

## 3/2 Radioaktivita, záření, jaderná energetika

### Co je to radioaktivita?

- vlastnost mnoha prvků zářit bez vnějšího působení energie
- přitom se prvky mění na jiné
  - spočívá na nestabilitě jádra atomu (přebytek protonů nebo neutronů)
- je nezávislá na chemickém složení (pokud je nově vzniklé jádro nestabilní, rozpadá se znovu)
  - u prvních 20 prvků v PSP jsou nejstabilnější jádra se stejným počtem p a n
  - u prvků s vyšším Z stabilitu zaručuje ještě poměr protonů a neutronů do 1,5
- prvky se zářením mění na jiné

### Co je známo o přirozené radioaktivitě?

- byla objevena 1896 H. Becquerem v uranu
- objevuje se hlavně u těžkých prvků v přírodě – např. u U
- objevuje se i u Ac, Th a jejich produktů rozpadu
  - přirozeně radioaktivní prvky jsou obsaženy ve čtyřech rozpadových řadách
    - uran–radium řada
    - thoriová řada
    - uran–aktinium řada
    - neptuniová řada (v přírodě už proběhla, její části je ale možno uměle vyrobit)
    - všechny řady končí u izotopů Pb nebo Bi

### Co je to radioaktivní záření?

- energeticky bohaté záření při radioaktivním rozpadu
- může být tvořeno z paprsků  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$

### Jaké jsou druhy záření a jaká je jejich charakteristika?

- záření  $\alpha$ 
  - je tvořeno kladně nabitými jádry He ( $2p + 2n$ )
  - má malý dosah
  - zneškodní ho tenká hliníková fólie nebo papír
- záření  $\beta$ 
  - je tvořeno proudem elektronů [ $\beta^-$ ] nebo kladně nabitými pozitrony [ $\beta^+$ ]
  - je pronikavější než záření  $\alpha$
- záření  $\gamma$ 
  - elektromagnetické vlnění s vysokou energií a velmi krátkou vlnovou délkou
  - má podobné vlastnosti a užití jako rtg záření
  - velmi pronikavé
  - pohltí je např. silnější olověná deska

### Co je to poločas rozpadu?

- doba potřebná k tomu, aby se rozpadla právě polovina původního množství daného radioaktivního prvku
  - může to být zlomek sekundy až několik tisíc let
  - např.  $^{212}\text{Po}$  má poločas rozpadu  $3 \cdot 10^{-7}$  sekundy
  - $^{238}\text{U}$  má poločas rozpadu 4,5 miliardy let
- $^{232}\text{Th}$  má dokonce poločas rozpadu téměř 14 miliard let
- pomocí obsahu radioaktivního uhlíku  $^{14}\text{C}$  se např. určuje stáří některých látek

### Rozpad alfa

- u prvků s velkými jádry se  $Z > 82$ ; jádro se mění na menší, snižuje se hodnota A i Z
- protonové číslo se snižuje o 2, hmotnostní číslo o 4 jednotky
  - $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$  (částice  $\alpha$ )

### Rozpad beta

- A se nemění, Z se o 1 (u  $\beta^-$ ) zvyšuje nebo (u  $\beta^+$ ) snižuje
- emitují se elektrony nebo pozitrony; hmotnostní číslo zůstává zachováno
- [ $\beta^-$ ] (beta mínus)
  - u izotopů lehčích prvků, emise částic [ $\beta$ ]:
    - $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_{-1}\text{e}$  (elektron)

- neutron v jádře se mění na proton a elektron
  - ${}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e}$
- jádro vzniklé rozpadem beta mínus má o 1 proton více
- $\beta+$  (beta plus):
  - ${}_{15}^{30}\text{P} \longrightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0\text{e}$  (pozitron)
  - proton se mění na neutron a pozitron (pozitron velmi rychle opouští jádro a zaniká)
    - ${}_1^1\text{p} \longrightarrow {}_1^0\text{n} + {}_1^0\text{e}$

## Rozpad gama

- u prvků s velkými jádry se  $Z > 82$ ; jádro vysílá elektromagnetické vlny
- vlny mají frekvenci ležící obecně nad rentgenovým zářením
  - bez změny atomového a hmotnostního čísla
  - doprovází  $\alpha$  a  $\beta+$

## Excitovaný stav

- ${}_4^8\text{Be}^* \longrightarrow {}_4^8\text{Be} + [\gamma]$  (nemění se ani A ani Z)

## Protonová radioaktivita

- další druh rozpadu známý od r. 1981
- z jádra je vyražen jeden proton (atomové a hmotnostní číslo se změní o 1)

### Co je to jaderná energie, jak se získává a kde se využívá?

- energie uvolňující se při jaderných reakcích
  - získává se štěpením těžkého jádra na dvě nebo více jader lehčích nebo jaderným slučováním několika lehkých jader na jádro těžší
- výroba elektrické energie a tepla

## Jaderná reakce

- nukleární reakce – proces přeměny jádra atomu
- probíhá samovolně nebo účinkem jiného jádra, částice nebo záření

## Jaderné palivo

- látky, jejichž nuklidy (nuklid je konkrétní druh jádra určený protonovým a nukleonovým číslem; např. množina atomů  ${}_{92}^{238}\text{U}$  se štěpí pomalými neutrony a dovolují uskutečnit řetězovou reakci
- obvykle izotopy uranu a plutonia

## Jaderný reaktor

- zařízení, ve kterém se štěpí jádra těžkých prvků, převážně U a Pu
- první experimentální jaderný reaktor byl uveden do provozu v roce 1942 v Chicagu
- jaderný reaktor je zdrojem škodlivého záření, proto má několik krytů (ocelová nádoba, vodní ochrana, betonový kryt); reaktor s ochrannými kryty bývá uzavřen v kontejneru

## Jaderná (atomová) elektrárna

- zařízení k získání elektrického proudu nebo tepla uvolněním energie jaderného štěpení
- existují různé typy reaktorů, mají ale mnohé společné vlastnosti
- na nebezpečí, které vychází z jaderných elektráren, existují velmi rozdílná mínění:
- odpůrci upozorňují především na nedořešené otázky odstínění a záření jaderných elektráren v normálním provozu a hlavně při poruchách
- zastánci jaderné energie argumentují poukazem na bezpečnostní předpisy a na nedostatek jiného paliva nutného k získávání energie
- dějiny:
  - první elektrický proud z jaderné elektrárny byl vyroben v USA dne 20.12.1951
  - jedna z dnes největších jaderných elektráren je Fukušima v Japonsku s 10 reaktorovými bloky a s celkovým výkonem 8815 MW
  - v ČR (před spuštěním Temelína) tvořila jaderná energie 17% veškeré vyrobené energie, po úplném spuštění jaderné elektrárny Temelín pak 31%
  - největší podíl vyrobené jaderné energie je ve Francii