Was ist die magnet. Feldenergie einer Spule?
Wenn der Stromkreis unterbrochen wird,
fällt B langsam auf 0.
Energie des B-Feldes wird im Widerstand
verbraucht.

$$\Rightarrow W_{mag} = W_{ele} = \int_0^\infty I \cdot U \, dt = \int_0^\infty I^2 R \, dt$$

$$= \int_0^\infty I_0^2 R e^{-2(R/L)t}$$

$$= \left[\frac{I_0^2 R}{-2(R/L)} e^{-2(R/L)t} \right]_0^\infty = \frac{1}{2} I_0^2 L$$

$$W_{mag} = \frac{1}{2} I_0^2 L$$

$$L = \mu_0 n^2 V$$

$$w_{mag} = \frac{W_{mag}}{V} = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 I_0^2 = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0} = \frac{1}{2} \mu_0 H^2$$

$$w_{ele} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$$

$$w_{elektromagn} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \left(E^2 + c^2 B^2 \right) \quad \text{mit } \underbrace{\varepsilon_0 \mu_0}_{= 1/c^2}$$

(im Vakuum)

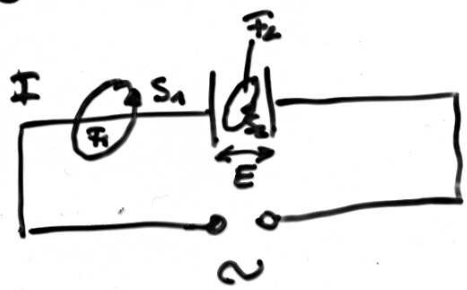
$$w_{elektromagn} = \frac{1}{2}\varepsilon_0\left(\varepsilon E^2 + \frac{c^2}{\mu}B^2\right)$$

$$D = \varepsilon\varepsilon_0 E \qquad H = B/\mu\mu_0$$

$$\boxed{w_{elektromagn} = \frac{1}{2}(E D + B\cdot H)}$$

Der Verschiebungsstrom

$$\oint B\,ds = \mu_0 I = \mu_0 \int_F j\,dF$$



$$\mathrm{rot}\,\vec{B} = \mu_0 \vec{j} \qquad \vec{j}_V = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

wird eingeführt

$$\oint B\,ds = \mu_0 I = \mu_0 \int_F (j + j_V)\,dF$$

$$\mathrm{rot}\,\vec{B} = \mu_0(\vec{j} + \vec{j}_V)$$

$$= \mu_0 \vec{j} + \mu_0\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\vec{B} = \mu_0\vec{j} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}}$$

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

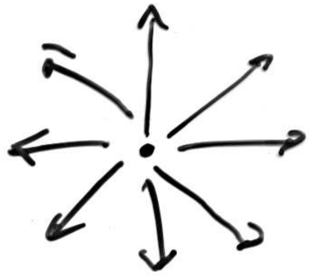
Maxwell-Gleichungen

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

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\operatorname{div} E = \frac{\varrho}{\varepsilon_0}$$

$$\operatorname{div} B = 0$$



$\vec{E}(q)$

$$\boxed{\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \operatorname{rot} \vec{H} &= \vec{j} + \frac{\partial D}{\partial t} \\ \operatorname{div} \vec{D} &= \varrho \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \end{aligned}}$$

$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$

$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \neq 0 \quad \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

$\dot{\vec{E}}$

$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \neq 0 \quad \operatorname{rot} \vec{B} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Elektrische Felder werden sowohl von Ladungen als auch von zeitl. sich ändernden Magnetfeldern erzeugt. Magnetische Felder werden von Strömen oder von zeitl. sich ändernden elektrischen Feldern erzeugt.

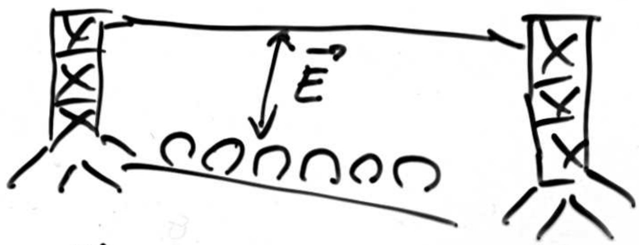
Anwendungen

1. Elektromotor → letzte Vorlesung
2. Stromgenerator
3. Transformator

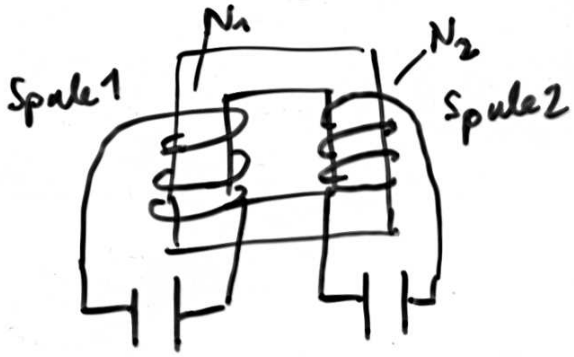
Bei großen Spannungen werden Übertragungsverluste vernachlässigbar.

$$\frac{\Delta P}{P} \sim \frac{1}{U^2}$$

⇒ möglichst hohe Spannungen für Stromübertragung



andererseits elektrische Durchschläge verhindern



$$U_1 \rightarrow \dot{\Phi}_1 \longrightarrow \dot{\Phi}_2 \rightarrow U_2$$

$$U_{ind} = -L_1 \frac{dI_1}{dt} = N_1 \frac{d\Phi_m}{dt} \qquad \frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{U_1}{N_1}$$

$$U_2 = -N_2 \frac{d\Phi_m}{dt}$$

$$\boxed{\frac{U_2}{U_1} = -\frac{N_2}{N_1}}$$