

RUTHERFORD-STREUUNG

Der neuseeländische Physiker Ernest Rutherford (1871–1937) zählt zu den ersten und bedeutendsten Forschern in der Kernphysik. Schon bald nach der Entdeckung der Radioaktivität (1896 durch den französischen Physiker Antoine Henri Becquerel) identifizierte Rutherford die drei Hauptbestandteile der Strahlung und nannte sie α -, β - und γ -Strahlen. Anhand von Strahlungsuntersuchungen stellte Rutherford seine Theorie der Atomstruktur auf, in der das Atom erstmals als dichter Kern mit ihn umkreisenden Elektronen beschrieben wurde.

Damit diese Struktur überhaupt sichtbar wird, muss ein geladenes Teilchen so nahe an den Kern heran gelangen, dass dieser nicht mehr durch die Elektronenhülle abgeschirmt wird.

Voraussetzung: Sie können die Energieerhaltung für geladene Teilchen in einem elektrischen Feld aufstellen.

Ziele

- Sie kennen ein wissenschaftshistorisch bedeutsames Experiment.
- Sie können mit der Einheit Elektronenvolt umgehen.

Zeit: Sie können die Aufgabe während 20 Minuten bearbeiten.

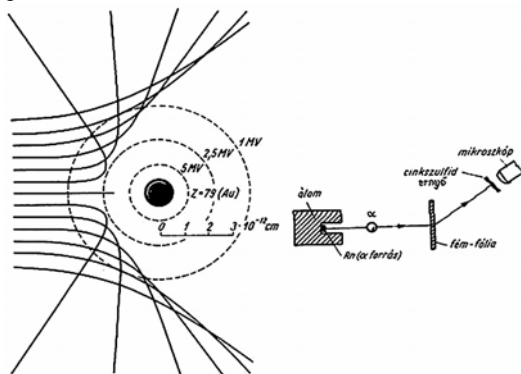
Aufgabenstellung

Zur Untersuchung der Atomstruktur benutzte Rutherford α -Teilchen (Helium-Kerne, $m_\alpha = 3'660 \text{ MeV}/c^2$) aus einer radioaktiven Quelle, aus der diese mit einer kinetischen Energie von etwa 5 MeV austreten. Als Ziel benutzte er eine dünne Goldfolie.

Wie nahe an den Goldkern kann ein zentral auf diesen zu fliegendes α -Teilchen herankommen?

Anleitung

1. Wie gross ist die Anfangsgeschwindigkeit der α -Teilchen? Drücken Sie das Ergebnis als Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit aus.
2. Wie gross sind die Ladungen eines Goldkerns und eines α -Teilchens?
3. Zeichnen Sie in einer Skizze mit dem Goldkern die Position des α -Teilchens zu Beginn (sehr grosse Entfernung) und am Ende (Umkehrpunkt) des Vorgangs ein und überlegen Sie sich, was Sie über die Geschwindigkeiten an diesen beiden Stellen aussagen können.
4. Bestimmen Sie je einen algebraischen Ausdruck für die Gesamtenergie (kinetische und potentielle Energie) des α -Teilchens für die beiden skizzierten Situationen.
5. Bestimmen Sie mit dem Energieerhaltungssatz einen Ausdruck für den kleinsten Abstand zwischen α -Teilchen und Goldkern.
6. Berechnen Sie den minimalen Abstand für ein α -Teilchen mit 5 MeV numerisch und vergleichen Sie ihn mit typischen Werten für den Hüllen- und den Kernradius eines Atoms (vgl. FoTa). Was folgt aus diesem Ergebnis für den Aufbau der Atome?



LÖSUNGEN DER RECHNUNGEN: 1. $0,052 \cdot c$; 6. $4,6 \cdot 10^{-14} \text{ m}$