

**Ziel:**

Aus der Ablenkung eines Elektronenstrahls im Magnetfeld soll die Masse des Elektrons bestimmt werden.

**Methoden:**

Die Elementarladung ist vom Milikanversuch her bekannt. Wird ein Elektronenstrahl im homogenen Magnetfeld zu einem Kreis gebogen, wirkt die Lorentzkraft als Zentripetalkraft. Aus der Beschleunigungsspannung, der magnetischen Induktion  $B$  und dem Kreisradius kann die Elektronenmasse bestimmt werden.

**Erläuterungen:**

Das Magnetfeld wird durch ein Helmholtz-Spulenpaar erzeugt. Es handelt sich dabei um zwei Spulen von grossem Durchmesser, die im Abstand ihres Durchmessers voneinander aufgestellt sind. Durch diese Anordnung erhält man im Raum zwischen den Spulen praktisch ein homogenes Magnetfeld.

Der Elektronenstrahl wird in einem sogenannten Fadenstrahlrohr erzeugt. Dies ist ein nicht vollständig evakuierter Glaskolben, in dem sich noch etwas Wasserstoff befindet. Dadurch werden die Elektronen bei Zusammenstößen mit den Gasmolekülen diese anregen. Die bläuliche Leuchterscheinung entlang des Elektronenstrahls wird durch die spontane Energieabgabe der angeregten Gasmoleküle hervorgerufen.

**Theorie:**

Kreisbewegung, Strom und Magnetfeld, Kraft auf Ströme im Magnetfeld.

**Literatur:**

Physikalisches Praktikum: Ilberg S. 414 ff., Becker

**Geräte:**

- 1 Fadenstrahlrohr
- 1 Helmholtzspulenpaar mit Stativ
- 1 Netzgerät 0 - 300 V=; 6,3V~
- 1 Planspiegel

**Name:** ..... **Klasse:** **Tc 3/4** **Datum:** .....

**Beurteilung:**

Auswertung .....

Genauigkeit .....

Fehlerrechnung/Fehlerdiskussion .....

Protokollführung .....

Summe .....

### Grundlagen:

Im Fadenstrahlrohr werden zwischen Anode und Kathode Elektronen durch die Spannung  $U$  beschleunigt. Der Wehneltzylinder dient zur Fokussierung des Strahls (mit der Wehneltspannung  $U_W$ ). Die Beschleunigungsarbeit kann aus der Beschleunigungsspannung und der Ladung bestimmt werden. Es gilt:

$$(1) \quad W = e \cdot U$$

Nachdem der Elektronenstrahl die Anode passiert hat fliegen die Elektronen mit konstanter Geschwindigkeit weiter bis sie auf ein Hindernis (Glaswand) auftreffen. Ihre kinetische Energie ist:

$$(2) \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Aus (1) und (2) folgt für die Geschwindigkeit der Elektronen:

$$(3) \quad v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

Wird ein homogenes Magnetfeld der Stärke  $B$  senkrecht zum Elektronenstrahl erzeugt, werden die Elektronen auf eine Kreisbahn abgelenkt. Die Lorentzkraft ist:

$$(4) \quad F_L = evB$$

Diese Kraft ist hier als Zentripetalkraft der Kreisbewegung wirksam:

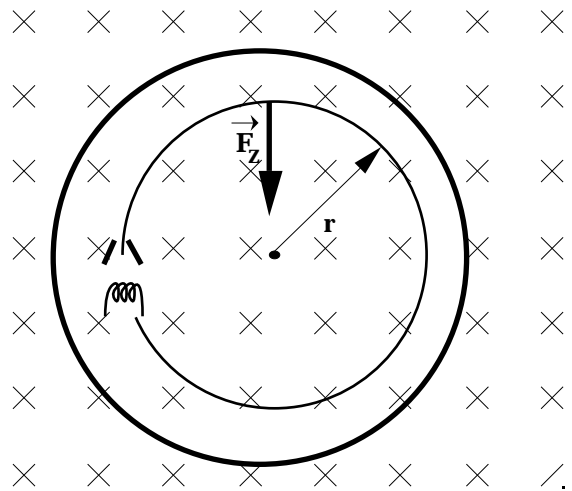
$$(5) \quad F_Z = \frac{mv^2}{r}$$

Durch Gleichsetzen erhält man aus (4) und (5):

$$(6) \quad evB = \frac{mv^2}{r}$$

Wird die Geschwindigkeit  $v$  aus (3) eingesetzt, kann man auf  $m$  lösen:

$$(7) \quad m = \frac{eB^2 r^2}{2U}$$



### Messmethoden und Messgeräte:

#### Magnetfeld zwischen den Helmholtz-Spulen

Das Helmholtz-Spulenpaar besteht aus zwei flachen Spulen mit dem Radius  $R$  und je  $n$  Windungen, die im Abstand  $R$  parallel zueinander angeordnet sind und vom gleichen Strom  $I$  durchflossen werden. Das im Innenraum entstehende Magnetfeld ist weitgehend homogen und hat die magnetische Flussdichte (magnetische Induktion)

$$(8) \quad B = \frac{8\mu_0}{\sqrt{125}} \cdot \frac{I}{R} \cdot n$$

#### Betriebsdaten

Fadenstrahlrohr:

Heizung: ca. 6V, 1A  
 Anodenspannung: 150 - 300 V-  
 Wehnelt-Spannung: max. 10 V-  
 Spannung für Ablenkplatten: 50 - 100 V

Helmholtz-Spulen:

Windungszahl: je 130  
 Spulendurchmesser: 30 cm  
 Gleichstromwiderstand: ca. 2 je Spule  
 Maximaler Strom: 2 A

#### Radius der Kreisbahn des Elektronenstrahls

Das Problem beim Messen des Kreisradius ist die parallaxenfreie Ablesung. Dazu wird ein Spiegel verwendet, der hinter dem Fadenstrahlrohr aufgestellt wird. Wenn sich der Elektronenstrahl mit seinem Bild deckt, kann parallaxenfrei abgelesen werden.

#### Anodenspannung

Das Netzgerät enthält zwar ein Messgerät, seine Genauigkeit ist aber für die Messungen bei diesem Experiment ungenügend. Für die Spannungsmessung ist ein eigenes Multimeter zu verwenden.

#### Wehneltspannung

Die Spannung am Wehnelt-Zylinder wird gegenüber der Anodenspannung negativ gewählt. Es darf die Spannung von 10 V nicht überschritten werden.

**Durchführung des Experiments:**

Es soll die (Ruhe-)Masse des Elektrons auf 1% genau bestimmt werden. Dazu werden verschiedene Einstellungen des Magnetfeldes und der Anodenspannung gewählt. In Hinblick auf die zu erzielende Genauigkeit ist die Wahl von Anodenspannung und Strom für das Magnetfeld geeignet zu treffen.

*Achtung: Elektrische Schaltung überprüfen lassen!*