

Rentgenfluorescenční analýza

Autoři

- Karolína Bílková; Gymnázium Trhové Sviny; carrottka@seznam.cz
- Miroslav Fil; Gymnázium Příbram, Legionářů; miroslav.fil@seznam.cz
- Tomáš Vaníček; Gymnázium Jírovcova, České Budějovice; thom.vanicek@gmail.com

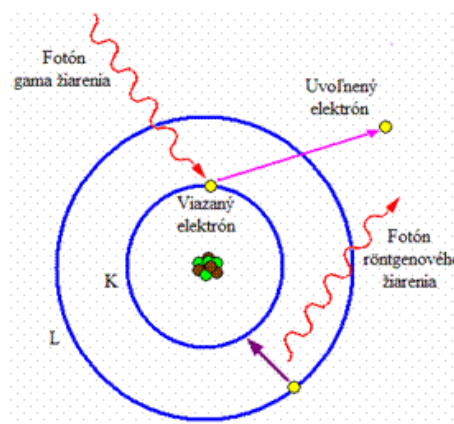
Abstrakt

Za použití aparatury pro rentgenofluorescenční analýzu jsme zjistili složení dvacetikorunové mince a v porovnání s daty ČNB ověřili jejich pravost. Zjistili jsme, že naše mince byla s největší pravděpodobností pravá.

1 Úvod

Rentgenfluorescenční analýza je založena na fotoefektu. Letící foton narazí do elektronového obalu atomu, v němž je pohlcen elektronem. Posléze se tento elektron ionizuje a je-li jeho kinetická energie vyšší než vazebná, opustí elektronový obal. Následně dojde k přechodu elektronu z vyšší vrstvy do nižší, při čemž se vyzáří světlo určené rozdílem energií daných vrstev. Toto záření pak můžeme detektorem zachytit a změřit jeho energii. Jelikož má každý prvek tabulkově dané hodnoty rozdílů energetických hladin, dá se určit, o atom kterého prvku se jedná.

Při této analýze se dá určit prvkové složení zkoumaných předmětů, například historických děl či různých kovových předmětů. V této práci je zkoumáno složení dvacetikoruny a porovnání s daty České národní banky, zda není falzifikována.



obr. 1 – schéma fotoefektu

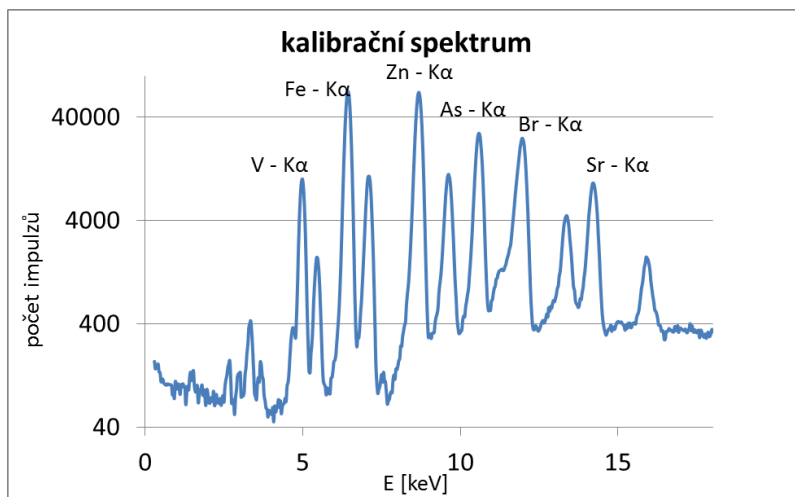
2 Metoda měření

Testovací aparatura se skládá z rentgenky (napětí - 30 kV, proud - 5 μ A) a detektoru, který zaznamenává počet impulzů a jejich energii. Poté je zapotřebí energetická kalibrace naměřených spekter.

2.1 Energetická kalibrace

Za tímto účelem se užívá kalibrační destička se známým složením prvků. Naměřené kalibrační spektrum je znázorněno na obrázku 2. Zde jsou naznačené $K\alpha$ linky daných prvků. Srovnáním s tabulkovými hodnotami energií $K\alpha$ (viz tabulka 1) je vypočtena kalibrační rovnice ve tvaru: $y = 0,0303x - 0,0445$. Touto rovnicí se přepočítají všechna naměřená spektra.

Prvek	K α [keV]
V	4,960
Fe	6,403
Zn	8,638
As	10,543
Br	11,923
Sr	14,160

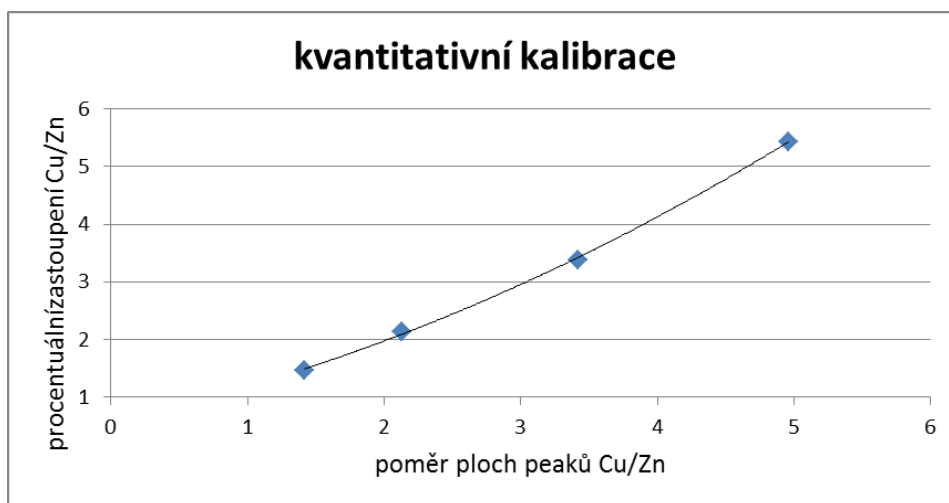


tab. 1 – tabulkové hodnoty K α linek

obr. 2 – graf kalibračního spektra

2.2 Kvantitativní kalibrace

Kvantitativní kalibrace je nutná pro zjištění množství příslušného prvku přítomného ve vzorku. Zde se využilo různých mosazných standardů se známým prvkovým složením Cu a Zn. Vytvoří se vztah mezi plochou peaku a známým složením. V našem případě se vytvořil vztah mezi poměrem ploch peaků Cu/Zn a jejich procentuálním zastoupením. Z obrázku 3 se určila rovnice pro kvantitativní kalibraci $y = 0,0947x^2 + 0,5085x + 0,5753$. Pomocí této rovnice se dá z naměřeného spektra spočítat procentuální zastoupení prvků Cu a Zn ve vzorku.



obr. 3 – graf kvantitativní kalibrace

3 Výsledky

Během projektu bylo zkoumáno složení dvacetikoruny. Z analýzy mosazných standardů se známým procentuálním zastoupením mědi a zinku se naměřily plochy peaků, které byly užity ke kvantitativní kalibraci. Poté se naměřila plocha peaků dvacetikoruny. Při dosazení poměru ploch dvacetikoruny do kvantitativní kalibrační rovnice se získá poměr procentuálního zastoupení mědi a zinku. Z toho se určí procentuální zastoupení obou prvků. Měřením vzorků se získaly hodnoty zobrazené v tabulce 2.

	S Cu	S Zn	poměr ploch	% Cu	% Zn	poměr procent
standard 1	973781	685530	1,42	58,7	40,2	1,46
standard 2	1103014	518354	2,13	66,8	31,2	2,14
standard 3	1185430	347006	3,42	72,7	21,5	3,38
standard 4	1282735	258658	4,96	78,8	14,5	5,43
20 Kč	1259470	426221	2,95	*74,4	*25,6	*2,90

Tab. 2 – výsledky projektu;

* hodnoty získané vypočtením z rovnice:

$$y = 0,0947x^2 + 0,5085x + 0,5753;$$

S Cu a S Zn – plochy peaků mědi a zinku

4 Shrnutí

Česká národní banka udává, že složení této mince by mělo být ze 75 % měď a z 25 % zinek. Naším měřením se získaly hodnoty pro měď 74,4 % a pro zinek 25,6 %. Odchyly jsou malé (v řádu desetin procent), a proto se dá usoudit, že použitá mince je originál.



obr. 4 – použitá dvacetikoruna

Poděkování

Rádi bychom poděkovali organizátoru týdne vědy panu Ing. Vojtěchu Svobodovi a našemu ctěnému supervisorovi, Ing. Jířímu Martinčíkovi, Ph.D., za odborné rady a pomoc při projektu a Právnické fakultě UK za stravu.

Reference

ŠTEFÁNIK, Milan. Štúdium produktov aktivačných reakcií rýchlych neutrónov pomocou γ -spektrometrie [online]. Praha, České vysoké učení technické, 2007. Dostupný z WWW: <<http://www.scrigroup.com/limba/ceha-slovaca/33/tdium-produktov-aktivanch-reak72516.php>>

Česká národní banka. 20 Kč [online]. Dostupný z WWW: <http://www.cnb.cz/cs/platidla/mince/mince_20czk.html>