

Doświadczenie 2

Pomiar absorpcji promieniowania γ

Budowa materii (laboratorium)

Cel doświadczenia:

1. Zbadanie własności absorpcyjnych promieniowania γ dla wybranych materiałów.

Literatura:

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

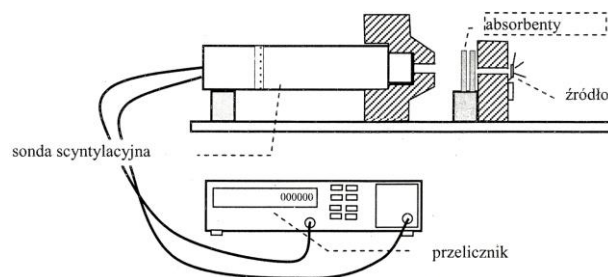
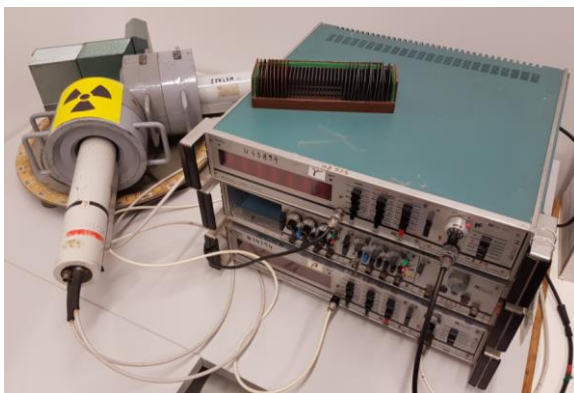
Wymagane wiadomości:

1. Rodzaje oddziaływania promieniowania γ z materią.
2. Pojęcie przekroju czynnego na oddziaływanie promieniowania z materią.
3. Osłabienie promieniowania γ 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}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}Cs .

| Typ rozpadu | Czas połowicznego zaniku ($T_{1/2}$) | Główna energia promieniowania γ | Ilość kwantów γ na 100 rozpadów | Aktywność na 01.12.1999 |
|-------------|--|--|--|-------------------------|
| β^- | $(30,17 \pm 0,03)$ lat | 662 keV | 85,2 | $5,5 \cdot 10^6$ 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 γ 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,

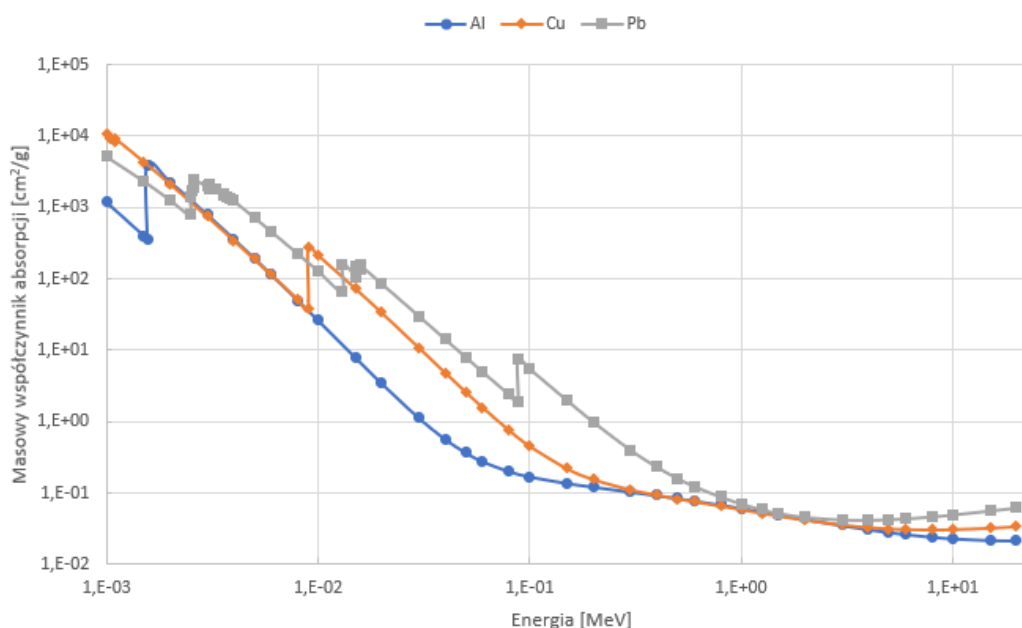
μ – współczynnik liniowego osłabienia [cm^{-1}].

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 μ .

Wyznaczone współczynniki μ 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 γ 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