

Ozařování mincí

D. Dusík^[1], S. Gabrielová^[2], R. Rakašová^[3]

Gymnázium Christiana Dopplera, Zborovská 45, Praha 5 – Smíchov,

150 00^[1]; Gymnázium Jírovčova, Jírovčova 8, České Budějovice,

371 61^[2]; Gymnázium Teplice, Čs. Dobrovolců 11, Teplice, 415 01^[3]

denis.dusik@gmail.com^[1], simcagab@seznam.cz^[2],

r.rakasova@gmail.com^[3]

Abstrakt:

Cílem naší práce bylo zjištění materiálového složení kuvajtského dináru a padesáti haléřů českých za pomoci neutronové aktivační analýzy. Mince byly ozářeny na reaktoru VR-1 provozovaným ČVUT Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou. Samotná analýza proběhla na detektoru HPGe, který byl kalibrován pomocí ⁶⁰Co a ¹³⁷Cs.

1 Úvod

Naším cílem bylo zjištění prvkového složení dvou mincí. K tomu byla použita neutronová aktivační analýza užívaná od padesátých let minulého století. Ozářením zkoumaných objektů v jaderném reaktoru vznikají nuklidy emitující gama záření, které zachycuje a vyhodnocuje HPGe detektor.

2 Složení mincí

• Neutronová aktivační analýza

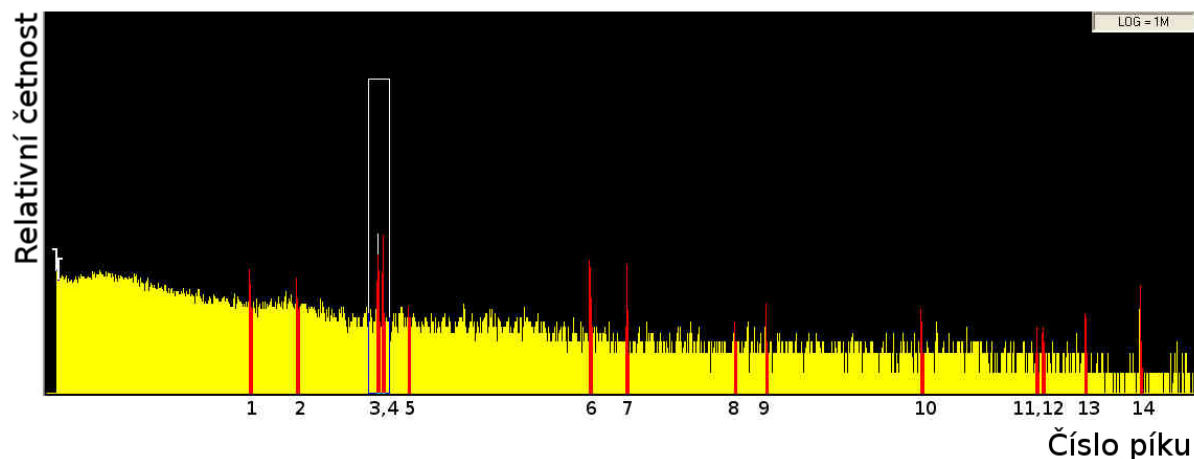
Princip analýzy spočívá v záchytu neutronu atomovým jádrem za vzniku aktivovaného nuklidu. Následné jaderné reakce jsou doprovázeny emisí gama záření o určitých energiích. Tyto energie jsou udávány v tabulkách^[1], využívaných při následné analýze.

• Provedení experimentu

Nejprve byly padesátihaléř a dinár připevněny s pomocí izolepy na plastový nosič, který byl poté spuštěn do reaktoru o výkonu 1E06, následně zvýšeného na 1E08 po dobu 25 minut. Pro zajištění radiační ochrany byly vzorky vytaženy 15 minut po odstavení reaktoru, kdy byla jejich aktivita již dostatečně nízká pro bezpečnou manipulaci. Mince byly dopraveny do laboratoře s HPGe (High-purity germanium) detektorem, s jehož pomocí bylo změřeno spektrum zkoumaných vzorků. Spektrum bylo analyzováno za pomoci programu Genni 2000. Nalezené energetické píky byly přiřazeny k jednotlivým izotopům na základě dat dostupných v databázi^[1].

• Výsledky

Spektrum padesátihaléře vygenerované programem Genni 2000 je zobrazeno na obrázku 1. Důležité píky jsou zaznamenány v tabulce 1. Podle nalezených píků byla stanovena přítomnost izotopů zapsaných v tabulce 2.



Obr. 1 - Spektrum padesátihaléře

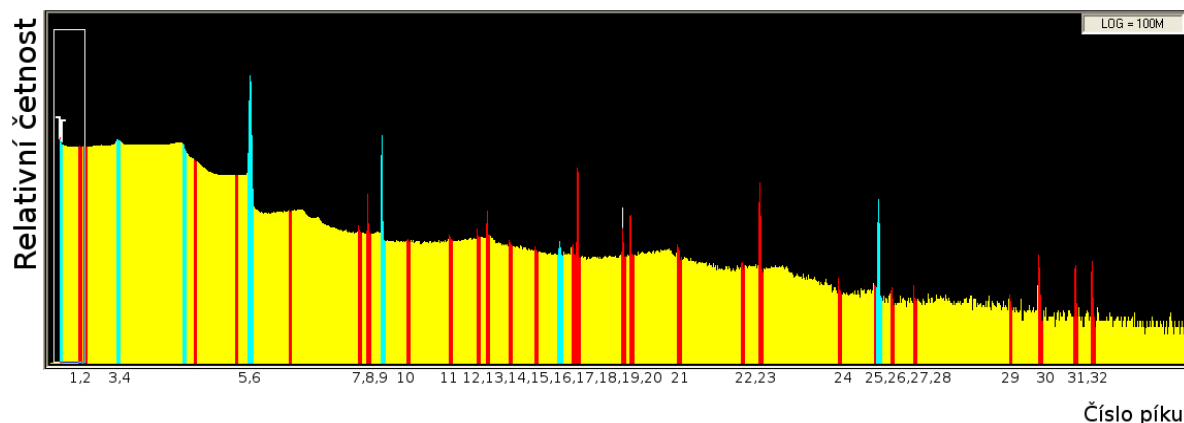
Tabulka 1 - Vybrané hodnoty energetických píků ze spektra padesátihaléře

Pík	Energie [keV]	Pík	Energie [keV]
1	511,73	8	1764,61
2	630,21	9	1810,74
3	834,12	10	2202,11
4	846,84	11	2491,77
5	911,09	12	2508,11
6	1368,49	13	2614,77
7	1460,82	14	2754,72

Tabulka 2 - Zjištěné izotopy v padesátihaléři (pořadí neodpovídá hmotnostní koncentraci)

Původní izotop	Vzniklý izotop	Píky
Fe-56/Mn-55	Mn-56	4, 9
Ga-71	Ga-72	2, 3, 10
Al-27	Na-24	6, 14

Spektrum kuvajtské mince vygenerované programem Genni 2000 je zobrazeno na obrázku 2. Důležité píky jsou zaznamenány v tabulce 3. Podle nalezených píků byla stanovena přítomnost izotopů zapsaných v tabulce 4.



Obr. 2 - Spektrum kuvajtské mince

Tabulka 3 - Vybrané hodnoty energetických píků ze spektra kuvajtské mince

Pík	Energie [keV]	Pík	Energie [keV]	Pík	Energie [keV]	Pík	Energie [keV]
1	74,17	9	846,83	17	1332,33	25	2112,00
2	86,09	10	911,28	18	1345,82	26	2113,57
3	171,44	11	1020,41	19	1460,97	27	2147,02
4	172,88	12	1090,90	20	1481,83	28	2204,62
5	511,65	13	1115,39	21	1602,04	29	2448,81
6	513,97	14	1173,02	22	1764,76	30	2523,57
7	788,79	15	1238,02	23	1810,96	31	2615,40
8	810,92	16	1595,82	24	2012,00	32	2658,35

Tabulka 4 - Zjištěné izotopy v kuvajtské minci (pořadí neodpovídá hmotnostní koncentraci)

Původní izotop	Vzniklý izotop	Píky
Fe-56/Mn-55	Mn-56	9, 23, 26, 30
Cu-63	Cu-64	18
Ni-64	Ni-65	13, 20

• Diskuse

Úloha byla komplikovaná vzhledem k velkému počtu píků. Ne vždy k nim bylo možné prokazatelně určit příslušné izotopy. Další problematikou byla časová prodleva mezi ozářením a analyzováním mincí, protože během této doby došlo ke ztrátě některých izotopů s krátkým poločasem rozpadu. Příkladem může být ^{27}Mg s poločasem rozpadu 9,5 minuty, který již nebyl v našem druhém měření po 18 hodinách zjištěný. Druhé měření proběhlo za účelem přeměření výsledků z prvního.

3 Shrnutí

Bylo zjištěno, že mince o hodnotě padesáti haléřů českých obsahuje hliník, galium a železo, pravděpodobně i malé množství manganu. Podle zdroje^[2] by měla tato mince obsahovat hliník a hořčík, zbylé prvky tedy budou příměsi či znečištění. Kuvajtská mince dle analýzy obsahuje měď, nikl a také železo s manganem. Z dostupného zdroje^[3] lze usoudit, že by tato mince měla být složena buď z mědi a niklu, či z mědi a mosazi. Vzhledem k tomu, že v naší minci se zinek nevyskytoval, muselo se jednat o první možnost.

Poděkování

Zvláštní poděkování patří veleváženým inženýrům Filipu Fejtovi a Milanu Štefánikovi za velmi ochotnou pomoc, vysvětlení a celkové provázení projektem.

Reference:

- [1] URL <<http://nucleardata.nuclear.lu.se/toi/>> verze 2.0 [citováno 16.června 2015]
- [2] URL <http://www.zlate-mince.cz/CRO_50_h.htm> [citováno 16.června 2015]
- [3] URL <<http://en.numista.com/catalogue/koweit-1.html>> [citováno 16.června 2015]