

Mandag 16. april

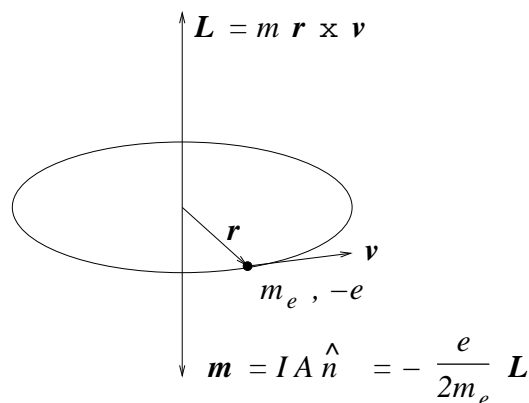
### Elementærpartiklers og atomers magnetiske dipolmoment

[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  $m = m_e$ ):

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



Elektroner (og protoner og nøytroner osv) har også “indre dreieimpuls”, såkalt *spinn*  $\mathbf{S}$ .

Klassisk bilde av spinn for elektron: Roterende ladet kule. Klassisk forventes bidrag

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

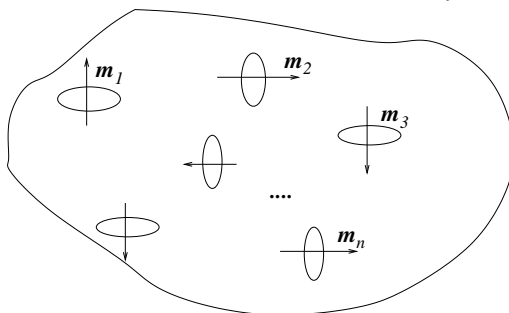
fra spinnbevegelsen til elektronets totale magnetiske dipolmoment.

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

*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  $\mathbf{m}_A$ .

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:

et stykke materie er bygd opp av atomer,  
dvs av atomære magnetiske dipoler med  
magnetisk dipolmoment  $\mathbf{m}_j$   $j = 1 \dots n$



### 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  $I$ :

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

Tirsdag 17. april

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

[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]

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

for lukket integrasjonskurve som omslutter stasjonær strøm  $I_{\text{in}}$ . 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.

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