

Übungsblatt 5

Ausgabe: 28. Nov. 2003 in der Vorlesung

Abgabe: 5. Dez 2003 in der Vorlesung

Aufgabe 1: Streuung am Coulombpotential (25 Punkte)

Berechnen Sie den Wirkungsquerschnitt für die Streuung von 750 MeV Elektronen an ^{40}Ca für die Streuwinkel $10^\circ < \theta < 60^\circ$ in Schritten von 5° mit der Rutherford'schen Streuformel.

Die Rutherford'sche Streuformel hatten wir in der Vorlesung wie folgt hergeleitet:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{4E^2\alpha^2}{q^4} = \frac{\alpha^4}{4E^2 \sin^4 \frac{\theta}{2}}$$

Aufgabe 2: Mott'scher Streuquerschnitt (15 Punkte)

Berechnen Sie die Änderung der Resultate von Aufgabe 1 mit der Rutherford'schen Streuformel in Prozent, wenn Sie den Spin des Elektrons (Mott-Formel) und den Rückstossterm des Kernes mitberücksichtigen.

Wird der Rückstoss mitberuecksichtigt, so gilt:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{4E'^2\alpha^2}{q^4} \cdot \frac{E'}{E} = \frac{\alpha^2}{4E^2 \sin^4 \frac{\theta}{2}} \cdot \frac{E'}{E}$$

und mit dem Spinterm erhält man dann:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Mott} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Rutherford} \cdot \cos^2 \frac{\theta}{2}$$

Aufgabe 3: Formfaktor der geladenen Kugel (35 Punkte)

Berechnen Sie den Formfaktor $F(q)$ für eine homogen geladene Kugel:

$$\begin{aligned} \rho(r) &= \text{const.} \quad \text{für } r \leq R \\ \rho(r) &= 0 \quad \text{für } r > R \end{aligned}$$

Der Formfaktor $F(q)$ ist die Fourier-Transformierte der Ladungsverteilung:

$$F(q) = \int \rho(\vec{r}) e^{i \vec{r} \cdot \vec{q}} d^3\vec{r}$$

Wie muss der Radius der Kugel gewählt werden, damit das erste experimentell gefundene Minimum bei $\theta = 18^\circ$ mit der Rechnung übereinstimmt? Warum ist die Annahme einer homogen geladenen Kugel für diesen Fall sinnvoll?

Aufgabe 4: Rosenbluth-Formel (25 Punkte)

Berechnen Sie den Wirkungsquerschnitt nun noch mit Einschluss des Formfaktors (Rosenbluth-Formel):

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Rosenbluth}} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Mott}} \cdot |F(q)|^2$$

und vergleichen Sie das Resultat mit der realen Messung (Phys.Rev.Lett. 19(1967)527).