

Rutherford-Streuungs-Experiment

Abstract

In diesem Experiment wird die Streuung von Alphateilchen an einer Goldfolie untersucht.

Referenzen

1. H. Haken, H.C. Wolf, *Atomic and Quantum Physics*, Springer Verlag.
2. G. Pfennig, H. Klewe-Nebenius, W. Seelmann-Eggebert, *Karlsruher Nuklidkarte 1998*.
3. A.C. Messelinos, *Experiments in Modern Physics*, Academic Press, New York.
4. W.R. Leo, *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments*, Springer.

Vorbereitung

Nachfolgend sind die Antworten auf die Vorbereitungsfragen, die das Experiment unterstützen:

1. **Welche Annahmen werden bei der Herleitung der Bethe-Bloch-Gleichung und der Rutherford-Streuungsformel getroffen?**
 - **Bethe-Bloch-Gleichung:** Es wird angenommen, dass:
 - das Projektil relativistische oder nicht-relativistische Geschwindigkeiten besitzt,
 - die Energieverluste durch Ionisation und Anregung des Mediums dominiert werden,

- Streuung an einzelnen Elektronen unabhängig erfolgt.

- **Rutherford-Streuungsformel:** Annahmen sind:

- Die Streuung erfolgt elastisch.
- Der Streukern bleibt unbeweglich (hohe Masse).
- Die Wechselwirkung erfolgt rein coulombisch.

2. **Was ist ein Streuquerschnitt? Wie unterscheidet er sich vom differentiellen Streuquerschnitt?**

- Der Streuquerschnitt ist ein MaSS für die Wahrscheinlichkeit, dass ein Teilchen gestreut wird.
- Der differentielle Streuquerschnitt beschreibt die Streuung in einem bestimmten Raumwinkel $d\Omega$.

3. **Verwenden Sie die Bethe-Bloch-Gleichung, um die Energieverlustleistung von Alphateilchen in Luft zu berechnen. Bei welchem Kammerdruck werden Energieverluste spürbar?**

- Die Energieverlustleistung $-\frac{dE}{dx}$ kann aus der Bethe-Bloch-Gleichung berechnet werden:

$$-\frac{dE}{dx} = K \cdot z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[\ln \left(\frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2}{I} \right) - \beta^2 \right].$$

Für Alphateilchen (bei Raumtemperatur und Luftdruck) werden Verluste bei etwa 1/10 des Normaldrucks (0,1 atm) messbar.

4. **Wie sieht das Termdiagramm von ^{241}Am aus? Welche Arten von radioaktiver Strahlung emittiert Americium? Was muss im Experiment beachtet werden?**

- Das Termdiagramm zeigt, dass ^{241}Am primär Alpha-Strahlung emittiert (5,486 MeV).
- Zusätzlich gibt es geringe Mengen γ -Strahlung.
- Abschirmmaßnahmen sind erforderlich, um das Experiment sicher durchzuführen.

5. **Wie funktioniert ein Oberflächenbarrierendetektor und eine Drehschieberpumpe?**

- **Oberflächenbarrierendetektor:** Ein Halbleiterdetektor, der durch erzeugte Ladungsträger bei Ionisierung Strahlung detektiert.

- **Drehschieberpumpe:** Ein mechanisches Gerät, das durch rotierende Schieber den Druck in einer Kammer reduziert.

6. **Wie groSS muss die gemessene Zählrate sein, um eine relative statistische Unsicherheit von maximal 3% zu erreichen?**

- Die relative Unsicherheit σ_r ist gegeben durch:

$$\sigma_r = \frac{1}{\sqrt{N}}.$$

Für $\sigma_r = 3\%$ (0,03) ergibt sich:

$$N = \frac{1}{(0,03)^2} \approx 1111.$$

Die Zählrate muss also mindestens 1111 Ereignisse betragen.

7. **Warum ist Gold besonders geeignet als Streumaterial?**

- Gold hat eine hohe Ordnungszahl ($Z = 79$), was die Coulomb-Wechselwirkung verstärkt.
- Die dünne Goldfolie lässt Alphateilchen hindurch und minimiert Energieverluste.