

BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐIỆN TỪ

Bài 3

DÒNG ĐIỆN & ĐIỆN TRỞ

NỘI DUNG

I – Các khái niệm cơ bản

II – Định luật Ohm

III – Điện trở

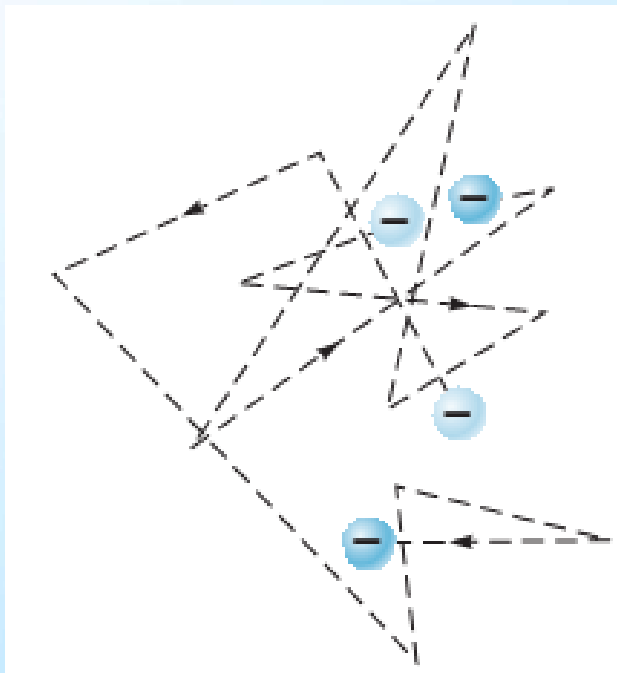
IV – Các họ điện trở

V – Mạch điện

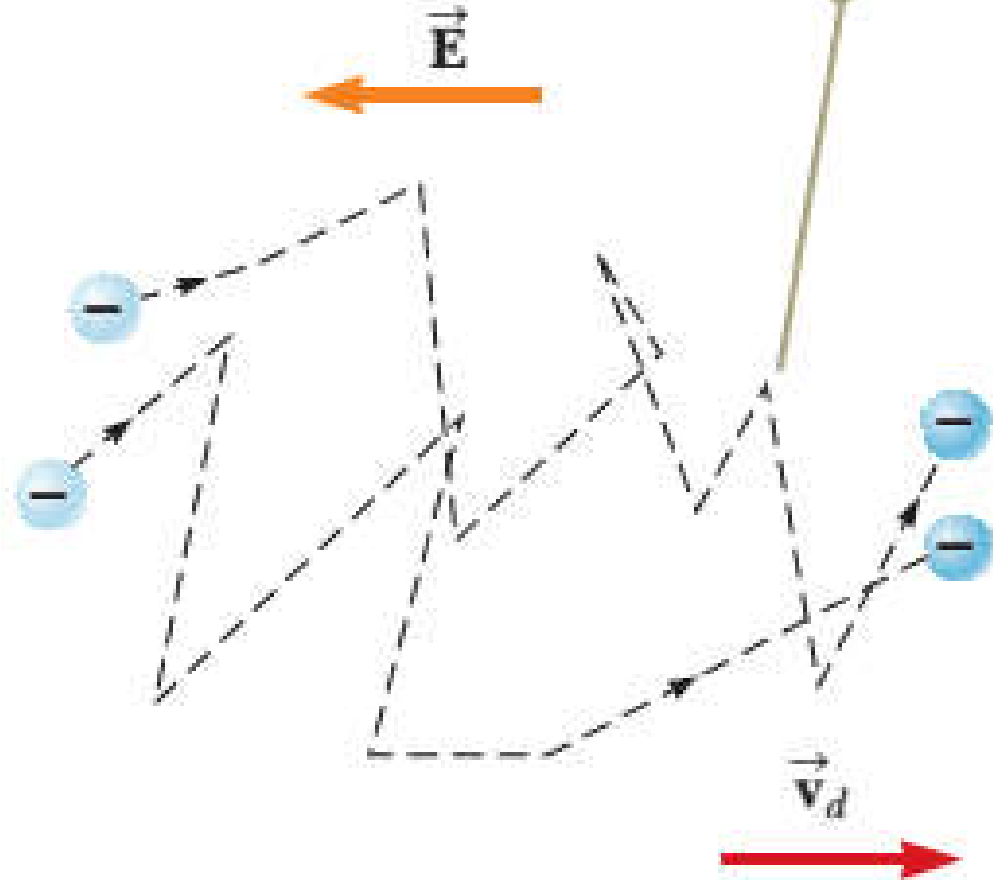
I – CÁC KI

1 – Dòng điện:

Dòng điện: là dòng các điện tích



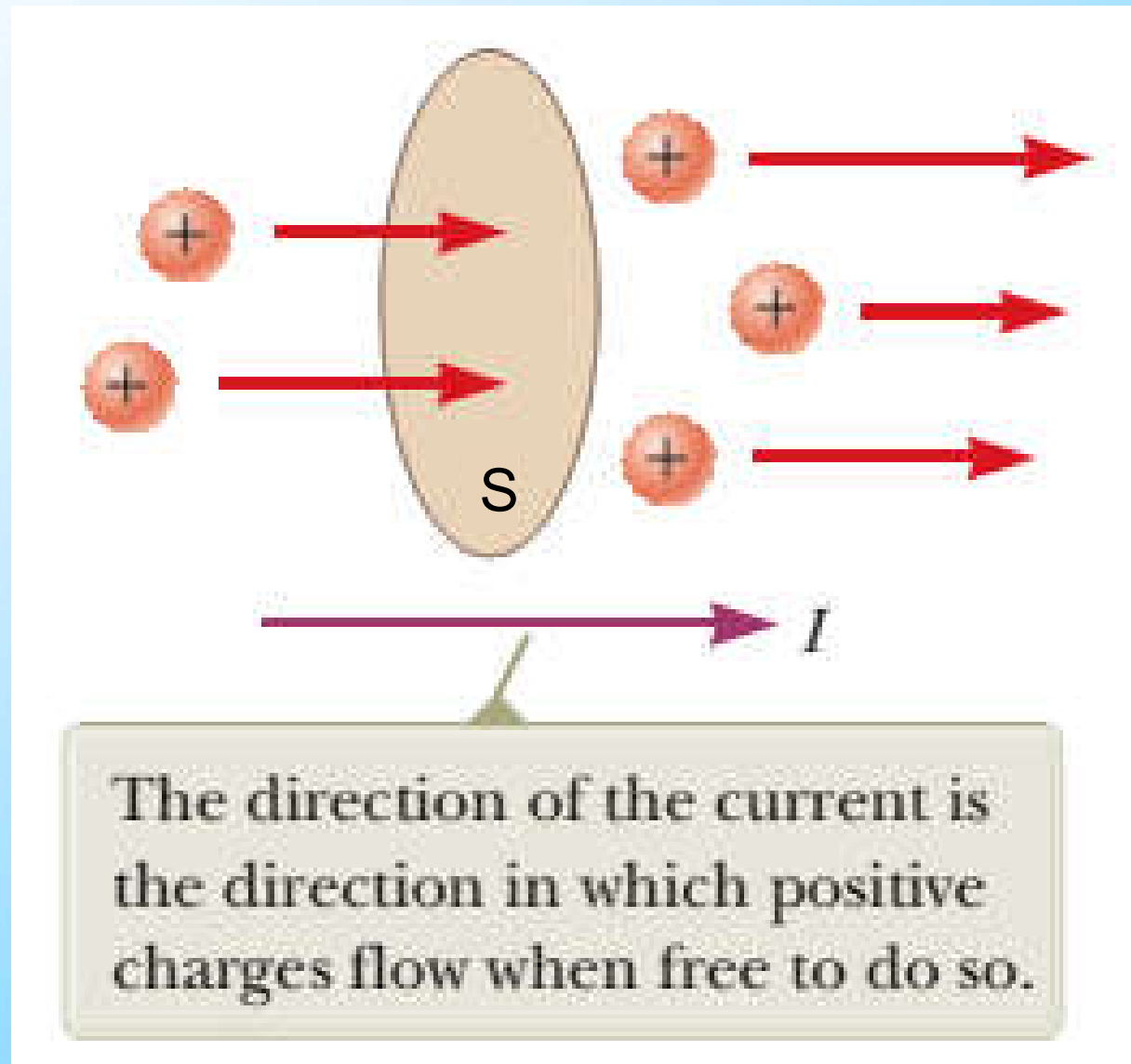
The random motion of the charge carriers is modified by the field, and they have a drift velocity opposite the direction of the electric field.



I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1 – Dòng điện:

Chiều của dòng điện: là chiều chuyển động của các điện tích dương.



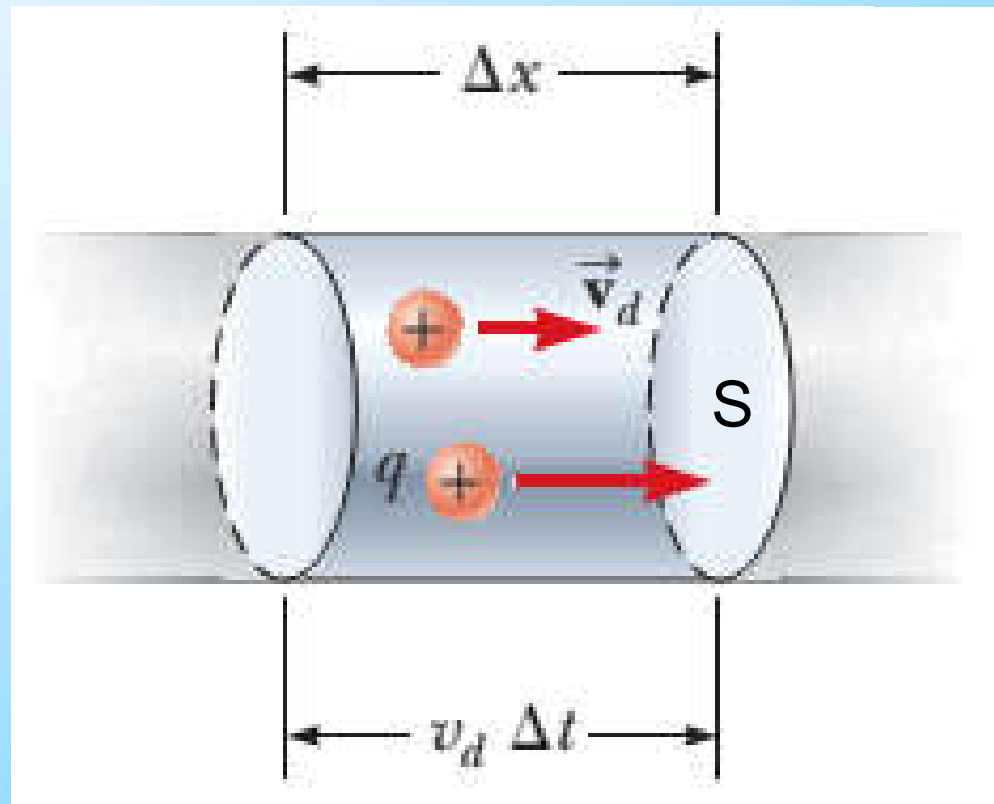
I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

2 – Cường độ dòng điện:

Cường độ dòng điện trung bình:

$$I_{\text{avg}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$I_{\text{avg}} = nq v_d S$$



I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

2 – Cường độ dòng điện:

Cường độ dòng điện tức thời:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Nếu I không đổi theo thời gian thì ta có dòng điện không đổi. Khi đó:

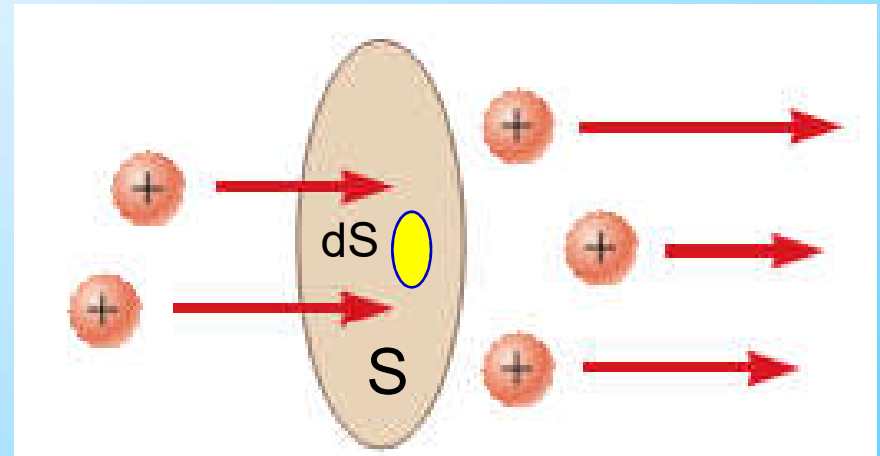
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{Q}{t} = nqv_d S$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

3 – Mật độ dòng điện:

Mật độ dòng điện trung bình trên tiết diện S:

$$J = \frac{I}{S} = nqv_d$$



Mật độ dòng điện tại một điểm trên tiết diện S:

$$J = \frac{dI}{dS} = nqv_d$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Lưu ý các đơn vị đo trong hệ SI:

I: Cường độ dòng điện (A)

J: Mật độ dòng điện (A/m²)

v_d: Tốc độ trôi (m/s)

n: Mật độ hạt tải (m⁻³)

S: Tiết diện vuông góc (m²)

q: Độ lớn điện tích của hạt tải (C)

$$\Delta Q = Nq$$

N: số hạt tải;

ΔQ: điện lượng (C)

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Ví dụ 1:

Mỗi giây có $2 \cdot 10^{18}$ ion dương hóa trị 2 và $4 \cdot 10^{18}$ electron chạy qua đèn ống có đường kính tiết diện $d = 2,0\text{cm}$. Tính cường độ dòng điện và trị số trung bình của mật độ dòng điện j qua đèn.

Giải

Cường độ dòng điện:
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{Nq}{\Delta t} = \frac{N_+q_+ + N_-q_-}{\Delta t}$$

$$I = \frac{2 \cdot 10^{18} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 4 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1} = 1,28\text{A}$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Ví dụ 1:

Mật độ dòng điện:

$$J = \frac{I}{S} = \frac{4I}{\pi d^2} = \frac{4 \times 1,28}{3,14 \times 0,02^2} = 4,08.10^3 \text{ A / m}^2$$



I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Ví dụ 2:

Một dây chì có tiết diện $S = 2\text{mm}^2$, có dòng điện 5A chạy qua.

- Tính mật độ dòng điện qua dây chì.
- Dây chì này có thể chịu được dòng điện tối đa là bao nhiêu, nếu mật độ dòng cho phép là 450 A/cm^2 ?
- Một động cơ điện có giới hạn dòng là 18A thì phải dùng dây chì có đường kính tiết diện bao nhiêu để bảo vệ động cơ?

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Giải ví dụ 2:

a) Mật độ dòng điện: $J = \frac{I}{S} = \frac{5 \text{ A}}{2 \text{ cm}^2} = 2,5 \text{ A / cm}^2$

b) Dòng điện tối đa được phép qua dây chì:

$$I_{\max} = j_{\max} S = (4,5 \text{ A / mm}^2) \times (2 \text{ mm}^2) = 9 \text{ A}$$

c) Đường kính của dây chì:

$$I_{\max} = j_{\max} \cdot S = j_{\max} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$
$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4I_{\max}}{\pi \cdot j_{\max}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18}{3,14 \cdot 4,5}} = 2,26 \text{ mm}$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Ví dụ 3:

Một dây đồng có tiết diện ngang $3,31 \text{ mm}^2$, có dòng điện 10 A chạy qua. Tính tốc độ trôi của các electron trong dây đồng này, biết rằng mỗi nguyên tử đồng đóng góp 1 electron tự do; khối lượng riêng và khối lượng mol của đồng là $8,92 \text{ g/cm}^3$ và $63,5 \text{ g/mol}$.

Giải

Tốc độ trôi:

$$J = \frac{I}{S} = nqv_d \Rightarrow v_d = \frac{I}{nqS}$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Giải ví dụ 3:

Thể tích của một mol đồng: $V = \frac{M}{\rho}$

Nếu mỗi nguyên tử đồng đóng góp một electron tự do thì mật độ electron tự do trong đồng là:

$$n = \frac{N_A}{V} = \frac{N_A \rho}{M}$$

Tốc độ trôi của các electron:

$$v_d = \frac{I}{nqS} = \frac{IM}{N_A \rho qS}$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Giải ví dụ 3:

$$M = 63,5 \text{ g / mol} = 63,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg / mol}$$

$$\rho = 8,92 \text{ g / cm}^3 = 8,92 \cdot 10^6 \text{ kg / m}^3$$

$$S = 3,31 \text{ mm}^2 = 3,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}; \quad q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

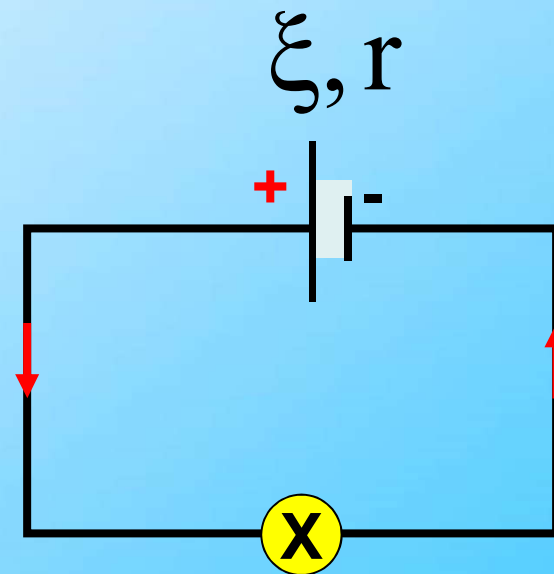
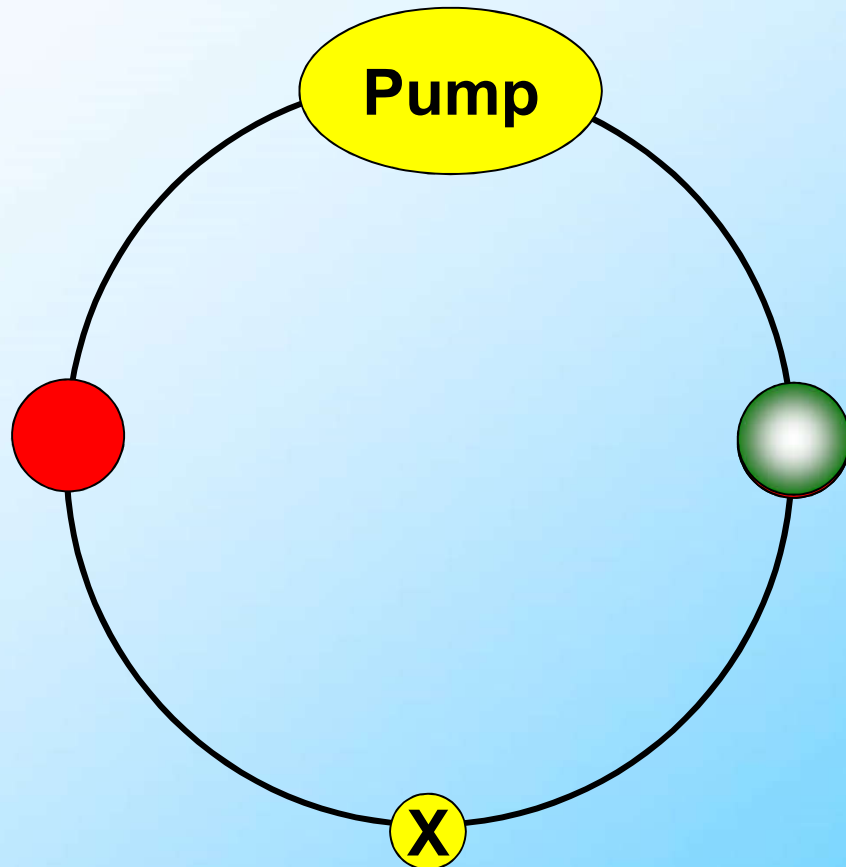
$$I = 10 \text{ A}; \quad S = 3,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow v_d &= \frac{10 \cdot 63,5 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 8,92 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,31 \cdot 10^{-6}} \\ &= 2,23 \cdot 10^{-4} \text{ m / s} = 0,223 \text{ mm / s} \end{aligned}$$

I – CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

4 – Nguồn điện:

- Là cơ cấu để duy trì dòng điện.



II – ĐỊNH LUẬT OHM

Dạng vi phân:

Đa số các môi trường dẫn, mật độ dòng điện tại mỗi điểm tỉ lệ thuận với cường độ điện trường tại đó.

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = nq\mu$$

σ : điện dẫn suất $(\Omega\text{m})^{-1}$

ρ : điện trở suất (Ωm)

n : mật độ hạt tải (m^{-3})

μ : độ linh động của hạt tải $(\text{m}^2/\text{s.V})$

q : độ lớn điện tích của hạt tải (C)

II – ĐỊNH LUẬT OHM

Dạng tích phân:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

Thuần trở

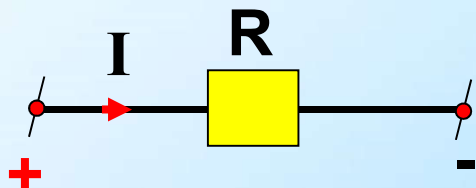
$$I = \frac{U}{R}$$

Mạch kín

$$I = \frac{\xi}{R + r}$$

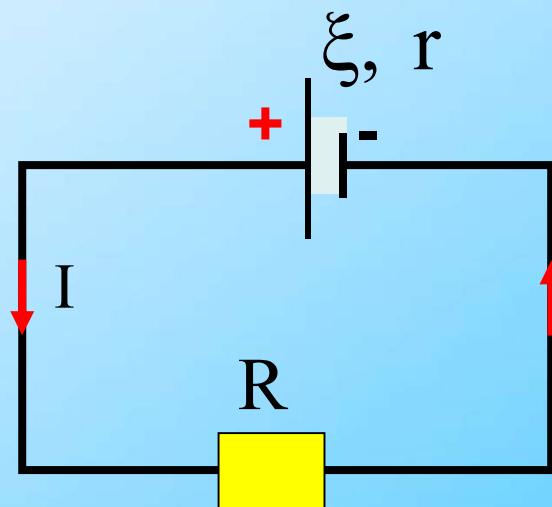
Tổng quát

$$U_{AB} = \sum_i \xi_i + \sum_i I_i R_i$$



$$R = \rho \frac{l}{S}$$

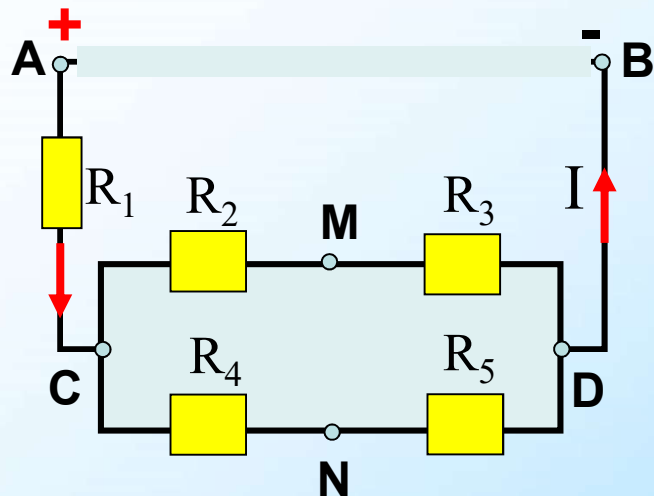
$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$



Qui ước: Đi từ A đến B, nếu gặp cực dương của nguồn nào trước thì SĐĐ của nguồn đó mang dấu +; đi cùng chiều dòng điện của nhánh nào thì CĐĐ của nhánh đó mang dấu +; trái lại chúng mang dấu - .

II – ĐỊNH LUẬT OHM

Ví dụ 1:



$$\begin{aligned} R_1 &= 8\Omega; R_2 = 6\Omega; \\ R_3 &= 14\Omega; R_4 = 10\Omega; \\ R_5 &= 20\Omega; U_{AB} = 24V \end{aligned}$$

- Tính R_{td}
- Tính cđđđ qua mỗi R
- Tính U_{AM} ; U_{AN} ; U_{MN}

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 20\Omega$$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 30\Omega$$

$$R_{2345} = \frac{R_{23} \cdot R_{45}}{R_{23} + R_{45}} = 12\Omega$$

$$R_{td} = R_1 + R_{2345} = 20\Omega$$

$$I_1 = I = \frac{U_{AB}}{R_{td}} = 1,2A$$

$$U_{CD} = I \cdot R_{2345} = 14,4V$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{CD}}{R_{23}} = \frac{14,4}{20} = 0,72A$$

$$I_4 = I_5 = I - I_2 = 0,48A$$

II – ĐỊNH LUẬT OHM

Ví dụ 2:

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 50\Omega$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = 25\Omega$$

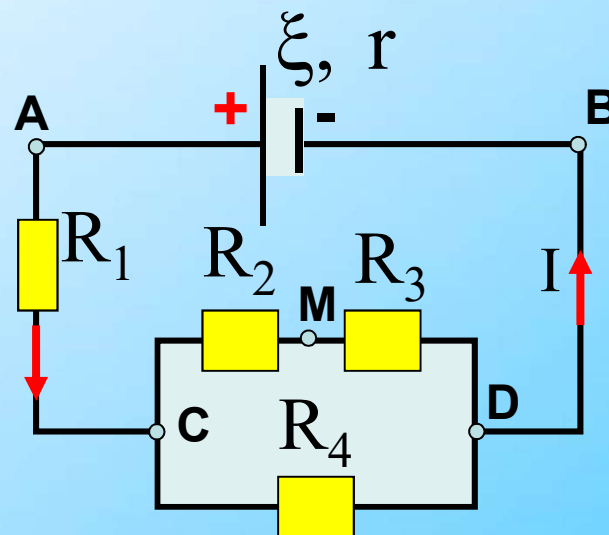
$$R_{td} = R_1 + R_{234} = 30\Omega$$

$$I_1 = I = \frac{\xi}{R + r} = \frac{32}{30 + 2} = 1A$$

$$U_{CD} = I \cdot R_{234} = 25V$$

$$I_4 = \frac{U_{CD}}{R_4} = 0,5A$$

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{CD}}{R_{23}} = 0,5A$$



$$R_1 = 5\Omega; R_2 = 30\Omega; R_3 = 20\Omega; \\ R_4 = 50\Omega; r = 2\Omega; \xi = 32V.$$

Tính điện trở tương đương;
cường độ dòng điện qua mỗi
điện trở; U_{AB} , U_{AM} , U_{BM} .