

VERSUCHSBERICHT ZU

E2 – MILLIKAN

Gruppe Mi 10

Alex Oster(a_oste16@uni-muenster.de)

Jonathan Sigrist(j_sigr01@uni-muenster.de)

durchgeführt am 17.01.2018

betreut von

Johann Preuß

23. Januar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	1
2	Bestimmung der Elementarladung nach Millikan	1
2.1	Vorbereitende Überlegungen	1
2.2	Methoden	2
2.2.1	Aufbau	2
2.2.2	Unsicherheiten	3
2.3	Durchführung und Datenanalyse	3
2.4	Diskussion	3
3	Schlussfolgerung	5
4	Anhang	6
4.1	Unsicherheitsrechnung	6
	Literatur	6

1 Kurzfassung

Dieser Bericht befasst sich mit der Nachstellung des Versuches zur Bestimmung der Elementarladung nach Millikan, wofür er im Jahre 1923 einen Nobelpreis erhalten hat. Dazu werden Öltröpfchen im elektrischen Feld eines Plattenkondensators mit Hilfe eines Mikroskops betrachtet. Bei der Betrachtung wird die Geschwindigkeit der Tröpfchen über die Zeit für bestimmte Wegstücke ermittelt. Mit diesen Geschwindigkeiten und über die Kräfteverhältnisse, die bei an- bzw. ausgeschaltetem Plattenkondensator gelten, lässt sich auf die Ladung der Öltröpfchen schließen.

Das Ziel der Nachstellung des Versuches ist eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Millikan. Da hierfür die Ladung der Öltröpfchen aus ganzzahligen Vielfachen der Elementarladung e bestehen sollte, lässt sich aufgrund der Ergebnisse dieses Versuches von u. A. (keine) eindeutige Übereinstimmung mit den nach Millikan zu erwartenden Werten finden.

2 Bestimmung der Elementarladung nach Millikan

2.1 Vorbereitende Überlegungen

Zur Vorbereitung dieses Versuches sollte eine Reihe von Aufgaben durchgeführt werden. Die Bearbeitung dieser ist im Folgenden dargestellt:

1. Skizzieren sie die Kräftegleichgewichte.

Antwort

2. Leiten Sie aus den Kräftegleichgewichten die Formeln für r und Q her.

Antwort

3. Schätzen Sie die Dauer der Beschleunigungsphasen nach den Richtungswechseln eines Öltröpfchens mit dem Radius $r = 0,727 \mu\text{m}$, indem Sie in beiden Fällen die Gleichung für das Kräftegleichgewicht nach der Geschwindigkeit

auflösen und die Beschleunigung abschätzen. Muss die Beschleunigungsphase bei der Zeitmessung berücksichtigt werden?

Antwort

4. Warum ist es wichtig, die Kondenstorplatten waagrecht auszurichten?

Antwort

5. Warum sind Öltröpfchen besser geeignet als Wassertröpfchen, wenn man bedenkt, dass die Masse der untersuchten Objekte als konstant angesehen wird?

Antwort

6. Bewegen sich gering geladene Tröpfchen im elektrischen Feld schneller oder langsamer als stark geladene? Wie ist (qualitativ) dementsprechend die Spannung zu wählen, wenn man gering bzw. stark geladene Öltröpfchen bei etwa gleicher Geschwindigkeit beobachten will?

Antwort

7. Welcher Nachteil ergibt sich für die Auswertung, wenn man die fünf Zeitmessungen mit einer Additionsstoppuhr aufsummiert und durch fünf teilt, anstatt alle fünf Werte zu protokollieren und dann zu mitteln?

Antwort

8. Wie hängen die Viskosität η und die mittlere freie Weglänge λ qualitativ von der Temperatur ab?

Antwort

2.2 Methoden

2.2.1 Aufbau

Der Aufbau des Versuches ist in Abb. 1 skizziert. Zu erkennen ist der Plattenkondensator, welcher einerseits an ein Netzgerät angeschlossen ist, welches Spannungen von bis zu 600 V liefern kann, und andererseits an die Düse mit der das Öl in den Plattenkondensator gespritzt wird. Für die Betrachtung der Öltröpfchen wird ein Mikroskop so an den Plattenkondensator angebracht, dass sich die Tröpfchen in dem Raum zwischen den beiden Platten des Kondensators betrachten lassen. Um die Tröpfchen besser zu erkennen wird Licht in den Zwischenraum des Kondensators gestrahlt.

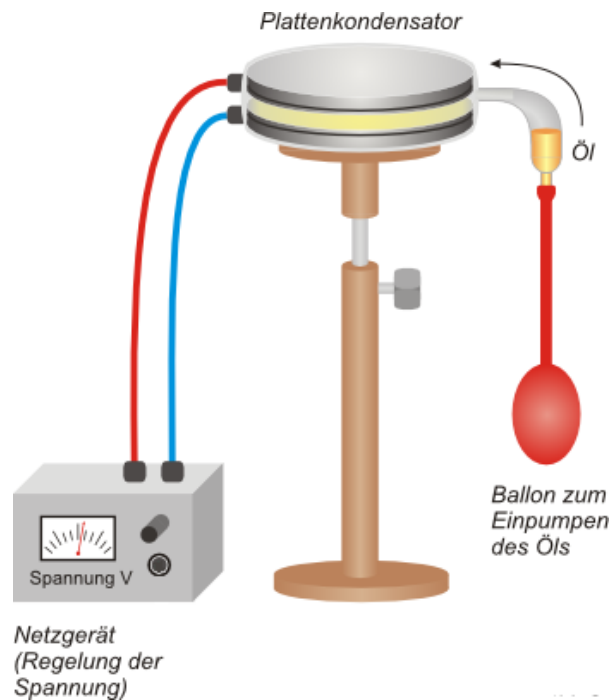
2.2.2 Unsicherheiten

Die bei diesem Versuch auftretenden Unsicherheiten setzen sich aus der Unsicherheit für die Zeitmessung und der des Ortes zusammen. Für die Zeitmessung dient eine handelsübliche Stoppuhr. Diese besitzt eine Digitalanzeige und erhält deswegen eine Unsicherheit, welche über eine Rechteckverteilung bestimmt wird. Da jedoch auch die Reaktionszeit eine Rolle spielt, wird diese mit 0,1 s über eine Dreiecksverteilung bestimmt. Aus der kombinierten Unsicherheit der Stoppuhr und der Reaktionszeit folgt die der Zeitmessung. Bei der Unsicherheit des Ortes wird die des Maßes an dem Mikroskop verwendet. Hierbei handelt es sich um ein Mikrometermaß, welches eine Unsicherheit von $0,1\text{ }\mu\text{m}$ dreiecksverteilt besitzt. Die Berechnung der kombinierten Unsicherheiten erfolgt nach GUM und ist im Anhang aufgeführt.

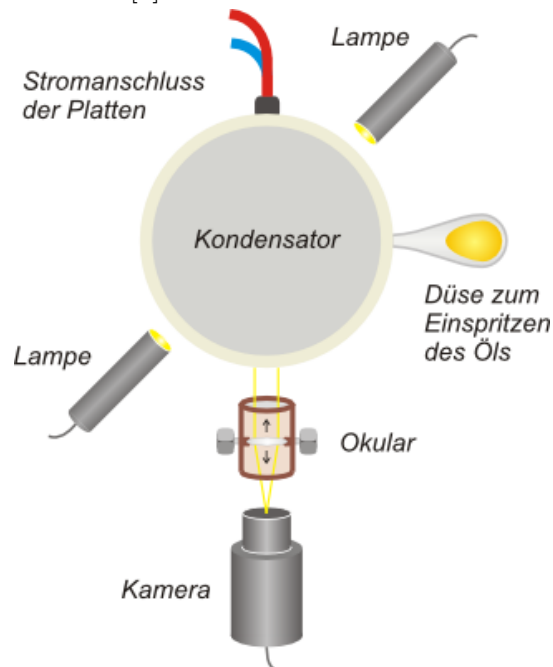
2.3 Durchführung und Datenanalyse

Damit sich die Elementarladung der Tröpfchen bestimmen lässt, werden zunächst die Geschwindigkeiten v_{\downarrow} und v_{\uparrow} ermittelt. Dazu wird die Zeit gemessen, welche das Tröpfchen benötigt um zwei Skalenabstände auf dem Mikrometermaß an dem Mikroskop zurückzulegen. Bei ausgeschaltetem Kondensator, wo die Gewichtskraft F_G das Tröpfchen nach unten drückt, wird die gemessene Geschwindigkeit v_{\downarrow} genannt. Umgekehrt v_{\uparrow} für den Fall, dass der Kondensator eingeschaltet ist und die elektrische Kraft F_E das Tröpfchen nach oben drückt.

2.4 Diskussion



- (a) Allgemeine Darstellung des Versuchsaufbaus. Zu erkennen ist das Netzgerät mit dem Spannung von bis zu 600 V für den ebenfalls dargestellten Plattenkondensator, sowie auch die Düse zum Einspritzen des Öls.[1]



- (b) Genauere Darstellung des Aufbaus bezüglich der Betrachtung der Öltröpfchen über das Mikroskop, welches hier aus Kamera und Okular zusammengesetzt ist. Zudem ist die Beleuchtung der Öltröpfchen über die Lampen skizziert.[1]

Abbildung 1: Aufbau des Millikan Versuchs.

3 Schlussfolgerung

4 Anhang

4.1 Unsicherheitsrechnung

$$x = \sum_{i=1}^N x_i; \quad u(x) = \sqrt{\sum_{i=1}^N u(x_i)^2}$$

Abbildung 2: Formel für kombinierte Unsicherheiten des selben Typs nach GUM.

$$f = f(x_1, \dots, x_N); \quad u(f) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}$$

Abbildung 3: Formel für sich fortpflanzende Unsicherheiten nach GUM.

Literatur

- [1] Stefanie Wiedigen. *Der Millikan Versuch*. URL: <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/1558> (besucht am 22.01.2018).