

Rentgenfluorescenční analýza, pomocník nejen při studiu památek

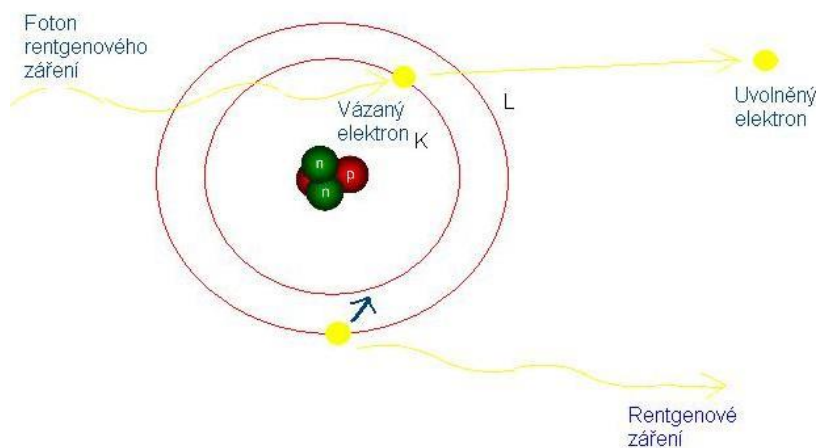
J. Kotěšovec; Gymnázium Omská
P. Vondráček; Gymnázium Kolín
F. Couf; Gymnázium Christiana Dopplera
V. Šafařík; Gymnázium a SOŠ Plasy
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT
(jirkakotesovec@gmail.cz)

Abstrakt

Rentgenfluorescenční analýza je metoda na zjištění prvkového složení a jejich zastoupení ve vzorku. Naším úkolem bylo seznámit se s metodou a následně ověřit pravost dvacetikorunové mince měřením a porovnáním obsahů mědi a zinku s údaji České národní banky.

1 Úvod

Principem rentgenfluorescenční analýzy je využití fotoefektu. Foton záření dopadá na elektron v elektronovém obalu atomu. Elektron foton pohltí, což zvýší jeho energii. Je-li následně jeho kinetická energie vyšší než vazebná, dojde k oddělení a vymrštění elektronu z elektronového obalu. Poté musí atom doplnit vzniklou díru po elektronu, jinak by byl nestabilní. Jiný elektron z vyššího orbitalu zaplní díru, přičemž musí vyzářit přebytek své energie. Tento přebytek je charakteristický pro každý prvek, označuje se jako charakteristické záření a dá se podle něho určit, o jaký prvek se jedná.



Obrázek. 1: Fotoefekt

2 Měření

Aparatura

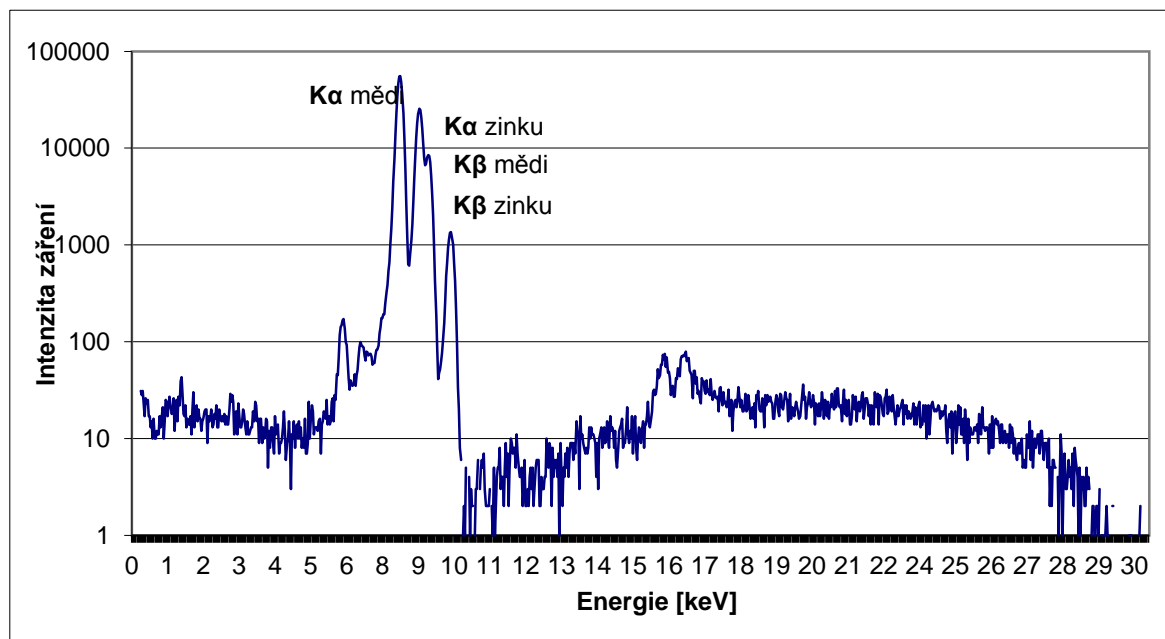
Aparatura se skládá ze dvou částí. Rentgenky, na které je napětí 30 kV a proud 0,5 μA , a detektoru na zaznamenávání energie a počtu impulzů. Celá aparatura nemusí být odstíněna, ale musí se brát v úvahu rozptýlené záření. Naměřené údaje jsou zaznamenávány v elektronické podobě do počítače. Před samotným měřením je potřeba provést tzv. energetickou kalibraci.

Energetická kalibrace

Pro energetickou kalibraci jsme použili kalibrační destičku, u které jsme znali předem její složení. V tabulkách jsme našli hodnoty čar charakteristického záření obsažených prvků a sestavili kalibrační křivku. Spočetli jsme kalibrační rovnici, která určuje závislost energie na čísle kanálu. Touto rovnicí jsme následně kalibrovali ostatní měřená spektra.

Kvantitativní kalibrace

Jelikož naším úkolem bylo zjistit množství prvků v minci, museli jsme provést kvantitativní kalibraci, která je nutná pro určení množství prvků ve vzorku. Použili jsme čtyři mosazné standardy se známým poměrem mědi a zinku. Ze vztahu mezi poměrem ploch píků a procentuálním zastoupením obou prvků ve vzorcích jsme vytvořili rovnici pro kvantitativní kalibraci. Z toho se poté dal vypočítat poměr mědi a zinku ve dvacetikoruně.



Obrázek 2 Křivka charakteristického záření

Výsledky

Do tabulky jsme napsali obsahy mědi a zinku v kalibračních standardech. V posledním sloupci je složení dvacetikoruny, které jsme zjistili z kvantitativní rovnice ve znění $y=0,0089x^2+1,2738x+0,0425$, kde x je poměr ploch píků mědi ku zinku. Podle údajů České národní banky měl vyjít obsah mědi 75 % a zinku 25 %. Nesrovnalost v našem měření může být způsobena opotřebením mince či nerovností měřeného povrchu.

Vzorek	300B	301B	302B	303B	20 Kč
Měď	53,4 %	65,8 %	75,7 %	84,6 %	73,6 %
Zinek	46,6 %	34,2 %	24,3 %	15,4 %	26,4 %

Tabulka 1 Složení kalibračních standardů

3 Shrnutí

Naše měření ukázalo, že dvacetikoruna námi měřená byla pravá. Při pokusu nebyla nijak poškozena, což je jedna z hlavních výhod této metody. Během našich experimentů jsme vyzkoušeli i mnoho jiných předmětů a zjistili jsme jejich prvkové složení. Mimo jiné kus betonu, dlažební kostku, stříbrný náhrdelník a odznáček poháru děkana FJFI.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat hlavnímu organizátorovi Týdne vědy Ing. Vojtěchu Svobodovi. Taktéž bychom chtěli poděkovat našemu ctěnému vedoucímu miniprojektu Ing. Jiřímu Martinčíkovi, za profesionální přístup a pomoc při vypracování. Důležitý dík patří všem restauracím v okolí ČVUT a to především tedy síti prodejen kuřecího masa KFC.