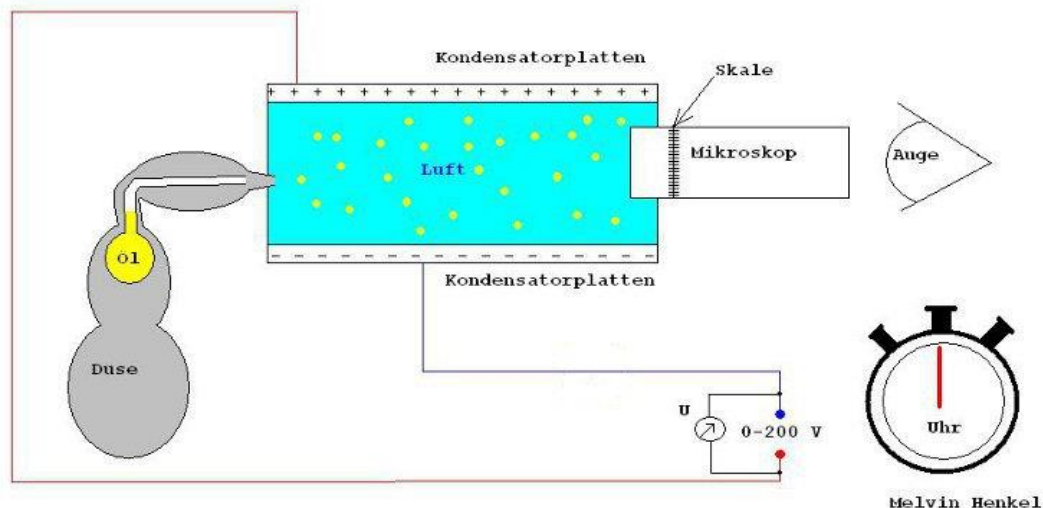
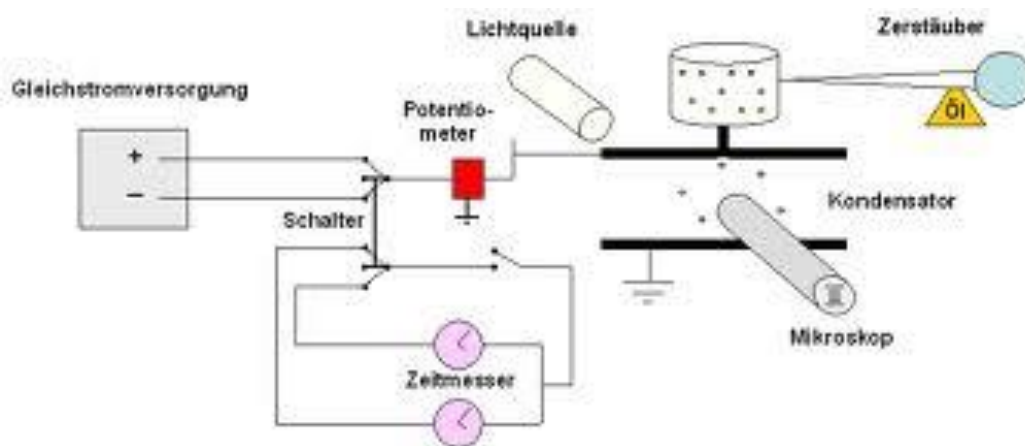


Der Millikan Versuch

Der Millikan – Versuch stellt eine experimentelle Möglichkeit dar, um eine relativ genaue Bestimmung der Elementarladung e durchzuführen. Der Versuch wurde 1910 vom amerikanischen Physiker Robert Andrews Millikan entwickelt und durchgeführt. Sein ermittelter Wert für die Elementarladung $e = 1,592 \cdot 10^{-19} C$ lag relativ dicht am heutigen genaueren Wert für die Ladungsmenge einer Elementarladung von

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

Um diese Ladungsmenge zu bestimmen benutzt man häufig die Schwebemethode –oder die Gleichfeldmethode. Bei beiden Methoden wird grundsätzlich derselbe Versuchsaufbau verwendet.

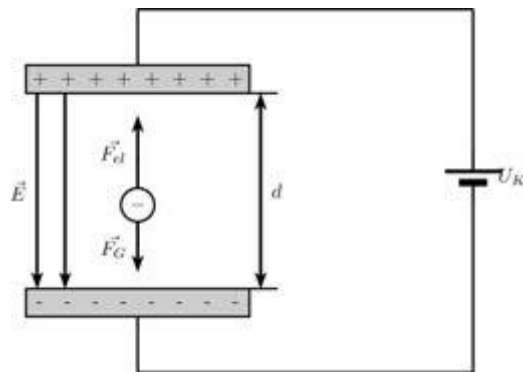


Mit einem Zerstäuber werden feinste Öltröpfchen erzeugt. Diese Öltröpfchen werden elektrisch geladen, bei Millikan historischem Versuchsaufbau geschah das durch eine Röntgenröhre, welche die Öltröpfchen ionisiert.

Anschließend bringt man diese Tröpfchen in einen Plattenkondensator. Auf jedes Tröpfchen wirkt nun die Gravitationskraft F_G , durch die das Tröpfchen nach „unten“ fällt. Da die Reibung der Luft nicht vernachlässigbar ist, wirkt eine Reibungskraft F_R dem freien Fall

entgegen. Wird an die Kondensatorplatten eine Spannung angelegt, so wird weiterhin die Kraft des homogenen elektrischen Feldes des Kondensators auf das Öltröpfchen. Durch eine geeignete Wahl dieser Spannung U kann das Tröpfchen in den Schwebezustand versetzt werden, so das gilt:

$$F_e = F_G.$$



Da im Schwebezustand keine Reibungskraft berücksichtigt werden muss, lässt sich sehr schnell die spezifische Ladung eines Elektrons als Verhältnis von $\frac{e}{m_e}$ bestimmen.

Es gilt: $F_e = F_G.$

Mit $F_e = Q \cdot \frac{U}{d}$ wobei U die Spannung an den Kondensatorplatten und d der Plattenabstand ist und $F_G = m \cdot g$ gilt:

$$Q \cdot \frac{U}{d} = m \cdot g.$$

Mit $m = \rho \cdot V$ und dem Volumen einer Kugel $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$ gilt somit

$$Q = \frac{\rho \cdot 4\pi \cdot r^3 \cdot g \cdot d}{3 \cdot U}.$$

Das Problem dieser Methode liegt darin, das sich der Radius auf Grund der Brownschen Molekularbewegung und der Eigenschwingung des Öltröpfchens nicht genau bestimmen lässt.

Dabei bietet sich jedoch die Gleichfeldmethode, die die Reibungskräfte beim Sinken und Steigen eines Öltröpfchens in laminaren Strömungen berücksichtigt, als relativ genaue Bestimmungsmethode an.

Um die Genauigkeit des Versuches zu verbessern, ändert man die Versuchsdurchführung geringfügig ab. Da die Reibungskraft mit der Geschwindigkeit wächst, stellt sich eine konstante Sinkgeschwindigkeit v_1 ein, welche gut messbar ist. Die Bewegung erfolgt geradlinig gleichförmig, womit die Gleichung $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ Verwendung finden kann. Polt man das elektrische Feld bei gleich bleibender Spannung um und misst dann die konstante Steiggeschwindigkeit v_2 , so kann man den Radius und damit auch die Ladung der Tröpfchen experimentell gut bestimmen.

$$6\pi\eta r \vec{v}_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \vec{g}$$

$$6\pi\eta r \vec{v}_2 = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho \vec{g} + q\vec{E}$$

$$\Rightarrow \varphi = (v_1 + v_2) \sqrt{v_1} \frac{18\pi}{E} \sqrt{\frac{\eta^3}{2\rho g}}$$

Es soll angenommen werden, dass die Form eines Tröpfchens einer Kugel entspricht und die Eigenschwingungen beim Sinken oder Steigen des Tröpfchens unberücksichtigt bleiben. Dabei findet der Stookesche Satz $F_R = 6 \cdot \pi \cdot v \cdot r \cdot \eta$ Anwendung.

eine Anwendung.

Somit gilt: 1. $F_G = F_R$

$$m \cdot g = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 6 \cdot \pi \cdot v \cdot r \cdot \eta.$$

Jetzt lässt sich der Radius bequem berechnen. Es gilt:

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot v \cdot \eta}{2 \cdot \rho \cdot g}}.$$

Mit dem berechneten Radius lässt sich dann Q berechnen, mit:

$$Q = \frac{\rho \cdot 4\pi r^3 \cdot g \cdot d}{3 \cdot U}.$$