

Fyzikální praktika 3

Spektroskopie γ záření

Petr Šafařík

Měřeno: 11. dubna 2007

Zkompilováno: 11. června 2007 v systému L^AT_EX 2_ε

1 Zadání

- Změřte γ spektra radionuklidů ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{22}Na a zkalibrujte přístroj.
- Změřte spektra ^{60}Co , ^{137}Cs pro dobu měření 600 s, odečtěte energie jednotlivých fotopíků, zjistěte celkový počet impulsů a počet impulsů pro jednotlivé fotopíky.
- Změřte pozadí pro dobu 600 s a odečtěte počty impulsů pozadí.
- Změřte spektra ^{152}Eu , ^{22}Na .

2 Teorie

V úloze měříme amplitudové spektrum (závislost četnosti na energii). Jako detektor je použit scintilacní krystal NaI(Tl). Záření γ o určité energii interaguje v krystalu prostřednictvím fotoefektu, ve spektru se vytváří fotopeak. Pro energie vyšší než asi 100 keV dochází také ke Comptonovu rozptylu. Změny energie elektronů, na nichž se fotony rozptylují se mohou měnit spojitě (v závislosti na úhlu rozptylu), a tak ve spektru vzniká široké komptonovské kontinuum.

Účinnost měření určíme ze známých aktivit vzorku:

$$\eta = \frac{R}{A}$$

kde R je počet impulsů za jednotku času. Současnou aktivitu vzorku vypočteme z rozpadového zákona:

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

kde $\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$

a t je čas který uplynul od přípravy vzorku. Nejdříve přístroj zkalibrujeme pomocí radionuklidu ^{60}Co , ^{137}Cs . Ze spektra odečítáme energie začátku, středu a konce naměřených fotopíků. Dále zaznamenáme počty impulsů (celkový počet i počet odpovídající jednotlivým fotopíkům). Nakonec ještě změříme úroveň pozadí - pro stejnou integrací dobu zaznamenáme počty impulsů v celém spektru i pro energie odpovídající jednotlivým fotopíkům.

3 Změřené a spočtené hodnoty

Změřené a spočtené hodnoty jsou shrnuty v tabulkách (1), (2) a (3) na straně 3. V tabulce (3) mají následující sloupce následující význam:

- N_p ... počet impulzů pozadí na celém spektrálním rozsahu
- N_p^f ... počet impulzů pozadí v oblasti fotopeaku
- N_{v+p} ... počet impulzů pozadí + vzorku
- N_v^f ... počet impulzů vzorku v oblasti fotopeaku

- $$R_v = \frac{N_v}{t}$$

- $$R_v^f = \frac{N_v^f}{t}$$

- $$\eta = \frac{R_v}{A}$$

- $$\eta^f = \frac{R_v^f}{A}$$

4 Závěr

Ve spektru radionuklidu bylo pozorováno Comptonovo kontinuum a fotopeaky, jejichž energie přibližně odpovídá tabulovým hodnotám. Účinnost měření vyšla řádově v jednotkách procent.

Pozorované fotopíky ^{152}Eu byly porovnány s tabelovanými hodnotami.

Reference

- [1] Origin 7.0 SR0 v7.0220(B220) — <http://www.OriginLab.com>
- [2] C.Tesař, D.Trunec, Z.Ondráček: Fyzikální praktikum III., KFE PřF MU, Brno, 2002
<ftp://ftp.muni.cz/pub/muni.cz/physics/education/textbook/praktikum3.pdf>
- [3] GNU Octave, version 2.1.72 (i486-pc-linux-gnu)

Tabulka 1:

Radionuklid	A_0 [kBq]	Referenční datum	τ [let]	A [kBq]
^{60}Co	10,35	15. 03. 2002	5,26	6,1
^{137}Cs	5,5	15. 3. 2002	30,2	5,0
^{152}Eu	600,0	1. 03. 1998	13,6	397,5
^{22}Na	115,3	31. 8. 1989	2,6	1,4

Tabulka 2:

Radionuklid	Začátek peaku [keV]	Střed peaku [keV]	Konec peaku [keV]	Tab.hodnota	Pravděpodobnost [%]
^{60}Co	1092	1182	1260	1173	100
	1266	1332	1416	1333	100
^{137}Cs	616	672	732	662	90
^{22}Na	460	524	584	511	180 (2 fotony)
^{152}Eu	726	786	840	779	13
	924	972	1038	964	14
	1050	1104	1194	1112	13
	1362	1422	1482	1408	21
	84	108	132	122	28
	138	156	180	123	40
	204	234	270	245	7
	318	348	396	344	26

Tabulka 3:

Radionuklid	N_p	N_p^f	N_{v+p}	N_v	N_v^f	R_v [s^{-1}]	R_v^f [s^{-1}]	η [%]	η^f [%]
^{60}Co	17591	394	246266	228675	30502	381	50	6,2	0,8
		209			21111		35,1		0,6
^{137}Cs	15306	755	279482	264176	74833	440	125	8,8	2,5