

## Ćw. M2

### **Promieniowanie jonizujące**

#### **Wyznaczanie liniowego i masowego współczynnika pochłaniania promieniowania $\gamma$ dla różnych materiałów.**

#### **Zagadnienia:**

- Budowa jądra atomowego.
- Defekt masy, energie wiązania jądra.
- Rodzaje promieniowania jonizującego. Powstawanie i właściwości cząstek  $\alpha$ ,  $\beta$ .
- Powstawanie promieniowania  $\gamma$ .
- Prawo rozpadu promieniotwórczego. Czas połowicznego zaniku.
- Zmiana natężenia promieniowania po przejściu przez substancję. Prawo pochłaniania promieniowania  $\gamma$ . Współczynniki osłabienia.
- Jednostki promieniowania jonizującego dotyczące aktywności źródeł, dawki, równoważnika dawki.
- Biologiczne skutki działania promieniowania jonizującego.
- Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania jonizującego z materią.

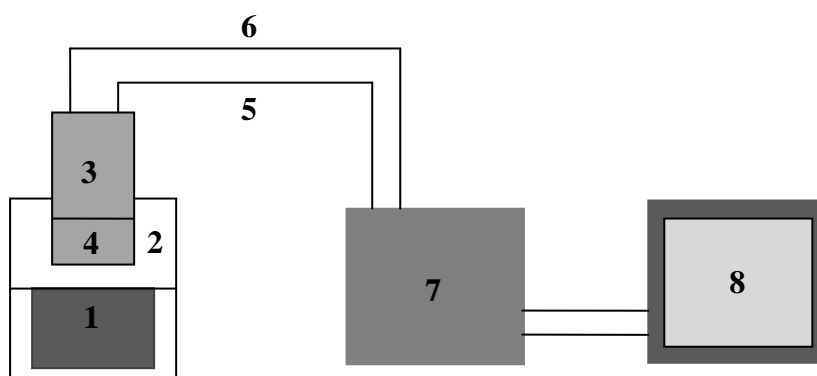
#### **Opis ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie liniowego i masowego współczynnika pochłaniania promieniowania  $\gamma$  dla różnych materiałów.

Używane w ćwiczeniu źródła promieniowania  $\gamma$  są źródłami zamkniętymi, tzn. korzystamy tylko z promieniowania nie mając dostępu do substancji promieniotwórczej.

**UWAGA! Nie wolno dotykać okienka w obudowie źródła, bowiem uszkodzenie może spowodować wydostanie się substancji promieniotwórczej na zewnątrz.**

Zestaw do pomiaru współczynnika pochłaniania promieniowania  $\gamma$  składa się z następujących elementów:



- 1 – wnęka na źródła zamknięte i płytki absorbentu,
- 2 – osłona ołowiana,
- 3 – fotopowielacz ,
- 4 – scyntylator NaJ(Tl),
- 5 – przewód wysokiego napięcia (komputer → fotopowielacz),
- 6 – przewód odprowadzający sygnał (fotopowielacz → komputer),
- 7 – komputer,
- 8 – monitor.

Wiązka promieniowania  $\gamma$  przechodząc przez absorbent ulega osłabieniu. W scyntylatorze kwanty promieniowania  $\gamma$  wywołują błyski luminescencyjne, które rejestruje fotopowielacz. Ilość rozbłysków podawana przez komputer jako ilość zliczeń  $N$  jest proporcjonalna do natężenia wiązki promieniowania  $\gamma$  dochodzącej do scyntylatora. Przy braku absorbentu między źródłem a scyntylatorem otrzymujemy ilość zliczeń  $N_0$  proporcjonalną do początkowego natężenia wiązki promieniowania  $\gamma$ .

$$n_0 \propto I_0$$

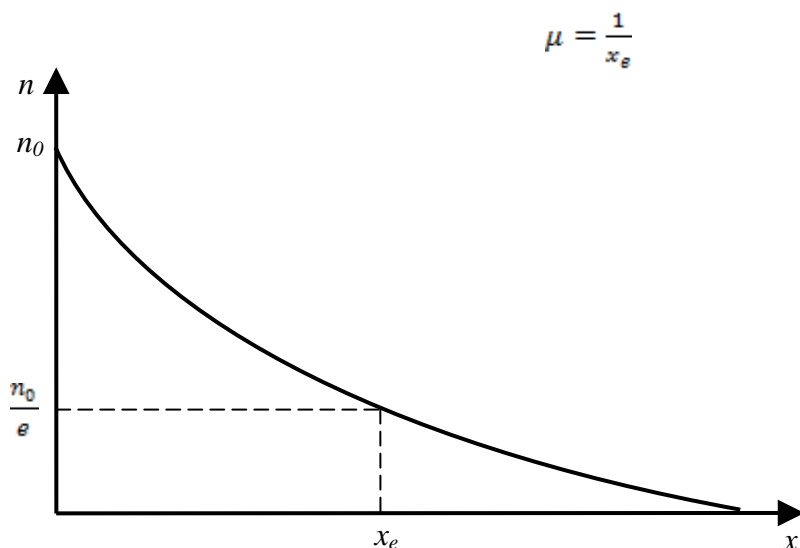
Po przejściu promieniowania przez absorbent o grubości  $x$  , ilość zliczeń jest proporcjonalna do natężenia  $I$  wiązki;

$$n \propto I$$

Uwzględniając te zależności otrzymujemy wzór opisujący zmianę ilości zliczeń w funkcji grubości absorbentu  $n = f(x)$ .

$$n = n_0 e^{-\mu x}$$

Wyrażenie to daje możliwość wyznaczenia współczynnika pochłaniania  $\mu$ . Z wykresu zależności  $n = f(x)$  wyznaczamy grubość absorbentu  $x_e$ , która powoduje  $e$ -krotne osłabienie wiązki padającej tzn.  $n = \frac{n_0}{e}$  (rys.1). Odwrotność grubości  $x_e$  jest miarą współczynnika pochłaniania.



Rys. 1

Współczynnik pochłaniania można również wyznaczyć z liniowej zależności  $\ln \frac{n_0}{n} = f(x)$ . Współczynnik kierunkowy tej prostej jest równy liczbowo współczynnikowi pochłaniania promieniowania  $\gamma$  przez badany absorbent:

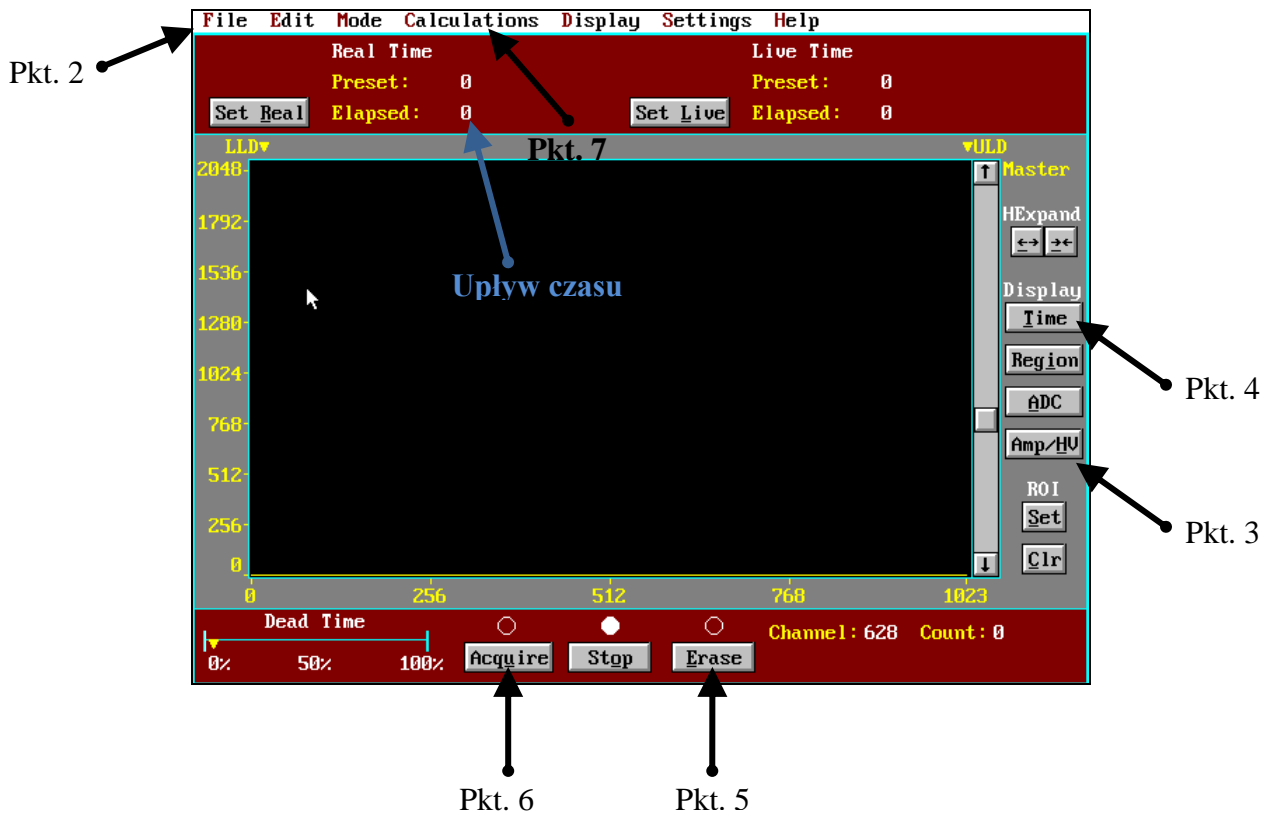
$$\mu = \frac{\Delta \ln \frac{n_0}{n}}{\Delta x}$$

### Instrukcja:

1. Włączamy komputer
2. Wybieramy: File→Load Setup→Ćw.1 (ustawiamy strzałkami)

**Zwykle komputer jest już włączony, a odpowiedni program ustawiony.**

**Warunki wykonania ćwiczenia (rodzaj izotopu, rodzaj absorbentu, ilość płytek absorbentu, kanał na którym wykonywany jest pomiar ustala prowadzący ćwiczenia.**



3. Sprawdzamy czy jest włączone napięcie. Klikamy Amp/HV, powinno być ustawione na ON.
4. Klikamy (Time).
5. Czyścimy ekran (Erase).
6. Wykonujemy pomiar  $N_0$  dla danego izotopu. Włączamy (Acquire), pomiar trwa 100 s.
7. Wygładzamy pomiar: wybieramy Calculation → Smooth Date; powtarzamy ten manewr 3-krotnie.
8. Ustawiamy kursorem kanał pomiarowy w max. widma. (Kanał ustala prowadzący ćwiczenia)
9. Odczytujemy wartość  $N_0$  w ustawionym kanale.
10. Wyczyścić ekran (Erase).
11. Zmierzyć grubość pierwszej płytki absorbentu, włożyć ją między źródło promieniowania a scyntylator.
12. Wykonać pomiar  $N$ ; włączamy (Acquire), pomiar trwa 100 s.
13. Wygładzamy pomiar tak jak w pkt. 7 i odczytujemy wartość  $N$  (ważne aby kanał był ustawiony zawsze tak samo)

14. Powtarzamy pomiar dla kolejnych płytek absorbentu, które dokładamy do poprzednich tak aby warstwa absorbentu nam rosła.

15. Wyniki zestawiamy w tabelce. Wykonujemy odpowiednie wykresy  $N = f(x)$  i  $\ln \frac{N_0}{N} = f(x)$  (metodą regresji liniowej w programie GraphPad Prism).

16. Szacowanie niepewności:

- Na wykresie  $N = f(x)$  nanosimy  $u(N) = \sqrt{N}$ .
- Szacujemy  $u(\ln \frac{N_0}{N})$  dla jednego, wybranego punktu i nanosimy na wykres

$$\ln \frac{N_0}{N} = f(x).$$

$x$ (m)	$N$	$\ln \frac{N_0}{N}$	$\mu = \frac{1}{x_e} \text{ (m}^{-1}\text{)}$	$\mu = \frac{\Delta \ln \frac{N_0}{N}}{\Delta x} \text{ (m}^{-1}\text{)}$	$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \text{ (m}^2\text{/kg)}$
$x = 0$	$n_0$				

$$\rho_{\text{Al}} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{Pb}} = 11400 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{stal}} = 7200 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 9000 \text{ kg/m}^3$$