Beregning af Q-værdier ud fra bindingsenergier

**Metode til beregning af *Q*-værdi via bindingsenergi**

$$β^{-}: Q=E\_{bin,D}-E\_{bin,M}+0,8 MeV$$

$$β^{+}: Q=E\_{bin,D}-E\_{bin,M}-1,8 MeV$$

$$EC: Q=E\_{bin,D}-E\_{bin,M}-0,8 MeV$$

**Sammenligning af Q-værdi for de tre beta-henfald**

$$β^{-} :\rightarrow + +antineutrino$$

$$Q=E\_{bin,Ca}-E\_{bin,K}+0,8 MeV$$

$$ =\left(342,1-341,5+0,8\right) MeV=1,4 MeV$$

$$β^{+}: \rightarrow + +neutrino$$

$$Q=E\_{bin,Ar}-E\_{bin,K}-1,8 MeV $$

$$ =\left(343,8-341,5-1,8\right) MeV=0,5 MeV$$

$$EC: \rightarrow +neutrino$$

$$Q=E\_{bin, Ar}-E\_{bin,K}-0,8 MeV$$

$$ =\left(343,8-341,5-0,8\right) MeV=1,5 MeV$$

## Q-værdi ved nukleonomdannelse

**Eksempel 1.** *Frigivne energi, når en neutron henfalder.*

*Data.*

Neutronen, protonen og elektronen har energi i kraft af deres masser

* Massen af neutronen kaldes *m*n og det svarer til energien: $m\_{n}∙c^{2}=939,6 MeV$
* Massen af protonen kaldes *m*p og det svarer til energien: $m\_{p}∙c^{2}=938,3 MeV$
* Massen af elektronen kaldes $m\_{e}$ og det svarer til energien: $m\_{e}∙c^{2}=0,5 MeV$.

*Beregning af den frigiven energi, når en neutron henfalder*

$$+antineutrino$$

den totale energi efter henfald = den totale energi før henfald

hvileenergi af proton + hvileenergi af elektron + frigivet energi = hvileenergi af neutron

$$m\_{p}∙c^{2}+m\_{e}∙c^{2}+Q\_{β^{-}}=m\_{n}∙c^{2}$$

$$ Q\_{β^{-}}= m\_{n}∙c^{2}-m\_{p}∙c^{2}-m\_{e}∙c^{2}$$

 $ =939,6 MeV-938,3 MeV-0,5 MeV$

$$ =0,8 MeV$$

*Den frigjorte kinetiske energi* $Q\_{β^{-}}$ *deles mellem elektronen og antineutrinoen, hvis der ses bort fra protonens rekylbevægelse. Eksperimentelt kan det måles, at elektronen kommer ud med meget forskellige energier, og det gav anledning til hypotesen om, at elektronen delte den frigiven energi med en anden partikel. I et* $β^{-}$*henfald deles energien mellem den udsendte elektron, antineutrinoen, og kernen der henfalder. Neutrino-hypotesen blev fremsat i 1930, men neutrinoen blev først observeret i 1956.*

**Opgave 1.** *Energitilførsel, når en proton omdannes til en neutron.* Her antages det, at protonen ligger stille før henfaldet.

$$+neutrino$$

$$m\_{p}∙c^{2}= m\_{n}∙c^{2}+m\_{e}∙c^{2}+Q\_{β^{+}}$$

Vis at $Q\_{β^{+}}=-1,8 MeV$

*Da den frigjorte energi er negativ, kræves der energi for at omdanne en proton til en neutron og en positron. Protonen kan ikke henfalde uden for kernen.*

**Opgave 2.** *Energitilførsel, når en proton omdannes til en neutron ved at indfange en elektron.*

$$+neutrino$$

$$m\_{p}∙c^{2}+m\_{e}∙c^{2}= m\_{n}∙c^{2}+Q\_{EC}$$

Vis, at $Q\_{EC}=-0,8 MeV$

Alle kerner der kan fortage et $β^{+}$ henfald, kan også indfange en elektron. Det omvendte gælder ikke. Der skal tilføres $0,8 MeV$ for at elektronindfangningen kan foregå, men det er jo ikke nok energitilførsel til et$β^{+}$henfald.