

1 Úkol

1. Provedte energetickou kalibraci gama-spektrometru pomocí alfa zářiče ^{241}Am .
2. Určete materiál několika vzorků.
3. Stanovte závislost účinnosti výtěžku rentgenového záření na atomovém čísle elementu v daném experimentálním uspořádání.
4. Určete relativní zastoupené prvků v jednom ze vzorků.
5. Na základě rentgenového záření identifikujte radioaktivní vzorek a stanovte typ pozorovaného rozpadu.

2 Teorie

Za pomoci γ -zářiče je možné excitovat elektrony látky, kterou bychom chtěli určit. Tyto elektrony následně při návratu na původní hladinu vyzařují záření v rentgenové části spektra, které je pro ně charakteristické. Pokud změříme spektrum tohoto záření, můžeme ho následně srovnat s tabelovými hodnotami a následně určit zkoumaný prvek.

3 Měření

3.1 Kalibrace

Nejprve jsem za pomoci zářiče ^{241}Am provedl kalibraci spektrometru. Ke kalibraci jsem využil známé hodnoty píků na energiích 59.5, 26.4 a 13.3 keV.

3.2 Čisté kovy

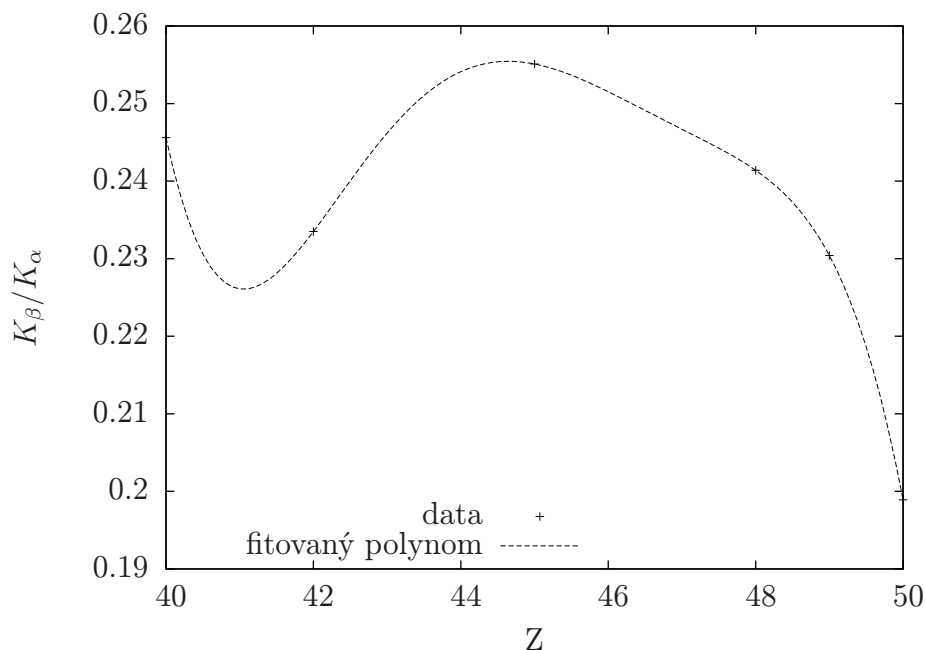
Nejprve jsem proměřil vzorky, které byli podle zadání čistými kovy. Jednalo se o vzorky číslo 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11a 12. V tabulce 1 jsou shrnuty výsledky měření spolu s tabelovými hodnotami odpovídajícími určeným kovům. Chyby intenzit jsou přibližně jedno procento.

Z naměřených ploch píků, které odpovídají intenzitě vzorku, jsem určil závislost výtěžku rentgenového záření na atomovém čísle prvku. Tato závislost je na obrázku (1). Tuto závislost jsem proložil polynomem pátého stupně, který má předpis

$$f(Z) = -2.92e - 5x^5 + 6.61e - 3x^4 - 0.598x^3 + 27.0x^2 - 609x + 5493 \quad (1)$$

	E/keV	E_t/keV	$\frac{S}{t}/\text{cps}$
$1Cu$			
$K_{\alpha+\beta}$	8.15 ± 0.37	8.027	17.06
$2Sn$			
K_{α}	25.27 ± 0.38	25.267	68.27
K_{β}	28.61 ± 0.37	28.481	13.58
$3Rh$			
K_{α}	20.24 ± 0.34	20.213	36.45
K_{β}	20.8 ± 0.37	22.720	9.3
$4Po$			
L_{α}	10.63 ± 0.34	10.550	17.23
L_{β}	12.68 ± 0.36	12.612	14.16
$6Zr$			
K_{α}	15.82 ± 0.35	15.690	40.34
K_{β}	17.74 ± 0.35	17.683	9.91
$8In$			
K_{α}	24.22 ± 0.38	24.206	58.59
K_{β}	27.37 ± 0.41	27.271	13.50
$9Mo$			
K_{α}	17.52 ± 0.38	17.374	61.54
K_{β}	19.75 ± 0.39	19.596	14.37
$11Cd$			
K_{α}	23.18 ± 0.39	23.170	76.24
K_{β}	26.21 ± 0.36	26.091	18.40

Tabulka 1: Výslednky měření spektra pro čisté kovy.



Obrázek 1: Graf závislosti výtěžku rentgenového záření na atomovém čísle.

3.3 Slitiny

Dále jsem proměřil vzorky 5 a 13, které byli slitinami. Výsledky měření jsou v tabulce 2. Následně jsem určil relativní zastoupení kovů ve slitině 13 (Pb+Sn), k čemuž jsem využil hodnot naměřených u čistých kovů. Chyba intenzity je v případě první slitiny 1.4 procenta, v případě druhé 1.1 procenta. Výsledný poměr Sn:Pb je 2:3.

3.4 Radioizotop

Nakonec jsem proměřil spektrum radioaktivního zářiče. To odpovídalo Cs, které vzniká elektronovým záchytem z ^{133}Ba . Naměřené hodnoty jsou v tabulce 3.

4 Diskuze

Naměřené hodnoty píků seděli na tabelových hodnotách dokonce o řád přesněji, než byla chyba určená z jejich pološírek. Díky tomu můžeme s dobrou jistotou říci, že při určení prvku vzorku nedošlo k chybě. Na jistotě přidává fakt, že rozdíly mezi hodnotami jednotlivých prvků jsou běžně o řád vyšší než chyba měření.

Jedinou problematickou hodnotou měření mohla být K_β u Zr, protože se velmi blízko kalibračního spektra Am. Tento pík se však díky uspořádání experimentu posunul až k hodnotám okolo 17.2 keV a tak nedošlo k žádnému překryvu těchto píků.

	E/keV	E_t/keV	$\frac{S}{t}/\text{cps}$
$5Ag + Zn$			
$K_{Ag\alpha}$	22.18 ± 0.34	22.159	28.37
$K_{Ag\beta}$	25.03 ± 0.37	24.938	8.98
$K_{Zn\alpha+\beta}$	8.41 ± 0.46	8.615	4.54
$13Pb + Sn$			
$K_{Sn\alpha}$	25.28 ± 0.42	25.267	28.7
$K_{Sn\beta}$	28.63 ± 0.35	28.481	4.81
$K_{Pb\alpha}$	10.62 ± 0.31	10.550	10.23
$K_{Pb\beta}$	12.70 ± 0.35	12.612	9.48

Tabulka 2: Výslednky měření spektra pro slitiny.

	E/keV	E_t/keV	$\frac{S}{t}/\text{cps}$
$K_{Cs\alpha}$	30.90 ± 0.42	30.968	1256.35
$K_{Cs\beta}$	35.08 ± 0.43	34.981	314

Tabulka 3: Výslednky měření spektra pro radioizotop.

Vzorek dvanác byl pouze kvalitativně určen, protože měření neposkytlo žádná validní data pro určení. Jednalo se o železo.

Pro určení poměru prvků ve slitině jsem zvolil vzorek 13, protože bylo možné využít již naměřených hodnot, což vedlo k nižší chybě, než jaká by vznikla při určování u vzorku 5.

Radioizotop se nechal určit velmi dobře, díky jeho výrazně vyšší intenzitě, než u kovů určených před tím.

5 Závěr

Zkalibroval jsem spektrometr za pomoci Am a jeho spektra.

Určil jsem vzorky kovů i slitin. Výsledky jsou v tabulkách 1 a 2. Sestrojil jsem graf závislosti výtěžku rentgenového záření na atomovém čísle, který je na obrázku (1).

Závislost jsem proložil polynomem pátého stupně, jehož předpis je uveden výše.

Určil jsem poměr zastoupení prvků ve vzorku 13, který je Sn:Pb=2:3.

Určil jsem radioizotop ^{133}Ba , který se rozpadá elektronovým zachytem.

Reference

[1] **Studijní text na praktikum IV**

http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_403.pdf (17. 12. 2012)