

---

**Übung zur Kern- Teilchen- und Astrophysik I**  
**Prof. Dr. S. Schönert, Prof. Dr. W. Hollik**  
**Wintersemester 2011/12**

---

Blatt Nr. 9

13. Dezember 2011

### **Aufgabe 1 : Elektron-Nukleon-Streuung**

Ein Elektronenstrahl ( $E = 100 \text{ MeV}$ ,  $I = 10 \text{ } \mu\text{A}$ ) trifft auf ein  $2 \text{ cm}$  dickes Target aus flüssigem Wasserstoff ( $\rho_{H_2} = 71 \text{ mg/cm}^3$ ). In  $1 \text{ m}$  Abstand steht unter  $45^\circ$  ein  $2 \times 2 \text{ cm}^2$  großer Szintillationsdetektor.

- a. Berechnen Sie die Zählrate der auf den Detektor treffenden elastisch am Proton gestreuten Elektronen unter der Annahme, dass die Ausdehnung des Protons und der Energieübertrag auf das Proton vernachlässigt werden können.
- b. Wie groß ist der Impulsübertrag auf das Proton?
- c. Lässt die Messung Rückschlüsse auf die endliche Ausdehnung des Protons zu?
- d. Die Energie der Elektronen wird nun auf  $1 \text{ GeV}$  erhöht. Kann bei dem Streuprozess jetzt der Energieübertrag auf das Proton noch vernachlässigt werden? Geben Sie Impuls, Energie und Flugrichtung des Protons nach dem Stoß an.
- e. Welche räumliche Auflösung wird durch die Messung des Wirkungsquerschnitts für den beschriebenen Streuprozess erreicht?

### **Aufgabe 2 : Elastische Elektron-Kern-Streuung**

$500 \text{ MeV}$  Elektronen werden auf ein  $^{40}\text{Ca}$ -Target geschossen, um die Ladungsverteilung im Kern zu bestimmen. Dabei ist es wichtig, die Streuquerschnitte über einen möglichst großen Winkel- bzw. Impulsübertrags-Bereich zu messen. Im Experiment sollen elastische Streuquerschnitte für Impulsüberträge zwischen  $q = 0.5 \text{ fm}^{-1}$  und  $q = 4 \text{ fm}^{-1}$  bestimmt werden.

- a. Welchen Winkelbereich muss der Elektronendetektor in diesem Experiment abdecken?
- b. Schätzen Sie die erwarteten Streuquerschnitte unter der Annahme eines punktförmigen  $^{40}\text{Ca}$ -Kerns ab.
- c. Nehmen Sie nun an, dass der ausgedehnte Kern näherungsweise kugelförmig ist mit dem Radius  $R = R_0 \cdot A^{1/3}$  ( $R = 1.2 \text{ fm}$ ). Skizzieren Sie den Verlauf des elastischen Streuquerschnitts in Abhängigkeit vom Impulsübertrag  $q$ . An welchen Stellen erwarten Sie Minima?
- d. Ist ein Experiment mit einer Nachweisgrenze von  $d\sigma/d\Omega = 1 \text{ pb/sr}$  ausreichend, um den genannten Impulsübertrags-Bereich abzudecken und damit die gewünschte Genauigkeit bei der Bestimmung der Ladungsverteilung zu erhalten?