

Eksperyment Rutherforda

Rozpraszanie cząstek α na jądrach złota

XX
STUDENCKA
SESJA
PLAKATOWA

INSTYTUT FIZYKI
WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ UJ



AUTOR:
CZARTOWSKI JAKUB

OPIEKUN:
DR HAB. JACEK ZEJMA

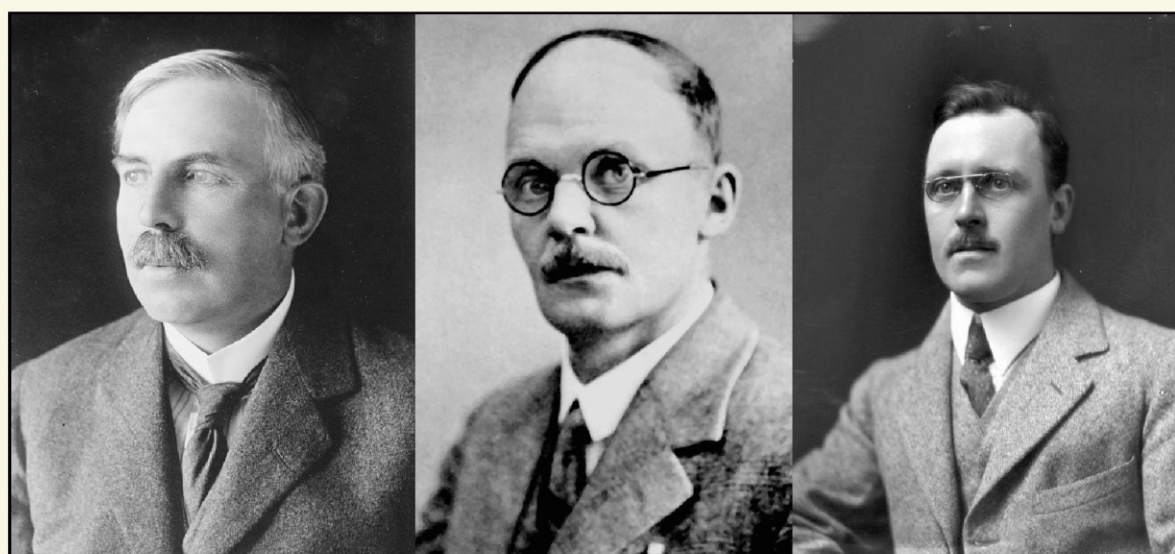
07

Streszczenie

- ▶ Eksperyment miał na celu potwierdzenie wzoru Rutherforda dla rozpraszania cząstek α na folii złotej z użyciem źródła $^{241}_{96}\text{Am}$. W rozpraszaniu do przodu wzór Rutherforda został potwierdzony, a energia cząstek α została oszacowana na 2.23(88) MeV. Pomiar rozpraszania wstecznego był bardzo uproszczony, dlatego zaproponowano 3 modele opisujące zaobserwowany rozkład kątowy cząstek α . Jeden z modeli bardzo dobrze opisywał uzyskane dane ($\chi^2 = 0.97$).

Rys historyczny

- ▶ Do 1911 r. obowiązującym modelem atomu był model zaproponowany w 1904 r. przez J. J. Thomsona tzw. **model ciasta z rodzynekami**, zakładający ujemne elektrony („rodzynki”) zanurzone w równomiernym rozkładzie dodatniego ładunku („ciasto”) [1].
- ▶ W 1911 r. Ernest Rutherford zaproponował nowy model atomu oparty na dodatnio naładowanym jądrze i krążących wokół elektronach, który następnie został sprawdzony przez H. Geigera i E. Marsdena w 1913 r. [2, 3]



Od lewej: Ernest Rutherford, H. Geiger i Ernest Marsden [5].

Model Rutherforda

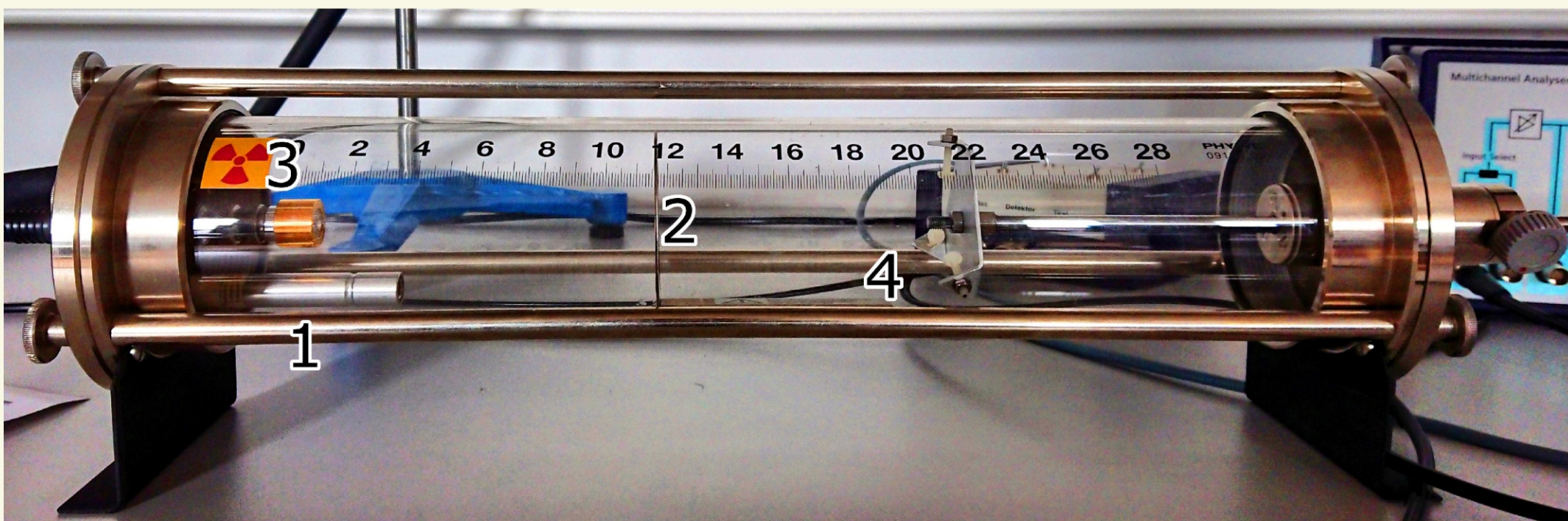
- ▶ Przyjmując niewielkie jądro o dodatnim ładunku $Z \cdot e$ kulombowski model oddziaływania elektromagnetycznego przewiduje rozkład kątowy $\Delta n(\theta)$ cząstek o energii E_α i ładunku $z \cdot e$ rozpraszonych na folii w kąt bryłowy $\Delta\Omega$:

$$\Delta n(\theta) = n \cdot d_f S \frac{\Delta\Omega}{\sin^4 \frac{\theta}{2}}, \quad S = \frac{N}{4} \left(\frac{z \cdot Z \cdot e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2E_\alpha} \right)^2, \quad (1)$$

gdzie d_f jest grubością folii, n - strumień cząstek α , zaś N - jej gęstość. Należy jednak pamiętać, że rozkład ten zakłada prostszy układ pomiarowy niż użyty w niniejszym eksperymencie [4].

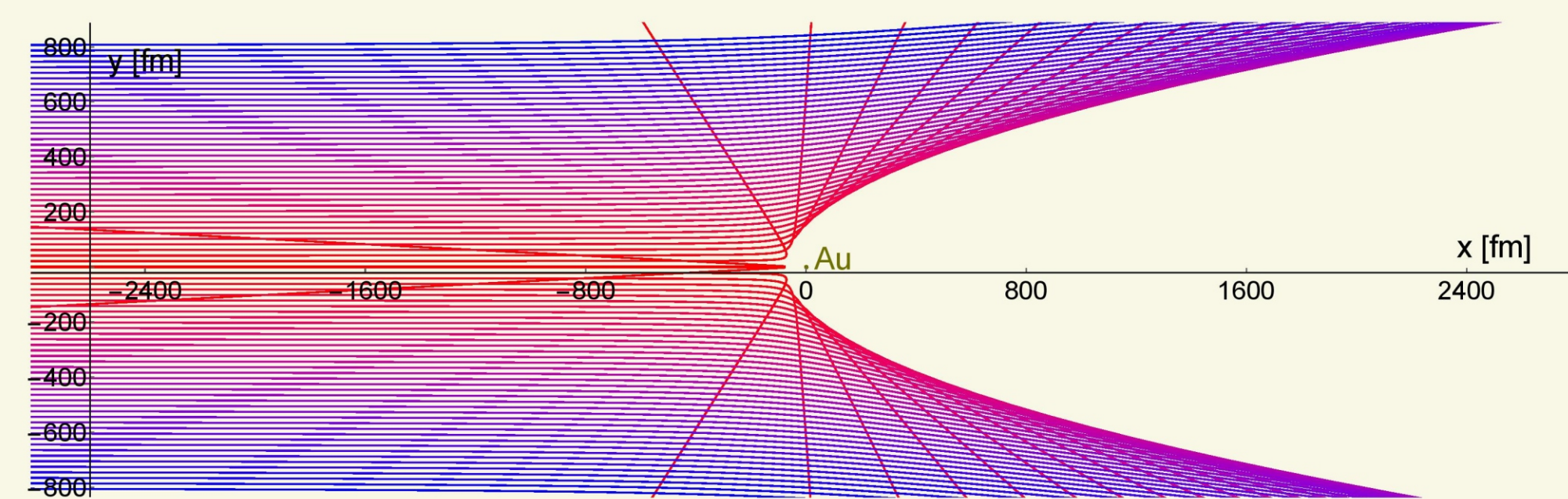
Układ eksperymentalny

- ▶ W eksperymencie wykorzystano źródło promieniowania α $^{241}_{96}\text{Am}$ - (1) na zdjęciu poniżej. Promieniowanie o nieznannej energii było rozpraszane na złotej folii (2) i rejestrowane w detektorze (3). W rozpraszaniu do przodu źródło znajdowało się na przesuwającym ramieniu (4) pozwalającym kontrolować odległość od detektora. W tym przypadku możliwa była dodatkowa kolimacja przy pomocy pustej ramki. Przy rozpraszaniu wstecz zarówno źródło (1) jak i detektor (3) znajdowały się po tej samej stronie folii, tak jak na zdjęciu poniżej.



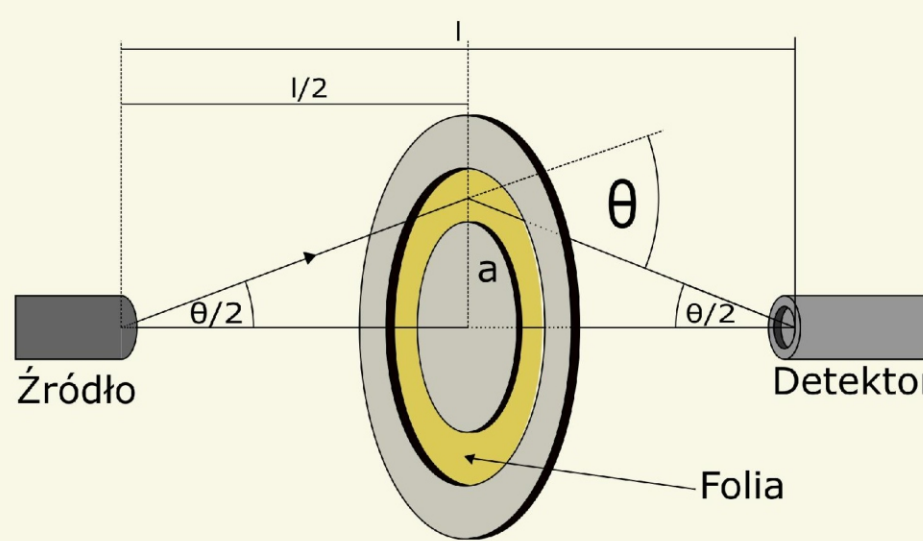
Układ eksperymentalny, opis w lewym dolnym rogu.

Trajektorie rozpraszonych cząstek α



Trajektorie cząstek rozpraszonych na jądrze złota. Widoczne są zarówno trajektorie o małym (niebieskie i fioletowe) jak i dużym kącie odchylenia (czerwone).

Geometria układu eksperymentalnego - rozpraszanie do przodu



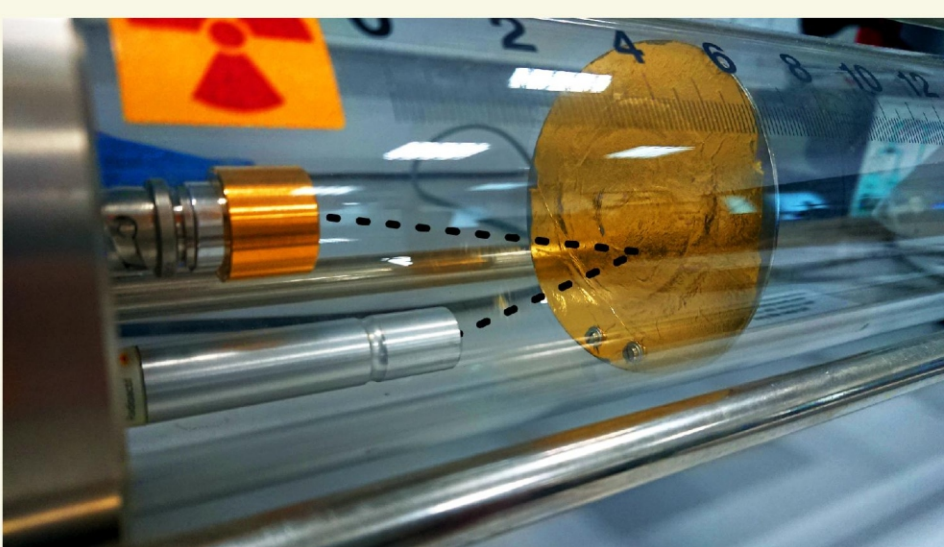
Schemat układu eksperymentalnego dla rozpraszania do przodu.

- ▶ Stąd modyfikacji ulega przewidywany rozkład częstości zliczeń:

$$\Delta n(l) = \frac{QA_f d_f S}{4\pi a^4} A_D \frac{l}{\sqrt{4a^2 + l^2}} \quad (2)$$

Ponadto wykorzystanie dodatkowej kolimacji (ustawienie pustej ramki bez folii za ramką z folią złotą) w eksperymencie wymagało kolejnych modyfikacji wzoru.

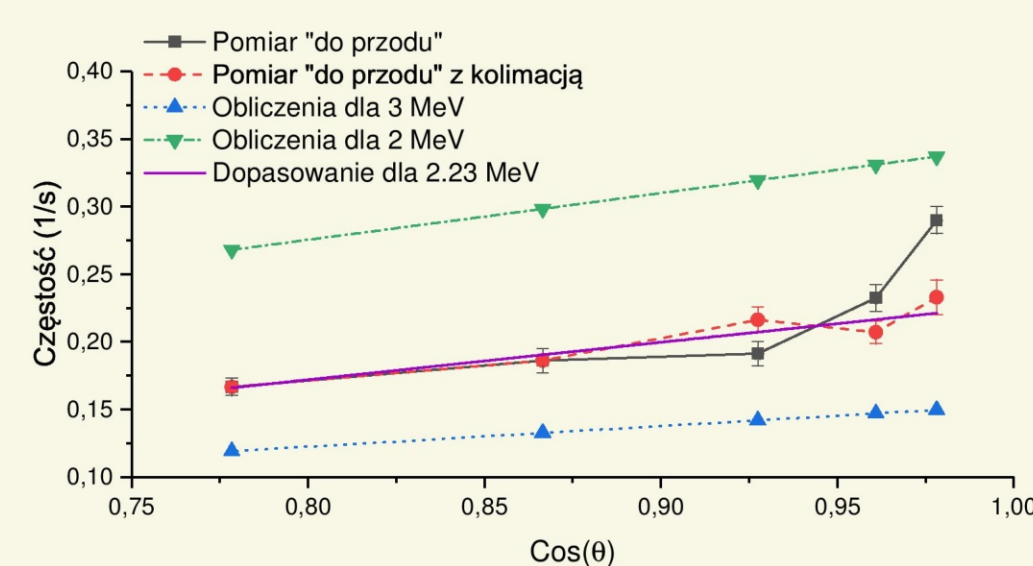
Rozpraszanie wstecz



Układ eksperymentalny dla rozpraszania wstecz wraz z przykładową trajektorią cząstki.

- 2 **Detektorowy** - z uwzględnieniem kąta bryłowego detektora względem folii
- 3 **Uśredniony** - przybliżone uwzględnienie kątów bryłowych folii i detektora.

Wyniki i podsumowanie

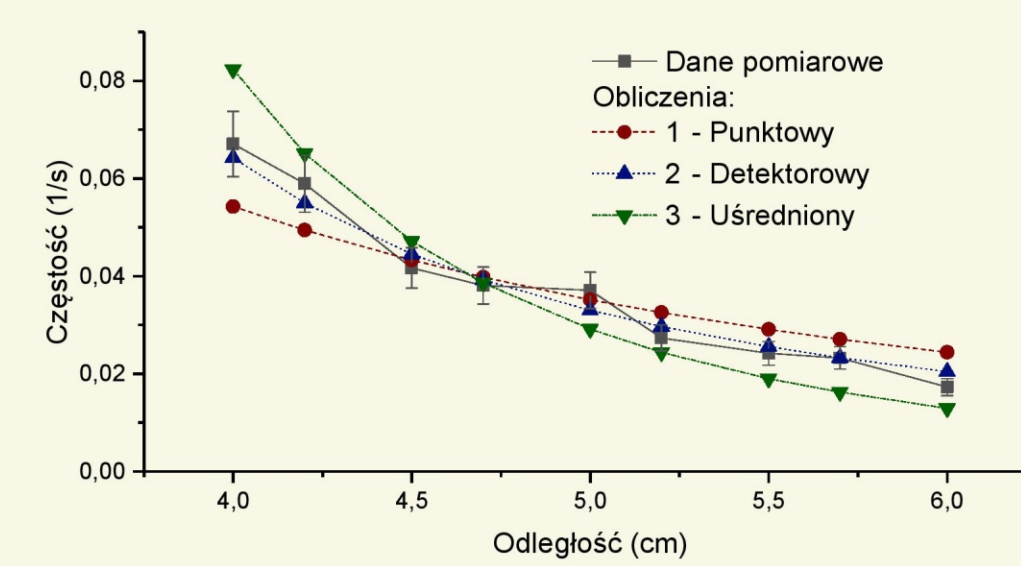


Pomiar rozpraszania do przodu potwierdził zgodność wyników ze wzorem Rutherforda co do kształtu oraz pozwolił na oszacowanie energii cząstek α na 2.23(88) MeV.

- ▶ Eksperyment pozwolił na potwierdzenie historycznego wyniku otrzymanego przez Geigera i Marsdena, potwierdzającego hipotezę Rutherforda o niemal punktowym jądrze atomowym.

Na podstawie wyników otrzymanych w rozpraszaniu wpród energia cząstek α emitowanych przez $^{241}_{96}\text{Am}$ została oszacowana na 2.23(88) MeV.

Model detektorowy rozpraszania wstecz pozwolił na osiągnięcie wysokiej zgodności z danymi dając parametr $\chi^2 = 0.97$.



Przy rozpraszaniu wstecz drugi z zaproponowanych modeli okazał się najlepszy, dając wartość $\chi^2 = 0.97$ w porównaniu do pozostałych dwóch dających $\chi^2 \approx 5$.

Bibliografia

- [1] "Plum Pudding Model - Universe Today". Universe Today. 27 August 2009. Retrieved 19 December 2015
- [2] E. Rutherford, Philosophical Magazine. Series 6. 21: 669–688 (1911)
- [3] H. Geiger; E. Marsden, Philosophical Magazine. Series 6. 25 (148): 604–623 (1913)
- [4] Instrukcja do ćwiczenia Z31, www.2pf.if.uj.edu.pl
- [5] Wikimedia Commons

