

**OZNACZANIE
CZASU POŁOWICZNEGO ROZPADU
DLA NATURALNEGO NUKLIDU ^{40}K**

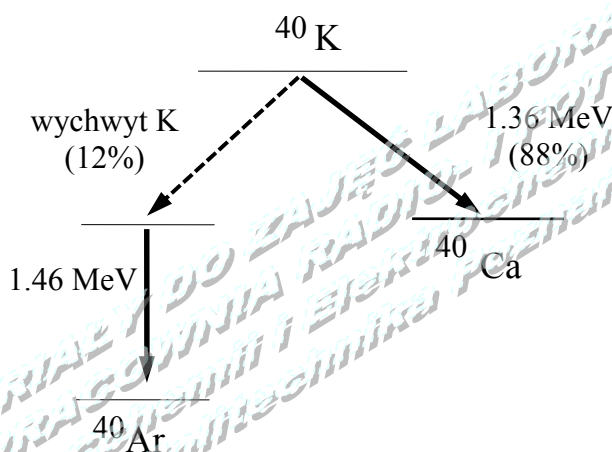
Instrukcję przygotował:
dr, inż. Zbigniew Górski
Poznań, grudzień, 2004.

WSTĘP

Naturalny potas stanowi mieszaninę trzech nuklidów: ^{39}K (93.08%), ^{40}K (0.012%) oraz ^{41}K (6.91%). Nuklid ^{40}K jest izotopem promieniotwórczym, którego półokres rozpadu jest stosunkowo długi. Nuklid ten ulega samorzutnej przemianie promieniotwórczej na jednej z dwóch dróg:

- przemiana β^- z emisją negatonu o maksymalnej energii 1.32 MeV; w wyniku tej przemiany powstaje nuklid ^{40}Ca , a ulega jej 88% rozpadających się atomów ^{40}K ,
- przemiana polegająca na wychwyceniu przez jądro jednego elektronu z orbity K (tzw. „wychwyt K”), czemu towarzyszy emisja kwantu promieniowania rentgenowskiego oraz dalsza przemiana na atom argonu ^{40}Ar z wypromieniowaniem fotonu gamma o energii 1.46 MeV; wychwytowi K podlega 12% rozpadających się atomów ^{40}K .

Tak więc nuklid ^{40}K ulegając promieniotwórczemu rozpadowi emituje twarde promieniowanie beta oraz twarde promieniowanie gamma, a ponadto fotony o energii w zakresie rentgenowskim. Rozkład nuklidu ^{40}K ilustruje następujący schemat:



Oznaczanie półokresu rozpadu dla długowiecznych nuklidów radioaktywnych opiera się na założeniu, że ilość atomów tych pierwiastków można przyjąć praktycznie jako wartość niezmienną w ciągu setek lat. W wyniku tego założenia liczba atomów rozpadających się w ciągu jednostki czasu na jednostkę masy będzie stała (w przeciwieństwie do izotopów krótkożyciowych) i proporcjonalna do stałej rozpadu λ :

$$-\frac{dN}{dt} = A = \lambda \cdot N = \text{const.} \quad (1)$$

gdzie:

N - ilość atomów w preparacie,

A - aktywność preparatu,

λ - stała rozpadu.

Stąd:

$$\lambda = \frac{A}{N} \quad (2)$$

a półokres rozpadu T znajdujemy z założenia:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$$

skąd:

$$T = \frac{1}{\lambda} \ln 2 = \frac{0,693}{\lambda} \quad (3)$$

W związku z tym, w celu oznaczeniu okresu połowicznego zaniku dowolnego długotrwałego izotopu promieniotwórczego, należy zmierzyć bezwzględną liczbę rozpadów w jednostce masy tego czystego nuklidu w ciągu jednostki czasu.

1. CEL ĆWICZENIA

1.1. Zapoznanie się z:

- zasadami pomiaru radioaktywności oraz zjawiskiem samoabsorpcji cząstek beta w preparacie,
- sposobem oznaczania bardzo długich półokresów rozpadu promieniotwórczego,

1.2. Obliczenie okresu połowicznego zaniku dla ^{40}K .

2. APARATURA I ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA

1. Komputerowy licznik promieniowania MAZAR
2. Waga analityczna
3. Źródło uranowe promieniowania na aluminiowej miseczce pomiarowej
4. Chlorek potasu (KCl – POCH, czda).

OPIS APARATURY I PRZYGOTOWANIE APARATURY DO PRACY

Patrz instrukcja licznika MAZAR

UWAGA !!! **Włączenie aparatury powinno odbyć się w obecności prowadzącego.**

1. Uruchomić radiometr i komputer pomiarowy.
2. Ustawić czas zliczania na 100 s.
3. Ustawić dolny próg analizatora amplitudy na 180, górny na wartość maksymalną.
4. Ustawić liczbę powtórzeń na 5.
5. Umieścić w domku pomiarowym preparat promieniotwórczy.
6. Rozpocząć pomiar.
7. Po zakończeniu pomiaru zapisać wynik.
8. Po zakończeniu pomiarów wyłączyć interfejs ekranowy licznika.
9. Skopiować wyniki pomiarów.
10. Zamknąć system WINDOWS i wyłączyć komputer.

WYKONANIE ĆWICZENIA

Oznaczenie półokresu rozpadu nuklidu ^{40}K .

- Określić wielkość jałowego biegu (tła) licznika wykonując pomiar pięć razy po 100 s.
- Wyznaczyć wydajność liczenia dla stosowanego układu pomiarowego mierząc pięć razy aktywność wzorcowego źródła promieniowania.
- Odważyć 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.5, 0.8 g KCl (z dokładnością do czwartego miejsca po przecinku). Następnie zmierzyć radioaktywność przygotowanych próbek KCl. Pomiary przeprowadzić pięciokrotnie po 100s.
- Wyniki zapisać w tabeli:

masa KCl [g]	impulsy/100s	średnio impulsy/100s	aktywność bez tła impulsy/100s
0 (TŁO)	1. 2. 3. 4. 5.		
0.05	1. 2. 3. 4. 5.		
....			
0.8	...		

OPRACOWANIE WYNIKÓW

1. Wykreślić na papierze milimetrowym krzywą zależności szybkości liczenia od ilości KCl w próbce. Uzyskaną krzywą ekstrapolować do prostej (potrzeba ta wynika z samopochłaniania promieniowania beta w preparacie KCl). Uwaga: punkt (0,0) należy do prostej!
2. Określić liczbę cząstek beta przypadającą na 1g KCl w danych warunkach pomiarowych w ciągu 100s, po poprawieniu na samopochłanianie cząstek beta.
3. Obliczyć stałą rozpadu oraz półokres zaniku ^{40}K .

Do obliczeń należy przyjąć wyznaczoną wcześniej wydajność licznika. Poprawka ta wynika głównie z ograniczonego kąta bryłowego, pod którym licznik „widzi” cały preparat. Następnie należy tak poprawioną radioaktywność 1g KCl wyrazić w impulsach na 1 sekundę, dalej przeliczyć ją na 1g czystego potasu, przyjmując, że średnia masa atomowa potasu wynosi 39.1, a masa cząsteczkowa KCl wynosi 74.55.

Dalej przelicza się tą aktywność na jeden gramoatom ^{40}K . Na tym etapie obliczeń uwzględnia się fakt, że nuklid ^{40}K jest zawarty w naturalnej mieszaninie izotopów potasu tylko w ilości 0.012%. Po uwzględnieniu tej ostatniej okoliczności otrzymuje się liczbę

promieniotwórczych rozpadów jaka zachodzi w jednej sekundzie w jednym gramoatomie czystego nuklidu ^{40}K . Jest to zatem aktywność A ze wzoru (2) na stałą rozpadu, w którym N oznacza wtedy liczbę Avogadro.

Po obliczeniu wartości stałej rozpadu (w s^{-1}) należy obliczyć połokres rozpadu T dla izotopu ^{40}K i otrzymany wynik w sekundach przekształcić na wartość liczbową w latach.

UWAGA: w fizyce rok ma zawsze 365 dni.

Obydwie otrzymane wartości należy porównać z danymi z tablicy pierwiastków promieniotwórczych.

LITERATURA

1. A. B. Niesmiejanow (i inni): Ćwiczenia z radiochemii, PWN 1959.
2. W. Boczkariow (i inni): Pomiary aktywności źródeł promieniowania beta i gamma, PWN 1956.
3. R. T. Overman, H. M. Clark: Izotopy promieniotwórcze, metodyka stosowania, WNT 1963.
4. J. Sobkowski: Chemia Jądrowa, PWN 1981.
5. A. Lewandowski, S. Magas: Wiadomości do Ćwiczeń laboratoryjnych z chemii fizycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1994.
6. S. Magas: Technika izotopowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997.
7. A. Z. Hrynkiewicz: Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN 2001.
8. W. Gorączko: Radiochemia i ochrona radiologiczna, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2003.