

Spektrometrie gama záření a rentgen-fluorescenční analýza

J. Kákona¹, J. Zugárek², T. Ježková³, B. Kaufmanová⁴,
K. Mitošinková⁵

¹ SPŠSE České Budějovice, KakonaJakub@seznam.cz

² SPŠE Brno, J.Zugarek@seznam.cz

³ Gymnázium Dobruška, deirdre.yavanna@seznam.cz

⁴ Gymnázium Čelákovice, baja.k@seznam.cz

⁵ Gymnázium Mikulov, K.Mitosinkova@seznam.cz

Abstrakt

Cílem naší práce bylo seznámit se s gama zářením, typy interakcí a způsoby jeho detekce. Spektrometrie gama byla provedena pomocí scintilačního detektoru se zářiči ⁶⁰Co a ¹³⁷Cs. Dále jsme se seznámili s principem rentgen-fluorescenční analýzy, kdy pomocí zářičů ⁵⁵Fe a ²³⁸Pu bylo buzeno charakteristické záření X vzorků Ca, Nb, Mo, Cl detekované proporcionálním počítačem.

1 Úvod

Záření gama je krátkovlnné elektromagnetické záření, které může být emitováno při radioaktivní přeměně. Zdrojem tohoto záření jsou různé radionuklidy ať už uměle vyrobené nebo běžně se vyskytující v přírodě. Energie emitovaného gama záření odpovídá danému přechodu. Má konkrétní hodnotu a je pro daný nuklid charakteristická.

Spektrometrie gama je metoda, která umožňuje měřit energii emitovanou daným radionuklidem. Existuje několik způsobů detekce. Volba detekčního systému závisí na vlastnostech měřených vzorků. Na základě naměřených spekter pak může být provedena kvantitativní i kvalitativní analýza vzorků.

2 Materiál a metody

Gama záření je detekováno na základě jeho interakce v objemu detektoru. Tři hlavní typy interakcí gama záření s materiálem jsou: fotoefekt, Comptonův rozptyl a tvorba elektron-pozitronových párů.

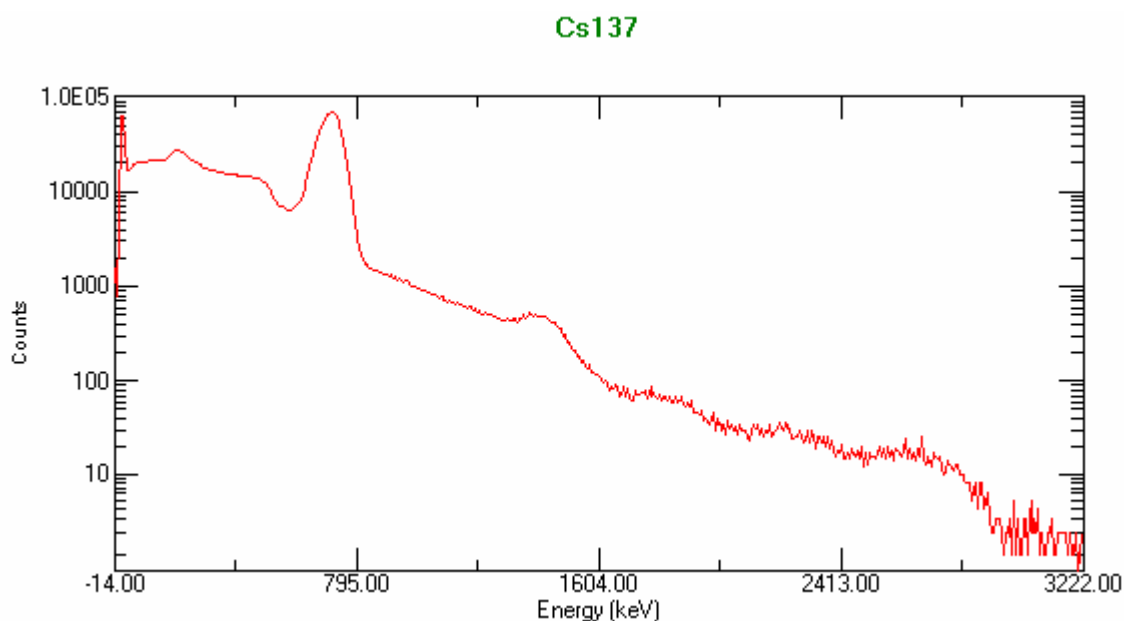
Jedním z možných způsobů měření energie ionizujícího záření, který jsme použili i v této úloze, je použití scintilačního detektoru NaI (Tl). Jeho princip spočívá v tom, že při interakci záření se scintilátorem vznikají v detektoru světelné záblesky, které potom dopadají na

fotokatodu fotonásobiče a vznikají napěťové impulzy. Amplituda těchto impulzů se elektronicky zpracovává a odpovídá absorbované energii záření.

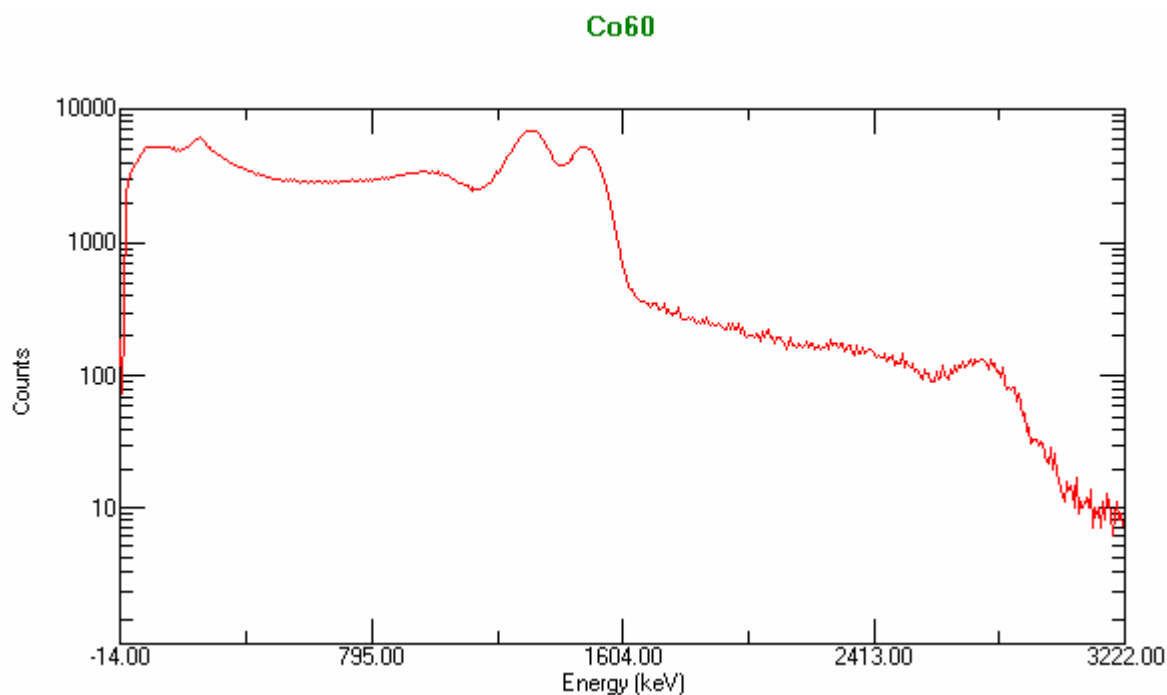
Rentgen-fluorescenční spektrometrie je analytická metoda využívající charakteristické záření X. Zkoumaný vzorek je ozařován zdrojem budícího záření, absorbovaná energie je využita k excitaci elektronů daného prvku do vyšších energetických hladin nebo jejich uvolnění z atomového obalu. Uvolněné místo je obsazeno některým z elektronů z vyšších energetických hladin, což je doprovázeno emisí charakteristického fluorescenčního záření. Na základě znalosti tohoto emitovaného záření může být identifikováno složení zkoumaného vzorku. Spektrum emitovaného rentgenového záření je možné detekovat například pomocí proporcionálního počítače. Proporcionální počítače jsou trubice plněné plynem, ve kterých v důsledku interakce záření dochází k ionizaci plynu a vzniku impulsu. Díky velkému plynovému zesílení jsou tyto detektory vhodné pro měření nízkých energií.

3 Výsledky měření

Pomocí scintilačního detektoru jsme měřili spektra ^{60}Co a ^{137}Cs , která jsme následně analyzovali – určili jsme v nich příspěvky odpovídající jednotlivým interakcím gama záření s materiálem detektoru. Naměřená spektra jsou zobrazena na obr.1 a 2.



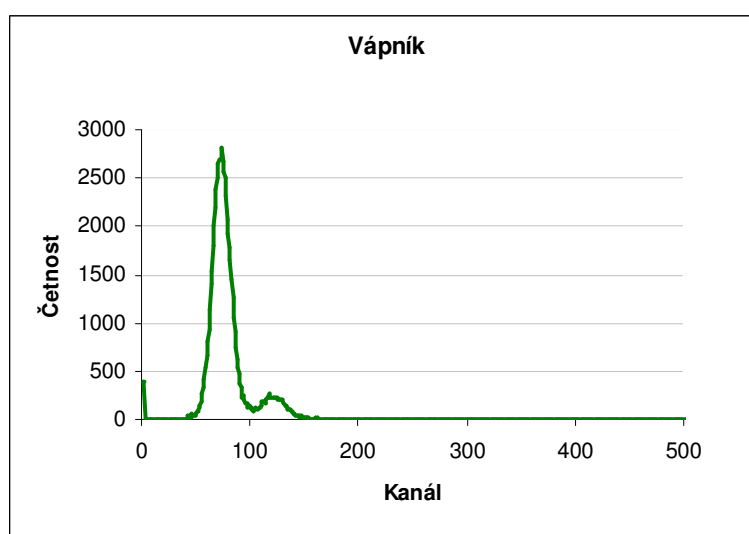
Obr.1 Spektrum ^{137}Cs



Obr.2 Spektrum ^{60}Co

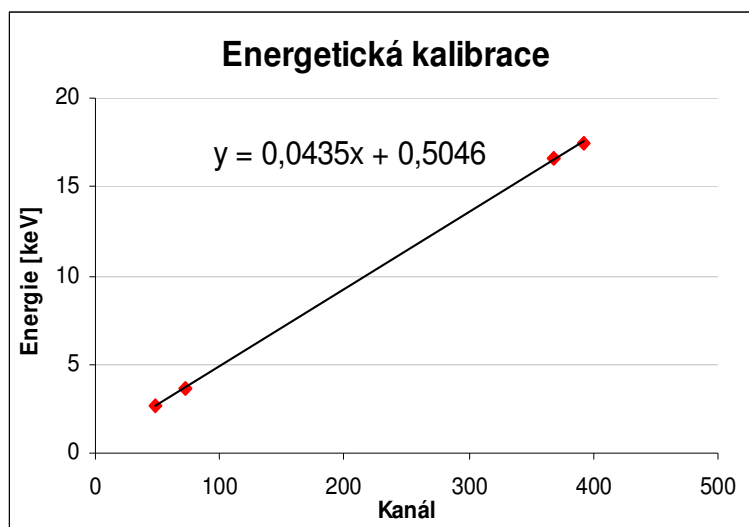
Byla provedena energetická kalibrace detektoru pomocí píků Cs a Co, to znamená, že jsme jednotlivým kanálům analyzátoru přiřadili odpovídající energie gama záření. Poté jsme se pokusili identifikovat neznámý vzorek. Pro nízkou aktivitu vzorku a špatné vlastnosti detektoru to však nebylo možné.

V druhé části úlohy jsme se věnovali rentgen-fluorescenční analýze. Pomocí zdrojů záření ^{55}Fe (5,9 keV) a ^{238}Pu (13 – 21 keV) jsme budili charakteristické rentgenové záření vzorků Ca, Cl, Mo, Nb. Příklad naměřeného spektra je znázorněn na obr.3.



Obr.3 Spektrum charakteristického záření Ca buzené ^{55}Fe (malý pík vpravo odpovídá zpětně odraženému záření ^{55}Fe)

Pomocí naměřených píků charakteristického záření byla provedena kalibrace proporcionálního počítače. Kalibrační přímka je zobrazena na obr.4.



Obr.4 Energetická kalibrace proporcionálního počítače

4 Shrnutí

Seznámili jsme se s gama zářením a jeho interakcemi s látkou. Pomocí scintilačního detektoru jsme provedli spektrometrické měření ^{60}Co a ^{137}Cs a energetickou kalibraci detektoru. V druhé části úlohy jsme měřili pomocí proporcionálního počítače charakteristické rentgenovské záření několika vzorků buzené zářiči ^{55}Fe a ^{238}Pu .

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat FJFI a Ing. Vojtěchu Svobodovi za možnost se účastnit Fyzikálního týdne. V neposlední řadě také supervisorkám RNDr. Zdence Palajové a Ing. Ivě Jadrníčkové za jejich pomoc při řešení daného projektu.

Reference

- [1] GERNDT, J.: *Detektory ionizujícího záření* Vydavatelství ČVUT, 1996
- [2] UHLÍŘ, M.: *Úvod do atomové fyziky* Vydavatelství ČVUT, 1979