

Petr Novotný

Úloha č. 12

Aktivace a poločas přeměny krátkodobého radionuklidu

Poločas přeměny (rozpadu) je základní konstantou, která charakterizuje každý radionuklid. U krátkodobých radionuklidů se k jeho stanovení užívá metody měření přeměnové (rozpadové) křivky. Poločas rozpadu určíme ze zákona rychlosti radioaktivní přeměny

$$A_t = A_0 \exp(-\lambda t)$$

kde A_0 je počáteční aktivita, A_t je aktivita v čase t a λ je rozpadová konstanta

Jsou-li během měření zachovány stejné podmínky geometrického uspořádání, lze místo aktivity užít počtu naměřených impulsů N .

Rozpadovou konstantu určíme z rovnice

$$\ln N = -\lambda t + konst.$$

jako směrnici funkce $\ln N = f(t)$.

Aktivace stříbra a vanadu

Aktivací rozumíme vznik radioaktivního nuklidu jadernou reakcí. Závislost aktivity vznikajícího nuklidu na době ozařování je dána vztahem

$$A_t = A_{sat} [1 - \exp(-\lambda t)]$$

kde A_{sat} je rovnovážná, tzv. nasycená aktivita.

Nejprve změříme zbytkovou aktivitu pozadí. Měření trvalo 600s. Pro stříbro byl počet impulsů 4194, tedy 42 impulsů za 6s. Pro vanad byl počet impulsů 4094, tedy 136 impulsů za 20s.

Vzorek ozařujeme do vzniku nasycené aktivity (přibližně 25min) a poté jej přeneseme do scintilačního detektoru, kde začneme měřit přeměnovou křivku. Hodnoty zaznamenáváme u stříbra po 6s, u vanadu po 20s.

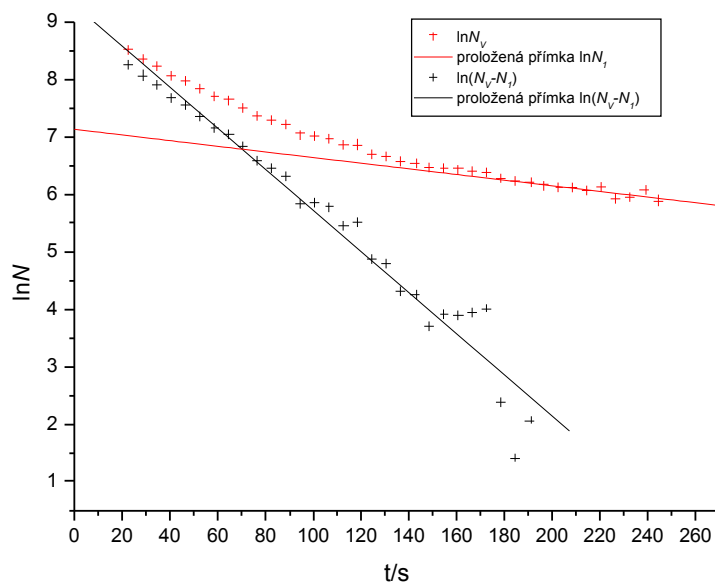
Čas přenosu vzorku od ukončení aktivace do začátku měření byl pro stříbro 16,53s a pro vanad 9,47s.

Aktivace stříbra:

t/s	$N_V + N_P$	N_V	$\ln N_V$
22,53	5040	4998	8,5168
28,53	4311	4269	8,3591
34,53	3815	3773	8,2356
40,53	3236	3194	8,0690
46,53	2963	2921	7,9797
52,53	2590	2548	7,8431
58,53	2272	2230	7,7098
64,53	2114	2072	7,6363
70,53	1865	1823	7,5082
76,53	1630	1588	7,3702
82,53	1516	1474	7,2957

t/s	N_V+N_P	N_V	$\ln N_V$
88,53	1411	1369	7,2218
94,53	1176	1134	7,0335
100,53	1160	1118	7,0193
106,53	1110	1068	6,9735
112,53	1001	959	6,8659
118,53	993	951	6,8575
124,53	855	813	6,7007
130,53	826	784	6,6644
136,53	760	718	6,5765
142,53	737	695	6,5439
148,53	689	647	6,4723
154,53	681	639	6,4599
160,53	663	621	6,4313
166,53	649	607	6,4085
172,53	636	594	6,3869
178,53	576	534	6,2804
184,53	554	512	6,2383
190,53	543	501	6,2166
196,53	512	470	6,1527
202,53	500	458	6,1269
208,53	499	457	6,1247
214,53	476	434	6,0730
220,53	503	461	6,1334
226,53	417	375	5,9269
232,53	428	386	5,9558
238,53	480	438	6,0822
244,53	401	359	5,8833

Do grafu vyneseme závislost $\ln N_V = f(t)$. Extrapolací lineární části ($t > 200s$) získáme hodnoty $\ln N_{1(t_0)}$ a $\ln N_{1(t_1)}$ dlouhodobého nuklidu ^{108}Ag v časovém intervalu ($t_0=0s, t_1=200s$).



Přeměnovou konstantu dlouhodobého nuklidu ^{108}Ag získáme ze směrnice funkce $\ln N_1 = f(t)$.
 $-\lambda = -0,005\text{s}^{-1}$, odtud získáme poločas rozpadu tohoto nuklidu $T = \ln 2 / \lambda = 141\text{s} = 2,35\text{min}$ (tabulková hodnota je $T = 2,4\text{min}$)

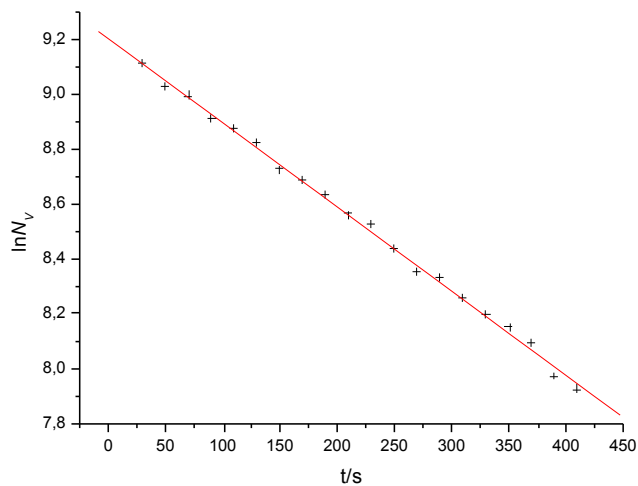
Přeměnovou konstantu krátkodobého nuklidu ^{110}Ag získáme ze směrnice funkce $\ln(N_V - N_1) = f(t)$.
 $-\lambda = -0,036\text{s}^{-1}$, odtud získáme poločas rozpadu tohoto nuklidu $T = \ln 2 / \lambda = 19\text{s}$ (tabulková hodnota je $T = 24\text{s}$)

Aktivace vanadu:

t/s	$N_V + N_P$	N_V	$\ln N_V$
29,47	9218	9082	9,1140
49,47	8482	8346	9,0295
69,47	8174	8038	8,9919
89,47	7563	7427	8,9129
109,47	7300	7164	8,8768
129,47	6936	6800	8,8247
149,47	6289	6153	8,7247
169,47	6072	5936	8,6888
189,47	5761	5625	8,6350
209,47	5353	5217	8,5597
229,47	5191	5055	8,5281
249,47	4758	4622	8,4386
269,47	4384	4248	8,3542
289,47	4296	4160	8,3333

t/s	N_V+N_P	N_V	$\ln N_V$
309,47	3999	3863	8,2592
329,47	3773	3637	8,1989
349,47	3604	3468	8,1513
369,47	3416	3280	8,0956
389,47	3035	2899	7,9721
409,47	2896	2760	7,9230

Do grafu vyneseme závislost $\ln N_V$ na čase



Směrnice přímky má hodnotu $-0,003s^{-1}=-\lambda$. Poločas rozpadu nuklidu ^{51}V určíme ze vztahu $T=\ln 2/\lambda=226s=3,77\text{min}$ (tabulková hodnota je $T=3,77\text{min}$)