

Práce v radiochemické laboratoři

Stanovení poločasu krátkodobých radionuklidů

Fína Daniel, Povýšilová Lucie
Gymnázium Matyáše Lercha, Žižkova 55, Brno
Majerová Irena, Vrána Tomáš
Gymnázium Česká 64, České Budějovice

Fiener.d2@seznam.cz, luckapovysilova@seznam.cz,
ircamajeru@seznam.cz, ttomas.vrana@gmail.com

Abstrakt:

V tomto projektu jsme se zabývali stanovením poločasů rozpadů různých radionuklidů, které jsme získali buď aktivací nebo vymýváním dceřiného radionuklidového generátoru.

1 Úvod

Úkolem celé práce bylo určit neznámé radionuklidy a jejich poločasy rozpadů. Radionuklid je charakterizován hmotnostním číslem A a protonovým číslem Z a má svůj jedinečný poločas rozpadu. Poločas rozpadu je čas, za který se rozpadne polovina jader daného radionuklidu. Pokud zjistíme poločas rozpadu neznámého radionuklidu, můžeme zjistit o jaký radionuklid se jedná.

2 Provedení laboratorní práce

Náš projekt v radiochemické laboratoři měl dvě části.

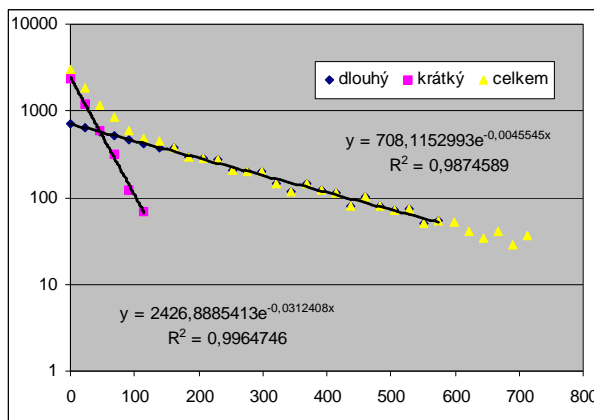
Aktivace stříbra, analýza složené rozpadové křivky

V první části jsme se věnovali analýze složené rozpadové křivky a zjišťování poločasů rozpadů izotopů stříbra, které vznikly po ozáření stříbrného plíšku. Plíšek jsme vystavili neutronovému záření, čímž jsme ho aktivovali. Po dvacetiminutovém vystavení neutronovému záření jsme plíšek přesunuli do čítače s beta trubicí a nechali běžet program, který po dalších dvacet minut měřil aktivitu v dvacetisekundových intervalech. Z naměřených hodnot jsme vytvořili graf závislosti aktivity na čase (viz Obr.1). Nadále jsme provedli analýzu rozpadové křivky, z čehož jsme zjistili, že aktivací přírodního stříbra vznikají na dva různé izotopy ^{108}Ag a ^{110}Ag podle jaderných reakcí $^{107}\text{Ag} (n, \gamma) ^{108}\text{Ag}$ a $^{109}\text{Ag} (n, \gamma) ^{110}\text{Ag}$, které se dále rozpadem β^- přeměňují na izotopy kadmia.

Pro aktivitu každého z nich platí rozpadový zákon $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$, kde pro poločas rozpadu T

platí $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Naměřenou celkovou rozpadovou křivku jsme rozdělili na rozpadové křivky jednotlivých radioizotopů a vypočítali jejich poločasy rozpadu. U ^{108}Ag jsme určili poločas rozpadu na 152,8 s, kde jsme byli nepřesní o 8,2 s (5,7%) oproti tabulkovým hodnotám. U ^{110}Ag byly naměřené hodnoty 22,8 s a tabulkové 24,6 s, což znamená, že nepřesnost byla asi 1,8 s (7,3%).



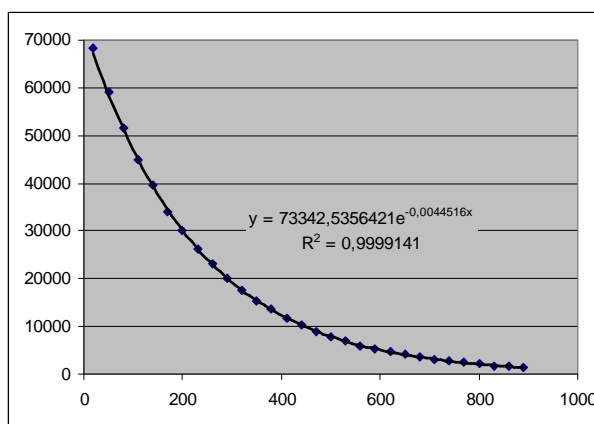
Obr.1: složená křivka

Stanovení poločasu rozpadu $^{137\text{m}}\text{Ba}$

V další části jsme měli za úkol určit poločas rozpadu $^{137\text{m}}\text{Ba}$. Ze všeho nejdříve jsme eluovali kolonu, ve které bylo na $\text{K}_x\text{Ni}_y[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ navázán izotop cesia ^{137}Cs . ^{137}Cs se rozpadá na $^{137\text{m}}\text{Ba}$, které již nedrží ve vazbě na sorpčním materiálu a můžeme jej vymýt fyziologickým roztokem (0,9% NaCl) a přeměňuje se vyzářením fotonu gama na stabilní základní stav ^{137}Ba . Eluát převedený do zkumavky jsme okamžitě přenesli do studňového detektoru (viz Obr.3) a měřili aktivitu 20 s opakovaně s prodlevou 10 s mezi měřeními. Z naměřených hodnot jsme sestavili graf závislosti aktivity na čase (viz Obr.2) a nakonec jsme ze získané rozpadové

konstanty λ vypočítali poločas rozpadu opět pomocí vzorce $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$. Náš nejpřesnější

výsledek byl 152,4 s, avšak průměrný poločas ze všech měření byl 153,1 s, což je v podstatě téměř shodné jako tabulková hodnota (rozdíl 0,4%).



Obr. 2: graf poločasu rozpadu $^{137\text{m}}\text{Ba}$



Obr. 3: detektor a čítač

Diskuse

Díky přesnosti našeho měření jsme určili poločas rozpadu $^{137\text{m}}\text{Ba}$ takřka bez odchylky. Oproti $^{137\text{m}}\text{Ba}$ se měření zaktivovaného Ag tabulkovým hodnotám tolik nepřibližovalo. Myslíme si, že nepřesnosti byly způsobeny odhadem při rozkladu složené rozpadové křivky a zdržení při běhu přes překážky v laboratoři, kvůli kterému jsme byli nuceni neběžet s plíškem rovně, ale museli jsme přeskačovat botník plný chemických a gumových bot ☺.

3 Shrnutí

Touto laboratorní prací jsme ověřili základní chování částic při jaderných přeměnách. Naučili jsme se, že prvky mohou mít více stabilních izotopů a je možné je jadernými reakcemi přeměnit na radioaktivní. Například stříbro s izotopy ^{107}Ag a ^{109}Ag na radioizotopy ^{108}Ag a na ^{110}Ag . Ukázali jsme si základní funkci radionuklidového generátoru a ověřili poločas rozpadu $^{137\text{m}}\text{Ba}$.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali celé Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské za poskytnutí šance podílet se na tomto projektu. Zvláště děkujeme Ing. Mojmíru Němcovi, Ph.D. za skvělé zavedení do problematiky jaderné chemie a vstřícný přístup.

Reference:

- [1] Praktikum z jaderné chemie, kolektiv katedry jaderné chemie, úloha 10
URL: http://www.fjfi.cvut.cz/kjch/materialy/RCHP/Uloha_10.PDF
- [2] Praktikum z jaderné chemie, kolektiv katedry jaderné chemie, úloha RG Ba
URL: http://www.fjfi.cvut.cz/kjch/materialy/RCHP/RG_Ba.PDF