

Doświadczenie 1

Statystyka procesów jądrowych

Budowa materii (laboratorium)

Cel doświadczenia:

1. Zapoznanie się z działaniem sondy scyntylacyjnej.
2. Zmierzenie rozkładu liczby zliczeń w zadanym czasie (rozkład Poissona).
3. Zbadanie zależności natężenie promieniowania od odległości od źródła.

Literatura:

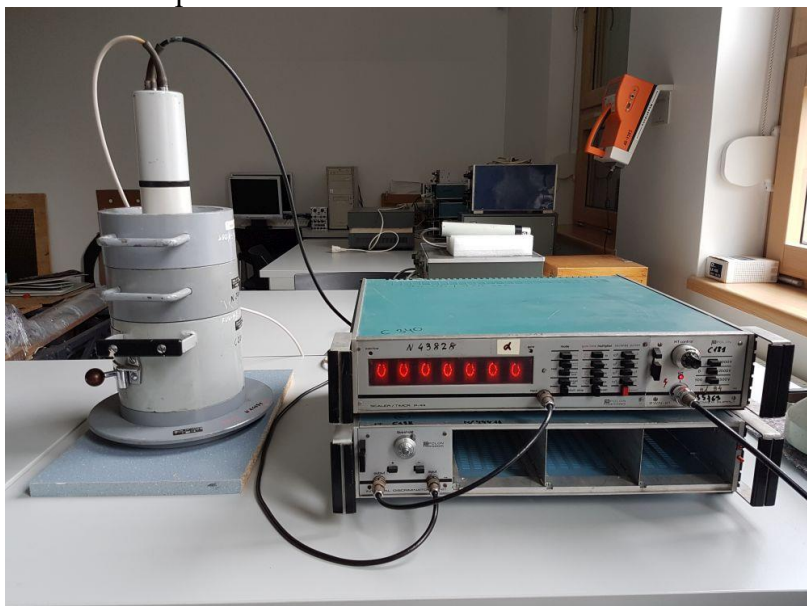
1. A. Strzałkowski, „*Wstęp do Fizyki Jądra Atomowego*”, PWN, Warszawa 1979.
2. J. Araminowicz, K. Małuszyńska, M. Przytuła, „*Laboratorium Fizyki Jądrowej*”, PWN Warszawa 1974.
3. Ewa Skrzypczak, Zygmunt Szepliński, „*Wstęp do Fizyki Jądra Atomowego i Cząstek Elementarnych*”, PWN, Warszawa 2002.

Wymagane wiadomości:

1. Rodzaje rozpadów promieniotwórczych.
2. Prawo rozpadu promieniotwórczego.
3. Detekcja promieniowania γ (wymienić co najmniej 3 rodzaje detektorów i podać zasadę ich działania).
4. Proces rozpadu promieniotwórczego jąder ^{60}Co (typ rozpadu, emitowane cząstki, energia promieniowania γ).
5. Rozkład prawdopodobieństwa Poissona.

Układ pomiarowy:

Układ pomiarowy składa się z sondy scyntylacyjnej i współpracującej z nią elektroniki. Przelicznik zawiera w sobie zasilacz wysokiego napięcia zasilający fotopowielacz sondy. Scyntylatorem jest kryształ NaI o grubości 3 cm. Zliczenia z sondy są prezentowane na wyświetlaczu umieszczonym na płycie czołowej przelicznika. Czas zliczania może być regulowany w zależności od potrzeb.



Rysunek 1. Schemat układu pomiarowego wykorzystanego w doświadczeniu nr 1.

Wykonanie doświadczenia:

1. Nauka obsługi przelicznika. Wykonanie 10 niezależnych 100 s pomiarów tła.
2. Spowodować aby sonda zliczała średnio około 1-2 zliczenia na sekundę. Wykonać 500 jednakowych pomiarów liczby zliczeń. Te dane posłużą do wyrysowaniu histogramu.
3. Wykonanie pomiarów liczby zliczeń sondy scyntylicyjnej w funkcji odległości źródła od sondy. Dla każdej ustalonej odległości wykonać 5 niezależnych pomiarów liczby zliczeń. Po ustawieniu źródła należy zmierzyć liczbę zliczeń rejestrowaną przez sondę dla co najmniej 10 różnych odległości źródła od sondy.

Opracowanie wyników pomiarów:

Wartości liczby zliczeń z sondy scyntylicyjnej są miarą natężenia promieniowania gamma docierającego do scyntylatora. Za mierzone natężenie możemy uznać wartość liczby zliczeń przypadającą na jednostkę czasu

$$I = \frac{N}{t}$$

gdzie N jest liczbą zliczeń zmierzoną w czasie t . W związku z tym, że promieniowanie γ rozchodzi się we wszystkich kierunkach z jednakowym prawdopodobieństwem natężenie promieniowania jonizującego I w funkcji odległości r od źródła powinno maleć jak:

$$I = \frac{kA}{r^2}$$

gdzie k jest pewnym współczynnikiem proporcjonalności a A jest aktywnością źródła. W celu sprawdzenia czy uzyskane dane odzwierciedlają tę zależność należy je narysować na wykresie gdzie na osi pionowej będziemy odkładać wartość I zaś na osi poziomej wartość zmiennej $x = I/r^2$. Należy pamiętać że I oznacza tutaj natężenie pochodzące tylko od badanego źródła, zatem od wartości natężeń zmierzonych z użyciem źródła należy odjąć wartości zmierzonego tła. Jeżeli punkty układają się na linii prostej należy dopasować do danych doświadczalnych zależność $I = ax + b$, gdzie a i b są parametrami dopasowania. Należy przedyskutować wartości otrzymanych parametrów, a przede wszystkim sprawdzić czy parametr b jest równy 0 w granicy błędów. Jeżeli pojawiają się rozbieżności zastanowić się co może być ich źródłem

Ponieważ procesy emisji i absorpcji promieniowania γ są całkowicie przypadkowe rozkład prawdopodobieństwa zarejestrowania określonej liczby zliczeń jest opisany statystyką Poissona. W przypadku statystyki Poissona, gdy średnia wartość wynosi N odchylenie standardowe tego rozkładu jest równe \sqrt{N} . Sprawdzamy na podstawie przeprowadzonych pomiarów czy powyższe stwierdzenie jest prawdziwe. Histogram należy znormalizować do jedynki. Wtedy skala pionowa będzie oznaczała prawdopodobieństwo zarejestrowania określonej liczby zliczeń. Na tle histogramu narysować rozkład prawdopodobieństwa Poisson znormalizowany do jedynki o wartości średniej i odchyleniu standardowym wynikającym z przeprowadzonych pomiarów. Czy odchylenie standardowe jest bliskie spodziewanej wartości?

Sprawozdanie:

Sprawozdanie powinno zawierać:

- 1) **Wstęp.** Krótki opis metody doświadczalnej, opisanie teoretycznych przewidywań itp. (Nie więcej niż 1 strona)
- 2) **Doświadczenie.** Schemat doświadczenia, opis jego wykonania i przedstawienie wyników.
- 3) **Dyskusja.** Opracowanie wyników doświadczalnych i przedstawienie wyników. Dyskusja dokładności wyników i zgodności z przewidywaniami teoretycznymi.
- 4) **Podsumowanie.** Krótkie podsumowanie.

Do sprawozdania nie wolno kopiować żadnych elementów instrukcji do ćwiczenia.