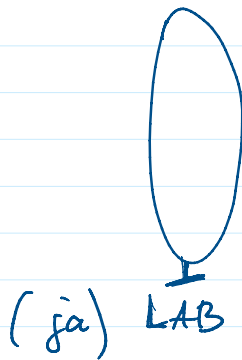


Prawa indukcji Faradaya $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

$$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$



względność
wielu

spoczywa

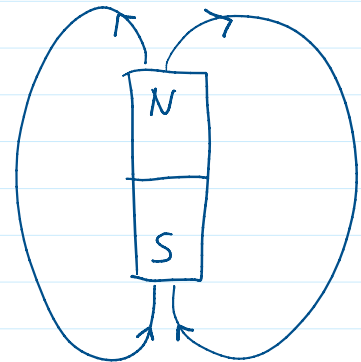
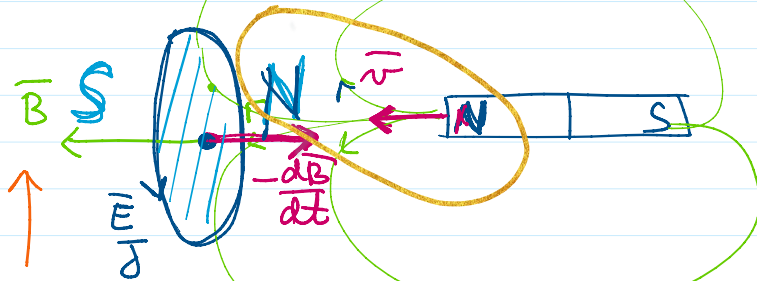
porusza się



porusza się

spoczywa

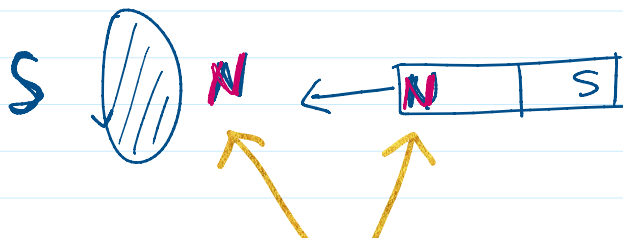
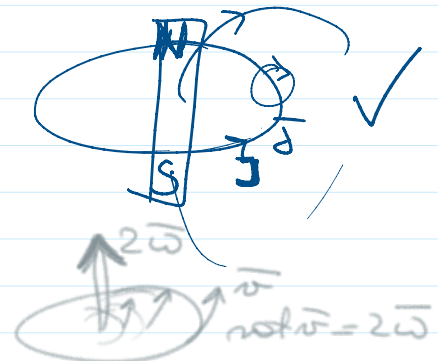
$$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$



gdy przylizam
magnes do ramki

$\vec{B}$ rośnie (tym bliżej jest magnes, tym silniejsze pole $\vec{B}$)

$$\begin{aligned} & \leftarrow \vec{B}(t) \\ & \leftarrow \vec{B}(t+\delta t) \\ & \leftarrow \frac{d\vec{B}}{dt} \end{aligned} \quad \rightarrow - \frac{d\vec{B}}{dt}$$



rezultat sumowania

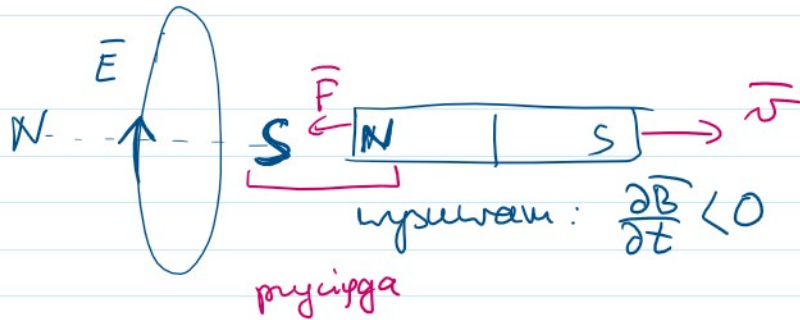
$$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$



$$\text{wzrost} - \delta t$$

odpychanie

Reguła Leura: efekt wywołany przez prądy (indukcja) działa w sposób przeciwnie do prądów



$$-\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \quad \vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M}$$

1. $\text{div } \vec{D} = \rho_s$

2. $\text{div } \vec{B} = 0$

3. $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

4. $\text{rot } \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
 $\uparrow$ nie ładunki

$$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho_s + \rho_p}{\epsilon_0}$$

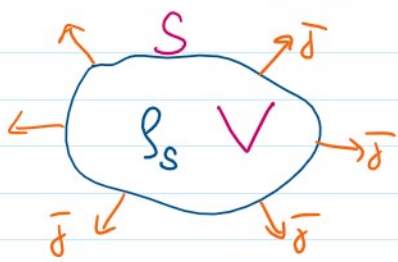


Tąd ładunek ρ
i nie ładunek δ

dodanie tego utwór prowadzi do r. ciągłości, tzn. prawa zachowania ładunku

Równania Maxwella muszą opisywać zachowanie ładunku
 Jak opisać prawo zachowania ładunku?

obserw. ładunku swobodnego pow. S
o gęstości ρ_s obj. V



$$Q = \int_V \rho_s dV$$

Prąd elektryczny: $\vec{J}$ wypływa przez powierzchnię S z obszaru V

Bilans: zmiana ilości ładunku
wewnątrz obszaru w czasie

↔ natężenie prądu
przepływającego przez
powierzchnię S

$$-\frac{dQ}{dt} = J$$

↑ < 0 gdyż ładunek
ulega

def: $J = \int_S \vec{j} d\vec{S}$

$$-\frac{d}{dt} \int_V \rho dV = \oint_S \vec{j} d\vec{S} = \text{tw. Gaussa} = \int_V \text{div} \vec{j} dV$$

$$-\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV$$

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

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \vec{j} = 0$$

r. ciągłości

prawo zachowania ładunku
lokalne

Zadamy aby z r. Maxwella można było wyprowadzić
r. ciągłości

z którego równania? z 4.

$$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} \quad / \text{div}$$

$$\text{div} \text{rot} \vec{A} \equiv 0$$

$$0 \equiv \text{div} \text{rot} \vec{H} = \text{div} \vec{j} = 0?$$

musimy dodać do równania $\text{rot} \vec{H} = \vec{j}$ jeden wyraz
aby otrzymać $\frac{\partial \rho}{\partial t}$

Co to jest $\frac{\partial \rho}{\partial t}$?

1. równanie $\text{div} \vec{D} = \rho_s$

$$\frac{\partial}{\partial t} \text{div} \vec{D} = \frac{\partial \rho_s}{\partial t}$$

$$\text{div} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

← z tego równania

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad \leftarrow \text{z tego równania otrzymam r. ciągłości}$$

$$0 = \text{div rot } \vec{H} = \text{div } \vec{j} + \text{div } \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \text{div } \vec{D}$$

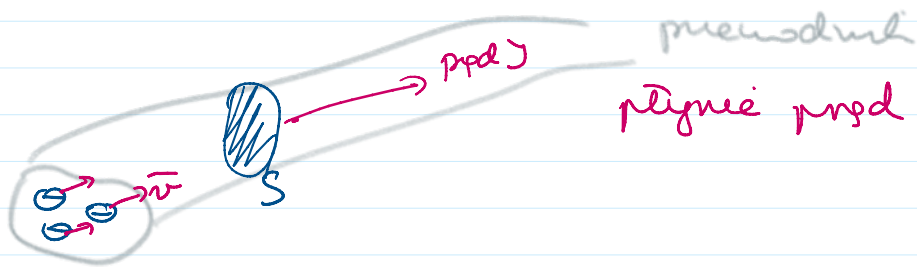
$$\rho_s$$

$$0 = \text{div } \vec{j} + \frac{\partial \rho_s}{\partial t}$$

Otrzymuje r. ciągłości qdy) dodam ten człon

Sila elektrodynamiczna

Sila Lorentza $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$



Przewodnik umieszczamy w polu $\vec{B}$ na osi drążonej z przewodnika (q=e)

$$\vec{F} = e \vec{v} \times \vec{B}$$

n - gęstość elektronów

$$j = nev$$

$$J = nevS$$

W jedn. osi:

$$n = \frac{\# \text{ el. }}{\text{jedn. obj}}$$

$$\frac{d\vec{F}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\int \vec{F} dV \right)$$

$$d\vec{F}_{\text{cath}} = J d\vec{l} \times \vec{B}$$

(całk. siły dla wszystkich elektronów)

sila Ampera 'a