

Lehrplananbindung: Ph 12.3 Strukturuntersuchungen – Entdeckung des Atomkerns

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

| | | | |
|----------------------------|---|--|---|
| Erkenntnisgewinnung | <i>Fachmethoden beschreiben</i> | <i>Fachmethoden nutzen</i> | <i>Fachmethoden problembezogen auswählen u. anwenden</i> |
| Kommunikation | <i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i> | <i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i> | <i>Darstellungsformen selbstständig auswählen u. nutzen</i> |
| Bewertung | <i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i> | <i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i> | <i>Eigene Bewertungen vornehmen</i> |

Aufgabenbeispiel: Rutherford-Experiment (Jgst. 12)

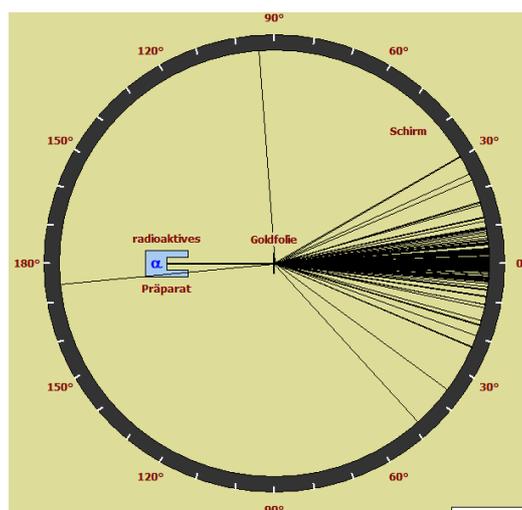
- a) Skizzieren Sie den Aufbau des Rutherford-Experiments und beschreiben Sie die Versuchsdurchführung.
- b) Beschreiben Sie das Rutherfordsche Atommodell und erläutern Sie, aus welchen Beobachtungen sich die genannten Eigenschaften jeweils folgern lassen. Gehen Sie auch darauf ein, woran zu erkennen ist, dass der Atomkern eine positive Ladung trägt.
- c) Wie konnte mithilfe des Rutherford-Experiments der Kernradius quantitativ abgeschätzt werden?
- d) Für den Radius eines Atomkerns der Massenzahl A gilt in guter Näherung $r_k = r_0 \cdot \sqrt[3]{A}$ mit $r_0 = 1,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$.

Erläutern Sie, wie diese Formel anschaulich begründet werden kann und welche Vorstellung vom Atomkern ihr zugrunde liegt. Wofür steht die Konstante r_0 ?

Wie groß darf die kinetische Energie eines α -Teilchens beim Beschuss eines Blei-Atoms höchstens sein, damit man von einer Streuung am Coulombfeld einer Punktladung ausgehen kann?

Lösungen

a)



- b) Zum Vorzeichen der Kernladung: Die meisten Ablenkungen würden sich auch durch die Bewegung der α -Teilchen im Coulombfeld einer negativen Ladung erklären lassen, nicht aber die Rückwärtsstreuung.

c) Erste Abweichungen der Messergebnisse von der Theorie (Bewegung im Coulombfeld) treten dann auf, wenn die kinetische Energie der α -Teilchen so groß ist, dass sie in den Wirkungsbereich der Kernkräfte (vereinfacht: Kernradius) eintreten. Das geschieht zunächst im Fall des zentralen Stoßes.

$$\text{Dann gilt: } E_{\text{kin},\alpha} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Ze^2}{r_{\text{Kern}}}$$

d) Modellvorstellung: Kugelförmiger Atomkern, der (näherungsweise) ohne Zwischenräume aus kugelförmigen Nukleonen aufgebaut ist, mit dem effektiven Radius r_0 jedes Nukleons.

$$\text{Dann ist } V_K = \frac{4}{3}\pi r_K^3 = A \cdot \frac{4}{3}\pi r_0^3. \text{ Hieraus folgt die angegebene Formel.}$$

Im PSE ist für Blei eine mittlere Atommasse von 207,19 u angegeben. Damit ist $A = 207$ eine sinnvolle Angabe für den Mittelwert der Massenzahlen.

Häufigkeiten der in der Natur vorkommenden Isotope: Pb-204 (1,4 %), Pb-206 (24,1 %), Pb-207 (22,1 %), Pb-208 (52,4 %).

Im Sinne der Aufgabe wäre es auch sinnvoll, die Massenzahl 208 des schwersten natürlich vorkommenden Isotops zu verwenden. Diese Überlegungen können durchaus Unterrichtsgegenstand sein.

Für $A = 207$ erhält man $r_K = 8,28 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ und (mit $Z = 82$) mit Hilfe der Formel aus Teilaufgabe c) $E_{\text{kin},\alpha} = 4,57 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 28,5 \text{ MeV}$; für $A = 208$ ist $r_K = 8,29 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ und unverändert $E_{\text{kin},\alpha} = 4,57 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 28,5 \text{ MeV}$.