

# WYZNACZANIE MAKSYMALNEJ ENERGII PROMIENIOWANIA BETA METODĄ ABSORPCYJNĄ

## PYTANIA KONTROLNE

1. Natura promieniowania  $\beta$
2. Źródła promieniowania  $\beta$
3. Absorpcja promieniowania, współczynnik pochłaniania
4. Zasięg masowy promieniowania w materiale

## STANOWISKO POMIAROWE

W układzie pomiarowym do rejestracji cząstek  $\beta$  wykorzystano okienkowy licznik Geigera–Müllera (kielichowy licznik G-M). Okienko licznika jest wykonane z cienkiej warstwy miki, tak aby wydajnością rejestracji cząstek  $\beta$  o niskiej energii była wysoka. Licznik umieszczony jest w osłonie ołowianej (domku). Wewnątrz domku od strony okienka licznika znajdują się pierścieniowe wycięcia. Do jednego z nich w znacznej odległości od licznika należy wstawić preparat promieniotwórczy. Między preparatem a licznikiem będą umieszczane folie absorbującego promieniowanie absorbenta (tutaj z aluminium).

Z licznikiem G-M współpracuje aparatura elektroniczna (Radiation Counter ST 360), która zasila detektor stabilizowanym, wysokim napięciem i zarazem służy do rejestracji pomiaru szybkości zliczeń impulsów.

## POMIARY

1. Ustawić napięcie pracy licznika G-M (500 V).
2. Wykonać kilka pomiarów tła licznika. Tło licznika promieniowania jonizującego wyznacza się bez obecności preparatu promieniotwórczego (przy pustym zamkniętym domku ołowianym). Wszystkie pomiary tła wykonać z niepewnością względną  $w(N_T)$  nie większą niż 5%. Niepewność tę określa się z warunku

$$w(N_T) = \frac{1}{\sqrt{N_T}} \leq 0.05,$$

gdzie  $N_T$  oznacza liczbę zliczeń licznika. Zanotować czas, jaki był potrzeby do zliczenia żądanej liczby cząstek. Wyznaczyć poziom tła  $I_T = N_T/t$  w jednostkach imp/min.

3. Preparat promieniotwórczy umieścić w domku ołowianym w odległości ok. 1 cm od okienka licznika. Zmierzyć liczbę zliczeń, pilnując, żeby niepewność pomiaru była nie większa niż 5%. Wyznaczyć ilość zliczeń przypadających na minutę  $I = N/t$ .
4. Wykonać pomiary liczby impulsów dla różnych grubości absorbenta wstawiając między preparat i okienko licznika kolejne folie aluminiowe. Za każdym razem wykonać pomiar grubości wkładanej folii.

↳ Pomiary należy prowadzić tak długo aż liczba zliczeń w jednostce czasu zbliży się do poziomu tła.

$N_T$		$t, \text{ min}$	
Poziom tła $I_T = N_T/t, \text{ imp/min}$			
Grubość absorbenta $x, \text{ mm}$	Ilość impulsów $N$	Czas $t, \text{ min}$	Liczba zliczeń w jednostce czasu $I = N/t, \text{ imp/min}$
0			

## OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Sporządzić wykres zależności natężenia wiązki od grubości absorbenta  $I = u(x)$ . Jest to zależność opisywana wzorem
$$I(x) = I_0 \exp(-\mu x),$$
gdzie  $\mu$  – liniowy współczynnik pochłaniania promieniowania  $\beta$  dla absorbenta.
2. Na wykresie zaznaczyć niepewności  $u(I)$ .  
 $\searrow$  Skorzystać z prawa przenoszenia niepewności, wiedząc że  $u(N) = \sqrt{N}$ .
3. Sporządzić wykres zależności logarytmu naturalnego z ilości zliczeń w jednostce czasu od grubości absorbenta  $\ln(I) = u(x)$ .  
 $\searrow$  Otrzymałą zależność opisuje zlogarytmowany wzór z punktu 1.
4. Na wykresie zaznaczyć linią prostą logarytm naturalny z poziomym tła  $\ln(I_T)$ .
5. Metodą regresji liniowej obliczyć parametry prostej dopasowania (wraz z niepewnościami) do zależności  $\ln(I) = u(x)$  dla początkowej części krzywej (tam, gdzie szybkość zliczeń impulsów jest wyraźnie większa od szybkości zliczeń odpowiadających promieniowaniu tła). Narysować dopasowaną prostą na wykresie.  
 $\searrow$  Poprowadzić prostą aż do przecięcia z prostą poziomym tła.
6. Zapisać wartość współczynnika pochłaniania  $\mu$  wraz z niepewnością w odpowiednim formacie.
7. Z parametrów prostej obliczyć wartość przecięcia  $x_{\max}$  prostej teoretycznej z prostą poziomym tła.
8. Zaznaczyć obliczony punkt na wykresie.
9. Wyznaczyć maksymalny zasięg masowy badanego promieniowania w badanym materiale
$$R_{\max} = \rho_{Al} x_{\max}, \text{ mg/cm}^2, \text{ gdzie } \rho_{Al} = 2.72 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3.$$
  
 $\searrow$  Konieczne są odpowiednie przeliczenia jednostek.
10. Na podstawie tabeli sporządzić wykres maksymalnego zasięgu masowego promieniowania masowego  $R$  promieniowania  $\beta$  od jego energii maksymalnej  $E_{\max}$ .

$E_{\max}, \text{ keV}$	$R_{\max}, \text{ mg/cm}^2$
100	13.5
150	26.5
200	42
250	59
300	78
400	120
500	165
800	310
1000	420