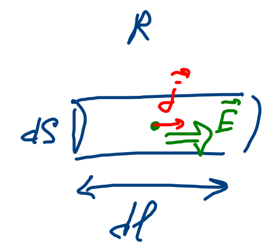
3) Зак. Ома в диф. форме

$\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$ $\qquad \sigma = \frac{1}{\rho}$ проводимость $\qquad [\sigma] = См$ „Сименс"

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

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



$\vec{j} \uparrow\uparrow \vec{E} \Rightarrow$ $\left.\begin{array}{l} \vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho} \\ \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E} \end{array}\right\}$ з. Ома в дифферен. форме !

если один носитель $\Rightarrow \vec{j} = e \cdot n \cdot \vec{v} \Rightarrow \sigma \cdot \vec{E} = e n \cdot \vec{v}$

$\vec{v} \sim \vec{E}$

$\vec{v} = \mu \cdot \vec{E}$ $\qquad \mu$ - подвижность носителей тока

Опыт показ-т, что ρ зависит от t линейно $\qquad R = \rho \cdot \frac{l}{S}$

$\boxed{\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)}$

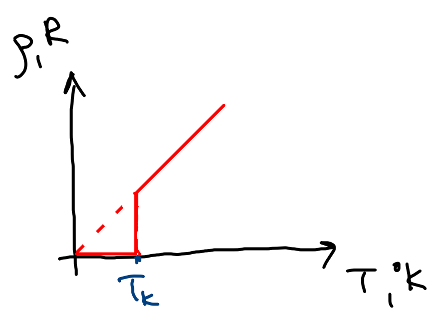
или

$\boxed{R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)}$

- зав-ть сопрот-я от темпер-ры

где: ρ_0 - удельное сопрот-е при 0°C

α - температ-й коэф-т (сопротивл-я)



$T_k \simeq 0{,}14 \div 20$ °K

при $T < T_k$ ⇒ сопротивл. резко падает

⇒ „сверхпроводник" (1911г)

объясняется на основе квант. теории

$[\alpha] = \frac{1}{°K}$

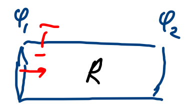
§ Работа и мощность. Закон Джоуля – Ленца

Однородн. пров-к, на концах $U = \varphi_1 - \varphi_2$, течёт ток

$\Rightarrow$ за dt ч/з попер. сечение проходит заряд $dq = I \cdot dt$

Эл. поле соверш. работу по его переносу {сторонние силы отсут.!}

$$dA = dq\cdot(\varphi_1 - \varphi_2) = dq \cdot U = I \cdot U \cdot dt = I^2 \cdot R \cdot dt = \frac{U^2}{R}\cdot dt$$



Мощность тока (работа за ед. времени):

$$\left\{ P \equiv \frac{dA}{dt} = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} \right\} \quad !$$

– может расход-ться:

а) на работу над внешн. телами (участок цепи д. перемещ-ся)

б) на протекание хим. реакций

в) на нагрев участка

Если проводник неподвижен и хим. реакций нет

$\Rightarrow$ работа идёт на увелич-е внутр. эн-и (т.е. на теплоту):

$$dQ = dA = I \cdot U \cdot dt = I^2 \cdot R \cdot dt = \frac{U^2}{R}\cdot dt$$

$$\boxed{dQ = I^2 \cdot R \cdot dt} = \ldots = \frac{U^2}{R}\cdot dt$$ – зак. Дж. – Ленца (в интегр. форме)

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Выделим в проводнике элемент-й цилиндр. объём:

$dV = dS \cdot dl$ (ось цилиндра совпадает с направл. тока);

$\Rightarrow R = \rho \cdot \frac{dl}{dS}$; $I = j \cdot dS$

за dt в dV выделится $dQ = I^2 \cdot R \cdot dt = (j \cdot dS)^2 \cdot \rho \frac{dl}{\cancel{dS}} \cdot dt \Rightarrow$

$$dQ = \rho \cdot j^2 \cdot dV \cdot dt$$

$\Rightarrow$ кол-во тепл. выделяющееся за ед. времени в ед. объёма

$$\frac{dQ}{dV \cdot dt} \equiv P_{уд} = \rho \cdot j^2$$

удельная мощность

! $\left.\begin{array}{l} P_{уд} = \rho \cdot j^2 \\ \text{или} \\ P_{уд} = j \cdot E = \sigma \cdot E^2 \end{array}\right\}$ закон Дж. – Ленца в дифф. форме !

§ Правила Кирхгофа

– расчёт сложных эл. цепей

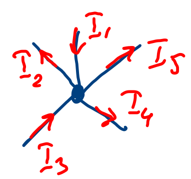
Def: Узел – любая точка цепи, в кот. сходятся ≥ 3 провод-в

I пр. Алгебраич. сумма токов, сходящ. в узле $= 0$

$$\sum_k I_k = 0$$

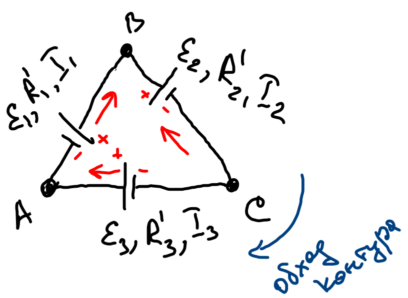
– следствие зак. сохр-я эл. заряда

#



$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

II пр. К. получится из з. Ома для разветвл. цепи



Применим обобщ. з. Ома к направл. обхода контура:

при этом б. считать:

$\mathcal{E} > 0$, если создает ток, направл. в сторону обхода контура

$I > 0$, если он совпадает с обходом контура

$$\begin{cases} I_1 \cdot R_1' = \varphi_A - \varphi_B + \mathcal{E}_1 \\ -I_2 \cdot R_2' = \varphi_B - \varphi_C - \mathcal{E}_2 \\ I_3 \cdot R_3 = \varphi_C - \varphi_A + \mathcal{E}_3 \end{cases}$$

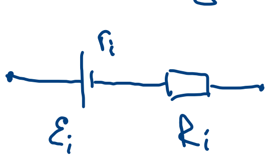
$$\Downarrow$$

$$I_1 \cdot R_1' - I_2 \cdot R_2' + I_3 \cdot R_3' = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$$

$$\Downarrow$$

II пр. К. $\sum_i I_i \cdot R_i' = \sum_k \mathcal{E}_k \iff \ldots \quad I_i \quad R_i'$

если на участке:



$R_i' = R_i + r_i$

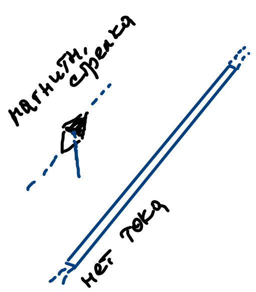
$r_i \ll R_i \Rightarrow R_i' = R_i \Rightarrow \boxed{\sum_i I_i \cdot R_i = \sum_k \mathcal{E}_k}$!

Электромагнетизм.

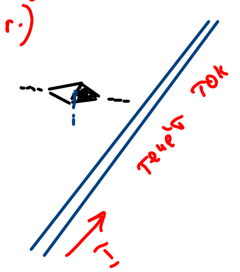
Глава: Магнитное поле.

§ Магнитное поле в вакууме.

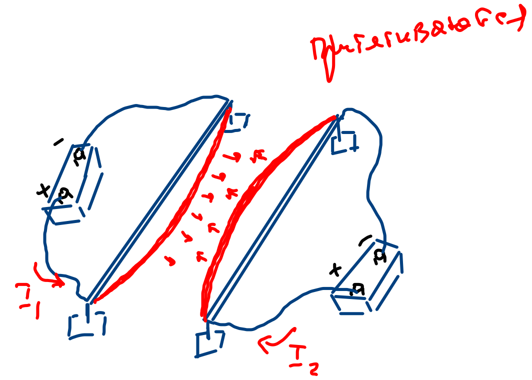
Конец XVIII в.: в пространстве, окруж-ем токи и постоян. магниты, возникает силовое поле → „магнитное“



Опыт Х. Эрстеда (1820 г.)



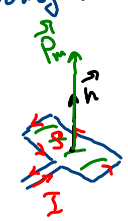
Опыт Ампера

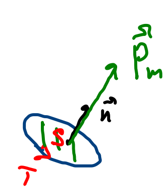


Характер возд-я зависит от
- формы пров-ка
- от распол-я пр-ка
- от направл. тока

Для характ-ки (изучения) М.П. использ-т замкнутый контур с током:

Хар-ка: # Дипольный магнитный момент





S – площадь, охватываемая контуром

$$\vec{p}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}$$

$\vec{n}$ – „положит. нормаль“ связан-я с направл. тока правилом правого винта

„микроскопический пробный контур“
||
„рамка с током“

Вращающ. момент, действ-й на микроскоп. контур

$$M \sim I \cdot S \cdot \sin(\widehat{\vec{n}, \vec{n}_0})$$

где: $\vec{n}$ – текущее полож-е нормали

$\vec{n}_0$ – равновесное полож-е нормали