

Studium RTG spektra Cu anody

K.Dudek* J.Nejdl** V.Tyrpekl** J.Vlček**

* Gymnázium Ch.Dopplera, Praha

** Gymnázium J.Vrchlického, Klatovy

Abstrakt:

V experimentu jsme určili hodnoty energie a vlnové délky dvou charakteristických spektrálních čar K_{α} a K_{β} Cu anody. Druhou částí bylo ověření hodnoty Planckovy konstanty.

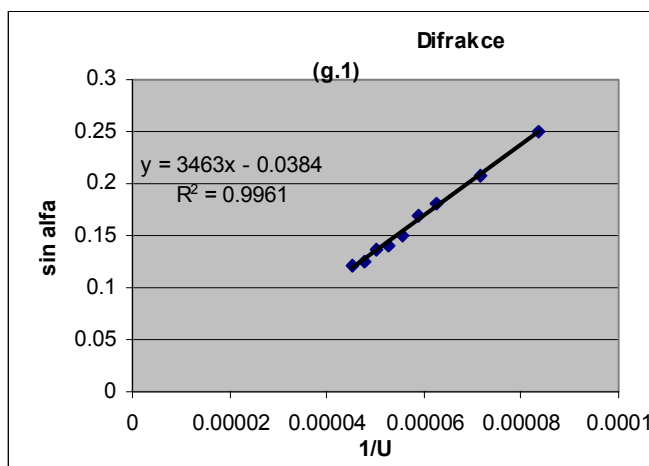
Úvod

Studium RTG spekter krystalických látek je jednou z nejpřesnějších metod určování složení. Tento obor se dotýká atomové fyziky a kvantové mechaniky, které patří k našim oblíbeným, v dnešní době nepostradatelným oborům fyziky. Experiment byl založen na emisi rentgenového záření z Cu anody (antikatomy) po dopadu urychlených elektronů.

A K ČEMU JE TO DOBRÉ ???

Materiály a metody

Dopadá li elektron urychlený napětím U na atomy nějaké látky, dochází ke srážkám s elektronovými obaly. Přitom může dojít k excitaci elektronu z vnitřních slupek elektronového obalu do vyššího energetického stavu. Jeho místo hned zaujme jiný elektron (z vyšší elektronové slupky), který při přechodu na uvolněné místo vyzáří kvantum elektromagnetického záření (foton) s energií rovnou rozdílu energií jednotlivých orbitalů => vznik charakteristického spektra. Nebo dochází k brždění a postupné ztrátě energie urychleného elektronu a k excitaci valenčních elektronů => spojité spektrum. RTG spektrum Cu anody jsme proměřili tzv. Braggovou metodou, pomocí difrakce RTG záření na krystalu LiF, kde se rozptyl RTG záření řídí Braggovou rovnicí: $n\lambda = 2d \cdot \sin \alpha$ (r.1), kde n je řád maxima, λ je vlnová délka RTG záření, d je mřížková konstanta krystalu LiF, α polovina úhlu mezi G - M trubici a původním směrem RTG záření. Elektrony jsme urychlovali napětím od 12 do 22 kV a nechali je dopadat na Cu anodu. Vznikající RTG záření jsme detekovali Geiger - Müllerovou trubicí v různých úhlech. Charakteristické spektrum Cu má 3 píky K_{α} , K_{β} a $K_{\beta 2}$. Měřili jsme odezvu G-M trubice pro úhly rozptylu mezi 5-45° a v naměřeném spektru zjistili tři píky,



kteřé odpovídalj přechodům K_{α} , K_{β} a $K_{\beta 2}$ Cu – atomů.

Vypočítali jsme Planckovu konstantu. Použili jsme rovnici (r.2):

$$h = \frac{2ed \cdot \sin \alpha}{c \cdot U^{-1}} \quad (\text{r.2})$$

kde e je náboj elektronu, c je rychlost světla ve vakuu, U je urychlovací napětí .

$1/U$ je lineárně závislé na $\sin \alpha \Rightarrow$ sestrojili jsme graf napětí v závislosti na $\sin \alpha$ (g.1), určili směrnici funkce a dosadili ji místo $\sin \alpha \cdot U$ - z toho:

$$h = 7,441386 E^{-34} J \cdot s$$

Dále jsme vypočítali energii (r.3) a vlnovou délku charakteristického záření (r.4):

$$E = \frac{hc}{2d \cdot \sin \alpha} \quad (\text{r.3})$$

$$\lambda = h \frac{c}{E} \quad (\text{r.4})$$

Výsledky

Námi naměřené údaje:

$$E_{K\alpha} = 8002,31 \text{ eV} \quad E_{K\beta} = 8879,50 \text{ eV} \quad E_{K\beta(2)} = 8852,11 \text{ eV}$$

$$\lambda_{K\alpha} = 0,155 \text{ nm} \quad \lambda_{K\beta} = 0,140 \text{ nm} \quad \lambda_{K\beta(2)} = 0,140 \text{ nm}$$

Tabulkové hodnoty:

$$E_{K\alpha} = 7990 \text{ eV} \quad E_{K\beta} = 8850 \text{ eV}$$

$$\lambda_{K\alpha} = 0,154 \text{ nm} \quad \lambda_{K\beta} = 0,139 \text{ nm}$$

nemáme tabulkové hodnoty

Závěr

Tato metoda se používá k určování složení neznámých vzorků. Metoda je jednoduchá a přitom velice přesná, což dokazují i naše měření. Proto se na řešení podobných problémů hodila.

Poděkování

Velké poděkování patří FJFI ČVUT za propůjčená místa, pomůcky a organizaci.

Konzultace a odborné přednášky poskytli: Ing. V.Svoboda, Doc. Z.Maršák, D.Tlustý a

Ing L. Novák

Neopomenutelné bylo finanční zajištění od rodičů.

Reference:

[1] MARŠÁK Z. : *Měření rentgenového spektra Cu anody*

<http://www.fjfi.cvut.cz/k402/fyztyd/aktual/>

[2] *Phywe series of publications. Phywe. University Labory Experiments PHYSICS*

<http://www.fjfi.cvut.cz/k402/fyztyd/aktual> pp.5.4.1.