

ĆWICZENIE 2

CHARAKTERYSTYKA ROBOCZA LICZNIKA SCYNTYLACYJNEGO. CZAS MARTWY LICZNIKA SCYNTYLACYJNEGO i G-M

CEL ĆWICZENIA

- Zdjęcie charakterystyki napięciowo-zliczeniowej licznika scyntylicyjnego, wyznaczenie napięcia pracy
- Wyznaczanie czasów martwych licznika scyntylicyjnego i licznika Geigera -Müllera

ZAGADNIENIA

- Podział liczników gazowych ze względu na wielkość przyłożonego napięcia
- Budowa i działanie licznika G-M i scyntylicyjnego
- Czas martwy, czas rozdzielczy i czas powrotu
- Oddziaływanie promieniowania z materią

ŹRÓDŁO PROMIENIOTWÓRCZE

- źródła zamknięte ^{90}Sr

APARATURA

- Sonda scyntylicyjna ST-350, U_{max} - 1000 V
- Licznik kielichowy G-M, U_{pracy} - 860 V
- Dwa przeliczniki SPECTECH ST360 COUNTER



Fot. 1. Aparatura pomiarowa używana w niniejszym ćwiczeniu.



Fot. 2. Przelicznik SPECTECH ST360 COUNTER.

SPECTECH ST360 COUNTER

DISPLAY SELECT – umożliwia wchodzenie do następujących funkcji:

- a) **COUNTS** – wyświetlającej liczbę zliczeń
- b) **TIME** – pozwalającej na ustawienie czasu pomiaru
- c) **RATE** – wyświetlającej tempo zliczeń
- d) **HIGH VOLTAGE** – pozwalającej na ustawienie odpowiedniego napięcia
- e) **ALARM POINT** – pozwalającej na ustawienie alarmu

DOWN i UP – odpowiadają za przechodzenie w górę lub dół skali napięcia bądź czasu

COUNT – uruchamia pomiar

STOP – powoduje przerwanie pomiaru

RESET – pozwala na usuwanie wyników

WYKONANIE ĆWICZENIA

Wyznaczenie napięcia pracy licznika scyntylicyjnego

Badane źródło promieniotwórcze (^{90}Sr) umieścić w domku osłonowym pod sondą scyntylicyjną na pozycji drugiej od góry. Włączyć czerwony przycisk **ON/OFF** z tyłu aparatu **SPECTECH ST360 COUNTER** (spowoduje to zapalenie się zera na wyświetlaczu oraz zapalenie się czerwonej lampki **STOP**). Za pomocą przycisku **DISPLAY SELECT** wejść w funkcję **TIME** (jednokrotne naciśnięcie **DISPLAY SELECT**). Zapali się czerwona, podłużna dioda znajdująca się po lewej stronie napisu **TIME** na wyświetlaczu. Należy ustawić czas pomiaru na **60s** za pomocą przycisków **UP** i **DOWN**. Po ustawieniu czasu, korzystając ponownie z przycisku **DISPLAY SELECT**, wejść w funkcję **HIGH VOLTAGE** (dwukrotne naciśnięcie **DISPLAY SELECT**). Zapali się czerwona, podłużna dioda znajdująca się po lewej stronie napisu **HIGH VOLTAGE** na wyświetlaczu. Ustawić napięcie pracy aparatu na **580V** za pomocą przycisków **UP** i **DOWN**. Następnie również za pomocą przycisku **DISPLAY SELECT** wejść w funkcję **COUNTS** (trzykrotne naciśnięcie **DISPLAY SELECT**), po czym w celu uruchomienia pierwszego pomiaru wcisnąć przycisk **COUNT**

znajdujący się po lewej stronie aparatu obok przycisku **STOP**. Po wykonaniu pierwszego pomiaru należy zwiększyć wartość napięcia o **20V** i mierzyć liczbę impulsów źródła. Procedurę tę należy powtarzać do uzyskania wartości napięcia **980V**. **Prowadzenie pomiarów przy napięciu wyższym od 1000V grozi uszkodzeniem licznika.** Pomiary należy wykonywać jednokrotnie. Po uzyskaniu wyników liczby zliczeń źródła w przedziale napięć 580V-980V należy zmierzyć liczbę impulsów tła promieniotwórczego (tj. po wyjęciu źródła) w tym samym zakresie napięcia. Tak jak w przypadku pomiarów liczby zliczeń źródła należy zacząć od napięcia 580V, a następnie zwiększając każdorazowo wartość napięcia o 20V osiągnąć wartość 980V.

Otrzymane wyniki należy umieścić w tabeli:

Lp.	Napięcie [V]	Liczba zliczeń źródła $N/60s$	Liczba zliczeń tła $N_t/60s$	$(N - N_t)/N_t$
1.	580			
2.	600			
...				
n.	980			

W dalszych pomiarach za napięcie pracy sondy scyntylicyjnej należy przyjąć napięcie wyznaczone w niniejszej części ćwiczenia.

Wyznaczanie czasu martwego licznika scyntylicyjnego i licznika Geigera -Müllera

W celu wyznaczenia czasu martwego **licznika scyntylicyjnego**, podstawkę z dwoma otworami należy umieścić w domku osłonowym pod sondą scyntylicyjną na pozycji **drugiej** od góry. Pomiary należy rozpocząć od zmierzenia liczbę impulsów pochodzących od jedyne go źródła promieniowania, następnie należy zmierzyć liczbę impulsów pochodzących z dwóch źródeł jednocześnie, a zakończyć mierząc liczbę impulsów pochodzącą wyłącznie od źródła drugiego. Pomiary należy prowadzić czasie **200s** oraz przy takiej wartości napięcia pracy jaka została wyznaczona w pierwszej części ćwiczenia (metoda ustawienia czasu pomiaru oraz napięcia na aparacie SPECTECH ST360 COUNTER jak powyżej). **UWAGA!!!** W trakcie pomiarów proszę nie naruszać położenia podstawki w domku osłonowym.

W analogiczny sposób należy wyznaczyć czas martwy **licznika G-M**. Źródło promieniowania należy umieścić na pozycji **drugiej** od góry w domku osłonowym **pod licznikiem G-M**, po czym powtórzyć przedstawioną powyżej procedurę pomiarową. Pomiary należy prowadzić również w czasie **200s** natomiast za napięcie pracy licznika G-M należy przyjąć wartość **860V** (metoda ustawienia czasu pomiaru oraz napięcia na aparacie SPECTECH ST360 COUNTER jak powyżej).

Otrzymane wyniki należy umieścić w tabelach:

Sonda scyntylicyjna

Lp.	Numer źródła	Liczba impulsów $N_{imp}/200s$	Liczba impulsów $N_{imp}/100s = (N_{imp}/200s)/2$
1.	1		
2.	2		
3.	1+2		

Licznik G-M

Lp.	Numer źródła	Liczba impulsów $N_{imp}/200s$	Liczba impulsów $N_{imp}/100s = (N_{imp}/200s)/2$
1.	1		
2.	2		
3.	1+2		

OPRACOWANIE WYNIKÓW

- 1) W celu wyznaczenia charakterystyki napięciowo-zliczeniowej licznika scyntylicyjnego należy sporządzić wykres $(N-N_t)/N_t=f(U)$ w funkcji napięcia. Na wykresie proszę zaznaczyć wartość napięcia pracy sondy scyntylicyjnej.
- 2) Wyznaczenia czasów martwych licznika scyntylicyjnego i licznika G-M opiera się na następującym rozumowaniu:

Jeżeli przez N_0 oznaczy się liczbę cząstek wpadających do licznika w czasie 200s, a przez N liczbę cząstek zarejestrowanych w tym czasie przez licznik, to:

$$N_0 = \frac{N}{I - N * t_m}$$

gdzie: t_m - oznacza czas martwy wyrażony w sekundach.

Wyznaczenie N jest bardzo trudne ponieważ wartość N zależy od szeregu parametrów (aktywność źródła, współczynnik geometrii układu, współczynnik pochłaniania itp.). W związku z powyższym, aby wyznaczyć czas martwy licznika należy zastosować wykonywaną w niniejszym ćwiczeniu procedurę, czyli znaleźć dwa źródła o podobnej aktywności i zachowując stale warunki geometrii zmierzyć kolejno liczby impulsów pochodzących od każdego z nich (N_1 i N_2) oraz od obu jednocześnie ($N_{1,2}$).

Na podstawie pierwszego wzoru można przyjąć, że:

$$N_{01} = \frac{N_1}{I - N_1 * t_m}; \quad N_{02} = \frac{N_2}{I - N_2 * t_m}; \quad N_{01,2} = \frac{N_{1,2}}{I - N_{1,2} * t_m}$$

Ponieważ $N_{01,2} = N_{01} + N_{02}$ to:

$$\frac{N_{1,2}}{I - N_{1,2} * t_m} = \frac{N_1}{I - N_1 * t_m} + \frac{N_2}{I - N_2 * t_m}$$

Na podstawie powyższego równania, zaniedbując wartości czynnika $N_{1,2} N_1 N_2$, można obliczyć **czas martwy licznika**:

$$t_m = \frac{N_1 + N_2 - N_{1,2} * 100}{2 * N_1 * N_2}$$

- 3) Znając czas martwy licznika można również określić rzeczywistą liczbę cząstek wpadających w przestrzeń czynną licznika wprowadzając tzw. **poprawkę na czas martwy**. Poprawka ta wyraża się wzorem:

$$K_{t_m} = \frac{N_0}{N} = \frac{I}{I - \frac{N * t_m}{100}}$$

Na podstawie powyższego wzoru należy obliczyć poprawki na czas martwy dla licznika scyntylacyjnego i licznika G-M w zakresie liczby impulsów podanych w tabelach:

Licznik scyntylacyjny

Lp.	$N_{\text{imp}}/100\text{s}$	K_{tm}
1.	20 000	
2.	22 000	
3.	24 000	
4.	26 000	
...		
n.	50 000	

Licznik G-M

Lp.	$N_{\text{imp}}/100\text{s}$	K_{tm}
1.	4 000	
2.	6 000	
3.	8 000	
4.	10 000	
...		
n.	30 000	

- 4) Na podstawie powyższych danych sporządzić wykres zależności współczynników poprawek na czas martwy od liczby impulsów $K_{\text{tm}} = f(N)$.

Literatura uzupełniająca

1. T. Hilczer - Ćwiczenia z fizyki jądrowej, rozdz. 2.
2. Radiochemia w ćwiczeniach i zadaniach - praca zbiorowa, rozdz. II.
3. A. Piątkowski, W. Scharf - Elektroniczne mierniki promieniowania jonizującego, str. 195-289.
4. J.B. England - Metody doświadczalne fizyki jądrowej, str. 50-74.