

1 Úkol

1. Cílem studované úlohy je seznámit posluchače s vlastnostmi spekter gama záření získaných polovodičovým spektrometrem. Měření se provádí na spektrometru KJF s GeLi detektorem o objemu aktivní oblasti 55 cm^3 (průměr čela detektoru je 70 mm). Měření je prováděno se zářiči s jednoduchým spektrem gama záření: ^{137}Cs ($E = 661.55 \text{ keV}$), ^{60}Co ($E = 1173.27 \text{ keV}$) a ^{24}Na ($E = 1368.63$ a 2754.03 keV), které jsou současně používány ke kalibraci spektrometru. K nastavení geometrie zářič-detektor se používá jednoduchý nosič zářičů umožňující volbu různé geometrie.

2 Teoretický úvod

Gama záření je typ radiativního záření, které je tvořeno fotony o vysokých energiích. Je to jeden ze způsobů, kterým radiativní izotopy snižují svou energii. K jeho detekci se používají spektrometry např. z polovodičů, jako při této úloze, kde toto záření vytrhává elektrony z mřížky díky čemuž dochází ke změně el. proudu v měřicím obvodu. Mimo samotného chtěného efektu na detektoru se v naměřeném spektru projevuje spousta vedlejších efektů, které jsou podrobně popsány v [1].

3 Měření

3.1 Kalibrace

Nejprve jsem provedli kalibraci spektrometru za pomoci Ra, jehož spektrum je dobře známo. Ke kalibraci jsme využili 8 bodů spektra. Chyba se v případě píků pohybovala okolo jednoho keV. V případě určování hran je však tato chyba až o řád vyšší.

3.2 Cs

Dále jsme na spektrometr umístili Cs izotop 137 a pozorovali vzniklé spektrum, které je vidět na obrázku 1. Na tomto spektru je vidět jediný dominantní pík, který odpovídá energii gama záření Cs. Odpovídá energii

$$E = 661.66 \text{ keV}, \quad (1)$$

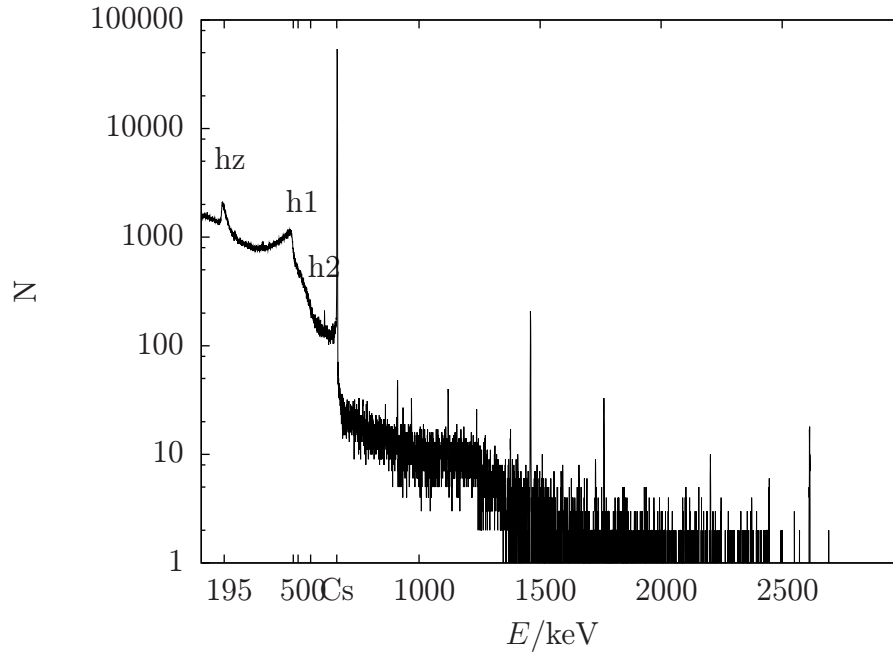
což zcela přesně koresponduje teoretické hodnotě.

$$E_{Na} = 661.66 \text{ keV} \quad (2)$$

Dále můžeme na spektru pozorovat projevy Comptnova rozptylu. Comptnovy hrany se nachází na energiích

$$E_{h1} = 480 \text{ keV} \quad (3)$$

$$E_{h2} = 552 \text{ keV} \quad (4)$$



Obrázek 1: Naměřené spektrum Cs izotopu 137.

Hrana zpětného odrazu je na energii

$$E_{hz} = 195\text{keV} \quad (5)$$

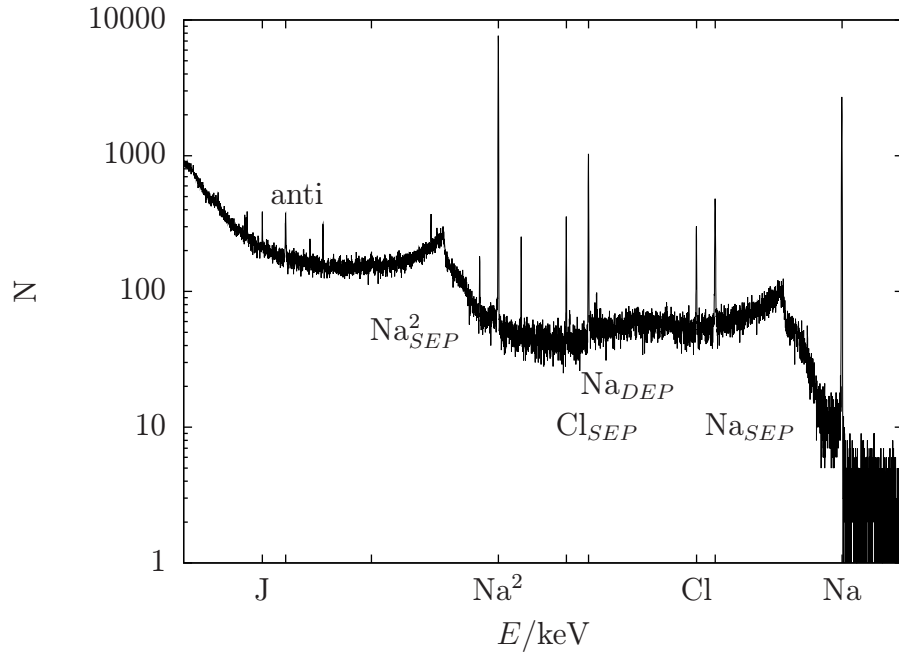
Dle teorie by hodnoty těchto hran měli být

$$E_{th1} = 477.33\text{keV} \quad (6)$$

$$E_{th2} = 554.58\text{keV} \quad (7)$$

3.3 sůl

Dále jsme pozorovali sůl ozařovanou neutronovým zářením. Tak v ní vznikly izotopy ^{24}Na a radioaktivní izotop Cl. Tam se mimo Comptnova rozptylu navíc projevil efekt, při kterém z dvojice fotonů vzniká pár elektron, pozitron. Píky tohoto efektu jsou vyznačeny



Obrázek 2: Naměřené spektrum radioaktivní soli.

spolu s dalšími body na obrázku 2. Jejich energetické hodnoty jsou

$$E_{Na} = 2753.82\text{keV} \quad (8)$$

$$E_{Na_{SEP}} = 2242.77\text{keV} \quad (9)$$

$$E_{Na_{DEP}} = 1731.84\text{keV} \quad (10)$$

$$E_{Cl} = 2167.28\text{keV} \quad (11)$$

$$E_{Cl_{SEP}} = 1642.51\text{keV} \quad (12)$$

$$E_{Na2} = 1368.50\text{keV} \quad (13)$$

$$E_{Na2_{SEP}} = 856.83\text{keV} \quad (14)$$

$$E_{ani} = 510.95\text{keV} \quad (15)$$

$$E_J = 416.88\text{keV} \quad (16)$$

Pro srovnání jsou teoretické energie

$$E_{tNa} = 2754.03\text{keV} \quad (17)$$

$$E_{tNa_{SEP}} = 2243.03\text{keV} \quad (18)$$

$$E_{tNa_{DEP}} = 1732.03\text{keV} \quad (19)$$

$$E_{tNa2} = 1368.23\text{keV} \quad (20)$$

$$E_{tNa2_{SEP}} = 857.23\text{keV} \quad (21)$$

$$E_{tani} = 511\text{keV} \quad (22)$$

Pro úplnost jsem určil i hodnoty comptnových hran

$$E_{hNa} = 2521\text{keV} \quad (23)$$

$$E_{h2Na} = 2631\text{keV} \quad (24)$$

$$E_{hNa2} = 1157\text{keV} \quad (25)$$

$$E_{h2Na2} = 1253\text{keV} \quad (26)$$

Pro srovnání opět uvádím teoretické hodnoty

$$E_{thNa} = 2520.22\text{keV} \quad (27)$$

$$E_{th2Na} = 2631.94\text{keV} \quad (28)$$

$$E_{thNa2} = 1152.93\text{keV} \quad (29)$$

$$E_{th2Na2} = 1251.39\text{keV} \quad (30)$$

4 Diksuze

Na naměřených spektrech byli velmi dobře pozorovatelné všechny očekávané epekty. Teoretické a tabulkové hodnoty se přesně shodovali s naměřenými hodnotami dokonce s výrazně nižší chybou, než byla chyba fitu. Vliv pozadí byl řádově nižší než použité zářiče, takže neměli přílišný vliv na výsledky a proto ve spektrech nejsou žádné výrazné nadbytečné píky.

5 Závěr

Vyšetřil jsem spektra dvou různých zářičů, která jsou na obrázcích 1 s 2, na kterých jsou také vyznačeny všechny významné body.

Reference

- [1] **Studijní text na praktikum IV**
http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_400.pdf (9. 10. 2012)
- [2] *J. English: Zpracování výsledků fyzikálních měření*
LS 1999/2000