

## 4.4.7 Radioaktivita

**Předpoklady:** 040406

**Pomůcky:** Geiger-Müllerův počítač (z GamaBety)

Některá jádra nedrží pohromadě dokonale a rozpadají se: z jádra vyletí radioaktivní záření ( $\alpha$ ,  $\beta$  nebo  $\gamma$ ) a jádro se změní na jiné.

- **záření  $\alpha$** : proud částic  ${}^4_2\alpha$  (jádra hélia), velká energie 2 až 8 MeV, velká hmotnost částic, elektrický náboj  $\Rightarrow$  značný vliv na okolí.  
Silná interakce s okolím  $\Rightarrow$  malý dosah (několik cm ve vzduchu, odstínění už listem papíru). Nebezpečí, pokud dochází k  $\alpha$  rozpadu přímo v těle.
- **záření  $\beta$  (někdy se značí také  $\beta^-$ )**: proud elektronů, energie desetin MeV, pronikavost řádově 100 x větší než u  $\alpha$  záření (1 m ve vzduchu, 1 mm v kovu).
- **záření  $\gamma$** : EM záření vlnové délky pod 300 pm, vzniká při přechodu jádra z excitovaného stavu (často jde o druhou fázi radioaktivní přeměny, která začala  $\alpha$  nebo  $\beta$  rozpadem). Nejpronikavější, nejvíce pohlcováno v látkách s velkou  $A_r \Rightarrow$  stínění olovem (vyšetření na RTG) (intenzita se sníží na polovinu po průchodu 1 cm olova nebo 6 cm betonu).

Všechny druhy záření mají velkou energii  $\Rightarrow$  během průchodu látkou vyráží z drah elektrony, které obíhají okolo jader atomů látky (probíhá ionizace látky, z normálních atomů vznikají ionty):

- částice záření ztrácí energii,
- zahřívá se okolí (převážná část energie Zemského nitra pochází z radioaktivního rozpadu),
- vzniklé ionty mohou reagovat s okolní látkou,
- narušuje se stavba složitějších molekul,
- může dojít k vyvolání fotocitlivé vrstvy, vzniku elektrického proudu.

Počet rozpadů jader můžeme sledovat pomocí detektorů - například Geiger-Müllerův počítač (částice záření zionizuje vzduch mezi dvěma elektrodami, na kterých je velké napětí, tím způsobí průchod elektrického proudu, který čítač zaregistruje).

Pokud Geiger-Müllerův čítač zapneme ve třídě, uslyšíme typické nepravidelné pípání (radioaktivní rozpady v našem okolí probíhají neustále), které zrychlí, když k němu přiblížíme zdroj záření.

**Př. 1:** Uvedené druhy záření vznikají v jádře atomů (energie vzniklých částí je příliš velká, aby mohla pocházet od elektronů, které jádro obíhají). U kterého z uvedených druhů záření je původ v jádře zarážející a proč?

Záření  $\beta$ , protože v jádře nejsou elektrony.

**Př. 2:** Proč je pronikavost všech druhů záření nejvyšší ve vzduchu? Naopak například v olovu je daleko menší?

Vzduch málo částic, které se mohou s zářením srazit. Olovo pevná látka, kde jsou částice u sebe daleko blíže a je tedy větší pravděpodobnost, že se s nimi částice záření srazí. Navíc atomy olova mají velkou hmotnost a proto mohou částice záření hodně zabrzdit.

**Př. 3:** K vytvoření jednoho páru iontů ve vzduchu je třeba energie 30 eV. Kolik párů iontů vytvoří ve vzduchu do úplného zbrždění částice  $\alpha$  ?

Energie částice  $\alpha$  2 až 8 MeV  $\Rightarrow$  střední hodnota 5 MeV.

$$n = \frac{5000000}{30} = 170000$$

Částice  $\alpha$  vytvoří ve vzduchu typicky sto tisíc iontů.

Různé druhy záření se liší účinností  $\Rightarrow$  škodlivost záření (odborně ekvivalentní dávka ionizujícího záření) získáme vynásobením množství záření faktorem účinnosti:

- $\alpha$  částice: 20,
- neutrony: 10,
- protony: 5,
- $\gamma$  záření, elektrony: 1.

Takto získaná hodnota se udává v jednotkách sievert (Sv).

Jaké jsou dávky, se kterými se můžeme setkat?

- obvyklá roční dávka od okolí: 0,4 – 4 mSv (výjimečně v některých oblastech až 50 mSv)
- hodina letu letadlem: 0,004 mSv (kvůli kosmickému záření)
- rentgen plic: 0,03 mSv
- kontrastní vyšetření žaludku: 0,1 – 30 mSv
- roční povolená dávka pro pracovníky se zářením: 50 mSv
- mírnější nemoc z ozáření (padání vlasů, ztráta imunity): 500 mSv
- smrtelná jednorázová dávka: jednotky Sv

Využití radioaktivního záření

- kontrola materiálů,
- ozařování nádorů (ničení buněk nádoru zářením)
- diagnostika, pomocí izotopů s krátkým poločasem rozpadu (radioaktivní izotop zabudujeme například do cukru, který podáme pacientu a sledováním záření můžeme sledovat využití cukru v těle – nádory obvykle rychle rostou a proto spotřebovávají cukru velmi mnoho).

**Shrnutí:**