

FIZYKA WSPÓŁCZESNA

Laboratorium

Instrukcja do ćwiczenia nr 5

**Temat: Promieniotwórczość naturalna.
Promieniowanie tła, badanie zależności natężenia
promieniowania od odległości od źródła.**

I. Zagadnienia do samodzielnego opracowania

Kwant promieniowania gamma, długość fali, energia kwantu, pęd kwantu. Budowa i zasada działania licznika Geigera-Müllera. Czas martwy licznika. Dawki promieniowania.

II. Wprowadzenie

III. Wykonanie ćwiczenia

1. Pomiar tła promieniowania. **Preparat promieniotwórczy ma być cały czas zamknięty pokrywą ołowianą !**

Czas t pojedynczego pomiaru tła i liczbę n pomiarów określa osoba prowadząca (np. $t = 1$ min, $n = 10$). Wyniki pomiarów liczb zliczeń w_i zapisać w Tabeli 1.

Tabela 1. Pomiar tła promieniowania

Lp.	Liczba zliczeń w_j (w czasie $t = \dots$)	Odchylenie od wartości średniej $d_j = w_j - w_{sr}$	Kwadraty odchyleń od wartości średniej d_j^2
1			
2			
3			
...			
n			
	Wartość średnia $w_{sr} = \sum w_j / n = \dots$	Suma odchyleń $\sum d_j = \dots$	Suma kwadratów odchyleń $\sum d_j^2 = \dots$

2. Pomiar natężenia promieniowania w zależności od odległości od źródła.
Prowadzący zajęcia: Otworzyć wiązkę promieniowania gamma. Wiązka stanowi zagrożenie!

Wyklucza się jakikolwiek kontakt organizmu z wiązką promieniowania!

Wykonać pomiar liczby zliczeń v_j promieniowania gamma w zależności od odległości x_i od źródła.

Czas t pojedynczego pomiaru promieniowania powinien być taki sam jak w pkt 1. Liczbę m powtórzeń pomiarów dla jednej odległości określa osoba prowadząca (np. $m = 5$). Wyniki pomiarów liczb zliczeń v_j zapisać w Tabeli 2.

Tabela 2 Pomiar promieniowania dla różnych odległości od źródła

Odległość od próbki x_i [cm]	Liczba zliczeń v_j	Średnie liczby zliczeń v_{sr_i}	Odchylenie stand. $\sigma(v_{sr_i})$	Liczba zliczeń bez tła $z_i = v_{sr_i} - w_{sr}$	Odchylenie stand. $\sigma(z_i)$

3. Zamknąć preparat promieniotwórczy pokrywą.

IV. Obliczenia

1. Obliczyć średni czas zliczeń dla promieniowania tła w_{sr} . Dla każdego pomiaru zliczeń promieniowania tła obliczyć odchylenia od wartości średniej $d_j = w_j - w_{sr}$ oraz kwadraty odchyłeń d_j^2 , wraz z odpowiednimi sumami. Wyniki wpisać do Tabeli 1. Obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru i odchylenie standardowe średniej

$$u(w) = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1}}, \quad u(w_{sr}) = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n(n-1)}} = \frac{u(w)}{\sqrt{n}}$$

2. W drugiej wersji, dla pomiarów zliczeń promieniowania tła obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru i odchylenie standardowe średniej na podstawie rozkładu Poissona

$$\sigma(w) = \sqrt{w_{sr}}, \quad \sigma(w_{sr}) = \sqrt{\frac{w_{sr}}{n}} = \frac{\sigma(w)}{\sqrt{n}}$$

3. Dla pomiaru zależności natężenia promieniowania od odległości od źródła obliczyć średnie liczby zliczeń v_{sr_i} i liczby zliczeń bez tła $z_i = v_{sr_i} - w_{sr}$ dla każdej odległości. Obliczyć odchylenia standardowe liczby zliczeń $\sigma(v_{sr_i})$ z rozkładu Poissona i odchylenia standardowe zliczeń bez tła $\sigma(z_i)$ z prawa przenoszenia niepewności

$$\sigma(v_{sr_i}) = \sqrt{v_{sr_i}/m}, \quad \sigma(z_i) = \sqrt{[\sigma(v_{sr_i})]^2 + [\sigma(w_{sr})]^2}$$

Wyniki zapisać w Tabeli 2.

4. Sporządzić wykres zależności liczby zliczeń bez tła od odległości od źródła $z=f(x)$. Na wykresie nanieść niepewności $\sigma(z_i)$.
5. W celu oszacowania zależności liczby zliczeń od odległości $z(x)$, modelową zależność $z = 1/x^2$ linearyzujemy stosując funkcję odwrotną „jeden przez pierwiastek”. Dlatego należy obliczyć wielkości $y_i = \sqrt{y/z_i}$ i ich niepewności $u(y_i)$ z prawa przenoszenia niepewności. Wyniki zapisać w Tabeli 3.

Tabela 3 Wielkości pomocnicze y_i

Odległość od próbki x_i [cm]	$y_i = \sqrt{y/z_i}$	$u(y_i)$

6. Sporządzić wykres $y_i=f(x_i)$. Na wykresie nanieść niepewności $u(y_i)$.

7. Do punktów wykresu $y=f(x)$ dopasować linię prostą (przechodzącą przez początek układu współrzędnych). Można to zrobić jednym z trzech sposobów:
a) graficznie (ręcznie) Wyznaczyć z wykresu współczynnik nachylenia tej linii a_0 jako tangens (iloraz).

8. Na wykresie $z=f(x)$ narysować hiperbolę

$$f(x) = \frac{a}{x^2}, \quad \text{gdzie } a = \frac{1}{a_0^2}$$

9. We wnioskach m.in. porównać dla promieniowania α odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru obliczone dwoma sposobami, czyli $u(w)$ i $\sigma(w)$. Podobnie porównać odchylenie standardowe średniej $u(w_{sr})$ i $\sigma(w_{sr})$.

Literatura

1. J.R. Taylor, Wstęp do analizy błęd pomiarowego, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1995
2. A. Strzałkowski, Wstęp do fizyki jądra atomowego, PWN, Warszawa, 1969
3. B. Dziunikowski, S.J. Kalita, Ćwiczenia laboratoryjne z jądrowych metod pomiarowych, (Skrypty uczelniane, 1440) Wydawnictwa AGH, Kraków, 1995
4. K. Małuszyńska, M. Przytuła, Laboratorium fizyki jądrowej, PWN, Łódź, 1969
5. B. Gostkowska, Ochrona radiologiczna, wielkości, jednostki i obliczenia, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa, 2016
6. A. Hrynkiewicz, Dawki i działanie biologiczne promieniowania jonizującego, Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Fizyki Jądrowej, Warszawa-Kraków, 1993