

Z36 - LINIOWY MODEL POZYTONOWEGO TOMOGRAFU EMISYJNEGO. KORELACJE KIERUNKOWE.

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Ćwiczenie ma na celu zaprezentowanie zasady działania pozytonowego tomografu emisyjnego. Używając modelu tomografu, opartego o układ dwóch detektorów scyntylacyjnych o regulowanej pozycji oraz układ koincydencyjny, student dokonuje wyznaczenia położenia pojedynczej próbki emitującej promieniowanie β^+ , a następnie układu dwóch takich źródeł. Upřednio student samodzielnie ustawia elektronikę służącą do obróbki sygnałów z detektorów, obejmującą analizatory jednokanałowe, układy koincydencyjne i przeliczniki.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Rozpad promieniotwórczy β^+ , schemat rozpadu izotopu ^{22}Na [1, 2, 3, 4].
2. Anihilacja pozytonów [1, 2, 4].
3. Znakowanie nowotworów przy użyciu radiofarmaceutyków [1, 2, 4].
4. Zasada działania pozytonowego tomografu emisyjnego [1, 2, 4].
5. Co to jest linia odpowiedzi (line of response, LOR)? [1, 2, 4]
6. Zasada działania detektora scyntylacyjnego [3].
7. Funkcje modułów elektronicznych: wzmacniacza liniowego, analizatora jednokanałowego, układu koincydencyjnego, przelicznika (na podstawie odbytego ćwiczenia Z29)

Zadania obliczeniowe

1. Jaka jest obecna aktywność źródła promieniotwórczego ^{22}Na jeśli wiadomo, że było ono wycechowane w sierpniu 2013 roku i wówczas jego aktywność wynosiła 430,8 kBq?
2. Proszę obliczyć przybliżoną dawkę otrzymaną przez studenta podczas wykonywania tego ćwiczenia, zakładając dziesięciogodzinną ekspozycję na promieniowanie pochodzące ze źródła promieniotwórczego ^{22}Na o aktywności obliczonej w poprzednim zadaniu, umieszczonego w odległości 2m od studenta. Jakie inne założenia są niezbędne do wykonania takich obliczeń? Uzyskany wynik proszę porównać ze średnią dawką roczną otrzymywaną ze źródeł naturalnych.

Aparatura i materiały

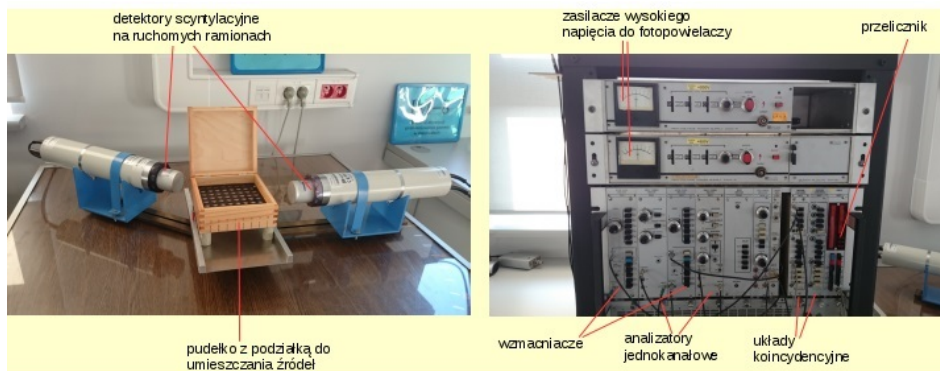
Układ doświadczalny przedstawiony jest na Rys. 1. Jego elementy to:

- dwa detektory scyntylacyjne NaI(Tl) wyposażone w fotopowielacze i zasilacze wysokiego napięcia,
- pudełko umożliwiające umieszczenie źródeł promieniotwórczych w różnych pozycjach względem układu detektorów,
- oscyloskop cyfrowy,
- moduły elektroniczne: wzmacniacze, analizatory jednokanałowe, linia opóźniająca, układ koincydencyjny, przelicznik oraz analizator wielokanałowy z interfejsem PC.

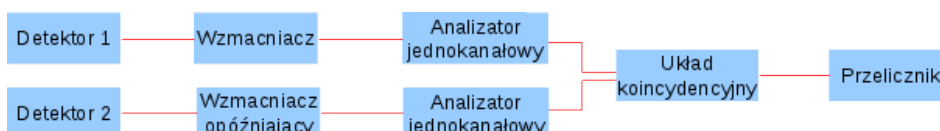
Program ćwiczenia

Przykładowy scenariusz wykonania ćwiczenia (do konsultacji z prowadzącym ćwiczenie):

1. Włączenie zasilania kraty i detektorów, ustawienie napięcia o wartości podanej na ich obudowach, ze zwróceniem uwagi na polaryzację.
2. Obserwacja widma z każdego z detektorów na ekranie komputera, dobranie ustawień analizatorów jednokanałowych w taki sposób, aby dawały sygnał jedynie dla kwantów gamma o energiach odpowiadających linii anihilacyjnej.
3. Ustawienie układu w sposób pokazany na Rys. 2, dobranie opóźnień sygnałów tak, aby zminimalizować czas rozdzielczy układu koincydencyjnego.
4. Zanotować szczegóły geometrii układu – odległości detektorów od osi obrotu, umiejscowienie pudełka względem osi obrotu i układu współrzędnych związanego ze stołem pomiarowym.
5. Ustawienie próbki promieniotwórczej w centralnym położeniu pomiędzy detektorami. Wykonanie skanu korelacji katowej, tzn. przy ustalonym położeniu jednego z detektorów należy zbadać zależność liczby koincydencji od położenia drugiego detektora. Pomiarów powtórzyć dla kilku (minimum trzech) ustawień pierwszego detektora.
6. Powtórzenie poprzedniego punktu dla dwóch perferencyjnych (ale różnych) położzeń próbki.



Rysunek 1: Układ doświadczalny wraz z niezbędną elektroniką



Rysunek 2: Schemat układu elektronicznego do rejestrowania koincydencji

7. Wykonanie analogicznych pomiarów dla wybranej konfiguracji dwóch źródeł. Uwaga, tu potrzebna będzie większa liczba pomiarów dla różnych położeń pierwszego detektora.

Opracowanie wyników

Dla każdego ze skanów otrzymanych w punktach 4-6 należy znaleźć położenie drugiego detektora, któremu odpowiadało maksimum liczby koincydencji (poprzez fit rozkładu Gaussa do danych doświadczalnych). Następnie należy skonstruować dla każdego skanu linię odpowiedzi LOR. Dla wszystkich skanów wykonanych przy danym położeniu źródła wykreślić w układzie współrzędnych uzyskane linie odpowiedzi oraz zaznaczyć siatkę otworów w pudełku. Wyznaczyć położenie źródła jako średnią współrzędnych przecięć LORs z wybranego obszaru. Oszacować niepewność takiego wyznaczenia pozycji. Uzyskany wynik porównać z faktyczną pozycją źródła w czasie pomiaru, przedyskutować możliwe źródła różnic.

Zasady BHP

Należy unikać niepotrzebnej ekspozycji na promieniowanie, tzn. nie przetrzymywać źródeł promieniotwórczych w bezpośredniej bliskości ciała, po zestawieniu układu ustawić ściankę z cegieł ołowianych pomiędzy swoim stanowiskiem pracy a źródłem promieniotwórczym. Nie spożywać jakichkolwiek artykułów spożywczych na terenie IIPF.

Literatura

- [1] *Instrukcja do ćwiczenia Z36.*
- [2] E.Czaicka, *Liniowy model pozytonowego tomografu emisyjnego* - praca magisterska
- [3] A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego.*
- [4] A. Hrynkiewicz, E.Rokita, *Fizyczne metody diagnostyki i terapii*, PWN Warszawa.

Pozycje [1, 2, 4] są dostępne na stronach Pracowni po zalogowaniu