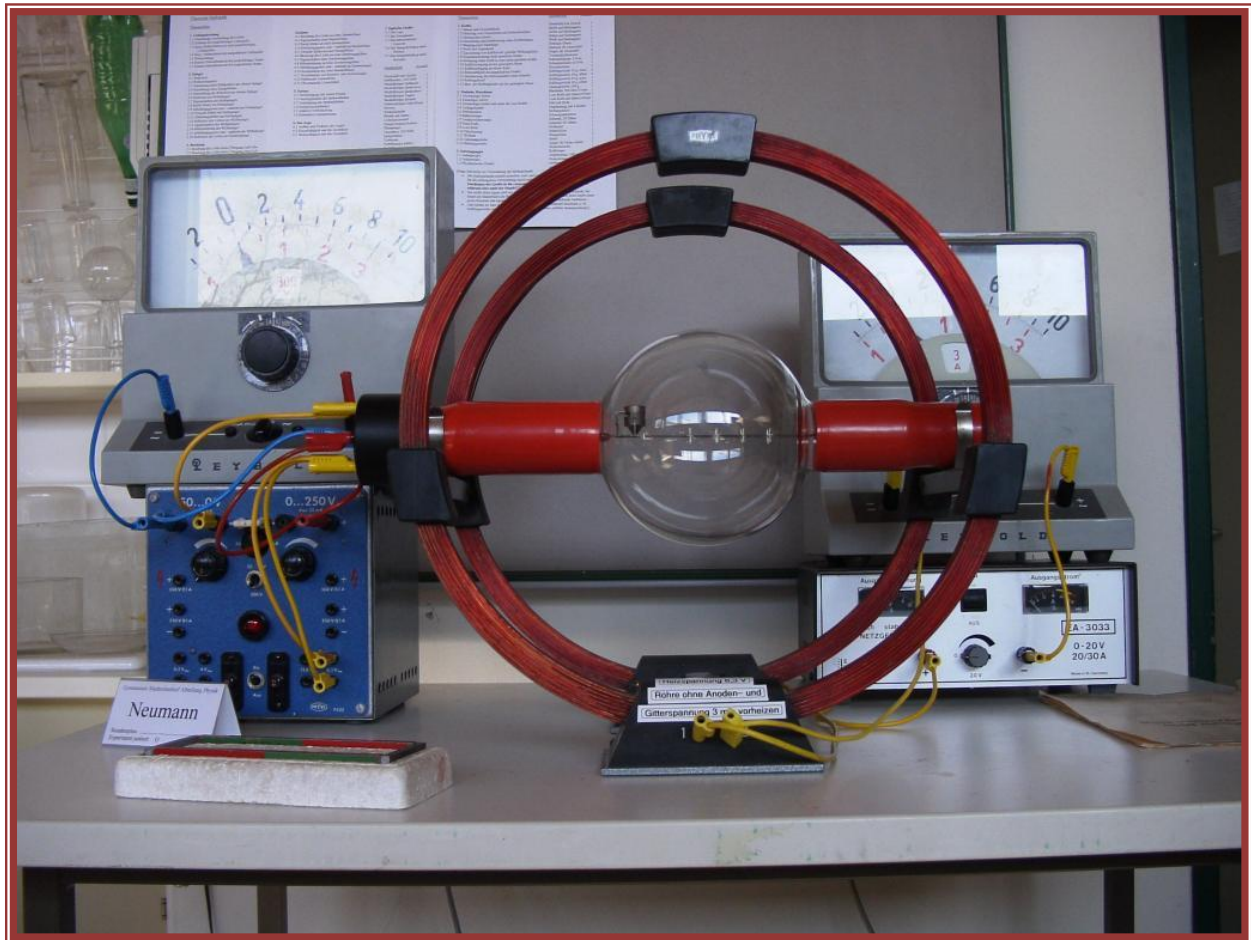


Der e/m Versuch mit einem Fadenstrahlrohr



Prinzip:

Eine besondere anschauliche Methode zur Messung der spezifischen Ladung e/m (e = Ladung; m = Masse des Elektrons) der Elektronen ist die Bestimmung aus der Ablenkung eines Fadenstrahls im homogenen Magnetfeld eines Helmholtz-Spulenpaares.

Versuchdurchführungsdatum:

Tag der offenen Tür

(16. + 17.11.2011)

FOS Chemie 12

Protokollanten: Martin K. und Vanessa L.

1. Grundlagen:

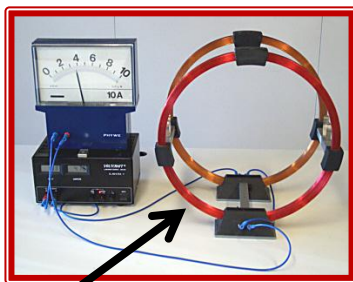
Der e/m -Versuch beschäftigt sich mit den Ladungsträgern des elektrischen Stroms, den Elektronen mit der Ladung $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C pro Teilchen. Diese Ladung kann man anhand des Millikan Versuchs messen. Die Masse der Teilchen ist jedoch nicht direkt zugänglich, da man zunächst die spezifische Ladung e/m messen, um danach m aus e/m und e zu berechnen. Elektronen der Ladung e werden sowohl von magnetischen als auch von elektrischen Feldern in unterschiedlicher Weise beeinflusst. Damit ist es möglich einen Elektronenstrahl abzulenken und aus den Ablenkbahnen die Masse der Elektronen zu bestimmen.



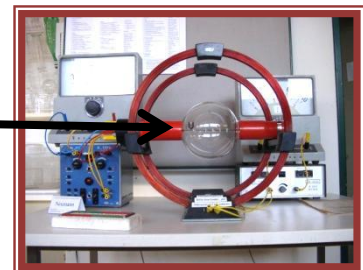
Bild: Helmholtz der Erfinder, der Helmholtz-Spulen, die nach ihm benannt wurden.

2. Versuchsaufbau:

Die Messvorrichtung, also das Fadenstrahlrohr besteht aus einer in einem Glaskolben eingeschlossenen Elektronenquelle, die sich zwischen zwei Helmholtzspulen befindet (siehe Deckblatt Bild). Für den e/m Versuch benötigt man Netzgeräte zum heizen der Glühwedel für die Elektronen, zur Erzeugung der Beschleunigungsspannung und für die Versorgung der Helmholtzspulen. Um den Strom zu messen, der durch die Spulen fließt zur veranschaulichen, benötigt man einen Strommesser. Die Beschleunigungsspannung wird anhand eines Spannungsmessers gemessen. Diese komplette Apparatur wird in Reihe geschaltet.



- Helmholtz-Spulenpaar
- Fadenstrahlrohr

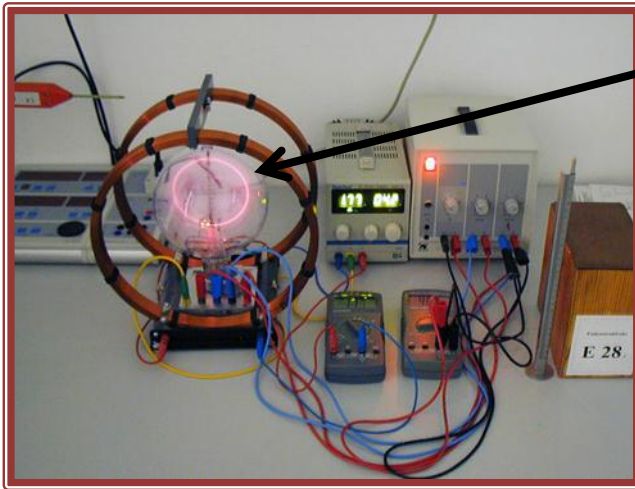


3. Versuchsdurchführung:

Zur Erzeugung des homogenen Magnetfeldes wird ein Helmholtz Spulenpaar verwendet. Die beiden Spulen haben jeweils $n = 154$ Windungen. Der Elektronenstrahl wird in einer Fadenstrahlröhre erzeugt, indem eine Glühkathode elektrisch aufgeheizt wird. Dadurch werden freie Elektronen erzeugt. Diese freien Elektronen werden durch das elektrische Feld zu der gegenüberliegenden Beschleunigungsanode, die auf dem positiven Potential liegt, hin beschleunigt. Diese Anode besitzt eine Bohrung, wodurch die Elektronen, nachdem sie beschleunigt werden, in das Magnetfeld eintreten. Dort gibt es keine elektrischen Felder mehr, die die Elektronen weiter beschleunigen oder abbremsen könnten. Der Wehneltzylinder hilft den Elektronenstrahl zu bündeln. Nachdem die Elektronen durch die angelegte Beschleunigungsspannung auf eine bestimmte Geschwindigkeit gebracht



wurden und durch die Öffnung in der Anode in das Magnetfeld eingetreten sind, bewegen sie sich auf einer Kreisbahn durch die Fadenstrahlröhre. Beschleunigungsspannung und der Spulenstrom werden reguliert um den Strahl zu verändern.



• Fadenstrahl

4. Versuchsauswertung:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 * U}{(r^2 * B^2)}$$

$$B = 0,715 * \mu_0 * \left(\frac{n}{R}\right) * I$$

C (Coulomb) = As(Ampere Sekunde)

Formelbeschreibung:

B(Magnetische Flussdichte) = muss ausgerechnet werden, um e/m zu bekommen.

U(Spannung) = 142 V

I(Stromstärke) = 2,9 A

r(Radius des Fadenstrahls) = 0,02 m

n(Windungen einer Spule) = 154

R(Spulenabstand) = 0,2 m

μ_0 (Magnetische Feldkonstante) = $1,2566370614 * 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$

Rechnung mit den obengenannten Messwerten:

$$B = 0,715 * \mu_0 * \left(\frac{n}{R}\right) * I$$

Werte in die Formel einsetzen.

$$B = 0,715 * (1,2566370614 * 10^{-6}) \left(\frac{Vs}{Am}\right) * \left(\frac{154}{0,2m}\right) * 2,9A$$

Das Ergebnis lautet:

$$B = 0,00200634 \frac{Vs}{m^2}$$

Nun wird die andere Formel benutzt um zum Endergebnis zu gelangen:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 * U}{(r^2 * B^2)}$$

Jetzt wird B und alle anderen Werte in die oben genannte Formel eingesetzt:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 * 142V}{(0,02m)^2 * \left(0,00200634 \left(\frac{Vs}{m^2}\right)\right)^2}$$

Das Endergebnis für die lautet:

$$\frac{e}{m} = 1,42 * 10^{11} \frac{C}{kg}$$

Um nun die Masse eines Elektrons auszurechnen muss der Literaturwert der Spezifischen Ladung ($1,6 * 10^{-19} As$) durch den ausgerechneten e/m- Wert berechnet werden:

$$m = \frac{(1,6 * 10^{-19} As)}{1,42 * 10^{11} \frac{As}{kg}}$$

$$m = 1,126760563 * 10^{-30} kg$$

Um nun die Ladung eines Elektrons auszurechnen muss der Literaturwert der Masse ($9,1 * 10^{-31} kg$) mal den ausgerechneten e/m- Wert berechnet werden:

$$e = (9,1 * 10^{-31} kg) * (1,42 * 10^{11} \frac{As}{kg})$$

$$e = 1,2922 * 10^{-19} As$$

Fazit:

Wir haben durch diesen Versuch die Ladung und Masse eines Elektrons herausgefunden und dadurch hat sich Bewiesen, dass unsere Werte nah an den Literaturwerten der Spezifischen Ladung eines Elektrons sind.