

Kern- und Teilchenphysik, Kombibachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2019/2020,
Prof. Dr. H. Lacker

Übung 2 (Besprechung: 31.10.2019)

Aufgabe 1: Rutherford-Streuung

1. Schreiben Sie die Rutherford-Formel für den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\Omega$ als Funktion von α und $\hbar \cdot c$.
2. Berechnen Sie damit den differentiellen Wirkungsquerschnitt $d\sigma/d\Omega$ in $\text{fm}^2\text{sr}^{-1}$ für die Streuung von α -Teilchen (Kernladungszahl $Z=2$, Massenzahl $A=4$) an ruhenden Gold-Kernen ($Z=79$, $A=197$) für einen Streuwinkel von 10° , wenn die kinetische Energie des α -Teilchens 5 MeV beträgt. Vernachlässigen Sie dabei den Rückstoß des Kerns.
3. Wie nahe kommt das α -Teilchen dem Gold-Kern bei 180° -Streuung?
Verwenden Sie den Energieerhaltungssatz und vernachlässigen Sie dabei ebenfalls den Rückstoß des Kerns. Nehmen Sie folgende Werte für die Radien des α -Teilchens und des Goldkerns an: $R_\alpha = 2 \text{ fm}$, $R_{Au} = 7 \text{ fm}$.
4. Wie groß ist die kinetische Energie des Goldkerns nach dieser 180° -Streuung, wenn Sie jetzt den Rückstoß des Goldkerns berücksichtigen?
(Verwenden Sie, dass die Kernmasse näherungsweise mit der Massenzahl A skaliert.)

Aufgabe 2: Wirkungsquerschnitt und Streuraten

Protonen der Energie $E_{\text{kin}} = 537,5 \text{ MeV}$ werden auf ein gasförmiges Wasserstofftarget von 2,5 cm Dicke geschossen. Der Protonenstrahlstrom betrage $6,4 \cdot 10^{-12} \text{ A}$. Das Target werde bei Normaltemperatur und Normaldruck betrieben. Der integrierte Wirkungsquerschnitt der elastischen Proton-Proton-Streuung bei dieser Energie beträgt 25,5 mb.

- a) Berechnen Sie daraus die Luminosität und die Streuraten. Tipps: 1. Gasförmiger Wasserstoff ist molekular mit zwei Wasserstoffatomen. 2. Verwenden Sie das ideale Gasgesetz.
- b) Der differentielle Wirkungsquerschnitt unter einem Streuwinkel von $\theta = 45^\circ$ betrage $d\sigma/d\Omega(45^\circ) = 4,312 \text{ mb/sr}$.
Wie groß ist die Zahl gestreuter Protonen pro Sekunde (Streuraten) in einem quadratischen Detektor der Kantenlänge $\Delta x = 1 \text{ cm}$, der unter diesem Winkel in 50 cm Abstand vom Target entfernt aufgestellt ist?
Nehmen Sie dabei an, dass $d\sigma/d\Omega(45^\circ)$ über den durch den Detektor abgedeckten Raumwinkel konstant ist.
- c) Die Wahrscheinlichkeit für Mehrfachstreuungen lässt sich abschätzen, indem man den formalen Fall betrachtet, dass die Streuwahrscheinlichkeit den Wert 1 deutlich übersteigt.
Wie dick muß das Wasserstofftarget werden, damit dieser Fall eintritt?
(Was hat das mit der mittleren freien Weglänge zu tun?)

Abgabe: 31.10.2019, bis 11:00 (New 15, Metallkasten vor Raum 1'415 oder in der Vorlesung)