đường sức điện cảm đi qua mặt đó.

Kí hiệu:  $\phi_e$

Biểu thức:

+ Điện trường đều,  $S_0$  là mặt phẳng vuông góc với đường sức:

$$\phi_e = D \cdot S_0$$

+ Điện trường đều, S là mặt phẳng lập với tiết diện phẳng  $S_0$  một góc  $\alpha$ :

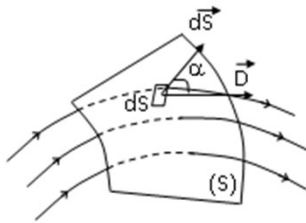
$$\phi_e = D \cdot S \cdot \cos \alpha$$

+ Điện trường và S bất kỳ:

$$d\phi_e = \vec{D} \cdot d\vec{S} = D dS \cos \alpha = D_n dS \Rightarrow \phi_e = \int_{(S)} \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_{(S)} D_n \cdot dS$$

Đơn vị: C

## 4. Điện thông – Định lý OG



Hình 8-12

## 4. Điện thông – Định lý OG

### 4.4. Định lý Ostrogradski-Gaus

Phát biểu: Điện thông gửi qua một mặt kín bất kỳ bằng tổng đại số các điện tích nằm trong mặt kín đó.

$$\phi_e = \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{i=1}^n q_i$$

- Ứng dụng:

- Điện trường do một mặt cầu mang điện gây ra
- Điện trường do một mặt phẳng vô hạn mang điện đều gây ra
- Điện trường do hai mặt phẳng song song vô hạn tích điện đều, bằng nhau và trái dấu, mật độ điện mặt lần lượt là  $+\sigma$  và  $-\sigma$  gây ra

## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế

5.1. Công của lực tĩnh điện. Tính chất thế của trường tĩnh điện.

$$A_{MN} = \int_M^N q_0 \cdot \vec{E} \cdot d\vec{s} = \int_{r_M}^{r_N} \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{dr}{r^2} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \int_{r_M}^{r_N} \frac{dr}{r^2} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r_M} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r_N}$$

*Công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển điện tích  $q_0$  trong điện trường của một điện tích điểm không phụ thuộc vào dạng đường cong dịch chuyển mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối của chuyển dời.*

- Tính chất thế của trường tĩnh điện:

Nếu dịch chuyển  $q_0$  theo một đường cong kín bất kì thì công của lực tĩnh điện trong dịch chuyển đó sẽ bằng không. Một trường có tính chất trên được gọi là trường thế. Vậy trường tĩnh điện là một trường thế.

## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế

5.2. Thế năng của một điện tích trong điện trường.

Thế năng của điện tích điểm  $q_0$  tại một điểm trong điện trường là một đại lượng có giá trị bằng công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển điện tích đó từ điểm đang xét ra xa vô cùng.

$$W_M = A_{M\infty} = q_0 \int_M^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Thế năng của điện tích điểm  $q_0$  trong điện trường do điện tích điểm  $q$  gây ra:

$$W_M = k \frac{q_0 \cdot q}{\epsilon \cdot r} + C$$

$C$  là hằng số, phụ thuộc vào việc chọn mốc.

Nếu chọn mốc ở vô cùng, thì  $C=0$ :

$$W_M = k \frac{q_0 \cdot q}{\epsilon \cdot r}$$

## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế

5.3. Điện thế.

- Định nghĩa: Điện thế tại một điểm trong điện trường là một đại lượng được đo bằng tỷ số giữa công của lực tĩnh điện khi dịch chuyển điện tích  $q_0$  từ điểm đó về góc và độ lớn của điện tích đó.

$$V_M = \frac{W_M}{q_0}$$

- Đơn vị: Vôn (V)

- Điện thế gây ra bởi một điện tích điểm:

$$V = k \cdot \frac{q}{\epsilon \cdot r}$$

$q > 0$  thì  $V > 0$

$q < 0$  thì  $V < 0$

- Điện thế gây ra bởi một hệ điện tích điểm:

$$V_M = V_{M1} + V_{M2} + \dots + V_{Mn}$$

## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế

5.4. Hiệu điện thế:

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q_0}$$

- Định nghĩa: Hiệu điện thế giữa hai điểm nào đó bằng tỷ số giữa công của lực điện khi di chuyển một điện tích điểm  $q_0$  từ điểm nọ đến điểm kia và độ lớn của điện tích đó.

- Đơn vị: V

- Nhận xét:

+ Nếu  $q_0 = 1C$  thì  $U_{MN} = A_{MN}$

+ Hiệu điện thế không phụ thuộc vào mốc tính điện thế.

## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế

5.5. Mặt đẳng thế

- Định nghĩa: Mặt đẳng thế là mặt mà mọi điểm trên đó có cùng điện thế.  $V(x,y,z)=C$

- Tính chất:

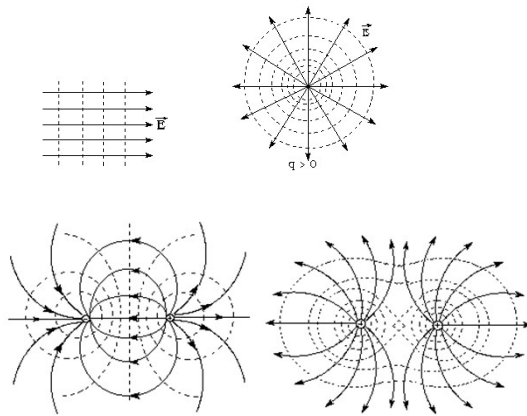
➤ Công của lực tĩnh điện khi dịch chuyển một điện tích  $q_0$  trên mặt đẳng thế bằng không.

➤ Véc tơ cường độ điện trường vuông góc với mặt đẳng thế tại mỗi điểm của mặt.

➤ Các mặt đẳng thế không cắt nhau.



## 5. Điện thế-Hiệu điện thế-Mặt đẳng thế



## 6. Hệ thức liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế

6.1. Hệ thức liên hệ giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế:

$$E_l = -\frac{dV}{dl}$$

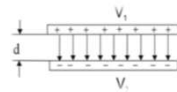
Hình chiếu của véc tơ cường độ điện trường trên một phương nào đó bằng độ giảm điện thế trên một đơn vị độ dài theo phương đó.

## 6. Hệ thức liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế

6.2. Ứng dụng

a. Tìm hiệu điện thế giữa hai mặt phẳng vô hạn song song mang điện trái dấu:

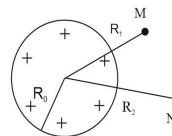
$$E = \frac{V_1 - V_2}{d} = \frac{U}{d}$$



Hình 8-25

b. Tìm hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường gây bởi một mặt cầu tích điện đều:

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



Hình 8-26

## 6. Hệ thức liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế

- Điện thế gây bởi một mặt cầu mang điện đều tại một điểm M nằm ngoài mặt cầu:

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

## 7. Vật dẫn trong điện trường

### 7.1. Trạng thái cân bằng tĩnh điện

#### a. Định nghĩa

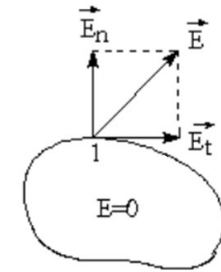
Một vật dẫn gọi là ở trạng thái cân bằng tĩnh điện khi các điện tích tự do của nó không có chuyển động định hướng (chuyển động để tạo thành dòng điện).

## 7. Vật dẫn trong điện trường

### b. Điều kiện để vật dẫn ở trạng thái cân bằng tĩnh điện

+ Cường độ điện trường tại mọi điểm bên trong vật dẫn phải bằng 0.

+ Trên mặt vật dẫn, véc tơ cường độ điện trường (nếu có) phải có phương vuông góc với mặt vật dẫn.

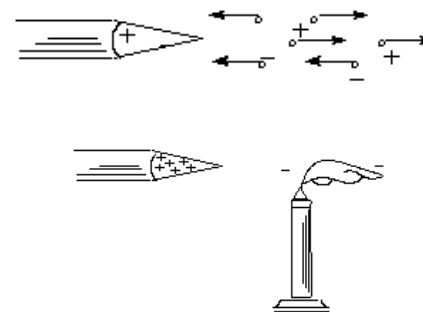


## 7. Vật dẫn trong điện trường

### c. Các tính chất của vật dẫn ở trạng thái cân bằng tĩnh điện

- Toàn bộ vật dẫn là một khối đẳng thế.
- Nếu vật dẫn tích điện  $Q$  thì lượng điện này chỉ phân bố trên mặt vật dẫn.
- Đối với vật dẫn rỗng, điện trường ở phần rỗng và ở thành lỗ rỗng bằng 0.
- Sự phân bố điện tích trên mặt vật dẫn phụ thuộc hình dạng vật dẫn.

## 7. Vật dẫn trong điện trường





## 7. Vật dẫn trong điện trường

### 7.2. Hiện tượng điện hưởng

#### a. Hiện tượng

Sự phân bố lại các điện tích tự do trong vật dẫn dưới tác dụng của điện trường ngoài gọi là *hiện tượng cảm ứng tĩnh điện* hay *hiện tượng điện hưởng*.

#### b. Định lý các phần tử tương ứng

## 7. Vật dẫn trong điện trường

### c. Điện hưởng một phần và điện hưởng toàn phần

- Điện hưởng một phần:  $|q'| < q$

- Điện hưởng toàn phần:

$$|q'| = q$$

## 7. Vật dẫn trong điện trường

### 7.3. Điện dung của vật dẫn và tụ điện

#### a. Điện dung vật dẫn

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

Điện dung của một vật dẫn cô lập là một đại lượng vật lý có trị số bằng điện tích mà vật dẫn tích được khi điện thế của nó được đưa từ 0 đến 1 đơn vị điện thế.

## 7. Vật dẫn trong điện trường

### b. Điện dung của tụ điện

- Tụ điện là một hệ thống gồm 2 vật dẫn cô lập ở điều kiện điện hưởng toàn phần.

- Điện dung của tụ là một đại lượng đo bằng tỷ số điện tích  $Q$  với hiệu điện thế  $U$  giữa hai bản tụ.

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

## 7. Vật dẫn trong điện trường

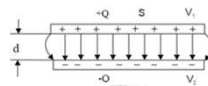


## 7. Vật dẫn trong điện trường

### c. Tính của điện dung của một số tụ:

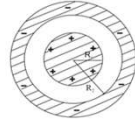
- Tụ điện phẳng:

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



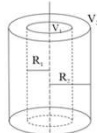
- Tụ điện cầu:

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0 R_1 R_2}{(R_2 - R_1)}$$



- Tụ điện trụ:

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



Hình 8-32

## 8. Năng lượng của trường tĩnh điện

### 8.1. Năng lượng của một hệ điện tích điểm

Nếu hệ gồm 2 điện tích điểm:

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

Nếu hệ gồm  $n$  điện tích điểm:

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

## 8. Năng lượng của trường tĩnh điện

8.2. Năng lượng của một vật dẫn cô lập mang điện

$$W = \frac{1}{2} \int_{\text{toàn bộ vật}} V dq = \frac{1}{2} VQ = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

8.3. Năng lượng của tụ điện phẳng tích điện

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

## 8. Năng lượng của trường tĩnh điện

8.4. Năng lượng của trường tĩnh điện

- Mật độ năng lượng của điện trường:

$$\omega_e = \frac{1}{2} DE$$

- Năng lượng của trường tĩnh điện:

$$W_e = \int_V \omega_e \cdot dV = \frac{1}{2} \int_V DE \cdot dV$$