

Wydział FiIS	Imię i nazwisko 1. Piotr Kowalczyk 2. Marcin Polok		Rok IV	Grupa 2	Zespół 2
LABORATORIUM DETEKCJI PROMIENIOWANIA	Temat Badanie licznika półprzewodnikowego				
Data wykonania 3.11.2016	Data oddania 30.11.2016	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

1 Wstęp teoretyczny

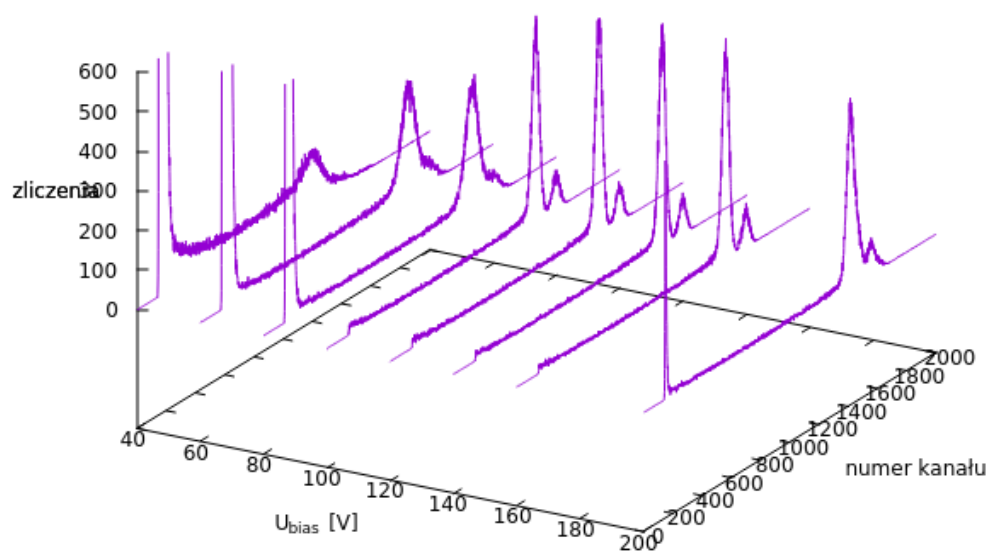
Najważniejszym elementem licznika półprzewodnikowego jest złącze p-n spolaryzowane za-
porowo. Detekcja następuje w objętości warstwy zubożonej. Mechanizm detekcji opiera się na
kreacji w półprzewodniku par elektron-dziura. Wykrywane promieniowanie wybija elektron z
niższych pasm energetycznych kryształu, przenosząc go do pasma przewodnictwa. Dziura która
zostaje po elektronie jest wypełniana przez elektrony z pasm wyższych, aż "wydryfują" one do
pasma walencyjnego. Ruch dziur w paśmie walencyjnym, i elektronów w paśmie przewodnictwa,
uporządkowany przez pole elektryczne tworzy prąd, który możemy zmierzyć.

2 Przebieg ćwiczenia

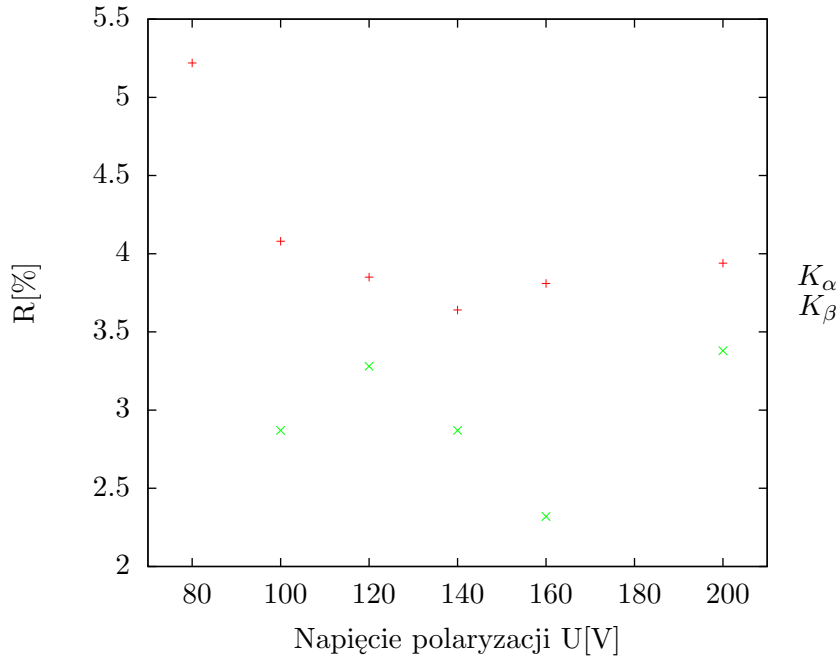
- Sprawdzamy poprawność podłączenia układu pomiarowego.
- Wykonujemy pomiar widma ^{55}Fe dla rosnących wartości napięcia polaryzacji.
- Zamiast detektora, pod układ pomiarowy podpinamy generator sygnałów.
- Ustawiamy generator tak, aby generował sygnał testowy, czyli prostokątny o częstotliwości 100Hz .
- Mierzmy odpowiedź analizatora, przy ustalonym czasie pomiaru, na sygnały testowe dla różnych amplitud generowanego sygnału.
- Odłączamy generator sygnałów.
- Mierzmy widmo ^{55}Fe , dla $U_{bias} = 200\text{V}$ oraz $t = 300\text{s}$.
- Do pomierzonego widma fitujemy funkcję gaussa, i zapisujemy wyniki.
- Analogicznie mierzymy i dopasowujemy widmo dla ^{109}Cd , dla $U_{bias} = 200\text{V}$ oraz $t = 300\text{s}$.
- Pomierzyliśmy analogicznie i dopasowaliśmy gaussa dla widma srebra, ale przez niedopa-
trzenie, zapisaliśmy tylko wyniki fitu.

3 Wyniki

3.1 Pomiar ze źródłem Fe-55.



Rysunek 1: Widmo żelaza dla napięć polaryzacji 40V, 60V, 80V, 100V, 120V, 140V, 160V, 200V.



Rysunek 2: Zależność zdolności rozdzielczej od napięcia polaryzacji.

3.2 Pomiar z generatorem sygnałów.

Do danych dopasowano prostą(2) i na tej podstawie obliczono amplitudę odpowiadającą kanałowi 1424. Otrzymano $A = 205,7\text{mV}$. Następnie obliczono ładunek zebrany na kondensatorze separującym generator z analizatorem. Czynniki $\frac{1}{45}$ wynika z dzielnika napięcia w układzie, natomiast C_s to pojemność tego kondensatora.

$$Q = \frac{A}{45} \cdot C_s = \frac{0,2057}{45} \cdot 5,75 \cdot 10^{-14}[\text{C}] = 2,62 \cdot 10^{-16}[\text{C}]$$

Dzieląc ten ładunek przez ładunek elektronu otrzymujemy ilość par jakie pojawiłyby się w detektorze w tym kanale.

$$N_0 = Q/e = 1643,04$$

Ostatecznie biorąc średnią ważoną linii $K_{\alpha 1}$ i $K_{\alpha 2}$ manganu ze źródła żelaza

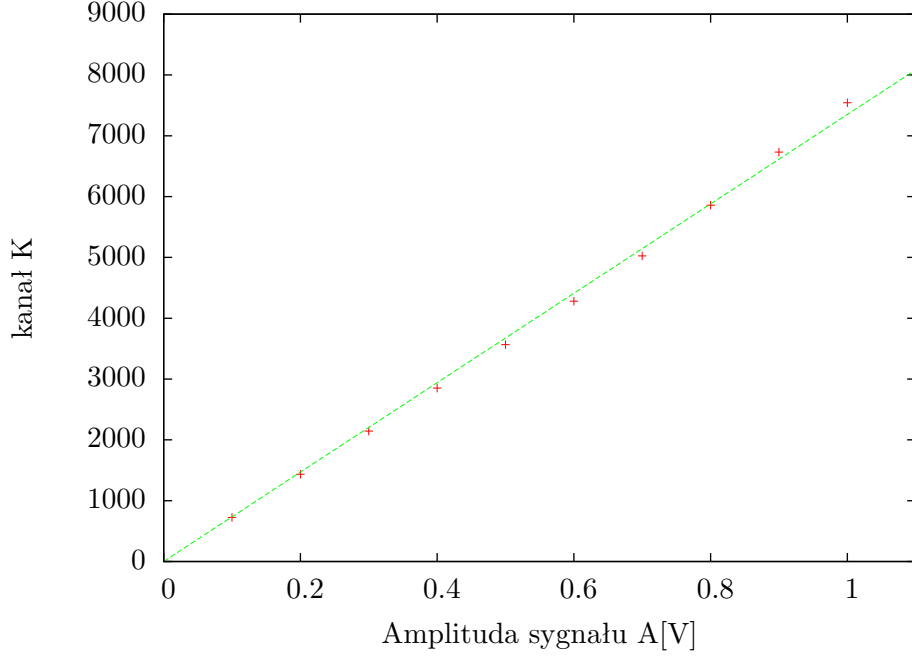
$$K_{\alpha 1\&2} = \frac{5,898 * 100 + 5,887 * 50}{150}[\text{keV}] = 5,8943[\text{keV}]$$

i dzieląc tę wartość przez N_0 otrzymujemy pracę wyjścia w detektorze:

$$W = \frac{K_{\alpha 1\&2}}{N_0} = 3,587[\text{eV}]. \quad (1)$$

Jest to wartość zgodna z oczekiwaną wartością 3,6eV.

$$K = 7529(99)[1/V] \cdot A - 125(65) \quad (2)$$



Rysunek 3: Pomiar z podłączonym generatorem sygnałów.

3.3 Pomiar współczynnika Fano

$$\sigma_{cak.}^2 = \sigma_{detektor}^2 + \sigma_{szum}^2 \quad (3)$$

$$\sigma_{detektor}^2 = F \cdot N_0 \quad (4)$$

Przy użyciu generatora sygnałów zmierzono również szerokość połówkową odpowiadającą kanałowi 1424:

$$FWHM_{gen} = 46,92.$$

Założono przy tym, że odpowiada to wariancji szumu w równaniu(3), czyli

$$\sigma_{szum} = \frac{46,92}{2,35} = 19,966 \text{ kanału.}$$

Zmierzono również szerokość połówkową żelaza i otrzymano

$$FWHM_{Fe} = 55,34.$$

Założono, że odpowiada to $\sigma_{cak.}$, więc

$$\sigma_{cak.} = \frac{55,34}{2,35} = 23,549 \text{ kanału.}$$

Implikuje to, że $\sigma_{detektor}^2 = 155,91$ kanału. Korzystając ze wzoru na współczynnik Fano (4) otrzymujemy

$$F = \frac{\sigma_{detektor}^2}{N_0} = \frac{155,91}{1643,04} = 0,095.$$

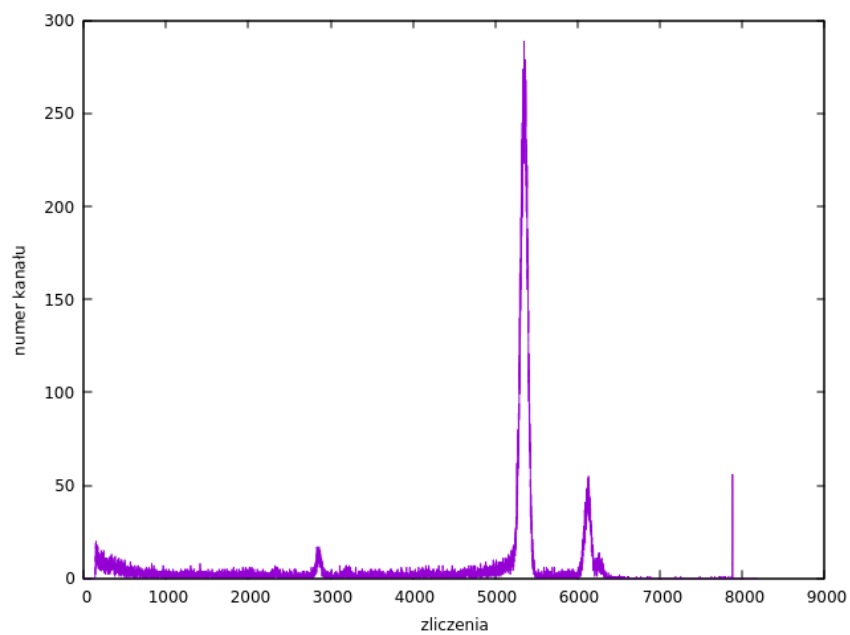
Po zaokrągleniu do dziesiątej części po przecinku otrzymujemy dokładnie spodziewaną wartość 0,1.

3.4 Krzywa odpowiedzi detektora

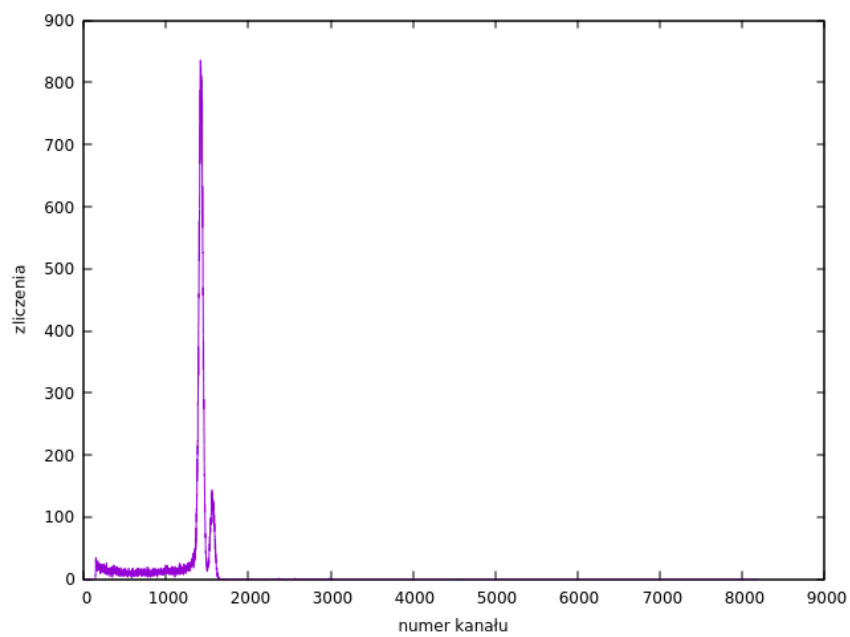
Poniżej zamieszczamy wykresy widma ^{109}Cd rys. 4 oraz ^{55}Fe rys. 5. Wyjaśnienie od czego pochodzą te piki, jakie są ich energie i w którym dokładnie kanale mają maksimum zamieszczamy w tabeli 1. W tej samej tabeli opisane są również piki dla ^{109}Ag , od którego nie mamy wykresu widma.

Tabela 1: Opis pików ^{109}Cd , ^{55}Fe oraz ^{109}Ag

Nuklid wywołujący	rodzaj promieniowania	kanal	Energia[keV]
^{109}Ag	$\text{Ag}K_{\beta 1}$	6125	24,942
^{109}Ag	$\text{Ag}K_{\beta 2}$	6262	25,454
^{109}Ag	$\text{Ag}K_{\alpha 12}$	5354	22,105
^{109}Ag	$\text{Ge}K_{\alpha 1}$	2834	11,100
^{109}Cd	$\text{Ag}K_{\beta 12}$	6123	25,407
^{109}Cd	$\text{Ag}K_{\alpha 12}$	5351	22,105
^{55}Fe	Fe pik główny	1423	5,89

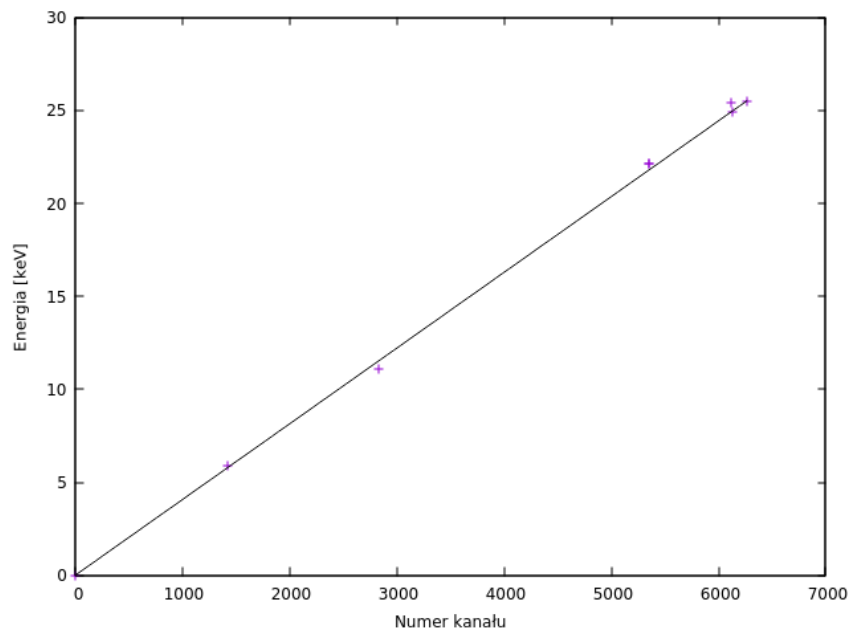


Rysunek 4: Widmo ^{55}Fe , $U_{bias} = 200\text{V}$, $t = 300\text{s}$



Rysunek 5: Widmo ^{55}Fe , $U_{bias} = 200\text{V}$, $t = 300\text{s}$

Na podstawie tabeli 1 możemy wykonać wykres krzywej odpowiedzi detektora [rys 6]



Rysunek 6: Krzywa odpowiedzi detektora

Współczynnik nachylenia prostej, czyli przedział energii na kanał wynosi $407,22 \text{ keV/kanał}$.

4 Wnioski

5 Dane pomiarowe

Tabela 2: Pomiary pików i ich szerokości połówkowych. Źródłem było Fe-55.

U[V]	k_α		k_β	
	peak	FWHM	peak	FWHM
200	1425,31	56,14	1565,58	52,93
160	1425,11	54,3	1563,44	36,29
140	1424,3	51,79	1562,68	44,91
120	1424,21	54,79	1565,34	51,33
100	1423,45	58,1	1558,64	44,7
80	1423,45	74,27	-	-

Tabela 3: Pomiary pików w zależności od amplitudy sygnału z generatora.

U[V]	peak
0,1	724,86
0,2	1434,81

Tabela 3: Pomiary piku w zależności od amplitudy sygnału z generatora.

U[V]	peak
0,3	2144,72
0,4	2852,89
0,5	3565,12
0,6	4279,57
0,7	5024,68
0,8	5858,06
0,9	6731,72
1	7542,63

Literatura

- [1] Skrypt Ćwiczenia laboratoryjne z jądrowych metod pomiarowych dostępny pod adresem:
<http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0364/dziunikowski-kalita.pdf>