

Föreläsning 2

2/9-2015

Introduktion till kärnfysik, grundläggande konc.

Finns ingen heltäckande teori för kärnfysik, är av teorier

Begrepp: Fundamentala krafter, relativistiska fenomen, antimateria, kvantfenomen, de-broglievågor, obestämbarhetsrelation.

NUKLID = kärna NUKLEON = proton, neutron

Heisenbergs obestämbarhetsrelation

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$$

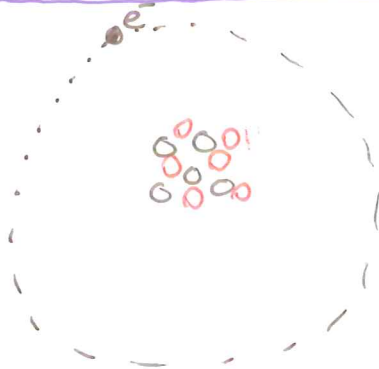
$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$$

$$\Delta L_z \cdot \Delta \phi \geq \hbar/2$$

↖ längd ↗ vinkel

(när något snurrar)

Klassisk modell



Kärnan bestämmer de fundamentala egenskaperna.
Antal protoner bestämmer hur många elektroner som ska finnas i en oladad atom.

$$\text{Atom} \sim 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Kärna} \sim 10^{-15} \text{ m}$$

Elektronens massa är 2000 ggr mindre än en protonens massa.

Bindningsenergies: kärna 30 MeV
 Atom 10 keV

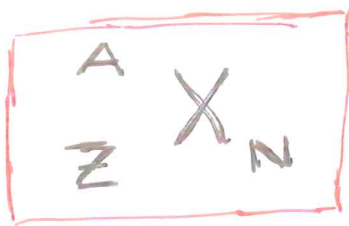
Enheter:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1/12 {}^{12}\text{C} \quad (\text{kol. tolvs massa } 1/12)$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 1 \text{ u} = \frac{931 \text{ MeV}}{c^2}$$

Beteckningar

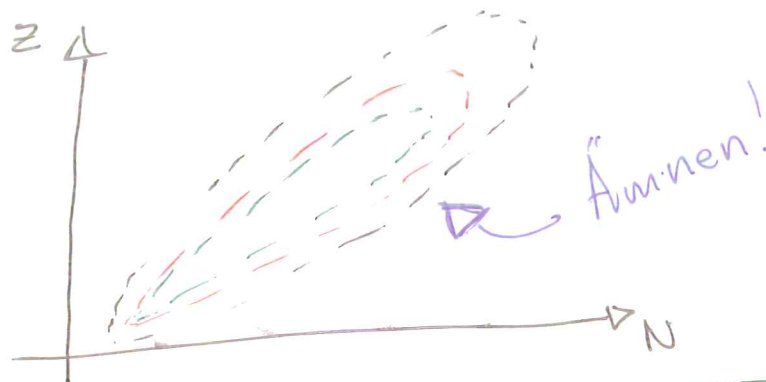


Z = Protonantal

A = Massantal

N = Neutronantal

Nuklidkarta, plotta $Z-N$



Isotoper har samma Z men olika N

Isotoner har samma N

Isobarer har samma A

Vad innebär detta för egenskaper?

Egenskaper hos kärnan

- Massa
- Radie (+ Deformation)
- Relativ förekomst
- Sönderfallsätt (α, β, γ)

- Reaktionsätt
- Tvärsnitt σ , spin,
- dipolsmoment

Man känner till mer än 1000 nuklider

$$0 < Z < 115 \text{ — sant?}$$

Forskare i Lund har påvisat $Z=117$ mha röntgen

Typiska mått

$$R = R_0 \sqrt[3]{A}, \quad R_0 = 1.23 \text{ fm}$$

Livstider $\sim 10^{-2} - 10^9$ år.

Relativitetsteori

Fenomen då man närmar sig ljusets hastighet

$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad m_0 = \text{vilomassa}$$

ibland $m = m_0 \gamma, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$$\text{Längdkontraktion: } l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{Tidsdilatation: } \Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Kinematik

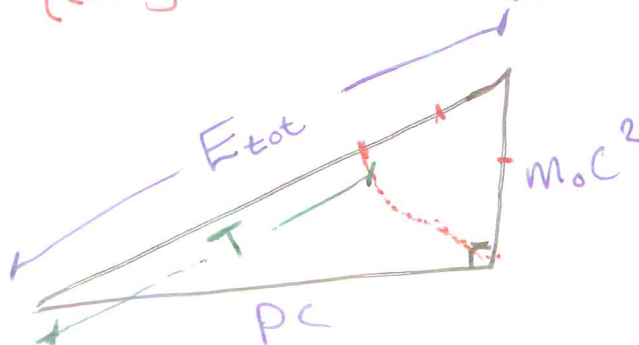
T: Kinetisk energi

$$\vec{p} = m(v) \cdot \vec{v}$$

$$E_{\text{tot}}^2 = (pc)^2 + (m_0 c^2)^2$$

$$T = E_{\text{tot}} - m_0 c^2$$

(energin beror på hastighet & vilomassa)



Fotonens rörelsemängd

$$m_0 = 0, \quad pc = E \Rightarrow \boxed{p = \frac{E}{c}}$$

När behövs relativa beräkningar?

- Dä $v > 0.1c$
- Alltid för elektroner
- Sällan för protoner, alfapartiklar & tyngre

$$\text{Alt: } T \sim m_0 c^2,$$

$$e^- = 0.511 \text{ MeV}/c^2$$

$$p^+ = 1 \text{ GeV}/c^2$$

Relativ massökning i Max IV: Hastigheten är uppe i nästan c redan vid 500 MeV, sen ökar massan istället. Vid 3000 MeV är massan 5800 ggr större för en elektron. mest

Vägfunktioner

Elektronens position kring kärnan bär ses som en s.k. fördelning.

Fyll i nedan fr. ppt:

Naturens fyra fundamentala växelverkningar

Gravitation - $6 \cdot 10^{-39}$

Svag växelverkan - 10^{-6}

Elektromagnetisk - $1/137$

Stark växelverkan - 1

Relativ
jämförelse
av krafternas
styrka.

Lite oklart hur man jämför.

Kvarkar bygger upp elementarpartiklar.

Antimateria

Varje partikel har en antipartikel som är speglad.
Om de möts så förintas de och strålning blir kvar.
De skapas i par ur gammastrålning.

Ex.: elektron⁻ — positron⁺

Pga symmetri borde det finnas lika mkt
antimateria som materia, men så verkar det
ju inte vara. VF? svar $\Rightarrow$ Nobelpris.

α -partikel = $2n + 2p^+$

β -partikel = $e^- + \text{antineutrino}$

Neutronernas fördelning undersöks med
alfapartiklar eftersom de växelverkar starkt.

Bindningsenergi

Pga $E=mc^2 \Rightarrow$ Ger massa till en kärna.

En deuterium ($1p+1n$) väger 0.8% mer än partiklarna separat. Ju tyngre ämne, desto större andel av massan ges av bindingsenergi.

För nukleoner är massan från bindningarna 300ggr större än vilomassan fr. nukleoner.

Det finns dock inga fria kvarker.