

Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2018/2019,

Prof. Dr. H. Lacker, Dr. C. Scharf, J. Krieg

Hausaufgabenblatt 4

Aufgabe 1: Interpretation von Wirkungsquerschnitten

In der Abbildung auf Seite 2 sind die differentiellen Wirkungsquerschnitte für elastische e -Kalziumstreuung bei einer Elektronenergie von 750 MeV für die Isotope ^{40}Ca und ^{48}Ca gezeigt, wobei die Verteilungen mit einem Faktor 10 bzw. $1/10$ multipliziert wurden, um beide Verteilungen besser unterscheiden zu können. (Beide Isotope haben den Kernspin 0.)

1. Machen Sie sich klar, dass Sie bei den ersten Minima bei etwa $17 - 18^\circ$ den Rückstoß auf den jeweiligen Kalziumkern in guter Näherung vernachlässigen können. (1 Punkt)
2. Berechnen Sie aus den leicht verschiedenen Positionen der beide Minima das Verhältnis der Radien der beiden Isotope. Zur Vereinfachung nehmen Sie dafür die Kerne als homogen geladene Kugeln an. (1 Punkt)
3. Welchen Wert für das Radienverhältnis beider Kerne erwarten Sie für Kerne konstanter Nukleonendichte? (1 Punkt)

Aufgabe 2: Ladungsradius des Protons

Die Protonladungsdichteverteilung wird in guter Näherung beschreiben durch $\rho(r) = \rho_0 e^{-a \cdot r}$.

1. Für den theoretisch erwarteten Wirkungsquerschnitt für die Elektronstreuung an einer Punktladung von Elektronen einer Energie von 500 MeV unter 10° können Sie in guter Näherung den Mott-Wirkungsquerschnitt verwenden. Warum? (1 Punkt)
2. Wir betrachten die elastische Elektron-Proton-Streuung von Elektronen einer Energie von 500 MeV unter 10° . Der gemessene Wirkungsquerschnitt liegt um den Faktor 0,978 unter dem theoretisch erwarteten Wirkungsquerschnitt für die Elektronstreuung an einer Punktladung. Wie groß ist dann $\sqrt{\langle r^2 \rangle}$ für die Protonladungsverteilung? Verwenden Sie für die Berechnung den zu dieser Ladungsverteilung gehörenden Formfaktor aus der Vorlesung. (3 Punkte)

Aufgabe 3: Ladungsradius des Lithiumkerns

Die Ladungsdichteverteilung des ^6Li -Kerns wird in guter Näherung beschrieben durch $\rho(r) = (a^2/2\pi)^{3/2} e^{-a^2 \cdot r^2/2}$. Berechnen Sie mit Hilfe des dazugehörigen Formfaktors $\sqrt{\langle r^2 \rangle}$. (1 Punkt)

Bitte wenden!

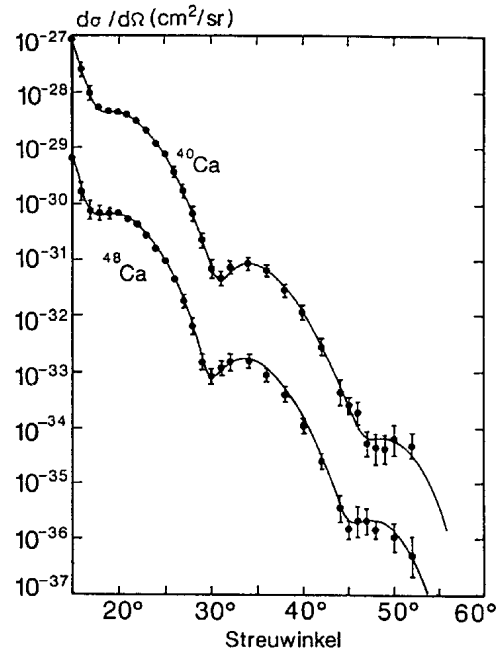
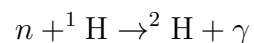


Abbildung 1: Zu Formfaktoren von Kalziumkernen

Aufgabe 4: Masse des Neutrons

Massen von geladenen Teilchen können mit Hilfe der Massenspektroskopie bestimmt werden. Beim ungeladenen Neutron ist dies nicht möglich. In der Kernreaktion



kann man unter Verwendung der an Spektrometern gemessenen Massen von Wasserstoff- und Deuteriumkernen (Deuteronmasse $m_d = 1875,612$ MeV, Protonmasse $m_p = 938,272$ MeV, Elektronmasse $m_e = 0,511$ MeV) die Neutronmasse bestimmen. Die gemessene Energie des emittierten Photons betrage $E_\gamma = 2,226$ MeV.

1. Bestimmen Sie daraus die Masse des Neutrons unter der Annahme, dass das Neutron thermisch ist, und seine kinetische Energie somit in guter Näherung vernachlässigbar ist. (2 Punkte)
2. Wie groß ist der Q-Wert der Reaktion? (1 Punkt)

Abgabe: 12.11.2018 bis 13:00 vor Raum NEW 15 1'413/414