

# ĆWICZENIE NR 1

## Część I

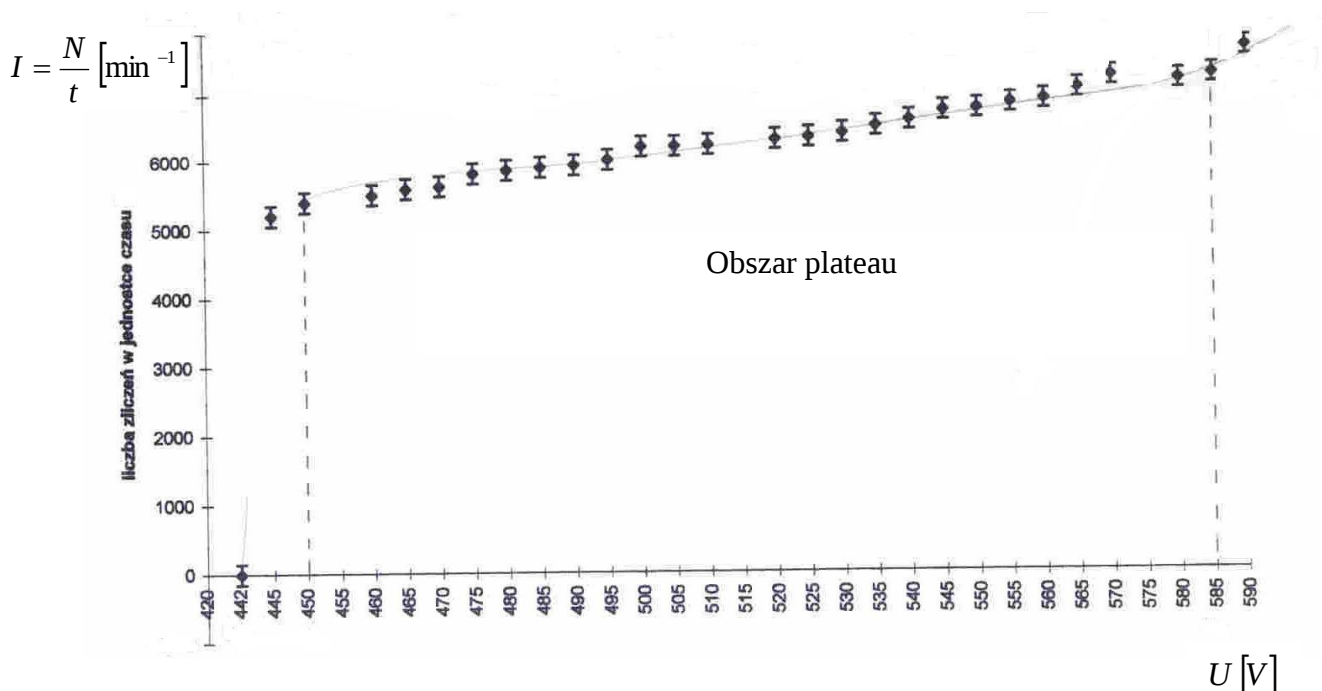
(wydanie poprawione\_2017)

### Charakterystyka licznika Geigera – Müllera



## I. Cel doświadczenia

Wykonanie charakterystyki licznika Geigera-Müllera:



Przykładowy przebieg charakterystyki licznika G-M na podstawie przeprowadzonego doświadczenia.

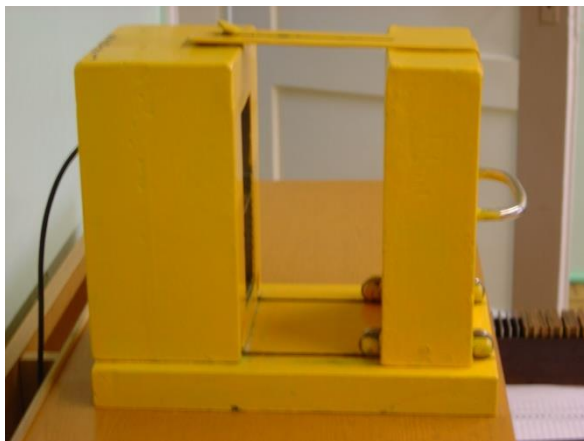
Na powyższym rysunku przedstawiono doświadczalny przebieg, typowy dla dobrze pracującego licznika G-M, zależności jego zliczeń  $N$  w jednostce czasu  $t$  od przykładanego napięcia  $U$ , w obecności nisko aktywnego źródła promieniotwórczego beta lub gamma. Jak widać przy zbyt niskich wartościach napięcia licznik nie reaguje na obecność cząstek jonizujących. Istnieje pewna, ściśle określona wartość napięcia, przy którym wykazuje on aktywność. Napięcie to nazwano **napięciem progowym**. Od tego momentu notujemy wraz ze wzrostem napięcia dosyć gwałtowny wzrost szybkości zliczeń, aż do momentu, gdzie zostaje on znacznie spowolniony. Od tego momentu rozpoczyna się obszar, w którym zależność szybkości zliczeń licznika jest bardzo mało zależna od przykładanego napięcia, im mniejsza jest ta zmiana (charakteryzuje ją wielkość nazwana nachyleniem plateau) tym lepszy jest licznik. Okres największej stabilności pracy licznika wraz ze zmianą napięcia nazywamy obszarem **plateau**, natomiast obszar gwałtownego wzrostu szybkości zliczeń licznika wraz ze wzrostem przykładanego napięcia to obszar **wyładowania lawinowego** – przyczyna skrócenia życia licznika jako detektora cząstek jonizujących.

### Układ eksperymentalny:

W domku zamontowany jest licznik G-M i półki.

Na jednej z półek umieszczamy preparat promieniotwórczy.

**Domek ołowiany**  
**wyposażenie stanowiska pomiarowego**

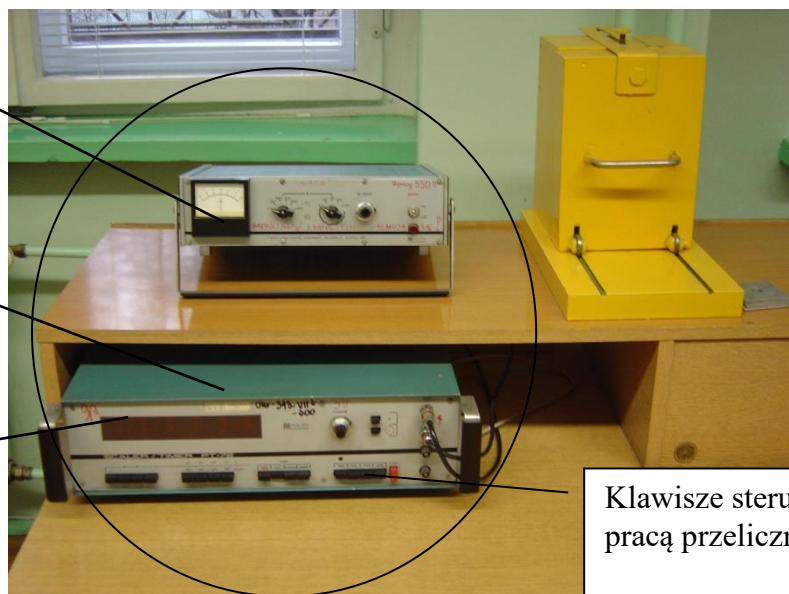


Dwa warianty układu przeliczającego:  
różnią się tylko przelicznikiem.

Zasilacz wysokiego napięcia  
(zasila układ pomiarowy)  
Tutaj regulujemy przykładane napięcie.

Nowszy typ przelicznika:  
przelicznik, w którym można  
zaprogramować czas pomiaru

Dekady liczące  
(liczenie z prawa na lewo –  
kolejno: 1, 10, 100, 1000 .....)



Klawisze sterujące  
pracą przelicznika

### Stary typ przelicznika

Wbudowany zasilacz wysokiego  
napięcia.  
Tutaj regulujemy przykładane napięcie.

Dekady liczące  
(tak jak powyżej)



Klawisze sterujące  
pracą przelicznika

## **II. Technika pomiarów:**

1. Umieścić preparat promieniotwórczy przed okienkiem detektora, przy czym jego położenie dobrać tak, żeby przy napięciu pracy wyznaczonym poprzednio (napisane jest na obudowie przelicznika) liczba zliczeń nie była mniejsza niż 1000 zliczeń na jedną minutę.
2. Skręcić napięcie zasilania licznika do zera (uważnie przeczytać płytę czołową zasilacza).
3. Stopniowo zwiększać napięcie (np. co 10 V) w celu określenia tzw. napięcia progowego. Otrzymaną wartość zapisać, a następnie sprawdzić powtarzając procedurę kilka razy. Uwaga: Tutaj możemy używać dużej skokowej zmiany napięcia, ponieważ z zasady od zera do 200-400 V licznik kielichowy G-M nie reaguje na zmiany, a w przypadku licznika cylindrycznego brak zmian w zakresie 0-300 V (górna granica z czasem ulega zmianie – skróceniu).

4. Zwiększając napięcie przykładane do licznika od napięcia progowego do ok. 600 V - skokowo, **co 1; 5 lub 10 V** (uzgodnić ten skok z prowadzącym ćwiczenia. Zależy to jest od przewidywanej długości plateau) notować liczbę zliczeń w zadanym, wcześniej ustalonym czasie pomiaru. Ogólnie - górna granica przykładanego napięcia do licznika to ta wartość napięcia, przy której rozpoczyna się gwałtowny wzrost szybkości zliczeń w zadanym czasie. Czas pomiaru dopasować do statystyki zliczeń (może wynosić od 30 sek. do 2 minut).
5. Pomiar powtórzyć, ale tym razem napięcie przykładane do licznika zmniejszać w taki sposób, w jaki poprzednio był zwiększany. Nie zmieniamy geometrii układu.
6. Całą poprzednią procedurę powtórzyć dla innej odległości źródła od okienka licznika.

Wykonując punkty 4, 5 i 6 mierzymy charakterystykę licznika G-M, tzn. wyznaczamy przebieg:

$$I = f(U), I = N / t,$$

gdzie:  $N$  – liczba zliczeń,  $t$  – czas pojedynczego pomiaru.

7. Wykreślić „roboczy” przebieg charakterystyki, na papierze milimetrowym (będzie przy stanowisku), w celu wstępnego zorientowania się w przebiegu charakterystyki i ewentualnym skorygowaniu lub uzupełnieniu punktów pomiarowych.

### III. Opracowanie wyników:

1. Sporządzić wykres funkcji  $I = f(U)$ , gdzie  $I = \frac{N}{t}$ : zawierający także niepewności pomiarowe punktów doświadczalnych. Niepewność standardowa pomiaru liczby zliczeń  $N$  na podstawie pojedynczego pomiaru wynosi  $u(N) = \sqrt{N}$ , niepewność standardowa pomiaru szybkości zliczeń na podstawie pojedynczego pomiaru  $u(I) = \frac{\sqrt{N}}{t} = \sqrt{\frac{N}{t^2}} = \sqrt{\frac{I}{t}}$ .
2. Określić napięcie pracy licznika  $U_p$  (licznik pracuje najbardziej stabilnie przy napięciu o wartości środka plateau).
3. Określić wartość nachylenia plateau (względny przyrost szybkości zliczeń przypadający na jednostkową zmianę napięcia):

$$\eta = \frac{\Delta I}{I_0} \frac{100\%}{\Delta U},$$

gdzie:

$\Delta I$  - przyrost szybkości liczenia w zakresie  $\Delta U = U_2 - U_1$ ,

$U_1, 2$  - odpowiednie wartości początku i końca plateau,

$I_0$  - szybkość rejestracji odpowiadająca napięciu pracy licznika.

W tym celu można wykorzystać współczynnik kierunkowy „a” prostej dopasowanej do plateau charakterystyki licznika uwzględniając, że  $\frac{\Delta I}{\Delta U}$  to właśnie „a” czyli

$$\eta = \frac{a}{I_0} \cdot 100\%$$

Do celów praktycznych dogodniej jest określać względną zmianę szybkości rejestracji na 100V:

$$\eta = \frac{\Delta I}{\Delta U} \cdot \frac{10^4}{I_0}, \eta = \frac{a}{I_0} \cdot 10^4.$$

4. Przedyskutować pisemnie wyniki. (ocenić parametry licznika i jego charakterystykę, oraz wpływ na nią zmiany geometrii układu pomiarowego, a także określić warunki, w których licznik będzie pracował najlepiej).

**IV. Student winien wykazać się znajomością następujących zagadnień:**

1. Budowa i działanie licznika Geigera-Müllera.
  - a) licznik niesamogasnący,
  - b) licznik samogasnący.
2. Charakterystyka licznika.
3. Czas martwy licznika.