

Versuch 1: Eigenschaften des Elektron

Team 2-13: Jascha Fricker, Benedict Brouwer

22. August 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Bestimmung der spezifischen Elektronenladung	2
2.1	Theorie	2
2.2	Ergebnisse	2
3	Diskussion	3

1 Einleitung

Bei diesem Versuch werden die Eigenschaften des Elektrons betrachtet und dazu zwei Experimente durchgeführt. Zunächst wird durch das Fadenstrahlrohr der Quotient $\frac{e}{m}$ (spezifische Elektronenladung) berechnet. Durch den Milikam-Versuch kann anschließend die Elementarladung e bestimmt werden, sodass auch die Masse des Elektrons m_e berechnet werden kann.

2 Bestimmung der spezifischen Elektronenladung

2.1 Theorie

Im Fadenstrahlrohr werden die Elektronen durch ein elektrisches Feld beschleunigt. Die Endgeschwindigkeit kann durch gleichsetzen der Energien bestimmt werden.

$$\frac{mv^2}{2} = E_{kin} = E_{elek} = q \cdot U \quad (1)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \quad (2)$$

Das Magnetfeld B der Helmholtzpulen kann mithilfe der Biot-Savart-Gesetzes bestimmt werden. Mit dem Strom I , der Windungszahl N und dem Radius R ergibt sich für diesen Versuch:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{R} \cdot \frac{4}{5} \quad (3)$$

Die spezifische Elektronenladung ist der Quotient aus Ladung und Masse $\frac{e}{m}$. Diese kann durch die Messung des Radius des Strahls im Fadenstrahlrohr bestimmt werden. Es gilt:

$$\frac{mv^2}{r} = F_{rot} = F_{mag} = q \cdot v \cdot B \quad (4)$$

$$\stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{q}{m} = \frac{2U}{B^2 \cdot r^2} \quad (5)$$

$$(6)$$

2.2 Ergebnisse

Vorüberlegungen Aus einer Beschleunigungsspannung von maximal 300V kann die maximale Geschwindigkeit eines Elektrons mit Ladung e im nicht-relativistischen Fall

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} = 1,02 \cdot 10^7 \text{ m/s} < 2,9 \cdot 10^7 \text{ m/s} = 10\% \cdot c \quad (7)$$

berechnet werden, da diese Kleiner als zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit ist, kann im weiteren auch nichtrelativistisch gerechnet werden.

Jetzt muss noch überprüft werden, ob die thermische Energie der Glühkathode die Messungen verfälschen könnte.

$$v_{tmax} = \frac{v_{100V}}{100} = \frac{\sqrt{\frac{2e \cdot 100V}{m_e}}}{100} = 59310 \text{ m/s} \quad (8)$$

$$E_{tmax} = \frac{m_e \cdot v_{tmax}^2}{2} = 1,602 \cdot 10^{-21} \text{ J} = \frac{3}{2} k T_{max} \quad (9)$$

$$\Rightarrow T_{max} = \frac{2E_{tmax}}{3k} = 77 \text{ K} \quad (10)$$

Die thermische Energie plus die Austrittsarbeit muss kleiner als E_{tmax} sein, da sonst die Messungen verfälscht würden. Da die Austrittsarbeit des Material leider nicht bekannt ist, kann die eigentlich maximale Temperatur aber nicht bestimmt werden.

Magnetfeld

3 Diskussion