

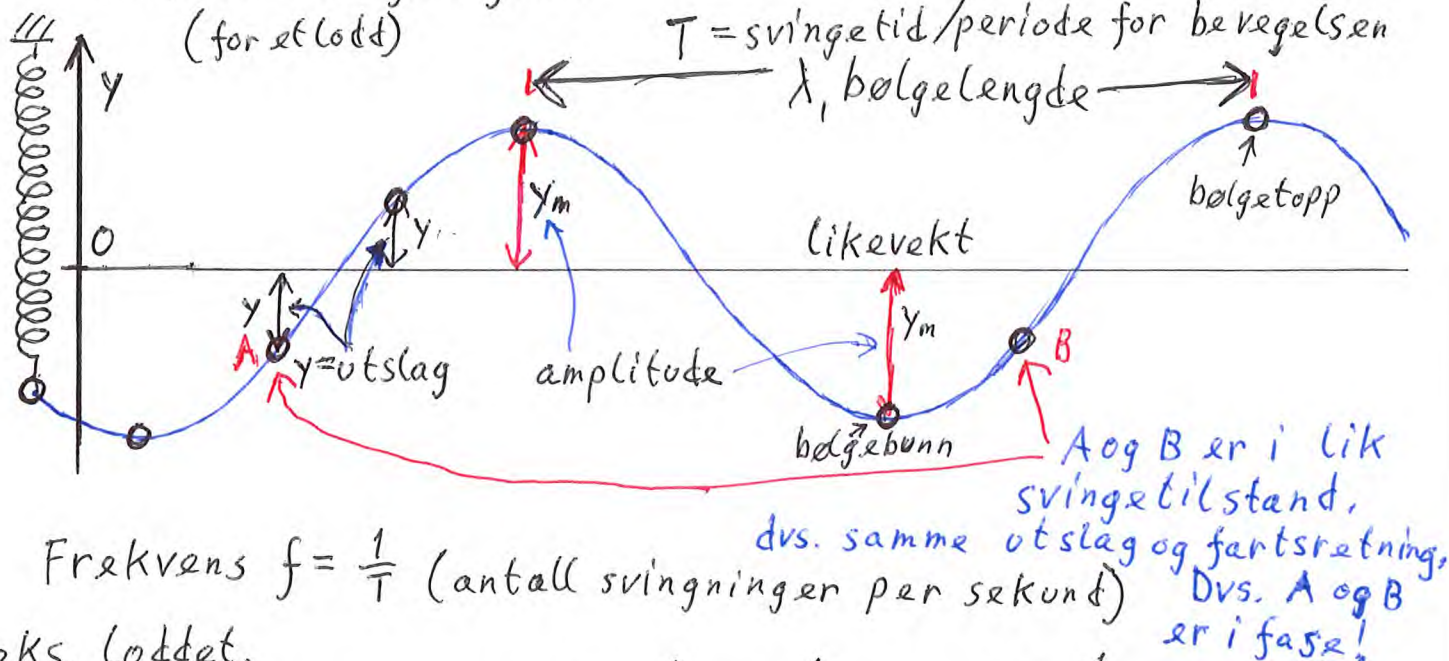
2022  
høst

# 9 Atom- og kjernefysikk

Ide } Alt stoff består av udelelige minstedeler,  
i fysikk og kjemi } Einstein og Bohr var sentrale personer.

## 9.1 Bølgebevegelse (viktig innen atom- og kjernefysikk)

Enkle svingninger:  
(for et lodd)



Frekvens  $f = \frac{1}{T}$  (antall svingninger per sekund)  
eks. Loddet.  
 $T = 0,25 \text{ s}$  gir  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,25 \text{ s}} = 4,0 \text{ s}^{-1} = 4,0 \text{ Hz}$  (Hertz)

Svingninger som brer seg. Bølger:



Bølger overfører energi, og den øker med amplituden.

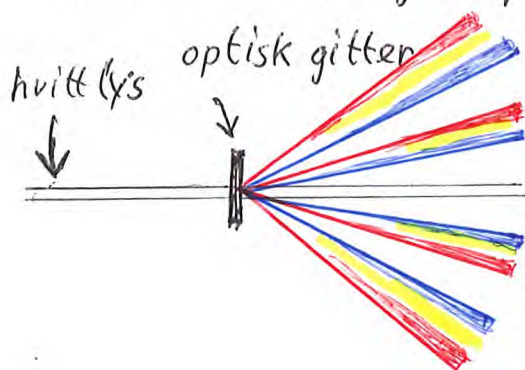
Bølgeformelen:  $v = \frac{s}{t}$  gir  $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T} = \lambda \cdot f$   
for bølger.

eks. Lyd med  $f = 440 \text{ Hz}$ .

$$v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ gir } v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{440 \text{ s}^{-1}} = 0,773 \text{ m} \quad (1)$$

## 9.2 Lysbølger

1801 Thoms Young: Lys kan beskrives som bølger



interferensmønster

Skjerm

Hver  $\lambda$  har sin farge

synlig lys har bølglengder,  $\lambda$ , mellom 400 og 800 nm.

ultrafiolett,  $\lambda < 400$  nm

infrarødt,  $\lambda > 800$  nm

Lys er elektromagnetiske bølger og beveger seg i vakuum med lysfarten  $c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ , som gjelder alle el.magn. bølger. Lysfarten er nesten like stor i luft.

eks. 9.2 Laserpeker. Rødt lys med  $\lambda = 650$  nm. Finn  $f$ .

$$c = \lambda \cdot f$$
$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{650 \cdot 10^{-9} m} = 4,62 \cdot 10^{14} s^{-1} = 462 \text{ THz}$$

↑  
tera

El. magn. bølger/stråling omfatter

( $\lambda = 10^{-12}$  m) gammastråling, røntgenstråling, ultrafiolett lys, synlig lys, infrarød stråling, mikrobølger, radiobølger ( $\lambda = 10^3$  m)

## 9.3 Atomet er sammensatt

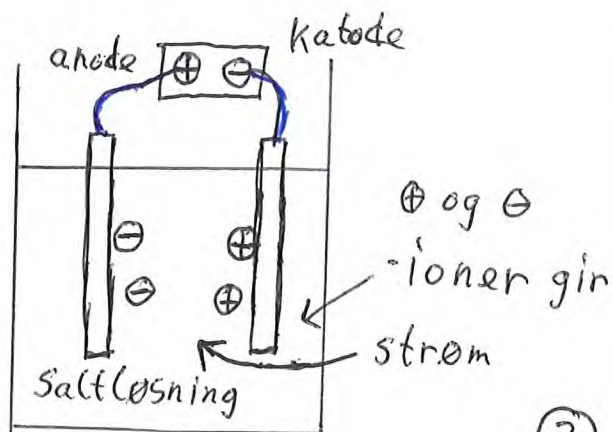
elektronet ble

oppdaget p.g.a. elektrolyse

$$m_e \approx \frac{1}{2000} M_H \quad (1800\text{-tallet})$$

↑  
elektron

↑  
Hydrogen

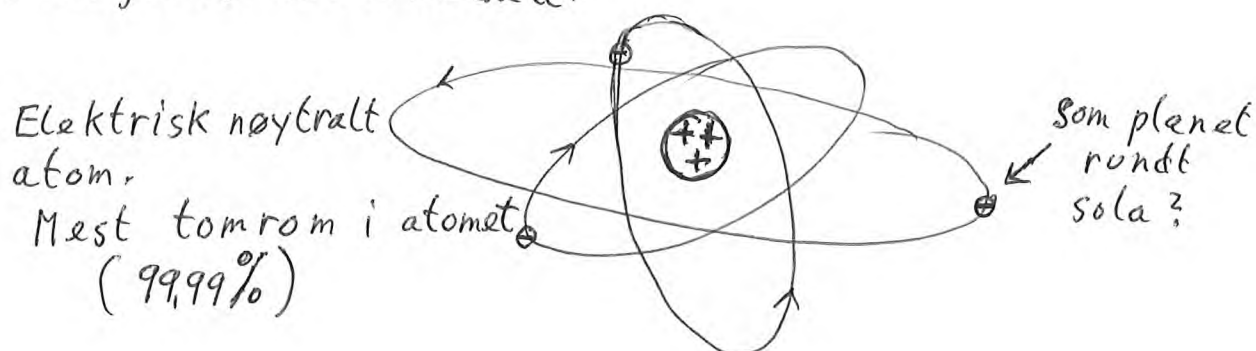




$-e$  er elektronets elektriske ladning  
 $e$  er elementarladningen

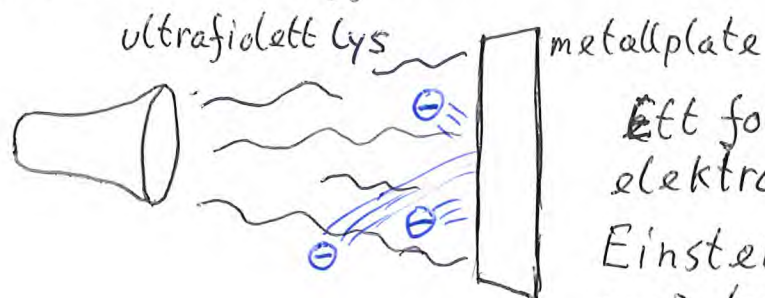
ioner  $\Rightarrow$  atomer inneholder elektroner

Rutherford's atommodell:



## 9.4 Kvanter og fotoner

Fotoelektrisk effekt



Ett foton påvirker kun ett elektron.

Einstein: All el. magn. stråling også lys er en strøm av små, atskilte energikvanter (fotoner)

El. magn. stråling, sendes ut, overføres og absorberes i udelelige småporsjoner kalt kvanter eller fotoner.

$$E_f = h \cdot f$$

energien til ett foton

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  planckkonstanten

eks 9.3 Gult lys med  $\lambda = 590 \text{ nm}$ . Finn energien til ett foton.

$$c = \lambda f$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ og } E = hf$$

$$\text{gir } E = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{590 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

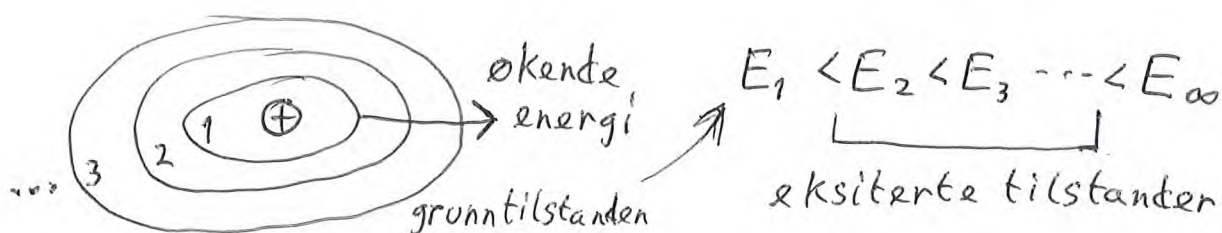
Lys kan oppføre seg både som bølger og partikler.

## 9.5 Bohrs atommodell

H-spekteret:   
410 434 486 656 nm

men glødelamper har sammenhengende spekter

Postulat 1: Et atom kan eksistere i visse energitilstander (baner) uten å miste energi.  
(planetmodellen er utilstrekkelig)



Postulat 2: Hele energiforskjellen sendes ut som ett foton hvis atomet går til et lavere energinivå

$$E_f = E_n - E_m \text{ der } n > m$$

Atomet kan også bare absorbere (ta opp) energi i porsjoner som tilsvarer tillatte energiforskjeller,

Energinivåene i H-atomet:

n	1	2	3	4	5	osv. →	∞
$E_n / \text{aJ}$	-2,18	-0,545	-0,242	-0,136	-0,087	→	0

Kan beregnes.

$$E_\infty - E_1 = 0 - (-2,18 \text{ aJ}) = 2,18 \text{ aJ} \text{ er}$$

ioniseringsenergien til  
H-atomet.

eks 9.4 Finn  $\lambda$  for fotonet som emitteres når H-atomet går fra energinivå 4 til 2!

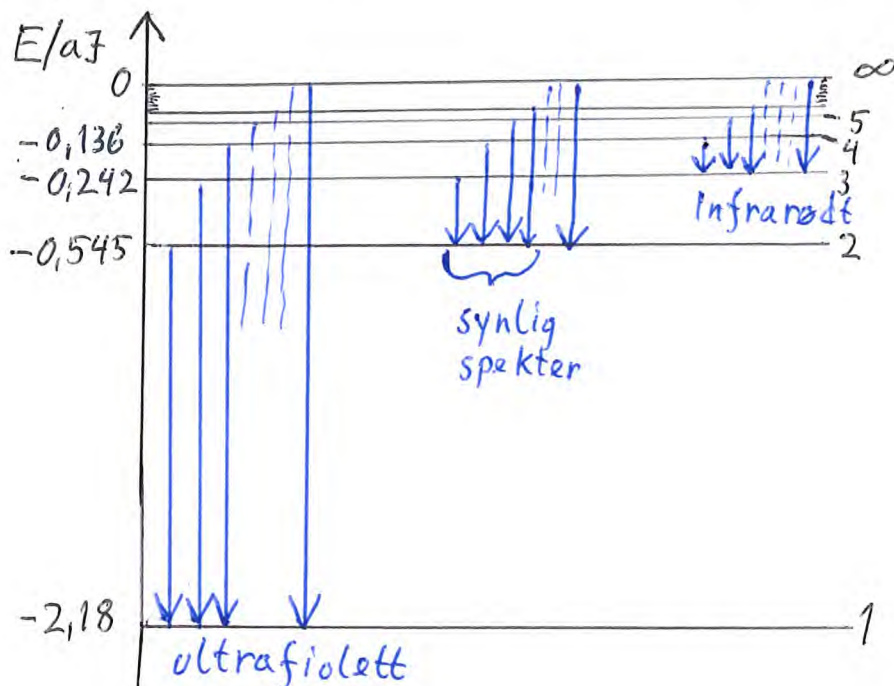
$$E_f = E_4 - E_2 = 0,409 \text{ aJ}$$

$$f = \frac{E_f}{h} = 6,1689 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \underline{486 \text{ nm}} \text{ (blågrønt)}$$



# Spektrallinjene til hydrogenatomet



De to postulaterne gjelder alle slags atomer, men å regne ut energinivåene er komplisert.

Emisjonsspektre får vi fra eksiterte atomer når disse går over til lavere energitilstander.

Atomene kan eksitere ved kollisjonen med andre atomer eller med elektroner.

Atomene kan hoppe fra et høyt til et lavt nivå i ett stort eller flere mindre sprang. Hvert sprang gir ett foton ut.

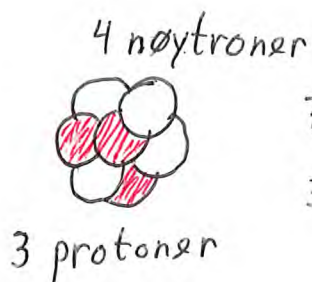
Samtlige mulige energisprang fra atomene i en gass gir emisjonsspektret til grunnstoffet gassen består av.

Stoffer med stor tetthet, som væsker og faste stoffer har kontinuerlige spektra fordi atomene påvirker hverandre gjennom yttrelektronene.

Nordlys skyldes emisjon fra molekyler i atmosfæren etter at disse har kollidert med ladde partikler fra sola. Jordas magnetfelt påvirker hvor fenomenet opptrer.

## 9.6 Atomkjernen

eks.



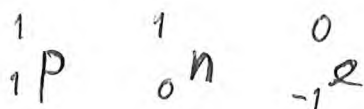
${}^7_3\text{Li}$

nukleontall,  $A = 7$   
protonantall,  $Z = 3$   
(atomnummeret/  
ladningstallet)

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

3 isotoper av H:  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$  ett elektron og ett proton

Et grunnstoff er en samling nuklider med samme protonantall.  
(atomslag)



Atommasseenheten  $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

og  $m_p \approx m_n \approx 1u$    og  $m_e \approx \frac{1}{2000}u$

Nuklidemassen gjelder et nøytralt atom.

Har 3 kvarker i hvert nukleon

Sterk Kjernekræft holder atomkjernen sammen  
svak ——— virker ved f.eks.  $\beta$ -stråling.

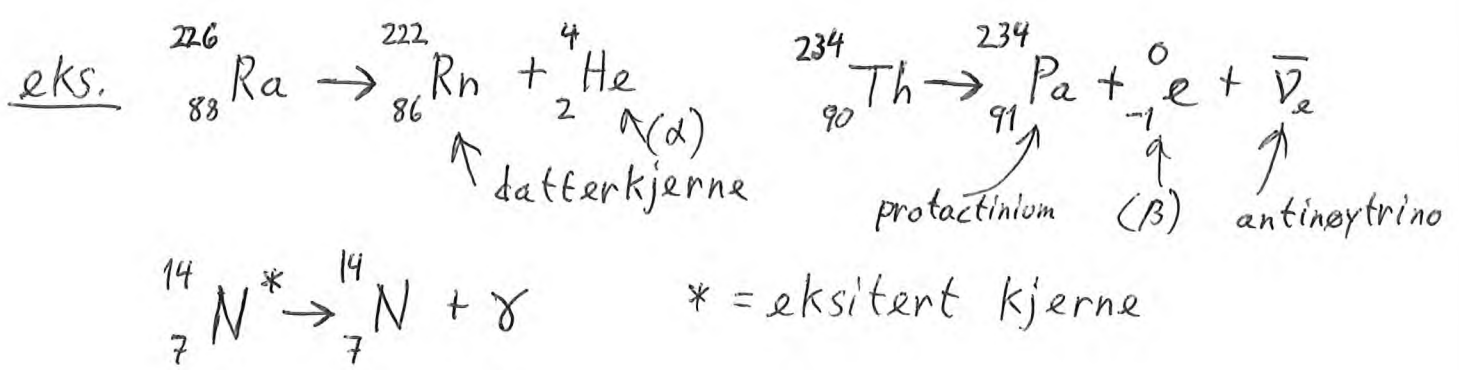
## 9.7 Radioaktivitet og kjernerreaksjoner

Radioaktivitet fra uran oppdaget i 1896 av Henri Becquerel.

Curie med flere  $\Rightarrow$   $\alpha$ -stråling He-kjerner  
 $\beta$ -stråling elektroner  
 $\gamma$ -stråling fotoner

} ioniserende stråling  
 $\uparrow$   
(også UV og røntgen)

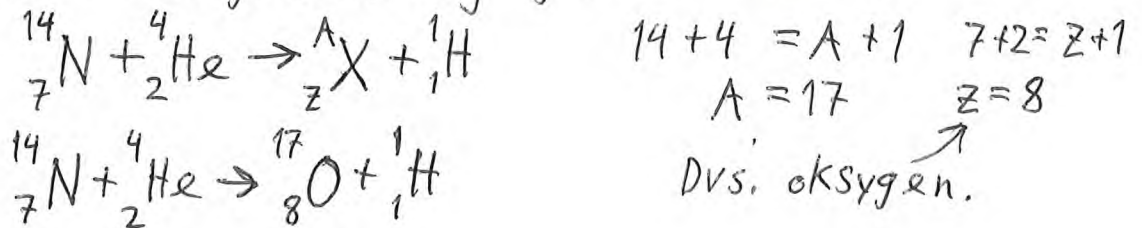




Bevaringslover ved kjernerreaksjoner  
(eks.  $\uparrow$  i sola, i jorda)

Ladningstallet  $Z$  og nukleontallet  $A$  bevares i kjernerreaksjoner.

eks. 9.6a) Nitrogen beskytt med  $\alpha$ -partikler danner H-kjerner (protoner).  
Skriv reaksjonslikning og bestem den nye nukliden.



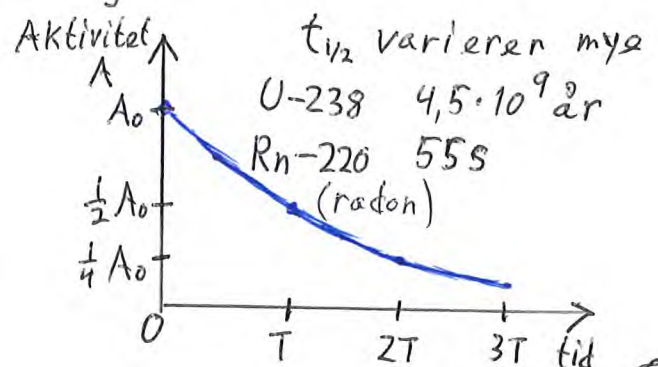
eks. Bruker radioaktivitet i sporstoffer for å ta bilder av indre organer.  
R.aktivitet kan brukes i kreftbehandling.  $\uparrow$  skintigram

## 9.8 Radioaktiv omdanning

Naturlig r.aktivitet kan ikke forutsies.

Aktivitet:  $A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$  kjerneomdanninger per sekund.  
i Bq, Becquerel,

$A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$   
 $m = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$ ,  $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T}$   
der  $T = t_{1/2}$  = tida til halvpanten av kjernene er omdannet. Det vil si halveringstiden.



eks. 9.7 Har 8,0g Rn-222 med  $t_{1/2} = 3,8$  d  
Finn tid til 1,0g igjen av Rn-222.

$$m = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$1,0\text{g} = 8,0\text{g} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/3,8\text{d}}$$

$$0,125 = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/3,8\text{d}}$$

$$\lg 0,125 = \frac{t}{3,8\text{d}} \cdot \lg\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$3,8\text{d} \cdot \frac{\lg 0,125}{\lg\left(\frac{1}{2}\right)} = t$$

$$t = 11,4\text{d} \text{ dvs. } \underline{11 \text{ dager}}$$

eks. 9.8 Cesium 137 har  $t_{1/2} = 30$  år.  $A_0 = 1000$  Bq  
Hva er A lik om ett år?

$$A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = 1000\text{Bq} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1\text{år}}{30\text{år}}} = 977,1\text{Bq} = \underline{0,98\text{KBq}}$$