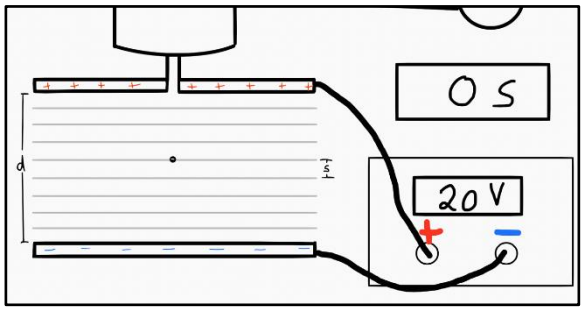
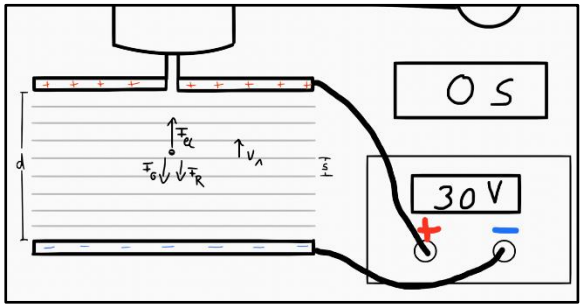
# Arbeitsblatt – Millikan-Versuch (Steig-Sink-Methode) - Lösung

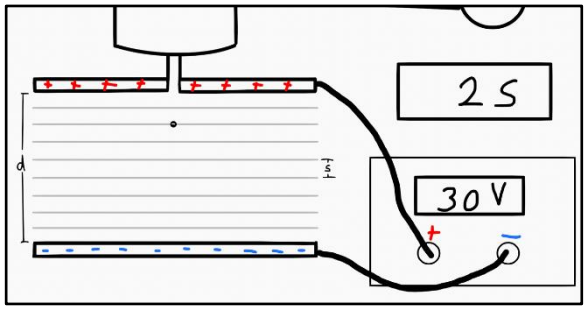
**Aufgabe:** Erläutere anhand des Millikan-Versuchs die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung.

Aufbau: Der Aufbau ist derselbe, wie bei der „Schwebe-Fall-Methode“.

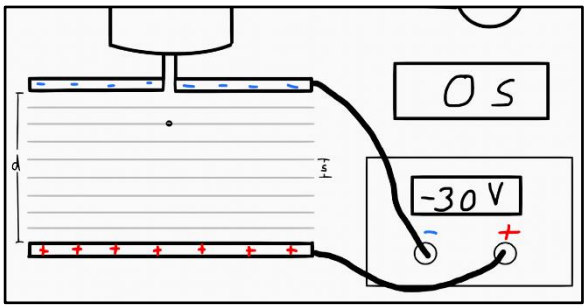
Durchführung: Mithilfe des Millikan-Versuchs kann man die Ladung eines einzelnen Elektrons bzw. Protons bestimmen. Zu Beginn liegt zwischen den Platten eine Spannung von 20 Volt an. Die obere Platte ist positiv und die untere Platte ist negativ geladen. Das negativ geladene Öltröpfchen wird folglich von der oberen Platte angezogen und von der unteren Platte abgestoßen. Da sich die nach unten gerichtete Gravitationskraft und die nach oben gerichtete elektrische Kraft ausgleichen, schwebt das Öltröpfchen. Jetzt wird die Spannung auf 30 V vergrößert und gleichzeitig eine Stoppuhr gestartet. Das Öltröpfchen steigt nach einer kaum beobachtbaren Beschleunigungsphase mit einer konstanten Geschwindigkeit $v_1$ nach oben. Auf das Tröpfchen wirken nach oben die elektrische Kraft $F_{el}$ und nach unten die Gewichtskraft $F_G$ sowie die der Bewegung entgegengerichtete Stokes´sche Reibungskraft $F_R$. Die Geschwindigkeit mit der sich das Tröpfchen nach oben bewegt nennen wir $v_1$. Nachdem das Tröpfchen zwei Skalenstriche weit gestiegen ist, halten wir die Stoppuhr an. In diesem Fall hat das Tröpfchen für die Strecke von zwei Skalenstrichen die Zeit von 2 Sekunden benötigt. So können wir mithilfe der Strecke und der Zeit $v_1$ berechnen.

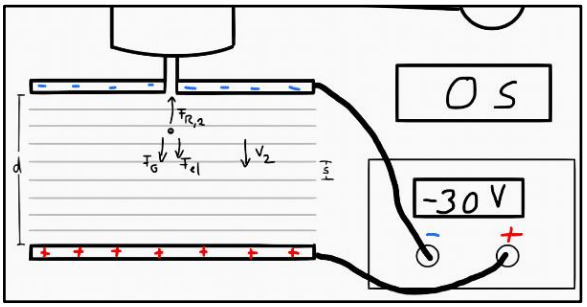


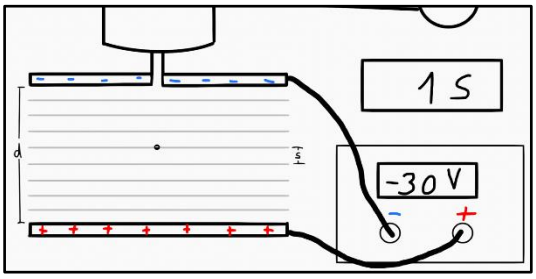




Jetzt geht der Versuch weiter. In dem Moment, wo das Öltröpfchen den zweiten Skalenstrich erreicht, polen wir die Spannung um und die Stoppuhr startet erneut. Nun ist die untere Platte positiv und die obere Platte negativ geladen. Nach eine kaum beobachtbaren Beschleunigungsphase sinkt das Tröpfchen mit einer konstanten Geschwindigkeit nach unten. Auf das Tröpfchen wirkt nach oben die der Bewegung entgegengerichtete Stokes´sche Reibungskraft $F_R$ und nach unten die elektrische Kraft $F_{el}$ sowie die Gewichtskraft $F_G$. Die Geschwindigkeit mit der sich das Tröpfchen nach unten bewegt nennen wir $v_2$.

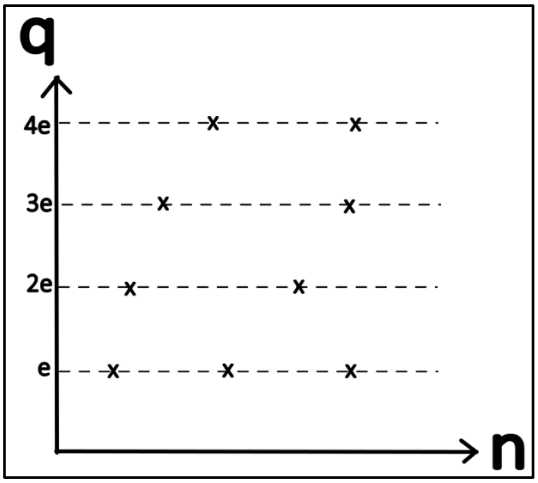


Erreicht das Öltröpfchen die Ausgangslage, so stoppen wir die Stoppuhr. Diese zeigt eine Zeit von einer Sekunde an. So können wir mithilfe der Strecke und der Zeit $v_2$ berechnen.




Die weiteren Größen d (Abstand der Kondensatorplatten), ρ (Dichte von Öl), g (Ortsfaktor) und η (Zähigkeit der Luft) sind bekannt. Setzt man alle Größen in die Formel ein erhält man den Wert für die Ladung q. Im Realexperiment erhält man für q immer ein Vielfaches von e. Dazwischen gibt es keine Werte. Somit ist e die kleinste Ladung, die sogenannte Elementarladung.




Formel:

$$q = \frac{g \cdot \pi \cdot d}{2 \cdot U} \cdot \sqrt{\frac{\eta^3}{\rho_{Öl} \cdot g}} \cdot \sqrt{v_2 - v_1} \cdot (v_1 + v_2)$$

Ergebnis:

Die Elementarladung beträgt

$q = e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C$