

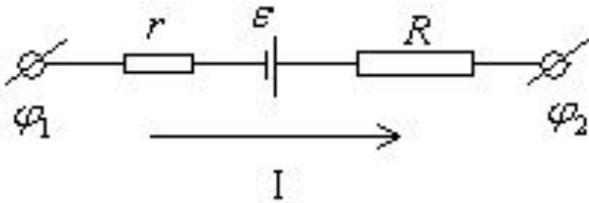
ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Лекция «Расчет цепей постоянного тока»

Закон Ома

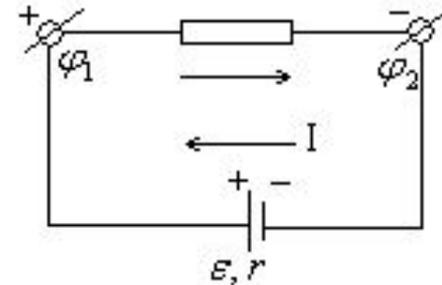
Закон Ома для неоднородного участка цепи:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}}{R + r}$$



Закон Ома для замкнутой (или полной) цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$



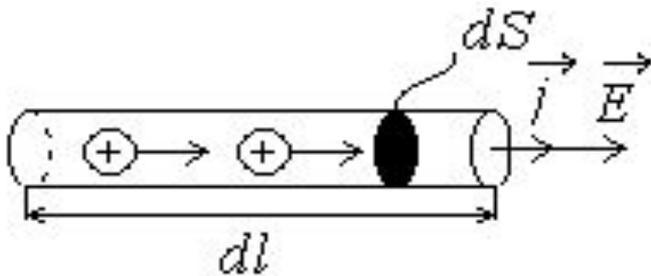
При соединении концов неоднородного участка цепи идеальным проводником образуется замкнутая цепь, в которой потенциалы φ_1 и φ_2 выравниваются.

Закон Ома

в дифференциальной форме

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

- закон Ома для однородного участка цепи



$$U = Edl$$
$$I = jdS$$

$$R = \rho \frac{dl}{dS}$$

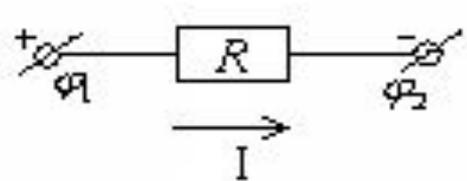
$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E} = \gamma \cdot \vec{E}$$

- закон Ома в дифференциальной форме

ρ - удельное сопротивление; γ - удельная проводимость

Закон Джоуля-Ленца

Количество теплоты, выделяющейся в проводнике, пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени протекания тока.



$$U = IR$$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

$$Q = A = I^2 R t$$

Если сила тока изменяется со временем, то за промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$ выделится теплота:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I^2 R dt$$

Мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

$$P = \frac{dA}{dt} = I^2 R = IU$$

Работа, производимая током за единицу времени, называется **мощностью**.

Количество теплоты, выделяющееся в единице объема проводника за единицу времени, называется **удельной мощностью**:

$$w = \frac{dQ}{dVdt} = \frac{I^2 R dt}{Sdl \cdot dt} = \frac{I^2 \rho \frac{dl}{S}}{Sdl} = \rho \frac{I^2}{S^2} = \rho j^2$$

$$j = \frac{I}{S}$$

$$w = \rho j^2 = \sigma E^2$$

- закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме

Полезная и полная работа источника тока

Полезная работа - это та, которую совершает источник по перемещению зарядов **во внешней цепи**.

$$A_{\text{полез}} = qU = IUt = I^2 R t$$

Полная работа - это работа источника по перемещению зарядов **во всей цепи**.

$$A_{\text{полн}} = q\varepsilon = I\varepsilon t = I^2 (R + r) t$$

КПД источника тока

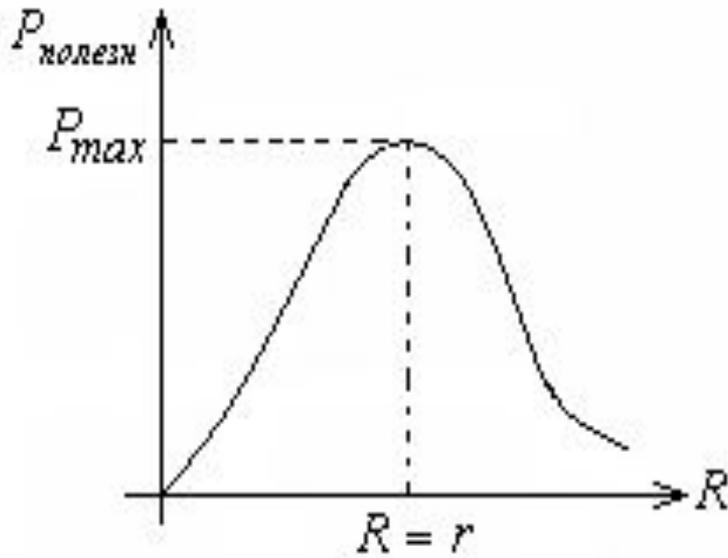
$$P_{\text{полезн}} = \frac{A_{\text{полезн}}}{t} = IU = I^2 R$$

$$P_{\text{полн}} = \frac{A_{\text{полн}}}{t} = I\varepsilon = I^2 (R + r)$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{полн}}} = \frac{P_{\text{полезн}}}{P_{\text{полн}}} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}$$

**- КПД
источника тока**

Условие согласования источника и нагрузки



$$P_{\text{полезн}} = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$$

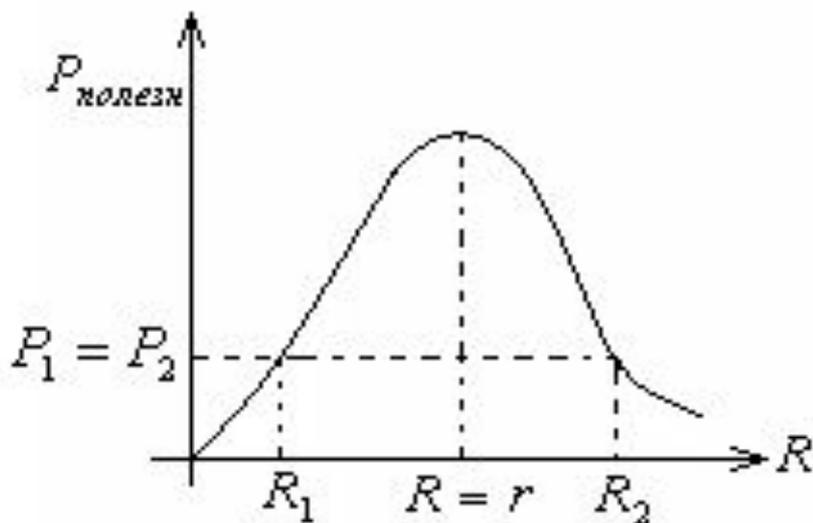
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

$$\frac{dP_{\text{полезн}}}{dR} = \varepsilon^2 \frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4} = \frac{R+r-2R}{(R+r)^3} \varepsilon^2 = 0$$

$$R = r; P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

Условие $R = r$ называется **условием согласования источника и нагрузки**. В этом случае **мощность, выделяемая источником во внешней цепи, максимальна**.

Зависимость полезной мощности от сопротивления нагрузки



$$\eta = \frac{R}{R+r}$$

При выполнении условия согласования $R = r$ КПД источника тока:

$$\eta = \frac{r}{r+r} = \frac{1}{2} (50\%)$$

Таким образом, **максимальная** полезная мощность и **максимальный** КПД **несовместимы**.

Одну и ту же полезную мощность можно получить при **различных** сопротивлениях нагрузки $R_1 < r < R_2$.



Благодарю за внимание