

BÀI GIẢNG
ĐIỆN VÀ TỪ

cuu duong than cong. com



HUỲNH TRÚC PHƯƠNG

Email: htphuong.oarai@gmail.com

NỘI DUNG

- Chương 1: Điện trường tĩnh trong chân không
- Chương 2: Vật dẫn
- Chương 3: Điện môi
- Chương 4: Dòng điện không đổi
- Chương 5: Từ trường trong chân không
- Chương 6: Cảm ứng từ
- Chương 7: Điện - Từ trường

KHỞI ĐẦU CHO SỰ KHÁM PHÁ

CHƯƠNG 4

DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

4.1. Bản chất của dòng điện

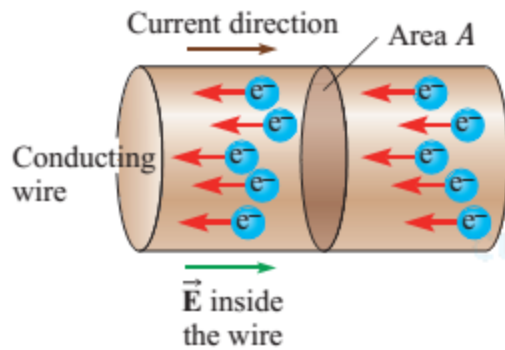
4.2. Các đại lượng đặc trưng của dòng điện

4.3. Các định Ohm của mạch điện

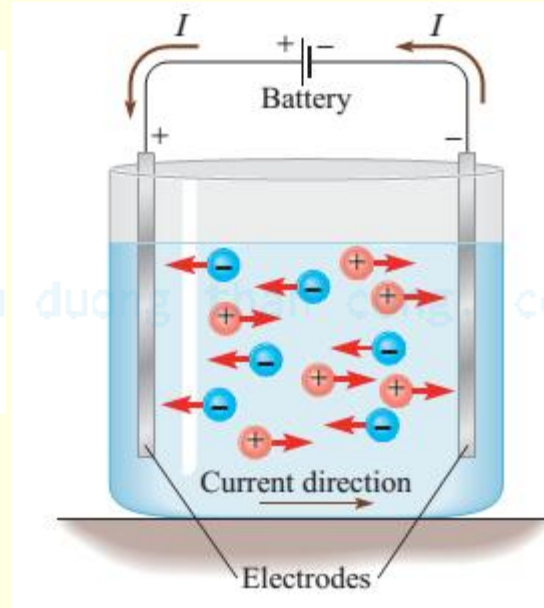
5.4. Mạch RC.



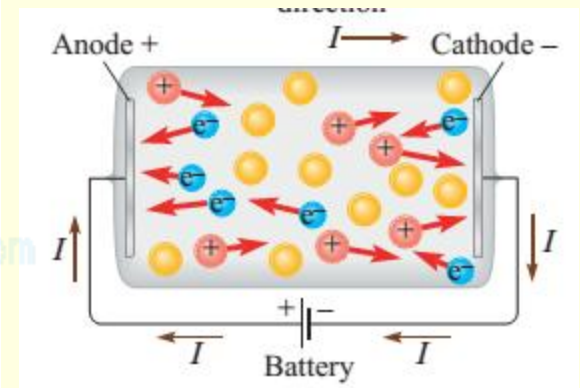
4.1. BẢN CHẤT CỦA DÒNG ĐIỆN



Kim loại



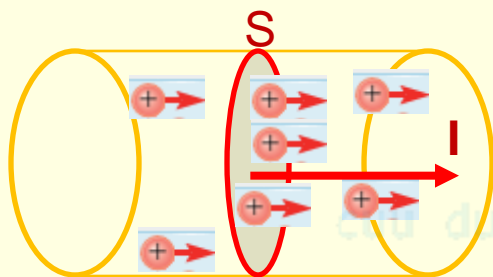
Chất lỏng



Chất khí

4.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG ĐIỆN

1. Cường độ dòng điện



Theo định nghĩa:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (A)$$



$$q = \int_0^t dq = \int_0^t I dt$$

Nếu dòng điện không đổi thì

$$q = I \int_0^t dt = I \cdot t$$

Nếu trong vật dẫn có hai loại điện tích cùng dịch chuyển qua diện tích S thì

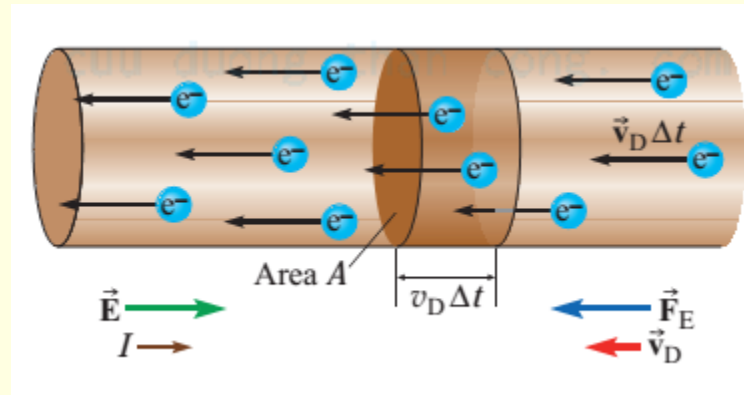
$$I = \frac{dq_+}{dt} + \frac{dq_-}{dt}$$

4.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG ĐIỆN

1. Cường độ dòng điện

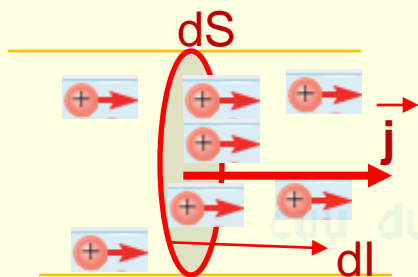
Ví dụ 1: Hai dây dẫn có diện tích tiết diện $S = 1,6 \text{ mm}^2$ nối với các cực của nguồn điện đến mạch của đồng hồ. Trong khoảng thời gian $0,04\text{s}$ có $5 \cdot 10^{14}$ electron di chuyển về bên phải qua tiết diện của dây. Tính độ lớn và chiều của dòng điện trên dây?

Ví dụ 2: Một dây Cu có đường kính $2,053 \text{ mm}$. Mật độ electron trong dây Cu là $8 \cdot 10^{28} \text{ electron/m}^3$. Giả sử cường độ dòng điện một chiều qua dây đo được là 5A . Tính tốc độ dịch chuyển của electron trong dây Cu?



4.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG ĐIỆN

2. Vector mật độ dòng điện

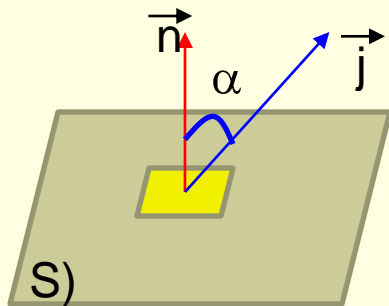


Theo định nghĩa:

$$|\vec{j}| = \frac{dI}{dS} \quad (\text{A/m}^2)$$

$$I = \int_{(S)} dI = \int_{(S)} |\vec{j}| dS$$

Đối với mặt phẳng bất kỳ



$$dI = |\vec{j}| dS \cos \alpha$$

hay

$$dI = \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

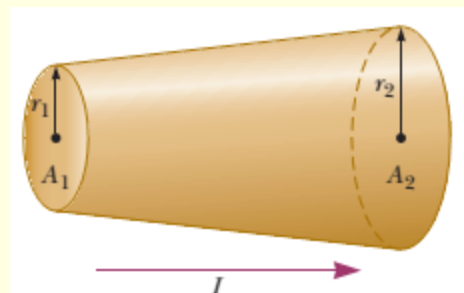
$$I = \int_{(S)} \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

4.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG ĐIỆN

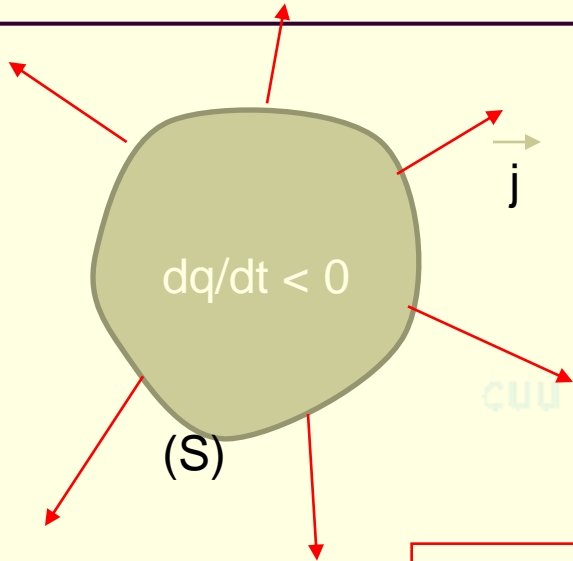
2. Vector mật độ dòng điện

Ví dụ 3: Hình vẽ biểu diễn tiết diện của một dây dẫn không đều có cường độ dòng điện $I = 5A$. Bán kính của tiết diện A_1 là $r_1 = 0,4cm$.

- (a) Tính độ lớn vector mật độ dòng điện qua A_1 ?
- (b) Bán kính r_2 tại A_2 lớn hơn bán kính r_1 tại A_1 . Cường độ dòng điện và vector mật độ dòng điện tại A_2 như thế nào so với tại A_1 ?
- (c) Giả sử $A_2 = 4A_1$. Tính: r_2 , I_2 và j_2 tại A_2 ?



4.3. PHƯƠNG TRÌNH LIÊN TỤC



Lượng điện tích dịch chuyển qua mặt (S)

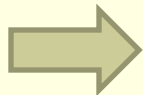
$$\oint_{(S)} \vec{j} \cdot d\vec{S} = - \frac{dq}{dt}$$

với $q = \int_{(V)} \rho \, dV$

$$\oint_{(S)} \vec{j} \cdot d\vec{S} = - \frac{d}{dt} \int_{(V)} \rho \, dV = - \int_{(V)} \frac{\partial \rho}{\partial t} \, dV$$

Áp dụng định lí Stoke:

$$\oint_{(S)} \vec{j} \cdot d\vec{S} = \int_{(V)} \nabla \cdot \vec{j} \, dV = - \int_{(V)} \frac{\partial \rho}{\partial t} \, dV$$

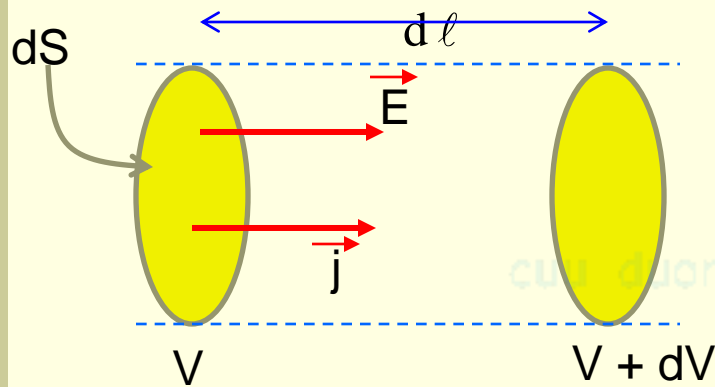


$$\nabla \cdot \vec{j} = - \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

Phương trình liên tục

4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

1. Dạng vi phân của định luật Ohm



Theo định luật Ohm

$$dI = \frac{V - (V + dV)}{R} = - \frac{dV}{R}$$

$$R = \rho \frac{d\ell}{dS}$$

$$dI = - \frac{dV}{R} = \frac{1}{\rho} \left(- \frac{dV}{d\ell} \right) dS \quad \Rightarrow \quad |\vec{j}| = \frac{1}{\rho} |\vec{E}| = \sigma |\vec{E}|$$

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

Điện dẫn suất (Simen/mét, S/m)

Hay

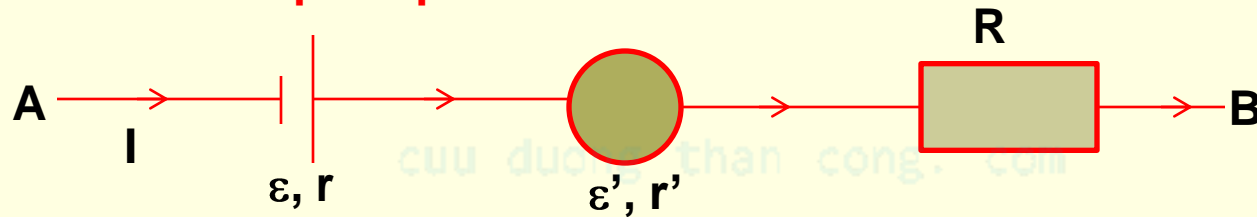
$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

⇒ Dạng vi phân của định luật Ohm

4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

2. Định luật Ohm tổng quát

ĐỐI VỚI ĐOẠN MẠCH



$$V_A - V_B = R_t \cdot I - \varepsilon + \varepsilon',$$
$$I = \frac{V_A - V_B + \varepsilon - \varepsilon'}{R_t}$$

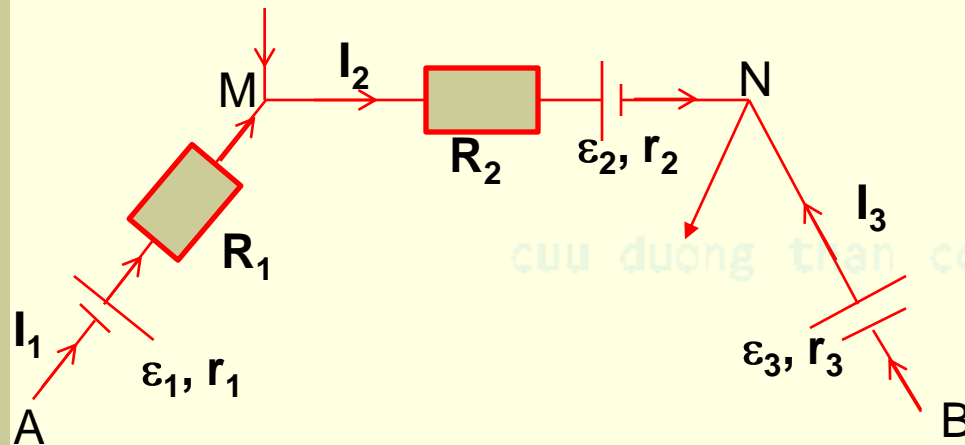
$$R_t = R + r + r'$$

Nếu dòng điện vào cực dương của nguồn thì

$$V_A - V_B = R_t \cdot I + \varepsilon + \varepsilon',$$

4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

2. Định luật Ohm tổng quát



Tính hiệu điện thế $V_A - V_B = ?$

$$\epsilon_1 = 6V, r_1 = 1\Omega$$

$$\epsilon_2 = 1,5V, r_2 = 1\Omega$$

$$\epsilon_3 = 3V, r_3 = 0,5\Omega$$

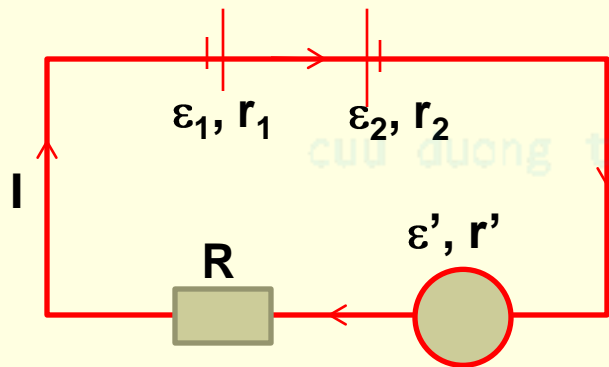
$$R_1 = 4\Omega, R_2 = 2\Omega$$

$$I_1 = 2A, I_2 = 2,5A, I_3 = 1A$$

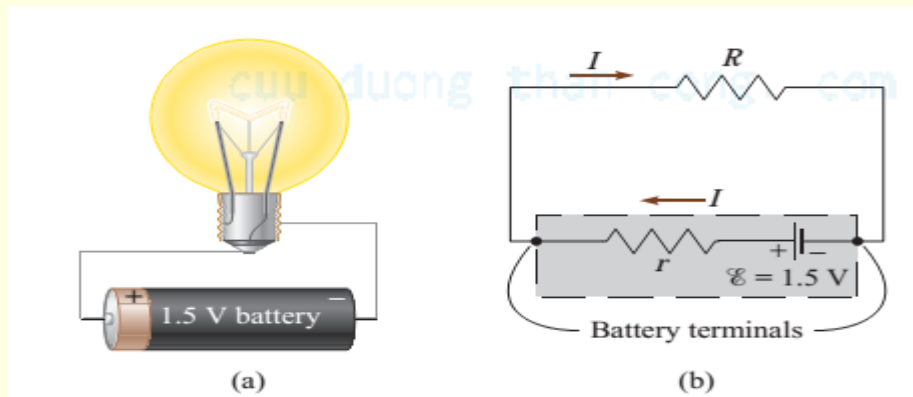
4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

2. Định luật Ohm tổng quát

ĐỐI VỚI MẠCH VÒNG



$$\begin{aligned} V_A - V_B &= 0 \\ I &= \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon'}{R_t} \\ R_t &= R + r_1 + r_2 + r' \end{aligned}$$

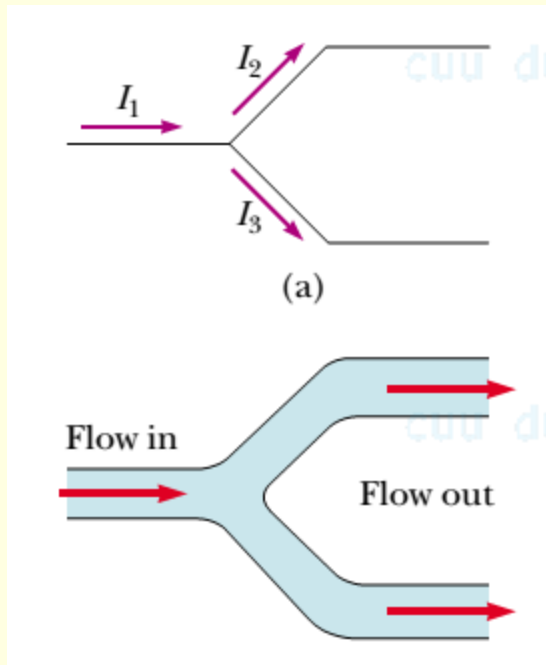


4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

3. Định luật Kirchhoff

a) Định luật nút mạng

$$\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}}$$



$$I_1 = I_2 + I_3$$
$$I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$$

$$\sum_{k=1}^n (\pm I_k) = 0$$

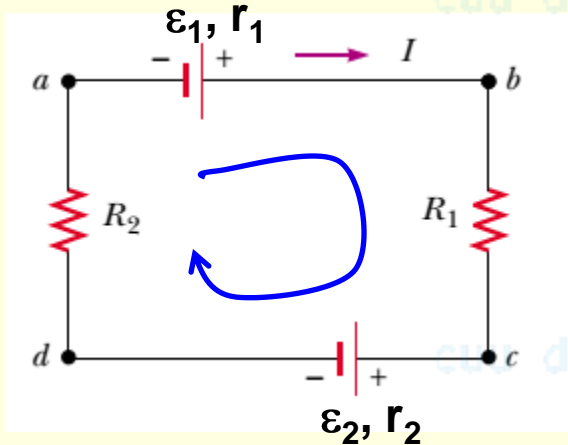
Tổng đại số các dòng điện tại một nút mạng bằng không

4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

3. Định luật Kirchhoff

b) Định luật vòng mạng

$$\sum \Delta V = 0$$



$$\begin{aligned} I r_1 - \epsilon_1 + I R_1 + I r_2 + \epsilon_2 + I R_2 &= 0 \\ I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2) - \epsilon_1 + \epsilon_2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\sum_{k=1}^n (\pm I_k) R_k + \sum_{k=1}^n (\pm \epsilon_k) = 0$$

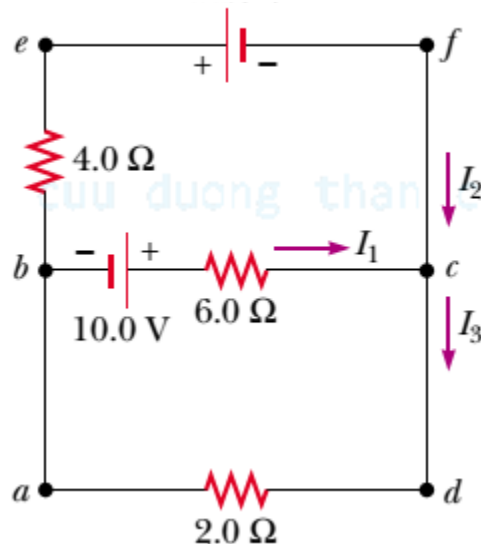
4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

3. Định luật Kirchhoff

b) Định luật vòng mạng

Example 28.9 Applying Kirchhoff's Rules

Find the currents I_1 , I_2 , and I_3 in the circuit shown in Figure 28.17.



4.4. CÁC DẠNG ĐỊNH LUẬT OHM CHO MẠCH THUẦN ĐIỆN TRỞ

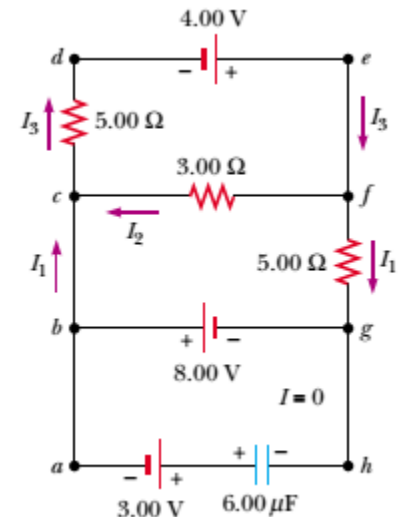
3. Định luật Kirchhoff

b) Định luật vòng mạng

Example 28.10 A Multiloop Circuit

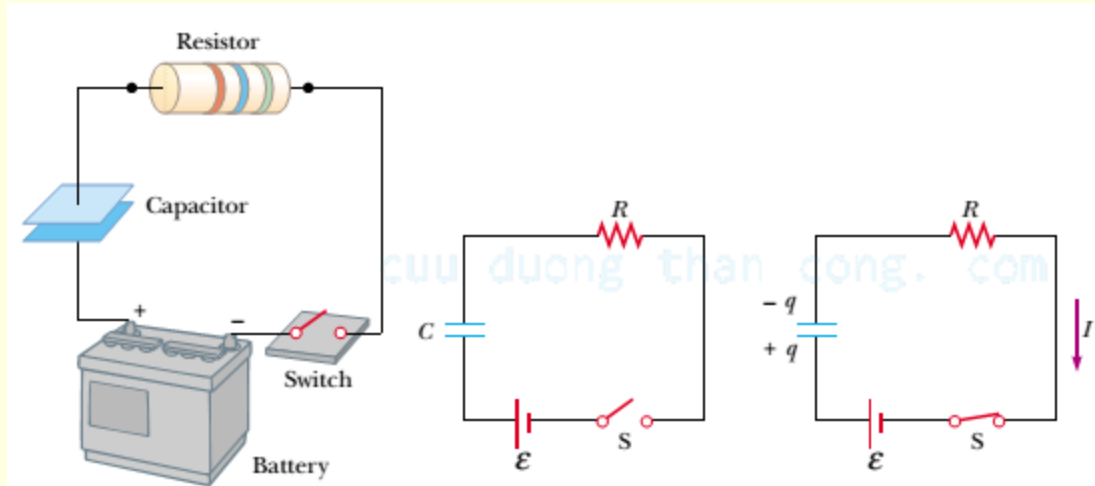
(A) Under steady-state conditions, find the unknown currents I_1 , I_2 , and I_3 in the multiloop circuit shown in Figure 28.18.

(B) What is the charge on the capacitor?



4.5. MẠCH RC

1. Quá trình nạp điện



Áp dụng định luật Kirchhoff cho vòng kín, ta có:

$$\varepsilon - \frac{q}{C} - IR = 0$$

Tại thời điểm $t = 0$:

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon - \frac{q}{C} - R \frac{dq}{dt} = 0$$

4.5. MẠCH RC

1. Quá trình nạp điện

$$\frac{dq}{dt} = \frac{C\varepsilon}{RC} - \frac{q}{RC} = -\frac{q - C\varepsilon}{RC}$$



$$q(t) = C\varepsilon \left(1 - e^{-t/RC}\right) \rightarrow Q_0 \left(1 - e^{-t/RC}\right)$$

$$I(t) = I_0 e^{-t/RC}$$

$$q(t) = Q_0 \left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$$

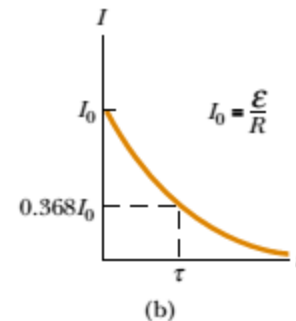
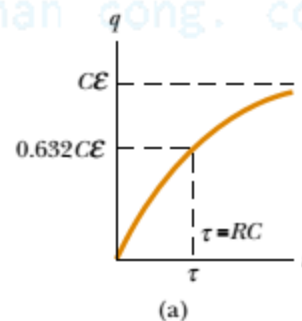
$$\tau = RC$$

Hằng số thời gian

Với:

$$Q_0 = \varepsilon C$$

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$



4.5. MẠCH RC

2. Quá trình phóng điện

$$-\frac{q}{C} - IR = 0 \Leftrightarrow \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{RC}$$



$$q(t) = Q_0 e^{-t/RC}$$

$$I(t) = -I_0 e^{-t/RC}$$

$$q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}$$

$$I(t) = -I_0 e^{-t/\tau}$$

Với:

$$I_0 = \frac{Q}{RC}$$

$$\tau = RC$$

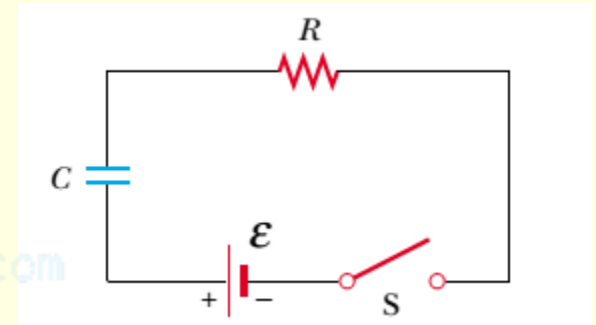
Hằng số thời gian

4.5. MẠCH RC

2. Quá trình phóng điện

Example 28.12 Charging a Capacitor in an RC Circuit

An uncharged capacitor and a resistor are connected in series to a battery, as shown in Figure 28.23. If $\mathcal{E} = 12.0 \text{ V}$, $C = 5.00 \mu\text{F}$, and $R = 8.00 \times 10^5 \Omega$, find the time constant of the circuit, the maximum charge on the capacitor, the maximum current in the circuit, and the charge and current as functions of time.



Example 28.13 Discharging a Capacitor in an RC Circuit

Consider a capacitor of capacitance C that is being discharged through a resistor of resistance R , as shown in Figure 28.21.

(A) After how many time constants is the charge on the capacitor one-fourth its initial value?

(B) The energy stored in the capacitor decreases with time as the capacitor discharges. After how many time constants is this stored energy one-fourth its initial value?

