

Vorlesung Elektrodynamik SS 2003

Induktionsgesetz

- 1) Das Faradaysche Induktionsgesetz lautet in seiner integralen Form

$$\int_{(F)} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r} = -\frac{d}{dt} \int_F \vec{B}(\vec{r}) \cdot d\vec{f}.$$

Mit Hilfe des Stokeschen Satzes lässt sich die differentielle Form

$$\text{rot} \vec{E}(\vec{r}) = -\frac{d}{dt} \vec{B}(\vec{r})$$

ableiten.

- 2) Für langsam veränderliche Felder finden wir in der Coulomb-Eichung die Potentialgleichungen

$$-\epsilon_0 \Delta \phi(\vec{r}, t) = \rho(\vec{r}, t) \quad \Delta \vec{A}(\vec{r}, t) = -\mu_0 \vec{j}(\vec{r}, t).$$

- 3) Für eine Anordnung von dünnen Leitern folgt aus $\text{div} \vec{j} = 0$ (langsam veränderliche Felder) die Knotenregel

$$\sum_K I_K = 0 \quad (1. \text{ Kirchhoffsches Gesetz})$$

und aus dem Induktionsgesetz $\int_{(C_k)} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r} = U_k^{ind} = -\frac{\partial}{\partial t} \Phi$ folgt die Maschenregel

$$\int_{(C'_k)} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r} + \frac{d}{dt} \sum_i L_{ki} I_i = U_{ext} \quad (2. \text{ Kirchhoffsches Gesetz}),$$

wobei C'_k dem Weg C_k ohne Spannungsquellen entspricht.

- 4) Ein elektrischer Schwingkreis gehorcht der Differentialgleichung

$$L \frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + R \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{Q}{C} = U_{ext} \quad (\text{vgl. HO in der Mechanik}).$$

Wir geben die Energiebilanz für den Schwingkreis mit

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{L}{2} I^2 \right) + \frac{d}{dt} \left(\frac{C}{2} U^2 \right) = -RI^2 + U_{ext} I$$

an, wobei die linke Seite die in Änderung der in magnetischem und elektrischem Feld gespeicherten Energie angibt und die rechte Seite Joulsche Verlustleistung und Leistung der Quelle darstellt.