

Physikalisches Praktikum

Spezifische Elektronenladung

Name:	Daniel Elkeles E-Mail: daniel.elkeles@stud.uni-goettingen.de Tom Groß E-Mail: tom.gross@stud.uni-goettingen.de
Tutorin: Gruppe:	Jantje Freudenthal 10
Durchgeführt am:	03.06.2013
Protokoll abgegeben:	17.06.2013
Protokoll verbessert:
Testiert:

Inhaltsverzeichnis

1. Theorie	1
1.1. Elektronenkanone	1
1.2. Helmholtzspule	1
1.3. Bestimmung des Quotienten $\frac{e}{m_e}$	2
1.4. Elektronenstrahl	3
A. Messwerte (Original)	4

1. Theorie

1.1. Elektronenkanone

Ein Elektronenstrahl wird i.A., so auch bei diesem Experiment, mithilfe einer Glühkathode in Kombination mit einem Wehneltzylinder erzeugt. Dieser Aufbau wird auch Elektronenkanone genannt.

Zuerst wird eine sogenannte Heizspule (Glühkathode) mit der Heizspannung U_H zum Glühen gebracht. Die dadurch freigesetzten Elektronen werden in einer Zylinderkathode (Wehneltzylinder) auf den Mittelpunkt dieser fokussiert und dann durch eine Anodenplatte mit einem kleinen Loch in der Mitte beschleunigt, da auf der Anode eine Potentialdifferenz U gegenüber der Kathode herrscht.

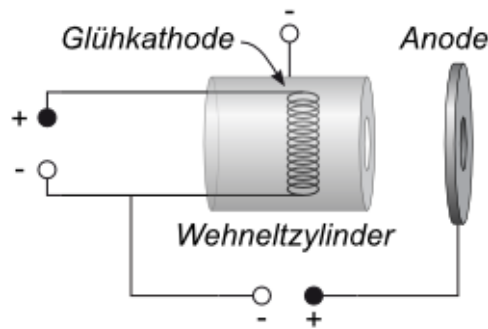


Abbildung 1: Aufbau einer Elektronenkanone

Die durch Spannung hervorgerufene Energie $E = e \cdot U$ entspricht relativ genau der kinetischen Energie der Elektronen e . Damit gilt für die Geschwindigkeit v eines Elektrons der Masse m_e :

$$e \cdot U = E_{kin_e} = \frac{1}{2} m_e v^2 \quad (1)$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} \quad (2)$$

1.2. Helmholtzspule

Die Helmholtzspule ist eine Apparatur zur Erzeugung eines homogenen Magnetfeldes. Das wird erreicht, indem zwei (kurze) Leiterschleifen vom Radius R parallel zueinander von einem Strom durchflossen werden. Die zwei Spulen erzeugen jeweils ein inhomogenes Magnetfeld, welche sich aber so überschneiden, dass auf der Geraden durch beide Leitermittelpunkte (\hat{e}_x -Achse) ein (in guter Näherung) homogenes Magnetfeld entsteht. Für dieses Magnetfeld ergibt sich durch Symmetrie nur eine Abhängigkeit von der \hat{e}_z -Achse, sodass sich das Magnetfeld ergibt zu:

$$B = \frac{8}{\sqrt{125}} \mu_0 \mu_r \frac{nI}{R} \quad (3)$$

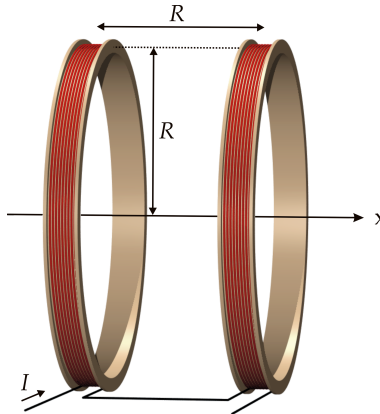


Abbildung 2: Aufbau einer Elektronenkanone

1.3. Bestimmung des Quotienten $\frac{e}{m_e}$

Zur Herleitung des Quotienten $\frac{e}{m_e}$ kann man das Kräftegleichgewicht betrachten. Dazu werden folgende zwei Kräfte betrachtet:

- Lorentzkraft \vec{F}_L
- Zentripetalkraft \vec{F}_Z

Die Lorentzkraft ist die Kraft, die auf ein Elektron in einem \vec{E} - oder \vec{B} -Feld wirkt:

$$\vec{F}_L = q \left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} \right).$$

Da wir bei unserem Experiment nur ein Magnetfeld betrachten, also $\vec{E} = 0$, lässt sich die Lorentzkraft auch schreiben als:

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (4)$$

Die Zentripetalkraft F_Z hingegen ist die Kraft, die auf ein um einen festen Punkt rotierenden Körper wirkt:

$$\vec{F}_Z = \frac{m_e v^2}{r}. \quad (5)$$

In unserem Fall sind beide Kräfte gleich, wenn das Elektron im \vec{B} -Feld im Kreis rotiert. In diesem Fall lässt sich der für unser Experiment gesuchter Radius r bestimmen.

$$F_Z = F_L \quad (6)$$

$$\frac{m_e v^2}{r} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (7)$$

$$\Rightarrow \frac{e}{m_e} = \frac{v}{Br} \quad (8)$$

Durch Einsetzen des Magnetfeldes ergibt sich für den Quotienten $\frac{e}{m_e}$:

$$\frac{e}{m_e} = \frac{125U_BR^2}{32(r\mu_0\mu_r nI)^2}. \quad (9)$$

1.4. Elektronenstrahl

In diesem Versuch ist ein Elektronenstrahl sichtbar und wird abhängig vom Magnetfeld abgelenkt. Wir können diese Elektronen selber nicht direkt sehen, die Elektronen regen aber beim Zusammenstoßen mit Gasmolekülen diese an, sodass sie beim Zurückgehen in den Ausgangszustand Energie in Form von Licht abstrahlen.

A. Messwerte (Original)