

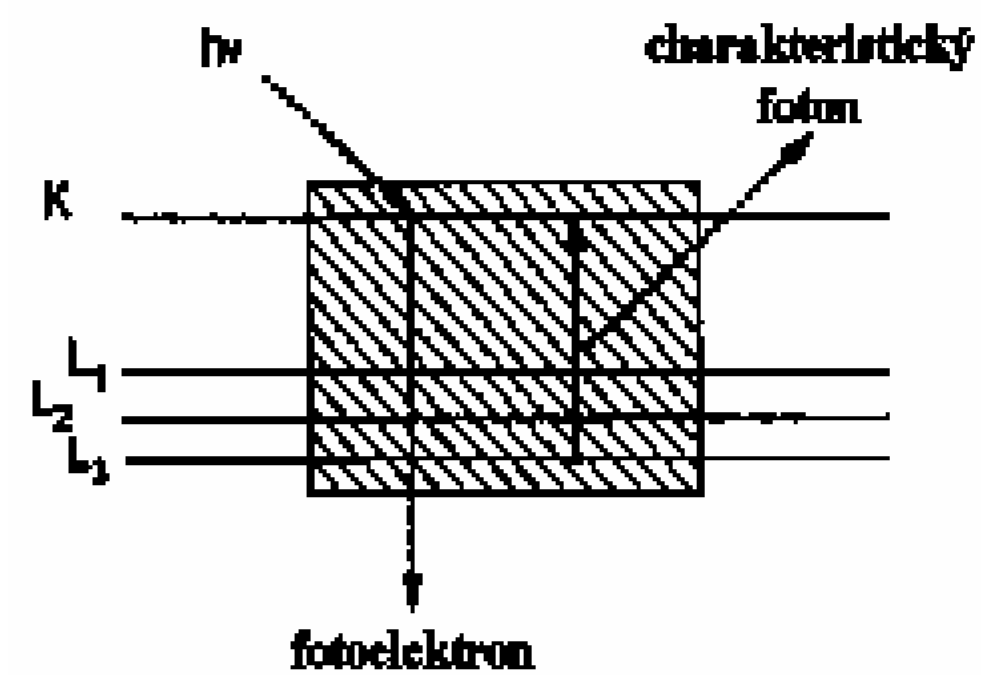
Aplikace rentgenfluorescenční analýzy při studiu památek

Z.Ferda, T.Kulatá, L.Bandas

Rentgenfluorescenční analýza je fyzikální metoda, pomocí které snadno, rychle a poměrně levně určíme prvkové složení materiálu. Využívá jevu tzv. fotoefektu a je založena na buzení charakteristického záření ve vzorku primárním zářením ze zdroje. Toto vybuzené záření se detekuje v polovodičovém detektoru a získaná data lze využít k analýze materiálu.



Rentgenka (vlevo) a polovodičový detektor (vpravo) při měření desek zemských ze sbírek Státního archivu v Praze



$$\text{fotoelektrická absorpce} + \text{zářivý přechod} = \text{fotoelektrický rozptyl}$$

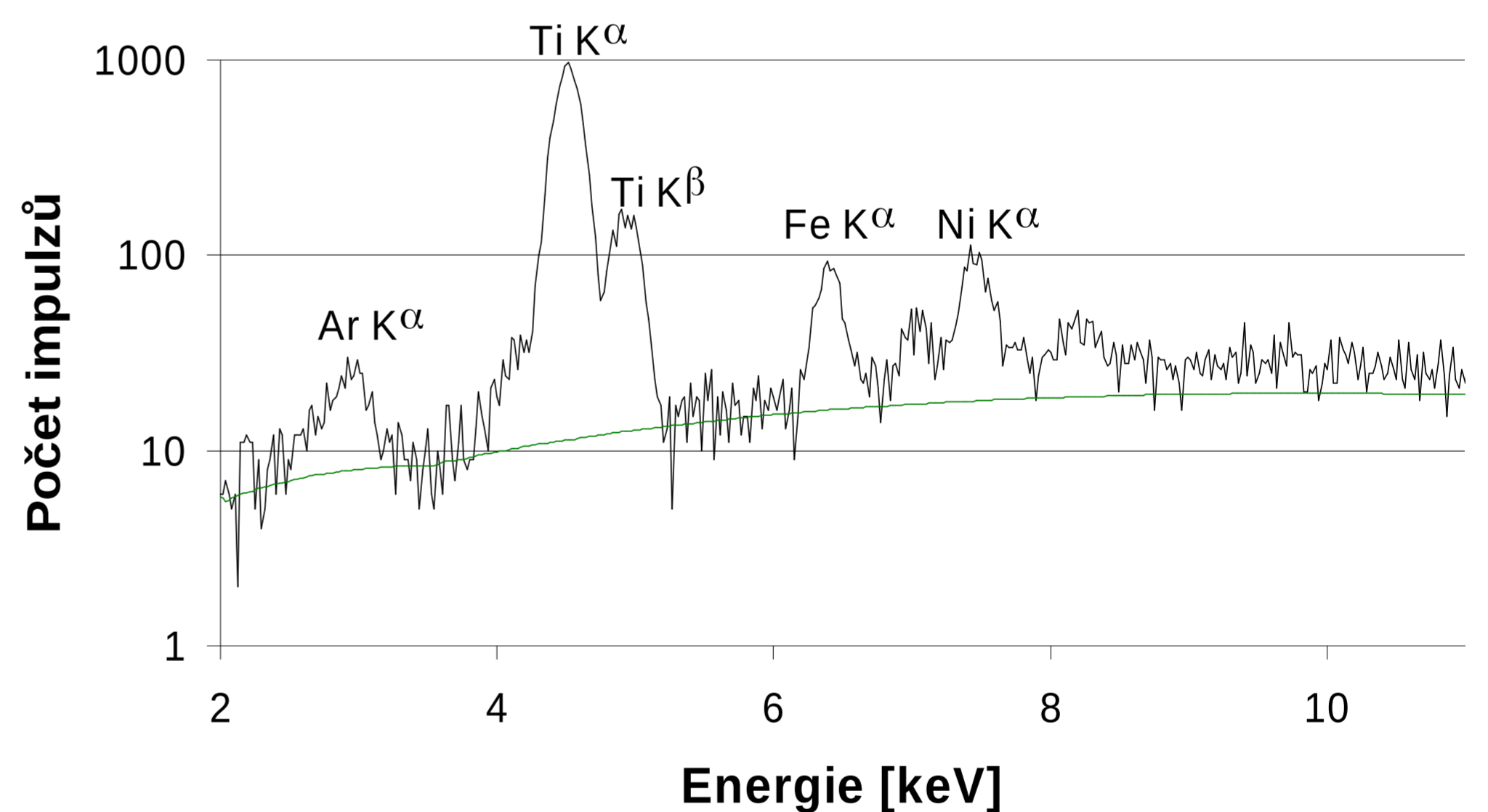
Princip fotoefektu a vzniku charakteristického záření

Foton je schopen z některé vnitřní slupky atomu vyrazit elektron za podmínky, že jeho energie je vyšší než vazebná energie příslušného elektronu k atomu. Na jeho místo se přemístí jiný z elektronů z vyšší slupky, čímž může dojít k vyzáření fotonů tzv. charakteristického záření. V atomech různých prvků je energetický rozdíl mezi hladinami různý, takže i energie charakteristického záření je rozdílná.

Praktická měření

U krejcaru jsme jako dominantní prvek identifikovali měď, ostatní prvky jsou přítomné v zanedbatelném množství. U stříbrné rakouské mince z doby Marie Terezie převažovalo stříbro a měď. Ve spektru hodiniek dominuje Cr a Fe, jedná se tedy zřejmě o pochromované železo nebo ocel, či o slitinu Fe a Cr. Ve vzorku plastu jsme identifikovali Ti, který se přidává k získání bílého zabarvení. U papíru převažoval vápník, který se v technologii výroby používá k bělení.

Plastikový kryt mobilu



U mosazných vzorků jsme provedli jak kvalitativní, tak kvantitativní analýzu, neboť jsme měli k dispozici potřebné standardy. Určovali jsme především poměr dvou hlavních složek, tedy Zn a Cu, viz tabulka níže. Z tabulky je patrné, že poměr Zn ku Cu v mincích v zásadě odpovídá poměru deklarovanému ČNB.

Detekční aparatura

Hlavní části aparatury jsou rentgenka, která emituje fotony budící charakteristické záření ve vzorku, a polovodičový detektor charakteristického záření.

Přístroje jsou připojeny na počítač, kde získáme požadované výsledky.

Rentgenka pracuje na podobném principu jako klasický rentgen s tím rozdílem, že je vymezen jen úzký svazek o průřezu 1mm², aby bylo možné měřit dostatečně malé plochy. Napětí je nižší než u rentgenu, v našem případě 30kV a proud také nižší, konkrétně 20 μA pro kovové a 50 μA pro nekovové vzorky.

Polovodičový detektor je v principu polovodičová dioda zapojená v závěrném směru, za normálních podmínek tedy nevede proud. V případě, že uvnitř citlivého objemu detektoru dojde k interakci ionizující částice, vytvoří se v důsledku této interakce v detektoru páry elektron, díra, které značně zvyšují vodivost. Počet těchto párů je úměrný energii, kterou částice v detektoru ztratila. Obvykle je to veškerá energie částice. Výška signálu je tedy úměrná energii částice.

Vlastnosti metody

Touto metodou není možné měřit obsah prvků se Z menším než přibližně 20. Rovněž detekční limit metody nepatří k nejlepším. V našem případě v řádu desetin procenta. Na druhou stranu je tato metoda levná, rychlá, nedestruktivní a měří všechny prvky najednou v širokém rozsahu koncentrací.



	deklarované hodnoty		naměřené hodnoty	
	Cu	Zn	Cu	Zn
klíč	-	-		
50 Kč střed	75	25	78,2	21,8
20 Kč	75	25	77,2	22,8