Bohrs postulater, beviset og eksempler

Skrevet af Jacob Larsen 3.år HTX Slagelse
Udgivet i samarbejde med Martin Gyde Poulsen 3.år HTX Slagelse

Postulaterne

Var en nødvendighed for at forklarer atomet stabilitet, da denne stabilitet er ulogisk set i lyset af den klassiske elektromagnetisme.

Alle Bohrs postulater tager sit udgangspunkt i brintatomet!

1. Omkring brintatomet findes såkaldte stationære baner, hvor elektronerne kan kredse uden at udsende stråling.
2. Energien i den *n*'te stationære bane er givet ved: $E_n = -\frac{K}{n^2}$ $n = 1, 2, 3, ...$ Hvor K er en naturkonstant som antager værdien 13,606 eV.
3. En elektron kan springe fra en bane med energiniveauet E_n til en anden med energiniveauet E_m under udsendelse eller optagelse af ét kvant (en foton) med energien: $E_n - E_m = h \cdot f$

Bemærk at man normalt angiver den sidste formel som: $\Delta E_{foton} = h \cdot f$ $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\, J \cdot s$

Einstein finder ud af fotoner har bølgeegenskaber. Og hermed gælder følgende: $c = \lambda \cdot f$

$$3,00 \cdot 10^8\, m/s = \lambda \cdot \frac{E_n - E_m}{6,63 \cdot 10^{-34}\, J \cdot s}$$

Nu kan man finde bølgelængden af det 'lys'/de fotoner som udsendes jævnfør Bohrs tredje postulat!

Bevis for Bohrs postulater ud fra Rydbergs forsøg

Johannes Robert Rydberg (1854-1919), var en svensk fysikker som eksperimenterede med metaller og spektralanalyser. Han fandt i 1890 følgende sammenhæng eksperimentelt:

$\frac{1}{\lambda} = \mathrm{R}_\infty \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ - hvor R_∞ er Rydbergs konstant: $1{,}097 \cdot 10^7\ \mathrm{m}^{-1}$

Dette udtryk kan dog udledes ved brug af Bohrs postulater, og derved menes disse at være bevist.

Man starter med at isolerer frekvensen i Bohrs 3' postulat: $f = \frac{\mathrm{E}_n - \mathrm{E}_m}{h}$

$$\Leftrightarrow f = \frac{1}{h}\left(\mathrm{E}_n - \mathrm{E}_m\right)$$

Fra Bohrs andet postulat finder man at energien er givet ved: $\mathrm{E}_n = -\frac{K}{n^2}$ og $\mathrm{E}_m = -\frac{K}{m^2}$

$$\Leftrightarrow f = \frac{1}{h}\left(-\frac{K}{n^2} - \left(-\frac{K}{m^2} \right) \right)$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{1}{h}\left(-\frac{K}{n^2} + \frac{K}{m^2} \right)$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{1}{h}\left(\frac{K}{m^2} - \frac{K}{n^2} \right)$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{K}{h}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Idet frekvens kan omskrives til: $f = \frac{c}{\lambda}$ fås nu

$$\Leftrightarrow \frac{c}{\lambda} = \frac{K}{h}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{K}{hc}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Nu skulle man altså kunne udregne Rydbergs konstant ved: $\frac{K}{hc}$

$\mathrm{R}_\infty = \frac{K}{hc} = \frac{13{,}606 eV}{6{,}63 \cdot 10^{-34}\, Js \cdot 3{,}00 \cdot 10^8\, m/s}$ - idet at 1 *eV* er $1{,}602 \cdot 10^{-19} J$ kan man omskrive til:

$$\Leftrightarrow \mathrm{R}_\infty = \frac{K}{hc} = \frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}\, J}{6{,}63 \cdot 10^{-34}\, Js \cdot 3{,}00 \cdot 10^8\, m/s}$$

$$\Leftrightarrow \underline{\underline{\mathrm{R}_\infty = 1{,}0966265 \cdot 10^7\, m^{-1}}}$$

Radioaktivt henfald

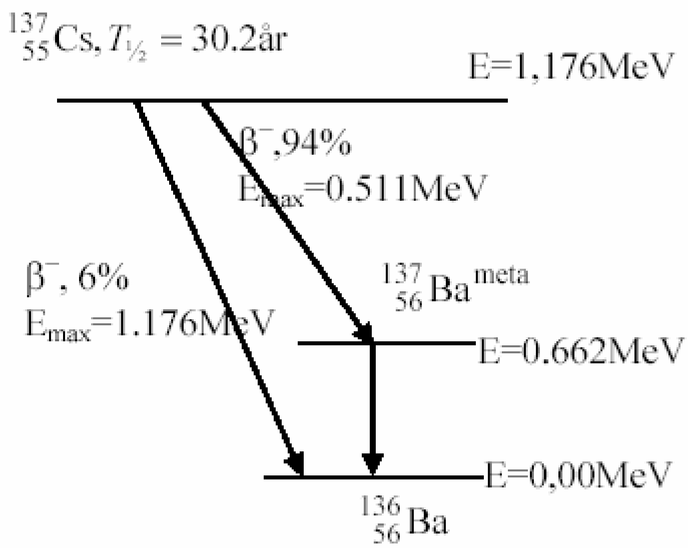
Når en kerne har lavet betahenfald, så indeholde den ofte et overskud af energi (for mange elektroner i en forkert skal). Dette indikerer man ved at sige den er exciteret, således:

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba^{*} + e^{-} + \overline{v}_{e}$$

Den nye kernes tilstand er ikke stabil, man kalder den metastabil da den 'af sig selv' kan finde på at afgive den overskydende energi, ved at udsende fotoner (humor: man siger altid at radioaktive stoffer lyser og her er forklaringen). Så finder man at:

$^{137}_{56}Ba^{meta} \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma$ - denne stråling kan være meget intens og farlig!

Over disse processer kan man lave nogle diagrammer, som man kalder for energidiagrammer. For skolens gammakilde gælder dette:



Her ser man tydeligt at langt det meste Cs bliver til den metastabile Ba, og udsender derfor meget gammastråling under sit henfald. Ved hjælp af disse oplysninger kan man beregne gammastrålingens frekvens og bølgelængde. Her bruges Einsteins teorier om lys:

$$\Delta E_{foton} = 662000eV = 1{,}0605^{-13}\,J$$

$$\Leftrightarrow 1{,}0605^{-13}\,J = h \cdot f$$

Nu fås: $\dfrac{1{,}0605^{-13}\,J}{6{,}63 \cdot 10^{-34}\,J \cdot s} = \underline{\underline{f = 1{,}5996 \cdot 10^{20}\,Hz}}$

Nu bestemmes bølgelængden ved: $3 \cdot 10^{8}\, {}^{m}\!/_{s} = f \cdot \lambda = 6{,}23 \cdot 10^{19}\,Hz \cdot \lambda$

Idet at Hz = s^{-1} fås: $\dfrac{3{,}00 \cdot 10^{8}\, {}^{m}\!/_{s}}{1{,}5996 \cdot 10^{20}\,s^{-1}} = \underline{\underline{\lambda = 1{,}8755 \cdot 10^{-12}\,m}}$

Slut

De naturvidenskabelige
Jacob Larsen og Martin Gyde Poulsen
Evt. fejl og mangler kan sendes til denaturvidenskabelige@nqrd.dk