

Rentgenofluorescenční analýza

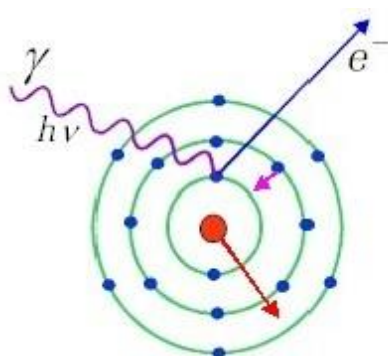
K. Šůsová, Gymnázium Rokycany
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT
(karol.susova@gmail.com)

Abstrakt:

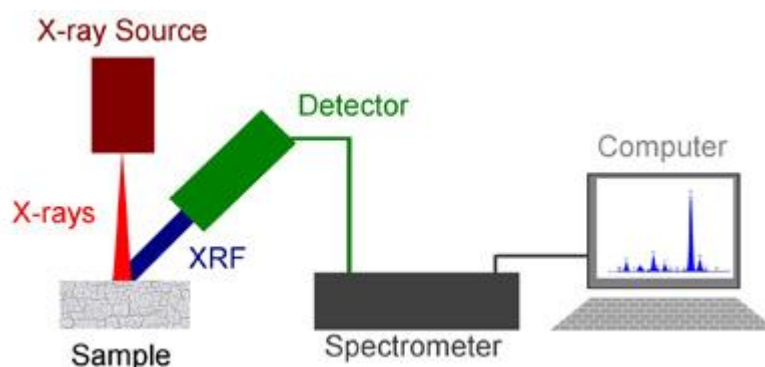
Rentgenofluorescenční analýza patří mezi nejpoužívanější metody, využívá se k zjištění prvkového složení vzorků. Cílem bylo seznámit se s metodou a naučit se ji používat k měření kvalitativního a kvantitativního prvkového složení vzorku. Dále jsme měli ověřit pravost dvacetikorunové mince a výsledky porovnat s údaji České národní banky.

1 Úvod

Rentgenofluorescenční analýza je nedestruktivní metoda založená na fotoelektrickém jevu. Letící foton (budící částice) narazí do elektronového obalu atomu, v němž je pohlcen elektronem. Následně dochází k ionizování atomu a je-li předaná kinetická energie větší než vazebná, vyletí elektron z obalu atomu. Na uvolněné místo přejde jiný elektron z vyšší vrstvy, přičemž se vyzáří světlo určené rozdílem energií daných vrstev. Detektorem zachytíme toto charakteristické záření a změříme jeho energii. Pro každý prvek jsou v tabulkách uvedeny hodnoty rozdílů energetických hladin, podle kterých můžeme určit jednotlivé prvky.



Obr. 1 schéma fotoefektu



Obr. 2 spektrometr

Pomocí rentgenofluorescenční analýzy můžeme určit prvkové složení jakýchkoliv předmětů, které obsahují kovy. V této práci jsme zkoumali složení zlaté náušnice a dvacetikorunové mince.

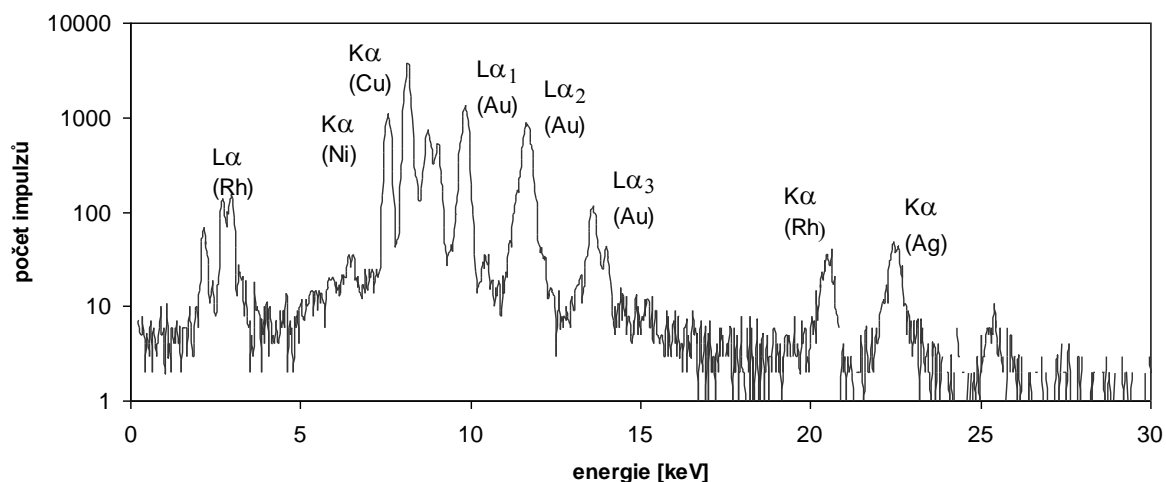
2 Měření

Pro měření byla použita aparatura, která se skládá z rentgenky a detektoru (zaznamenává počet impulzů a jejich energii). Před každým měřením musíme provést energetickou kalibraci naměřených spekter.

Energetická kalibrace

K provedení energetické kalibrace se používá kalibrační destička se známým složením prvků. Naměřené spektrum porovnáme s tabulkovými hodnotami energií. Získáme vztah mezi energií a kanálem, který představuje kalibrační křivka. V našem případě se jedná o křivku popsanou rovnicí ve tvaru: $y = 0,305x - 0,1082$, kde y je energie a x je číslo kanálu.

Po kalibraci jsme identifikovali prvky obsažené v neznámém vzorku (náušnice z bílého zlata). Energií naměřených píků $K\alpha$ jsme porovnávali s hodnotami v tabulkách a postupně určovali konkrétní prvky. V náušnici jsme naměřili zlato, měď, stříbro, nikl a rhodium, které se používá k povrchové úpravě bílého zlata. Také jsme naměřili zirkonium, které je obsaženo v zirkonech. Naměřené spektrum můžete vidět na obrázku 3.



Kvantitativní kalibrace

Kvantitativní kalibrace se používá pro zjištění množství konkrétního prvku přítomného ve vzorku. Měřili jsme obsah mědi a zinku v dvacetikoruně (rok výroby 2015) a naměřené výsledky jsme porovnali s hodnotami uvedenými Českou národní bankou. K měření jsme využili mosazné standardy se známým prvkovým složením mědi a zinku. Nejprve jsme naměřili plochy píků u mosazných standardů a potom u dvacetikoruny. Vytvořili jsme vztah mezi poměrem Cu/Zn ploch naměřených píků a jejich procentuálním zastoupením. Poměry jsme znázornili do grafu a proložením těchto bodů křivkou jsme určili rovnici pro kvantitativní kalibraci ve tvaru: $y = -0,0364x^2 + 0,8867x + 0,1012$, kde y poměr procent obsahu Cu/Zn a x poměr ploch píků Cu/Zn.

Pomocí této rovnice jsme vypočetli procentuální zastoupení mědi a zinku ve zkoumané dvacetikoruně. Měřením jsme zjistili, že dvacetikoruna obsahuje 69,2 % mědi a 30,8 % zinku. Na webových stránkách České národní banky jsme našli procentuální prvkové složení dvacetikoruny. Výrobce uvádí, že mince (vyráběny od roku 2012) jsou galvanicky pokovené slitinou mědi a zinku v poměru 70:30.

3 Závěr

Během projektu jsem se seznámila s novými měřicími metodami a vyzkoušela jsem si práci v laboratořích na FJFI. Naměřili jsme několik předmětů například zlatou náušnici, spínací špendlík nebo mince z ciziny. Měřením zlaté náušnice jsme zjistili, že kromě zlata obsahuje také stříbro, měď a již zmíněné rhodium. Dále jsme změřili krystaly na náušnici, které obsahovali zirkonium a stopové množství yttria.

Kvantitativní kalibrací jsme měřili obsah mědi a zinku v dvacetikorunové minci. Měřením se nám podařilo prokázat, že se jedná o pravou dvacetikorunu. Procentuální zastoupení se nám podařilo naměřit s jednocentní chybou.

Poděkování

Ráda bych poděkovala organizátorům Týdne vědy na FJFI a vedení Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT za pořádání skvělé akce pro studenty. Velké poděkování patří hlavnímu organizátorovi Týdne vědy Vojtěchu Svobodovi a supervizorovi miniprojektu Jiřímu Martinčíkovi.

Reference:

Materiály připravené pro akci Týden vědy

Česká národní banka 20 Kč [online]. Dostupný z webu:
https://www.cnb.cz/cs/platidla/mince/mince_20czk.html