Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1003: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2006, uke 14

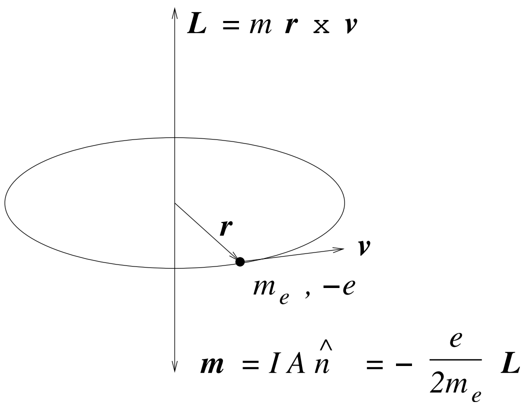
Mandag 3. april

Elementærpartiklers og atomers magnetiske dipolmoment
[FGT 32.2; YF 29.9; AF 24.9; LHL 23.2; G 5.1.3]

Klassisk bilde av *atom*: Elektroner i (sirkulær) bane rundt atomkjernen. (fortsatt fra uke 13)

For elektron (med $q = -e$ og $m = m_e$):

$$\boldsymbol{m} = -\frac{e}{2m_e}\boldsymbol{L}$$



Elektroner (og protoner og nøytroner osv) har også "indre dreieimpuls", såkalt *spinn* $\boldsymbol{S}$.
Klassisk bilde av spinn for elektron: Roterende ladet kule. Klassisk forventes bidrag

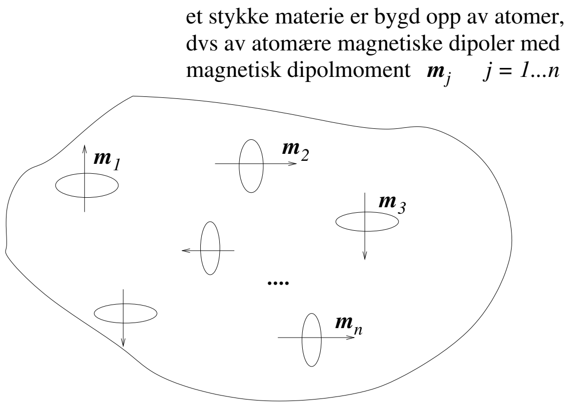
$$-\frac{e}{2m_e}\boldsymbol{S}$$

fra spinnbevegelsen til elektronets totale magnetiske dipolmoment.

Kvalitativt er disse klassiske bildene OK: Elementærpartikler som elektroner, protoner og nøytroner *har* magnetisk dipolmoment $\boldsymbol{m}$ som kan uttrykkes ved partikkelens totale dreieimpuls $\boldsymbol{J} = \boldsymbol{L}+\boldsymbol{S}$ = vektorsummen av banedreieimpulsen $\boldsymbol{L}$ og spinnet $\boldsymbol{S}$.

Kvantitativt bryter den klassiske modellen sammen: Det er helt nødvendig med en *kvantemekanisk* beskrivelse for å kunne regne ut de ulike partiklenes magnetiske dipolmoment, og dermed et atoms magnetiske dipolmoment $\boldsymbol{m}_A$.

Vi kan ikke gå inn på den kvantemekaniske beskrivelsen her. Vi har imidlertid kanskje klart å overbevise oss om at atomer faktisk er små elektriske strømsløyfer, og derfor små magnetiske dipoler. Med andre ord: Materien som vi omgir oss med består av mange små atomære magnetiske dipoler:



Magnetisk kraft på elektrisk strøm
[FGT 29.4; YF 28.7; AF 24.9; LHL 23.2; G 5.1.3]

Rett leder, lengde L, strøm I:

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

Fredag 3. april

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

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

Magnetisk kraft mellom parallelle strømførende ledere
[FGT 30.1; YF 29.5; 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
[FGT 30.1, 30.3; YF 29.7, 29.8; AF 26.2; LHL 23.6; G 5.3]

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

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

ETTER PÅSKE (fredag i uke 16): Mer om eksempler på bruk av Amperes lov (uendelig lang spole). Gauss' lov for magnetfeltet. Oppsummering, elektrostatikk og magnetostatikk.