

Fyzikální praktikum 3 - úloha 12

Aktivace a poločas rozpadu krátkodobého radionuklidu

Teorie: Mimo druh záření je další charakteristikou radionuklidu jeho poločas rozpadu, tedy doba, kdy se aktivita radionuklidu sníží na polovinu. Místo aktivity se běžně mluví o počtu rozpadů, protože tyto dvě veličiny jsou úměrné. Poločas rozpadu se určuje ze zákona rychlosti radioaktivní přeměny

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t},$$

kde A_0 je počáteční aktivita, A_t aktivita v čase t a λ rozpadová konstanta. Poločas rozpadu se odtud získá jednoduše, pomocí rozpadové konstanty se dá vyjádřit jako

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}.$$

Poločas rozpadu tedy můžeme určovat z počtu rozpadlých jader. Tento postup je vhodný v případech, kdy je poločas rozpadu krátký, v případech dlouhého poločasu rozpadu se používá měrné aktivity.

Popis měření: Budeme měřit poločas rozpadu dvou prvků, Va a Ag . Nejdříve je nutné změřit pozadí obou vzorků a pak aktivovat neutronovým zdrojem. Minimální vhodná doba je cca. 10-násobek poločasu rozpadu. Poté je vzorek přemístěn do čítače pulzů. Zde se vždy ukáže počet pulzů v předem daném intervalu.

Stříbro má 2 stabilní izotopy s různými aktivacemi a následnými poločasy rozpadu, takže vyhodnocování je obtížnější. Ze získané křivky závislosti počtu rozpadlých jader na čase je nutné nejdříve oddělit obě složky. Složka s delší dobou rozpadu se získá lineární interpolací z konce měření a odtud odečtením složka s kratším poločasem rozpadu.

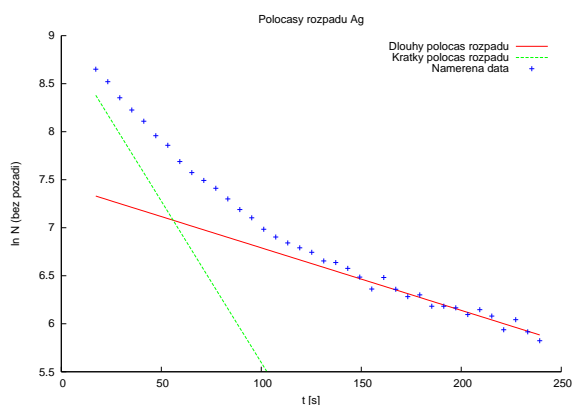
U vanadu je situace jednodušší, protože ten se přirozeně vyskytuje ve formě jen jednoho izotopu, ^{51}V . Aktivací vanadu může vzniknout více nuklidů. Úkolem tedy je, identifikovat vzniklý radionuklid.

Měření a výsledky:

Pozadí Ag : $N = 2620$, $t = 400s$.

$\Delta t = 6s$, čas nutný k přenešení vzorku: $T = 11,25s$

$t[s]$	N_{v+p}	N_v	N_1	$N_v - N_1$
17,25	5753	5713	1525	4188
23,25	5058	5019	1466	3553
29,25	4285	4246	1410	2836
35,25	3775	3736	1356	2380
41,25	3364	3325	1304	2021
47,25	2898	2859	1254	1605
53,25	2626	2587	1206	1381
59,25	2223	2184	1160	1024
65,25	1986	1947	1115	832
71,25	1833	1794	1073	721
77,25	1693	1654	1032	622
83,25	1519	1480	992	488
89,25	1364	1325	954	371
95,25	1255	1216	917	299
101,25	1118	1079	882	197
107,25	1035	996	848	148
113,25	975	936	816	120
119,25	929	890	785	105
125,25	888	849	755	94
131,25	815	776	726	50
137,25	802	763	698	65
143,25	757	718	671	47
149,25	695	656	645	11
155,25	618	579	621	
161,25	692	653	597	
167,25	617	578	574	
173,25	574	535	552	
179,25	584	545	531	
185,25	523	484	510	
191,25	523	484	491	
197,25	515	476	472	
203,25	483	444	454	
209,25	506	467	437	
215,25	476	437	420	
221,25	418	379	404	
227,25	460	421	388	
233,25	410	371	373	
239,25	377	338	359	



Směrnice přímky dlouhého poločasu rozpadu:

$$-\lambda =$$

$$= (-0,0065 \pm 0,0006)s^{-1}$$

$$\text{Poločas rozpadu: } T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = (107 \pm 10)s.$$

Směrnice přímky krátkého poločasu rozpadu:

$$-\lambda =$$

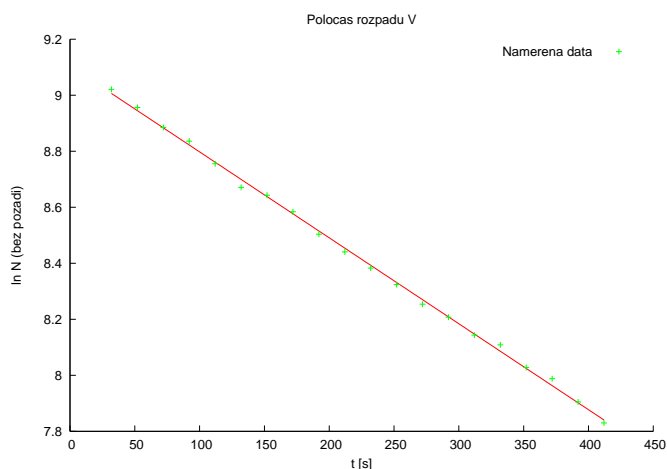
$$= (-0,0336 \pm 0,0005)s^{-1}$$

$$\text{Poločas rozpadu: } T_{\frac{1}{2}} = (20,6 \pm 0,3)s$$

Pozadí V : $N_p = 2140$, $t = 400s$

$\Delta t = 20s$, čas nutný k přenesení vzorku: $T = 12,00s$

$t[s]$	N_{v+p}	N_v
32,00	8381	8274
52,00	7865	7758
72,00	7330	7223
92,00	6985	6878
112,00	6552	6345
132,00	5938	5831
152,00	5777	5670
172,00	5453	5346
192,00	5040	4933
212,00	4738	4631
232,00	4479	4372
252,00	4228	4121
272,00	3950	3843
292,00	3776	3669
312,00	3548	3441
332,00	3430	3323
352,00	3173	3066
372,00	3052	2945
392,00	2818	2711
412,00	2622	2515



Směrnice přímky: $-\lambda = (-0,00307 \pm 0,00003)s^{-1}$

Poločas rozpadu: $T_{\frac{1}{2}} = (226 \pm 3)s$

Závěr: Prvním úkolem bylo zjištění poločasů rozpadů dvou izotopů stříbra, jejichž mateřské produkty se vyskytují v přírodě. Naměřené poločasy rozpadů ($107s$; $20,6s$) se liší od tabulkových hodnot ($142,2s$; $24,6s$), v obou případech jsou časy menší. Zdroj chyby se může nacházet ve výběru bodů, ze kterých se zjišťoval dlouhý poločas rozpadu. To následně ovlivnilo zbytek výpočtů.

Poločas rozpadu nuklidu vzniklého při aktivaci vanadu vyšel $226s$, což hodně přesně odpovídá poločasu rozpadu izotopu ^{52}V . Lze tedy říct, že aktivací stabilního izotopu vanadu vznikne s největší pravděpodobností právě tento izotop. Další možné již nejsou tak výrazné, nejspíš by se projevil až po výrazně delší době měření.