

Übungen zu Experimentalphysik V WS 2014/2015

Prof. Dr. Karl Jakobs, Dr. Karsten Köneke

Übungsblatt Nr. 2

Die Lösungen müssen bis 10 Uhr am Dienstag den 4.11.2014 in den Briefkasten 1 im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

Bitte geben sie die Übungsgruppennummer auf Ihren Lösungen an.

1. Masse des Neutrons

Die Masse des Neutrons läßt sich massenspektroskopisch nicht direkt bestimmen, da es keine elektrische Ladung trägt. Sie kann allerdings indirekt aus folgenden Messungen bestimmt werden:

Im Jahre 1934 stellten Chadwick und Goldhaber fest, dass, analog zum photoelektrischen Effekt in der Atomhülle, harte elektromagnetische Strahlung in der Lage ist, Teile des Atomkerns abzuspalten und das Deuteron in seine Bestandteile zu zerlegen. Die zugrundeliegende Reaktion ist



Eine Variation der γ -Energie zeigte, dass der Prozess erst ab einer Schwellenenergie von 2,226 MeV einsetzte, dass diese Energie also benötigt wird, um die Bindung zwischen dem Proton und dem Neutron im Deuteron aufzubrechen. Massenspektroskopisch läßt sich die Massendifferenz zwischen dem Deuteron und der zweifachen Masse des Wasserstoffatoms, $2m_H - m_D$, zu 1,442 MeV/c² bestimmen. Berechnen Sie aus diesen Messwerten die Masse des Neutrons. **[2 Punkte]**

2. Streuung

Es werden Elektronen mit einer Energie von 420 MeV an ¹⁶O Sauerstoffkernen gestreut.

- Berechnen Sie die de Broglie-Wellenlänge der Elektronen. **[1 Punkt]**
- Welche Form hat die gemessene Streuwinkelverteilung unter der Annahme, dass die elektrische Ladungsverteilung durch eine Fermi-Funktion beschrieben werden kann? **[1 Punkt]**
- Das Beugungsmuster zeige ein erstes Minimum unter einem Streuwinkel von 44°. Betrachten Sie den Streuprozess in Analogie zur Beugung von Lichtstrahlen an einem kreisrunden Loch mit dem Radius R in der Optik. Schätzen Sie hieraus den Radius der Ladungsverteilung ab. Unter welchem Winkel würden Sie das erste Minimum erwarten, wenn die Streuung mit Elektronen mit einer Energie von 360 MeV durchgeführt würde? **[2 Punkte]**

3. Formfaktor

Leiten Sie die Formel für den Formfaktor $F(q^2)$ einer homogenen Kugel mit Radius R her. Nehmen Sie folgendes an:

$$\rho(r) = \rho_0 \text{ für } r \leq R$$

$$\rho(r) = 0 \text{ für } r > R$$

Vergessen Sie nicht ρ_0 durch die Normierungsbedingung des Formfaktors zu bestimmen.

[2 Punkte]

4. Neutronenstern

Bei einer Supernova wird manchmal die Hülle des betroffenen Sterns in den Raum hinausgeschleudert. Zurück bleibt ein vollständig aus Neutronen bestehender Neutronenstern mit einer Dichte, die in etwa der eines Atomkerns entspricht. Berechnen Sie den Radius eines Neutronenstern mit der Masse der Sonne, $m_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg. **[1 Punkt]**