



Maxwell's equations

Electric field

Magnetic field
electrons

$$\text{oh} = \chi - \frac{2}{\epsilon} - \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\int \mathbf{v} = \mathbf{h} - \mathbf{h}$$

field field

$$e = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{e \hbar^2}{2m} = \frac{h^2}{2m} = \frac{h^2}{2m}$$

$$\text{oh}^2 = Z \alpha = \frac{h^2}{2m}$$

$$\text{oh}^2 = e^2 = \frac{h^2}{2m}$$

Maxwell's 2-2 equations

$E = E - I$

magnetic field (oh)

oh

$$\text{oh} = \frac{2}{\epsilon} = 2 = \frac{h^2}{2m} = 1 = (2)$$

Електричний струм

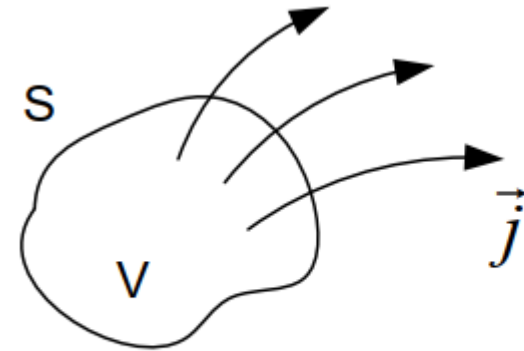
Семен ЖИЛА

Математичний опис законів електричного струму



$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$I(t) = - \frac{dq}{dt}$$



Об'єм V , з якого тече струм

$$dI = j dS_{\perp} \Rightarrow$$

$$j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$$

$$I = \oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

Математичний опис законів електричного струму



$$I = \oint_S \vec{j} d\vec{S}$$

$$q = \int_V \rho dV$$

$$I(t) = - \frac{dq}{dt}$$

$$- \frac{dq}{dt} = \oint_S \vec{j} d\vec{S}$$

$$- \frac{d}{dt} \int_V \rho dV = \oint_S \vec{j} d\vec{S}$$

Таким чином $\oint_S \vec{j} d\vec{S} = \int_V \operatorname{div} \vec{j} dV$

$$\operatorname{div} \vec{j} = - \frac{d\rho}{dt}$$

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

g - проводимость

$$\int_1^2 \vec{E} d\vec{l} = V_1 - V_2$$

$$\int_1^2 \frac{\vec{j}}{g} d\vec{l} = I \int_1^2 \frac{dl}{gS} = IR, \text{ тогда}$$

$$V_1 - V_2 = IR$$

Сторонні сили та їх напруженість. Електрорушійна сила



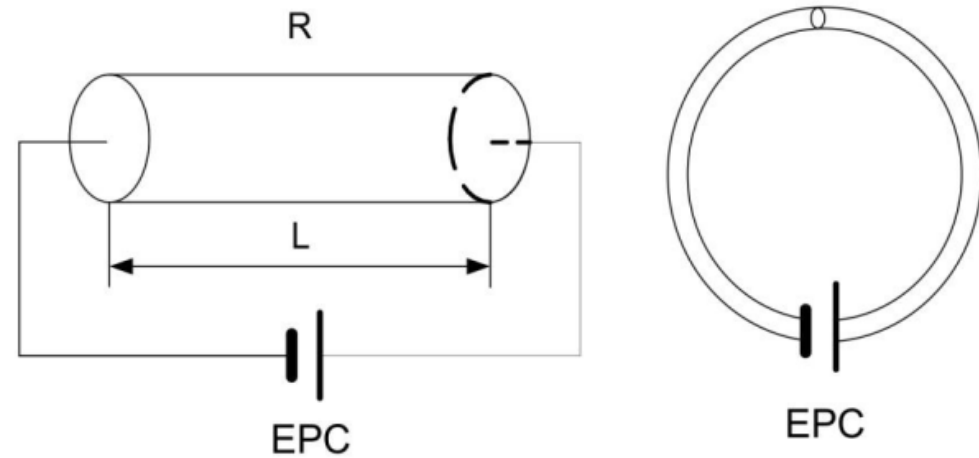
$$\oint \vec{E} d\ell = 0$$

$$\vec{j} = g(\vec{E} + \vec{E}_{cr})$$

$$\int_0^L (\vec{E} + \vec{E}_{cr}) d\vec{\ell} = I \int_0^L \frac{d\ell}{gS}$$

$$U_1 - U_2 + EPC = IR$$

$$EPC = \int_0^L \vec{E}_{cr} d\vec{\ell}$$



До пояснення існування струму за рахунок сторонніх сил

Змінний струм у колі. Струм зміщення



$$\operatorname{div} \vec{j} = 0 \quad \text{— лінії постійного струму замкнуті}$$

Для змінного струму:

$$\operatorname{div} \vec{j} = - \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

$$\rho = \operatorname{div} \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\operatorname{div} \vec{j} = - \frac{\partial}{\partial t} (\operatorname{div} \epsilon_0 \vec{E}) = - \operatorname{div} \left(\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\operatorname{div} \vec{j} + \operatorname{div} \left(\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right) = 0$$

$$\epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \vec{j}_{\text{зм.}}$$

Змінний струм у колі. Струм зміщення



$$\vec{j}_{\text{повн}} = \vec{j} + \vec{j}_{\text{зм}}$$

↑
струм зарядів

$$I_{\text{зм}} = j_{\text{зм}} \cdot S = \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \cdot S = \epsilon_0 S \frac{\partial (E)}{\partial t} =$$
$$= \epsilon_0 S \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{U}{d} \right) = \frac{\epsilon_0 S}{d} \frac{\partial U}{\partial t} =$$
$$= C \frac{dU}{dt}$$

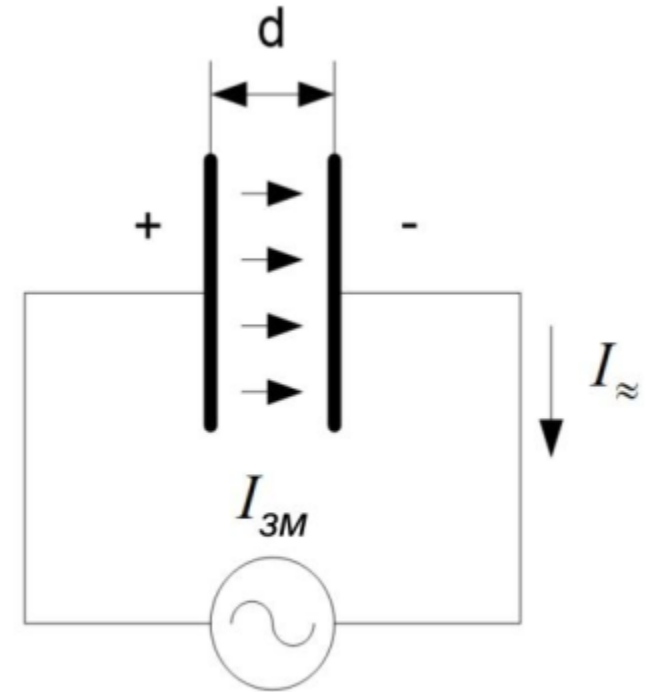


Рис. 5.4. Струм зміщення в ємності

1. Який вираз описує закон Ома в диференціальній формі?
2. У чому полягає фізичний сенс струму зміщення?
3. Яка формула описує зв'язок сторонньої напруженості поля та струму у замкнутому колі?



Дякую за увагу!