

## Doświadczenie 2

# Pomiar absorpcji promieniowania $\gamma$

Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych (laboratorium)

### Cel doświadczenia:

1. Zbadanie własności absorpcyjnych promieniowania  $\gamma$  dla wybranych materiałów.

### Literatura:

1. V. Acosta, „Podstawy fizyki współczesnej”, PWN, Warszawa 1981.
2. A. Strzałkowski, „Wstęp do fizyki jądra atomowego”, PWN, Warszawa 1979.

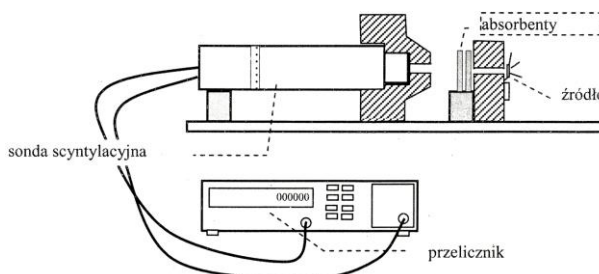
### Wymagane wiadomości:

1. Rodzaje oddziaływania promieniowania  $\gamma$  z materią.
2. Pojęcie przekroju czynnego na oddziaływanie promieniowania z materią.
3. Osłabienie promieniowania  $\gamma$  w materii (współczynnik liniowego osłabienia, zależność od rodzaju materiału i energii promieniowania).

### Układ pomiarowy:

Układ pomiarowy składa się z sondy scyntylacyjnej w osłonie ołowianej i współpracującej z nią elektroniki. Przelicznik zawiera w sobie zasilacz wysokiego napięcia zasilający fotopowielacz sondy. Scyntylatorem jest kryształ NaI o grubości 3 cm. Zliczenia z sondy są prezentowane na wyświetlaczu umieszczonym na płycie czołowej przelicznika. Czas zliczania może być regulowany w zależności od potrzeb.

Podczas eksperymentu używane jest silniejsze źródło  $^{137}\text{Cs}$ . Ze względów bezpieczeństwa umieszczone ono jest za specjalnym ołowianym kolimatorem.



*Rysunek 1. Zdjęcie oraz schemat układu pomiarowego wykorzystanego w doświadczeniu nr 2.*

*Tabela 1. Podstawowe parametry izotopu  $^{137}\text{Cs}$ .*

Typ rozpadu	Czas połowicznego zaniku ( $T_{1/2}$ )	Główna energia promieniowania $\gamma$	Ilość kwantów $\gamma$ na 100 rozpadów	Aktywność na 01.12.1999
$\beta$	$(30,17 \pm 0,03)$ lat	661,7 keV	85,1	$5,5 \cdot 10^6$ Bq

### Wykonanie doświadczenia:

1. Wykonanie pomiarów tła w celu wyznaczenia wartości  $I_T$ .
2. Wykonanie pomiarów natężenia promieniowania bez absorbentu w celu wyznaczenia wartości  $I_0$ .
3. Wykonanie pomiarów masowego współczynnika absorpcji promieniowania w aluminium, miedzi i ołowiu dla energii 662 keV.

*Między kolimator i detektor wstawiamy różne liczby blach miedzianych a później ołowianych. Wykonujemy pomiary przynajmniej dla 5 różnych grubości. Należy zmierzyć grubość używanych*

blach przy użyciu suwmiarki. Każdy pomiar wykonujemy co najmniej 5 razy żeby uniknąć błędów grubych i lepiej zbadać błąd przypadkowy otrzymanych wyników.

### Opracowanie wyników pomiarów:

Prawo absorpcji promieniowania  $\gamma$  przechodzącego przez absorbent o grubości  $x$  opisane jest zależnością:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

gdzie:

$I$  – natężenie promieniowania po przejściu przez absorbent,

$I_0$  – natężenie promieniowania bez absorbentu,

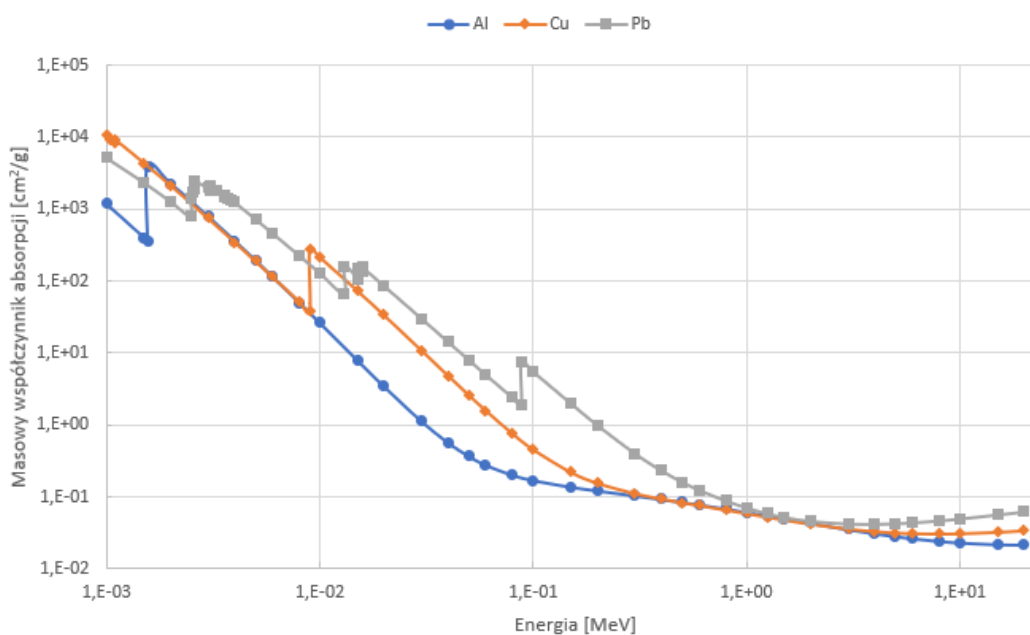
$\mu$  – współczynnik liniowego osłabienia [ $\text{cm}^{-1}$ ].

Powyższą zależność można przekształcić do postaci:

$$\ln\left(\frac{I_0}{I}\right) = \mu x$$

Jeżeli zatem wprowadzimy zmienną  $y = \ln(I_0/I)$ , to umieszczając wyniki pomiarów natężeń (przeliczonych dla owej zmiennej  $y$ ) dla różnych grubości absorbentu na wykresie  $y(x)$  to powinniśmy otrzymać zależność liniową, gdzie współczynnik nachylenia prostej będzie szukanym współczynnikiem absorpcji liniowej  $\mu$ .

Wyznaczone współczynniki  $\mu$  dla aluminium, miedzi i ołowiu porównujemy z wartościami odczytanymi z tablic. Należy pamiętać, że masowy współczynnik absorpcji jest stosunkiem liniowego współczynnika osłabienia i gęstości materiału.



Rysunek 2. Masowe współczynniki absorpcji osłabienia promieniowania  $\gamma$  dla Al, Cu, Pb.

Źródło – <https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/tab3.html>

### Sprawozdanie:

Sprawozdanie powinno zawierać:

- 1) **Wstęp.** Krótki opis metody doświadczalnej, opisanie teoretycznych przewidywań itp. (Nie więcej niż 1 strona)
- 2) **Doświadczenie.** Schemat doświadczenia, opis jego wykonania i przedstawienie wyników.
- 3) **Dyskusja.** Opracowanie wyników doświadczalnych i przedstawienie wyników. Dyskusja dokładności wyników i zgodności z przewidywaniami teoretycznymi.
- 4) **Podsumowanie.** Krótkie podsumowanie.

Do sprawozdania nie wolno kopiować żadnych elementów instrukcji do ćwiczenia.

Autor: dr hab. Andrzej Andrejczuk, prof. UwB  
Modyfikacje: dr Wojciech Olszewski