

Übungen zur Kernphysik WS2018/19, Prof. A. Melzer

Blatt 1

1. Atomare Energien: (4P)

- (a) Berechnen sie die (relativistischen) Geschwindigkeiten von Elektronen und α -Teilchen bei kinetischen Energien von 1 keV, 1 MeV und 1 GeV.
- (b) Welche kinetische Energie müssen Neutrinos ($m_\nu = 0$), Elektronen oder Protonen haben, damit sie eine de-Broglie-Wellenlänge $\lambda = 1$ fm haben?

2. Rutherfordstreuung (3P)

Bei Coulomb-Streuung von Partikeln findet man Abweichungen von der Rutherford'schen Streuformel, wenn der kleinste Abstand zwischen Projektil und Atomkern (oder der Stoßparameter) etwa gleich dem Kernradius selbst ist. Bestimmen Sie den kleinsten Abstand δ und den Stoßparameter b für folgende Situationen und vergleichen Sie mit den erwarteten Kernradien $R_K = r_0 A^{1/3}$.

- (a) Bei Streuung von α -Teilchen an Th-Atomen findet man Abweichungen von der Rutherfordstreuung bei $\theta = 40^\circ$ und $E = 40.2$ MeV.
- (b) Bei Streuung von ^{209}Bi an ^{136}Xe findet man Abweichungen von der Rutherfordstreuung bei $\theta = 60^\circ$ und $E = 940$ MeV.

Zeigen Sie zunächst, dass der kleinste Abstand zwischen dem Projektil und dem Atomkern gegeben ist durch

$$\delta = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{8\pi\epsilon_0 E} \left(1 + \frac{1}{\sin \theta/2} \right) ,$$

wobei E die Energie des Projektils ist und θ der Streuwinkel. Benutzen Sie hierzu die Energieerhaltung, die Drehimpulserhaltung (*Hinweis: Bei dem kleinsten Abstand ist der Radiusvektor senkrecht zur Geschwindigkeit*) und den in der Vorlesung gewonnenen Ausdruck für den Stoßparameter $b(\theta)$.

3. Rutherfordstreuung II: (3P)

Untersucht werden soll die Rutherfordstreuung an Gold-Atomen bei einer Energie von 10 MeV.

- (a) Wie groß ist der Streuquerschnitt für Streuung von α -Teilchen in den Winkelbereich $\theta > 90^\circ$?
- (b) Wieviel entfällt in den Winkelbereich $45^\circ < \theta < 90^\circ$?
- (c) Auf eine Goldfolie der Dicke $d = 5 \mu\text{m}$ fallen $8 \cdot 10^7$ α -Teilchen pro Sekunde. Wieviele Partikel werden dann in den Winkelbereich $\theta > 90^\circ$ gestreut? Verwenden Sie das Ergebnis aus (a). (Dichte von Gold: $\rho = 19300 \text{ kg/m}^3$.)

Geben Sie die Streuquerschnitte in der Einheit barn = 10^{-28} m² an!

Hinweis: Verwenden Sie und leiten Sie die folgende Beziehung her:

$$\int_{\theta > \theta_0} \frac{1}{\sin^4(\theta/2)} d\Omega = 4\pi \cot^2(\theta_0/2)$$