

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA ABSORPCJI PROMIENIOWANIA γ W OŁOWIU

Natężenie I_0 wiązki promieniowania γ ulega eksponencjalnemu osłabieniu, gdy wiązka przechodzi przez materiał o grubości d :

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

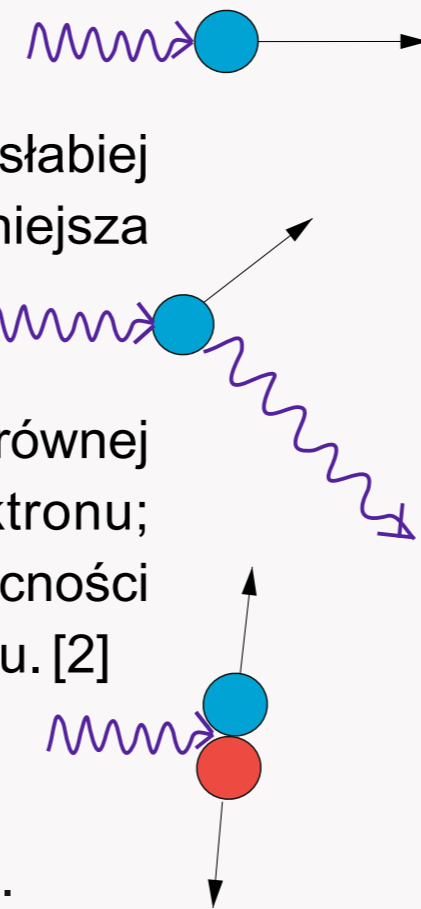
Współczynnik osłabienia μ zależy od rodzaju materiału (jego gęstości) oraz od energii promieniowania. W przeciwieństwie do natężenia, energia promieniowania nie zmienia się.

W doświadczeniu przeprowadzono pomiar absorpcji w ołowiu promieniowania γ o trzech energiach. Wyznaczone wartości doświadczalne współczynnika μ w granicach błędów pokrywają się z wartościami tablicowymi.

Wprowadzenie

Źródłem promieniowania γ są w szczególności przemiany jądrowe, w których po rozpadzie wzbudzone jądro atomowe wracając do stanu podstawowego emituje kwant γ . Ze względu na wysoką, wynoszącą ponad 50 keV energię, promieniowanie to w oddziaływaniu posiada cechy cząstki. Wyróżnia się trzy główne procesy absorpcji promieniowania γ przez materię:

- zjawisko fotoelektryczne, które zachodzi, gdy energia kwantu γ jest większa od energii wiązania elektronu w jądrze atomu; foton przekazuje energię na wybicie elektronu z atomu oraz nadanie mu energii kinetycznej,
- zjawisko Comptona występuje w przypadku elektronu słabiej związanego lub swobodnego; w wyniku zderzenia foton zmniejsza swoją energię kosztem energii unoszonej przez elektron,
- zjawisko tworzenia się par zachodzi przy energii kwantu równej przynajmniej dwukrotności energii spoczynkowej elektronu; utworzenie pary elektron-pozyton jest możliwe tylko w obecności innej cząstki, aby została spełniona zasada zachowania pędu. [2]

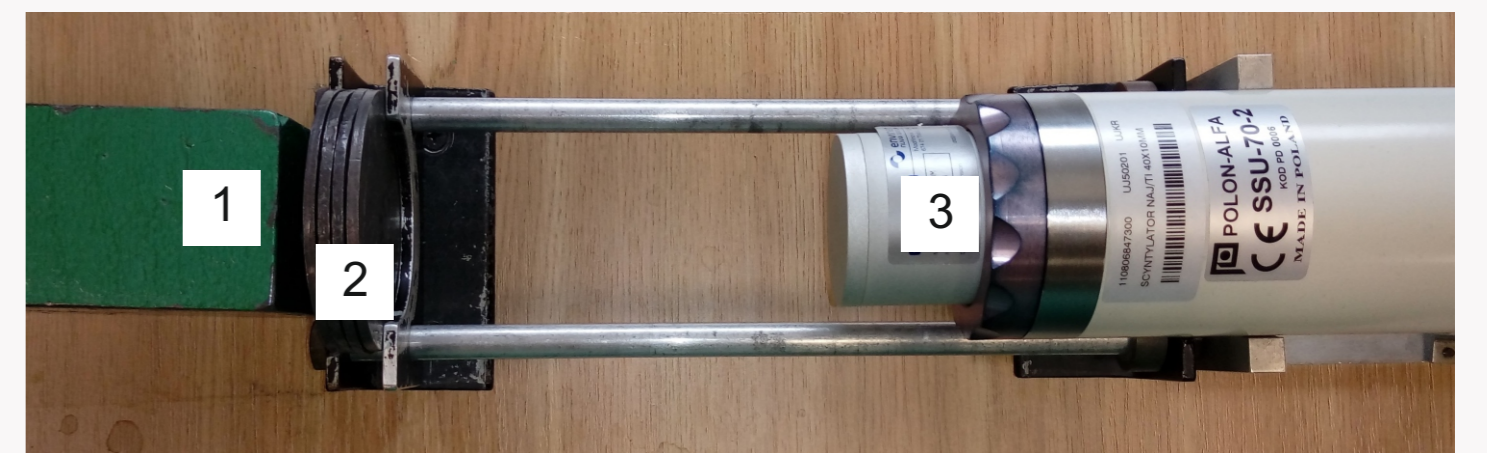


W każdym z powyższych procesów kwant γ usuwany jest w pojedynczym zdarzeniu poprzez nadanie energii elektronowi. Liczba naładowanych cząstek jest miarą natężenia wiązki promieniowania γ .

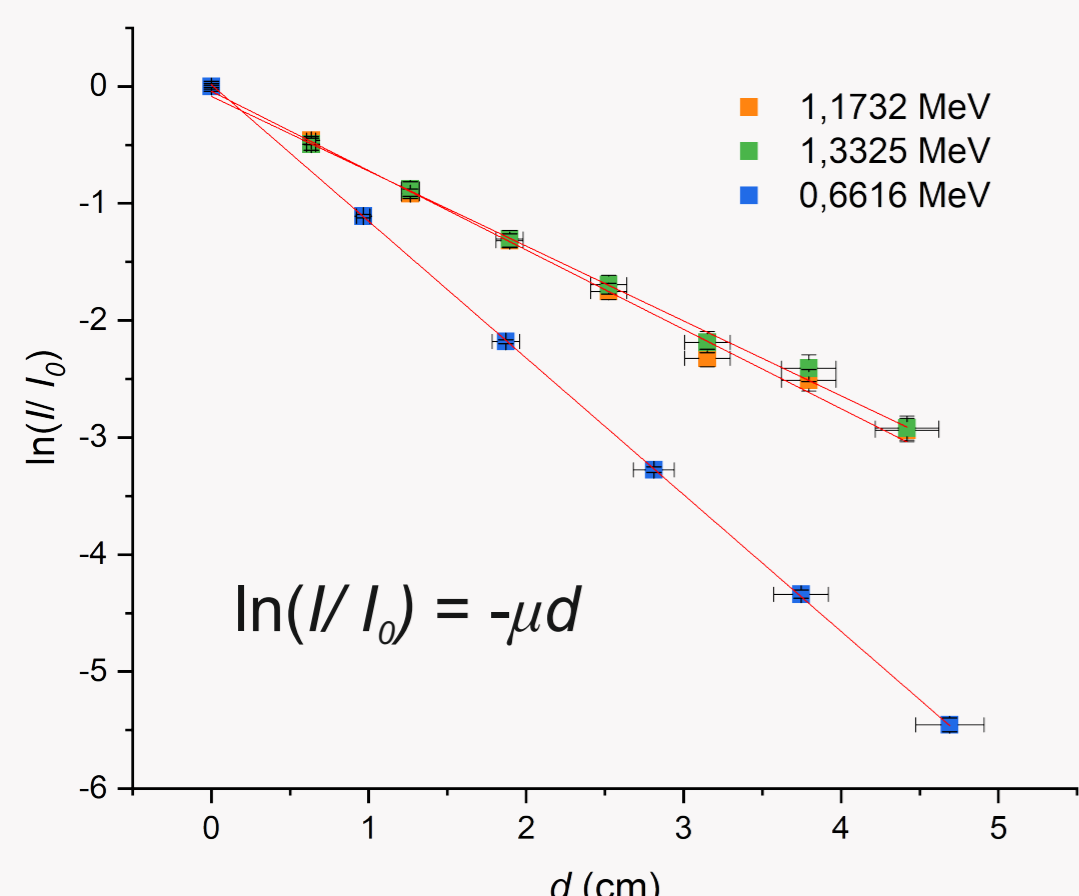
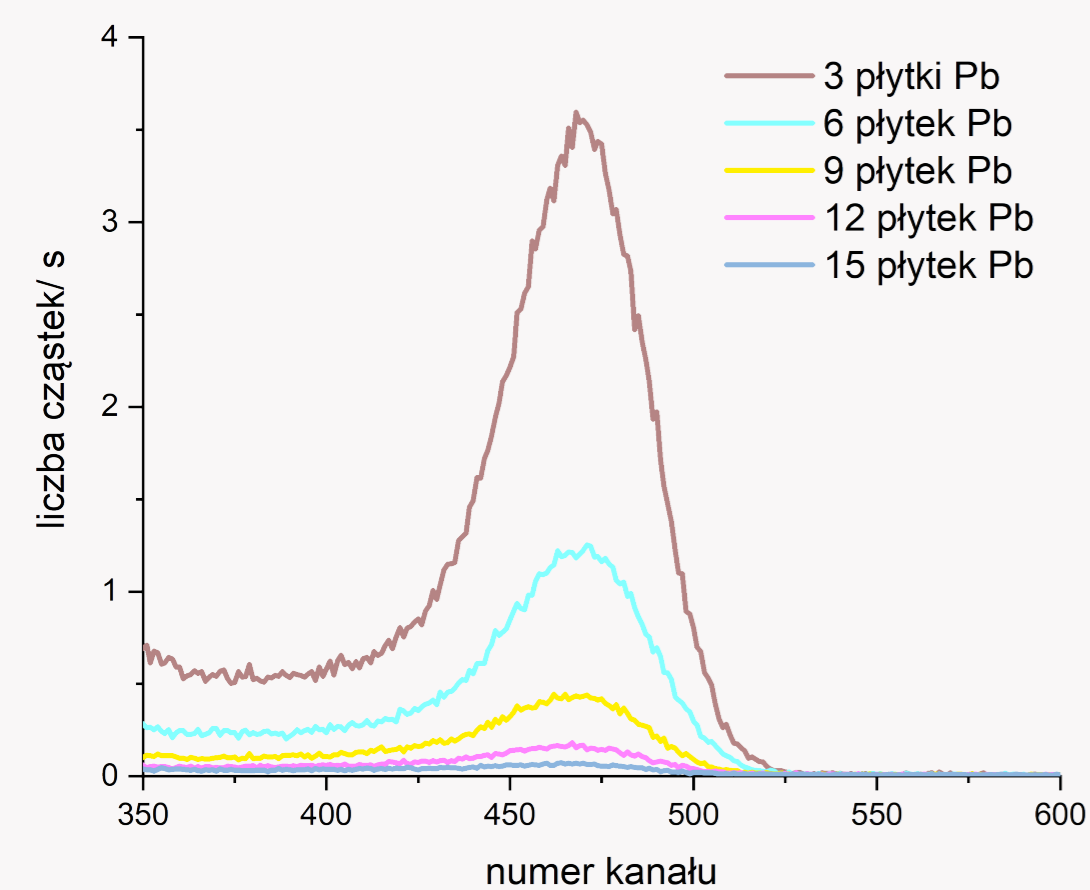
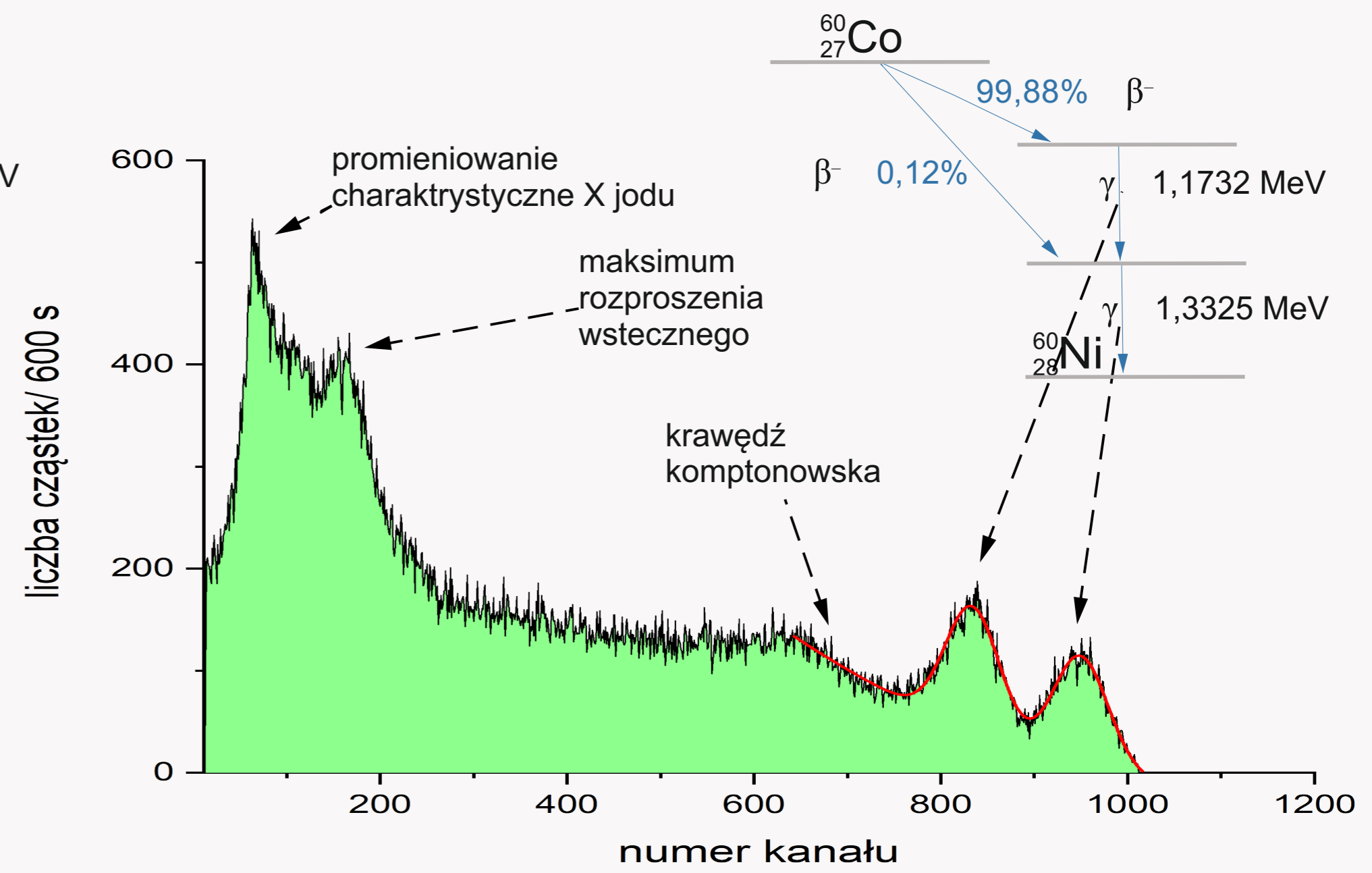
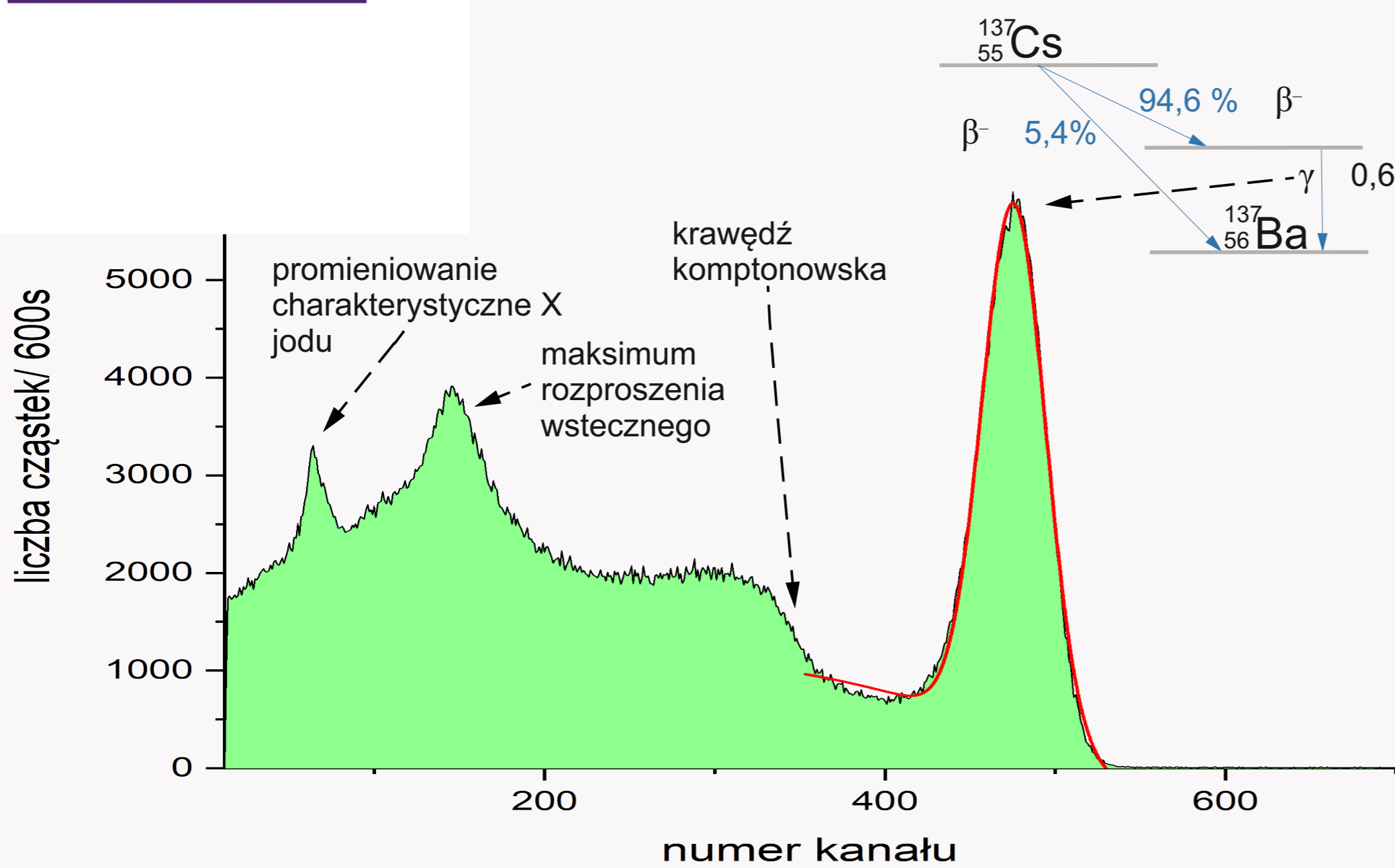
Opis eksperymentu

W doświadczeniu do detekcji promieniowania γ użyto spektrometru scyntylicyjnego. W detektorze tym naładowane cząstki wzbudzają atomy ośrodka - kryształu jodu, tracąc energię. Wzbudzone elektrony wracając do stanów podstawowych emitują fotony czyli scyntyllacje (błyski), które następnie trafiają do fotopowielacza. W wyniku wtórnej emisji na dynodach strumień elektronów narasta i tworzy impuls elektryczny. Amplituda impulsu jest proporcjonalna do energii padającego na detektor promieniowania.

Układ eksperymentalny, pokazany na zdjęciu poniżej, składał się z ołowianych płytek (2) wstawianych pomiędzy źródło w osłonie (1) i spektrometr scyntylicyjny (3). Grubość płytek mierzono za pomocą suwmiarki. Jako źródła promieniowania γ użyto izotopów cezu i kobaltu. Pomiaru otrzymano w formie widma z analizatora wielokanałowego - urządzenia zliczającego sygnały z detektora w zależności od numeru kanału (amplitudy impulsu).



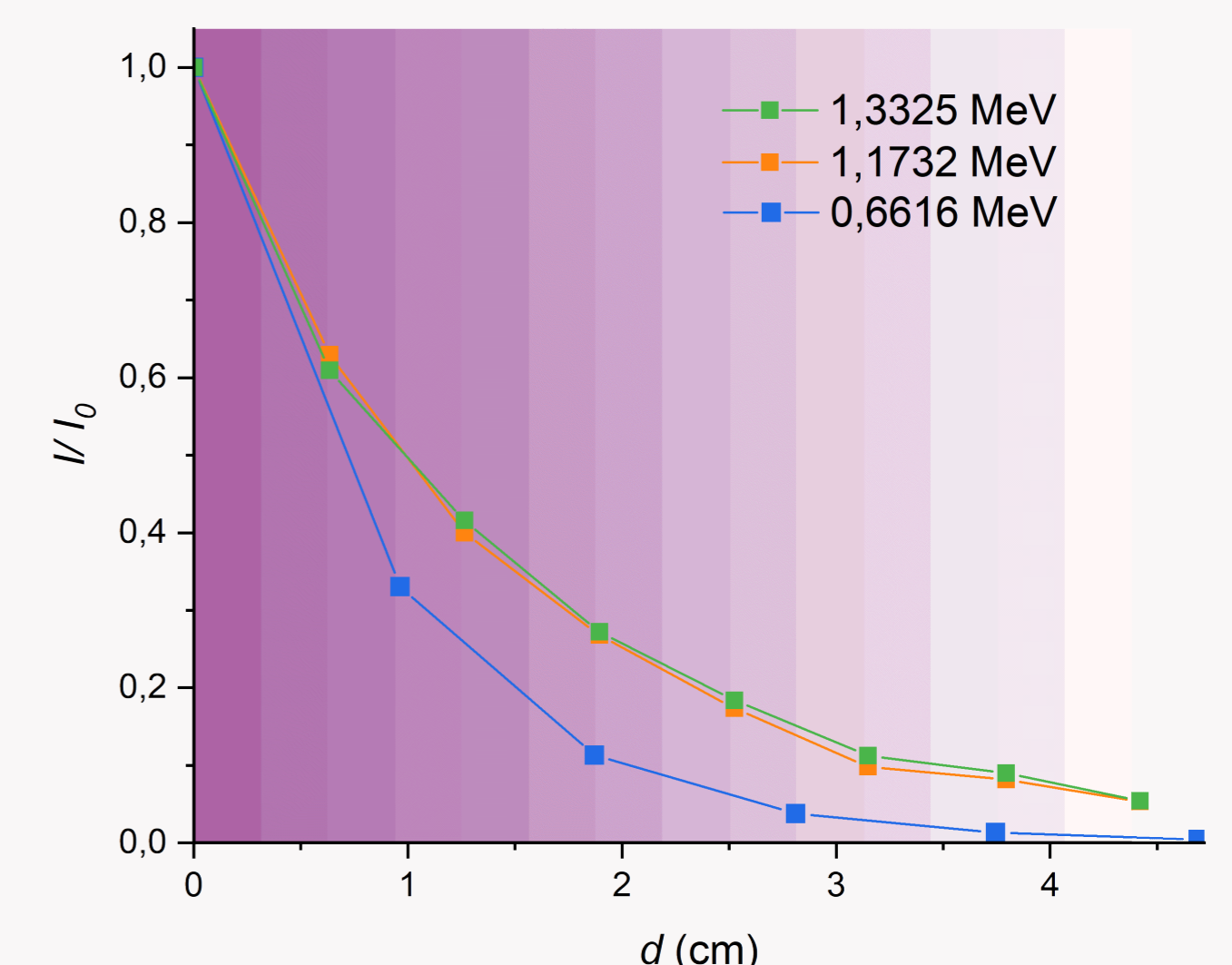
11



Wyniki

Widma promieniowania dla pomiarów bez płytek pokazano powyżej, gdzie do poszczególnych pików dopasowano odpowiednie pochodzenie fotonów [3-4]. Obszar pełnego pochłaniania γ , zaznaczony kolorem czerwonym, posłużył do wyznaczenia natężenia wiązki jako pola pod wykresem. Po przejściu przez materiał otrzymywane widma zmniejszały natężenie, co obrazuje wykres po lewej stronie dla fragmentu widma z rozpadu cezu. Dla każdej z trzech energii kwantów γ wykreślono zależności zmiany natężenia od ilości płytek, pokazane na wykresie po prawej. W celu wyznaczenia współczynnika absorpcji zlogarytmowano wzór oraz odpowiednie wielkości. Wartości współczynnika μ odczytano jako współczynniki kierunkowe nachylenia prostych na wykresie po lewej, podzielone przez gęstość ołowiu. Wyniki wraz z wartościami tablicowymi [1] przedstawiono w tabeli poniżej.

energia (MeV)	μ (cm ² /g) doświadczalne	μ (cm ² /g) tablicowe
0,6616	0,1027(41)	0,1129
1,1732	0,0596(24)	0,0641
1,3325	0,0563(27)	0,0582



Wnioski

Współczynnik pochłaniania μ rośnie wraz ze spadkiem energii wiązki, to znaczy że niskoenergetyczne promieniowanie jest bardziej absorbowane, co potwierdza także powyższy wykres. Na niepewność wyników wpływ miała dokładność wyznaczania natężenia wiązki oraz dokładność pomiarów grubości płytek.

[1] Instrukcja do ćwiczenia Z33, II Pracownia Fizyczna UJ
 [2] Materiały dodatkowe do ćwiczenia Z33, II Pracownia Fizyczna UJ
 [3] Tablice, II Pracownia Fizyczna UJ
 [4] Z. Wróbel, A. Budziak, H. Hryniewicz, L. Jarczyk, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki jądrowej w pracowni studenckiej Instytutu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1979

XX
STUDENCKA
SESJA
PLAKATOWA

INSTYTUT FIZYKI
WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ UJ



AUTOR:
GRELSKA JOANNA

OPIEKUN:
DR HAB. JACEK ZEJMA