

Spektrometrie záření gamma

P. Vaníčková- Friedrich Schiller Gymnasium Pirna
V. Spálenský- MSSCH Praha
J. Slížek- Gymnázium Děčín
M. Culek- Gymnázium Děčín

Abstrakt

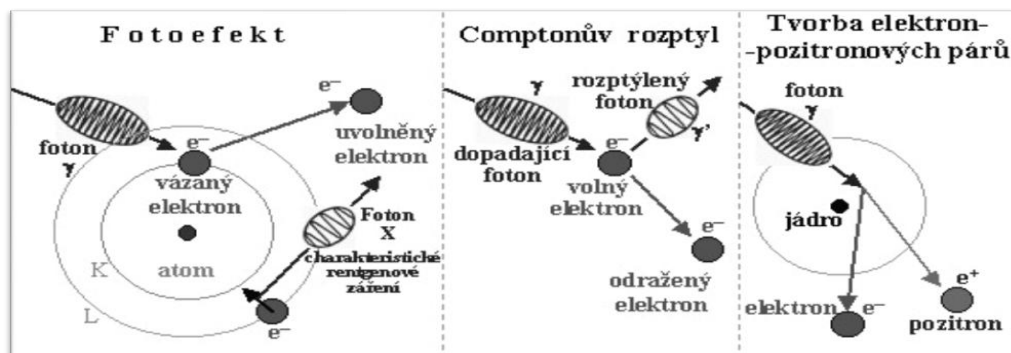
Gama záření je elektromagnetické vlnění vznikající při α a β rozpadu jader. Je ze všech druhů záření zdaleka nejpronikavější. Samotná gama spektroskopie se používá při dozimetrii a jaderné fyzice. My jsme k jeho detekci používali scincilátor. Dá se také použít polovodičový detektor, ale práce s ním je na delší dobu. Na projektu jsme měli k dispozici zářiče: cesium (^{137}Cs), kobalt (^{60}Co), Americium (^{241}Am), baryum (^{133}Ba) a taky neznámý radionuklid, který se později ukázal jako sodík (^{22}Na).

1. Úvod

Naši prací bylo s pomocí scincilátoru a dalších zařízení zjistit jaké záření vydávají dané radionuklidy. A pak s pomocí internetové databáze zářičů určit, jaký neznámý izotop obsahovala nádobka. K měření jsme dostali čtyři známé zářiče a jeden neznámý, který jsme měli určit s pomocí supervizora a získaných znalostí.

2. Teorie

Jak již bylo řečeno záření gama je elektromagnetické vlnění, které vzniká při α a β rozpadu jader do vyšších excitovaných hladin. A při následné deexcitaci se uvolní přebytečná energie ve formě gama fotonu. Atom se tím vrátí do základního stavu. Samotné gama záření nejsme schopni zachytit, proto ho převádíme na nabitě částice, které již dokážeme zachytit. K tomuto převodu využíváme, tři jevů ve fyzice: Fotoelektrického jevu, Comptonova rozptylu a vzniku elektron-pozitronového páru.



3. Scintilační detektor

Scincilátor je součástí detektoru gama záření. Jde v podstatě o krystal NaI s příměsí Thalia. Zde se právě využívají výše zmíněné fyzikální jevy. Jak scincilátor funguje? Do krystalu vletí gama foton a interaguje s elektrony v obalech jader. Zde v závislosti na energii fotonu proběhne buď fotoelektrický jev, Comptonův rozptyl anebo vznikne elektron-pozitronový pár. Ze všech těchto efektů se uvolňuje elektron, který excituje do vyšších hladin elektrony vázané v mřížce krystalu. A ty při deexcitaci vyzařují viditelné světlo nebo UV záření po případě ve velmi vzácných případech i IR záření. Tyto druhy záření již dokážeme zachytit, avšak tento signál je stále velmi slabý. K zesílení slouží další přístroje (fotonásobiče, zesilovače, lavinové diody).

4. Zpracování signálu

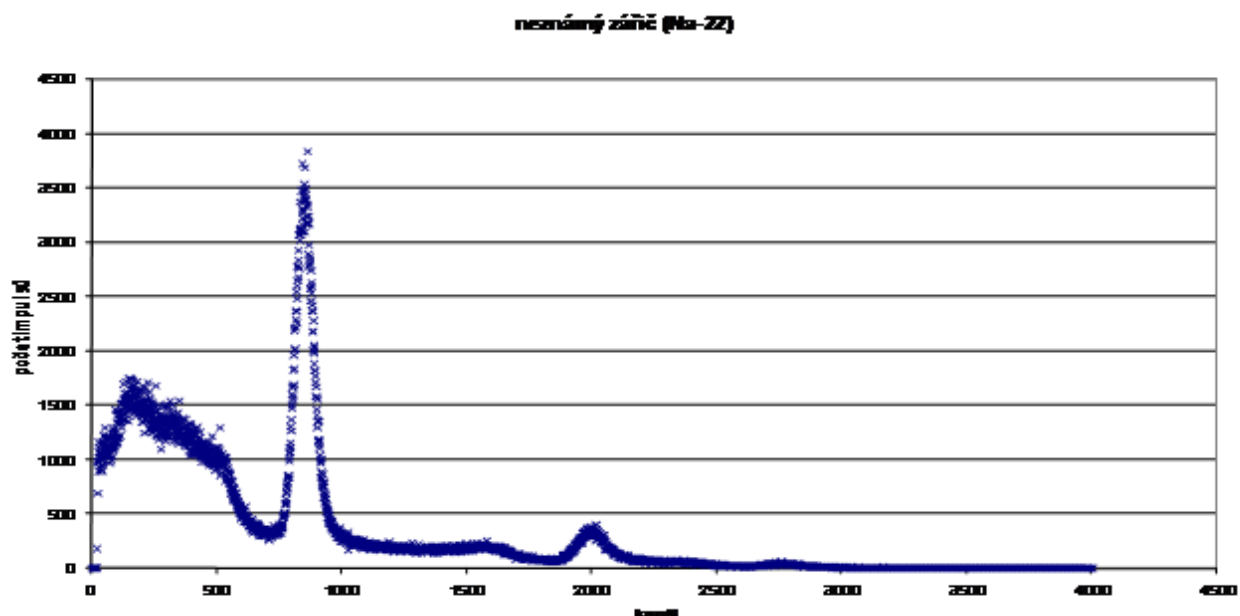
Zesílený signál přivedeme do multikanálového analyzátoru, ten nám signál rozloží na jednotlivé kanály podle výšky pulzů. Každý kanál znamená jinak silný pulz, ty se pak na sebe sčítají a tím se skládá samotné spektrum gama záření. To již vidíme na obrazovce počítače za použití programu na vyhodnocování spektra.



Námi používaná aparatura (zleva scincilátor s fotonásobičem, multikanálový analyzátor a počítač na vyhodnocení)

5. Postup našeho měření

Umístili jsme zářič ve speciálním pouzdře, které nám vyndal náš supervizor ze speciálního stíněného trezoru, který brání ozařování laborantů, na scincilátor. Postupně jsme zapnuli všechny přístroje a kliknutím spustili program. Na ploše monitoru se nám začalo vykreslovat spektrum příslušného radionuklidu: cesium (^{137}Cs), kobalt (^{60}Co), americium (^{241}Am), baryum (^{133}Ba) + neznámý zářič. Konečná spektra a hodnoty z nich vyčtené jsme porovnali s databází na internetu. Předtím jsme však museli celou soustavu nekalibrovat. A to s pomocí cesia, kobaltu a americia.



6. Naše výsledky:

Hodnoty zveřejněné v internetové databázi souhlasily s námi naměřenými energiemi. Neznámý zářič se ukázal být izotopem sodíku ^{22}Na

7. Závěr

Scintilátor není vhodný pro přesnou spektroskopii gama záření (šířka píků), jediná jeho výhoda spočívá v rychlosti měření. Avšak nám posloužil dobře, díky němu jsme identifikovali neznámý zářič.

Poděkování

Děkujeme našemu supervizorovi Miroslavu Krúsovi, organizátorům Fyzikálního týdne, FJFI ČVUT v Praze, našim rodičům, přátelům a profesorům.

Reference

<http://nucldata.nuclear.lu.se>

J. Gerndt: Detektory ionizujícího záření 1994 Vydavatelství ČVUT Praha

M. Krús: Soukromá komunikace 2009

<http://cs.wikipedia.org/> heslo Záření gama