

Z32 - POMIAR WIDM PROMIENIOWANIA β PRZY POMOCY SPEKTROMETRU MAGNETYCZNEGO

II Pracownia Fizyczna
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Celem ćwiczenia jest pomiar widm promieniowania beta emitowanego w rozpadzie ^{22}Na i ^{90}Sr oraz ich opis teoretyczny. Pomiar ten jest przykładem zastosowania prostego magnetycznego spektrometru beta do pomiarów widm pędowych i energetycznych cząstek naładowanych.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Rozpad beta – rodzaje i reguły wyboru [2, 3].
2. Opis kształtu widm elektronów z rozpadu beta – teoria rozpadu beta, wykres Fermiego-Kurie [2, 3, 4].
3. Schematy rozpadu dla źródeł ^{22}Na , ^{90}Sr i ^{90}Y [1].
4. Zasada działania spektrometru magnetycznego [3].
5. Oddziaływanie elektronów z materią [1, 3].
6. Zasada działania detektora Geigera- Müllera [3].

Zadania obliczeniowe

W eksperymencie mierzona jest zależność liczby zliczeń na przedział pędu czyli dN/dp . Porównanie wyników pomiaru z teorią wykonywane jest dla zależności liczby zliczeń na przedział energii kinetycznej czyli dN/dW . Znaleźć transformację pomiędzy tymi zależnościami wyrażając pęd w jednostkach mc (gdzie m jest masą elektronu, c prędkością światła) a energią kinetyczną w jednostkach mc^2 .

Aparatura i materiały

Pełny układ eksperymentalny przedstawiony jest na Rys. 1 i zawiera:

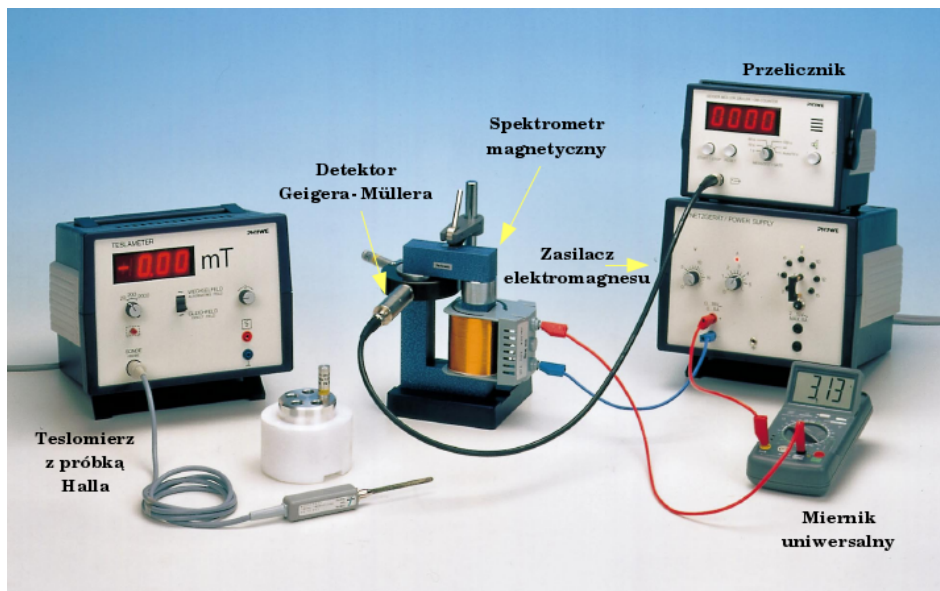
1. Spektrometr magnetyczny składający się z żelaznych rdzeni oraz cewki. Promień krzywizny (orbity kołowej po której poruszają się cząstki) wynosi $r=50$ mm.
2. Zasilacz elektromagnesu.
3. Miernik uniwersalny (używany jako amperomierz).
4. Przelicznik.
5. Detektor Geigera- Müllera.
6. Teslomierz z próbką Halla.
7. Źródła radioaktywne ^{22}Na i ^{90}Sr każde o aktywności 74 kBq.

Program ćwiczenia

1. Zestawienie aparatury pomiarowej zgodnie z Rys. 1.
2. Wykonanie kalibracji pola magnetycznego spektrometru dla dwóch polaryzacji napięcia zasilającego spektrometr.
3. Pomiar widma pędowego promieniowania beta emitowanego w rozpadzie ^{22}Na .
4. W celu oszacowania tła wykonać pomiary z polaryzacją napięcia zasilającego spektrometr magnetyczny przeciwną niż powinna być do rejestracji promieniowania.
5. Zmienić źródło promieniotwórcze na ^{90}Sr i powtórzyć czynności z punktów 3-4.

Opracowanie wyników

1. Wykonać wykres zależności natężenia pola magnetycznego w funkcji prądu płynącego przez elektromagnes.
2. Korzystając z krzywej kalibracyjnej przeliczyć wartość prądu, dla której wykonano kolejny pomiar na wartość pędu rejestrowanej cząstki. Od zmierzonej liczby zliczeń odjąć liczbę zliczeń uśrednionego tła (jeżeli jest ono istotne). Dokonać transformacji widma zależności liczby zliczeń na przedział pędu na zależność liczby zliczeń na przedział energii kinetycznej. Wykonać wykresy zmierzonych widm promieniowania beta zależności liczby zliczeń w funkcji energii kinetycznej.
3. Wykonać wykresy Fermiego-Kurie.
4. Korzystając z prostej parametryzacji funkcji Fermiego z publikacji [4] (wzór 3 dla rozpadu ^{22}Na oraz wzór 8 z podanymi poniżej parametrami dla rozpadu ^{90}Sr) wykonać wykresy Fermiego-Kurie (bez uwzględniania funkcji wzbronienia). Do otrzymanych wykresów dopasować prostą wybierając odpowiednio zakres danych.
5. Dla danych otrzymanych dla źródła promieniotwórczego ^{90}Sr uwzględnić dodatkowo funkcję



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe

wzbronienia pierwszego rzędu. Narysować skorygowany wykres Fermiego-Kurie i dopasować do niego prostą w wybranym zakresie danych.

6. Korzystając z parametrów dopasowanych prostych określić maksymalną energię elektronów i podać niepewność jej wyznaczenia.

Literatura

- [1] K. Siegbahn, *Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy*, North-Holland Publishing Co., Amsterdam 1965.
- [2] Donald H. Perkins, *Introduction to High Energy Physics*, Addison Wesley Company Inc., 1987 (istnieje przekład polski wydany przez PWN).
- [3] A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, PWN 1978.
- [4] P. Venkataramaiah et al., *J. Phys. G: Nucl. Phys.* 11 (1985) 359.