

Spektrometr scyntylacyjny

*Badanie widm promieniowania γ i β
oraz aktywności źródeł promieniotwórczych*



**Specjalistyczna
Pracownia
Jądrowa**

Ćwiczenie 2.

Spektrometr scyntylacyjny

Zagadnienia do kolokwium:

1. Źródła, mechanizmy powstawania oraz własności promieniowania α , β i γ . Statystyczny charakter emisji promieniowania jądrowego.
2. Oddziaływanie cząstek naładowanych i promieniowania γ z materią (przekrój czynny: i jego zależność od energii, ładunku, i masy cząstki oraz od charakterystyk ośrodka).
3. Rodzaje scyntylatorów i ich przeznaczenie (nieorganiczne, organiczne, plastikowe - przykłady).
4. Mechanizm powstawania scyntylacji w scyntylatorach nieorganicznych, organicznych i plastikowych.
5. Mechanizmy rejestracji cząstek naładowanych i promieniowania γ .
6. Energetyczna zdolność rozdzielcza i wydajność scyntylatorów - zależność od rodzaju i energii rejestrowanego promieniowania.
7. Spektrometry scyntylacyjne: schemat blokowy, rodzaje i przeznaczenie.
8. Metody kalibracji energetycznej oraz wydajności względnej i bezwzględnej spektrometru. Definicja i sposoby wyznaczania liniowości całkowitej i różniczkowej spektrometru.
9. Zasada działania, budowa i przeznaczenie wielokanałowych analizatorów amplitudy impulsów elektrycznych. Przetworniki ADC.
10. Program obsługi i konstrukcja wielokanałowego analizatora amplitudy impulsów typu MAPC.

Literatura:

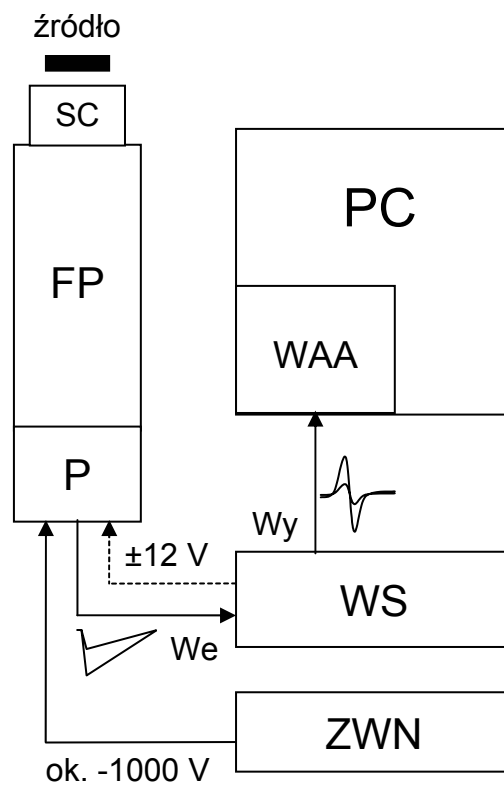
1. A. Strzałkowski „*Wstęp do fizyki jądra atomowego*”, PWN
2. E. Fünfer, H. Neuert „*Liczniki promieniowania*”, PWN W-wa 1960
3. J. Araminowicz, K. Małuszyńska, M. Przytuła „*Laboratorium fizyki jądrowej*”, PWN W-wa 1984
4. W. Lisiecki, W. Scharf „*Spektrometry rozkładów amplitudowych*”, PWN W-wa 1973
5. Opis programu obsługi wielokanałowego analizatora MAPC.

Zadania do wykonania:

1. Zestawienie spektrometru ze scyntylatorem NaJ(Tl), według schematu przedstawionego na rys.1. **Wartość wysokiego napięcia poda prowadzący ćwiczenia.**
2. Sprawdzenie poprawności działania spektrometru, ustawienie zakresu energetycznego ok. 2MeV i sprawdzenie wpływu natężenia zliczanych kwantów γ (obciążenia detektora) na wzmocnienie fotopowielacza (położenie fotowierzchołków w rejestrowanym widmie). **Częstość zliczanych impulsów w całym widmie nie może przekraczać $2 \cdot 10^4 s^{-1}$. Do badań wykorzystać źródło ^{22}Na o odpowiedniej aktywności.**
3. Porównanie widm γ ^{22}Na uzyskanych ze scyntylatorem NaJ(Tl), organicznym i plastikowym – cechy wspólne i różnice. Ocena wydajności świetlnej scyntylacji badanych scyntylatorów.
4. Pomiary wzorcowych widm gamma (**źródła wskaże prowadzący**) dla kalibracji energetycznej spektrometru z NaJ(Tl) przy zachowaniu jednakowego obciążenia detektora z dokładnością lepszą niż 10%. Wyznaczenie nieliniowości całkowej spektrometru oraz energetycznej zdolności rozdzielczej dla kwantów gamma o $E_\gamma = \text{ok. } 100, 662 \text{ i } 1332 \text{ keV}$.
5. Pomiary wzorcowych widm gamma (**źródła wskaże prowadzący**) w celu kalibracji bezwzględnej wydajności spektrometru z NaJ(Tl) na rejestrację kwantów gamma w ustalonych warunkach geometrycznych (z zachowaniem jednakowych rozmiarów źródeł i ich odległości od scyntylatora) z przedziału energii do ok. 1.5MeV.
6. Pomiar i analiza widma gamma nieznanego źródła. Określenie I_γ i E_γ zarejestrowanych kwantów oraz aktywności badanego źródła. Identyfikacja nuklidu promieniotwórczego.
7. Pomiar widm beta (**źródła wskaże prowadzący**) przy użyciu cienkiego (2-3 mm scyntylatora plastikowego). **Źródła beta umieszczać wprost na otwartym scyntylatorze (pod przykrywką scyntylatora). Zmierzyć i odjąć wkłady kwantów γ do badanych widm β .** Określenie energetycznej zdolności rozdzielczej dla EKW ^{137}Cs .

UWAGA!

Przed wymianą scyntylatora bezwzględnie należy wyłączyć zasilacz WN i odłączyć kabel łączący go z głowicą scyntylacyjną. Wymianę przeprowadzić w obecności prowadzącego ćwiczenia!



Rys. 1. Schemat blokowy spektrometru scyntylacyjnego:

SC – scyntylator,

FP – fotopowielacz,

P – przedwzmacniacz,

WS – wzmacniacz spektrometryczny,

WAA – wielokanałowy analizator amplitudy,

ZWN – zasilacz wysokiego napięcia,

PC – komputer PC.

Poprawna forma i treści sprawozdania:

1. Wstęp

- Sformułowanie celu ćwiczenia i zadań do wykonania

2. Część opisowa

- Zasada detekcji i pomiaru energii szybkich cząstek naładowanych (α , β) i kwantów γ . Rodzaje detektorów (krótko).
- Detektory scyntylacyjne, rodzaje scyntylatorów i fotopowielaczy.
- Spektrometry scyntylacyjne promieniowania γ i cząstek naładowanych
- Cechy charakterystyczne widm β , EKW i γ z detektorów scyntylacyjnych NaJ(Tl), organicznych i plastikowych.
- Podstawowe parametry spektrometrów scyntylacyjnych cząstek naładowanych i promieniowania γ . Ich definicja, wartości i zależność od energii rejestrowanych cząstek oraz sposoby ich pomiaru (nieliniowość, FWHM, wydajności – bezwzględna i względna).

3. Część doświadczalna

3.1 Aparatura i metodyka pomiaru widm i ich opracowania.

- Opis spektrometru (schemat blokowy) i jego elementów (podzespołów): detektor, elektronika, wielokanałowy analizator amplitudy impulsów.
- Badanie z detektorem NaJ(Tl) ewentualnego przesunięcia widma przy zmianie obciążenia fotopowielacza – wnioski.
- Warunki geometryczne pomiarów.
- Metody opracowania widm γ i wykorzystane programy.
- Uwzględnione błędy pomiarowe i sposób ich obliczania.
- Źródła wzorcowe.
- Pomiary i porównanie widm γ uzyskanych z detektorem NaJ(Tl) i plastikowym (organicznym) – wnioski (cechy charakterystyczne, wydajność świetlna itp.).

3.2 Pomiary kalibracyjne spektrometru ze scyntylatorem NaJ(Tl) (opis metody, uzyskanych widm i wyników analizy).

- Ustalenie wymaganego zakresu pomiarowego.
- Kalibracja energetyczna: wykonane pomiary, uzyskane widma, tabela wyników analizy widm, krzywa $n(E)$.
- Analiza liniowości spektrometru i wyznaczenie jego nieliniowości (wykresy).

- Określenie względnej zdolności rozdzielczej dla kwantów γ o energii około 100, 662 i 1332 keV.
 - Wyznaczenie krzywej wydajności bezwzględnej spektrometru (warunki pomiaru).
- 3.3 Badania widma γ nieznanego źródła i uzyskane wyniki (opisy, komentarze, wnioski).
- Źródło i warunki pomiaru.
 - Uzyskane widmo (wykres) i jego obróbka (opracowanie).
 - Tabela wyników i ich analiza:
 - wyznaczenie wartości E_γ , I_γ^{wzgl} i I_γ^{wzgl} ,
 - określenie aktywności badanego źródła,
 - identyfikacja nuklidów promieniotwórczych w badanym źródle,
 - porównanie wyznaczonych wartości E_γ i I_γ z danymi literaturowymi,
- 3.4 Pomiar widma β^- ^{137}Cs .
- Metoda i wyniki pomiarów, źródło β , warunki geometryczne.
 - Kalibracja energetyczna uzyskanego widma β .
 - Sporządzenie wykresu Fermiego-Kurie (opis metody) i wyznaczenie energii rozpadu β^- ^{137}Cs .
4. Wnioski
- Ocena używanego spektrometru na podstawie wyznaczonych parametrów.
 - Przeprowadzone badanie (nieznanego źródła) i ocena jego wyników:
 - nuklidy wykryte w badanym źródle, dane o E_γ i I_γ uzyskane z badań.
 - ustalona aktywność źródła,
 - wartość energii rozpadu β^- ^{137}Cs w porównaniu z danymi literaturowymi.
 - Inne uwagi godne przytoczenia.

Uwaga:

- Tabele podpisujemy nad tabelą, zaś rysunki – pod rysunkiem.
- Każdy wynik doświadczalny w tekście czy też w tabeli musi być podany wraz z jego błędem (odnoszącym się co najwyżej do 2 miejsc znaczących) zapisanym symbolicznie jako $a \pm \Delta a$ lub $a(\Delta a)$.
- Posługiwać się błędem statystycznym określonym przez 1 odchylenie standardowe.
- Na rysunkach punkty pomiarowe muszą mieć zaznaczone ich błędy.
- Fitowanie krzywych do punktów doświadczalnych przeprowadzać zawsze z uwzględnieniem błędów tych punktów.