

ROZPRASZANIE CZĄSTEK α NA ŻŁOTEJ FOLII

Damian Stachura

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ
Opiekun: dr hab. Jacek Żejma

Streszczenie

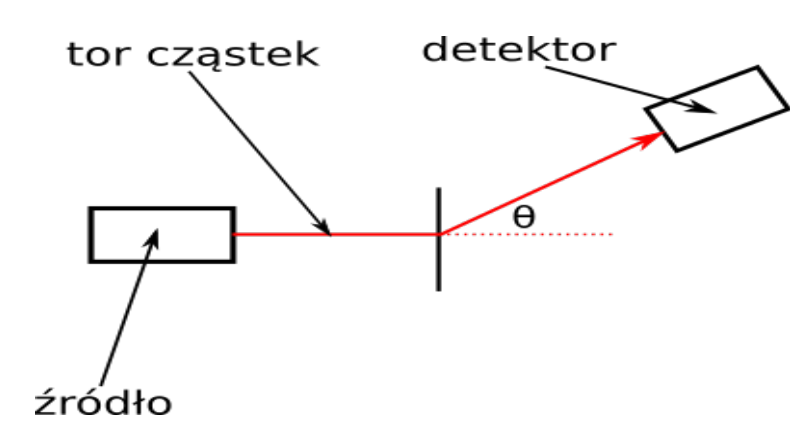
W 1909 r. na Uniwersytecie w Manchesterze przeprowadzono jeden z najważniejszych eksperymentów w fizyce nazwany później, od imienia jego pomysłodawcy, eksperymentem Rutherforda. Uzyskane w nim wyniki pozwoliły na dowiedzenie istnienia centrum, w którym skupiona jest większość masy atomu. **Celem prezentowanego doświadczenia była rekonstrukcja eksperymentu Rutherforda, a mianowicie zbadanie ilości rejestrowanych cząstek α w funkcji kąta rozproszenia.** Doświadczenie przeprowadzono rozpraszając cząstki α uzyskane ze źródła ^{241}Am bezpośrednio na złotej folii jak i z użyciem przesłony zmniejszającej tło.

Podstawy teoretyczne

Jądro helu ^4_2He niesie ładunek $+2e$, więc jeżeli wpadnie na tarczę, którą w tym doświadczeniu stanowi złota folia, to najprawdopodobniej przeleci ono wytrącając jedynie część swojej energii na oddziaływanie z elektronami. Jednakże istnieje możliwość na znaczącą zmianę toru cząstki α padającą na folię, spowodowaną odpychaniem od ciężkiego jądra. Ilość rejestrowanych cząstek o energii E_α rozpraszonych pod kątem θ w kąt brytowy $\Delta\Omega$ określona jest **wzorem Rutherforda**

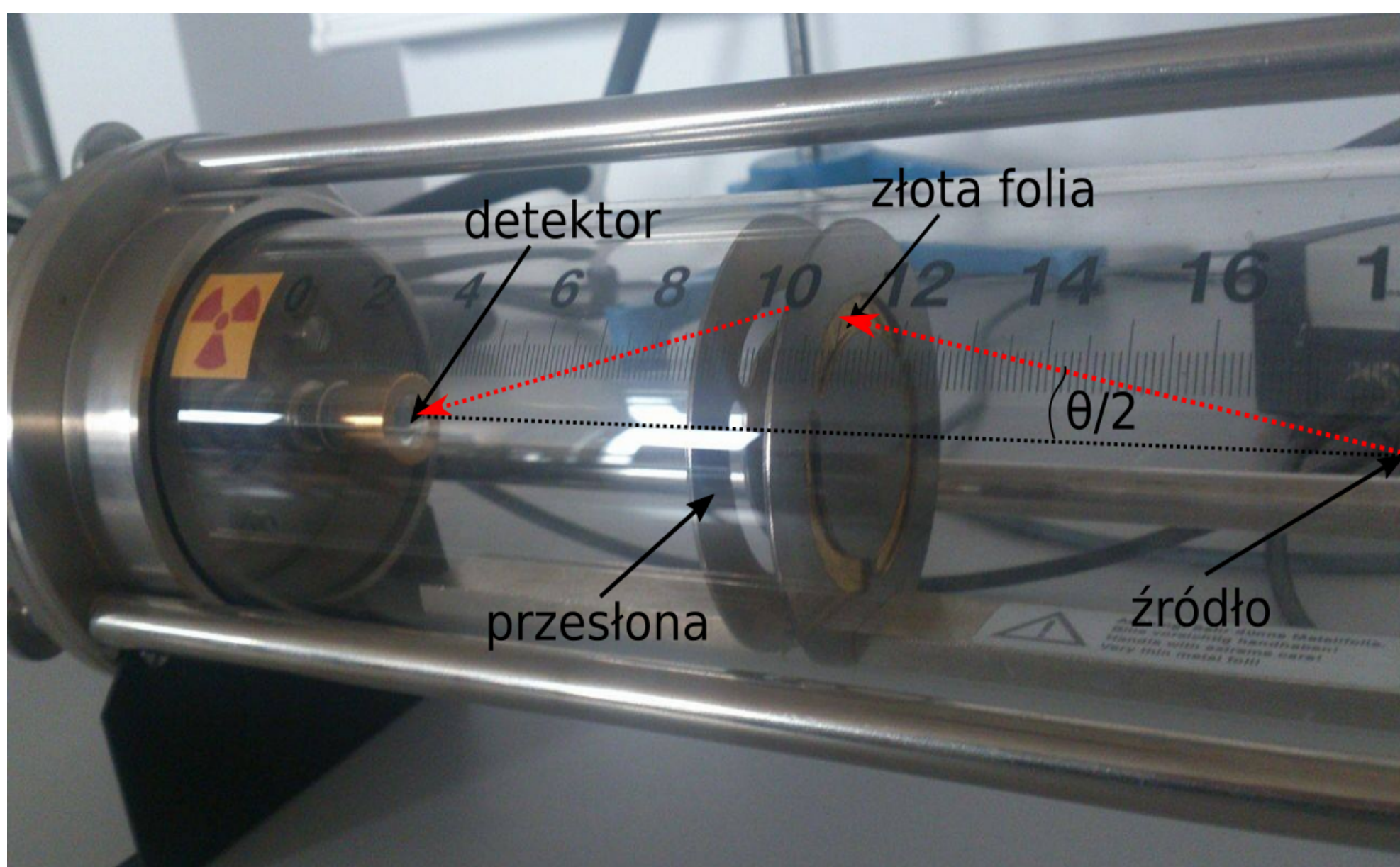
$$\Delta n(\theta) = n \cdot N \cdot d_F \left(\frac{z \cdot Z \cdot e^2}{8\pi\epsilon_0 \cdot E_\alpha} \right)^2 \frac{\Delta\Omega}{4\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)},$$

gdzie n to ilość cząstek padających w ciągu sekundy, N to koncentracja atomów folii, d_F jest grubością folii, z i Z liczbami atomowymi odpowiednio rozpraszanych cząstek i jąder tarczy.



Rysunek 1: Eksperyment Rutherforda.

Opis doświadczenia



Rysunek 2: Układ doświadczenia podczas pomiarów z użyciem przesłony. Kolorem czerwonym zaznaczono przykładowy tor cząstki.

Ze względu na geometrię układu użytego w doświadczeniu wzór Rutherforda przekształcony jest następująco:

$$\Delta n(\theta) = \frac{N}{4} \left(\frac{z \cdot Z \cdot e^2}{8\pi\epsilon_0 \cdot E_\alpha} \right)^2 \frac{Q \cdot A_F \cdot d_F \cdot A_D}{4\pi a^4} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right),$$

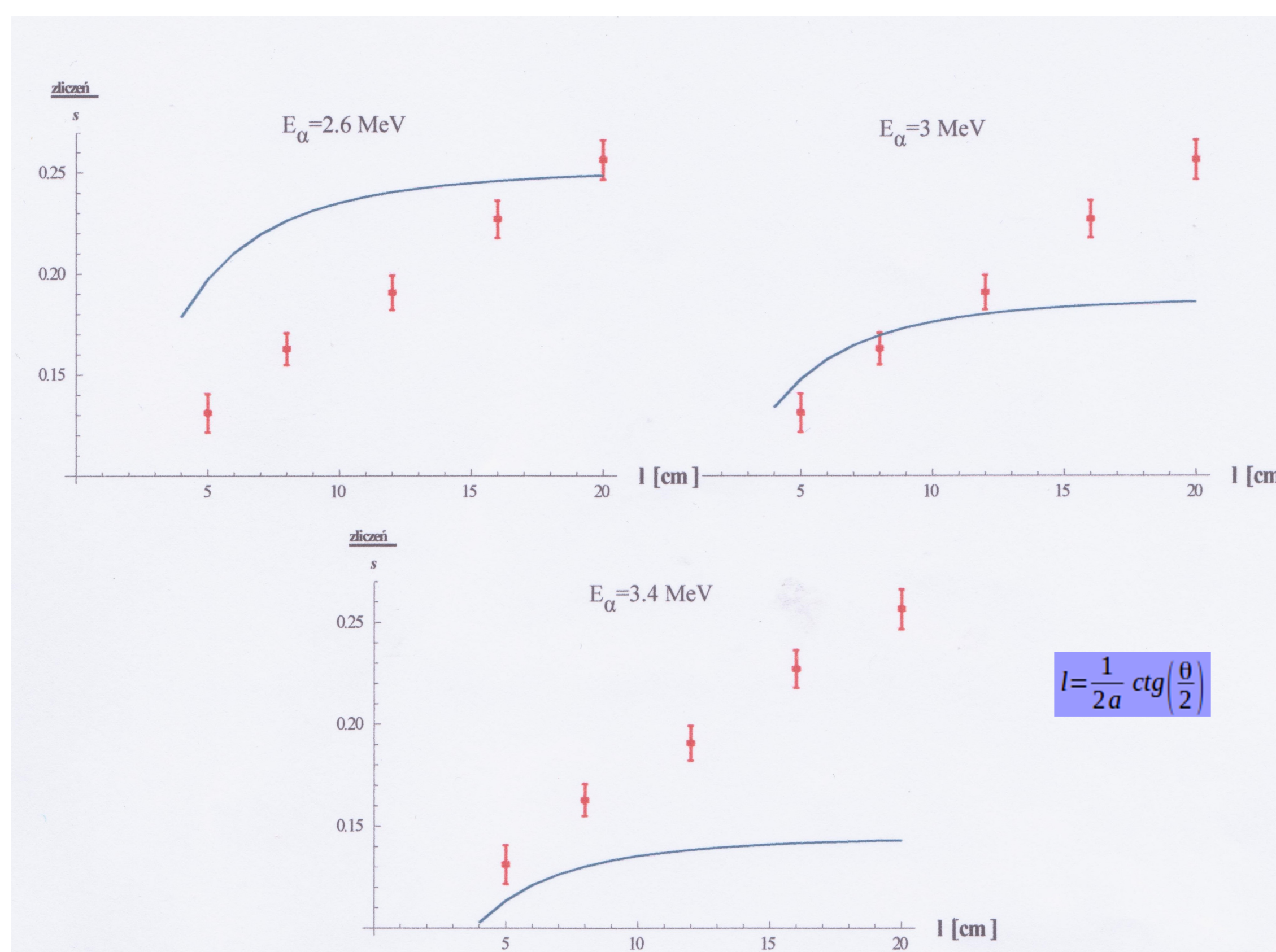
gdzie Q to aktywność źródła, A_F pole powierzchni fragmentu folii, na którą padają cząstki, d_F to grubość folii oraz A_D to pole powierzchni detektora.

Problemy

- Brak znajomości dokładnej wartości energii początkowej cząstek E_α ,
- Straty energii związane z jej absorpcją przez złotą folię,
- Duży wpływ tła na wyniki pomiarów. Jego źródłem są cząstki rozpraszane na obudowie komory oraz na stalowej ramce.

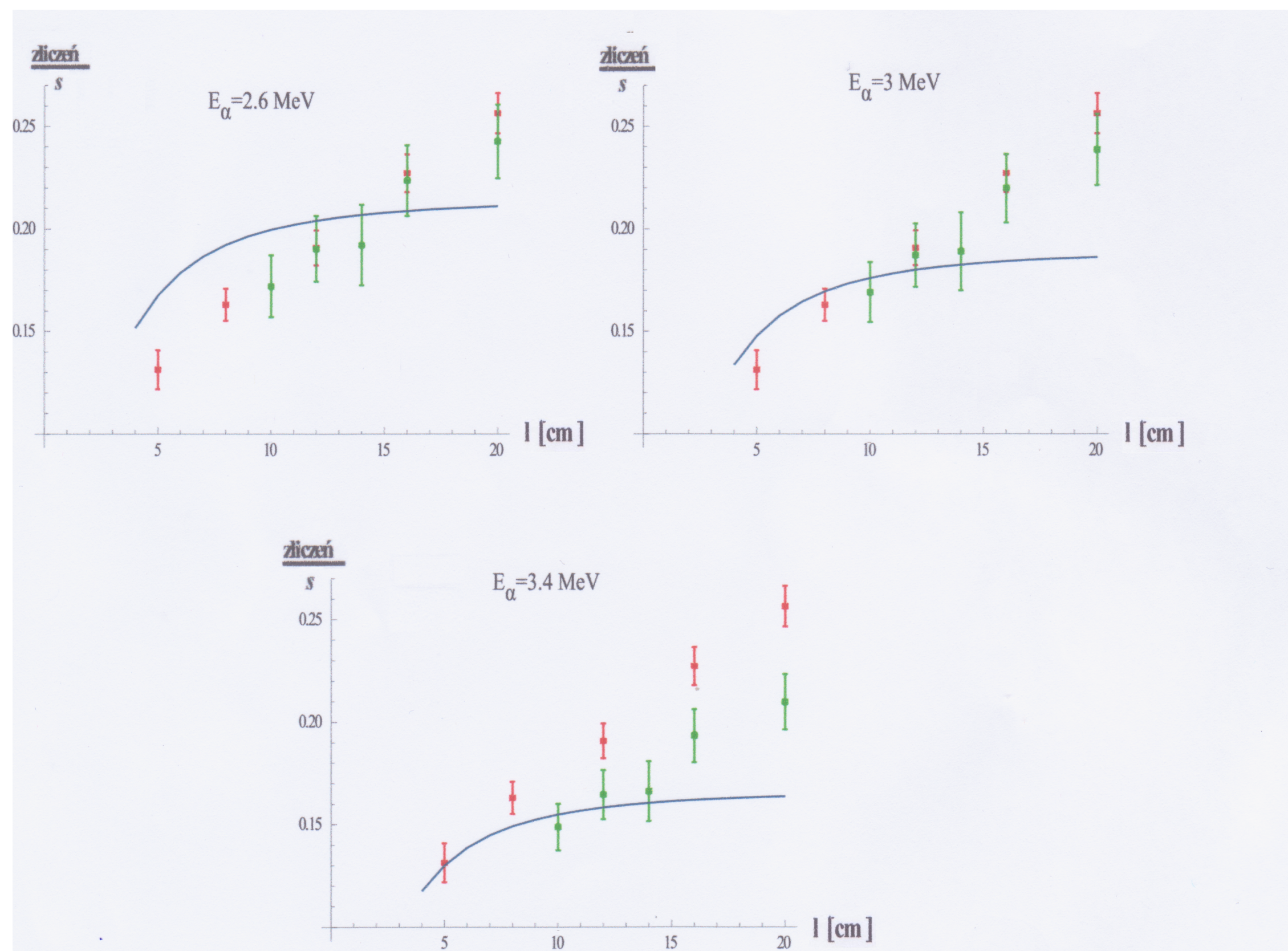
Wyniki

Analizę wyników przeprowadzono dla trzech założonych wartości energii początkowej cząstek $E_\alpha=2.6$ MeV, 3 MeV i 3.4 MeV. Ze względu na zależność od energii we wzorze Rutherforda konieczne było określenie straty energii cząstek w folii, do czego posłużyla formuła Bethego-Blocha. Uzyskaną wartość uśredniono na całej grubości folii.



Rysunek 3: Porównanie wyników doświadczalnych i obliczeń teoretycznych, gdzie l to odległość źródła od detektora oraz a to promień folii.

Jak widać uzyskane wyniki doświadczalne wykazują matą korelację z obliczeniami teoretycznymi. Dlatego też przeprowadzono dodatkowe pomiary z ramką ograniczającą wpływ tła na pomiary.



Rysunek 4: Porównanie wyników teoretycznych z rysunku (2) i doświadczalnych dla samej ramki z folią (kolor czerwony) i z użyciem przesłony ograniczającej tło (kolor zielony).

Uzyskane wyniki z użyciem przesłony zmniejszają rozbieżność w stosunku do teorii. Nie zmieniło to parametrów układu, lecz ograniczyło jedynie tło, co oznacza, że ma ono bardzo duży wpływ na wyniki pomiarów. Uzyskana w ten sposób zgodność statystyczna jest zdecydowanie większa niż w przypadku bezpośredniego pomiaru bez przesłony. Na podstawie otrzymanych wyników nie jest możliwe określenie dokładnej wartości energii początkowej cząstek α .

Podsumowanie

Podczas eksperymentu zmierzono rozpraszanie Rutherforda na złotej folii. Zaobserwowano znaczny wpływ tła na wyniki pomiarów, jednakże wprowadzając nawet prostą modyfikację doświadczenia w postaci przesłony można zwiększyć zgodność wyników doświadczalnych i teoretycznych. Analiza przeprowadzona dla założonych energii początkowych cząstek α nie pozwala na jej dokładne określenie. Używane źródło wymaga kalibracji. Ostatecznie uzyskano statystyczną zgodność pomiarów doświadczalnych ze wzorem Rutherforda.