

# Vlastnosti atomového jádra, fyzika elementárních částic

**(Stavba atomového jádra, charakteristiky jádra, jaderné síly, jaderné reakce, přirozená a umělá radioaktivita, zákon radioaktivní přeměny, štěpení a syntéza jader. Experimentální metody jaderné fyziky, detekce částic, urychlovač částic.)**

## 1) Vlastnosti atomového jádra

- atomové jádro (soustava nukleonů, tj. protonů a neutronů)
- chemický prvek (látka s atomy  ${}_Z X$ , které mají stejné protonové číslo  $Z$ )
- nuklid (označení látky, jejíž atomy  ${}_Z^A X$  jsou stejného složení)
- izotopy (nuklidy o stejném  $Z$ , ale odlišném  $A$ )
- veličiny popisující atomové jádro
  - protonové číslo  $Z$  (souvisí s elektrickým nábojem jádra)
  - nukleonové číslo  $A$  (souvisí s celkovou hmotností jádra)
  - hmotnostní schodek (rozdíl mezi celkovou hmotností nukleonů a skutečnou hmotností jádra)
  - vazebná energie,  $E_j = Bc^2$ , kde  $B$ ...hmotnostní schodek  $B = Zm_p + Nm_n - m_j$ ; vazebná energie

nukleonu  $\varepsilon_j = \frac{E_j}{A}$ , souvisí se stabilitou jádra (nejstabilnější jádra s  $A = 40 - 80$ )

- jaderné síly (silné přitažlivé síly, velmi krátký dosah, po překonání potenciálové bariéry částice vytržena z jádra)
- jaderné reakce (jaderné přeměny vyvolané vnějším zásahem v jádře atomu)
  - spojený zákon zachování hmotnosti a energie  $\sum m_0 c^2 + \sum E_k + hf = \sum m'_0 c^2 + \sum E'_k + hf'$
  - zákon zachování elektrického náboje, zákon zachování hybnosti
- záření
  - $\alpha$  – proud jader helia  ${}^4_2 He$ , nízká pronikavost, ionizuje vzduch, kladné, lze vychýlit el. i mag. polem
  - $\beta^-$  – proud elektronů,  $\beta^+$  – proud pozitronů, vystřelované z jader,  $n \rightarrow p + e + \tilde{\nu}$ , sekundární  $\beta$  záření – záření  $\alpha$  srhává elektrony z obalu
  - $\gamma$  – elektromagnetické vlnění (fotony), nejpronikavější, nejškodlivější
- radioaktivita přirozená (samovolný rozpad radioaktivních nuklidů), umělá (rozpad způsobený vnějším zásahem)
- zákon radioaktivní přeměny, integrací diferenciálního tvaru  $dN = -\lambda N dt \rightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$ , kde  $N$ ...počet nerozpadlých jader,  $N_0$ ...počáteční stav,  $\lambda$ ...přeměnová konstanta
- poločas rozpadu  $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , aktivita prvku (počet přeměn za sekundu),  $A = A_0 e^{-\lambda t}$ ,  $[A] = s^{-1} = Bq$
- přeměnové řady (uran-radiová, thoriová, aktiniová, umělá neptuniová)
- štěpení jader, např.  ${}^{235}_{92} U + {}^1_0 n \rightarrow {}^{144}_{56} Ba + {}^{89}_{36} Kr + 3 {}^1_0 n$ , tepelnou energii získáváme brzděním fragmentů, neutrony po zpomalení moderátorem (těžká voda, grafit) štěpí další atomy
- syntéza jader, např.  ${}^1_1 H + {}^3_1 H \rightarrow {}^4_2 He + \gamma + 19,8 MeV$ , podmínkou vysoká teplota a tlak, energie uvolňována v důsledku vzniku hmotnostního schodku podle  $E = mc^2$

## 2) Fyzika elementárních částic

- detekce částic
  - spintariskop (válec, dno s luminiscenčním materiálem), scintilační počítač (automatizovaný spintariskop)
  - Geiger-Müllerův počítač (trubice naplněná plynem, připojená na vysoké napětí těsně před jiskrovým výbojem, průletem částice dojde k ionizaci, přeskočení jiskry)
  - mlžná komora (expanzní, difúzní; kondenzace sytých par na kondenzačním jádru – prolétající částici), bublinková komora (přehřátá kapalina, částice nechá stopu bublinek)
- lineární urychlovač částic (urychlování pomocí elektrického pole, max. energie cca 12 MeV)
- cyklotron (dva duanty, připojeny na střídavé napětí, částice urychlována el. polem, zatáčena mag. polem)
- atomový hmotnostní spektrograf
- elementární částice (elektron, proton, neutron, foton)
  - neutrino, antineutrino (vznik při rozpadu neutronu)
  - mezon  $\mu$  (mion), mezon  $\pi$  (pion) (vysvětlení jaderných sil)
  - fermiony (poloviční spinové číslo), bosony (celé spin. č.), hadrony (silné působení), leptony (slabé působení)
  - kvarky (základ všech částic kromě elektronu, mionu a jejich neutrin; typy: protonový, neutronový, podivný, půvabný; v částicích vázány gluony)