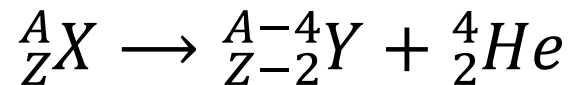


Säilymislait ydinreaktioissa

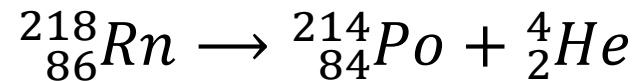
- Ydinreaktioissa (kuten yleisesti kaikissa tilanteissa) säilyviä suureita ovat:
 - energia
 - liikemäärä
 - pyörimismäärä (liikemäärän vastine pyörimisliikkeessä)
 - sähkövaraus
 - massaluku
 - leptoniluku
 - Leptoneita ovat elektronit, myoni, tau ja näiden neutriinot. Antileptonin, kuten positronin, leptoniluku on -1 .
 - baryoniluku
 - Kolmen kvarkin muodostamien hiukkasten kokonaismäärä

Alfahajoaminen

- Alfahajoamisessa radioaktiivisen isotoopin ydin lähettää alfahiukkasen, joka koostuu kahdesta protonista ja kahdesta neutronista.
- Alfahiukkanen on siis heliumydin: $\alpha = {}^4_2\text{He}$
- Jäljelle jää ydin (ns. tytärydin), jossa massaluku A on pienentynyt neljällä ja järjestysluku Z kahdella



- Esimerkki:



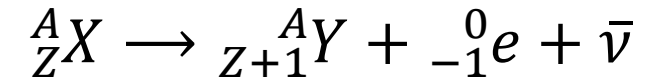
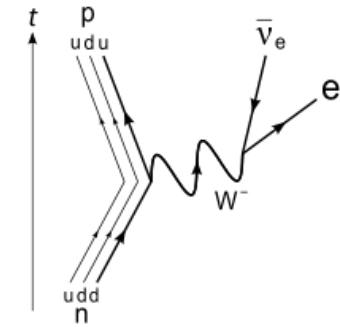
- Alfa-aktiivinen radon hajoaa poloniumiksi

Beetahajoaminen

- Beetahajoamisessa ydin emittoi elektronin e^- tai positronin e^+
- Beetahajoaminen on heikon vuorovaikutuksen aiheuttama.
- Emittoituneilla elektronilla tai positronilla on jatkuva spektri.
- Selitys: toinenkin hiukkanen, *neutriino tai antineutriino*, emittoituu
 - Reaktioenergia jakautuu elektronin ja neutriinon (sekä myös atomiytimen) kesken
- Neutriinot vuorovaikuttavat erittäin heikosti aineen kanssa
 - Neutriinot vuorovaikuttavat vain heikon vuorovaikutuksen (ja gravitaation) kautta
 - Neutriinoja virtaa valtavia määriä joka sekunti maapallon läpi vuorovaikuttamatta yhdenkään atomin kanssa
 - Neutriino on sähköisesti neutraali hiukkanen, jonka massa on erittäin pieni

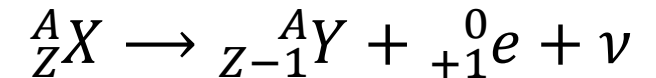
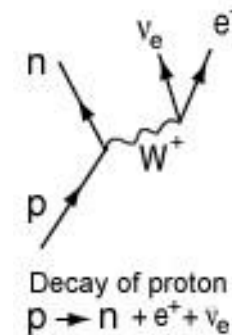
- β^- –hajoaminen

- Ytimen neutroni muuttuu protoniksi ja samalla emittoituu elektroni (jotta varaus säilyy) ja antineutriino (jotta leptoniluku säilyy)
- Massaluku A ei muutu
- Järjestysluku Z kasvaa yhdellä



- β^+ –hajoaminen

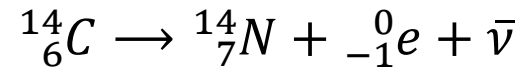
- Ytimen protoni muuttuu neutroniksi ja samalla emittoituu positroni ja neutriino
- Massaluku A ei muutu
- Järjestysluku Z pienenee yhdellä



Esimerkki: Kirjoita isotooppien hajoamisyhtälöt ja laske hajoamisreaktioiden massavajeet.

a) $^{14}_6\text{C}$, b) $^{11}_6\text{C}$

a) Isotooppi on β^- –aktiivinen. Hajoamisyhtälö on

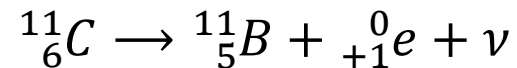


Massavaje on

$$\begin{aligned}\Delta m &= [m(^{14}_6\text{C}) - 6m_e] - [m(^{14}_7\text{N}) - 7m_e + m_e] \\ &= m(^{14}_6\text{C}) - m(^{14}_7\text{N}) \\ &= 14,003241 \text{ u} - 14,003074 \text{ u} = 0,000167 \text{ u}.\end{aligned}$$

Muista, että taulukoissa on atomien massat, mutta reaktio on ytimen reaktio. Vähennä siis atomien massoista atomin elektronien massat pois!

b) Isotooppi on β^+ –aktiivinen. Hajoamisyhtälö on

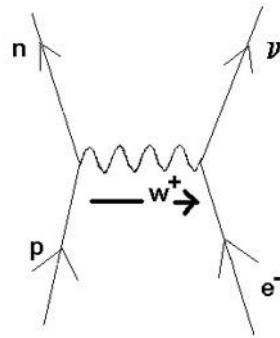


Massavaje on

$$\begin{aligned}\Delta m &= [m(^{11}_6\text{C}) - 6m_e] - [m(^{11}_5\text{B}) - 5m_e + m_e] \\ &= m(^{11}_6\text{C}) - m(^{11}_5\text{B}) - 2m_e \\ &= 11,011433 \text{ u} - 11,009305 \text{ u} - 2 \cdot 0,0005485799 \text{ u} = 0,001031 \text{ u}.\end{aligned}$$

Elektronisieppaus (EC)

- Elektronisieppauksessa ydin sieppaa elektronin atomin sisimmältä elektronikuorelta.
- Siepatun elektronin jättämän tilan täyttyessä ylemmiltä kuorilta syntyy röntgensäteilyä.
- Ilmiö on todennäköisempi raskailta atomeilla, sillä niissä elektronit ovat lähempänä ydintä (Coulombin voiman vuoksi).



Reaktioyhtälö:

