

Laboratorní úloha z fyziky

**Měření energetického spektra záření gama scintilačním detektorem**

**Datum měření:** 5. 10. 2010

**Školní rok:** 2010/2011

**Ročník:** 2.

**Semestr:** 1.

**Zpracoval:** Václav Rajtmajer

1. **Měřící pomůcky**

* Přístroj pro jaderná měření Robotron 20050
* Vzorky radioaktivních zářičů Celsia 135 a jednoho neznámého prvku
* Scintilační sonda
* Gama zářič
* Zapisovač

1. **Obecná část**

Záření gama (dále jen γ) je elektromagnetické záření tvořené fotony s energií asi od 10 keV do 5 MeV. Je emitováno jádrem atomu po rozpadu alfa nebo beta, pokud zůstane jádro po vyslání příslušné částice ve vzbuzeném stavu. Přechod na základní energetickou hladinu se uskuteční vyzářením fotonu (kvanta) záření γ.

Energetické spektrum záření γ je rozdělení počtu kvant záření γ podle energií.

Při vniknutí kvanta gama do krystalu se přemění jeho energie na energii světelnou – dojde k záblesku, jenž pak registrujeme fotodetektorem. Velikost impulzů z fotodetektoru je úměrná energii, kterou kvantum γ předá scintilačnímu krystalu.

Nakreslíme-li nyní pro monoenergetický zářič tzv. diferenciální spektrum amplitud, zjistíme, že má poměrně složitý tvar. Příčina je v tom, že intenzita záblesků v krystalu není stále stejná, i když s ním interagují kvanta γ s energií konstantní. Sekundární elektron, způsobující luminiscenci, nese totiž pokaždé jinou energii, podle toho, jaký proces stál u jeho zrodu. Pokud má pak jistý proces generující impulzy určité velikosti vyšší pravděpodobnost než procesy ostatní, naměříme pro tyto impulzy větší četnost a v amplitudovém spektru se objeví útvar nebo vrcholek (pík), který je nazýván podle daného procesu.

Je-li sekundární elektron uvolněn z atomu fotoefektem, na uvolněné místo přechází elektron z některé vyšší hladiny. Celková intenzita záblesku je v tomto případě úměrná energii původního kvanta záření γ. Tyto impulzy, způsobené fotoefektem, vytvářejí v naměřeném spektru tzv. fotopík neboli maximum úplného pohlcení energie. Úplného proto, že veškerá energie kvanta γ se přeměnila ve scintilátoru na záblesk. Právě tento fotopík je jediným nositelem žádané spektrometrické informace.

Celý systém je uzavřen ve vzduchoprázdné skleněné trubici. Účinkem světelného záblesku, který vznikl ve scintilátoru, je vyražen z fotokatody elektron, který je elektrickým a magnetickým polem nasměrován a značně urychlen na první dynodu. Z té vyrazí sekundární elektrony, které jsou opět nasměrovány na další dynodu atd., až z poslední dynody už vyráží silný svazek elektronů, který dopadá na anodu.

1. **Postup měření**

Umístíme zářič neznámého prvku do olověného válečku a nastavíme vzdálenost zářič 🡪 sonda. Počítačem přepneme do režimu zjišťování optimálního zesílení. S použitím optimálního zesílení změříme přístrojové spektrum a zakreslíme do grafu zapisovačem. Po měření ještě nevíme nic o neznámém prvku, proto musíme postup zopakovat pro námi známý prvek Cs s menšími změnami:

Po vložení prvku Cs do olověného válečku, necháme stejnou vzdálenost zářič 🡪 sonda, ale musíme znovu změřit optimální zesílení. A pro další měření použijeme menší z těchto dvou. S tímto zesílením změříme spektrum Cs a zjistíme číslo hladiny, na které leží vrchol fotopíku. Této hladině přiřadíme energii 662keV. Ze vztahu Ez = K·H můžeme stanovit kalibrační konstantu.

Nyní musíme měření opakovat pro neznámý prvek, protože musíme použít pro oba stejné zesílení. Změříme jeho spektrum, identifikujeme fotopík(y) a přiřadíme jim energii.

1. **Naměřené hodnoty**

Vzdálenost zářič 🡪 sonda = h = 10mm

Neznámý prvek:

Optimální zesílení = 14dB

Graf změřeného spektra v příloze

Podezření na vrcholy fotopíku v kanálech: 105, 574 a 653

Cesium (CS):

Optimální zesílení = 14dB

Graf změřeného spektra v příloze

Vrchol fotopíku se vyskytuje v kanálu 320 = 662 keV

Aktivita = 162,378 kBq

Hodnota geometrického faktoru = 2,9693·10-1

Celková detekční účinnost detektoru pro CS (= celkový počet všech scintilačních odezev za sekundu):

1,312·104 1,313·104 1,310·104 1,315·104 1,316·104

1,318·104 1,316·104 1,319·104 1,317·104 1,314·104

Z těchto hodnot jsem vypočetl hodnotu průměrnou: 1,315·104 = nr

1. **Výpočty**

**Cesium:**

Kalibrační konstanta K:

Ez = K · H

H = hladina, kde leží vrchol fotopíku = 320

Ez = Eγ = 662 keV

**Neznámý prvek:**

Ez = K · H

Ez1 = 2068,75 · 105

Ez1 = 217,219 keV

Ez2 = 2068,75 · 574

Ez2 = 1187,463 keV

Ez3 = 2068,75 · 653

Ez3 = 1350,894 keV

Při nahlédnutí do tabulek jsem našel prvek **Kobalt (Co)**, který má nejpodobnější energie fotopíků a to:

1. fotopík = 1173 keV
2. fotopík = 1332 keV

Z těchto informací vyplývá, že energie Ez1 není ve skutečnosti energie fotopíku.

**Celková detekční účinnost detektoru pro Cs:**





**Rozlišovací schopnost detektoru pro energii 662 keV:**



 = 662 keV

 - viz přiložený graf

1. **Závěr**

Rozdíly mezi energiemi fotopíků Kobaltu z tabulek a naměřených jsou zanedbatelné, takže mohu měření prohlásit za úspěšné.

Výpočty byly převážně velice jednoduché, ale orientace v problému byla obtížná.