

BLOCKPRAKTIKUM PHYSIK

EIGENSCHAFTEN DES ELEKTRONS

27.02.2018

Betreuer: Alexander Gaus

Gruppe: 1

Michelle Schweizer, Stefanie Kunkel

1. Zielsetzung der Versuche

Im vorliegenden Versuch wollen wir experimentell einen Wert für die elektrische Elementarladung e und die Masse m des Elektrons bestimmen.

2. Auswertung Versuchsteil 1

1. Berechnung der Apparatekonstante A_c

Die Apparatekonstante ergibt sich mit der Formel:

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

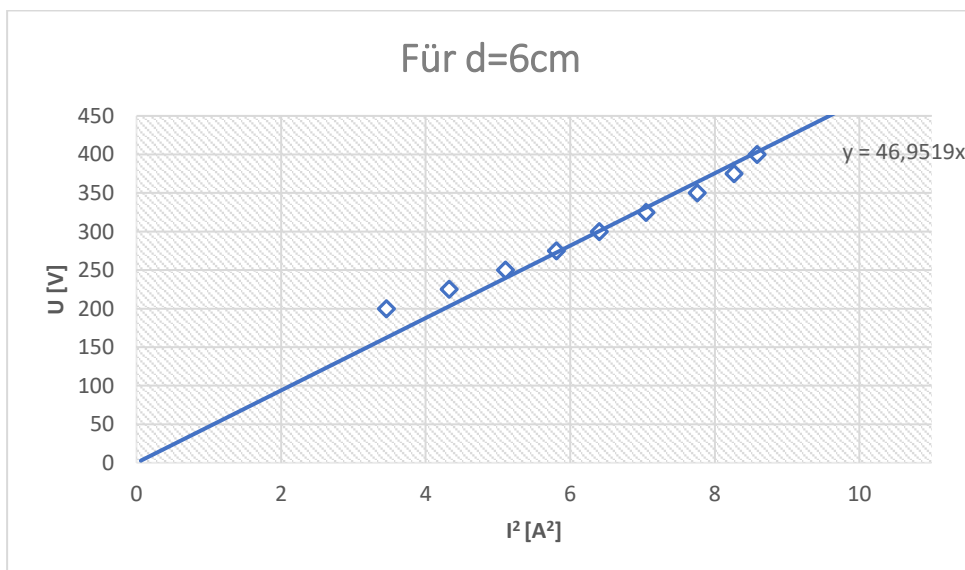
Mit $R=0,1475\text{m}$, $k=124$, $\mu_0=4\pi*10^{-7}\text{Vs/Am}$ ergibt sich eine Konstante

$$A_c = 7,56 * 10^{-4} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}^2}$$

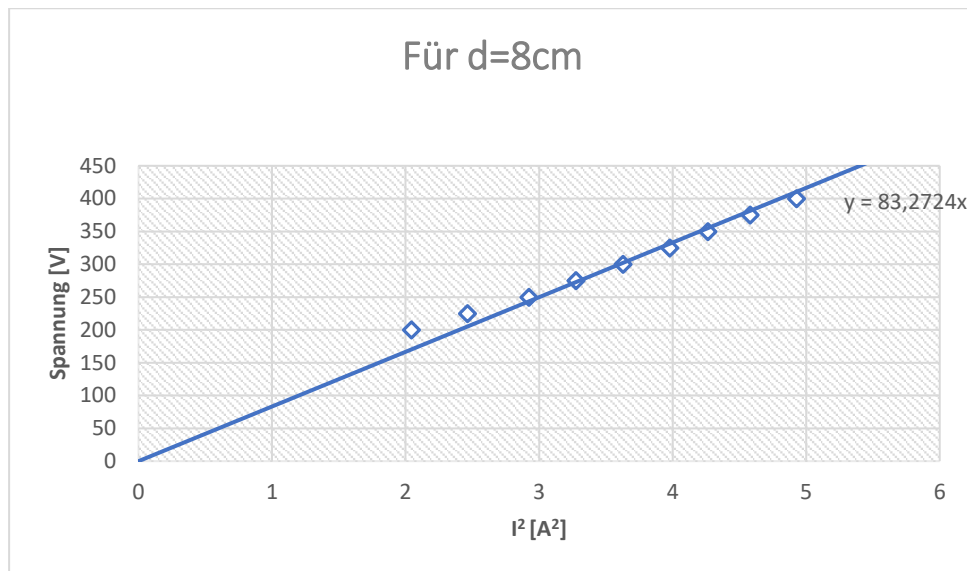
2. Bestimmung der spez. Ladung e/m

a) Messwerte aus Versuchsdurchführung Diagramme Spannung über Stromstärke²

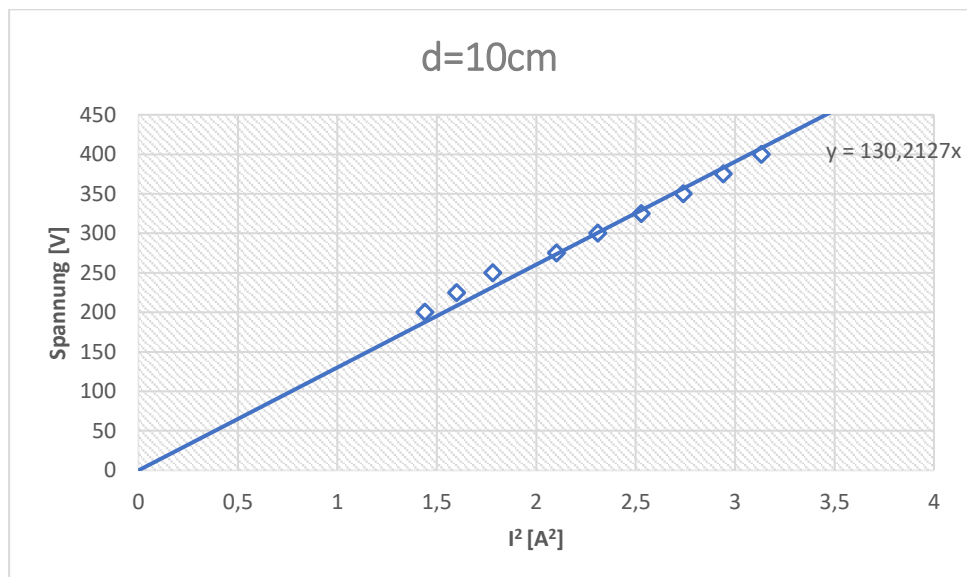
	d=6cm		d=8cm		d=10cm	
U [V]	I[A]	I ² [A ²]	I[A]	I ² [A ²]	I[A]	I ² [A ²]
200	1,86	3,4596	1,43	2,0449	1,2	1,44
225	2,08	4,3264	1,57	2,4649	1,265	1,600225
250	2,26	5,1076	1,71	2,9241	1,335	1,782225
275	2,41	5,8081	1,81	3,2761	1,45	2,1025
300	2,53	6,4009	1,905	3,629025	1,52	2,3104
325	2,655	7,049025	1,995	3,980025	1,59	2,5281
350	2,785	7,756225	2,065	4,264225	1,655	2,739025
375	2,875	8,265625	2,14	4,5796	1,715	2,941225
400	2,93	8,5849	2,22	4,9284	1,77	3,1329



$$m_{d=6\text{cm}} = 46,9519 \frac{\text{V}}{\text{A}^2}$$



$$m_{d=8cm} = 83,2724 \frac{V}{A^2}$$



$$m_{d=10cm} = 130,2127 \frac{V}{A^2}$$

b) Werte der spezifischen Ladung aus der Steigung den Ausgleichsgeraden

$$\frac{e}{m} = \frac{\text{Steigung} * 2}{R^2 * A_c^2}$$

$$\frac{e}{m_{d=6cm}} = \frac{46,9519 \frac{V}{A^2} * 2}{(0,03m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 1,8256 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\frac{e}{m_{d=8cm}} = \frac{83,2724 \frac{V}{A^2} * 2}{(0,04m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 1,8212 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\frac{e}{m_{d=10cm}} = \frac{130,2127 \frac{V}{A^2} * 2}{(0,05m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 1,8226 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

Unsicherheiten der Steigung der Ausgleichsgeraden:

$$\Delta m_{d=6cm} = 1,8 \frac{V}{A^2}$$

$$\Delta m_{d=8cm} = 2,6 \frac{V}{A^2}$$

$$\Delta m_{d=10cm} = 3,2 \frac{V}{A^2}$$

Berechnung der Unsicherheiten der spez. Ladungen

$$\Delta \frac{e}{m} = \frac{2 * \text{Unsicherheit der Steigung}}{A_c^2 * R^2}$$

$$\Delta \frac{e}{m_{d=6cm}} = \frac{2 * 1,8 \frac{V}{A^2}}{(0,03m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 6834978000 \frac{m^2}{Vs^2} = 0,0684 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\Delta \frac{e}{m_{d=8cm}} = \frac{2 * 2,6 \frac{V}{A^2}}{(0,04m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 5553419625 \frac{m^2}{Vs^2} = 0,0556 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\Delta \frac{e}{m_{d=10cm}} = \frac{2 * 3,2 \frac{V}{A^2}}{(0,05m)^2 * \left(7,56 * 10^{-4} \frac{Vs}{Am^2}\right)^2} = 4374385920 \frac{m^2}{Vs^2} = 0,0375 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

Daraus ergibt sich

$$\frac{\bar{e}}{m} = 1,8231 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

c) Mittelwerte von den errechneten spezifischen Ladungen

$$\frac{e}{m_{d=6cm}} = (1,8256 \pm 0,0684) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\frac{e}{m_{d=8cm}} = (1,8212 \pm 0,0556) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\frac{e}{m_{d=10cm}} = (1,8226 \pm 0,0375) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

Dafür ergibt sich eine gemittelte spezifische Ladung von

$$\frac{\bar{e}}{m} = 1,8231 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

Endergebnis:

$$\frac{e}{m} = (1,8231 \pm 0,0684) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$\frac{e}{m} = 1,8231 * (1 \pm \frac{0,0684}{1,8231} \%) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

3. Auswertung Versuchsteil 2

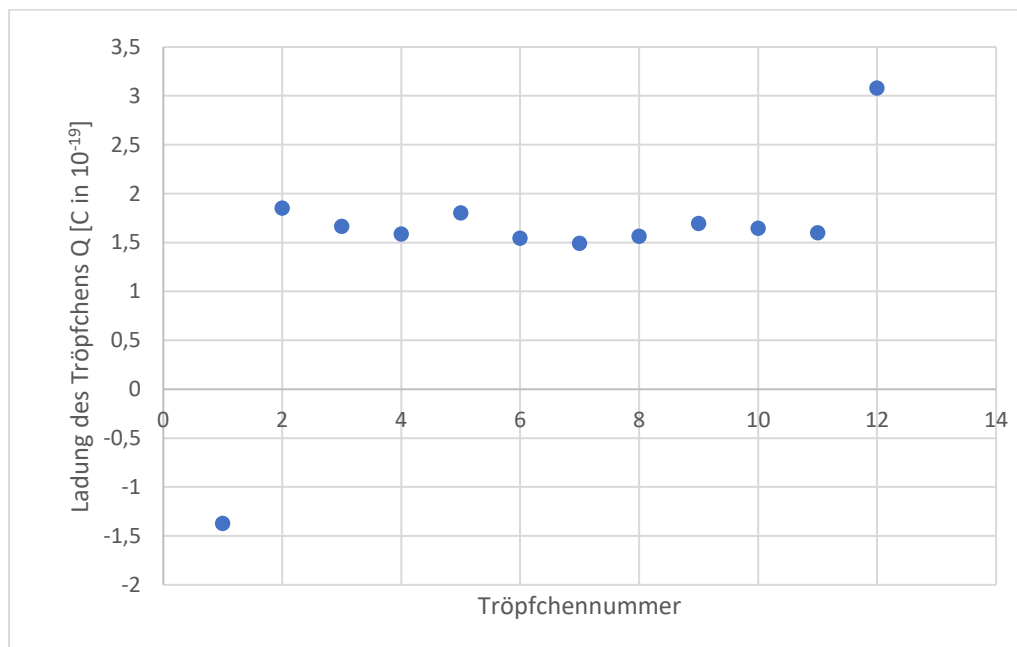
3.

a) Berechnung von Radius r und Ladung Q

Messwerte aus Versuchsdurchführung

Tröpfchennr	s _{sink} [mm]	t _{sink} [s]	s _{steig} [mm]	t _{steig} [s]	U [V]	Tröpfchenradius [mm]	Ladung Tröpfchen Q [C in 10 ⁻¹⁹]
1	1	26,9	1	14,4	-713	508,8	-1,3725
2	1	15,4	1	36,1	713	721,0	1,8520
3	1	20,1	1	16,8	705	597,2	1,6676
4	1	21,3	1	17,3	704	581,9	1,5867
5	1	31,6	1	8,4	704	464,4	1,8045
6	1	26,8	1	11,6	703	508,8	1,5448
7	1	29,6	1	10,5	704	480,9	1,4930
8	1	17,0	1	29,9	701	650,9	1,5630
9	1	18,1	1	20,5	700	631,5	1,6945
10	1	23,6	1	13,1	698	541,9	1,6461
11	1	28,1	1	10,5	698	499,0	1,6009
12	1	9	1	69,6	697	908,6	3,0803

b) Diagramm der Ladung der verschiedenen Messungen



c) Berechnung der Elementarladung e

Tröpfchenr	Q [C in 10^{-19}]	n	e= Q/n [C in 10^{-19}]
1	-1,3725	-1	1,3725
2	1,8520	1	1,8520
3	1,6676	1	1,6676
4	1,5867	1	1,5867
5	1,8045	1	1,8045
6	1,5448	1	1,5448
7	1,4930	1	1,4930
8	1,5630	1	1,5630
9	1,6945	1	1,6945
10	1,6461	1	1,6461
11	1,6009	1	1,6009
12	3,0803	2	1,54015

$$\bar{e} = \frac{Q}{n} = 1,61138125 * 10^{-19} C$$

d) Berechnung der Standardabweichung

$$\Delta y = \sqrt{\frac{\sum (e_i - \bar{e})^2}{n - 1}}$$

$$\Delta y = 0,14 * 10^{-19} C$$

$$\Delta e = \frac{\Delta y}{\sqrt{n}} * 2$$

$$\Delta e = 0,08 * 10^{-19} C$$

Damit kommen wir auf ein Endergebnis

$$e = (1,6114 \pm 0,1518) 10^{-19} C$$

$$e = 1,6114 * 10^{-19} C \pm 9,4\%$$

4. Bestimmung der Masse des Elektrons

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

$$m = \frac{1,61138 * 10^{-19} C}{1,8231 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}} = 8,83868 * 10^{-31} kg$$

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

$$\Delta m = \sqrt{\left(-\frac{1,61138125 * 10^{-19} C}{\left(1,8231 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}\right)^2} * 3499342124 \frac{m^2}{Vs^2} \right)^2 + \left(\frac{1}{\left(1,8231 * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}\right)^2} * 0,08 * 10^{-19} C \right)^2}$$

$$\Delta m = 1,6965 * 10^{-32} kg$$

Damit ergibt sich

$$m = (8,8387 \pm 0,1697) * 10^{-31} kg$$

$$m = 8,8387 * 10^{-31} kg \pm 2,0\%$$

5. Vergleich unserer Endergebnisse mit der, aus der Literatur

$$\frac{e}{m_{mess}} = (1,8231 \pm 0,034993) * 10^{11} \frac{m^2}{Vs^2}$$

$$e_{mess} = (1,6114 \pm 0,1518) 10^{-19} C$$

$$m_{mess} = (8,8387 \pm 0,1697) * 10^{-31} kg$$

$$\frac{e}{m_{theo}} = 1,7588 * 10^{11} \frac{C}{kg}$$

$$e_{theo} = 1,6022 * 10^{-19} C$$

$$m_{theo} = 9,1096 * 10^{-31} kg$$

Die errechneten Ergebnisse aus unseren Messwerten liegen sehr nahe bei den Literaturwerten. Nur bei der Ladung des Elektrons liegt der literarische Wert im Wertebereich des experimentellen Werts. Die Abweichungen lassen sich durch Ungenauigkeiten beim Messen erklären.

4. Anhang

	s_{sink} [mm]	t_{sink} [s]	s_{stop} [mm]	t_{stop} [s]	U [V]
1	1	26,9	1	14,4	713,4
2	1	15,4	1	36,1	713,4
3	1	20,1	1	16,8	705,4
4	1	21,3	1	17,3	704,4
5	1	31,6	1	8,4	704,4
6	1	26,8	1	11,6	703,4
7	1	29,6	1	10,5	704,4
8	1	17,0	1	29,9	701,4
9	1	16,1	1	20,5	700,4
10	1	23,6	1	13,1	698,4
11	1	28,1	1	10,5	698,4
12	1	9	1	69,6	697,4

36,1
713
551
31,2 703

	$d = 60 \text{ cm}$		$d = 80 \text{ cm}$		$d = 100 \text{ cm}$	
U [V]	I [A]	I^2 [A ²]	I [A]	I^2 [A ²]	I [A]	I^2 [A ²]
200	1,860 1,180		1,200 0,995 1,43		1,2 0,945	
225	2,08		1,52		1,265	
250	2,260		1,71		1,355	
275	2,41		1,81		1,45	
300	2,53		1,905		1,52	
325	2,655		1,995		1,59	
350	2,785		2,065		1,655	
375	2,875		2,14		1,715	
400	2,93		2,22		1,77	