

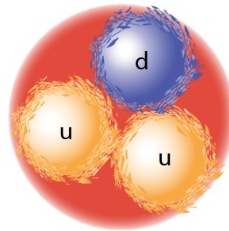
Atomien ydin

Atomien ydin koostuu positiivisesti varatuista protoneista ja neutraaleista neutroneista.

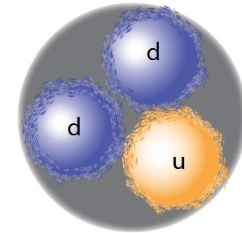
Varaukset johtuvat kvarkeista, joista protonit ja neutronit on "rakennettu"

MAFY

Hiukkanen	Rakenne
protoni	uud
neutroni	udd



Piirrosmalli protonista. Protonin varaus on $2 \cdot \frac{2}{3}e + \left(-\frac{1}{3}e\right) = e$.

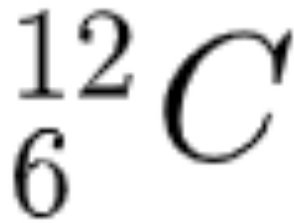


Piirrosmalli neutronista. Neutronin varaus on $2 \cdot \left(-\frac{1}{3}e\right) + \frac{2}{3}e = 0$.

Samanmerkkisten kvarkkien välillä vallitsee sähkömagneettisen vuorovaikutuksen hylkivä voima -> vahva vuorovaikutus "liimaa" kvarkit yhteen. Sama vahva vuorovaikutus "liimaa" ytimen protonitkin yhteen, kun ne tuodaan riittävän lähelle toisiaan (2 fm), mutta tällöin puhutaan ydinvoimasta.

Protonien lukumäärä on ytimen järjestysluku ja määrittelee alkuaineen. Neutronien tehtävä on tuoda ytimelle massaa=energiaa. Samalla alkuaineella voi olla monta eri massaista ydintä, eli isotooppia. Alkuaineita noin 120 ja isotooppeja noin 3000, joista noin 10 % pysyviä ja loput radioaktiivisia.

Merkintä: esim. hiili-12-isotooppi



Protonien lkm (6)=Z=järjestysluku

Protonit+neutronit (12)=A=massaluku

Atomin ydintä (protonit+neutronit) kutsutaan nukleoniksi

Atomit ja sen osaset ovat massoiltaan erittäin pieniä -> otetaan käyttöön uusi massan yksikkö: Atomimassayksikkö (u), joka on 1/12 osa hiili-12-isotoopin massasta.

atomimassayksikkö $1 \text{ u} = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Hiukkanen	
protoni	$1,007\,276\,466\,621 \text{ u}$ $= 1,672\,621\,923 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
neutroni	$1,008\,664\,915\,95 \text{ u}$ $= 1,674\,927\,498 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{elektroni} &= 5,485\,799\,090\,65 \cdot 10^{-4} \text{ u} \\ &= 9,109\,383\,701 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{aligned}$$

MAFY

Einsteinin mukaan massa on yksi energian muoto

Yhtä atomimassayksikköä 1 u vastaava energia on

$$\begin{aligned} E = mc^2 &= 1,660539067 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 1,492418086 \cdot 10^{-10} \text{ J} \approx 931,4941 \text{ MeV} \end{aligned}$$

atomimassayksikkö $1 \text{ u} = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,494\,102 \frac{\text{MeV}}{c^2}$

MAFY

Jotta atomin ydin pysyy kasassa, niin sen massan on oltava pienempi, kuin sen osasten massojen summa. -> Osa osasten massoista muuttuu energiaksi, joka pitää ytimen koossa=sidosenergiaa ja massa, joka on muuttunut on massavaje

$$\Delta m$$

Esim. Määritä hiili-12-isotoopin massavaje ja sidosenergia.

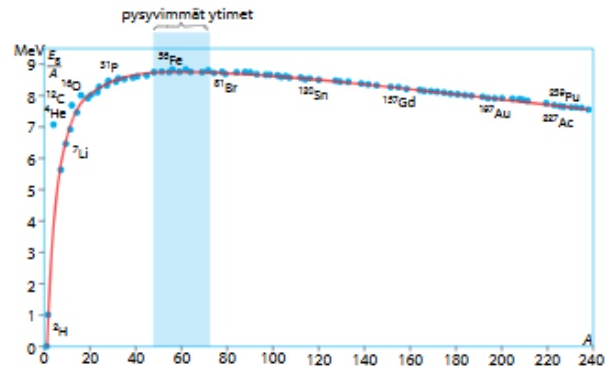
Nyt atomilla 6 protonia, 6 elektronia ja 6 neutronia näiden yhteismassa=

$$6 \times 1.0072765 + 6 \times 5.4857991 \text{E-}4 + 6 \times 1.0086649$$

$$12.09893988$$

Taulukon mukaan hiili-12-atomin massa on tasan 12 u. Tällöin massavaje on 0,09893988u ja sidosenergia 92,16190408 MeV

Usein sidosenergia jaetaan protonien ja neutronien lukumäärällä, jolloin saadaan ns. sidososuus, joka paremmin ilmaisee ytimen pysyvyyden. Kuvaaja kirja s 58



Sidososuus on esitetty massaluvun funktiona. Sidososuus kasvaa massaluvun funktiona rautaan saakka. Raudasta eteenpäin massaluvun kasvaessa ytimien sidososuus pienenee, joten niiden rakenne on heikompi kuin keskiraskaiden ytimien rakenne.