

Charakterizácia prvkov na základe ich charakteristického röntgenového žiarenia

Pracovná úloha:

1. Urobte energetickú kalibráciu γ -spektrometra pomocou α -žiarica ^{241}Am .
2. Určíte materiál niekoľkých vzoriek.
3. Stanovte závislosť účinnosti výtazku RTG žiarenia na atómovom čísle elementu v danom experimentálnom usporiadaní.
4. Určíte relatívne zastúpenie prvkov v jednej vzorke.
5. Na základe RTG žiarenia identifikujte rádioaktívnu vzorku a stanovte typ pozorovaného rozpadu.

Teória:

U všetkých prvkoch sa elektróny v elektrónovom obale môžu vyskytovať iba v diskretných kvantových stavoch. Pre každý atóm je táto hodnota stavu (energie) iná. V základnom energetickom stave sú obsadené všetky najnižšie hladiny. Pokiaľ sa nejakým spôsobom odstráni z obalu elektrón, obsadí toto „voľné miesto“ iný, z vyšších stavov. Pri tomto preskoku sa vyžiari fotón s energiou odpovedajúcou rozdielu týchto dvoch hladín. Väzbové energie elektrónov na vyšších hladinách (ďalej od jadra) sú rádovo jednotky - stovky elektrónvoltov. Prechody v tejto oblasti generujú viditeľné – ultrafialové svetlo. Väzbové energie elektrónov blízko jadra sú však väčšie, rádovo stovky kilovoltov, a preto fotón, ktorý sa pri takomto prechode vyžiari spadá do oblasti RTG žiarenia. Odstránenie elektrónu z obalu sa praktizuje nasledovne:

- Ionizácia atómu RTG žiarením: Dostatočne energetické RTG žiarenie môže scela uvoľniť elektrón z K orbitálu (príp. aj z L orbitálu) atómu.
- K – záchyt vnútorného elektrónu. V tomto prípade dôjde k jadrovej reakcii $e^- + p \rightarrow n + \nu$. Pri tom sa uvoľní miesto v K orbitály a vyžiari sa fotón.
- Deexcitácia samotného jadra: Po jadrovej premene môže byť excitované samotné jadro a pri jeho deexcitácii sa uvoľní γ -žiarenie.

Meranie:

Ako prvé som okalibrovala spektrometer podľa známeho spektra ^{241}Am . Kalibrovala som podľa najintenzívnejšej čiary 59,5keV.

Potom som pristúpila k meraniu očíslovaných vzoriek.

Vzorka č.1: Okrem čiar, ktoré boli typické pre amerícium bol viditeľný pík v oblasti 8,046 keV. Tejto hodnote zodpovedá energia K_{α} prechodu medi ($_{29}\text{Cu}$). Nemalo zmysel rozlišovať medzi K_{α} a K_{β} , pretože rozdiel ich energií je oveľa menšia ako šírka píku.

Vzorka č.2: Boli dobre viditeľné dve čiary, ktoré reprezentovali K_{α} (25,19keV) prechod a K_{β} (28,80keV) cínu ($_{50}\text{Sn}$).

Vzorka č.3: Znova boli viditeľné dva píky. Rovnako ako v predošlom prípade ide o K_{α} (20,19keV) a K_{β} (22,88keV) prechod ródia ($_{45}\text{Rh}$).

Vzorka č.6: Podľa píku, ktorý som detekovala sa jedná o K prechod (15,78keV) zirkónu ($_{40}\text{Zr}$).

Vzorka č.9: Viditeľné boli dva píky K_{α} (17,53keV) a K_{β} (19,60keV) prechod molybdénu ($_{42}\text{Mo}$).

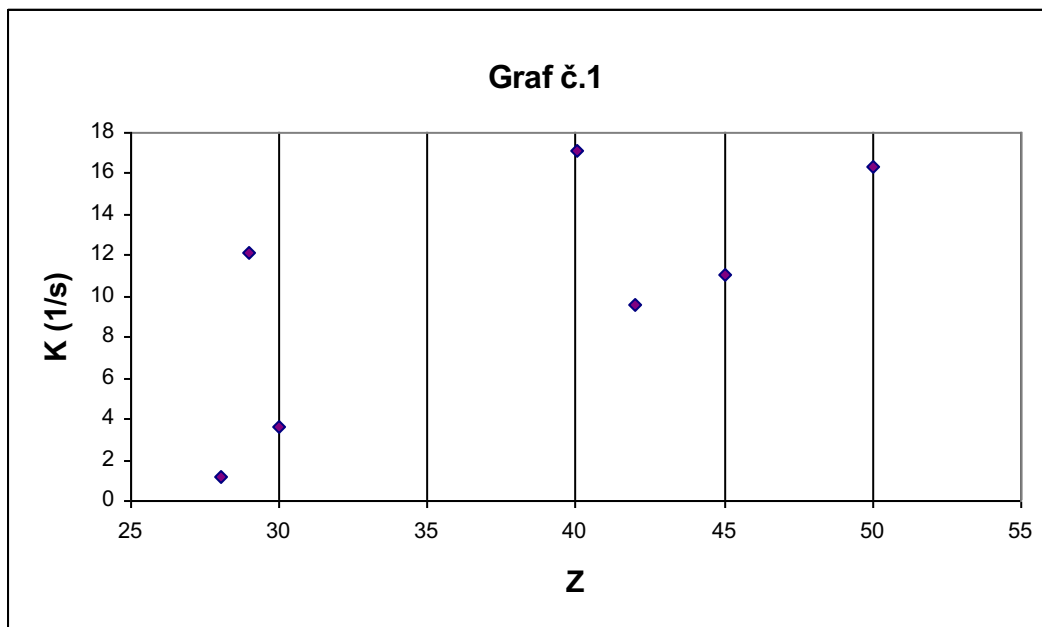
Vzorka č.4: Pri tejto vzorke som zistila dva energie: 10,39keV a 12,64keV. Tieto hodnoty nezodpovedali spoločne K_{α} a K_{β} rozpadu žiadneho známeho prvku, preto je zrejme že ide o L(α , β) rozpad olova ($_{82}\text{Pb}$).

Vzorka č.5: Pozorovateľné boli až tri píky, z ktorých jedna hodnota energie (8,43keV) sa viditeľne líšila od ostatných dvoch (22,06keV a 25,30keV), preto som usúdila, že by mohlo ísť o zliatinu viacerých kovov. Išlo o K_{α} (22,06keV) a K_{β} (25,30keV) rozpad striebra ($_{47}\text{Ag}$) a čiaru niklu ($_{28}\text{Ni}$).

K určení kvalitatívneho zloženia je treba určiť ako závisí počet prechodov na protónovom čísle prvku. Pričom očakávam rast prechodov so stúpajúcim protónovým číslom. Vypísala som integrály cez K_{α} , hodnoty sú v tabuľke č.1

Tabuľka č.1

prvok	Ni	Cu	Zn	Zr	Mo	Rh	Sn
Z	28	29	30	40	42	45	50
K_{α} [1/s]	1,20	12,21	3,59	17,12	9,60	11,1	16,31



Vzhľadom k tomu, že žiadna závislosť sa mi nepodarilo určiť, nemôžem nafiťovať nijakú krivku. Pomer zastúpenia jednotlivých prvkov vo vzorke je:

$m_{\text{Ag}} : m_{\text{Ni}} = 4,81 : 1,20$, teda približne 4 : 1.

Vzorka č.10: Jediný pík s energiou 8,73keV je typický pre zinok ($_{30}\text{Zn}$).

Vzorka č.8: Prvok som identifikovala podľa K_{α} (24,02keV) a K_{β} (26,87keV) prechodu. Išlo o indium ($_{49}\text{In}$).

Nakoniec som merala γ -žiarenie neznámeho rádioaktívneho žiariča. Spektrum výsledného prvku malo dva výrazné energetické píky, usudzujem, že to boli K_{α} (30,91keV) a K_{β} (35,00keV) prechody, podľa ktorých som aj prvok rozpoznala. Výsledným produktom je cézium ($_{55}\text{Cs}$), ktoré sa rozpadalo z bária ($_{56}\text{Ba}$). Rádioaktívna premena je podľa vysvetlenia pedagóga tzv. K – záchyt, pri ktorom sa uvoľňuje miesto v spodnom orbitale a emituje sa žiarenie: $^{133}\text{Ba} \rightarrow (^{133}\text{Cs})^- + \nu$.

Diskusia:

Z kvalitatívneho hľadiska, spektrá ktoré som namerali boli jednoduché (nepozorovala som žiaden pík, ktorý by som nevedela zaradiť) a ľahko identifikovateľné. Namerané hodnoty energií veľmi dobre sedeli s tabuľkovými. Niektoré vzorky sa dali identifikovať už napohľad. Pri niektorých prvkoch sa však nedali odlíšiť jednotlivé K – prechody, lebo šírka medzi nimi nebola dostatočná, čo je pravdepodobne spôsobené šumom v detektore.

Pri určovaní kvalitatívneho zloženia vzorku nie som spokojná s nameranou závislosťou. Pokiaľ by som neuvažovala výsledky pre meď a zirkón, potvrdil by sa predpoklad rastúcej tendencie. Spektrum týchto dvoch prvkov som premeriavala dlho, ale nepredpokladám, že by to malo mať nepriaznivý vplyv. Nesprávnu kalibráciu spektrometra vylučujem, lebo tá by sa prejavila i pri ostatných meraniach.

Záver:

Premerala som celkovo 9 vzoriek, z čoho jedna bola zliatina striebra a niklu, pri jednej som pozorovala L – prechod a pri ostatných K – prechody (K_{α} , K_{β}).

Tabuľka č.2

Vzorka č.	Prvok
1	Cu
2	Sn
3	Rh
4	Pb
5	Ag, Ni
6	Zr
8	In
9	Mo
10	Zn

Striebro a nikel sú v zliatine v pomere 4 : 1.

Neznámy žiarič je bárium, ktoré sa rozpadá na cézium, pri K- záchyte.

Literatúra:

[1] študijný text na internete