Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler SS 26

EM – Eigenschaften des Elektrons

Gruppe:	21
Betreuer:	Von Laue, Peter
Verfasser:	[redacted]
	[redacted]
Versuchsdatum:	18.06.2026
Abgabedatum:	24.06.2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
1. Zielsetzung 3
2. Bestimmung der spezifischen Ladung *e/m* 3
2.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung 3
2.2 Auswertung 5
2.2.1 Berechnung der Apparantekonstante 5
2.2.2 Bestimmung spezifische Ladung: U/I^2 - Diagramm 5
2.2.3 Bestimmung der spezifischen Ladung *e/m* & Messunsicherheit 7
2.2.4 Berechnung des Mittelwerts 10
3. Millikan-Versuch 11
3.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung 11
3.2 Messwerte 12
3.3 Berechnung Radius r und Ladung *Q* 12
3.4 Diagramm der Ladung *Q* 13
3.5 Berechnung der Elementarladung e 13
3.6 Berechnung des Mittelwertes und Standardabweichung 14
3.7 Bestimmung der Masse *m* & Messunsicherheit 14
3.8 Vergleich mit den Literaturwerten 15
4. Fazit 17
5. Anhang 18

1. Zielsetzung

Ziel des vorliegenden zweiteiligen Praktikumsversuchs ist die experimentelle Untersuchung grundlegender Eigenschaften des Elektrons. Im ersten Versuchsteil wird mithilfe eines Helmholtz-Spulenpaars die spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$ bestimmt. Dazu wird die Kreisbewegung beschleunigter Elektronen in einem homogenen Magnetfeld untersucht und ausgewertet.

Im zweiten Versuchsteil wird der Millikan-Versuch durchgeführt. Durch die Beobachtung geladener Öltröpfchen in einem elektrischen Feld soll die Quantisierung und die Elementarladung e experimentell bestimmt werden.

Die erhaltenen Messergebnisse werden anschließend mit den entsprechenden Literaturwerten verglichen und hinsichtlich ihrer Genauigkeit sowie möglicher Abweichungen bewertet.

2. Bestimmung der spezifischen Ladung $\frac{e}{m}$

2.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Der Versuchsaufbau besteht aus einer Fadenstrahlröhre, einem Helmholtz-Spulenpaar sowie einem Steuergerät. In der Fadenstrahlröhre befindet sich eine Elektronenquelle, die aus einer Kathode, einem Wehnelt-Zylinder und einer Anode aufgebaut ist. Zwischen Kathode und Anode wird eine Beschleunigungsspannung U angelegt, wodurch Elektronen emittiert und zur Anode hin beschleunigt werden.

Der Wehnelt-Zylinder befindet sich zwischen Kathode und Anode und liegt gegenüber der Kathode auf einem negativen Potential. Dadurch wird der Elektronenstrahl gebündelt und fokussiert. Die Elektronen treten anschließend durch eine Öffnung in der Anode aus und gelangen in das von dem Helmholtz-Spulenpaar erzeugte, annähernd homogene Magnetfeld.

Im Magnetfeld wirkt auf die bewegten Elektronen die Lorentzkraft, wodurch sie auf eine Kreisbahn abgelenkt werden. Die Fadenstrahlröhre enthält zusätzlich Neonatome, die durch Zusammenstöße mit den Elektronen angeregt oder ionisiert werden können. Beim Übergang in den Grundzustand senden die Neonatome Licht aus, sodass die Kreisbahn des Elektronenstrahls sichtbar wird.

Zur Bestimmung der spezifischen Elektronenladung werden Messungen für die Bahndurchmesser d= 6 cm, d=8 cm und d=10 cm durchgeführt. Für jeden Durchmesser wird die Beschleunigungsspannung U zwischen 200 V und 400 V in Schritten von 20 V variiert und die zugehörige Stromstärke des Helmholtz-Spulenpaares gemessen.

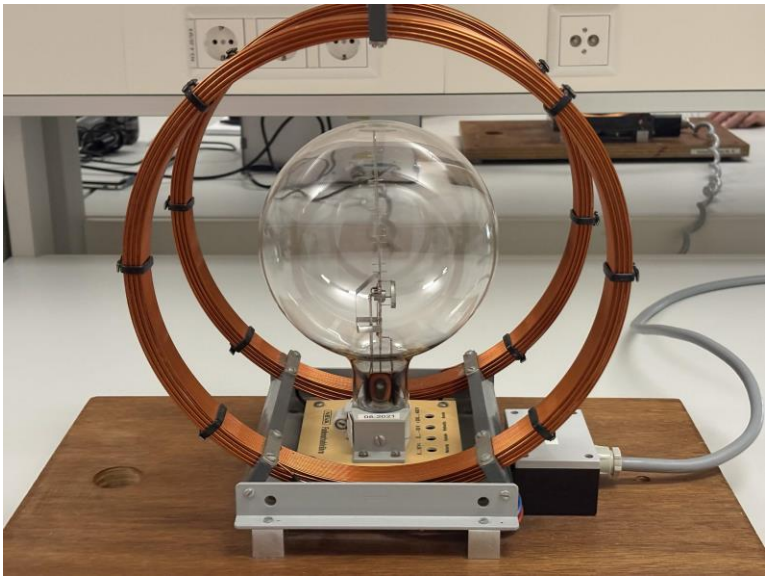


Abbildung 1: Versuchsaufbau Messung spezifische Ladung des Elektrons



Abbildung 2: Sichtbare Kreisbahn

Die folgenden Werte ergeben sich aus der Versuchsdurchführung.

Tabelle 1: Messwerttabelle zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons

	d=6 cm		d=8 cm		d=10 cm	
U [V]	I [A]	I² [A²]	I [A]	I² [A²]	I [A]	I² [A²]
260	1,960	3,8416	1,555	2,418025	1,335	1,782225
280	2,135	4,558225	1,630	2,6569	1,385	1,918225
300	2,270	5,1529	1,730	2,9929	1,425	2,030625
320	2,350	5,5225	1,800	3,24	1,520	2,3104
340	2,470	6,1009	1,835	3,367225	1,560	2,4336
360	2,580	6,6564	1,895	3,591025	1,605	2,576025
380	2,660	7,0756	1,965	3,861225	1,645	2,706025
400	2,755	7,590025	2,025	4,100625	1,695	2,873025

Die Messungen werden unter Anpassung der Wehnelspannung durchgeführt. Durch die Variation der Wehne/tspg wird der Elektronenstrahl fokussiert, sodass eine möglichst scharfe und eindeutig erkennbare Kreisbahn entsteht. Die Messung findet somit nicht für jeden Wert unter den identischen Bedingungen statt.

2.2 Auswertung

2.2.1 Berechnung Apparatekonstante A_C

Zur Berechnung der Apparatekonstante Ac wird die Formel (EM.6) verwendet:

$$A_C = \mu_0 \cdot \frac{k \cdot R^2}{\sqrt{\left(R^2 + \left(\frac{R}{2}\right)^2\right)^3}}$$

Hierbei ist k die Windungszahl des Spulenpaars, μ_0 die magnetische Feldkonstante und R der mittlere Radius.

Aus der Aufgabenstellung lassen sich die Werte hierfür entnehmen.

k = 124 Windungen. R = 14,75 cm = 0,1475 m, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$

$$A_C = (4\pi \cdot 10^{-7}) \cdot \frac{124 \cdot (0{,}1475)^2}{\sqrt{\left((0{,}1475)^2 + \left(\frac{0{,}1475}{2}\right)^2\right)^3}} = 7{,}559\ldots \cdot 10^{-4} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

2.2.2 Bestimmung spezifische Ladung $\frac{e}{m}$:Messwerte in $\frac{U}{I^2}$ - Diagramme

Zur Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons werden die quadrierten Stromstärken I^2 für die drei Kreisbahndurchmesser d jeweils gegen die zugehörige Beschleunigungsspannung U aufgetragen. Entsprechend der theoretisch erwarteten linearen Beziehung wird für jeden Durchmesser eine Ausgleichsgerade durch den Ursprung gelegt. Die daraus resultierenden Diagramme sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

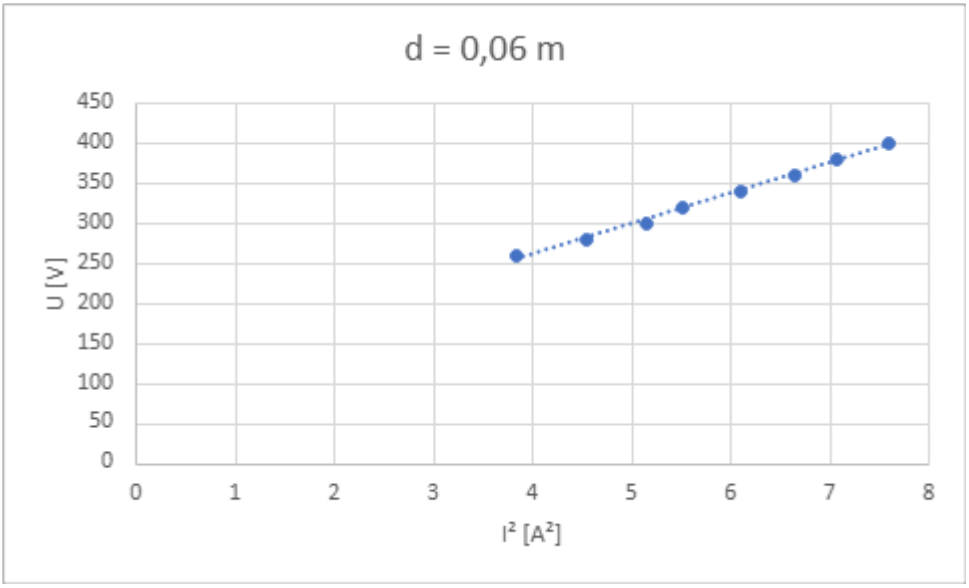


Abbildung 3: U über I² bei d = 6 cm

Die Steigung a der Ausgleichsgeraden sowie deren Unsicherheit Δa werden mithilfe des Excel-Befehls „=RGP(Bereich Y-Werte; Bereich X-Werte; FALSCH; WAHR)“ bestimmt.
Da die Ausgleichsgerade durch den Ursprung verläuft, wird der Achsenabschnitt auf null festgelegt. Die Steigung entspricht dem ersten Ausgabewert des RGP-Befehls, die zugehörige Unsicherheit dem darunterliegenden Wert.

Aus Abbildung 3:

Steigung a = 56,01231103 $\frac{V}{A^2}$

Messunsicherheit Δa = 1,411091222 $\frac{V}{A^2}$

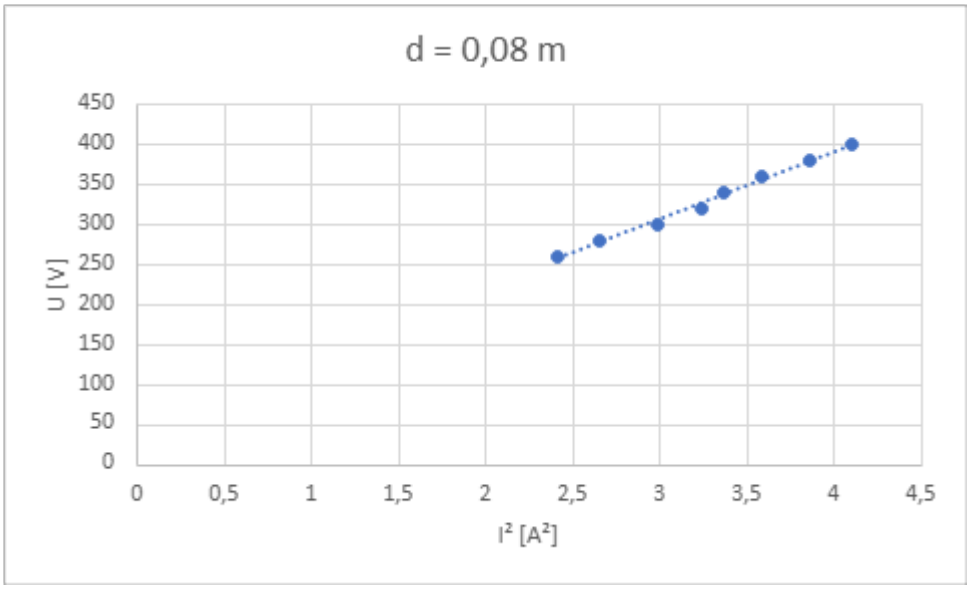


Abbildung 4: U über I² bei d = 8 cm

Aus Abbildung 4:

Steigung a = 100,2326043 $\frac{V}{A^2}$

Messunsicherheit Δa = 1,062508493 $\frac{V}{A^2}$

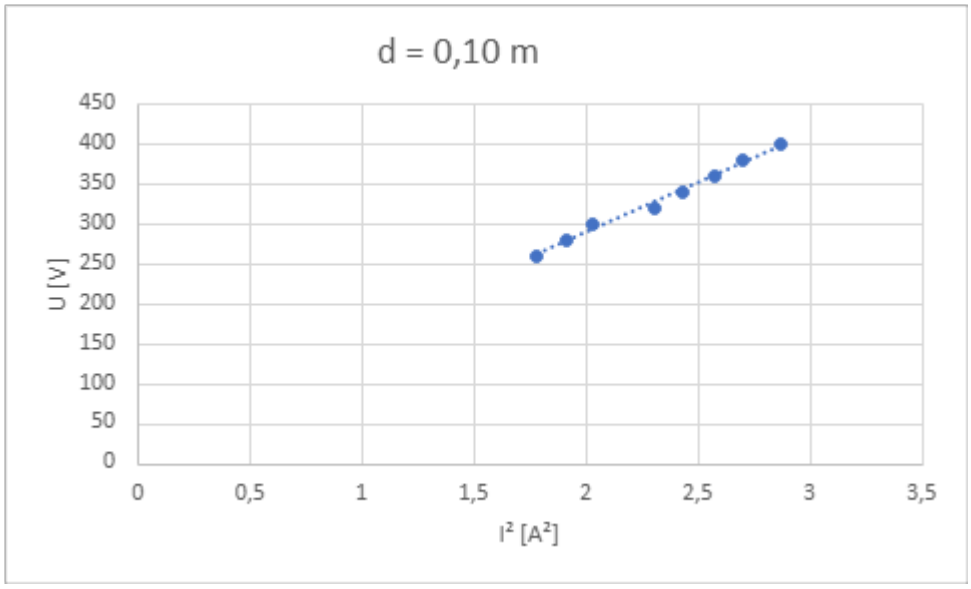


Abbildung 5: U über I² bei d = 10 cm

Aus Abbildung 5:

Steigung a = 141,3035396 $\frac{V}{A^2}$

Messunsicherheit Δa = 1,177670509 $\frac{V}{A^2}$

2.2.3 Bestimmung spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ mit Messunsicherheit

Zwischen der quadrierten Stromstärke I^2 und der Beschleunigungsspannung U zeigt sich ein linearer Zusammenhang. Dieser steht im Einklang mit den theoretischen Erwartungen und lässt sich durch die Gleichung (EM.8) beschreiben.

$$U = \frac{r^2}{2} \cdot A_c^2 \cdot \frac{e}{m} \cdot I^2$$

Daraus lässt sich die Steigung a ableiten, die den Zusammenhang zwischen der Spannung U und der Stromstärke I^2darstellt. Daraus folgend lässt sich die Formel nach $\frac{e}{m}$ umformen und es ergibt sich die Formel für die spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$:

$\frac{e}{m} = \frac{2\,a}{r^2 \cdot A_c^2}$ mit A_c = 7,559 … $\cdot\ 10^{-4}\ \frac{Vs}{Am}$

Die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$für den Durchmesser d= 0,06 m bzw. r= 0,03 m beträgt:

$\frac{e}{m}$ =2,178… $\cdot\ 10^{11}\ \frac{C}{kg}$

Die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ für den Durchmesser d= 0,08 m bzw. r= 0,04 m beträgt:

$\frac{e}{m}$ = 2,192... $\cdot\ 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ für den Durchmesser d= 0,10 m bzw. r= 0,05 m beträgt:

$\frac{e}{m}$ = 1,978... $\cdot\ 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Die Formel zur Berechnung der Messunsicherheit der spezifischen Ladung $\Delta\frac{e}{m}$ lautet:

$$\Delta\frac{e}{m} = \sqrt{\left(\frac{\partial\left(\frac{e}{m}\right)}{\partial a}\Delta a\right)^2 + \left(\frac{\partial\left(\frac{e}{m}\right)}{\partial r}\Delta r\right)^2}$$

$$\Delta\frac{e}{m} = \sqrt{\left(\frac{2}{r^2 \cdot A_c^2}\Delta a\right)^2 + \left(\frac{4a}{r^3 \cdot A_c^2}\Delta r\right)^2}$$

$$\Delta\frac{e}{m} = \frac{2}{r^2 \cdot A_c^2}\Delta a$$

Die Messunsicherheit $\Delta\frac{e}{m}$ für d= 0,06 m bzw. r= 0,03 m beträgt:

$\Delta\frac{e}{m}$ = 5487997259 $\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Am}}$ = 0,05487... $\cdot\ 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Die Messunsicherheit $\Delta\frac{e}{m}$ für d= 0,08 m bzw. r=0,04 m beträgt:

$\Delta\frac{e}{m}$ = 2324415338 $\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Am}}$ = 0,02324... $\cdot\ 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Die Messunsicherheit $\Delta\frac{e}{m}$ für d= 0,10m bzw. r= 0,05m beträgt:

$\Delta\frac{e}{m}$ = 1648864987 $\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Am}}$ = 0,01648... $\cdot\ 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Durch Rundung der Messunsicherheit nach Rundungskonvention der spezifischen Ladung $\Delta\frac{e}{m}$ ergeben sich folgende Ergebnisse:

Für d=6 cm:

Absolute Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = (1{,}41 \pm 0{,}06) \cdot 10^{11}\ \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Relative Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = 1{,}41 \cdot (1 \pm 4{,}3\%) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Für d=8 cm:

Absolute Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = (1{,}063 \pm 0{,}024) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Relative Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = 1{,}063 \cdot (1 \pm 2{,}3\%) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Für d=10 cm:

Absolute Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = (1{,}178 \pm 0{,}017) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

Relative Messunsicherheit: $\frac{e}{m} = 1{,}178 \cdot (1 \pm 1{,}4\%) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$

2.2.4 Berechnung des Mittelwerts

Schlussendlich wird aus den drei Einzelwerten für die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ ein Mittelwert mit Hilfe von Excel berechnet. Dabei wird die Messunsicherheit im Endergebnis durch den größten Wert der Messunsicherheit der Einzelmessungen, hier bei d=6 cm, festgelegt.

$$\frac{\overline{e}}{m} = \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{3}\left(\frac{e}{m}\right)_i \pm \max \Delta\frac{e}{m}$$

$$\frac{1}{3}\sum_{i=1}^{3}\left(\frac{e}{m}\right)_i = 2{,}1160\ldots \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$$

$$\Delta\frac{\overline{e}}{m} = 0{,}05487\ldots \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$$

Daraus folgt:

$$\frac{\overline{e}}{m} = (2{,}12 \pm 0{,}06) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$$

$$\frac{\overline{e}}{m} = 2{,}12 \cdot (1 \pm 2{,}8\%) \cdot 10^{11} \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$$

3. Millikan-Versuch

3.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Mithilfe des Millikan-Versuchs lässt sich die Quantifizierung der elektrischen Ladung experimentell nachweisen. Aus der Bewegung geladener Öltröpfchen in einem elektrischen Feld kann die Ladung Q der einzelnen Tröpfchen bestimmt werden.

Der Versuchsaufbau besteht aus einem Steuergerät, einem Plattenkondensator, Nivellierschrauben, einem Mikroskop mit Okular und integrierter Messskala, einer Fokussierschraube, einer Lichtquelle sowie einem Ölzerstäuber. Das Steuergerät verfügt zusätzlich über einen Spannungsregler, einen Polaritätsumschalter, einen Start-/Stopp-Timer sowie ein Display zur Anzeige der angelegten Spannungen und der gemessenen Zeiten.

Zu Beginn werden mithilfe des Ölzerstäubers etwa 1 μm große Öltröpfchen zwischen die horizontal angeordneten Kondensatorplatten eingebracht. Die Öltröpfchen werden von einer Lichtquelle unter einem Winkel von etwa 150° zum Beobachter beleuchtet. Dadurch erscheinen sie als helle Beugungsscheiben vor dunklem Hintergrund und können mit dem Mikroskop beobachtet werden. Diese Beobachtungsmethode wird als Dunkelfeldmethode bezeichnet. Im Okular befindet sich zusätzlich eine Skala mit einer Rasterweite von 0,25 mm, welche die Verfolgung der Tröpfchenbewegung erleichtert.

Der Polaritätsumschalter des Steuergeräts besitzt die drei Schaltstellungen „pos.“, „0“ und „neg.“, wodurch die Polarität des elektrischen Feldes verändert werden kann. Im Versuch werden insgesamt zwölf unterschiedliche Öltröpfchen untersucht. Zunächst wird der Kondensator auf die Stellung „pos.“ geschaltet und ein Öltröpfchen ausgewählt, das sich nach oben bewegt. Anschließend wird die Zeit gemessen, die das Tröpfchen benötigt, um eine Strecke von sechs Skalenteilungen beziehungsweise 1,5 mm zurückzulegen. Danach wird die Spannung abgeschaltet („0“) und die Zeit bestimmt, die dasselbe Tröpfchen für die gleiche Strecke beim Absinken benötigt. Für jeden Steigvorgang wird zusätzlich die angelegte Spannung dokumentiert.

Um eine möglichst große Bandbreite an Ladungswerten zu erhalten, werden Öltröpfchen mit unterschiedlichen Steiggeschwindigkeiten ausgewählt. Im weiteren Verlauf des Versuchs wird die Polarität des Kondensators auf „neg.“ umgeschaltet, sodass sich die Bewegungsrichtung der geladenen Tröpfchen umkehrt und weitere Messungen durchgeführt werden können. Die gewonnenen Messdaten dienen anschließend zur Berechnung der Ladungen der einzelnen Öltröpfchen und zum Nachweis der Quantisierung der elektrischen Ladung.

3.2 Messwerte

In der folgenden Tabelle sind die Messwerte des Millikan Versuchs ersichtlich.

Tabelle 2: Messwerte zum Millikan Versuch

Tröpfchennummer	s_{sink} in mm	t_{sink} in s	s_{steig} in mm	t_{steig} in s	U **in V**
1	1,5	30,0	1,5	27,0	-760
2	1,5	26,8	1,5	30,0	-752
3	1,5	17,6	1,5	14,3	-751
4	1,5	26,1	1,5	33,9	-749
5	1,5	41,2	1,5	15,0	-749
6	1,5	28,2	1,5	20,3	-746
7	1,5	32,8	1,5	22,2	744
8	1,5	28,2	1,5	17,7	741
9	1,5	26,7	1,5	29,3	742
10	1,5	27,2	1,5	10,1	742
11	1,5	25,2	1,5	33,7	741
12	1,5	41,7	1,5	15,5	739

3.3 Berechnung Radius r und Ladung Q

In der nachkommenden Tabelle sind die Werte für den Radius r und die Ladung Q dargestellt.
Diese wurden mit dem bereitgestellten Tabellenwerkzeug berechnet.

Tabelle 3: Darstellung Radius und Ladung der Tröpfchen

Tröpfchennummer	**Tröpfchenradius *r* in nm**	**Ladung des Tröpfchens *Q* in C**
1	597,2	$-1{,}5004 \cdot 10^{-19}$
2	634,0	$-1{,}6272 \cdot 10^{-19}$
3	791,1	$-3{,}7295 \cdot 10^{-19}$
4	642,9	$-1{,}5927 \cdot 10^{-19}$
5	504,2	$-1{,}6261 \cdot 10^{-19}$
6	617,1	$-1{,}9089 \cdot 10^{-19}$
7	569,5	$1{,}5601 \cdot 10^{-19}$
8	617,1	$2{,}0860 \cdot 10^{-19}$
9	635,2	$1{,}6746 \cdot 10^{-19}$
10	629,0	$3{,}1419 \cdot 10^{-19}$
11	655,0	$1{,}6808 \cdot 10^{-19}$
12	500,9	$1{,}5921 \cdot 10^{-19}$

3.4 Diagramm der Ladung Q in Abhängigkeit von der Tröpfchennummer

In einem Diagramm werden die Werte der Ladung Q gegen die Tröpfchennummer aufgetragen.

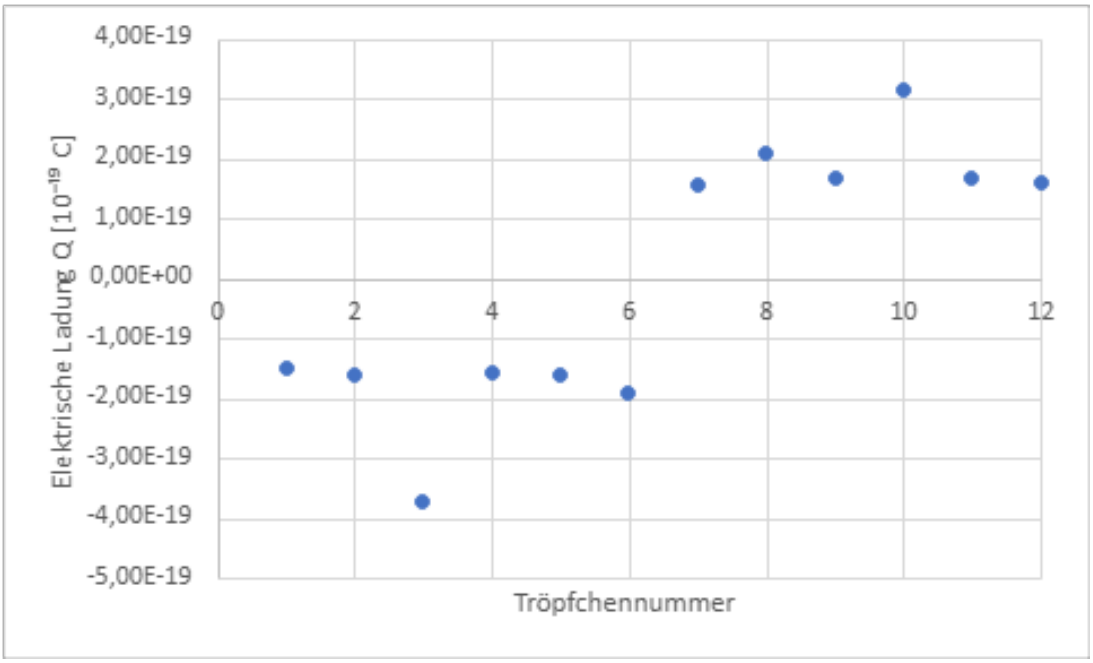


Abbildung 6: Ladungen von verschiedenen Öltröpfchen mit Tröpfchennummer

3.5 Berechnung der Elementarladung e

Mithilfe der Formel: $Q = n \cdot e$ kann man den Wert der Elementarladung e berechnen. Dabei ist Q die elektrische Ladung und n die Anzahl der Vielfachen.

Tabelle 4: Berechnete Werten der Elementarladung e

Tröpfchennummer	**Ladung des Tröpfchens Q in** 10^{-19}**C**	**n**	$e = \frac{Q}{n}\ in\ 10^{-19}$ C
1	-1,5004	-1	1,5004
2	-1,6272	-1	1,6272
3	-3,7295	-2	1,86475
4	-1,5927	-1	1,5927
5	-1,6261	-1	1,6261
6	-1,9089	-1	1,9089
7	1,5601	1	1,5601
8	2,086	1	2,086
9	1,6746	1	1,6746
10	3,1419	2	1,57095
11	1,6808	1	1,6808
12	1,5921	1	1,5921

3.6 Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung

Für die Elementarladung e wird der Mittelwert $\overline{e}$ berechnet. Die Formel für den Mittelwert lautet:

$$\overline{e} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e_i$$

$$\overline{e} = 1{,}69038 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

Die Standardabweichung für die Elementarladung e lässt sich mithilfe von Excel berechnen:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(e_i - \overline{e})^2}{n-1}} = 0{,}173117 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

Um die Standardabweichung s_m des Mittelwerts zu berechnen, wurde folgende Formel verwendet:

$$\Delta e = s_m = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0{,}0499746 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

Für das Endergebnis legt man ein Vertrauensintervall von 95,4% zugrunde und wird wie folgt angegeben:

$e = \overline{e} \pm s_m$

$e = (1{,}70 \pm 0{,}10) \cdot 10^{-19}\ \text{C}$

$e = 1{,}70 \cdot (1 \pm 5{,}9\%) \cdot 10^{-19} C$

3.7 Bestimmung der Masse m mit Messunsicherheit

Aus den bestimmten Werten für die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$, die aus dem ersten Versuch entnommen wurden und der Elementarladung e wird nun die Masse m des Elektrons berechnet.

$$m = \frac{\overline{e}}{\frac{\overline{e}}{\overline{m}}}$$

$$m = \frac{1{,}69038\ldots \cdot 10^{-19}\ \text{C}}{2{,}1160\ldots \cdot 10^{11}\ \frac{\text{C}}{kg}} = 7{,}98856\ldots \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$$

Die Formel zur Berechnung der Messunsicherheit Δm lautet:

$$\Delta m = \sqrt{\left(\frac{1}{\frac{\bar{e}}{m}} \cdot \Delta e\right)^2 + \left(-\frac{\bar{e}}{\left(\frac{\bar{e}}{m}\right)^2} \cdot \Delta \frac{e}{m}\right)^2}$$

$$\Delta m = 0{,}499\ldots \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$$

Damit ergibt sich:

$$m = (8{,}0 \pm 0{,}5) \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$$
$$m = 8{,}0 \cdot (1 \pm 6{,}3\%) \cdot 10^{-31}\text{kg}$$

3.8 Vergleich mit den Literaturwerten

Tabelle 5: Vergleich mit den Literaturwerten

	Literaturwerte	Ergebnisse mit unseren Messwerten
Spezifische Ladung $\frac{e}{m}$	(1,75882001076 ± 0,00000000053)· $10^{11}\ \frac{\text{C}}{\text{kg}}$	$(2{,}12 \pm 0{,}06) \cdot 10^{11}\ \frac{\text{C}}{\text{kg}}$
Elementarladung *e*	1,602176634 · 10^{-19} C	$(1{,}70 \pm 0{,}10) \cdot 10^{-19}$ C
Masse des Elektrons *m*	(9, 1093837015 ± 0, 0000000028) · 10^{-31} kg	$(8{,}0 \pm 0{,}5) \cdot 10^{-31\,\text{kg}}$

Die aus den Messwerten berechneten Ergebnisse liegen insgesamt in der Größenordnung der jeweiligen Literaturwerte. Der Literaturwert der Elementarladung e liegt innerhalb des ermittelten Vertrauensintervalls und stimmt somit im Rahmen der Messunsicherheit mit dem experimentell bestimmten Wert überein.

Die spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$ wurde im Versuch etwas größer als der Literaturwert bestimmt. Aufgrund der kleinen Messunsicherheit überschneiden sich die beiden Werte nicht. Da die Elektronenmasse m aus den experimentell bestimmten Werten für e und $\frac{e}{m}$erechnet wurde, ergibt sich auch für die Masse eine Abweichung vom Literaturwert.

Die beobachteten Abweichungen können auf verschiedene Messunsicherheiten zurückgeführt werden. Insbesondere beim Millikan-Versuch war die Verfolgung der Öltröpfchen mit bloßem Auge schwierig, wodurch Unsicherheiten bei der Zeitmessung und der Bestimmung der Geschwindigkeit entstanden. Darüber hinaus können Schwankungen der angelegten Spannung, Unsicherheiten bei der Zuordnung der Ladungsvielfachen n sowie Ablesefehler an den Skalen zu weiteren Abweichungen beigetragen haben.

Insgesamt konnte die Quantisierung der elektrischen Ladung erfolgreich nachgewiesen werden. Zudem wurden für die Elementarladung, die spezifische Ladung des Elektrons und die Elektronenmasse Werte ermittelt, die trotz experimenteller Unsicherheiten eine gute Übereinstimmung mit den theoretisch erwarteten Größenordnungen zeigen.

4. Fazit

Im Rahmen dieses Praktikums wurden grundlegende Eigenschaften des Elektrons experimentell untersucht. Dabei konnten sowohl die spezifische Ladung $\frac{e}{m}$ als auch die Elementarladung e bestimmt und die Quantisierung der elektrischen Ladung nachvollzogen werden. Die ermittelten Werte liegen insgesamt in der Größenordnung der Literaturwerte und bestätigen die zugrunde liegenden physikalischen Zusammenhänge. Die verbleibenden Abweichungen lassen sich durch experimentelle Unsicherheiten und Messungenauigkeiten erklären. Insgesamt konnten die Ziele des Praktikums erfolgreich erreicht und die theoretischen Grundlagen anschaulich bestätigt werden.

5. Anhang

Messwerttabelle für den EM-Versuch

Name Betreuer/Betreuerin: Peter von Laue

Namen Praktikanten/Praktikantinnen: [redacted]

Datum des Versuchstags: 18.06.26

Teil 1: Messwerte zur Bestimmung der Spezifische Ladung des Elektrons

Werte unter Berücksichtigung von Änderung der "Wehne" / Espg → fokussiert Strahl

	d = 6 cm	d = 8 cm	d = 10 cm
U /V	I/A	I/A	I/A
260	1,960	1,555	1,335
280	2,135	1,630	1,385
300	2,270	1,730	1,425
320	2,350	1,800	1,520
340	2,470	1,835	1,560
360	2,580	1,895	1,605
380	2,660	1,965	1,645
400	2,755	2,025	1,695

Ampere

→ Gerät springt manchmal (Messungenauigkeit)

Teil 2: Messwerte zur Bestimmung der Ladung der Öltröpfchen (Millikan-Versuch)

Strich 6 Skalenteile

Tröpfchennr.	s_{sink}/mm	t_{sink}/s	s_{steig}/mm	t_{steig}/s	U/V
1	1,5	30,0 (OV)	1,5	27,0 s	- 760 V
2	1,5	26,8	1,5	30,0	- 752
3	1,5	17,6	1,5	14,3	- 751
4	1,5	26,1	1,5	33,9	- 749
5	1,5	41,2	1,5	15,0	- 749
6	1,5	28,2	1,5	20,3	- 746
7	1,5	32,8	1,5	22,2	+ 744
8	1,5	28,2	1,5	17,7	+ 741
9	1,5	26,7	1,5	29,3	+ 742
10	1,5	27,2	1,5	10,1	+ 742
11	1,5	25,2	1,5	33,7	+ 741
12	1,5	41,7	1,5	15,5	+ 739

← Spannung umgedreht (Polarität)

→ q & r mit Website berechnen!

Raum für Notizen:

t sink schnell großer Tropfen

t steig schnell viel/mehrere Ladung

Unterschrift des Betreuers/der Betreuerin: von Laue