

J 5.1. Statystyczny charakter rozpadu promieniotwórczego. Rozkład Poissona

INSTRUKCJA WYKONANIA ZADANIA

Obowiązujące zagadnienia teoretyczne

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego, jego statystyczny charakter
2. Funkcje rozkładu zmiennej losowej
3. Rozkład Poissona

Literatura:

1. Skrypt PL: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Promieniowanie i struktura materii*, H. Goebel, J. Olchowik, J. Rybka, M. Wiertel, K. Wójcik, red. E. Śpiewła, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1994.
2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, tom V.
4. A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1978.

Wykonanie zadania

Prawo rozpadu promieniotwórczego jest prawem statystycznym. Oznacza to, że wielokrotne obserwacje rozpadu tej samej liczby jąder atomowych w tym samym przedziale czasu Δt dają różną liczbę rozpadów. Każdej liczbie rozpadów N (przy danej średniej liczbie rozpadów \bar{N}) odpowiada określone prawdopodobieństwo P_N . W przypadku źródła promieniotwórczego o niewielkiej aktywności, to prawdopodobieństwo daje się opisać funkcją analityczną nazwaną rozkładem Poissona.

$$P_N = \frac{(\bar{N})^N}{N!} e^{-\bar{N}} \quad (1)$$

Celem ćwiczenia jest doświadczalne wykazanie prawdziwości tego stwierdzenia. Doświadczenie polega na rejestrowaniu, za pomocą detektora promieniowania, liczby zliczeń pochodzących od źródła o bardzo małej aktywności (lub od promieniowania kosmicznego) w jednakowych przedziałach czasu, a następnie sprawdzeniu jakie jest prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnej liczby zliczeń N .

1. Włączyć aparaturę zgodnie z instrukcją techniczną.
2. Poprosić prowadzącego zajęcia o umieszczenie źródła promieniotwórczego w domku pomiarowym (w dużej odległości od licznika).
3. Wybrać za pomocą przycisków na przeliczniku czas pojedynczego pomiaru równy 1 s.
4. Rejestrować liczbę zliczeń N w ciągu 1 s, powtarzając pomiary około 500 razy.
5. Obliczyć częstość m_n wystąpienia danej liczby zliczeń N („prawdopodobieństwo doświadczalne”) według wzoru:

$$m_n = \frac{n}{n_0} \quad (2)$$

gdzie:

n_o – liczba wszystkich pomiarów;

n - liczba powtórzeń danej liczby zliczeń N .



A

B

C

Rys.1 Stanowisko pomiarowe: A – przelicznik PT- 44a, B – sonda scyntylacyjna SSU-4, C –zasilacz wysokiego napięcia ZWN-42

6. Sporządzić histogram przedstawiający zależność m_n od N .
7. Obliczyć średnią wartość \bar{N} liczby zliczeń.
8. Obliczyć teoretyczne prawdopodobieństwa wystąpienia kolejnych liczb zliczeń N ze wzoru Poissona – wzór (1).
9. Nanieść na sporządzony wcześniej histogram wykres teoretyczny rozkładu Poissona.
10. Porównać obydwa rozkłady, obliczając metodą najmniejszych kwadratów równanie prostej: $m_n = a P_N + b$. Wartości współczynnika kierunkowego a i wyrazu wolnego b są miarą pokrycia się obu rozkładów.
11. Sporządzić wykres zależności m_n od P_N , wykorzystując obliczone równanie prostej.

Autor instrukcji:

Maria Żurawicz