

ANFÄNGERPRAKTIKUM DER FAKULTÄT FÜR PHYSIK,
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

**Versuch Spezifische
Elektronenladung e/m_e
Protokoll**

Praktikant: Michael Lohmann
Felix Kurtz
E-Mail: m.lohmann@stud.uni-goettingen.de
felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de
Betreuer: Björn Klaas
Versuchsdatum: 04.09.2014

Testat:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Theorie	3
2.1	Helmholzspulen	3
3	Durchführung	3
4	Auswertung	4
5	Diskussion	4
	Literatur	4

1 Einleitung

Die spezifische Elektronenladung beschreibt das Verhältnis von Elementarladung e zur Masse des Elektrons m_e . Für viele Versuche müssen die einzelnen Größen der Beiden nicht bekannt sein, sondern die spezifische Elektronenladung reicht aus. Diese Naturkonstante wurde bereits ***** ([Mes10, S.]) entdeckt.

2 Theorie

Das *Coulombsche Gesetz* gibt nach [Dem12, S. 2] die Stärke der Kraft an, die auf zwei Ladungsträger wirkt. es lautet:

$$\vec{F}_{\text{el}} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}_Q}{|\vec{r} - \vec{r}_Q|^3} \quad \text{und} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_{\text{el}}}{q}$$

2.1 Helmholtzspulen

Um homogene elektrische Felder in guter Näherung zu erzeugen, kann man einen Plattenkondensator verwenden. Ein homogenes Magnetfeld zu erzeugen ist wesentlich anspruchsvoller. Das hier verwendete *Helmholtz-Spulenpaar* ist die wohl gebräuchlichste Lösung. Dafür wird nicht eine unendlich (oder zumindest sehr) lange Spule verwendet, sondern nur zwei relativ kleine. Diese sind in einer bestimmten Geometrie angeordnet, so dass sich auch mit ihnen gute Ergebnisse zumindest in kleinen Raumbereichen erzielen lassen. Nach [Dem12, S. 94] gilt

$$B_0 \approx \mu_0 \mu_r \frac{8}{\sqrt{125}} \cdot \frac{nI}{R}$$

Dies wird erreicht, dass die mit der Entfernung schwächer werdenden Felder sich im Inneren des Paares idealerweise genau ausgleichen.

3 Durchführung

Es wird ein Glaskolben mit Restgas aufgebaut, in dem eine Glühkatode mit einer Anode befestigt ist. Ein Okular auf einer Messskala dient zur Vermessung des Bahnradius. Damit wird der Ausgang des Elektronenstrahls (der linke Rand) vermessen, sowie im weiteren Verlauf der rechte Rand. Man notiert vor den Messungen alle Spulendaten. Zunächst geht man in Schritten von $\Delta U_B = 20\text{V}$ und $\Delta I = 0.1\text{A}$ grob die verschiedenen Einstellungen durch, um die überhaupt messbaren Bereiche einzuschränken. Aus diesen wählt man zwei Spulenströme, für die Messungen in einem möglichst großen Bereich von U_B durchführbar sind. Für jeweils einen festen Parameter wird nun der andere

systematisch untersucht. Die Gesamtzahl aller Messungen sollte mindestens 25 betragen. Abschließend müssen natürlich noch die angenommenen Fehler notiert werden.

4 Auswertung

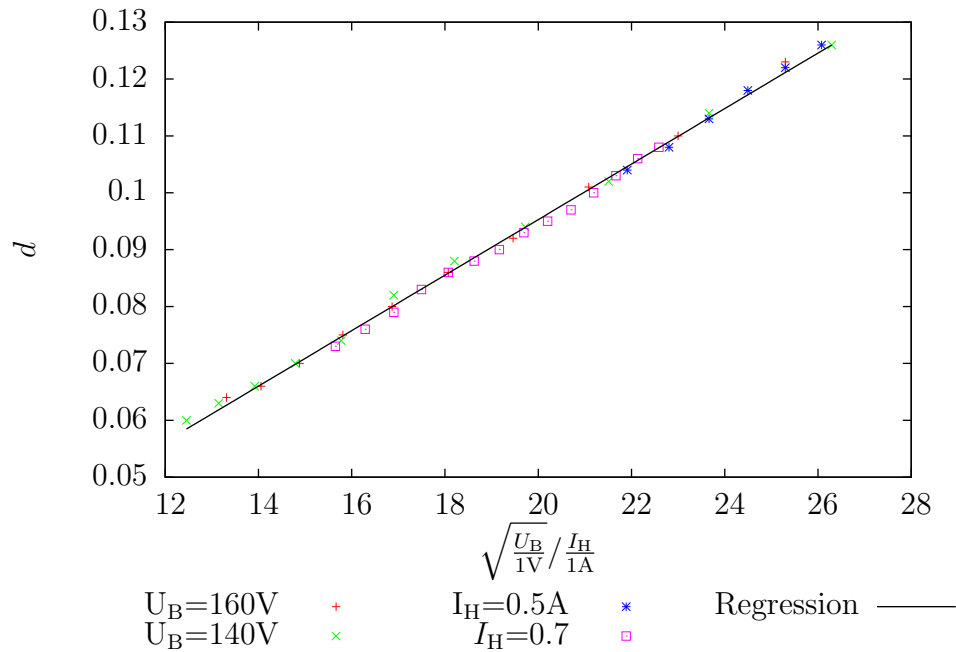


Abbildung 1: Durchmesser des Kreises gegen $\sqrt{\frac{U_B}{I_V} / \frac{I_H}{I_A}}$

In Abb. 1 erkennt man einen linearen Zusammenhang. Dieser sollte sich auch nach Gleichung (??) ergeben.

Insgesamt ergibt sich aus der Tabelle 1 ein gewichteter Mittelwert von $(1.7104 \pm 0.0096) \text{C/kg}$ über alle Messungen. Dies ergibt eine Abweichung vom Literaturwert 1.7588C/kg von 3%

5 Diskussion

Literatur

[Dem12] W. Demtröder: *Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 6. Auflage, 2012, ISBN 978-3-642-29943-8.

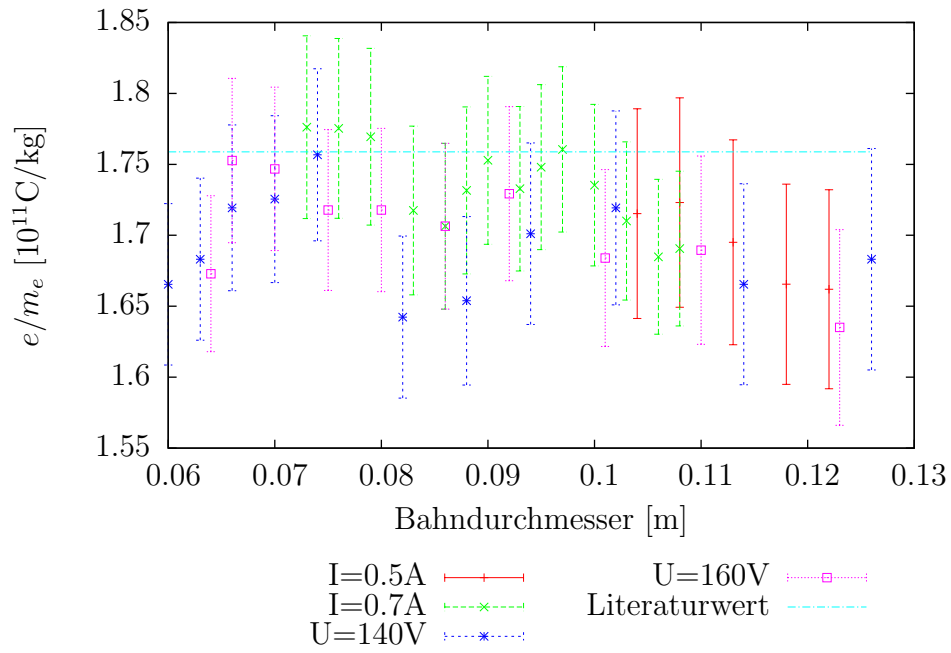


Abbildung 2: Durchmesser des Kreises gegen $\sqrt{\frac{U_B}{IV} / \frac{I_H}{IA}}$

[Mes10] Dieter Meschede: *Gerthsen Physik*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 24. Auflage, 2010, ISBN 978-3-642-12893-6.

Spannung U_B [V]	Strom I [100 mA]	Radius r [mm]	e/m_e [10^{11} C kg $^{-1}$]
120,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	36,5 \pm 0,4	1,78 \pm 0,06
130,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	38,0 \pm 0,4	1,78 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	39,5 \pm 0,4	1,77 \pm 0,06
150,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	41,5 \pm 0,4	1,72 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	43,0 \pm 0,4	1,71 \pm 0,06
170,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	44,0 \pm 0,4	1,73 \pm 0,06
180,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	45,0 \pm 0,4	1,75 \pm 0,06
190,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	46,5 \pm 0,4	1,73 \pm 0,06
200,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	47,5 \pm 0,4	1,75 \pm 0,06
210,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	48,5 \pm 0,4	1,76 \pm 0,06
220,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	50,0 \pm 0,4	1,74 \pm 0,06
230,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	51,5 \pm 0,4	1,71 \pm 0,06
240,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	53,0 \pm 0,4	1,68 \pm 0,05
250,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	54,0 \pm 0,4	1,69 \pm 0,05
120,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	52,0 \pm 0,4	1,72 \pm 0,07
130,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	54,0 \pm 0,4	1,72 \pm 0,07
140,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	56,5 \pm 0,4	1,70 \pm 0,07
150,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	59,0 \pm 0,4	1,67 \pm 0,07
160,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	61,0 \pm 0,4	1,66 \pm 0,07
170,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	63,0 \pm 0,4	1,66 \pm 0,07
140,0 \pm 0,5	4,5 \pm 0,1	63,0 \pm 0,4	1,68 \pm 0,08
140,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	57,0 \pm 0,4	1,67 \pm 0,07
140,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,1	51,0 \pm 0,4	1,72 \pm 0,07
140,0 \pm 0,5	6,0 \pm 0,1	47,0 \pm 0,4	1,70 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	6,5 \pm 0,1	44,0 \pm 0,4	1,65 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	41,0 \pm 0,4	1,64 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	7,5 \pm 0,1	37,0 \pm 0,4	1,76 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	8,0 \pm 0,1	35,0 \pm 0,4	1,73 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	8,5 \pm 0,1	33,0 \pm 0,4	1,72 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	9,0 \pm 0,1	31,5 \pm 0,4	1,68 \pm 0,06
140,0 \pm 0,5	9,5 \pm 0,1	30,0 \pm 0,4	1,67 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	5,0 \pm 0,1	61,5 \pm 0,4	1,64 \pm 0,07
160,0 \pm 0,5	5,5 \pm 0,1	55,0 \pm 0,4	1,69 \pm 0,07
160,0 \pm 0,5	6,0 \pm 0,1	50,5 \pm 0,4	1,68 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	6,5 \pm 0,1	46,0 \pm 0,4	1,73 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	7,0 \pm 0,1	43,0 \pm 0,4	1,71 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	7,5 \pm 0,1	40,0 \pm 0,4	1,72 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	8,0 \pm 0,1	37,5 \pm 0,4	1,72 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	8,5 \pm 0,1	35,0 \pm 0,4	1,75 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	9,0 \pm 0,1	33,0 \pm 0,4	1,75 \pm 0,06
160,0 \pm 0,5	9,5 \pm 0,1	32,0 \pm 0,4	1,67 \pm 0,05

Tabelle 1: Messreihen