Wykład 8

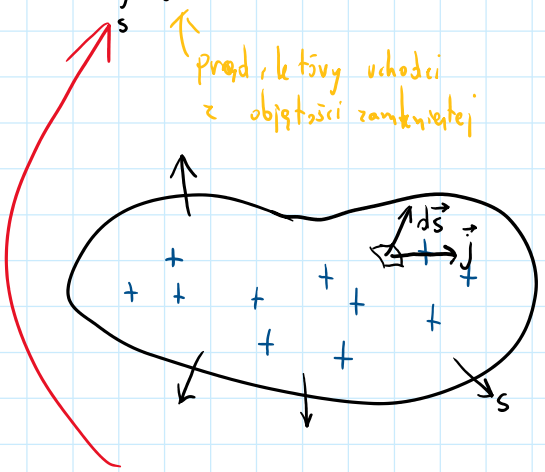
poniedziałek, 10 grudnia 2018 07:32

# PRĄD ELEKTRYCZNY

- $I = \frac{dq}{dt}$ $\quad dI = \vec{j} \cdot d\vec{s}$ $\quad \vec{j} = \rho_V \cdot \vec{v}_d$ $\quad \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$ ↑ przewodnik
- gęstość prądu: $dI = \vec{j} \cdot d\vec{s}$ $\quad d\Phi_E = \vec{E} \cdot d\vec{s}$
  - prąd jest strumieniem wektora gęstości prądu

# RÓWNANIE CIĄGŁOŚCI

- $I = \oint_S \vec{j} \cdot d\vec{s}$ $\quad I = -\frac{dq}{dt}$




- jeżeli prąd wychodzi – znak jest dodatni
- $\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = -\frac{dq}{dt}$ ↑ prąd wypływający z powierzchni
- $Q = \int_V \rho_V dv$ $\quad \oint_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt}\int_V \rho_V dv$
- twierdzenie Gaussa-Ostrogradzkiego:

$$\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = \int_V \nabla \cdot \vec{j} \cdot dv$$

$$\int_V \nabla \cdot \vec{j} \cdot dv = -\frac{d}{dt}\int_V \rho_V dv$$

↑ te same całki i objętości

- postać różniczkowa równania ciągłości:

- postać różniczkowa równania ciągłości:

$$\nabla \vec{j} = -\frac{\partial q_V}{\partial t} \qquad \nabla \vec{j} + \frac{\partial q_V}{\partial t} = 0$$

- $\nabla \vec{E} = \frac{q_V}{\varepsilon_0}$ analogia do pola elektrycznego

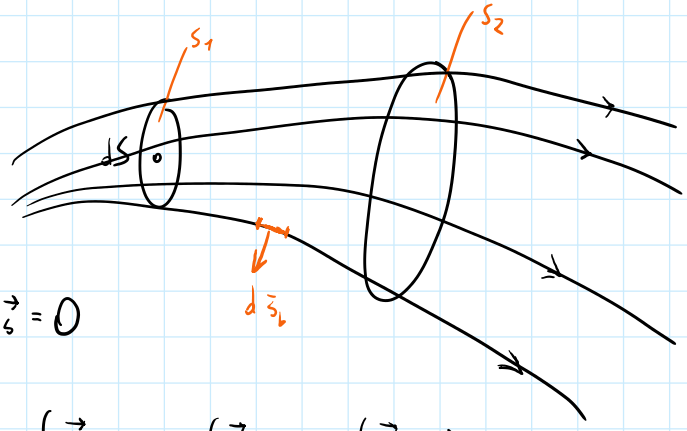
# PRZEPŁYW STACJONARNY

- jeżeli w obszarze V ładunek $Q_V$ nie ulega zmianie, czyli

$$\frac{\partial Q_V}{\partial t} = 0$$

to $q_V = \text{const}$ $\nabla \vec{j} = 0$ $\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = 0$

mówimy wtedy o polu prądowym stacjonarnym
(do zamkniętej powierzchni wpływa tyle samo ładunku, co wypływa)




$$\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = 0$$

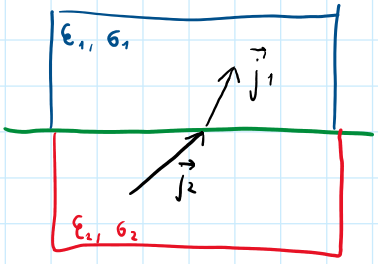
$$\oint_{S(V)} \vec{j} \cdot d\vec{S} = \int_{S_1} \vec{j}_1 d\vec{S}_1 + \int_{S_2} \vec{j}_2 d\vec{S}_2 + \int_{S_3} \vec{j}_3 d\vec{S}_3 = 0$$

($\int_{S_3}$ = 0)

$$|I_1| = |I_2|$$

- $\sum_k \pm I_k = 0$

- warunki brzegowe




$$E_{1t} = E_{2t}$$

$$\frac{j_{1t}}{\sigma_1} = \frac{j_{2t}}{\sigma_2}$$

$$j_{1n} = j_{2n}$$

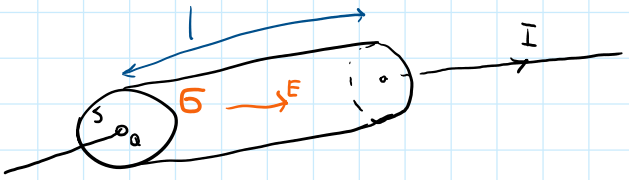
# REZYSTANCJA

$\sigma$ - sigma - przewodność

# REZYSTANCJA

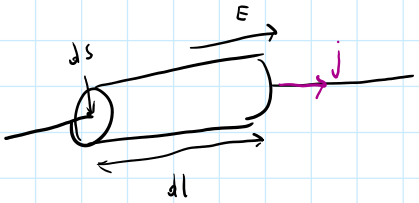
$\sigma$ – sigma – przewodność

- $I = j \cdot S \qquad U = E \cdot l$




fragment przewodnika

- $R = \frac{U}{I} = \frac{E \cdot l}{j \cdot S} \qquad \rho = \frac{E}{j} \qquad R = \frac{U}{I} = \rho \frac{l}{S}$



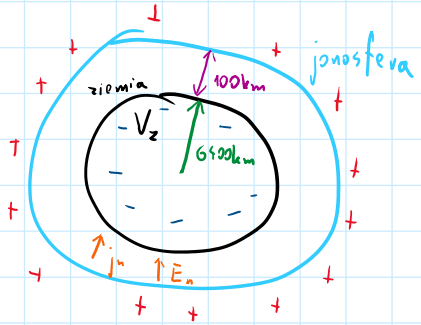

- $dI = \vec{j} \cdot d\vec{S} \qquad \oint U = \vec{E} \cdot d\vec{l}$
- $R = \frac{\oint \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}}$
- zakładając, że $\sigma = const$, pole jest jednorodne:

$$R = \frac{\oint \vec{E} d\vec{l}}{\int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}} = \frac{\oint \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\int_S \sigma \cdot \vec{E} \cdot d\vec{S}} = \frac{El}{\sigma E S} = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{S}$$

- najważniejsze wzory z prawa Ohma:

$$\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E} \qquad R = \frac{U}{I} \qquad R \cong \rho \frac{l}{S}$$

# ZIEMIA JAKO KONDENSATOR




- warunki „fair weather"
  - potencjał ziemi: $V_z = 0$
  - pot. jonosfery: $V_j = 150 - 600kV$ (300kV)
  - gęst. prądu przy powierzchni: $j_n = 1 - 4 \frac{pA}{m^2}$

- pot. jonosfery : $V_j = 150 - 600\,kV$ $(300\,kV)$
- gęst. prądu przy powierzchni: $j_n = 1 - 4\ \frac{pA}{m^2}$
- wart. natężenia pola przy powierzchni: $E_n = 70 - 200\ \frac{V}{m}$

może być na egzaminie

- co możemy obliczyć mając poniższe dane?

$U = 300\,kV$ $\quad E_n = 100\ \frac{V}{m}$ $\quad j_n = 2\,pA$

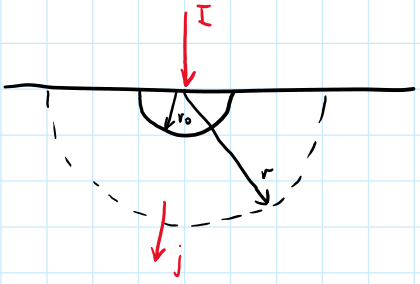
$r_z = 6400\,km$ $\quad d = 100\,km$

1. pojemność $(V_s, E)$
2. rezystancja $(j, E)$
3. ładunek Ziemi $(E, s)$
4. prąd całkowity $(2\ \frac{pA}{m^2})$

wyliczenie R, C, prawo Gaussa

cienka granica – można potraktować jako kondensator płaski

# UZIOMY




$\vec{j} = 6 \cdot \vec{E}$

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

$\vec{j} = \frac{I}{2\pi r^2}\,\hat{r}$

$\vec{E} = \rho \cdot \vec{j} = \rho \cdot \frac{I}{2\pi r^2}\,\hat{r}$

$A = r_0$, $B = \infty$ $\qquad r_A \gg r_0$

$\vec{E} = -\nabla V$ $\qquad (V_B - V_A) = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$

$(V_B - V_0) = \frac{\rho \cdot I}{2\pi}\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$

$V_B = 0$ dla $B \to \infty$

$V = \frac{\rho I}{2\pi} \cdot \frac{1}{r}$

- napięcie krokowe

$U_k = V(r) - V(r+k)$

* $V = \frac{\rho I}{2\pi r}$

- rezystancja uziomu

$V(r) = \frac{\rho I}{}$

- rezystancja uziomu

$$V(r_0) = \frac{\rho I}{2\pi r_0}$$

* $$R = \frac{\rho}{2\pi r_0}$$

# ELEMENTY TEORII OBWODÓW

- rezystory szeregowe $R = R_1 + R_2 \ldots$
- rezystory równoległe $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$
- spadki napięcia na rezystorach
- prawo Joule'a $W_Q = RI^2 t$ $P = RI^2 = UI$

# PODSUMOWANIE

- prawo przepływu
  - $dI = \vec{j} \cdot d\vec{S}$
  - $\oint_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = -\frac{dq}{dt}$
- prawo Ohma

# NASTĘPNY WYKŁAD: POLE MAGNETYCZNE