

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**4. Optika, STR, Fyzika mikrosvěta**

**4. 15 Využití radionuklidů**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** duben 2014

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 4. ročník čtyřletého studia a 8. ročník

 osmiletého studia, věk 17-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z Fyziky mikrosvěta.

**Anotace:** Učební materiál obsahuje vzorové příklady a úlohu z učiva o využití radionuklidů. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků v předmětu Fyzika. Vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

**4.15 Využití radionuklidů**

Nejdůležitější oblastí využití jaderné fyziky je jaderná energetika. Není to však oblast jediná. Využití přirozených, ale hlavně umělých radionuklidů v různých oblastech lidské činnosti je široké.

Řada přístrojů je založena na tom, že intenzita jaderného záření **při průchodu látkou klesá**. Měřením intenzity záření prošlého materiálem se dají zjistit skryté vady materiálu, tloušťka plechu apod.

**Po ozáření se změní vlastnosti různých (např. biologických) prostředí**. Toho se využívá v lékařství (ozařování zhoubných nádorů, sterilizace lékařských nástrojů), v biologii a v zemědělství při biologických pokusech apod.

V lékařství a v biologii se též používají radionuklidy – **značkované atomy** – ke zkoumání funkcí některých orgánů. Postupuje se tak, že do organizmu (např. do rostliny či lidského těla) se vpraví radionuklid. Jeho množství v organizmu se s časem mění a detekcí záření, které vysílá, lze jeho množství v závislosti na čase sledovat a usuzovat tak na správnou či špatnou funkci orgánu.

V následujících textu budeme ilustrovat využití radionuklidů v lékařství a při určování stáří materiálů organického původu.

**Příklad 1**

(Jedná se o úlohu1 z [1], s. 245)

Z radioizotopů jodu, které se používají v lékařství, má $ $ poločas přeměny 8,05 dne, $$ jen 2,26 h. Úlohy: 1. Kolik procent původního počtu nepřeměněných jader zůstane ve vzorcích, které obsahovaly jeden nebo druhý izotop, po uplynutí 5 dnů? 2. Jaké jsou výhody a nevýhody použití izotopu$$ v lékařské diagnostice?

***Řešení:***

1. Vyjdeme ze vztahů:

$$N\left(t\right)=N\left(0\right)e^{-λt}$$

$$ T=\frac{ln2}{λ} $$

$$N\left(t\right)=N\left(0\right)e^{-\frac{ln2}{T}t}$$

Pro 1. izotop dostaneme:

$$\frac{N(t)}{N(0)}=e^{-\frac{ln2}{T}t}=e^{-\frac{ln2}{8,05}5}=65\%$$

Pro 2. izotop dostaneme:

$$\frac{N(t)}{N(0)}=e^{-\frac{ln2}{T}t}=e^{-\frac{ln2}{2,26}5·24}=1,04·10^{-14} \%$$

Ve druhém případě je zřejmé, že po uplynutí 5 dnů nebude vzorek radioaktivní.

2. Izotop  má kratší poločas rozpadu, proto méně ohrožuje zdraví pacienta, není ho však možno dlouho uchovávat.

Doplňující úkol: Proč se pracovníci v jaderných elektrárnách a obyvatelé žijící v jejich blízkosti preventivně zásobují jodovými tabletami?

**Radiouhlíkové datování**

Uhlíková metoda určování stáří se používá u materiálů organického původu. V atmosféře je určitá (známá) koncentrace radionuklidu $$, který přechází (spolu s obyčejným uhlíkem) do rostlin asimilací vzdušného CO2 a potravou do všech živých organizmů. Když organizmus odumře, látková výměna ustane a obsah radionuklidu v něm se postupně zmenšuje podle zákona radioaktivního přeměny. (Přeměňuje se $β$ rozpadem $$ na stabilní dusík s poločasem rozpadu 5 730 let.) Porovnáním koncentrace radiouhlíku ve zkoumaném vzorku s koncentrací v živých organizmech je možno určit stáří dřeva, kůže, zbytků ošacení, papíru apod. Uhlíkovou metodou lze stáří organických materiálů určovat v rozsahu přibližně 60 000 let.

**Příklad 2**

(Příklad vznikl úpravou textu z [1], s. 243.)

Při určování stáří pohřebního člunu z hrobu faraóna Sesostrita III. bylo zjištěno, že koncentrace radionuklidu$ $ ve dřevě, z něhož byl člun zhotoven, je přibližně 64,5% jeho koncentrace v rostoucím stromě. Určete stáří pohřebního člunu.

***Řešení:***

$$N\left(t\right)=N\left(0\right)e^{-\frac{ln2}{T}t}$$

$$\frac{N(t)}{N(0)}=e^{-\frac{ln2}{T}t}$$

$$ln\frac{N(t)}{N(0)}=-\frac{ln2}{T}t$$

$$t=-\frac{T}{ln2}·ln\frac{N(t)}{N(0)}=-\frac{-5730}{ln2}ln⁡0,645 roků=3625 roků.$$

**Téma na diskusi či referát**

(Převzato z [2], s. 114.)

**Turínské plátno**. Toto lněné plátno je uchováváno jako vzácná relikvie v chrámu sv. Jana Křtitele v Turíně a podle tradice bylo do něho zabaleno tělo zmučeného Ježíše Krista. Je na něm negativní otisk těla ukřižovaného člověka. Kolem turínského plátna existuje mnoho protichůdných informací, úvah i spekulací. Nepřekvapí proto, že bylo i v pozornosti vědců. V roce 1988 bylo toto plátno zkoumáno radiouhlíkovou metodou nezávisle ve třech laboratořích (v Zurichu, v Oxfordu a v Tucsonu). Ve všech třech laboratořích určili stáří plátna v rozmezí let 1260 – 1390. Tento výsledek se většinou považuje za důkaz, že nemůže jít o materiál z 1. století n. l. Odpůrci takového důkazu argumentují, že použitá metoda nemusí být spolehlivá, neboť plátno mohlo být později kontaminováno uhlíkem z mikroorganizmů, sazemi od svíček nebo poškozením při velkém požáru v roce 1532. Je zajímavé, že první písemné zmínky o existenci tohoto plátna jsou z roku 1353, tedy z doby, do které je kladen vznik plátna na základě radiouhlíkové metody.

**Doplňující otázka:** Můžete uvést další „slavné“ příklady použití radiouhlíkové metody datování?

Nápověda: Ledový muž Ötzi.

**Literatura:**

[1] PIŠÚT, J. a kolektiv: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.

 Bratislava 1988.

[2]   TROJÁNEK, A.: *Fyzika mikrosvěta aktivně*. Disertační práce. FMFI UK v Bratislavě. Bratislava,

 2011.