

ĆWICZENIE 4

WYZNACZANIE BEZWZGŁĘDNEJ AKTYWNOŚCI ŹRÓDŁA METODĄ KOINCYDENCJI

CEL ĆWICZENIA

- Oszacowanie bezwzględnej aktywności źródła: ^{60}Co
- Wyznaczenie zależności liczby zliczeń koincydencji od czasu rozdzielczego
- Zapoznanie się z budową i zasadą działania układu koincydencyjnego

ZAGADNIENIA

- Budowa i zasada działania licznika scyntylicyjnego
- Budowa i zasada działania układów koincydencyjnego i antykoincydencyjnego
- Wyznaczanie aktywności izotopu ^{60}Co metodą koincydencji
- Oddziaływanie promieniowania γ z materią

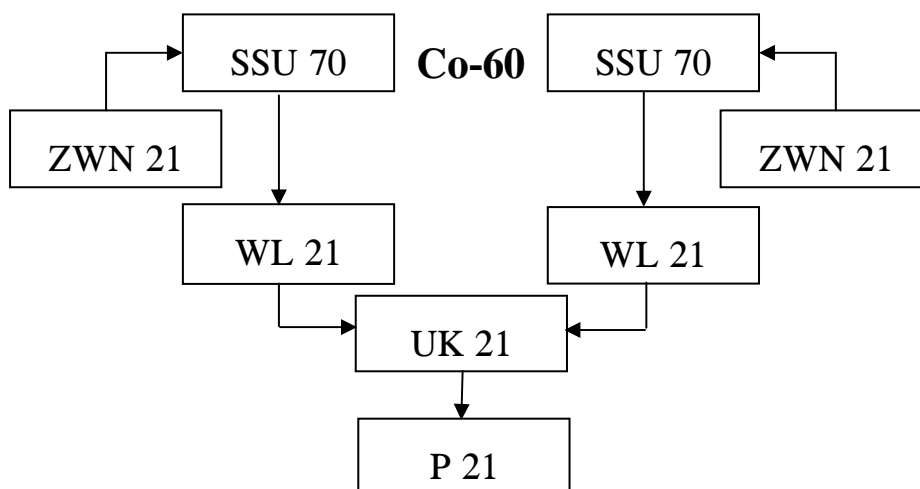
ŹRÓDŁO PROMIENIOTWÓRCZE

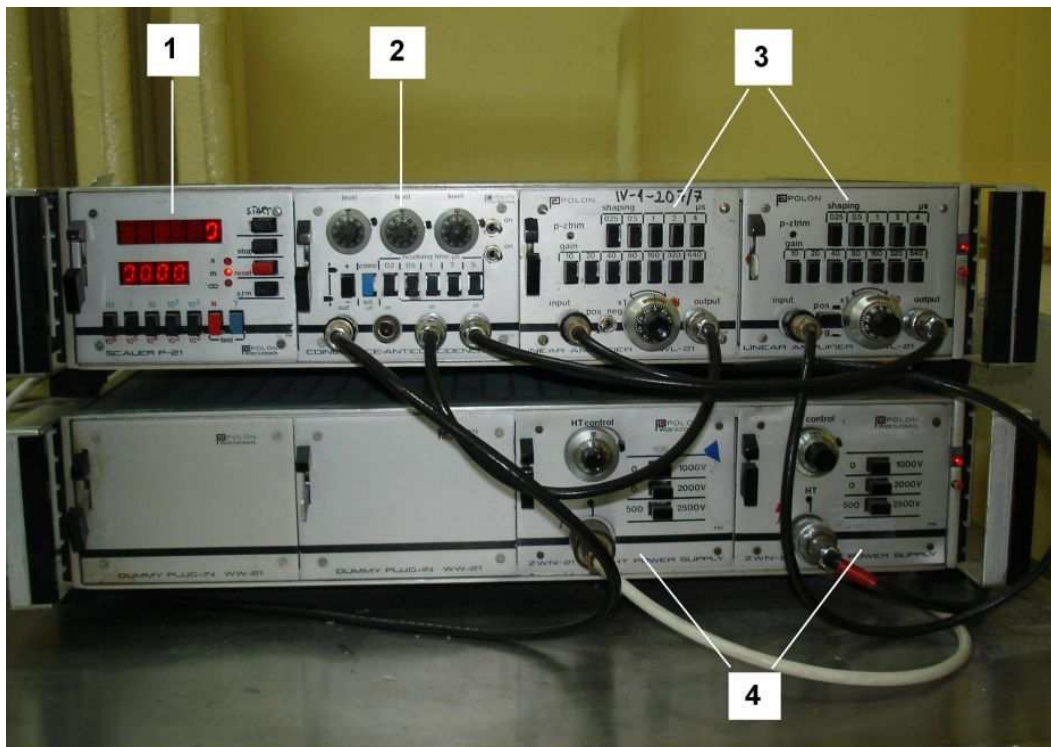
- Źródło promieniowania gamma: ^{60}Co

APARATURA

- Sonda scyntylicyjna SSU-70 - 2 sztuki
- Zasilacz wysokiego napięcia ZWN 21 - 2 sztuki
- Wzmacniacz liniowy WL-21 - 2 sztuki
- Układ koincydencyjny UK-21
- Przelicznik P-21

SCHEMAT PODŁĄCZENIA APARATURY





Fot. 1. Aparatura pomiarowa: 1- Przelicznik P-21, 2- Układ koincydencyjny UK-21, 3- Wzmacniacze liniowe WL-21, 4- Zasilacze wysokiego napięcia ZWN 21.



Fot. 2. Zasilacze wysokiego napięcia ZWN-21.



Fot. 3. Przelicznik P-21 oraz układ koincydencyjny UK-21.

WYKONANIE ĆWICZENIA

Włączyć aparaturę pomiarową dwoma czerwonymi przyciskami znajdującymi się po prawej stronie (jeden na zasilaczu wysokiego napięcia ZWN-21, drugi na wzmacniaczu liniowym WL-21). Spowoduje to zapalenie się dwóch czerwonych diod nad przyciskami. Pokręta potencjometrów na zasilaczach ZWN-21 skrócić do zera, co spowoduje zapalenie się czerwonych wskaźników HT. Na płycie czołowej zasilaczy ZWN-21 wcisnąć przyciski 0-1000 V, a następnie nastawić napięcie pracy sond ustawiając pokręta potencjometrów na następujące wartości: lewy zasilacz (1) ZWN - 9,0 V, prawy zasilacz (2) ZWN - 8,0 V.

Na płycie czołowej obydwu wzmacniaczy WL-21 sprawdzić następujące ustawienia:

- stała czasowa kształtowania impulsu (*shaping time*) - wciśnięty przycisk 0,25 μ s
- wzmocnienie (*gain*) - wciśnięty przycisk 20
- pokręta potencjometrów (*halipoty*) - zablokowane w pozycji 9,0
- przełącznik odpowiedzialny za dodatnią polaryzację impulsów wejściowych (*pos*) - w pozycji zwolnionej

Na płycie czołowej przelicznika P-21 sprawdzić następujące ustawienia:

- czas pomiaru 1 min - wciśnięty klawisz oznaczony symbolem 1 oraz wciśnięty niebieski przycisk T
- wyciśnięty klawisz (*s/m*) - zapalona czerwona lampka oznaczająca minuty (w ten sposób wciśnięcie przycisku (*start*) powoduje liczenie impulsów w czasie 1 min.). Po każdym pomiarze wynik należy skasować przyciskiem (*reset*)

W układzie koincydencyjnym UK-21 wykorzystuje się dwa kanały (z trzech) oznaczone kolorami czerwonym i zielonym. Kanał oznaczony kolorem niebieskim nie jest wykorzystywany. Przełączniki z prawej strony służą do włączania lub wyłączania kanałów. Przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić następujące ustawienia:

- potencjometry oznaczone (*level*) - progi dyskryminacji ustawione na wartości 3,0
- klawisz polaryzacji impulsów wejściowych jest wciśnięty - polaryzacja dodatnia (+)
- czas rozdzielczy koincydencji (*resolving time*) ustawiony na 0,2 μ s
- przycisk (*coinc*) jest w pozycji zwolnionej

Pomiędzy scyntylatorami sond umieścić preparat promieniotwórczy ^{60}Co . W układzie koincydencyjnym UK-21 włączyć oba kanały (przełączniki w pozycji "*on*") i wykonać pięć pomiarów (1 min) impulsów koincydencji przy czasie rozdzielczym 0,2 μ s oraz po 5 pomiarów przy kolejnych czasach rozdzielczych 0,5 μ s, 1 μ s, 2 μ s, 5 μ s. Następnie wyłączyć kanał czerwony, w takiej sytuacji układ będzie mierzył impulsy pochodzące z sondy pierwszej. Wykonać pięć pomiarów w czasie 1 min. W tym przypadku nie uwzględnia się czasu rozdzielczego (wciśnięty dowolny przycisk *resolving time*). Analogicznie wykonać pięć pomiarów impulsów pochodzących z drugiej sondy (wyłączony tylko kanał zielony). Wyjąć źródło kobaltowe i umieścić w domku ołowianym. Następnie wykonać po pięć pomiarów tła w czasie 1 min.: N_1^t , N_2^t , N_k^t .

Wyniki pomiarów umieścić w tabelach:

Zakład Radiochemii i Chemii Koloidów
 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Pomiary impulsów źródła ^{60}Co

Lp.	N_1^* imp/1 min (zielony)	N_2^* imp/1 min (czerwony)	N_k^* imp/1 min. (zielony+czerwony)				
			0,2 μs	0,5 μs	1 μs	2 μs	5 μs
1							
2							
3							
4							
5							
Średnia imp/min							
Średnia imp/s							

Pomiary impulsów tła

Lp.	N_1^t imp/1 min (zielony)	N_2^t imp/1 min (czerwony)	N_k^t imp/1 min (zielony+czerwony)				
			0,2 μs	0,5 μs	1 μs	2 μs	5 μs
1							
2							
3							
4							
5							
Średnia imp/min							
Średnia imp/s							

OPRACOWANIE WYNIKÓW

Układ koincydencyjny jest przyrządem rejestrującym pojawianie się impulsów jednoczesnych oraz impulsów następujących po sobie w krótkim odstępie czasu. Rozpad izotopu ^{60}Co daje dwa kwanty o energiach 1,17 MeV oraz 1,33 MeV. Układ koincydencyjny umożliwia rejestrację impulsu tylko w przypadku jednoczesnego pojawienia się tych dwóch kwantów. Przy założeniu jednakowej wydajności licznika dla obu kwantów promieniowania oraz zastosowaniu układu koincydencyjnego istnieje możliwość obliczenia aktywności źródła, ^{60}Co ze wzoru:

$$A = \frac{N_1 \cdot N_2}{2 \cdot N_k} \quad (1)$$

gdzie:

N_1 – liczba impulsów źródła z jednego licznika

N_2 – liczba impulsów źródła z drugiego licznika

N_k – liczba koincydencji

Wartości N_1 , N_2 i N_k oblicza się z poniższych wzorów:

$$N_1 = N_1^* - N_1^t \quad (2)$$

$$N_2 = N_2^* - N_2^t \quad (3)$$

gdzie:

N_1^* – całkowita liczba impulsów źródła z jednego licznika

N_2^* – całkowita liczba impulsów źródła z drugiego licznika

N_1^t – liczba impulsów tła z jednego licznika (drugi wyłączony)

N_2^t – liczba impulsów tła z drugiego licznika (pierwszy wyłączony)

$$N_k = N_k^* - N_k^t - N_{kp} \quad (4)$$

gdzie:

N_k^* – liczba impulsów źródła dla zadanego czasu rozdzielczego

N_k^t - liczba impulsów tła dla zadanego czasu rozdzielczego

N_{kp} - liczba koincydencji przypadkowych dla zadanego czasu rozdzielczego, którą liczymy z następującego wzoru:

$$N_{kp} = 2 \cdot N_1^t \cdot N_2^t \cdot \tau \quad (5)$$

τ - czas rozdzielczy

UWAGA: Proszę zwrócić uwagę na ujednoczenie jednostek czasu (s lub min).

- 1) Na podstawie otrzymanych wyników sporządzić wykres liczby zliczeń koincydencji (po odjęciu N_k^t i liczby koincydencji przypadkowych N_{kp}) od czasu rozdzielczego τ .
- 2) Na podstawie danych zamieszczonych w tabelach obliczyć aktywność źródła kobaltowego (w Bq) ze wzorów (1 - 5).

Literatura uzupełniająca:

1. J. Araminowicz i in. - Laboratorium z fizyki jądrowej, rozdz. 5.2, 5.5 i 8.7.
2. Radiochemia w ćwiczeniach i zadaniach - praca zbiorowa, rozdz. II.3.60.
3. A. Piątkowski, W. Scharf - Elektroniczne mierniki promieniowania jonizującego, rozdz. 6.