Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1003: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2009, uke 3

Onsdag 14.01.09 og fredag 16.01.09

Orientering om timeplan, faglig innhold, regneøvinger, labøvinger osv.

Fundamentale krefter i naturen

Ulike fundamentale krefter i naturen:

1. Gravitasjon (tyngdekraft)
2. Elektromagnetiske krefter
3. Sterke krefter (kjernekrefter)
4. Svake krefter (radioaktivitet)

I dette kurset konsentrerer vi oss om å forstå årsakene til og konsekvensene av elektromagnetiske krefter.

Elektrisk ladning, kvantisering av ladning

[FGT 21.2; YF 21.1; TM 21.1; AF 21.7; LHL 19.1; DJG "Advertisement"]

Elektrisk ladning q opptrer alltid i et helt antall av *elementærladningen* e:

$$q = ne \qquad n = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

Materien er bygd opp av atomer, bestående av en positivt ladet kjerne og negativt ladete elektroner. Atomkjernen består igjen av et antall protoner og nøytroner. Et nøytralt atom med atomnummer Z har Z protoner i kjernen og Z elektroner rundt kjernen. Et proton har ladning $+e$, et elektron har ladning $-e$, mens nøytronet har null ladning.
Atomer og molekyler med overskudd eller underskudd av ett eller flere elektroner kaller vi *ioner*. Eksempler: Li^+ ($q = e$), O^{2-} ($q = -2e$), O_2^- ($q = -e$). Her er de to sistnevnte hhv et oksygenatom med 2 ekstra elektroner og et oksygenmolekyl (dvs to atomer) med 1 ekstra elektron.

Bevaringslov for ladning

[FGT 21.2; YF 21.1; TM 21.1; AF 21.8; LHL 19.1; DJG "Advertisement"]

Netto ladning er alltid bevart i et lukket system.

Coulombs lov
[FGT 21.3; YF 21.3; TM 21.3; AF 21.3; LHL 19.3; DJG 2.1.2]

$$\boldsymbol{F} = \frac{qq'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$$

= elektrostatisk kraft mellom to punktladninger q og q' i innbyrdes avstand r. Med $\hat{r}$ i retning *fra* q *til* q' blir $\boldsymbol{F}$ kraften *på* q'. Ladningene q og q' kan være positive eller negative. To positive ladninger frastøter hverandre, to negative ladninger frastøter hverandre, mens en positiv og en negativ ladning tiltrekker hverandre.

Permittiviteten til vakuum: $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ C^2/Nm^2 ($1/4\pi\varepsilon_0 \simeq 9 \cdot 10^9$ Nm^2/C^2)

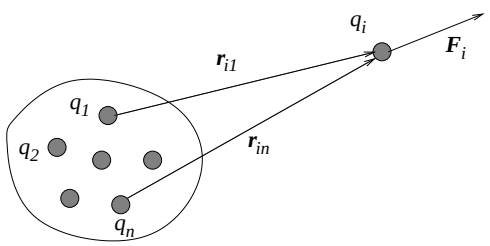
SI-enhet for elektrisk ladning
[FGT 21.3; YF 21.3; TM 21.1; AF 21.4; LHL 19.1; DJG "Advertisement"]

$[q]$ = C (coulomb)
Elementærladningen: $e \simeq 1.6 \cdot 10^{-19}$ C
(Vi bruker notasjonen $[A]$ for å angi enheten til den fysiske størrelsen som har symbol A. Merk at symboler angis i *kursiv* (*italic*) mens enheter angis uten kursiv.)

Superposisjonsprinsippet
[FGT 21.4; YF 21.3; TM 21.3; AF 21.5; LHL 19.3; DJG 2.1.1]

$$\boldsymbol{F}_i = \sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{F}_{ij} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{j=1}^{n}\frac{q_j q_i}{r_{ij}^2}\hat{r}_{ij}$$

= elektrostatisk kraft på ladning q_i fra ladninger q_j ($j = 1, 2, \ldots n$) i innbyrdes avstand r_{ij}. Med andre ord: elektriske krefter adderes vektorielt, på samme måte som andre typer krefter.



Elektrisk felt
[FGT 22.1; YF 21.4; TM 21.4; AF 21.5; LHL 19.4; DJG 2.1.3]

$$\boldsymbol{E} = \frac{\boldsymbol{F}}{q}$$

= kraft pr ladningsenhet

SI-enhet for elektrisk felt: $[E] = \mathrm{N/C}$

Ekstratimen 16.01:

- Eksempel med Coulombs lov: Kraft fra to punktladninger på en tredje punktladning.
- Eksempler på enkle flerdimensjonale integraler.