

# Sidosenergia ja massavaje

- Ytimeen sitoutuneena nukleoneilla on pienempi potentiaalienergia kuin vapaana
  - Vrt. gravitaation potentiaalienergia, kun jokin kappale (tai kappaleet) on maan pinnalla ja kun kappale ovat ilmassa
  - Potentiaalienergia peräisin vahvasta vuorovaikutuksesta
  - Tämä **vapautunut** energia vastaa energiamäärää, joka tarvitaan ytimen nukleonien erottamiseen toisistaan = ytimen *sidosenergia*  $E_B$
- Ytimen muodostuessa vapautunut energiamäärä  $E_B$  ilmenee *massavajeena*  $\Delta m$ .
  - Ytimen massa on pienempi kuin nukleonien massa erillään.

$$\Delta m = \frac{E_B}{c^2} \quad \Delta m = Zm_p + Nm_n + Zm_e - m$$

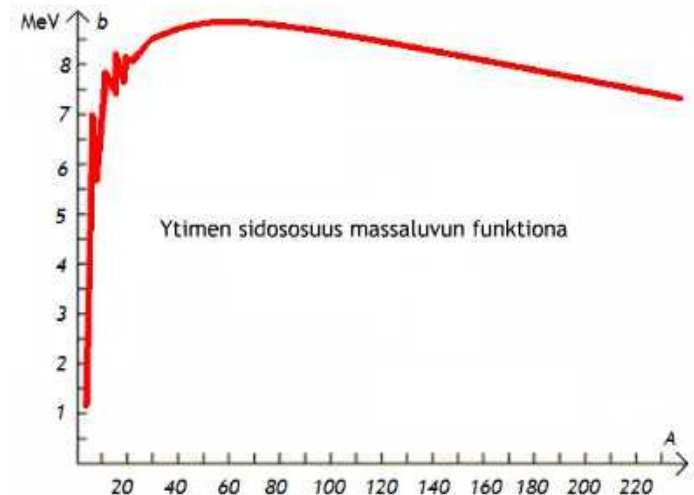
protonin massa      neutronin massa      elektronin massa      atomin massa

# Sidososuus

- *Sidososuus*  $b$  = sidosenergia nukleonia kohti:

$$b = \frac{E_B}{A}$$

- Keskiraskaiden ytimien sidososuus on suurin
  - keskiraskaat ytimet ovat rakenteeltaan lujimpia
  - rauta ja nikkeli ovat pysyvimpiä ytimiä
- **Fuusio**
  - Kevyiden atomiytimien yhdistyminen raskaammiksi (kohti keskiraskaita)
- **Fissio**
  - Raskaiden ytimien hajoaminen kevyemmiksi (kohti keskiraskaita)
- molemmissa tapauksissa sidososuus kasvaa  $\Rightarrow$  potentiaalienergiaa (ydinenergiaa) vapautuu



**t. 8-16, s. 83**

**a)** Ytimen  $^{12}_6\text{C}$  massavaje on

$$\begin{aligned}\Delta m &= Z \cdot m_p + N \cdot m_n + Z \cdot m_e - m_C \\ &= 6 \cdot 1,0072765 \text{ u} + 6 \cdot 1,0086650 \text{ u} + 6 \cdot 0,00054857990 - 12,0000000 \text{ u} \\ &= 0,09894047940 \text{ u} \approx 0,0989405 \text{ u}.\end{aligned}$$

**b)** Massavajetta vastaava sidoseenergia on

$$\begin{aligned}E_B &= \Delta mc^2 = 0,09894047940 \text{ u} \cdot c^2 = 0,09894047940 \cdot 931,49432 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2 \\ &= 92,16249458 \text{ MeV} \approx 92,1625 \text{ MeV}.\end{aligned}$$

**c)** Sidososuus on

$$\begin{aligned}b &= \frac{E_B}{A} = \frac{92,16249458 \text{ MeV}}{12} = 7,680207882 \text{ MeV} \\ &\approx 7,68021 \text{ MeV}.\end{aligned}$$