Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1303: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2004

Sammendrag, uke 16 (14. og 16. april)

Amperes lov, fortsatt

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 $\boldsymbol{B}$ [FGT 30.2; YF 28.4; AF 26.3; LHL 23.7; G 5.3]

Magnetisk fluks ϕ_B gjennom flate S:

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

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:

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

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

Oppsummering, elektrostatikk og magnetostatikk: Maxwells ligninger

Gauss' lov for elektrostatisk felt:

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

Elektrostatisk felt er konservativt:

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

Gauss' lov for magnetfelt:

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

Amperes lov:

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

Med gitte "kilder", dvs statiske ladninger og stasjonære strømmer, gir dette oppskriften på beregning av $\boldsymbol{E}$ og $\boldsymbol{B}$.

Lorentzkraften,

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

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

Magnetisme [FGT 32.1 - 32.5; YF 28.8; AF 26.3; LHL 26; G 6.4]

- Paramagnetisme: I materiale med atomære magnetiske dipolmoment $\boldsymbol{m} \neq 0$ rettes $\boldsymbol{m}$ inn langs det påtrykte magnetfeltet $\boldsymbol{B}$, analogt en elektrisk dipol som rettes inn langs et påtrykt elektrisk felt $\boldsymbol{E}$.
- Diamagnetisme: Det påtrykte feltet $\boldsymbol{B}$ påvirker elektronets banebevegelse slik at vi får indusert en endring $\Delta\boldsymbol{m}$ i magnetisk dipolmoment med motsatt retning av $\boldsymbol{B}$. Har en slik diamagnetisk respons i alle atomer, men da den er svak, observeres den typisk bare i materialer med null permanent atomært magnetisk dipolmoment.
- Ferromagnetisme: Har *vekselvirkende* atomære magnetiske dipolmoment på naboatomer, slik at det blir energetisk foretrukket med en bestemt orientering av de ulike $\boldsymbol{m}$. Ferromagnet: Parallelle $\boldsymbol{m}$ foretrekkes. Antiferromagnet: Antiparallelle $\boldsymbol{m}$ foretrekkes.

Neste uke: Magnetisering $\boldsymbol{M}$, $\boldsymbol{H}$-feltet, frie og bundne strømmer. Elektrodynamikk: Faradays induksjonslov.