

## **ĆWICZENIE 1**

# **CHARAKTERYSTYKA ROBOCZA LICZNIKA GEIGERA-MÜLLERA**

## **CEL ĆWICZENIA**

- Zdjęcie charakterystyki roboczej licznika Geigera-Müllera, wyznaczenie napięcia pracy i napięcia progowego
- Określenie poprawki na pochłanianie cząstek  $\beta$  w warstwie powietrza i okienku licznika
- Określenie bezwzględnej aktywności preparatu za pomocą kielichowego licznika G-M
- Wyznaczanie współczynnika geometrii badanego układu

## **ZAGADNIENIA**

- Podział liczników gazowych ze względu na obszary ich pracy
- Budowa i zasada działania licznika Geigera-Müllera
- Mechanizm gaszenia wyładowania w samogasnących i niesamogasnących licznikach Geigera-Müllera
- Podział liczników G-M ze względu na budowę
- Charakterystyka napięciowo-zliczeniowa licznika G-M, napięcie progowe, napięcie pracy
- Pomiar aktywności bezwzględnej preparatu promieniotwórczego, poprawki
- Sposoby obliczania aktywności promieniotwórczej, przeliczanie jednostek

## **ŹRÓDŁO PROMIENIOTWÓRCZE**

- Źródło promieniowania:  $^{60}\text{Co}$

## **APARATURA**

- Licznik kielichowy G-M
- Przelicznik PT-72
- Zasilacz wysokiego napięcia ZWN 2.5



Fot. 1. Aparatura pomiarowa stosowana w niniejszym ćwiczeniu: 1 - Licznik kielichowy G-M, 2 - Przelicznik PT-72, 3 - Zasilacz wysokiego napięcia ZWN 2.5, 4 - domek radiochemiczny.

## WYKONANIE ĆWICZENIA

### Wyznaczenie charakterystyki roboczej licznika Geigera-Müllera.

Włączyć zasilacz wysokiego napięcia przyciskiem **SIEĆ** (zapali się żółta dioda), wszystkie pokręta napięcia ustawić na wartość zero, natomiast pokrętkę odpowiadającą za polaryzację impulsów na wartość dodatnią, następnie uruchomić przelicznik wciskając czerwony przycisk **POWER**. Preparat promieniotwórczy umieścić na podstawie pleksiglasowej w domku ołowianym pod licznikiem G-M na pozycji siódmej od góry. Gdy na zasilaczu wysokiego napięcia zapali się czerwona dioda pokręta napięcia ustawić na wartość 540V, następnie zwiększając wartość przykładanego napięcia, co 20V mierzyć liczbę impulsów w czasie 100s (za ustawienie czasu na podaną wartość odpowiada wciśnięcie następujących przycisków na płycie głównej przelicznika: present time, 10<sup>2</sup>, 1x). Pomiary

należy prowadzić do wartości napięcia równej 740V. **Prowadzenie pomiarów przy napięciu wyższym od 750V grozi uszkodzeniem licznika.**

Otrzymane wyniki należy umieścić w tabeli 1:

Lp.	Napięcie U [V]	Liczba zliczeń N
1.	540	
2.	560	
...		
n.	740	

Na podstawie powyższych danych sporządzić wykres zależności liczby zliczeń od przyłożonego napięcia  $N=f(U)$ . Na wykresie należy zaznaczyć wartość napięcia progowego oraz napięcia pracy licznika G-M.

**W dalszych pomiarach za napięcie pracy licznika G-M należy przyjąć napięcie wyznaczone w niniejszej części ćwiczenia.**

Określenie poprawki na pochłanianie cząstek  $\beta$  w warstwie powietrza i okienku licznika.

Źródło promieniowania umieścić w domku ołowianym na pozycji dziesiątej od góry, następnie zmierzyć liczbę impulsów w czasie 200s (za ustawienie czasu na podaną wartość odpowiada wciśnięcie następujących przycisków na płycie głównej przelicznika: present time,  $10^2$ , 2x). Drugi pomiar wykonać w analogiczny sposób umieszczając pomiędzy źródłem, a licznikiem na pozycji drugiej od góry absorbent aluminiowy o gęstości powierzchniowej  $30 \text{ mg/cm}^2$ .

Otrzymane wyniki należy umieścić w tabeli 2:

Lp.	Grubość adsorbentu d [ $\text{g/cm}^2$ ]	Liczba zliczeń N/200s	$\lg N$
1.	0		
2.	30		

Wyznaczanie współczynnika geometrii układu.

Źródło promieniotwórcze umieścić na pozycji 10 od góry, a diafragmę aluminiową na pozycji drugiej. Mierzyć liczbę impulsów w czasie 200s. Następnie nie zmieniając pozycji diafragmy umieścić źródło na pozycji szóstej i powtórzyć pomiar. Na koniec wykonać pomiar tła w czasie 200s.

Wyniki pomiarów umieścić w tabeli 3:

Lp.	Nr poz. źródła	Promień diafragmy r [cm]	Odległość diafragmy od źródła h [cm]	Liczba imp./200s $N_{200}$	Liczba imp./100s $N_{100}=N_{200}/2$	Liczba imp. tła/200s $N_{t\ 200}$	Liczba imp. tła/100s $N_{t\ 100}=N_{t\ 200}/2$
1	10	0,25					
2	6	0,25					

## OPRACOWANIE WYNIKÓW

- 1) W celu wyznaczenia charakterystyki roboczej licznika Geigera-Müllera należy sporządzić wykres zależności liczby zliczeń od przyłożonego napięcia  $N=f(U)$ . Na wykresie proszę zaznaczyć wartość napięcia progowego oraz napięcia pracy licznika G-M.
- 2) Poprawkę na pochłanianie cząstek  $\beta$  w warstwie powietrza i okienku licznika należy wyznaczyć korzystając z liniowej zależności logarytmu liczby zliczeń ( $\lg N$ ) od grubości absorbentu. W tym celu należy obliczyć gęstość powierzchniową warstwy powietrza i okienka licznika ( $D$ ) korzystając z poniższych wzorów:

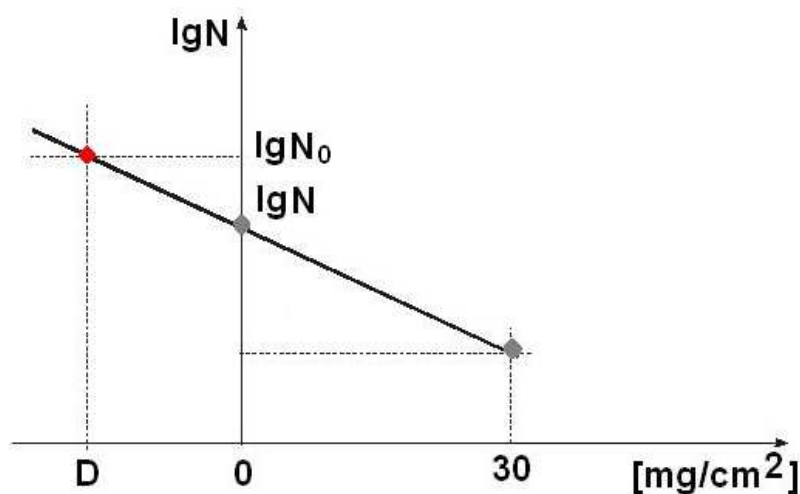
$$D = d_{ok} + d_{pow}$$

$$d_{pow} = X * \rho_{pow}$$

gdzie:  $D$  - gęstość powierzchniowa okienka licznika i warstwy powietrza [ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ],  $d_{\text{ok}}$  - grubość okienka licznika wynosząca  $3 \text{ mg}/\text{cm}^2$ ,  $d_{\text{pow}}$  - gęstość powierzchniowa warstwy powietrza między licznikiem, a źródłem,  $x$  - odległość źródła od okienka licznika wyznaczona z liczby warstw powietrza odpowiadających odległości okienka licznika od źródła (odległość od pozycji pierwszej w domku do okienka licznika wynosi  $1 \text{ cm}$ , a odległości między pozycjami w domku -  $0,5 \text{ cm}$ ),  $\rho_{\text{pow}}$  - gęstość powietrza =  $1,29 \text{ mg}/\text{cm}^3$ .

Następnie należy sporządzić wykres zależności  $\lg N$  od grubości absorbentu ( $d$ ) w ten sposób aby liczba impulsów źródła mierzona pod nieobecność absorbentu znajdowała się w punkcie zerowym na osi rzędnych ( $y$ ), a liczba impulsów źródła mierzona w obecności absorbentu w punkcie odpowiadającym wartości  $d=30 \text{ mg}/\text{cm}^2$  (patrz poniższy rysunek). Składający się z dwóch punktów wykres należy przedłużyć w kierunku ujemnych wartości na osi  $x$ , po czym na os  $x$  należy nanieść wyliczoną wartość gęstości powierzchniowej okienka licznika i warstw powietrza ( $D$ ). Następnie należy narysować linię prostą prostopadłą do punktu  $D$  odłożonego na osi  $x$ . Punkt przecięcia otrzymanej prostej z przedłużeniem wykresu odpowiada wartości  $\lg N_0$ . Znając wartości  $N$  i  $N_0$  poprawkę na pochłanianie w okienku i warstwie powietrza można obliczyć korzystając z następującego wzoru:

$$f_{\text{ok+pow}} = \frac{N}{N_0}$$



- 3) W celu określenia współczynnika geometrii układu ( $\eta$ ) oraz aktywności bezwzględnej preparatu promieniotwórczego ( $N_b$ ) należy użyć poniższych wzorów oraz skorzystać z wyników zamieszczonych w tabeli 3.

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot \left( 1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}} \right)$$

$$N_b = \frac{N'}{\eta * f_{ok+pow}}$$

Wyniki wykonanych obliczeń proszę umieścić w tabeli:

Lp.	Nr poz.	Współczynnik geometrii układu ( $\eta$ )	$N' = N - N_t$ (100s)	Poprawka na pochłanianie $f_{ok+pow}$	$N_b = \frac{N'}{\eta * f_{ok+pow}}$ (100s)
1.	10				
2.	6				

- 4) Otrzymaną aktywność bezwzględną ( $N_b$ ) należy wyrazić używając dwóch jednostek: Bq i Ci.

$$1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ rozpadów/s} = 37 \text{ GBq}$$

$$1\text{Bq} = 1 \text{ rozpad/s}$$

#### Literatura uzupełniająca:

1. A. Niesmiejanow - Ćwiczenia z radiochemii, str. 135-57.
2. J. Araminowicz - Laboratorium z fizyki jądrowej, rozdz. 8.1 i 8.5.
3. T. Hilczer - Ćwiczenia z fizyki jądrowej, rozdz. 2 i 5.
4. Radiochemia w ćwiczeniach i zadaniach - praca zbiorowa, rozdz. II.1 - II.3.
5. A. Piątkowski, W. Schaff - Elektroniczne mierniki promieniowania jonizującego, str. 103-197.
6. J.B. England - Metody doświadczalne fizyki jądrowej, str. 28-49.