

Uniwersytet Warszawski  
Wydział Fizyki  
Raport z Indywidualnej pracy w laboratorium badawczym



---

POMIAR GRUBOŚCI FOLII MYLAROWYCH PRZY  
POMOCY PROMIENIOWANIA  $\alpha$

---

*Autor:*  
FILIP KOWALSKI

18 maja 2018

## Streszczenie

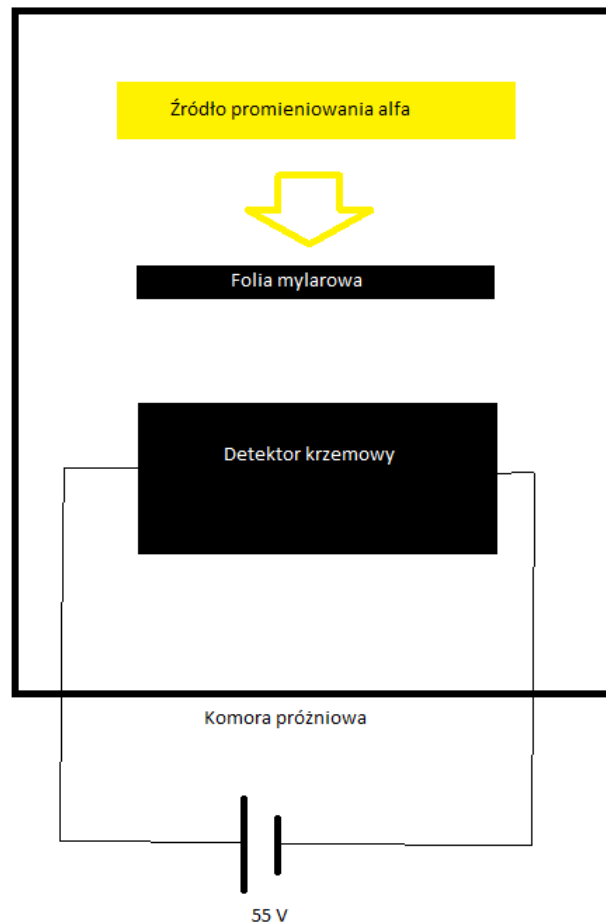
W czasie ćwiczenia próbowano oszacować grubość foli mylarowych przy pomocy promieniowania  $\alpha$ .

## 1 Wstęp

Podczas ćwiczenia przygotowano próbki pomiarowe, następnie dokonano kalibracji układu przy pomocy pulsera i źródła promieniowania  $\alpha$ . Następnie zmierzono energie cząstek  $\alpha$  po przejściu przez próbki mylarowe. Korzystając z danych pomiarowych oraz wyników wygenerowanych przy pomocy programu SRIM [1], obliczono grubości folii.

## 2 Układ pomiarowy

Układ pomiarowy składał się z źródła  $^{241}\text{Am}$ , foli mylarowej oraz detektora krzemowego. Cały układ był zamknięty w komorze próżniowej. Próbki folii mylarowych znajdowały się w okienkach umieszczonych w uchwycie umożliwiającym zmianę aktualnie mierzonej próbki bez konieczności rozszczelnienia komory próżniowej co pozwoliło znaczenie przyspieszyć pomiary. Cząstki  $\alpha$  pochodzące ze źródła przechodziły przez próbkę (lub w wypadku pomiaru kalibracyjnego przez puste okienko) a następnie padały na detektor krzemowy który rejestrował zliczenia w funkcji kanału. Schemat układu pomiarowego znajduje się na rysunku 1.



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego

### 3 Kalibracja

W celu kalibracji układu wykorzystano promieniowanie źródła  $^{241}\text{Am}$  oraz sygnał generowany przez pulser. Przy wykorzystaniu detektora krzemowego, mierzono kanał promieniowania  $\alpha$ . Podczas wszystkich pomiarów do detektora przyłożone było napięcie 55 V. Aby móc powiązać kanał z odpowiadającą mu energią cząstki  $\alpha$ , do kalibracji wykorzystano sygnał z pulsera. Zmieniając napięcie na pulserze, zmierzono zależność kanału od przyłożonego napięcia. Wykres przedstawiający zmierzone wartości przedstawiono na rysunku 2. Znając napięcie na pulserze odpowiadające danemu pikowi oraz numer kanału środka piku (dane umieszczone w tabeli 1), oraz energię  $\alpha$  emitowaną przez  $^{241}\text{Am}$  (5.486 MeV) dopasowano funkcję pozwalającą obliczyć energię cząstki padającej na detektor znając jej numer kanału. Dopasowana funkcja, wraz z parametrami dopasowania znajduje się na wykresie 3. Zdecydowano się na dopasowanie wielomianu drugiego stopnia, ponieważ daje dokładniejsze przewidywania (przy dopasowaniu funkcji liniowej dopasowana krzywa cyklicznie przewidywała zbyt małe i zbyt duże wartości co stwarzało podstawy do dodania kolejnego stopnia swobody).

Ostatecznie energia cząstek  $\alpha$  w funkcji kanału dana jest następującym wzorem:

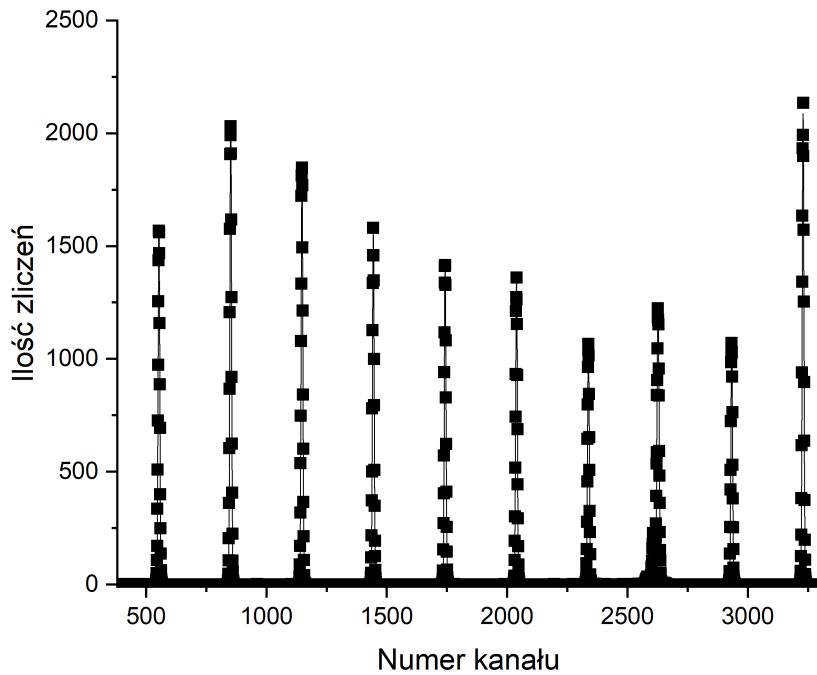
$$E(N) = \frac{b \cdot N + c \cdot N^2}{b \cdot N_{\alpha} + c \cdot N_{\alpha}^2} \cdot E_{\alpha}$$

gdzie:

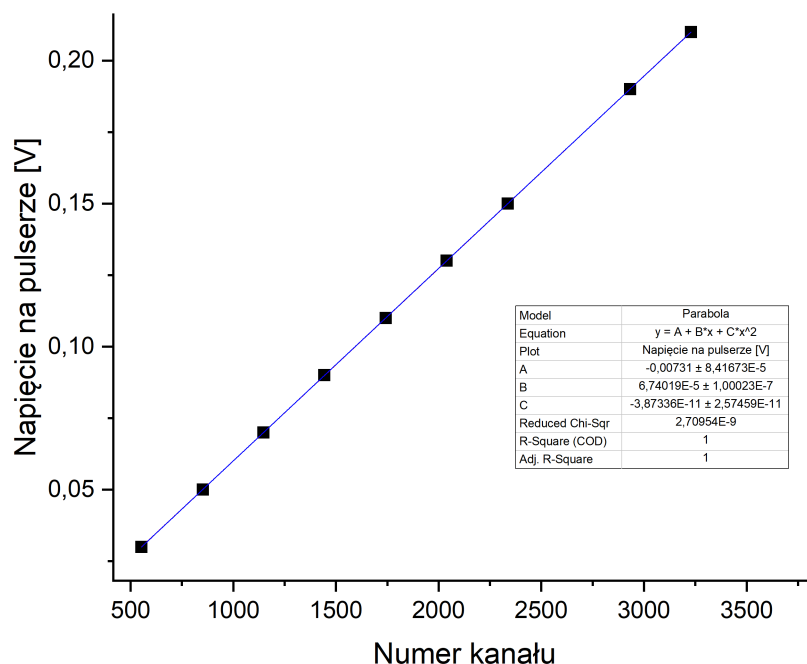
$E(N)$  - energia cząstki  $\alpha$  w funkcji kanału,  
 $b, c$  - parametry dopasowanego wielomianu drugiego stopnia,  
 $N$  - numer kanału piksu mierzonej cząstki  $\alpha$ ,  
 $N_\alpha$  - numer kanału piksu swobodnej cząstki  $\alpha$ ,  
 $E_\alpha$  - energia cząstki  $\alpha$  ( $5485.56 \pm 0.12$  keV) emitowanej przez  $^{241}\text{Am}$  .

Tablica 1: Dane z pomiarów kalibracyjnych

Pomiar wykonany w dniu 2017.11.30		Pomiar wykonany w dniu 2017.12.07	
Numer kanału	Napięcie na pulserze [V]	Numer kanału	Napięcie na pulserze [V]
553,35187	0,03	851,37852	0,05
851,57069	0,05	1147,46812	0,07
1147,68439	0,07	1443,65577	0,09
1443,94784	0,09	1742,11607	0,11
1742,44734	0,11	2038,30311	0,13
2038,90259	0,13	2336,88623	0,15
2337,63571	0,15	2932,71001	0,19
2932,98088	0,19	3228,62791	0,21
3229,44276	0,21		



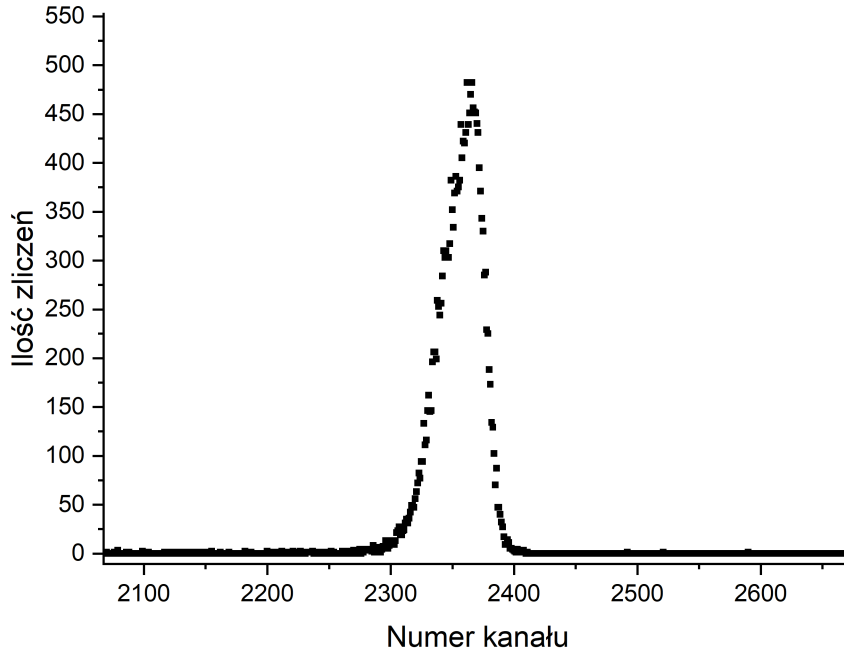
Rysunek 2: Zliczenia w zależności od kanału - pomiar kalibracyjny



Rysunek 3: Dopasowanie wielomianu drugiego stopnia do danych kalibracyjnych. Tabela zawiera parametry dopasowania

## 4 Pomiar

W celu zmierzenia grubości folii mylarowych, najpierw przygotowano próbki nalepiając kawałki folii na metalowe okienka. Najlepiej sprawdzająca się technika (szczególnie dla cienkich folii, mających tendencję do zwijania się) polegała na przyłożeniu metalowego okienka do arkusza folii znajdującej się pomiędzy dwoma kartkami papieru a następnie przy pomocy skalpela odcięciu, po zewnętrznym obrysie okienka, potrzebnej ilości folii. Następnie odcięty kawałek należało przykleić do okienka. Tak przygotowane próbki umieszczano w komorze próżniowej i mierzono kanał padania cząstki  $\alpha$  przechodzącej przez próbkę. Wyniki przykładowego pomiaru zamieszczono na rysunku 4.



Rysunek 4: Wykres zliczeń w zależności od kanału dla próbki E. Pomiar z dnia 17.11.30

## 5 Analiza danych

Dla każdej próbki do zmierzonej zależności ilości zliczeń od kanału dopasowano krzywą Gaussa w celu określenia położenia maksimum piku. Korzystając z wyznaczonych podczas kalibracji parametrów oraz ze wzoru 3 można było przeliczyć numer kanału na energię cząstki  $\alpha$  po przejściu przez daną próbkę.

Do wygenerowania danych potrzebnych do zamiany energii na grubość próbki skorzystano z programu SRIM. W programie wygenerowano zależność energii cząstki  $\alpha$  do zasięgu jaki powinna osiągnąć poruszając się w ośrodku złożonym z mylaru (opis pliku zawarty jest w sekcji „Załączniki”). Dane zostały interpolowane do funkcji pozwalającej obliczyć przebytą odległość w zależności od energii cząstki  $\alpha$ .

Do obliczenia grubości folii w zależności od energii cząstki  $\alpha$  po przejściu przez folię mylarową skorzystano z następującego wzoru:

$$d = R(E_0) - R(E_f)$$

gdzie:

$d$  - grubość próbki

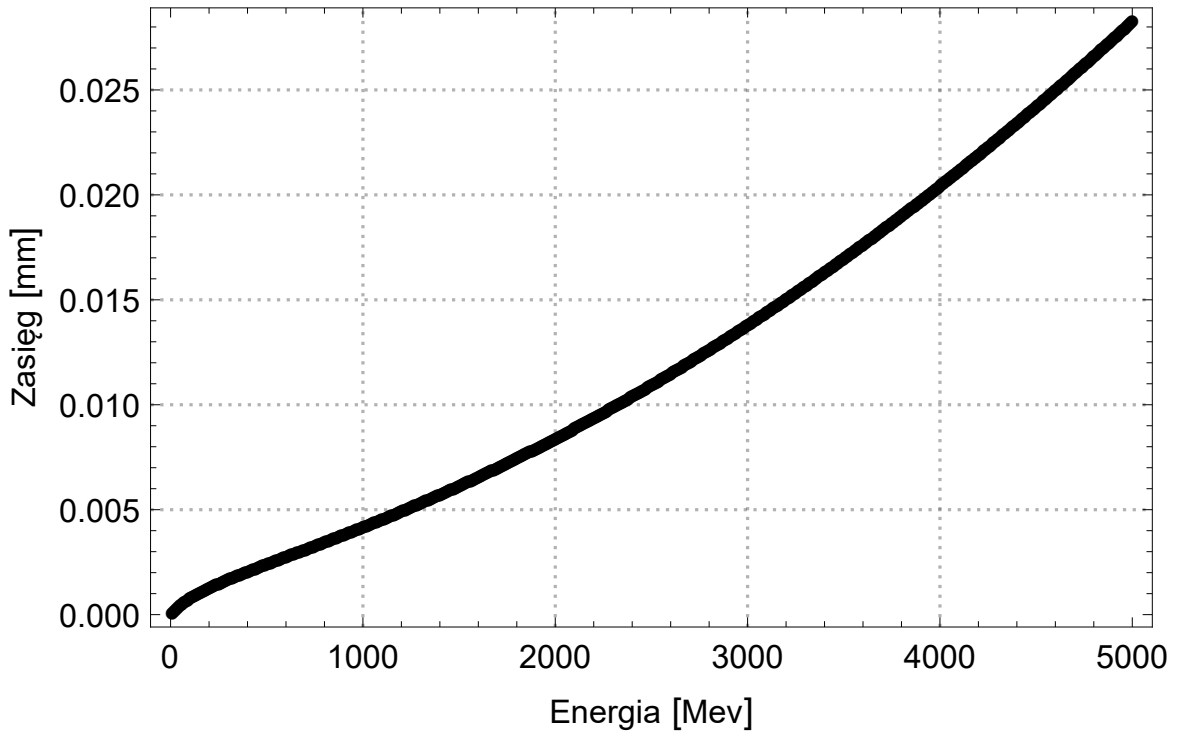
$R(E)$  - interpolowana funkcja zasięgu cząstki  $\alpha$  w mylarze od jej energii  $E$

$E_0$  - energia cząstki  $\alpha$  emitowanej przez  $^{241}\text{Am}$

$E_f$  - zmierzona wartość energii cząstki  $\alpha$  po przejściu przez próbkę

Do obliczenia grubości folii skorzystano z faktu, że różnica zasięgów przed przejściem przez próbkę i po przejściu jest równa grubości próbki.

Rysunek 5 przedstawia wykres interpolowanej funkcji zasięgu cząstki  $\alpha$  w mylarze od energii. Energie po przejściu przez folie dla różnych próbek oraz odpowiadające im energie zamieszczono w tabeli 2.



Rysunek 5: Wykres zależności zasięgu cząstki  $\alpha$  w mylarze od energii

Tablica 2: Zmierzone energie oraz obliczone grubości

Numer próbki	Numer kanału	Energia po przejściu przez próbkę [Mev]	Grubość próbki [ $\mu m$ ]
A:	2433.	5080	$3.553 \pm 0.0080$
B:	2579	5386	$0.8964 \pm 0.0084$
B2:	2579	5388	$0.8781 \pm 0.0072$
C:	2532	5287	$1.767 \pm 0.0063$
D:	2533	5293	$1.717 \pm 0.011$
E:	2359	4926	$4.851 \pm 0.011$
F:	2438	5094	$3.440 \pm 0.012$
G:	2446	5111	$3.294 \pm 0.011$
H:	2443	5105	$3.342 \pm 0.011$

## 6 Dyskusja wyników

Do wyznaczenia błędów pomiarowych wykorzystano standardową niepewność pomiaru wielkości złożonej uwzględniając niepewności dopasowania wielomianu podczas kalibracji, błąd znajomości energii swobodnej cząstki  $\alpha$  oraz niepewność dopasowania krzywych Gaussa do danych pomiarowych (zarówno niepewność oszacowania pomiaru piksu swobodnej cząstki  $\alpha$  jak i niepewność dla każdej próbki). Dla tak otrzymanych błędów wyznaczenia energii cząstki po przejściu przez folie, obliczono odpowiadające im grubości. Wyniki plus-minus błąd zamieszczono w tabeli 2. Jak można zauważyć, błąd ten oscyluje w granicy 1% grubości dla wszystkich mierzonych próbek.

Kolejnym źródłem błędu mogły być dane wygenerowane przez program SRIM

a dokładnie parametr „Bragg Correction” który, w zależności od wersji programu przyjmował różne wartości dla mylaru. Powtórzono całe obliczenia dla dwóch różnych wartości tej poprawki (równych odpowiednio 0,83% i 0%). Różnice w wynikach były 15 rzędów wielkości mniejsze niż mierzone wartości jest to więc poprawka całkowicie zaniedbywalna.

## 7 Załączniki

W folderze załączniki znajdują się surowe dane pochodzące z pomiarów. Nazwy plików mają następującą formę: pliki zawierające dane pomiarowe zaczynają się od litery „m”, kalibracyjne od litery „c”. Następnie występuje data pomiaru w formacie dwie ostatnie cyfry roku, miesiąc, dzień. Ostatni znak identyfikuje mierzoną próbkę (próbki numerowane są literami alfabetu łacińskiego). Dane wstępnie obrobione zawierają w nazwie dopisek „\_obrobione” i zawierają dane w formacie „numer kanału” spacja „ilość zliczeń”.

Plik o nazwie „Helium in Mylar.txt” zawiera dane wygenerowane przy pomocy programu SRIM.

## Literatura

- [1] Program SRIM <http://www.srim.org/>