

## Kernfysica 3: Bindingsenergie

Als deeltjes aan elkaar gebonden worden uit hun protonen en neutronen verdwijnt er dus massa. Deze massa is omgezet in energie: de bindingsenergie.

Voor koolstof-12 is dit:  $\Delta m: 0,096u$  (of  $1,5941 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$ )

Lichtsnelheid:  $2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$E = 1,59408 \cdot 10^{-28} \cdot (2,9979 \cdot 10^8)^2 = 1,4327 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

Bij kernreacties gebruiken we vooral een andere energie eenheid: de elektronvolt.

Dit is de kinetische energie die één elektron bijwint als het een spanning doorloopt van 1 Volt

$$E = Q \cdot U = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$$

Onze koolstof-12 heeft dus een bindingsenergie van:

$$E = \frac{1,4327 \cdot 10^{-11}}{1,6022 \cdot 10^{-19}} = 89,421 \cdot 10^6 \text{ eV} = 89,421 \text{ MeV}$$

### bindingsenergie

We kunnen dit ook korter.

Als we nu eerst uitrekenen hoeveel eV we halen uit 1u, dan kunnen we rechtstreeks een aantal unit omzetten in eV.

De energie in 1 unit:  $E = 1,6605 \cdot 10^{-27} \cdot (2,9979 \cdot 10^8)^2 = 1,4924 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

$$E = \frac{1,4924 \cdot 10^{-10}}{1,6022 \cdot 10^{-19}} = 931,46 \cdot 10^6 \text{ eV} = 931,46 \text{ MeV}$$

$1u \Rightarrow 931,46 \text{ MeV}$

$$E = \Delta m \cdot 931,46 \frac{\text{MeV}}{u}$$

Voorbeeld: Bereken het massadefect en de bindingsenergie van Stikstof-14, als je weet dat de massa van stikstof-14 = 14,003u.

$$(7 \cdot 1,0073u) + (7 \cdot 1,0087u) = 14,112u$$

$$\text{massadefect} = 14,112u - 14,003u = 0,109u$$

$$E = 0,109u \cdot 931,46 \frac{\text{MeV}}{u} = 101,53 \text{ MeV}$$

## Bindingsenergie per kerndeeltje = specifieke bindingsenergie

Tenslotte geven we de bindingsenergie liefst weer per kerndeeltje, zodat we de verschillende kernen kunnen vergelijken. Zo kunnen we zien hoeveel elke individueel kerndeeltje in de binding bijdraagt.

Voor koolstof:

$$\frac{E}{A} = \frac{89,421 \text{ MeV}}{12} = 7,4518 \text{ MeV}$$

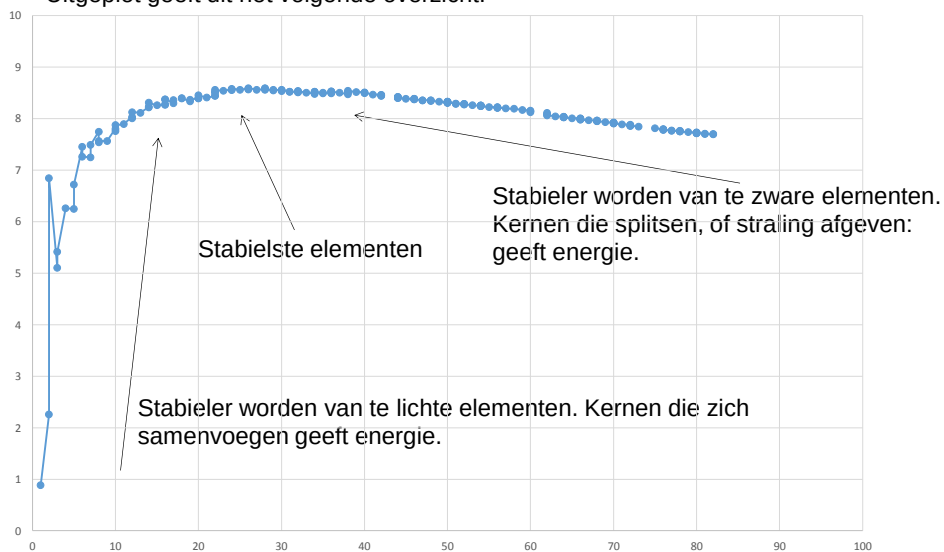
Voor stikstof:

$$\frac{E}{A} = \frac{101,53 \text{ MeV}}{14} = 7,2521 \text{ MeV}$$

Zo heeft koolstof dus meer energie nodig om terug in zijn losse kerndelen gebracht te worden en zeggen we dus dat koolstof stabiel is dan stikstof.

## Bindingsenergie grafiek

De bindingsenergie per kerndeeltje kunnen we zo voor elk element berekenen. Uitgeplot geeft dit het volgende overzicht:



Stabieler worden, wil ook zeggen energie vrijgeven.