

2. Fadenstrahlrohr und Bestimmung der Elektronenmasse

In einem Fadenstrahlrohr (kugelförmiger, gasgefüllter Glaskolben) werden Elektronen mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit zunächst in einem elektrischen Feld durch die Spannung U beschleunigt und anschließend durch ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte B auf eine Kreisbahn mit Radius r gezwungen. Aufgrund der Gasfüllung ist die Kreisbahn der Elektronen als leuchtende Spur gut sichtbar. Durch Messung der Größen U , B und r kann die Elektronenmasse m_e experimentell bestimmt werden. Die Elementarladung e wird im Weiteren als bekannt vorausgesetzt.

(Fortsetzung nächste Seite)

BE

4

a) Erklären Sie ausgehend von der jeweils wirkenden Kraft, warum der Betrag der Elektronengeschwindigkeit im elektrischen Feld des Fadenstrahlrohrs zunimmt und im magnetischen Feld konstant bleibt.

7

b) Leiten Sie den Zusammenhang $m_e = \frac{eB^2 r^2}{2U}$ her, der sich bei nichtrelativistischer Betrachtung ergibt.

Folgende Werte werden im Rahmen eines Schulversuchs gemessen:
 $U = 0,25 \text{ kV}$; $B = 1,0 \text{ mT}$; $r = 5,5 \text{ cm}$.

4

c) Zeigen Sie mithilfe des Zusammenhangs von Teilaufgabe 2b, dass der aus diesen Daten berechnete Wert für die Elektronenmasse m_e um mehr als 5 % von dem in der Formelsammlung angegebenen Wert abweicht.

7

d) Ein Schüler behauptet, dass die Abweichung vom Literaturwert deshalb so hoch ausfällt, weil relativistische Effekte unberücksichtigt geblieben sind. Widerlegen Sie diese Behauptung und geben Sie anschließend eine Begründung für die Abweichung an.

