

Datum: 12.5.2005

Vypracoval: Tomáš Henych

Název: Spektroskopie gama záření

Úkol:

1. Změřte γ spektra radionuklidů ^{60}Co , ^{137}Cs , $^{152+154}\text{Eu}$, ^{20}Na . Pomocí prvních dvou nejdříve přístroj zkalibrujte.
2. Pro ^{60}Co a ^{137}Cs stanovte účinnost měření (pro celé spektrum i jednotlivé píky).
3. Pro radionuklidy $^{152+154}\text{Eu}$, ^{20}Na porovnejte změřené energie s teoreticky předpovězenými.

Teorie úlohy:

V úloze měříme amplitudové spektrum (závislost četnosti na energii). Jako detektor je použit scintilační krystal NaI(Tl). Záření γ o určité energii interaguje v krystalu prostřednictvím fotoefektu, ve spektru se vytváří fotopík. Pro energie vyšší než asi 100 keV dochází také ke Comptonovu rozptylu. Změny energie elektronů, na nichž se γ 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 vzorků: $\eta = \frac{R}{A}$, kde R je počet impulzů za jednotku

času. Současnou aktivitu vzorku vypočteme z rozpadového zákona: $A = A_0 e^{-\lambda t}$, kde $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ a t je

čas uplynulý od přípravy vzorku. Výchozí a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v *tabulce 1*. K měřicímu přístroji, který byl použit, lze připojit dva detektory. Nejdříve přístroj zkalibrujeme pomocí radionuklidů ^{60}Co , ^{137}Cs . Dobu měření nastavíme přibližně na 200 s. Ze spektra odečítáme energie začátku, středu a konce naměřených fotopíků. Dále zaznamenáme počty impulzů (celkový počet i počet odpovídající jednotlivým fotopíkům). Nakonec ještě změříme úroveň pozadí - pro stejnou integrační dobu zaznamenáme počty impulzů v celém spektru i pro energie odpovídající jednotlivým fotopíkům.

Výsledky:

radionuklid	$\frac{A_0}{\text{kBq}}$	datum přípravy vzorku	$\frac{T_{1/2}}{r}$	$\frac{A}{\text{kBq}}$
^{60}Co	826	03 95	5,26	216
^{137}Cs	314	12 97	30,2	265
$^{152+154}\text{Eu}$	600	03 98	13,6	416
^{20}Na	115,3	09 89	2,6	1,8

Tabulka 1: Referenční a současná aktivita vzorků

Integrační doba byla pro obě měření $t = 197 \text{ s}$.

Spektra ^{60}Co , ^{137}Cs :

Radionuklid	začátek píku keV	střed píku keV	konec píku keV	tabulková hodnota středu fotopíku keV
^{137}Cs	572	664	752	661,7
^{60}Co 1.pík	1080	1176	1260	1172
2.pík	1260	1338	1434	1332

Tabulka 2: Spektra ^{60}Co a ^{137}Cs

Radionuklid	N_p	N_p^f	N_{v+p}	N_{v+p}^f	N_v	N_v^f	R_v	R_v^f	$\frac{\eta}{\%}$	$\frac{\eta^f}{\%}$
^{137}Cs	7057	556	3 444 299	1 316 071	3 437 242	1 315 515	17 448	6 678	5,6	2,13
^{60}Co	1.pík	214	3 360 545	473 538	3 352 622	473 324	17 018	2 403	2,1	0,29
	2.pík	137		313 674		313 537		1 592		0,19

Tabulka 3: Počet impulzů, četnost a účinnost radionuklidů ^{60}Co a ^{137}Cs

N_p počet impulzů pozadí v celém spektru

N_p^f počet impulzů pozadí pro daný fotopík

N_{v+p} počet impulzů vzorku a pozadí v celém spektru

N_{v+p}^f počet impulzů vzorku a pozadí pro daný fotopík

N_v počet impulzů vzorku po odečtení pozadí v celém spektru

N_v^f počet impulzů vzorku po odečtení pozadí pro daný fotopík

R_v četnost vzorku v celém spektru $R_v = \frac{N_v}{t}$

R_v^f četnost vzorku pro daný fotopík $R_v^f = \frac{N_v^f}{t}$

η účinnost měření v celém spektru $\eta = \frac{R_v}{A}$

η^f účinnost měření pro daný fotopík $\eta^f = \frac{R_v^f}{A}$

Spektra $^{152+154}\text{Eu}$, ^{20}Na :

radionuklid	začátek píku keV	střed píku keV	konec píku keV	tabulková hodnota středu fotopíku keV
^{20}Na	460	532	604	511
$^{152+154}\text{Eu}$	54	72	84	66
	84	105	141	122
	141	156	201	
	201	234	264	245
	306	348	378	368
	666	792	870	779
	936	990	1056	996
	1056	1122	1206	1112
	1362	1434	1506	1408

Tabulka 4: Porovnání energií fotopíků ^{20}Na a $^{152+154}\text{Eu}$ s tabulkovými hodnotami

Závěr:

Ve spektru radionuklidů bylo pozorováno Comptonovo kontinuum a fotopíky, jejichž energie přibližně odpovídá tabulkovým hodnotám. Účinnost měření vyšla řádově v jednotkách procent.