

35. Rozpad promieniotwórczy

(2 tygodnie, 20 pkt.)

Zagadnienia: promieniowanie γ , rozpad promieniotwórczy, detekcja promieniowania γ , sonda scyntylicyjna, rozkład statystyczny, prawdopodobieństwo, histogram, promieniowanie α .

literatura: Kac1, 590÷595, Bra1, 132÷137.

Pierwszym celem doświadczenia jest wyznaczenie rozkładu liczby zliczeń w ustalonym czasie i porównanie go z rozkładem Poissona. Drugim celem jest wyznaczenie rozkładu czasów pomiędzy dwoma kolejnymi aktami zarejestrowania kwantów promieniowania γ , i porównanie z rozkładem eksponencjalnym.

Układ pomiarowy składa się z sondy scyntylicyjnej (znajduje się wewnątrz ołowianego domku) zasilanej zasilaczem wysokiego napięcia (high power supply) oraz kasety zasilającej. W kasecie znajduje się blok dyskryminatora oraz blok wzmacniacza i przelicznika impulsów. Przy pomiarze czasu między dwoma impulsami stosowany jest wyzwalacz. Impulsy z sondy kierowane są do wzmacniacza a następnie do dyskryminatora. Ustawienie odpowiedniego progu dyskryminatora powoduje to, że szum elektroniczny oraz impulsy o małej amplitudzie nie wchodzi na wyjście dyskryminatora. Impulsy są dalej podawane na wejście przelicznika. Schemat połączeń i ustawienia warunków pracy pokazany jest w tabelach.

Uwaga: należy pamiętać o zasadach pracy z zasilaczem wysokiego napięcia - patrz rozdział pt. Zasady pracy w Pracowni Fizycznej I.

1. Ustalenie warunków pracy sondy i dyskryminatora.

Zestawiamy układ według schematu przedstawionego na Rys. 35.1. Ustawiamy napięcie sondy równe ok. 1200V, próg dyskryminatora w pobliżu 0, wstawiamy źródło do domku i obserwujemy zliczanie w ustalonym czasie, np. 2s. Zwiększamy wartość napięcia progowego dyskryminatora tak, żeby przez dyskryminator nie przechodziły impulsy szumu elektronicznego. Obserwujemy zmniejszenie liczby zliczeń. Szum elektroniczny jest obecny również po wyjęciu źródła i ten fakt pozwala odróżnić impulsy szumu od impulsów dawanych przez źródło.

Po wyjęciu źródła z domku i odcięciu się od szumu obserwujemy również zliczanie impulsów. Jest to tzw. promieniowanie α . Obserwujemy zmniejszenie szybkości zliczeń po wstawieniu między źródło a sondę jakiegoś materiału np. kawałka metalu. W ten sposób upewniamy się, że mamy do czynienia z rejestracją kwantów γ a nie z szumem elektronicznym.

2. Wyznaczanie rozkładu liczby zliczeń.

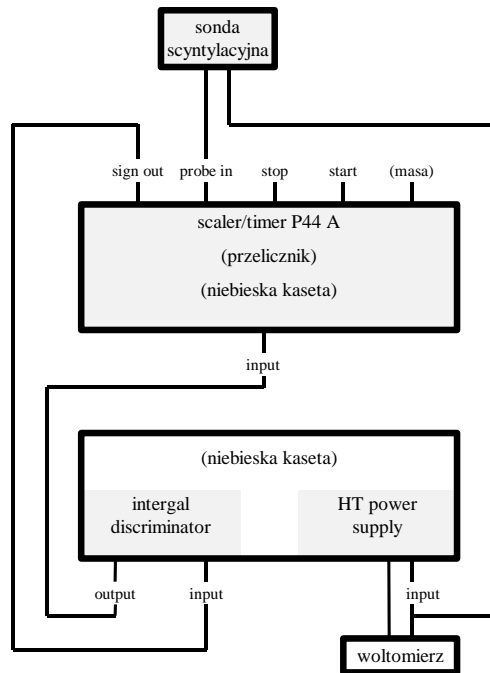
Poprzez umieszczenie źródła na odpowiedniej wysokości oraz dobranie odpowiedniego progu dyskryminatora ustalamy częstotliwość rejestrowania na 1-3 imp./s. Mierzymy dokładnie częstotliwość (zliczanie przez długi czas).

Ustawiamy określony czas zliczania, np. 1s i mierzymy ilość zliczeń w tym czasie. Wyniki przedstawiamy od razu na histogramie (0 też jest liczbą zliczeń!). Normujemy

histogram i porównujemy z przewidywaniami teoretycznymi. Prawdopodobieństwo zarejestrowania n zliczeń w określonym czasie wynosi:

$$p(n) = \frac{N^n}{n!} e^{-N}, \quad (35.1)$$

gdzie N jest średnią liczbą zliczeń w tym czasie.



Rys. 35.1. Schemat połączeń przy pomiarze liczby impulsów w zadanym czasie.

Na przeliczniku wciskamy przycisk „preset time”. Ustawiamy czas zliczania np. w celu zliczania przez $2 \cdot 10^2 s = 200 s$ należy wcisnąć „multiplier 2x” i „seconds 10”. Pomiar uruchamiamy przez wciśnięcie „start-stop” (0 też może być wynikiem pomiaru!). Pomiar kasujemy przez wciśnięcie „reset”

3. Wyznaczanie rozkładu czasu między dwoma kolejnymi impulsami

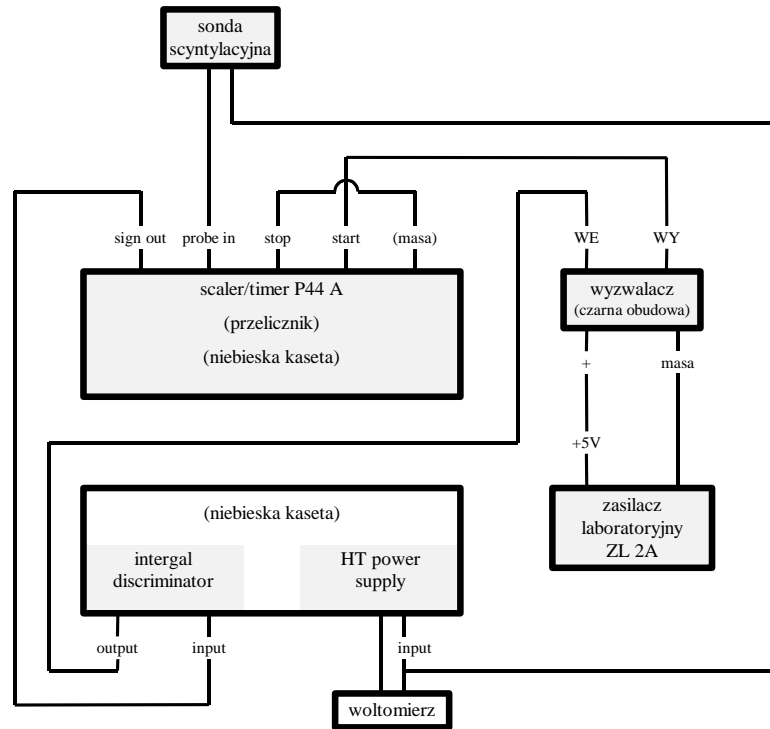
Budujemy układ według schematu przedstawionego na Rys. 35.2. Podobnie jak poprzednio ustalamy częstotliwość rejestrowania na 1-3 imp./s. Mierzmy dokładnie częstotliwość (zliczanie przez długi czas). Następnie mierzymy czasy między dwoma kolejnymi impulsami i wyniki od razu przedstawiamy na histogramie. Widzimy w ten sposób, kiedy należy zakończyć pomiary. Na osi poziomej histogramu zaznaczamy przedziały czasu, a na pionowej ilość rejestracji. Po zakończeniu pomiarów czasu powtórnie mierzymy częstotliwość w celu sprawdzenia, czy nie zmieniły się warunki pracy aparatury. Gęstość prawdopodobieństwa, ρ , obserwacji czasu t między dwoma kolejnymi impulsami wynosi:

$$\rho(t) = f e^{-ft}, \quad (35.2)$$

gdzie f jest częstotliwością zliczeń. Ponieważ

$$\int_0^{\infty} \rho(\tau) d\tau = 1, \quad (35.3)$$

więc normujemy nasz histogram tak, żeby pole powierzchni pod histogramem było równe 1 i rysujemy funkcję $\rho(t)$. Dyskutujemy zgodność histogramu z funkcją $\rho(t)$.



Rys. 35.2. Schemat połączeń przy pomiarze czasu pomiędzy dwoma kolejnymi impulsami.

Na przeliczniku wciskamy „preset time” oraz „preset count”. Pomiar czasu uruchamiamy przez wciśnięcie przycisku „Pomiar” wyzwalacza. Przelicznik czeka na pojawienie się pierwszego impulsu i zaczyna mierzyć czas (pali się lampka „gate”). Drugi impuls zatrzymuje pomiar (0 też może być wynikiem pomiaru!). Pomiar kasujemy przyciskiem „reset”.