

LABORATORIUM PROMIENIOWANIE w MEDYCYNIE

Ćw. nr 1

STATYSTYKA ZLICZEŃ PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

Nazwisko i Imię:	...				
data:	...		ocena (teoria)		...
Grupa	...	Zespół	...	ocena końcowa	...

1 Cel ćwiczenia

Rozpad izotopu promieniotwórczego wysyłającego promieniowanie jonizujące posiada charakter statystyczny. Celem ćwiczenia jest badanie statystyki zliczeń promieniowania jonizującego za pomocą licznika Geigera-Mullera.

2 Zagadnienia teoretyczne (Opracować, umieścić w sprawozdaniu)

Tło promieniowania. Izotopy promieniotwórcze. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w medycynie. Izotop $^{60}_{27}\text{Co}$, schemat rozpadu, emitowane promieniowanie jonizujące. Licznik G-M, zasada działania, plateau, układ pomiarowy. Liczba zliczeń kwantów promieniowania. Wartość średnia liczby zliczeń. Odchylenie standardowe liczby zliczeń. Odchylenie standardowe średniej liczby zliczeń. Histogram liczb zliczeń. Rozkład Gaussa (normalny). Poziom ufności. Szerokość połówkowa FWHM (ang. full width at half maximum) rozkładu liczby zliczeń. Odchylenie standardowe a szerokość połówkowa FWHM.

3 Eksperyment

(Wykonać pod kierunkiem osoby prowadzącej zajęcia)

UWAGA: Wszelkie działania ze źródłami promieniowania jonizującego przeprowadza obsługa laboratorium! Zachować warunki BHP!

3.1 Osoba prowadząca zajęcia omawia ze studentami układ pomiarowy.

Schemat układu pomiarowego umieścić w sprawozdaniu.

3.2 Wykonać pomiary według zaleceń osoby prowadzącej zajęcia.

Wyniki pomiarów należy zapisać w tabeli. Tabela z wynikami opisana nazwiskiem studenta musi być podpisana przez osobę prowadzącą pod koniec zajęć.

4 Wyniki pomiarów

4.1 Pomiar tła promieniowania (Pojemnik z izotopem musi być zamknięty pokrywą !)

Czas t pojedynczego pomiaru tła i liczbę w pomiarów określa osoba prowadząca.

Wyniki pomiarów zapisać w Tabeli 1.

Tabela 1: Pomiary tła promieniowania

Numer pomiaru i	Liczba zliczeń w_i
1	
2	
3	
.	
.	
.	
W	
Wartość średnia liczby zliczeń:	w=

4.2 Pomiar promieniowania izotopu

Po zdjęciu przez prowadzącego pokrywy pojemnika z izotopem promieniotwórczym Co-60 pojawia się wiązka promieniowania gamma!

UWAGA: Wiązka stanowi zagrożenie! Wyklucza się jakikolwiek kontakt organizmu z wiązką promieniowania!

Czas t pojedynczego pomiaru (taki sam jak dla pomiaru tła) promieniowania izotopu i liczbę N pomiarów określa osoba prowadząca.

Wyniki pomiarów zapisać w Tabeli 2.

Tabela 2: Pomiary promieniowania izotopu

Lp.	Liczba zliczeń m_j w czasie $t=.....$	Liczba zliczeń n_j po odjęciu tła $n_j=m_j-w$	Odchylenie od wartości średniej $d_j=n_j-n_{sr}$	Kwadraty odchyleń od wartości średniej d_j^2
1				
2				
3				
.				
.				
N				
	Wartość średnia $m_{sr}=\Sigma m_j/N$	Wartość średnia $n_{sr}=\Sigma n_j/N$	Suma odchyleń $\Sigma d_j=....$	Suma kwadratów odch. Σd_j^2

5 Opracowanie wyników pomiaru

5.1 Odchylenie standardowe

Wyliczyć odchylenie standardowe (dyspersję) dla pomiarów promieniowania:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_j^2}{N}} = \dots \quad (1)$$

Jest to odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru, inaczej średnia niepewność każdego pojedynczego pomiaru.

Wyliczyć "zmodyfikowane" odchylenie standardowe (pojedynczego pomiaru):

$$\sigma_z = \sqrt{\frac{\sum d_j^2}{N - 1}} = \dots \quad (2)$$

Wyliczyć odchylenie standardowe wartości średniej pomiarów:

$$\sigma_{sr} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \dots \quad (3)$$

5.2 Odchylenie standardowe a średnia liczba zliczeń

Porównać wartość $\sqrt{n_{sr}}$ z wartością σ .

Porównać wartość $\frac{\sqrt{n_{sr}}}{n_{sr}}$ z wartością $\frac{\sigma}{n_{sr}}$.

5.3 Histogram

Wykonać histogram $f(n_j)$ względem n_j .

Wyliczyć krzywą Gaussa (rozkład normalny):

$$f(n) = \frac{\exp\left(\frac{-(n-n_{sr})^2}{2\sigma^2}\right)}{\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (4)$$

wykorzystując oszacowaną powyżej wartość dyspersji σ .

Wprowadzić wyliczoną krzywą Gaussa na histogram.

Zaznaczyć na krzywej szerokość piku 2σ .

Zaznaczyć na krzywej szerokość piku FWHM.

Porównać te szerokości.

Czy szerokości te spełniają zależność:

$$FWHM = 2\sigma\sqrt{2\ln 2} = 2,35\sigma \quad (5)$$

5.4 Zapis rezultatu pomiaru

Podać wynik pomiaru n z niepewnością pojedynczego pomiaru σ w postaci

$$n = n_{sr} \pm \sigma \quad (6)$$

traktując dyspersję jako niepewność pomiaru oraz, podać niepewność względną η pojedynczego pomiaru:

$$\eta = \frac{\sigma}{n_{sr}} \quad (7)$$

Podobnie podać wynik pomiaru n z odchyleniem standardowym średniej:

$$n = n_{sr} \pm \sigma_{sr} \quad (8)$$

oraz

$$\eta_{sr} = \frac{\sigma_{sr}}{n_{sr}} \quad (9)$$

6 Dyskusja otrzymanych rezultatów pomiarowych

Ustosunkować się do otrzymanych rezultatów. Ocenić jakość eksperymentu. Podać wnioski pomiarowe.

Literatura

1. J.R. Taylor, Wstęp do analizy błędów pomiarowych, 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; dostępne w sieci: winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty
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