Übungen zu Experimentalphysik V WS 2014/2015

Prof. Dr. Karl Jakobs, Dr. Karsten Köneke

Übungsblatt Nr. 3

Die Lösungen müssen bis 10:10 Uhr am Dienstag den 11.11.2014 in den Briefkasten 1 im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

Bitte geben sie die Übungsgruppennummer auf Ihren Lösungen an.

---

1. **Formfaktoren (Übung mit Mathematica)**

Lösung

Hierbei whlen wir kernphysikalische Einheiten von MeV und Fermi (=fm). Die Lichtgeschwindigkeit c werden wir hier in allen Formeln entweder in den Impuls p oder in $\hbar c$ absorbieren. Wir werden auch

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} = \frac{1}{137.036} \tag{1}$$

verwenden.

Für den Formfaktor gilt

$$F(\vec{q}) = \int \rho(\vec{x})\, e^{\frac{i}{\hbar}\vec{q}\cdot\vec{x}} d^3x\,, \tag{2}$$

wobei $\rho(\vec{x})$ die normierte Ladungsverteilung ist.

Und für kugelsymmetrische Ladungsverteilungen:

$$F(\vec{q}) = F(q) = \frac{4\pi\hbar}{q}\int_0^\infty r\rho(r)\sin\left(\frac{qr}{\hbar}\right)dr \tag{3}$$

Da wir hier Elektronen an Kernen mit Spin 0 gestreut werden, gilt die Mott-Streuung

$$\left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\text{Mott}} = \left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\text{Rutherford}}\left(1-\beta^2\sin^2\frac{\theta}{2}\right) \tag{4}$$

$$= \left(\frac{2zZe^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2\frac{E^2}{(qc)^4}\left(1-\beta^2\sin^2\frac{\theta}{2}\right) \quad \text{SI Units} \tag{5}$$

$$= \frac{(2zZ\alpha\hbar cE)^2}{q^4}\left(1-\beta^2\sin^2\frac{\theta}{2}\right) \quad \text{Nuclear Units} \tag{6}$$

Hier wurde auch ausgenutzt dass für $|\vec{p}_{\text{in}}| = |\vec{p}_{\text{out}}|$ gilt:

$$q = 2p\sin\frac{\theta}{2} \tag{7}$$

Und für Elektronen mit $z = -1$ und $p =$420 MeV/c ist auch $E = p$ und $\beta = 1$ zu sehr guter Näherung. Daher gilt:

$$\left.\frac{d\sigma}{d\Omega}\right|_{\text{Mott}} = \frac{(2Z\alpha\hbar cp)^2}{q^4}\left(1-\left(\frac{q}{2p}\right)^2\right) \quad \text{Nuclear Units} \tag{8}$$