

# Übungen Physik VI (Kerne und Teilchen)

Sommersemester 2009

Übungsblatt Nr. 4

Bearbeitung bis 28.05.2008

---

## Aufgabe 1: De-Broglie-Wellenlänge

(1 Punkt)

Welche kinetische Energie müssen Neutrinos ( $m_\nu = 0$ ), Elektronen, Myonen oder Protonen haben, damit sie eine de-Broglie-Wellenlänge  $\lambda = 2\pi\lambda = 1$  fm haben? Welche Energie haben Photonen mit einer Wellenlänge von 1 fm?

## Aufgabe 2: Formfaktor

(5 Punkte)

- a) Zeigen Sie, dass der Formfaktor für eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung  $\rho(\vec{r}) = \rho(r = |\vec{r}|)$  durch

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

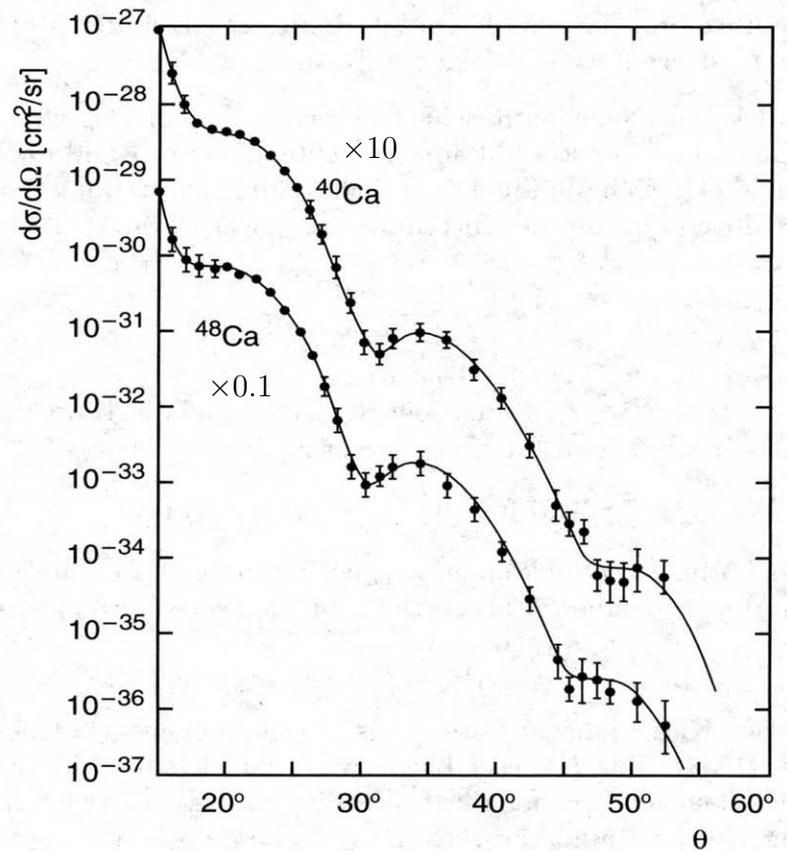
gegeben ist. Dabei sei  $\rho$  auf 1 normiert:  $\int \rho(\vec{r}) d^3r = 1$ .

- b) Ein Kern kann in erster Näherung als homogen geladene Kugel mit Radius  $R$  betrachtet werden. Zeigen Sie, dass unter dieser Annahme der Formfaktor

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

ist.

- c) Berechnen Sie  $F(q = 0)$
- d) Ermitteln Sie (graphisch oder numerisch) die ersten drei positiven Nullstellen von  $F(x)$ .
- e) In der Abbildung ist der gemessene Wirkungsquerschnitt für die Streuung von Elektronen mit einer Energie von  $E = 750$  MeV an  $^{40}\text{Ca}$  und  $^{48}\text{Ca}$  in Abhängigkeit vom Streuwinkel aufgetragen. Welchen Streuwinkeln entsprechen die im vorigen Aufgabenteil ermittelten Nullstellen? Bestimmen Sie daraus den Kernradius  $R$  der beiden Isotope.



### Aufgabe 3: Feynman-Diagramme

(2 Punkte)

- Zeichnen Sie alle Feynman-Diagramme für die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  bei denen genau ein Photon ausgetauscht wird. Was ändert sich, wenn man stattdessen die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  betrachtet?
- Zeichnen Sie jeweils ein Feynman-Diagramm für  $\beta^-$ -Zerfall,  $\beta^+$ -Zerfall und Elektroneneinfang. Beachten Sie dabei, dass das ausgetauschte  $W$ -Boson an Vertices mit Nukleonen und an Vertices mit Leptonen koppelt. Vertices mit Nukleonen und Leptonen gleichzeitig kommen nicht vor.