

WYZNACZANIE CZASÓW POŁOWICZNEGO ZANIKU IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

UKŁAD POMIAROWY

Na stanowisku pomiarowym znajdują się: licznik Geigera–Müllera (G–M), umieszczony w osłonie ołowianej, zmniejszającej tło detektora, przyrząd ST 360 Radiation Counter, który zawiera zasilacz wysokiego napięcia, wzmacniacz oraz przelicznik impulsów. W pomiarach wykorzystywana jest srebrna płytką, którą poddaje się napromieniowaniu (aktywacji). Do aktywacji służy źródło neutronów umieszczone w oddzielnym pomieszczeniu. Źródło to wyposażone jest w kanały aktywujące, w których umieszcza się na określony czas badaną próbkę (płytkę srebrną).

Pomiar jest sterowany przy pomocy programu komputerowy.

POMIARY

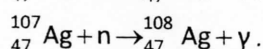
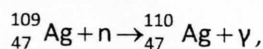
1. Płytkę srebra umieścić w kanale źródła neutronów. W tym celu należy wyjąć długi korek oznaczony strzałką.
↳ *Uwaga! Nie zaglądać do otworu kanału, nie przebywać w pobliżu źródła dłużej niż to jest konieczne. Czas aktywacji próbki powinien wynosić około 20 min.*
2. Włączyć przyrząd ST 360.
3. Włączyć komputer i program obsługujący przyrząd ST 360.
4. Przygotować program obsługujący przyrząd ST 360 do pomiarów tła:
 - a. ustawienie wysokiego napięcia na liczniku G-M: 520V
 - b. ustawienie czasu pomiaru: 60 s
 - c. ustawienie powtórzeń: 10 razy.
5. Wyznaczyć tło detektora tzn. zmierzyć liczbę impulsów w pustym domku ołowianym detektora.
6. Przygotować program obsługujący przyrząd ST 360 do pomiarów promieniowania próbki:
 - d. ustawienie wysokiego napięcia na liczniku G-M: 520V
 - e. ustawienie czasu pomiaru (ustalić z prowadzącym): np. 2 lub 6 s
 - f. ustawienie powtórzeń (ustalić z prowadzącym): np. 200 razy.
7. Wyjąć srebrną płytkę z kanału źródła neutronów, umieścić ją (możliwie szybko) blisko licznika G-M wewnątrz osłony ołowianej.
8. Pomiaru można przerwać po osiągnięciu poziomu tła.

OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

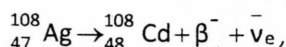
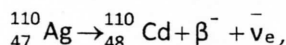
1. Wyrazić otrzymane wyniki pomiarów w imp/s.
2. Odjąć od wszystkich wyników wartość tła (również w imp/s).
3. Pomiaru, których wartości są mniejsze od wartości tła należy odrzucić.
4. Otrzymane w ten sposób szybkości zliczeń impulsów I , których źródłem jest promieniowanie β izotopów srebra, przedstawić w funkcji czasu w skali półlogarytmicznej, tzn.:

$$\ln(I) = f(t).$$

↳ Podczas napromieniowania neutronami termicznymi (pochodzą ze źródła radowo – berylowego) czystego srebra, które jest mieszaniną stabilnych izotopów $^{109}_{47}\text{Ag}$ i $^{107}_{47}\text{Ag}$, zachodzą następujące reakcje:



Powstałe izotopy są niestabilne i podlegają rozpadowi β z czasami połowicznego zaniku odpowiednio $T_1 = 24,2\text{s}$ oraz $T_2 = 2,4\text{min.}$:



gdzie $\bar{\nu}_e$ oznacza antyneutrino elektronowe.

5. Początek wykresu zdominowany jest przez rozpad krótkożyciowego izotopu $^{110}_{47}\text{Ag}$, natomiast dla dalszej części wykresu można przyjąć, że dotyczy już tylko izotopu trwalszego $^{108}_{47}\text{Ag}$. Aktywność badanej próbki (zawierającej dwa izotopy promieniotwórcze) wyraża wzór:

$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t},$$

gdzie λ_1 i λ_2 oznaczają odpowiednio stałe rozpadu poszczególnych izotopów. Po upływie dostatecznie długiego czasu (dla $t > t_1$) w próbce pozostaje tylko izotop długożyciowy, czyli

$$A = A_2 e^{-\lambda_2 t}.$$

Na wykresie należy wybrać moment t_1 , od którego izotop krótkożyciowy nie ma praktycznie wpływu na przebieg wykresu.

6. Do wyników pomiaru uzyskanych dla $t > t_1$ przedstawionych na wykresie, dopasować prostą metodą regresji liniowej.
7. Znając współczynnik kątowy prostej wyznaczyć wartość stałej λ_2 oraz czas T_2 połowicznego zaniku (po tym czasie liczba zliczeń maleje o połowę) izotopu długożyciowego:

$$T_2 = \frac{\ln 2}{\lambda_2}.$$

8. Dla przedziału czasu $0 < t < t_1$ obliczyć szybkość zliczeń impulsów I_1 pochodzących z rozpadu β izotopu krótkożyciowego. Szybkość zliczeń wyznaczyć jako różnicę całkowitej szybkości zliczeń I , w poszczególnych przedziałach czasu oraz szybkości zliczeń I_2 wyliczonej z równania prostej otrzymanej zgodnie z punktem 3 ($I_1 = I - I_2$).
9. Postępując analogicznie jak dla izotopu długożyciowego, przedstawić na wykresie funkcję $\ln(I_1) = f(t)$.
10. Metodą regresji liniowej dopasować prostą do punktów pomiarowych.
11. Na podstawie uzyskanej wartości współczynnika kąтового prostej wyznaczyć stałą rozpadu λ_1 oraz czas T_1 połowicznego zaniku izotopu krótkożyciowego.