

ELEKTROMAGNETISME

①

YF 21 - 31 (Young & Freedman)

I. Elektrostatikk. Ledere, isolatorer.

YF 21 - 24

II. Strøm. DC-kretser (likestrøm)

YF 25 - 26

III. Magnetostatikk. Magnetisme.

YF 27 - 28

IV. Elektromagnetisk induksjon. AC-kretser (vekselstrøm)

YF 29 - 31

Noen innledende observasjoner.

- Tiltrekkende og frastøtende krefter mellom objekter som er gnidd mot et eller annet.
- Permanentmagnet vs stål vs aluminium.
- Magneter og strøm.
- Lenzrøret.

I. Elektrostatiske [YF 21-24]

Ladning [YF 21.1]

Materie = atomer

Atom = kjerne + elektroner

Kjerne = protoner + nøytroner = kjernepartikler

Kjernepartikkel = kvarker (3)

Ladning er kvantisert : e = elementærladningen.

Påvist av R. Millikan i 1909 med små ladete oljedrøper (NP 1923)

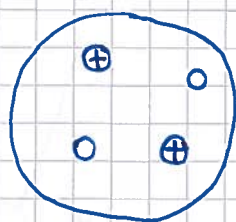
Partikkel	Symbol	Ladning	
Elektron	e	$-e$	
Opp-kvark	u	$+2e/3$	
Ned-kvark	d	$-e/3$	
Elektron-nøytrino	ν_e	0	
Foton	γ	0	
Nøytron	n	0	$(1u + 2d)$
Proton	p	$+e$	$(2u + 1d)$
!			

Symbol for ladning : q, Q ("quantity of electricity")

Atom :

⊖

$\sim 10^{-15} \text{ m}$



elektron

$\sim 10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm} = 1 \text{ Å}$
(ångström)

kjerne

$$m_e \approx 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; m_n \approx m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \gg m_e$$

$\Rightarrow$ Atomets masse $\approx$ Kjernens masse

Nøytralt atom med atomnummer Z :

Z protoner og Z elektroner (og omtrent Z nøytroner, som regel!)

$$\Rightarrow Q = Z \cdot e - Z \cdot e = 0$$

Ioner : Atomer og molekyler med flere eller færre elektroner enn protoner

Eks : O^{2-} = oksygenatom med $q = -2e$, dvs 10 elektroner ($Z=8$)

O_2^- = oksygenmolekyl med $q = -e$, dvs 17 elektroner

Ladningsbevarelse : Netto ladning i lukket system er bevart (konstant).

Eks: β^- decay

n

$\rightarrow$

p

$+$

e

$+$

$\bar{\nu}_e$

antielektronnøytrino

Ladning: $0 \rightarrow e - e + 0 = 0$, OK.

F.eks

${}^1_6\text{C}$

$\rightarrow$

${}^{14}_7\text{N}$

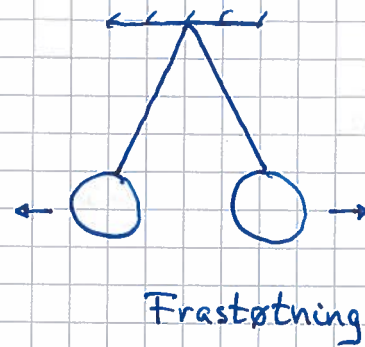
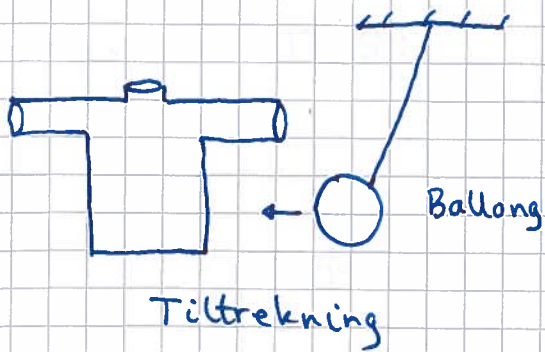
$+$

e

$+$

$\bar{\nu}_e$

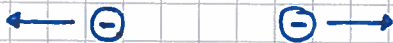
Enkle forsøk viser at vi har to typer ladning :



⇒

Like ladninger frastøter hverandre
 Ulike — " — tiltrekker — " —

Naturlig å snakke om positiv og negativ ladning
 Dermed :

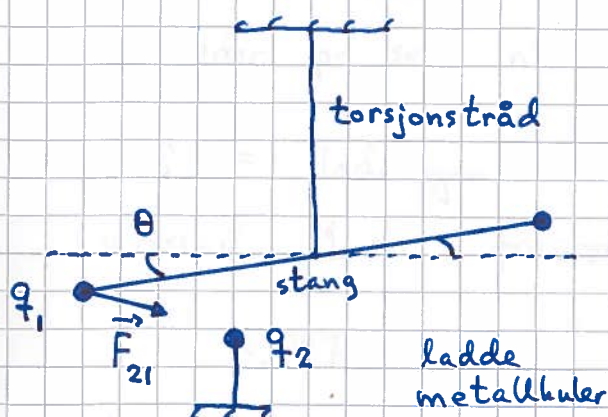


Coulombs lov

[YF 21.3]

5

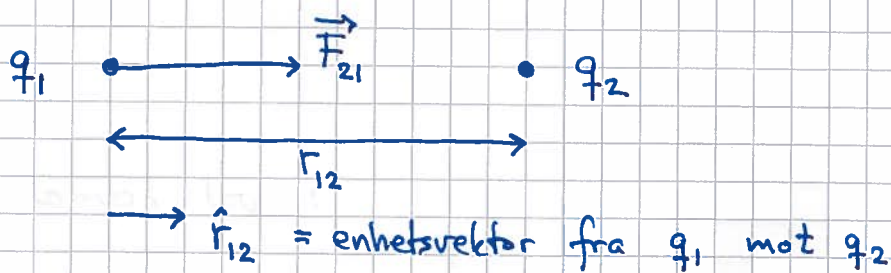
Exp. ca 1785:



Torsjonstråden motsetter seg
vridning og virker på stanga
med dreiemoment $\tau = \kappa \theta$
(κ = metalltrådens torsjonsstivhet)
Likerekt: $F_{21} \cdot L/2 = \kappa \theta$
(L = stangas lengde)

[H. Cavendish, 1797: Tilsvarende eksperimenter for å måle gravitasjonskraft mellom to masser.]

Coulomb fant ut at F_{21} var prop. med q_1 og q_2 , og omvendt prop. med r_{12}^2 , med retning langs forbindelselinjen:



Dvs:

$$\vec{F}_{21} = k_e \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} \cdot \hat{r}_{12}$$

Coulombs lov

- Samme form som Newtons gravitasjonslov ($F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r_{12}^2}$)
- Oppfyller N3 (Newton's 3. lov): $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

Enhet for ladning [YF 21.3]

⑥

I SI-systemet : $[q] = C$ (coulomb)

- $1 C = 1 A \cdot s$ = mengden ladning som passerer tverrsnitt av en leder pr sek når strømstyrken er 1 A (ampere)
- $1 C$ = ladningen til hver av to like ladninger som i avstand 1 m frastøter hverandre med en kraft

$$8.98755 \dots \cdot 10^9 \text{ N}$$

ders

$$K_e = 8.98755 \dots \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \approx 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

- $K_e = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$; $\epsilon_0 = 8.85419 \dots \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$
= permittiviteten til vakuum

- Elementærladningen : $e = 1.602 \dots \cdot 10^{-19} C$

- Coulombs lov :

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

