

V16 - Rutherford Streuexperiment

Ziel der Arbeit

In diesem Versuch soll die Streuung von alpha-Teilchen an einer Goldfolie untersucht werden.

Vorbereitung

Die Bearbeitung dieser Fragen soll Sie auf das Gespräch mit Ihrer Betreuerin / Ihrem Betreuer und die Versuchsdurchführung vorbereiten. Die benötigten Informationen sollten Sie in der angegebenen Literatur finden können.

1. Welche Annahmen werden bei der Herleitung der Bethe-Bloch-Gleichung und der Rutherfordschen Streuformel gemacht?

Was ist ein Streuquerschnitt? Wie unterscheidet er sich vom differentiellen Streuquerschnitt?

Berechnen Sie mit der Bethe-Bloch-Formel das Bremsvermögen der alpha-Teilchen in Luft. Bei welchem Kammerdruck machen sich Energieverluste bemerkbar?

Wie sieht das Termschema von ^{241}Am aus? Welche Arten an radioaktiver Strahlung emittiert Americium? Was muss bei dem Experiment hierzu beachtet werden?

Wie funktioniert ein Surface-Barrier Detektor und eine Drehschieberpumpe?

Wie groß muss die gemessene Zählrate sein, um eine relative statistische Unsicherheit von maximal 3 % zu bekommen?

Warum eignet sich Gold besonders gut als Streumaterial?

Versuchsaufbau

Als radioaktive Quelle dient ein ^{241}Am -Präperat. Mit zwei 2mm Schlitzblenden werden die alpha-Teilchen kollimiert und an einer dünnen Goldfolie gestreut. Ein Surface-Barrier Detektor detektiert die gestreuten alpha-Teilchen in Abhängigkeit vom Streuwinkel Theta. Da die vom Americium emittierte alpha-Strahlung in Luft eine Reichweite von ca. 1,5cm hat, befindet sich der Aufbau in einer Vakuumapparatur. Die vom Detektor verstärkten negativen Impulse werden von einem Verstärker nachverstärkt. Für die Energieverlustmessung steht ein Speicheroszilloskop und für die Bestimmung des Streuquerschnittes ein Zähler zur Verfügung.

Folie auf keinen Fall berühren!

Streukammer sehr vorsichtig abpumpen und belüften,

sonst wird die Folie zerstört!

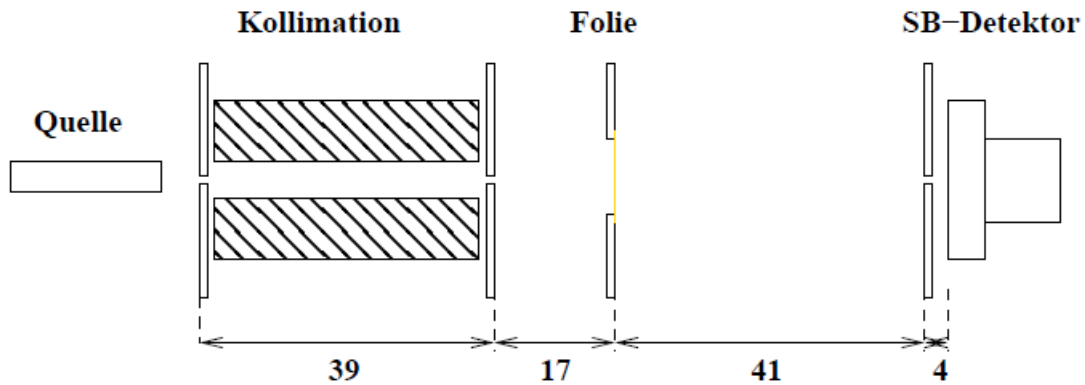


Abb. 1 Schematische Darstellung der Messapparatur

Messprogramm und Auswertung

Bitte vor dem Experimentieren die Strahlenschutzanweisung lesen und alle angegebenen Sicherheitshinweise beachten!

Der Strahler wird vom Betreuer eingebaut!

Bei jedem Folienwechsel müssen Sie einen Shutter vor den Strahler stellen!

- Zum Evakuieren der Streukammer steht Ihnen eine Drehschieberpumpe zur Verfügung. Vergewissern Sie sich, dass alle Ventile geschlossen sind und evakuieren Sie die Kammer. Zum Belüften bzw. Ändern des Kammerdruckes müssen Sie das Feindosierventil an der Vakuumkammer langsam öffnen. Bitte beachten Sie, dass das Feindosierventil sich erst nach ca. 10 Umdrehungen öffnet!!!! Bitte beim Schließen das Feindosierventil nicht anknallen, sonst schließt das Ventil nicht mehr.
- Stellen Sie die Sperrspannung des Surface-Barrier Detektors auf $U_{\text{det}} = +12\text{V}$ ein und beobachten Sie dabei die vorverstärkten Pulse auf dem Oszilloskop. Wie sehen die Pulse aus und welche Anstiegszeiten haben sie? Dokumentieren Sie, wie sich die Pulse hinter jeder elektronischen Komponente ändern.
- Bestimmen Sie die Foliendicke durch eine Energieverlustmessung der alpha-Teilchen bei senkrechtem Durchgang durch die Streufolie. Messen Sie hierzu die Pulshöhe der Detektorpulse als Funktion des Kammerdruckes einmal mit und einmal ohne Folie. Ermitteln Sie durch Extrapolation die Reichweite der alpha-Teilchen und bestimmen Sie hieraus die Foliendicke. Hinweis: Es empfiehlt sich, am Oszilloskop das 'Nachleuchten' einzustellen, um so die mittlere Pulshöhe zu ermitteln.
- Untersuchen Sie den differentiellen Streuquerschnitt für eine dünne Goldfolie. Messen Sie hierzu die Zählrate I in Abhängigkeit vom Streuwinkel und stellen Sie den differentiellen Wirkungsquerschnitt als Funktion des Streuwinkels graphisch dar. Berechnen Sie den Raumwinkel mit Hilfe der in Abbildung 1 gezeigten Geometrie. Vergleichen Sie die gemessenen Werte mit den theoretischen berechneten. Diskutieren Sie evtl. Abweichungen bei kleinen und großen Winkeln.

- e) Um den Einfluss von Mehrfachstreuungen zu untersuchen, messen Sie den Streuquerschnitt für verschiedene Foliendicken. Wählen Sie hierzu einen festen Winkel.
- f) Messen Sie die Z-Abhängigkeit an einer Silber, Platin, Aluminium und Gold-Folie und diskutieren Sie das Ergebnis. Messen Sie hierzu die Intensität I der alpha-Teilchen bei einem großen Streuwinkel und tragen Sie gegen $I/(N \cdot x)$ gegen die Kernladungszahl Z auf. Dabei sind N die Anzahl der Streuzentren und x die Foliendicke der Streufolie. Welche Abhängigkeit besteht? Vergleichen Sie die gemessenen Daten mit den berechneten.

Anhang

Quelle : ^{241}Am mit $A=330\text{kBq}$ (Oktober 1994)

Detektor: Aktive Fläche $d = 1\text{cm}^2$

Blende : $F = 2\text{mm} \times 10\text{mm}$

Literatur

- [1] H. Haken, H. C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, Springer Verlag
- [2] G. Pfennig, H. Klewe-Nebenius, W. Seelmann-Eggebert, Karlsruher Nuklidkarte, 1998
- [3] A.C. Messilinos, Experiments in Modern Physics, Academic Press, New York
- [4] W.R. Leo, Techniques for nuclear und particle physics experiments, Springer Verlag