

J 4.1. Wyznaczanie bezwzględnej aktywności preparatu β -promieniotwórczego

INSTRUKCJA WYKONANIA ZADANIA

Obowiązujące zagadnienia teoretyczne:

1. Rozpad β
2. Własności promieniowania β
3. Prawo rozpadu promieniotwórczego
4. Aktywność promieniotwórcza

Literatura:

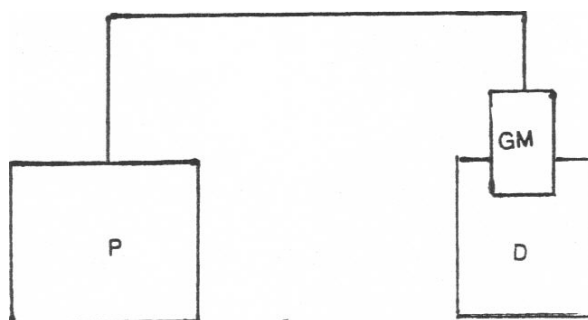
1. Cz. Bobrowski, *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa
2. J. R. Taylor, *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

Wykonanie zadania:

W ćwiczeniu należy wyznaczyć liczbę rozpadów A danego preparatu promieniotwórczego w jednostce czasu, czyli aktywność promieniotwórczą:

$$A = \frac{dN}{dt}, \quad (1)$$

wyrażoną w bekerelach (Bq). Pomiary wykonać w sposób następujący:



Rys. 1 Układ pomiarowy. GM – licznik Geigera okienkowy, D – domek pomiarowy, P – przelicznik z zasilaczem, wzmacniaczem i dyskryminatorem w jednej obudowie

1. Uruchomić układ pomiarowy wg instrukcji technicznej.
2. Poprosić prowadzącego zajęcia o umieszczenie preparatu promieniotwórczego na stoliku, znajdującym się wewnątrz domku pomiarowego (Rys. 1). Zapisać rodzaj izotopu promieniotwórczego i numer źródła.
3. Ustawić stół pomiarowy na wysokości h (zanotować). Jest to zarazem odległość preparatu od okienka licznika Geigera.

4. Mierzyć ilość zliczeń N w ciągu przedziału czasu Δt (przelicznik P).
5. Odległość preparatu od licznika, przedział czasu i liczbę powtórzeń pomiarów ustalić z prowadzącym zajęcia.
6. Poprosić prowadzącego zajęcia o wyjęcie preparatu.
7. Zmierzyć tło pomiarowe tzn. ilość zliczeń bez preparatu promieniotwórczego N_t w ciągu przedziału czasu ustalonego z prowadzącym zajęcia.
8. Wszystkie pomiary przeprowadzać przy zamkniętych drzwiczkach domku pomiarowego.

Opracowanie wyników pomiarów:

Przy pomiarach aktywności preparatu promieniotwórczego należy uwzględnić szereg czynników wpływających na wynik. Dlatego konieczne jest wprowadzenie do wzoru (1) odpowiednich poprawek.

Poprawka na tło

Obliczyć częstość zliczeń I_t pochodzących od tła :

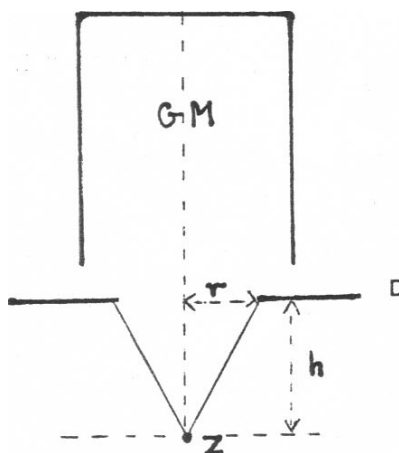
$$I_t = \frac{N_t}{\Delta t} \quad (2)$$

Poprawka na geometrię pomiaru

Aktywność preparatu promieniotwórczego jest zdefiniowana jako liczba cząstek emitowanych ze źródła w pełny kąt bryłowy 4π . Do licznika dochodzą tylko te cząstki, które trafiają w kąt bryłowy ograniczony okienkiem przesłony umieszczonej przed licznikiem (Rys. 2). Poprawka na geometrię pomiaru wynosi:

$$\omega = 0,5 \left(1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}} \right)$$

gdzie: h – odległość pomiędzy okienkiem licznika i preparatem;
 r - promień okienka w przesłonie; $r = 1,1$ cm.



Rys. 2 Położenie licznika GM, przesłony D i preparatu promieniotwórczego Z

Poprawka K na pochłanianie i rozproszenie zwrotne

Ta poprawka uwzględnia następujące czynniki:

- Pochłanianie cząstek β w okienku licznika i w warstwie powietrza między źródłem a licznikiem.
- Pochłanianie cząstek β w samym preparacie promieniotwórczym (pochłanianie wewnętrzne).
- Rozpraszanie zwrotne od podkładki preparatu i ścianek domku pomiarowego.

Te wszystkie czynniki są zależne od konkretnych warunków pomiaru, a w szczególności od kąta bryłowego ω , a co za tym idzie od wysokości h . Wartości poprawki K są podane w Tabeli 1.

Po uwzględnieniu poprawek aktywność preparatu w Bq wyraża się następującym wzorem:

$$A = \frac{I - I_t}{\omega K} \quad (3)$$

W celu opracowania pomiarów należy:

1. Obliczyć dla wszystkich pomiarów częstości zliczeń pochodzących od preparatu.
2. Obliczyć poprawkę na tło i na geometrię pomiaru, a poprawkę K odczytać z Tabeli 1.
3. Obliczyć aktywność preparatu wg wzoru (3).
4. Obliczyć niepewność pomiaru aktywności metodą różniczkowania, biorąc pod uwagę, że ω jest funkcją wysokości h . Przy obliczeniach należy uwzględnić niepewność pomiaru Δh , błąd statystyczny częstości zliczeń ΔI oraz ΔI_t .

Tabela 1
Poprawka na pochłanianie i rozproszenie zwrotne.

	¹⁴ C		²⁰⁴ Tl		⁹⁰ Sr
h [cm]	K	h [cm]	K	h [cm]	K
1,4	0,541	1,5	0,765	1,5	0,710
1,6	0,542	2,0	0,890	2,0	0,810
1,8	0,543	2,5	0,935	2,5	0,890
2,0	0,544	3,0	0,960	3,0	0,940
2,2	0,546	3,5	0,975	3,5	0,970
2,4	0,548	4,0	0,985	4,0	0,990

Autor instrukcji:

Maria Żurawicz