

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM FJFI ČVUT V PRAZE

Datum měření: 18.3.2011	Jméno: Jakub Kákona
Pracovní skupina: 4	Ročník a kroužek: Pa 9:30
Spolupracovníci: Jana Navrátilová	Hodnocení:

Měření spektra gamma záření scintilačním počítačem

Abstrakt

Úloha se zabývá měřením spekter nejběžnějších umělých zářičů a metodami cejchování scintilačního detektoru.

1 Úvod

1.1 Zadání

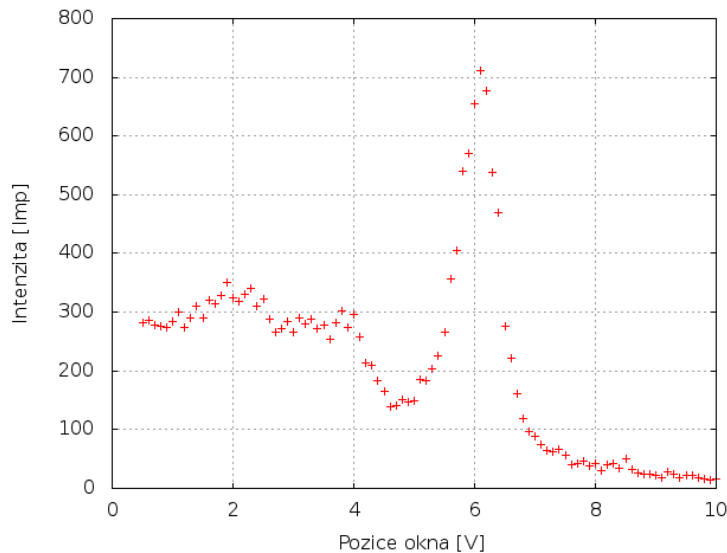
1. Pozorujte osciloskopem impulsy přiložených zářičů na výstupu jednobandového spektrometru. Pokuste se odhadnout tvar spektra. (Osciloskop ukazuje tvary a amplitudy jednotlivých pulsů. Počet pulsů je dán intenzitou barvy a energie výškou impulsu.)
2. Naměřte spektrum impulsů ^{137}Cs pomocí manuálního měření. Okno volte o šířce 100mV. Zpracujte hodnoty do grafu.
3. Naměřte spektrum impulsů ^{137}Cs pomocí mnohobandového analyzátoru. Dobu měření volte alespoň 400s. Přiložte graf a porovnejte s předchozími dvěma metodami.
4. Zkalibrujte X osu 3 bodovou kalibrací pomocí dvojice zářičů $^{137}\text{Cs} + ^{60}\text{Co}$.
5. Změřte spektra všech přiložených zářičů multikanálovým analyzátozem. Dobu měření volte 15min. Grafy přiložte do protokolu.
6. Určete neznámý zářič zjištěním polohy hlavního píku a porovnáním s tabulkou.
7. Změřte radiační pozadí v místnosti (zářiče je třeba dát do trezoru). Okomentujte, zda má šum vliv na tvar vámi změřených spekter.
8. Určete rozlišovací schopnost spektrometru pro energii spektrální čáry ^{137}Cs (viz poznámky).

2 Experimentální uspořádání a metody

2.1 Teoretický úvod

Radioaktivita je charakterizována, jako jev při němž se jádro atomu určitého prvku samovolně přemění na jádro jiného prvku, tento proces je často doprovázen emisí vysokoenergetického záření. Jádra s těmito vlastnostmi se nazývají radionuklidy - radioaktivní zářiče. Rozeznáváme α , β , γ zářiče. Aktivita je veličina charakterizující počet jader, které se přemění za 1s, jednotkou je 1 becquerel [Bq]. Počet jader ve vzorku se řídí rovnicí

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1)$$



Obrázek 1: Manuální měření ^{137}Cs

kde N_0 je počet jader na počátku měření a λ je střední pravděpodobnost rozpadu jádra. Dále platí rovnost

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}, \quad (2)$$

kde $T_{\frac{1}{2}}$ je poločas rozpadu, doba za kterou se rozpadne právě $\frac{1}{2}$ jader.

Průchod záření látkou:

Comptonův rozptyl: Jedná se vlastně o pružnou srážku fotonu a elektronu. Foton změní svůj směr díky absorpci části energie volným elektronem.

Fotoefekt: Foton všechnu energii předá elektronu, který byl vázán v atomu, a nyní je vyražen a pohybuje se.

Tvorba elektron/pozitronový pár: Foton má dostatečnou energii ($> 2m_e c^2$), při průletu silným polem zanikne za vzniku elektron-pozitronového páru. Následnou anihilací vzniknou dva fotony o energii 511keV.

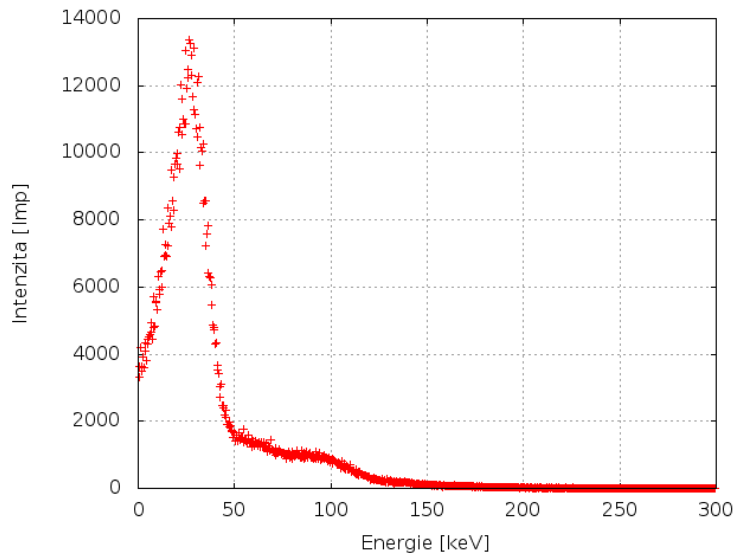
2.2 Pomůcky

Scintilační detektor, zdroj vysokého napětí NL2410, jednokanálový analyzátor PHYWE, čítač impulsů NL2301, multikanálový analyzátor PHYWE, osciloskop, osobní počítač, zdroje gama záření, USB link PASCO 2100, program pro datový sběr Data Studio, program MEASURE.

3 Výsledky a postup měření

3.1 Manuální měření se jednokanálovým analyzátozem

Nejdříve jsme změřili spektrum zářiče ^{137}Cs jednokanálovým analyzátozem. Šířku okna detektoru jsme nastavili na 100mV. V tomto okně jsme pak čítačem měřili četnost impulsů. Naměřené hodnoty jsou vidět v grafu.



Obrázek 2: Změřené spektrum ^{241}Am

3.2 Automatický mnohakanálový analyzátor

Pomocí mnohakanálového analyzátoru připojeného k počítači jsme změřili gamma spektra zářičů ^{241}Am , ^{60}Co a ^{133}Ba , které jsme pak graficky zpracovali.

3.3 Identifikace neznámého zářiče

Ve spektru neznámého zářiče jsme našli dva charakteristické píky první s energií 550 keV a druhý s mnohem nižší intenzitou a energií 1270 keV. Neznámý zářič jsme určili jako Na22, podle charakteristického píku 1274.5keV.

3.4 Kalibrace detektoru

Ze známých energií zářičů ^{60}Co a ^{137}Cs bylo možné kanálům analyzátoru přiřadit konkrétní hodnotu energie a tím získat kalibrační křivku.

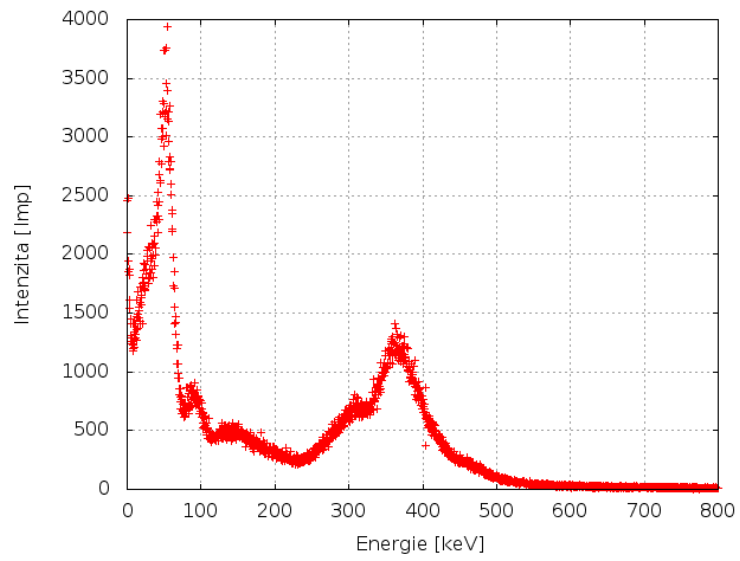
Dále jsme pro píky zářičů ^{60}Co a ^{137}Cs určili jejich šířku v polovině maxima. A z této hodnoty a jejich energií určili energetickou rozlišovací schopnost detektoru.

3.5 Útlum olova

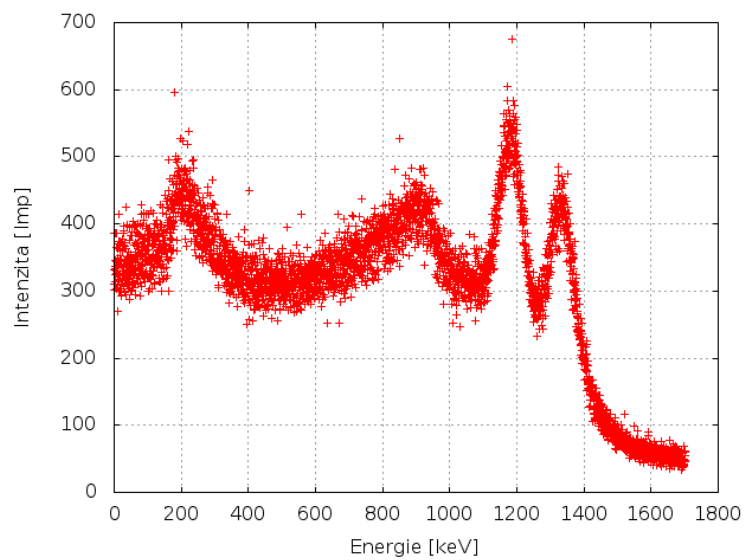
Pro měření jsme použili několik vrstev olověných plátů. A změřili nejdříve spektrum za vrstvou olova 4,7mm. Pak jsme otočili detektor a přidali další vrstvu olova. Ovšem právě tato změna konfigurace měření znemožňuje přesně určit útlum v materiálu, neboť se tím změnila i konfigurace zářičů. Nicméně je z naměřených hodnot patrné, že vyšší energie jsou utlumeny méně, než energie nízké.

4 Diskuse

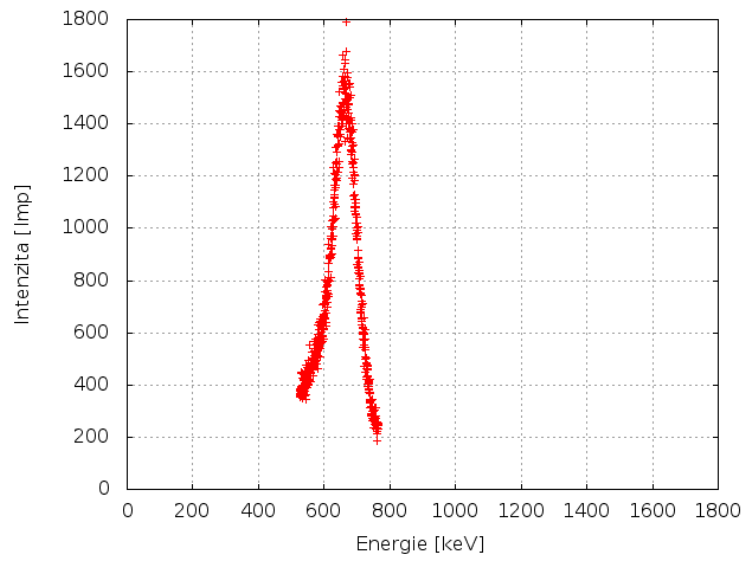
1. Po správném nastavení osciloskopu připojeného na jednonálový spektrometr bylo vidět průběhy mnoha pulzů překrývajících se přes sebe. Kde ve vyšších amplitudách byla pa-



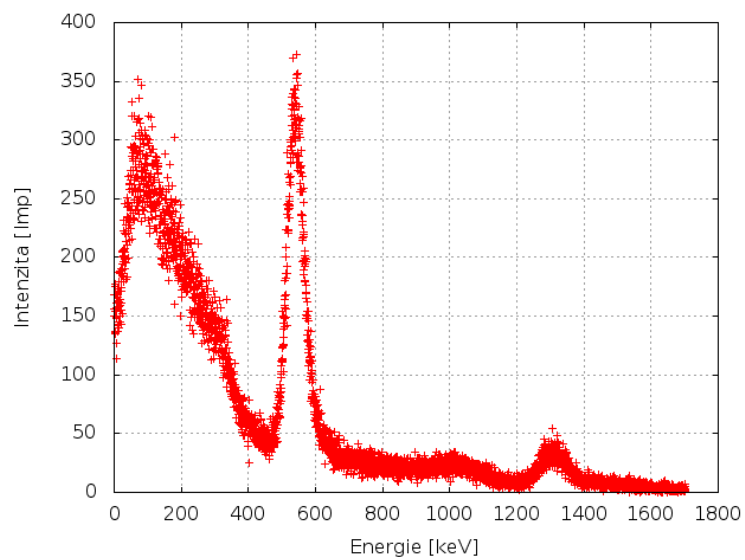
Obrázek 3: Změřené spektrum ^{133}Ba



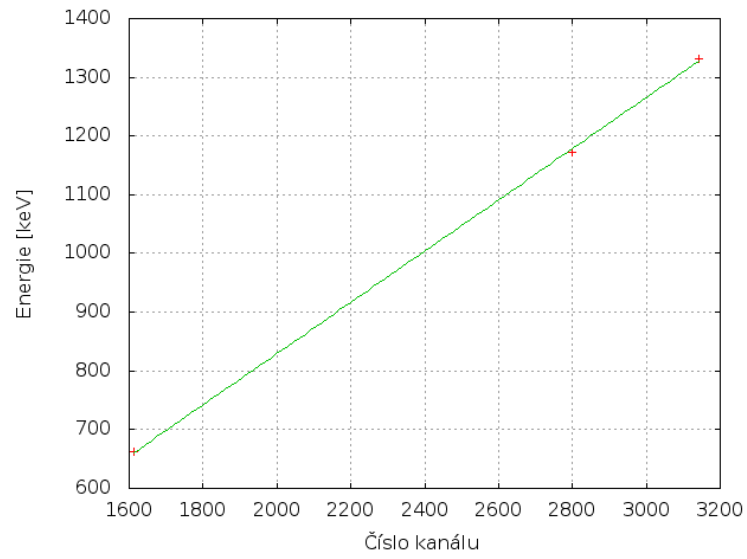
Obrázek 4: Změřené spektrum ^{60}Co



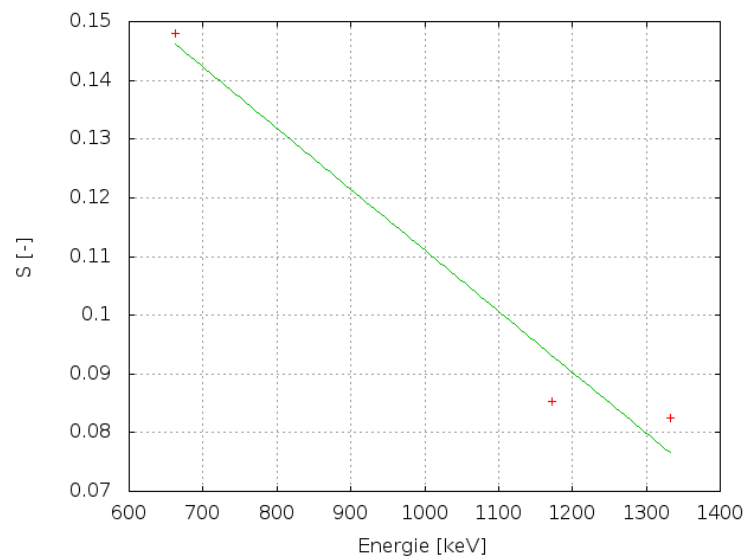
Obrázek 5: Změřené spektrum ^{137}Cs



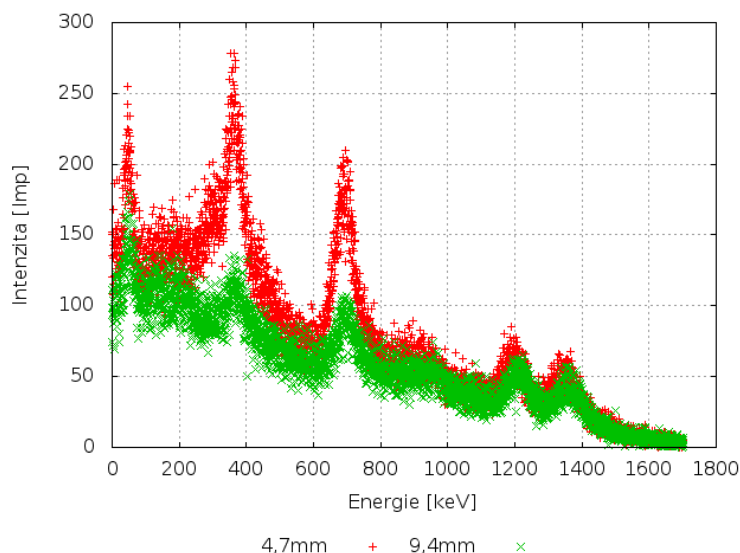
Obrázek 6: Změřené spektrum neznámého zářiče



Obrázek 7: Kalibrační křivka scintilačního detektoru



Obrázek 8: Energetická rozlišovací schopnost



Obrázek 9: Útlum vrstvy olova

trná jistá nehomogenita, podle které bylo možno předpokládat existenci charakteristického píku.

2. Spektrum ^{137}Cs jsme naměřili pomocí manuálního měření. Použité okno bylo 100mV. Naměřené spektrum je uvedeno v grafu.
3. Mnohokanálovým analyzátozem jsme naměřili podobným postupem i spektra dalších zářičů. ^{241}Am , ^{60}Co a ^{133}Ba
4. Díky znalosti charakteristických energií ^{137}Cs a ^{60}Co jsme získali kalibrační křivku detektoru a také jeho rozlišovací schopnost v závislosti na energii záření. Obě tyto charakteristiky jsou vyneseny v grafech.
5. K přesnému určení bližších parametrů spektra ^{137}Cs bohužel nemáme potřebná data, protože o část spektra jsme neplánovaně přišli zřejmě v důsledku chyby v softwaru. Což jsme zjistili až po ukončení měření. Nicméně některé hodnoty jsme přibližně určili z poznámek během měření. Pík zpětného rozptylu byl na 190 keV a Comptonova hrana 440keV.
6. Neznámý zářič jsme díky charakteristické energii identifikovali jako.
7. Spektrálním analyzátozem jsem také naměřili přírodní pozadí v místnosti. Avšak naměřené intenzity jsou tak malé, že nemohou nijak výrazně ovlivnit tvar naměřených spekter. Zároveň se také nepodařilo v naměřeném pozadí identifikovat konkrétní zářiče, protože naměřená data neobsahují, žádný identifikovatelný pík.

5 Závěr

V měření se podařilo získat spektra zářičů ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co a ^{133}Ba kalibrovat scintilační detektor a zjistit jeho energetické rozlišení. A následně i identifikovat neznámý zářič.

Reference

- [1] <http://praktika.fjfi.cvut.cz/GammaSpektr/GammaSpektr.pdf> -Zadání úlohy