

**Otázka:** Jaderná fyzika (fyzika atomového jádra)

**Předmět:** Fyzika

**Přidal(a):** verunaacek14

### **Složení atomového jádra**

- jádro je složeno z částic - **nukleonu** - jejich počet označuje nukleonové číslo -  $A$  ( $A = Z+N$ )

### **Nukleony**

- částice v jádře (protony i neutrony)
- nukleony se dělí na:
  - **Neutron**
    - bez náboje
    - hmotnost  $m_n = 1,0087 m_u = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
  - **Proton**
    - kladný náboj
    - hmotnost  $m_p = 1,0073 m_u = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
  
- hmotnosti protonu a neutronu jsou řádově srovnatelné, hmotnost **elektronu** je mnohonásobně menší
- nukleony jsou vázány v jádře jadernými silami, vlastnosti sil: přitažlivé bez ohledu na

náboj, krátký dosah, jeví stav nasycení

### **Protonové a neutronové číslo**

- **Protonové číslo**
  - počet protonů v jádře
  - informuje o náboji jádra ( $Z \cdot e$ )
  - značka:  $Z$
- **Neutronové číslo**
  - počet neutronů v jádře
  - značka:  $N$

### **Nukleonové číslo**

- počet nukleonů v jádře
- informuje o hmotnosti jádra ( $A \cdot m_u$ )
- značka: **A** -> **A = Z + N**

### **Nukleony**

- **Neutron**
  - ve volném stavu nestabilní - přeměňuje se na proton (+elektron a antineutrino)
- **Proton**
  - jestliže jádru atomu dodáme energii může se proton přeměnit na neutron (+pozitron a neutrino)

### **Vazebná energie jádra**

- mezi nukleony působí jaderné síly (>> elektrostatické)
- = práce, kterou je třeba vykonat, aby jádro bylo rozčleněno na jednotlivé nukleony
- = energie, která by se uvolnila při vzniku jádra z jednotlivých nukleonů

### **Hmotnostní schodek**

- Podle  $\Delta E = \Delta mc^2$  odpovídá změně vnitřní energie změna hmotnosti
- = rozdíl mezi celkovou hmotností nukleonů a skutečnou hmotností jádra, z nichž je složeno

### **Vazebná energie jádra**

- hmotnost at. Jádra, vždy menší než klidová hmotnost jednotlivých nukleonů
- u jednotlivých nuklidů se liší

### **Radioaktivita**

= schopnost některých atomových jader vysílat záření

-**přírozená** - radioaktivní prvky běžně se vyskytující v přírodě

-**umělá** - radioaktivní prvky umělé vyrobeny jadernými reakcemi

- radius - paprsek, activitas - činnost (z lat.)
- objevena 1896
  - Henry Becquerel
  - při studiu fluorescence uranové soli
- 3 druhy záření (a, b, g)
  - liší se např. schopností pronikat látkou, chováním v magnetickém poli

### **Záření $\alpha$**

- svazek rychle letících jader atomů helia (kladný náboj)
- rychlost  $\approx$  silné ionizační účinky (než se zabrzdí vytvoří  $10^5$  iontů ve vzduchu)
- pohlcuje se listem papíru, oděvem, ve vzduchu se pohltí po uběhnutí několika cm

### **Záření $\beta^-$**

- proud elektronů, které vyletují z jádra
- rychlost se blíží rychlosti světla
- elektrony vznikají v jádře přeměnou neutronu
- pohlcuje se tenkým hliníkovým plechem, plexisklem

### **Záření $\beta^+$**

- tvořeno kladně nabitými pozitrony (antičástice elektronu)
- vyzařováno některými umělými radionuklidy při jaderných přeměnách
- vzniká v jádře přeměnou protonu

### **Záření $\gamma$**

- elektromagnetické záření o velmi malé  $\lambda$
- nejpronikavější
- lze oslabit silnou vrstvou materiálu obsahujícího jádra těžkých kovů (olovo, beton,...)

### **a, b, g v magnetickém poli**

- a, b<sup>+</sup> - Fleming. pravidlo levé ruky
- b<sup>-</sup> - Fleming. pravidlo pravé ruky
- a menší zakřivení než b
  - způsobené hmotností
- g se nevychyluje
  - vlnění

### **Poločas přeměny**

- značí se T
- doba, za kterou se rozpadne polovina původního počtu jader

### **Aktivita radioaktivního zářiče**

- značka: **A**, jednotka: **Bq** (becquerel)
- = počet nepřeměněných jader v daném okamžiku
- 1 Bq - 1 přeměna za 1 s

### **Zákon radioaktivních přeměn**

$$N = N_0 e^{-(\ln 2/T) \cdot t}$$

$$A = A_0 e^{-(\ln 2/T) \cdot t}$$

$$\Lambda = \ln 2 / T$$

$$N = N_0 e^{-\Lambda t}$$

$$A = A_0 e^{-\Lambda t}$$

- **N** - počet jader v čase t
- **N** - počet jader na počátku (t=0)
- **e** - Eulerovo číslo (2,71...)
- **λ** - přeměnová konstanta (relativní úbytek jader za 1 s)

### Další veličiny

- **Dávka** - energie záření, kterou pohltí ozářený lidský organismus
  - Jednotka: Gy (grey)
- **Dávkový ekvivalent** - jak nebezpečnému záření byl člověk za určitou dobu vystaven
  - Jednotka: Sv (sievert)

### Vazebná energie jádra

- vazebná energie na 1 nukleon
- $\epsilon_j = E_j / A$

### Jaderné reakce

- jaderná přeměna vyvolaná vzájemným působením (srážkou) s jinými jádry nebo částicemi

- platí zákony zachování (energie, hybnosti, hmotnosti, elektrického náboje)

### **Příklady jaderných reakcí:**

- Jaderná syntéza
  - spojováním lehčích jader vznikají jádra těžší (stabilnější)
  - uvnitř hvězd
  - jde jen po Fe
  - např.: (uvolní se 3,27 MeV)
- Jaderné štěpení
  - štěpením těžkých jader vznikají stabilnější jádra těžší
  - využití v jaderné energetice
  - uvolní se další 3 neutrony → další štěpení → řetězová reakce

### **Neutronové zařízení**

- proud rychle letících neutronů
- lze získat ze zdrojů v nichž probíhají jaderné reakce za vzniku neutronů (např. jaderné reakce)
- vysoká pronikavost
- k ochraně je třeba materiál s lehkými prvky (voda, těžká voda, parafín,...)

### **Částice**

- nestabilní (doba života  $10^{-6}$  –  $10^{-23}$  s)
- vytváří se při srážkách mezi protony nebo elektrony urychlenými na vysoké energie v urychlovačích (Např. CERN v Ženevě)