

# Rentgenfluorescenční analýza, pomocník nejen při studiu památek

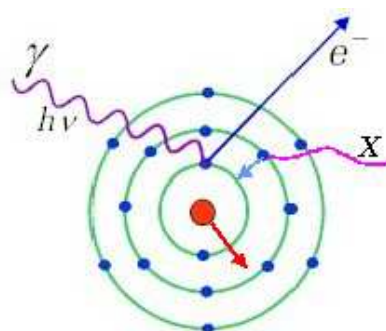
1. Adam Antoš Gymnázium Plasy adam.antos.x@seznam.cz
2. Anna Červenková Gymnázium Sokolov a KVC Ancervenkova@gmail.cz
3. Zdeněk Sháněl, Gymnázium Dr. Emila Holuba, zdenek.shanel@seznam.cz

## Abstrakt:

Naším úkolem bylo seznámit s Rentgenfluorescenční analýzou, nedestruktivní metodou zjišťující prvkové složení vzorků. Tato metoda má široké využití v různých typech oborů. Naším cílem bylo naučit se metodu používat k měření kvalitativního a kvantitativního prvkového složení vzorku.

## 1 Úvod

Rentgenfluorescenční analýza je nedestruktivní metoda založená na fotoelektrickém jevu. Při dopadu fotonu (budící částice) na atom dochází k uvolnění elektronu z vnitřních slupek atomu, pro účely analytického měření se využívají hladiny K, L. Volné místo je zaplněno elektronem z vnější slupky (viz obr.1) a dochází k vyzáření energetického rozdílu hladin ve formě charakteristického záření. Toto záření lze změřit a podle spektra určit prvkové složení vzorku.



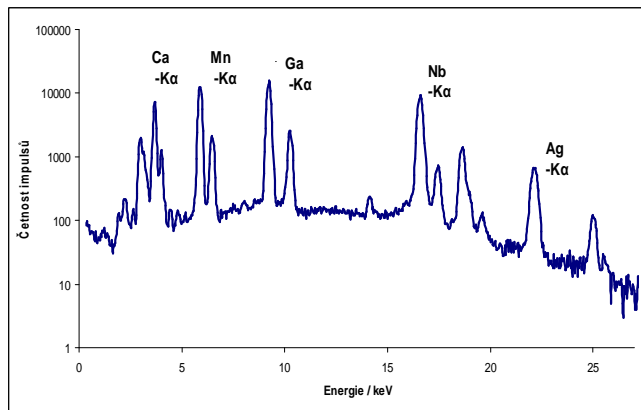
Obr. 1

## 2 Materiály a metody

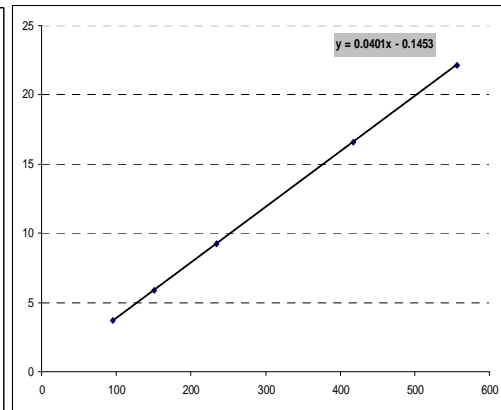
Měřicí aparatura se skládá z rentgenky, Si-PIN detektoru a držáku na vzorky, toto celé musí být odstíněno, aby nedocházelo k nežádoucímu ozáření pracovníků. Napětí na rentgence bylo 30 kV a proud se pohyboval v rozmezí 0,5-1  $\mu$ m. Výsledky jsou zaznamenávány pomocí spektrometrického detektoru ionizujícího záření (Si-PIN detektoru).

Před započítím každého nového měření by se měla provádět energetická kalibrace. K provedení kalibrace potřebujeme vzorky se známým prvkovým složením nebo kalibrační destičku. My jsme využili standardy jednotlivých prvků a to Ca, Mn, Ga, Nb, Ag (obr.2).

V tabulkách jsme vyhledali energie charakteristického záření těchto prvku a přiřadili jsme je k jednotlivým maximům a tak nám vznikla kalibrační rovnice (obr.3)



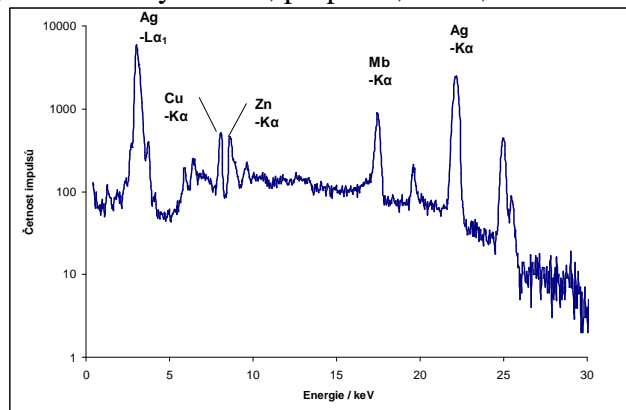
Obr.2



Obr.3

### 3 Výsledky

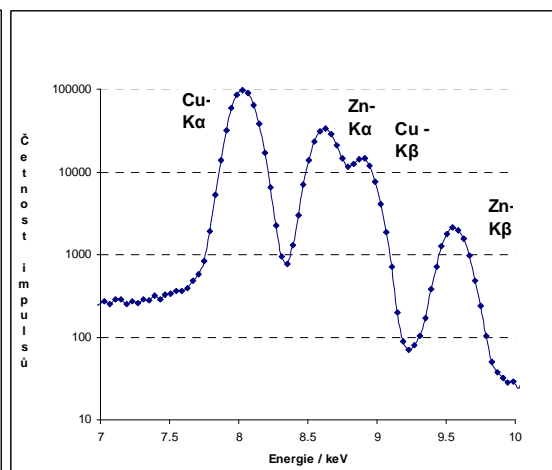
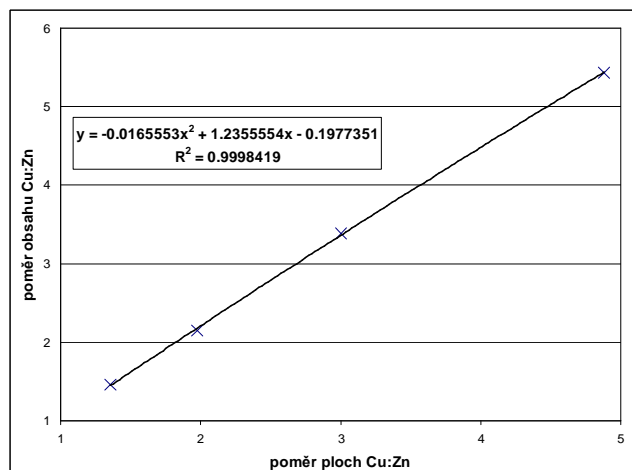
Po energetické kalibraci jsme schopni začít měřit i vzorky s neznámým složením. Pro naše testování jsme vybrali stříbrný řetízek, propisku, fotku, odznáček a šroubovák.



Obr.4

Ze vzorků uvádíme příklad naměřeného spektra stříbrného řetízku (viz Obr.4). Z něj je patrné, že obsahuje velké množství stříbra, ale nachází se v něm i měď (Cu), zinek (Zn), což je běžné složení stříbrných šperků. Též se ve spektru objevuje pík molybden (Mb), který pochází z rentgenky a pík argonu (Ar), jenž je přítomen ve vzduchu.

Dále jsme se pokusili udělat kvalitativní a kvantitativní analýzu dvacetikorunové mince.



Obr.5

Obr.6

Nejprve jsme si na stránkách České národní banky našly oficiální složení 20 korunové mince vyrobené před rokem 1993. Pro výpočet obsahu Cu a Zn je nejprve nutné sestavit kalibrační rovnici, která udává vztah mezi poměrem složení Cu:Zn a poměrem ploch píků Cu:Zn. K sestavení kalibrační křivky jsme použili standardy mosazi, u nichž známe obsah Cu a Zn a změřili jsme plochy píků (viz Obr.5) Ze spektra 20ti koruny (Obr.6) jsme určili poměr ploch píků a dosadili ho do rovnice na Obr.5 a získali tak obsah Cu a Zn. Výrobce deklaruje, že složení 20ti koruny je 750 dílů Cu a 250 dílů Zn. Nám vyšlo 770:230 dílů Cu:Zn. Tato nepřesnost může být způsobená fitováním spektra nebo opotřebením tenké vrstvy Cu a Zn na kovovém jádře mince.

## 4 Závěr

Seznámili jsme se s používáním aparatury pro rentgenfluorescenční analýzu a naměřili jsme si několik vzorků, u nichž jsme buď znali chemické složení nebo ne a na základě analýzy spekter jsme určovali jejich prvkové složení. Též jsme změřili a vypočetli množství Cu a Zn ve 20ti koruně a došli jsme k dobré shodě s deklarovanými hodnotami.

## Poděkování

V první řadě děkujeme supervizorovi Ing. Jiřímu Martinčíkovi za pomoc, rady během projektu a vtipný přístup. Dále panu Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. a v neposlední řadě FJFI ČVUT v Praze za uspořádání Týdne vědy na Jaderce.