|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Narodowe Centrum Badań Jądrowych***  ***Dział Edukacji i Szkoleń***  ***ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk*** | 20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS |

|  |  |
| --- | --- |
| ĆWICZENIE  2a | LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ  Rozchodzenie się promieniowania β w przestrzeni |

# 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest sprawdzenie, jak zmienia się natężenie promieniowania β, gdy promieniowanie rozchodzi się w przestrzeni. W tym celu zostanie użyty układ pomiarowy, w którym można regulować odległość pomiędzy punktowym źródłem wysyłającym cząstki β a detektorem Geigera‑Müllera.

# 2. Układ doświadczalny

W skład zestawu doświadczalnego wchodzą:

* detektor Geigera‑Müllera typu AOH (z cienkim okienkiem) umieszczony na szynie pozwalającej na jego ruch wzdłuż linii prostej,
* układ elektroniczny składający się z zasilacza wysokiego napięcia, wzmacniacza, dyskryminatora i przelicznika,
* punktowe źródło cząstek β zawierające izotop 90Sr, umieszczone na obrotowej tarczy.



**Rys. 1. Zdjęcie aparatury pomiarowej.**

Zastosowany w zadaniu detektor Geigera‑Müllera to cylinder z „cienkim okienkiem” (wykonanym z miki o grubości 1÷2 mg/cm2), wypełniony mieszaniną odpowiednich gazów (argon z domieszką gazów wieloatomowych). Detektor ten rejestruje wprawdzie wszystkie rodzaje promieniowania jonizującego, ale najbardziej wydajny jest dla cząstek β. Cząstka, która zostanie zarejestrowana w detektorze, powoduje powstanie na jego wyjściu impulsu prądowego, który po odpowiednim wzmocnieniu, ukształtowaniu i odrzuceniu szumów może być zarejestrowany przez licznik impulsów. Liczba impulsów zarejestrowana w czasie pojedynczego pomiaru odpowiada zatem natężeniu promieniowania, które dotarło do detektora.

Szyna, na której zamocowany jest detektor, wyposażona jest również w miarę odległości pomiędzy źródłem a detektorem. Przesuwanie detektora wzdłuż szyny następuje przy pomocy pokrętła i systemu cięgieł. Odczyt położenia możliwy jest przy pomocy wskaźnika połączonego z detektorem.

# 3. Wstęp teoretyczny

## 1. Opis zjawiska

Cząstki promieniowania jonizującego emitowane są w przestrzeń izotropowo, czyli jednorodnie we wszystkich kierunkach. Zamknięte źródła promieniowania β zwykle zbudowane są w ten sposób, że większość promieniowania pochłania sama obudowa źródła, jednak to, co wyleci przez okienko w tej obudowie, rozchodzi się przestrzeni tak samo, jakby było emitowane źródła bez obudowy.

Promieniowanie β dodatkowo oddziałuje z otoczeniem. Na przykład cząstki β, jako naładowane elektrycznie, mogą zmieniać swój tor lotu na skutek oddziaływania z polem magnetycznym, w tym także naturalnym polem magnetycznym Ziemi. Ponadto poruszając się w ośrodku, jakim jest powietrze, mogą ulegać rozproszeniu na atomach powietrza, tracąc przy tym swą energię kinetyczną i zmieniając kierunek lotu. Tym bardziej mogą także odbijać się od różnych elementów otoczenia i samego układu pomiarowego. W bardzo szczegółowych pomiarach trzeba uwzględniać te wszystkie efekty, jednak w niniejszym ćwiczeniu są one pomijalnie małe.

## 2. Hipoteza

Jednolity rozkład cząstek wylatujących z punktowego źródła w przestrzeń powoduje, że ich całkowity strumień rozkłada się na powierzchni kuli, której środkiem jest to źródło. Jeśli literą *R* oznaczymy promień tej kuli, to przez jej pole powierzchni równe *4πR2* przechodzi tor *N0* cząstek wylatujących ze źródła w dowolnej chwili pomiaru. Oznacza to, że na jednostkę powierzchni powinno przypadać *N0/4πR2* cząstek. Jeśli zatem w odległości *R* od źródła ustawimy detektor o znanej powierzchni *S*, to zmierzona liczba cząstek powinna wynosić *N*(*R*)*=S·N0/4πR2*. Ponieważ *S*, *N0* i *4π* są stałe, zależność tę można zapisać także jako *N*(*R*)*=const/R2*. W ćwiczeniu będziemy badać, czy rzeczywiście ta zależność jest prawdziwa.

# 4. Przebieg doświadczenia

 **Uwaga! Wszelkie operacje ze źródłami promieniowania przeprowadza obsługa laboratorium!**

### **A)** Włączyć układ pomiarowy zgodnie z dołączonym do niego opisem.

### **B)** Ustawić na liczniku czas pomiaru równy 10 sekund.

### **C)** Ustawić detektor promieniowania w odległości nie mniejszej niż 10 cm od źródła. Ustawioną odległość zapisać w tabelach 1, 2 i 3.

### **D)** Przy pomocy pokrętła ustawić obrotową tarczę w taki sposób, by źródło promieniowania β znajdowało się naprzeciw detektora.

### **E)** Przy pomocy licznika czterokrotnie zmierzyć liczbę impulsów, a wyniki pomiarów zanotować w tabeli 1.

### **F)** Przy pomocy pokrętła ustawić obrotową tarczę w taki sposób, by naprzeciw detektora nie znajdowało się żadne źródło promieniowania.

### **G)** Ponownie dokonać czterech pomiarów liczby impulsów, a ich wyniki notować w tabeli 2.

### **H)** Pomiary z punktów C-G powtórzyć dla kilku różnych odległości pomiędzy źródłem a detektorem. Wyniki wraz z ustawionymi odległościami notować w kolejnych wierszach tabel.

### **I)** Wyłączyć układ pomiarowy zgodnie z dołączonym do niego opisem.

### **J)** Tabele 1 i 2 uzupełnić o średnie wartości liczby impulsów na sekundę dla każdej z ustawionych odległości.

### **K)** Przepisać wartości średnie do tabeli 3 i obliczyć różnicę pomiędzy natężeniem promieniowania ze źródłem oraz promieniowania tła (czyli bez źródła).

### **L)** Aby zweryfikować hipotezę, że oczekiwana zależność ma postać *N=const/R2*, należy wybrać jedno z możliwych przekształceń:

### *x = 1/R2*, *y = N*;

### *x = 1/N½*, *y = R*;

### *x = ln R*, *y = ln N*.

### Uzupełnić tabelę 3 o obliczenia zgodne z wybranym przekształceniem i wykonać wykres zmierzonej zależności we współrzędnych (*x*, *y*). Powinien on mieć kształt linii prostej o wzorze *y = a·x + b*. Czy tak jest w rzeczywistości? Jeśli nie, to co może być przyczyną niezgodności?

### **M)** Oszacować niepewności pomiarowe zmierzonych i obliczonych wielkości. Jak to oszacowanie wpływa na wnioski wyciągnięte z pomiaru?