

# Ćwiczenie: B4

## Tytuł ćwiczenia: Spektrometr scyntylacyjny

---

### I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studenta z widmami promieniowania izotopów promieniotwórczych oraz zasadą działania spektrometru scyntylacyjnego. W wyniku pomiarów zostanie wyznaczona zdolność rozdzielcza spektrometru oraz energia kwantów gamma nieznanego izotopu.

### II. Zakres ćwiczenia (zadania do wykonania)

1. Zmierzenie widma promieniowania gamma izotopów  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ .
2. Określenie liniowości spektrometru oraz energetycznej zdolności rozdzielczej spektrometru (dla linii 662 keV  $^{137}\text{Cs}$ ).
3. Określenie energii przejść gamma dla nieznanego izotopu.
4. Obserwacja rozkładu statystycznego impulsów. Porównanie otrzymanego rozkładu z krzywą teoretyczną Poissona (test chi kwadrat zgodności rozkładów: eksperymentalnego i teoretycznego).

### III. Zagadnienia do kolokwium

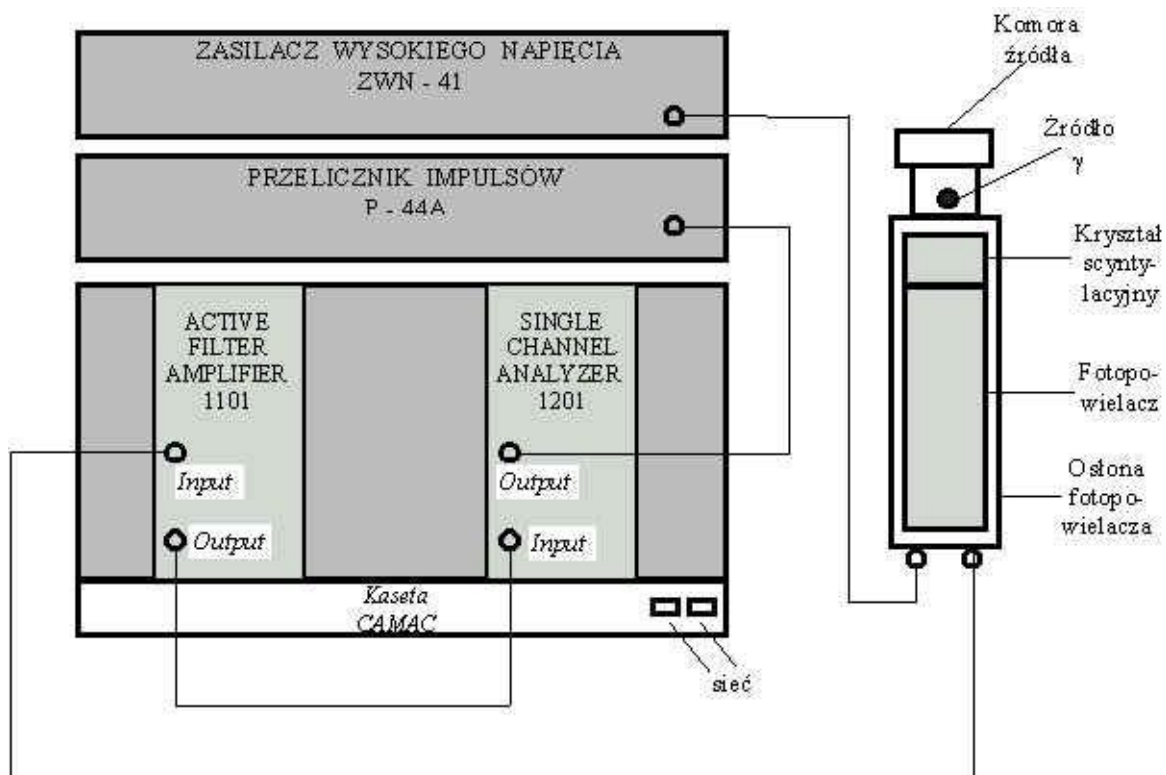
1. Przemiany promieniotwórcze; rozpad  $\alpha$ ,  $\beta$ , emisja promieniowania  $\gamma$ .
2. Własności promieniowania  $\gamma$  (długość fali, energia, pęd) oraz oddziaływanie promieniowania  $\gamma$  z materią (zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona, tworzenie par elektronowo-pozytonowych, zjawisko anihilacji pozytonów).
3. Detektory promieniowania (licznik proporcjonalny, licznik scyntylacyjny, detektor półprzewodnikowy, widma scyntylacyjne promieniowania  $\gamma$ ).
4. Rozkład statystyczny Poissona.
5. Spektrometry  $\gamma$ , ich charakterystyki oraz elementy impulsowej aparatury elektronicznej spektrometru  $\gamma$  (wzmacniacz liniowy, jednokanałowy analizator amplitudy, przelicznik impulsów).

### IV. Opis urządzeń i przyrządów używanych w eksperymencie

Układ do pomiaru widm promieniowania gamma składa się z następujących elementów:

1. Głowica scyntylacyjna.
2. Bloki elektroniki (kasety CAMAC):
  - Wzmacniacz (ACTIVE FILTER AMPLIFIER 1101),
  - Jednokanałowy analizator amplitudy (SINGLE CHANNEL ANALYZER 1201).
3. Przelicznik impulsów P-44 A.
4. Zasilacz wysokiego napięcia ZWN-41

Schemat blokowy aparatury i jej zdjęcie przedstawiono na Rys.1 i Rys. 2.



Rys. 1. Schemat blokowy spektrometru scyntylacyjnego promieniowania  $\gamma$ .



Rys. 2. Zdjęcie aparatury wykorzystywanej w eksperymencie: 1– głowica scyntylatora, 2 – wzmacniacz i jednokanałowy analizator amplitudy, 3 – przelicznik impulsów, 4 – zasilacz napięcia

## V. Wykonanie ćwiczenia

(sposób postępowania, uwagi dotyczące obsługi aparatury i BHP)

Badanymi próbkami są preparaty promieniotwórcze - izotopy  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  i nieznaną izotop.

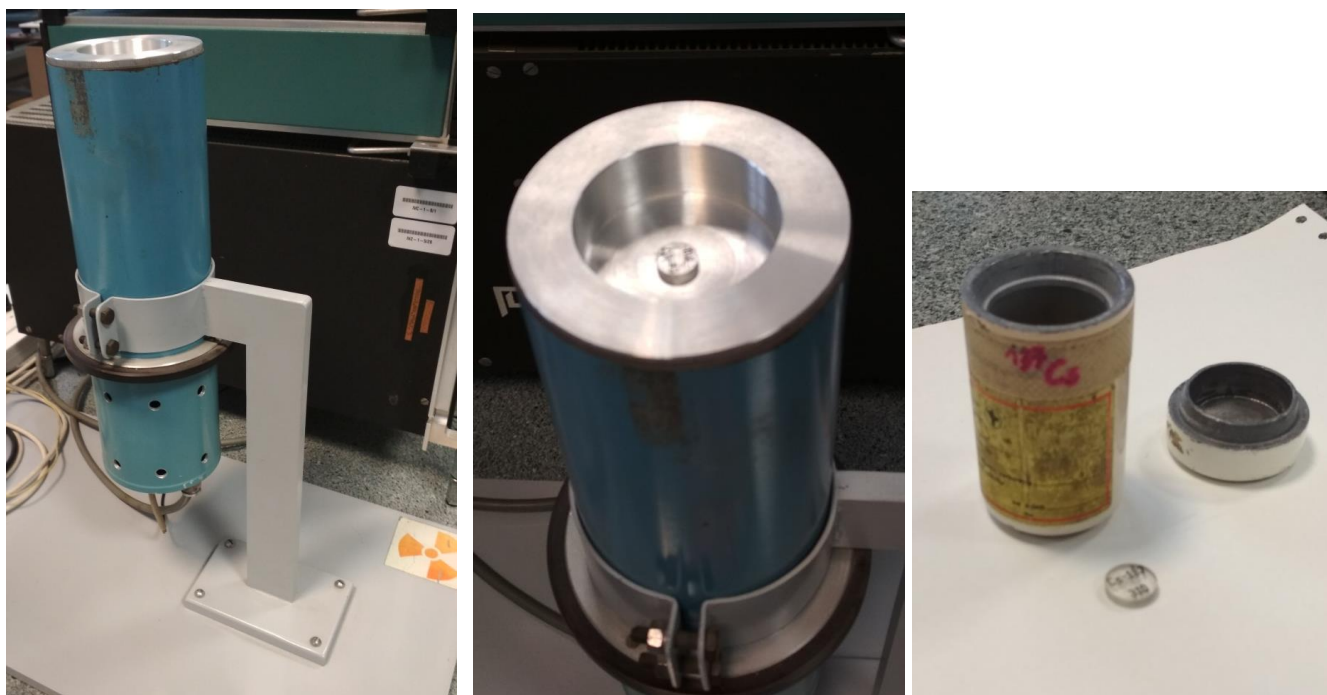
### Włączenie aparatury do pracy:

- wcisnąć przycisk czerwony i niebieski w kasecie CAMAC (przyciski znajdują się w dolnym prawym rogu kasety),
- wcisnąć przycisk czerwony "power" w zasilaczu wysokiego napięcia ZWN-41,
- wcisnąć przycisk czerwony "power" w przeliczniku impulsów P-44 A.
- po czasie około 5 min. należy włączyć wysokie napięcie w dzielniku fotonowielacza ( $-1200\text{ V}$ ). W tym celu należy w zasilaczu ZWN-41 przełącznikami "volts" ustawić  $1200\text{ V}$  (tzn. stan tych przełączników powinien wskazywać  $1 \times 10^3$ ,  $2 \times 10^2$ ,  $0 \times 10^1$  i  $0 \times 10^0$  a następnie przełącznik "polarity" należy przestawić z położenia "0" w położenie "neg". Po chwili na woltomierzu zasilacza ZWN-41 wskazówka ustawi się na działce odpowiadającej żadanemu napięciu.

**Uwaga ! Zasilacz wysokiego napięcia ZWN-41 włącza asystent techniczny lub prowadzący zajęcia.**

2. Całą aparaturę wchodzącą w skład spektrometru należy wygrzewać przez okres nie mniej niż 15 minut.

3. Preparaty promieniotwórcze należy umieszczać centralnie w komorze zamykającej od góry głowicę scyntylacyjną, Rys. 3.



Rys. 3. Głowica scyntylatora (widok z boku – lewy panel i widok z góry – środkowy panel). Prawy panel przedstawia preparat promieniotwórczy  $^{137}\text{Cs}$  wraz z pojemnikiem ołowianym

4. Optymalne warunki pracy wzmacniacza "ACTIVE FILTER AMPLIFIER 1101":

- wzmocnienie "GAIN" ciągle 2-80, skokowe  $\times 20$ ,
- impuls wejściowy "INPUT" ujemny (wcisnięty przycisk niebieski); formowanie "TIME SHAPING"  $1\ \mu\text{s}$ ,
- impuls wyjściowy "OUTPUT" dodatni (wcisnięty biały przycisk z tyłu).

5. Jednokanałowy analizator amplitudy "SINGLE CHANNEL ANALYZER 1201" powinien pracować w reżimie różniczkowym - w związku z czym należy wcisnąć przycisk "WINDOW 2 V" i przełącznik "INT". Szerokość okna reguluje się potencjometrem UL w granicach  $0 \div 2$  V, proponujemy przyjąć szerokość okna równą 0,05 V tj. 25 działek na skali czarnego potencjometru 10-cio obrotowego (0 w okienku potencjometru).

Wysokość napięcia progu reguluje się potencjometrem 10-cio obrotowym LL w granicach  $0 \div 10$  V. Impuls wyjściowy z analizatora na przelicznik - dodatni.

6. Przy pomocy przelicznika P-44 A można ustawić czas pomiaru. W tym celu w kolumnie, przycisków "mode" wciskamy "preset time", w kolumnie "multiplier" - przycisk "5x", zaś w kolumnie "seconds" - przycisk "10<sup>1</sup>" (odpowiada to ustawieniu czasu 50 s). Zliczanie impulsów wejściowych i odliczanie zadanego czasu rozpoczyna się po naciśnięciu przycisku "start-stop". Zatrzymanie przelicznika przed upływem nastawionego okresu czasu następuje po powtórnym naciśnięciu tego przycisku. Przelicznik zatrzymuje się samoczynnie po upływie zadanego okresu czasu. Kasowanie stanu przelicznika następuje po naciśnięciu przycisku "reset".

#### 7. Wyłączanie spektrometru (dokonuje wyłącznie asystent techniczny lub prowadzący zajęcia):

- Przełącznik "polarity" w zasilaczu ZWN-41 przełączyć w położenie "0".
- Przełączniki "volts" w zasilaczu ZWN-41 przestawić na zera.
- Przy pomocy przycisków "power" wyłączyć zasilanie 230 V w przeliczniku P-44 A, zasilaczu ZWN-41 i kasecie CAMAC.

8. Sprawdzić, czy wszystkie źródła promieniotwórcze zostały zwrócone asystentowi technicznemu.

**Uwaga:** Kategorycznie zabrania się wykonywania jakichkolwiek manipulacji z preparatem promieniotwórczym. Preparat wydaje tylko asystent techniczny lub prowadzący zajęcia. Preparaty promieniotwórcze mają stosunkowo małą aktywność, wystarczającą do wykonania tylko najprostszych badań z dziedziny spektroskopii promieniowania gamma. Mimo to, dla zapewnienia maksimum bezpieczeństwa, eksperymentator musi stosować się do następującej reguły:

**Podczas wykonywania pomiarów preparat promieniotwórczy powinien przez cały czas znajdować się w przeznaczonych na to komorze w głowicy scyntylicyjnej. Zabrania się wyjmowania preparatu z komory bez istotnej potrzeby, oglądania go, lub przenoszenia bez specjalnego pojemnika ołowiowego.**

Przy pomiarze widma promieniowania gamma (zadanie 1), należy zmieniać napięcie progowe  $U_p$  potencjometrem LL w zakresie od 0,35 V do 8 V, co 0,2 V przy czasie zliczeń 50 s. Po wstępnej analizie widma ( wykryciu linii promieniowania  $\gamma$ ), w celu dokładnego określenia położenia linii, należy pomiary zagęścić co 0,05 V w tych miejscach, gdzie są widoczne maksima linii.

Rozkład statystyczny impulsów (zadanie 4) należy wykonać z dowolnym preparatem promieniotwórczym przy takim napięciu progowym  $U_p$  aby średnia liczba zliczeń w czasie 10s nie przekraczała znacznie liczby 3. W tym celu należy sporządzić tabelę (w nagłówkach kolumn wpisać liczby od 0 do 15). Zarejestrowaną liczbę zliczeń zaznaczyć w postaci kreski do odpowiadającej jej kolumny.

Zadanie to można wykonać z przelicznikiem SCALER-P21. Skraca to dwukrotnie czas niezbędny do zebrania odpowiedniej statystyki. Przelicznik ten posiada pamięć - zlicza impulsy w zadanym czasie, wyświetlając wynik poprzedniego pomiaru.

## VI. Opracowanie wyników i raport końcowy

Dla każdego izotopu należy sporządzić osobny wykres (widmo promieniowania). W raporcie powinien się znaleźć również wykres przedstawiający liniowość spektroskopu oraz teoretyczny i zmierzony rozkład Poissona.

Przeprowadzić analizę niepewności uzyskanych wyników.

Wyniki energii kwantów gamma badanych izotopów porównać z wartościami literaturowymi.

## Literatura

1. J. Araminowicz, K. Małuszyńska, M. Przytuła, *Laboratorium fizyki jądrowej*, PWN, Warszawa, 1978.
2. A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, PWN, Warszawa, 1969.
3. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz.VI, PWN, Warszawa, 1973.
4. W. Lisiecki, W. Scharf, *Spektroskopia rozkładów amplitudowych*, PWN, Warszawa, 1973.
5. J.M. Massalski, *Detekcja promieniowania jądrowego*, PWN, Warszawa, 1959.
6. W.J. Price, *Detekcja promieniowania jądrowego*, PWT, Warszawa, 1960.
7. A.A. Sanin, *Elektroniczne przyrządy fizyki jądrowej*, WNT, Warszawa, 1964.
8. E. Fünfert, H. Neuert, *Liczniki promieniowania*, PWN, Warszawa, 1960.
9. L. Groszew, I. Szapiro, *Spektroskopia jąder atomowych*, PWN, Warszawa, 1956.
10. J.B. Birks, *Liczniki scyntylicyjne*, PWN, Warszawa, 1956.
11. J.B. England, *Metody doświadczalne fizyki jądrowej*, PWN, Warszawa, 1980.
12. A. Strzałkowski, *Statystyczne metody opracowywania wyników pomiaru*, PWN, Warszawa, 1973.