WFiIS	Imię i nazwisko: 1. 2.		ROK	GRUPA	ZESPÓŁ
LABORATORIUM FiTJ	TEMAT:				NR ĆWICZENIA
Data wykonania:	Data oddania:	Zwrot do poprawy:	Data oddania:	Data zliczenia:	OCENA

CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie się z obsługą licznika półprzewodnikowego Ge(Li). Wyznaczenie widma energetycznego pierwiastków: ^{137}Cs, ^{133}Ba, ^{22}Na, ^{60}Co, ^{241}Am.

WSTĘP TEORETYCZNY

1. Ogólna zasada działania licznika półprzewodnikowego.

Detektory oparte na wykorzystaniu szczególnych właściwości elektrycznych niektórych półprzewodników stanowią najnowszą grupę liczników cząstek naładowanych, a także fotonów γ i X. Zasada ich działania polega na przenoszeniu elektronów z niższych (głębszych) pasm energetycznych do pasma przewodnictwa, co odbywa się kosztem energii rejestrowanych cząstek. W przypadku detekcji fotonów γ lub X następuje ich absorpcja fotoelektryczna w niższych pasmach energii. Powstające w tych pasmach dziury po wyrzuconych elektronach są zapełniane przez elektrony z wyższych pasm, co ostatecznie prowadzi do pojawienia się dziur w paśmie walencyjnych. W zewnętrznym polu elektrycznych dziury te zachowują się dodatnie ładunki elektryczne. Tak więc zaobserwowane w krysztale fotony γ lub X powodują pojawienie się nośników ładunku w postaci elektronów quasi – swobodnych w paśmie przewodnictwa oraz dziur w paśmie walencyjnym. Uporządkowany ruch tych nośników w polu elektrycznym tworzy prąd elektryczny dający spadek na oporze w obwodzie licznika.

Ważnym zjawiskiem utrudniającym wykorzystanie detektorów półprzewodnikowych do detekcji promieniowania jądrowego jest tzw. prąd upływu niezależny od strumienia fotonów padających na licznik. Przyczyną tego zjawiska są termiczne drgania sieci krystalicznej. Średnia wartość energii drgań wyraża się wzorem:

$$E = k_B T$$

gdzie k_B to stała Boltzmanna, a T temperatura kryształu.

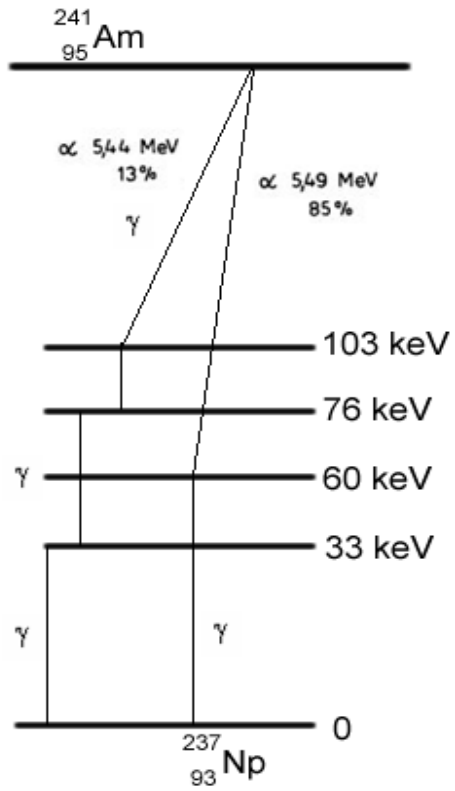
Energia $k_B T$ fotonów może być przejmowana przez elektrony walencyjne, wskutek czego przenoszone są one do pasma przewodnictwa. Prawdopodobieństwo P takiego termicznego przerzucenia elektronu z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa zależy od szerokości E_0 przerwy energetycznej między tymi pasmami i temperatury T kryształu, zgodnie ze wzorem:

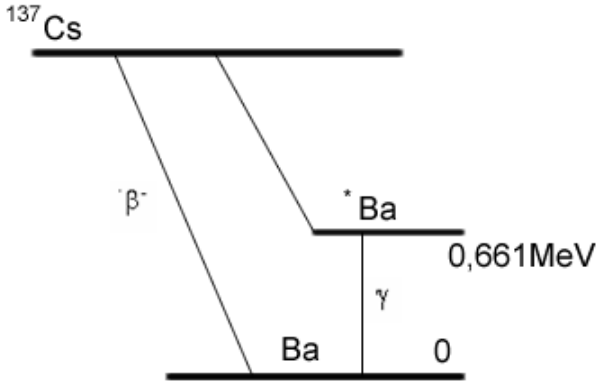
$$P = P_0 \exp\left[-\frac{E_0}{k_B T}\right]$$

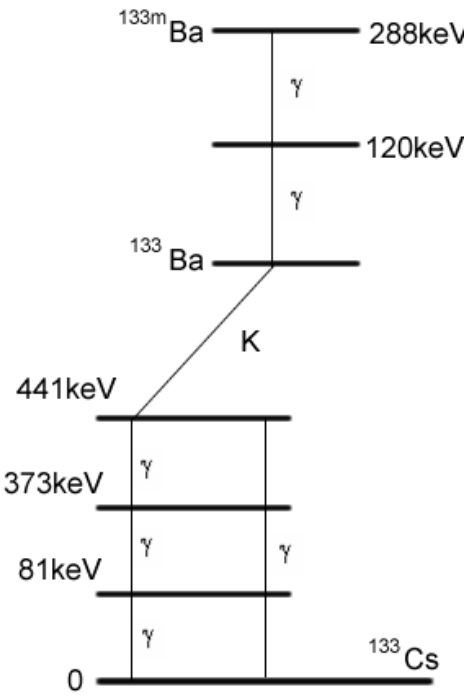
gdzie P_0 jest stałą o wartości 1.

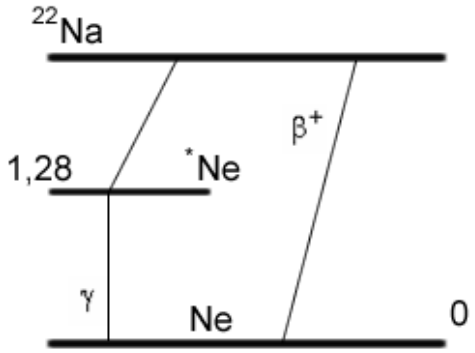
Materiałem charakteryzującym się najmniejszym prądem upływu byłby kryształ absolutnie czysty – nie zawierający domieszek dających w przerwie energetycznej żadnych lokalnych poziomów donorowych czy akceptorowych. Dzięki stosunkowo dużej przerwie energetycznej w porównaniu ze średnią energią drgań sieci, prawdopodobieństwo termicznego przerzucenia elektronów do pasma przewodnictwa w takim czystym krysztale byłoby nieznaczne nawet w temperaturze pokojowej (bez chłodzenia ciekłym azotem). Uzyskanie tak czystych kryształów napotyka jednak na poważne trudności technologiczne. Do detekcji fotonów o energiach do ok. $50keV$, stosuje się detektory germanowe ze względu na silniejszą absorpcje takiego promieniowania . Istotną wadą liczników germanowych dryftowych z litem jest konieczność utrzymywania ich cały czas w niskiej temperaturze. Wynika to z małej energii wiązania jonów litu w kryształach germanu wskutek czego w temperaturze pokojowej lit wyparowuje z takiego kryształu.
Widmo energii obserwowane na wyjściu układu pomiarowego powinno się składać z wąskich linii .W rzeczywistości zamiast takiej linii otrzymujemy pik o pewnym rozmyciu ΔE (w skali energii). ΔE jest to tzw. szerokość połówkowa piku. Przyczynami rozmywania się linii widmowych są :
- statystyczne fluktuacje liczby par jonów wytwarzanych w detektorze;
- fluktuacje statystyczne współczynnika wzmocnienia gazowego;
- tak zwane szumy aparatury elektronicznej współpracującej z licznikiem;
- różne inne zjawiska związane miedzy innymi z konstrukcją licznika i zakłóceniami jego pola elektrycznego.

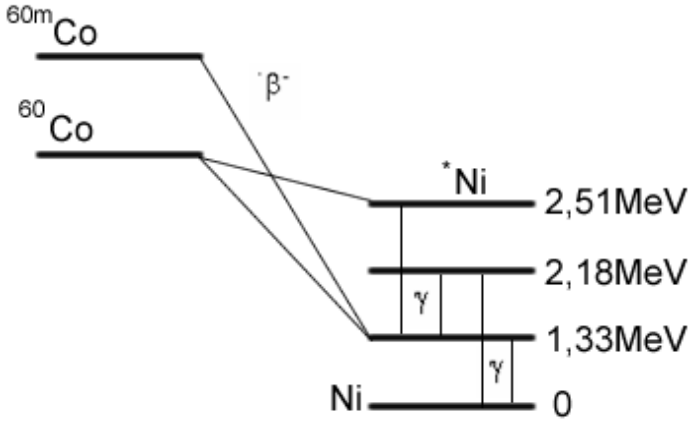
2. Schematy rozpadu badanych izotopów.






133m Ba
288keV
γ
120keV
γ
133 Ba
K
441keV
373keV
γ
81keV
γ
γ
γ
0
133 Cs


22 Na
β+
1,28
*Ne
γ
Ne
0


60m Co
β-
60 Co
*Ni
2,51MeV
2,18MeV
γ
1,33MeV
γ
Ni
0

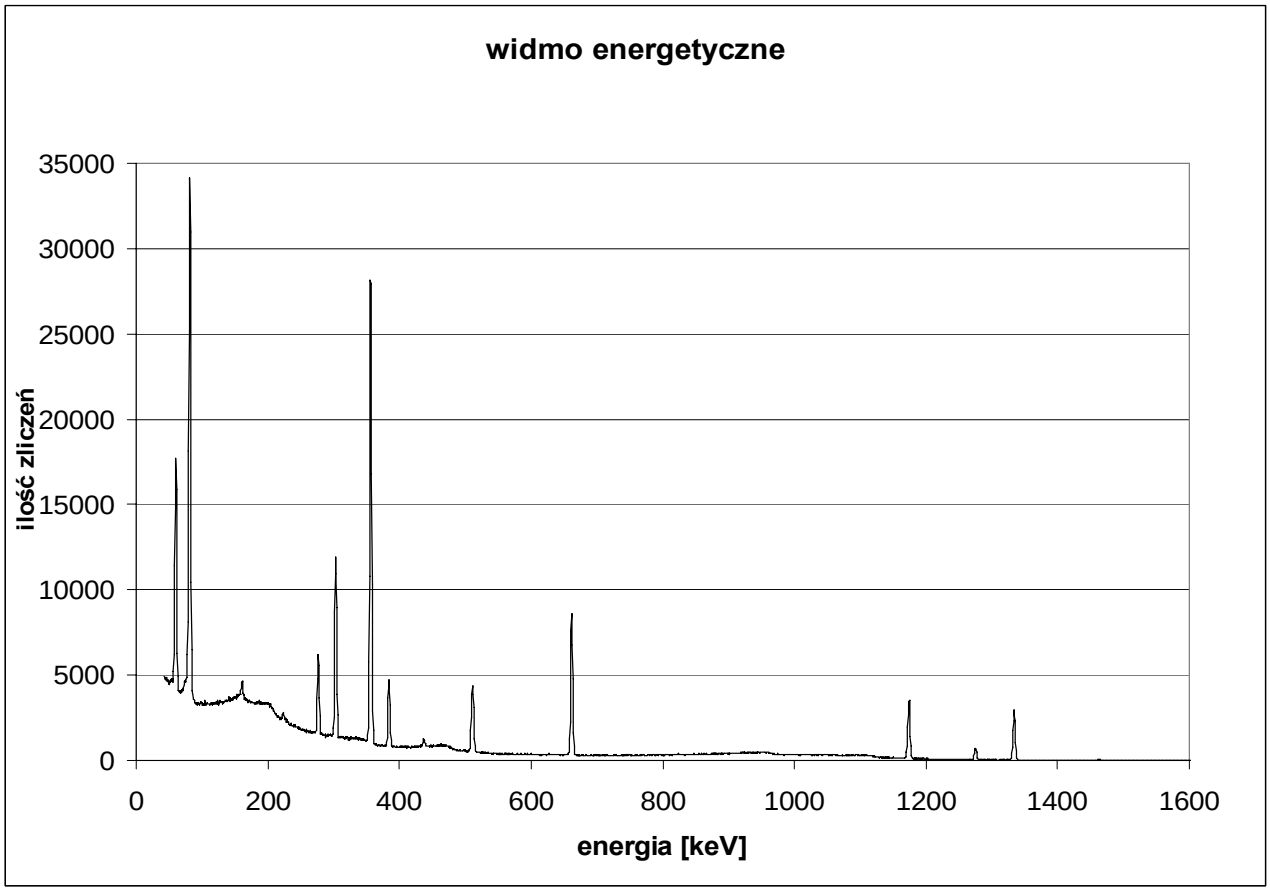
OPRACOWANIE POMIARÓW

1. Określenie zdolności rozdzielczej spektrometru;

Zdolność rozdzielcza dla tego spektrometru jest określona jako szerokość połówkowa ^{60}Co o energii $1333keV$ .Wartość ta wynosi: $\Delta E = 3{,}87keV$

2. Widmo zbiorcze;

Poniżej (wykres 1) znajduje się widmo zbiorcze pierwiastków: ^{137}Cs , ^{133}Ba , ^{22}Na , ^{60}Co , ^{241}Am . W załącznikach (wykres 2) zamieszczono powiększony wykres z dodatkowo opisanymi pikami widma charakterystycznego.



wykres 1

Poniżej zestawiono piki promieniowania charakterystycznego otrzymane na podstawie wykonanych pomiarów.

energia [keV]	ilość zliczeń	pierwiastek
60,32	17737	^{241}Am
81,55	34158	^{133}Ba
276,75	6209	^{133}Ba
303,18	11905	^{133}Ba
356,04	28158	^{133}Ba
384,21	4717	^{133}Ba
661,47	8600	^{137}Cs
1174,54	3520	^{60}Co
1275,02	729	^{22}Na
1333,95	2978	^{60}Co

tabela 1

ZAŁĄCZNIKI

[1] – widmo zbiorcze;