

Sammendrag, uke 45 (6. og 7. november)

Magnetisk kraft på elektrisk strøm [AF 24.9; LHL 23.2; G 5.1.3]

Rett leder, lengde L , strøm I :

$$\mathbf{F} = I \mathbf{L} \times \mathbf{B}$$

Generalisering: Leder med lengde L , strøm I , vilkårlig "form":

$$\mathbf{F} = \int_L d\mathbf{F} = I \int_L d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$$

Magnetisk kraft mellom parallelle strømførende ledere [AF 24.14; LHL 23.5]

Kraft pr lengdeenhet mellom parallelle ledere med strøm hhv I_1 og I_2 :

$$f = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

der r er avstanden mellom lederne.

Samme retning på strømmene $\Rightarrow$ tiltrekning

Motsatt retning på strømmene $\Rightarrow$ frastøtning

Amperes lov [AF 26.2; LHL 23.6; G 5.3]

På integralform:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\text{in}}$$

for lukket integrasjonskurve som omslutter stasjonær strøm I_{in} . Gjelder for *vilkårlig* lukket kurve og *vilkårlig* strøm I .

Fortegn på strømmen i henhold til høyrehåndsregelen.

Amperes lov på differensialform:

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}$$

Amperes lov (på integralform) *nyttig* når vi har en passende (utnyttbar) symmetri i problemet, slik at integralet på venstre side blir enkelt å løse.

Magnetfelt fra uendelig lang spole med tette viklinger:

Inne i spolen:

$$B = \mu_0 n I$$

med I = strømmen i spoletråden og n = antall viklinger av spoletråden pr lengdeenhet. Dvs: Uniformt magnetfelt.
Utenfor spolen er $B = 0$.

Magnetisk fluks og Gauss' lov for $\mathbf{B}$ [AF 26.3; LHL 23.7; G 5.3]

Magnetisk fluks ϕ_B gjennom flate S :

$$\phi_B = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

Magnetfeltstyrken B er proporsjonal med antall magnetiske feltlinjer pr flateenhet. Dermed blir den magnetiske fluksen ϕ_B proporsjonal med antall feltlinjer gjennom flaten. (Sammenlign med elektrisk fluks!)

Siden magnetiske feltlinjer alltid er *lukkede*, får vi Gauss' lov for magnetfeltet:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

for lukket flate. Uttrykker at det ikke finnes magnetiske monopoler.

På differensialform:

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

Magnetfeltet er *divergensfritt*.

Oppsummering, elektrostatikk og magnetostatikk: Maxwells ligninger

Gauss' lov for elektrostatisk felt:

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = q_{\text{in}}/\varepsilon_0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\varepsilon_0$$

Elektrostatisk felt er konservativt:

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = 0$$

Gauss' lov for magnetfelt:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$
$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

Amperes lov:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\text{in}}$$
$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j}$$

Med gitte “kilder”, dvs statiske ladninger og stasjonære strømmer (eventuelt ladningstetthet ρ og strømtetthet $\mathbf{j}$), gir dette oppskriften på beregning av $\mathbf{E}$ og $\mathbf{B}$.

Lorentzkraften,

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} + q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

bestemmer deretter hvordan en ladning q med hastighet $\mathbf{v}$ vil bevege seg i feltene $\mathbf{E}$ og $\mathbf{B}$

Neste uke: Ulike typer magnetisme, magnetisering $\mathbf{M}$, $\mathbf{H}$ -feltet, frie og bundne strømmer.