
Übungen zur Vorlesung Physik IV

– Kern- und Teilchenphysik –

Frank Ellinghaus

Sommersemester 2019

Universität Wuppertal

BLATT VII

ABGABE BIS FREITAG, DEN 31. MAI UM 10:00
(IN DAS POSTFACH VON F. ELLINGHAUS IN GEBÄUDE D, EBENE 9)

1. Formfaktor einer homogen geladenen Kugel – Kernradien (20 Punkte)

- (a) Zeigen Sie, dass sich die allgemeine Definition des Formfaktors

$$F(q^2) = \int_V \exp\left(\frac{i \vec{q} \cdot \vec{r}}{\hbar}\right) \rho(\vec{r}) d\vec{r} \quad (1)$$

für eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung $\rho(r) = \rho(|\vec{r}|)$ wie folgt umschreiben lässt:

$$F(q^2) = 4\pi \int_0^\infty \frac{\sin(qr/\hbar)}{qr/\hbar} \cdot \rho(r) \cdot r^2 dr. \quad (2)$$

Wählen Sie dazu das Koordinatensystem so, dass die z -Achse entlang von \vec{q} zeigt.

- (b) Ein Kern kann in erster Näherung als homogen geladene Kugel mit Radius R betrachtet werden. Zeigen Sie unter Benutzung von (2), dass hierfür der Formfaktor folgende Form hat:

$$F(q^2) = \frac{3Q_{\text{ges}}}{x^3} \cdot (\sin x - x \cos x) \quad \text{mit} \quad x = \frac{qR}{\hbar}. \quad (3)$$

Dabei ist Q_{ges} die Gesamtladung der Kugel.

- (c) Berechnen Sie $F(q=0)$ unter Benutzung von (3).
- (d) Ermitteln Sie auf graphischem oder numerischem Wege die ersten drei positiven Nullstellen von $F(x)$.
- (e) In Abbildung 1 ist der gemessene Wirkungsquerschnitt für die Streuung von Elektronen mit einer Energie von $E = 750$ MeV an ^{40}Ca und ^{48}Ca in Abhängigkeit vom Streuwinkel θ aufgetragen. Welchen Streuwinkeln entsprechen die im vorigen Aufgabenteil ermittelten Nullstellen? Bestimmen Sie daraus den Kernradius R der beiden Calcium-Isotope. Vernachlässigen Sie dabei die Ruhemasse der Elektronen und verwenden Sie die Näherung $E = pc$.

Nützliche Konstante: $\hbar c = 197.3$ MeV fm.

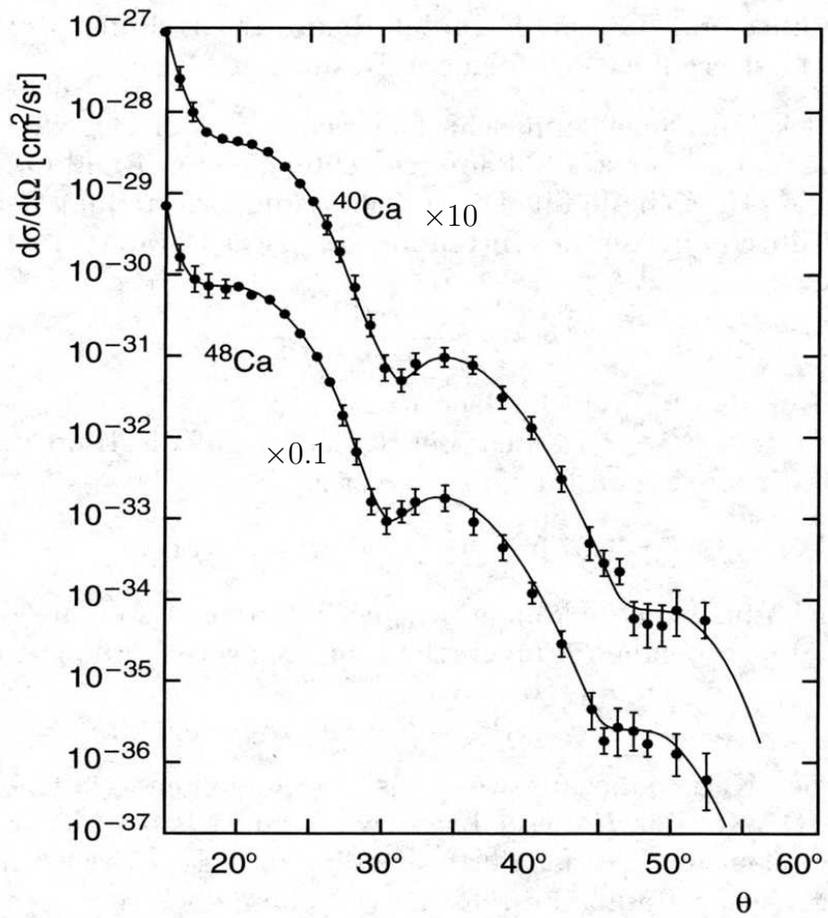


Abbildung 1: Differentieller Wirkungsquerschnitt der Streuung von Elektronen an Calciumkernen.