

# Identifikace neznámého zářiče použitím gama spektroskopie

V. Hanus; R. Stejkora

Gymnázium Česká 64, České Budějovice; Gymnázium T. G. Masaryka, Dukelského náměstí 7, Hustopeče  
vasah@seznam.cz; FlintR@seznam.cz

## Abstrakt:

Měření gama spektroskopii jsme použili na neznámý zářič gama abychom zjistili o jaký radionuklid se jedná. Výsledkem byl  $^{54}\text{Mn}$ , který měl jednu spektrální čáru o energii 835keV. Dále jsme pozorovali vedlejší jevy probíhající v detektoru.

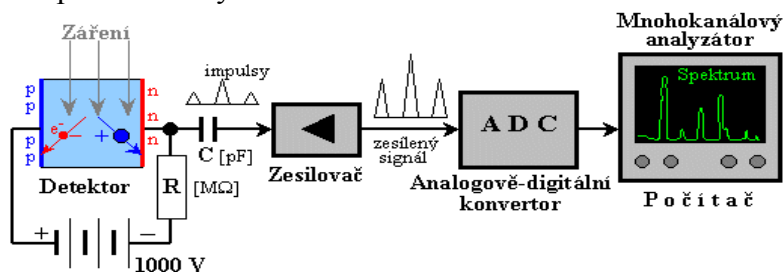
## 1 Úvod

Cílem našeho projektu bylo určení neznámých zářičů použitím gama spektroskopie. Gama spektroskopie je vědní disciplína, která čerpá z poznatků o vzniku gama záření, jeho chování a projevech v látkovém prostředí. Na základě toho jsme schopni toto záření detekovat a dokonce určit jeho intenzitu, energii a nebezpečnost pro člověka a životní prostředí.

## 2 Identifikace zářiče

- K identifikaci se používají elektronické detektory založené na různých principech:
  - ionizační komory
  - scintilační detektory
  - polovodičové detektory
  - magnetické spektrometry

Použili jsme polovodičový detektor s touto strukturou:



- Polovodičový detektor je umístěn v olověné schránce kvůli odstínění pozadí. Měření vzorek se umísťuje na podstavec (v našem případě vysoký 120mm). Záření vytváří elektrické impulsy v detektoru - diodě zapojené v závěrném směru na vysokém napětí. Impulsy jsou předávány kondenzátorem na zesilovač, kde jsou zesíleny tak, aby mohly být zpracovány analogově-digitálním konvertorem, který je zařadí do kanálů, kterým jsou podle kalibrace přiřazeny energetické hodnoty.

- Vznik a druhy impulsů:

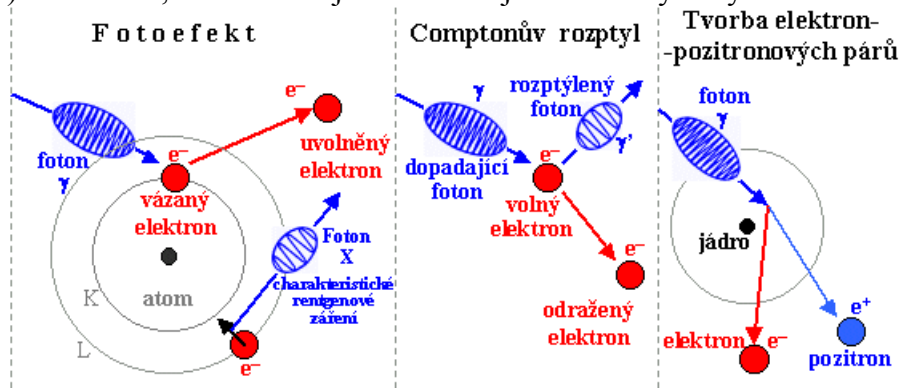
Z hlediska detekce můžeme impulsy podle druhu vzniku rozdělit na žádoucí a nežádoucí (vytvářející šum).

1. Žádoucí

- a) Fotoefekt – nastává srážkou fotonu záření gama s elektronem, při které dojde k úplné přeměně energie fotonu na kinetickou energii elektronu a tím je žádoucí, protože odpovídá velikosti energie záření vyzařovaného radionuklidem.

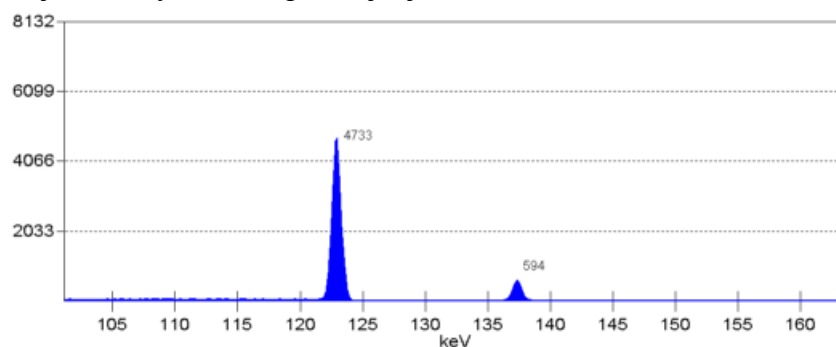
2. Nežádoucí

- a) Pozadí – záření, které je běžně všude kolem.
- b) Charakteristické záření – vzniká po fotoefektu, kdy vznikne volný orbital po uvolnění elektronu, deexcitací elektronu z vyššího orbitalu. Vzniká záření X (rentgenové).
- c) Comptonův rozptyl – při srážce s elektronem se pouze část energie fotonu přemění na kinetickou energii elektronu.
- d) Tvorba elektron pozitronových párů – nastává v blízkosti jádra, má-li foton energii vyšší než 1022 keV a dojde k vytvoření elektronu a pozitronu.
- e) Zpětný rozptyl – mimo detektor dojde ke comptonovu rozptylu pod úhlem  $180^\circ$  a urychlený elektron vletne do detektoru.
- f) A ostatní, které vznikají kombinací jevů uvedených výše.



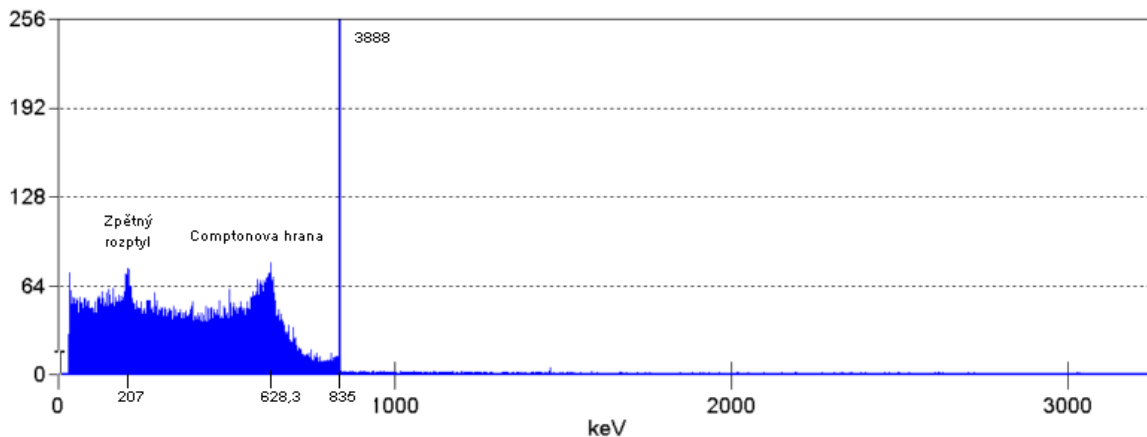
- Měření

Nejdříve jsme si vyzkoušeli přístroj a jeho funkce na známém zářiči  $^{57}\text{Co}$ .



V grafu vzniklém z měření vynikají dva píky (spektrální čáry). Tyto píky úplného pohlcení určují radionuklid. Na ose x je vynesena energie v keV a na ose y je počet impulsů, které vznikly v detektoru za 2 minuty (délka měření).

Dále jsme prováděli měření na neznámém nuklidu.



Gama záření tohoto radionuklidu se vyzařuje s energií  $E_{\text{fotonu}} = 835$  keV. K určení o jaký radionuklid jde, jsme použili jeho energii v píku a porovnali jsme ji s databází Nudat2 (<http://www.nndc.bnl.gov/nudat2>). Při hledání jsme však objevili více nuklidů vyzařující na stejných energetických hodnotách. V našem případě jich bylo 10. Museli jsme tedy přidat kritéria vyhledávání nuklidů. Jedním z hlavních omezujících kritérií je poločas rozpadu. Zde je jasné, že náš vzorek musel mít poločas rozpadu v řádech nejméně dnů, jinak by nemohl být skladován příliš dlouho v laboratoři. Po omezení jsme získali pouze 3 kandidáty. Z grafu též vidíme, že vyzařuje pouze jednu spektrální čáru, tudíž se omezíme pouze na nuklidy s jednou spektrální čarou a tím jsme určili nuklid  $^{54}\text{Mn}$ .

Poznámka k obrázku: Comptonova hrana – tvoří se díky vlastnostem comptonova rozptylu. Při něm elektron odnáší energii maximálně  $E_{\text{max}}$  ( $E_{\text{max}} < E_{\text{fotonu}}$ ).

### 3 Shrnutí

Gama spektroskopie je určena pro analýzu látek o nichž se domníváme, že mohou být radioaktivní a potřebujeme zjistit, které radionuklidy obsahují. Náš úkol byl velmi jednoduchý, protože jsme měli chemicky čistý prvek, i když na druhou stranu mohlo být měření nepřesné z důvodu zanedbávání pozadí záření. V praxi se gama spektroskopie používá například v jaderných elektrárnách (např. JETE) k analýze vody v primárním oběhu a tím se zjišťuje radionuklidové složení, podle kterého se sleduje těsnost palivových článků.

### Poděkování

Děkujeme pořadatelům Fyzikálního týdne, FJFI ČVUT. Děkujeme našemu supervizorovi Ing. Ondřeji Humlovi za výklad k problematice, odbornému vedení a manipulaci se zářiči.

### Reference:

- [1] RNDR. VOJTĚCH ULMAN <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>
- [2] ING. ONDŘEJ HUML *Presentace o ionizujícím záření*
- [3] NUDAT2 DATABÁZE NUKLIDŮ <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>