

Ausgabe ab:	Mittwoch, 9. Mai
Abgabe bis:	Montag, 21. Mai 18:00
Besprechung:	Donnerstag, 24. Mai

## Übungsblatt 4

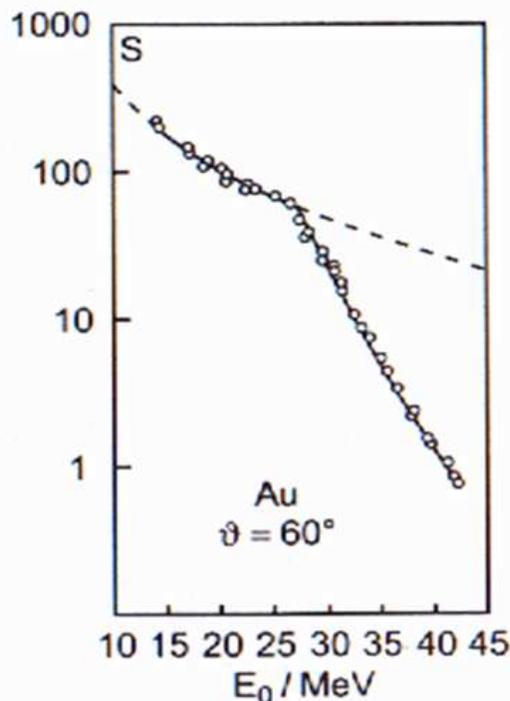
### Aufgabe 1

3 Punkte

- a) Ein Strahl von  $\alpha$ -Teilchen der kinetischen Energie  $E_{\text{kin}} = 27 \text{ MeV}$  und der Stromstärke  $2 \text{ nA}$  durchquert eine  $2 \text{ mg/cm}^2$  dicke Goldfolie. In  $20 \text{ cm}$  Abstand davon unter  $60^\circ$  zur Strahlrichtung befindet sich ein auf das Target gerichteter Zähler mit  $4 \text{ cm}^2$  aktiver Fläche. Wie groß ist die Zählrate?
- b) Bei Variation der Einschussenergie beobachtet man mit dem Detektor unter dem angegebenen Streuwinkel von  $60^\circ$  für Einschussenergien  $E_\alpha \geq 27 \text{ MeV}$  eine Abweichung von der Rutherford-Streuformel. Der klassisch aus Energie- und Drehimpulserhaltung berechnete minimale Abstand  $r_{\text{min}}(\theta)$  ist

$$r_{\text{min}}(\theta) = \frac{Z_\alpha \cdot Ze^2}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{E_\alpha} \cdot \left[ 1 + \frac{1}{\sin\theta/2} \right].$$

Verwenden Sie diese Formel, um den Radiusparameter  $r_0$  ( $R = r_0 \cdot A^{1/3}$ ) und den Kernradius  $R$  unter Berücksichtigung der Ausdehnung von Target und Projektil zu berechnen.



## Aufgabe 2

5 Punkte

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

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

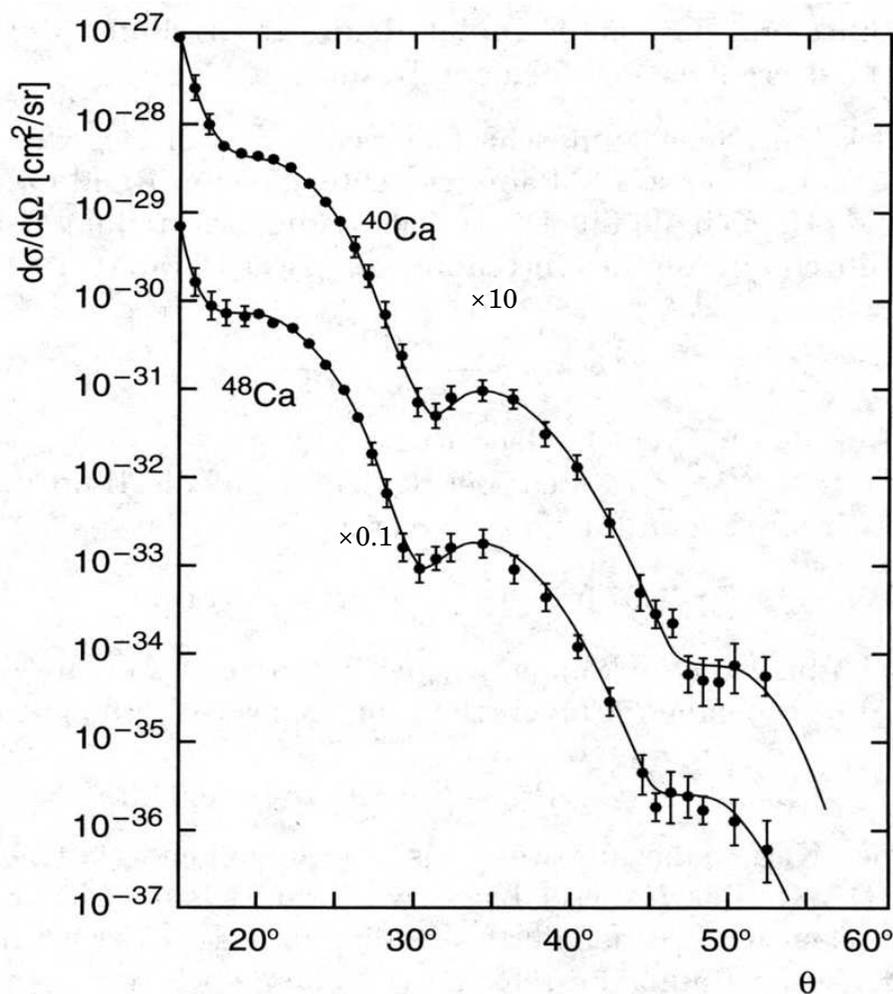
gegeben ist. Dabei sei  $\rho$  auf 1 normiert:  $\int \rho(\vec{r}) d^3r = 1$ .

- 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

1 Punkte

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

### Aufgabe 4

1 Punkt

Zeichnen Sie die unterschiedlichen Feynman Diagramme, welche zu den folgenden Reaktionen in niedrigster Ordnung beitragen:

a)  $\gamma + e^- \rightarrow \gamma + e^-$

b)  $e^- + e^+ \rightarrow e^- + e^+$ .

Tipp: Es gibt genau zwei solcher Diagramme pro Reaktion.