

Die Elementarladung e und der Millikan-Versuch

A. Faradaysche Gesetze der Elektrolyse

- Säuren, Laugen oder Salze bilden bei Lösung in Wasser Ionen, die das Wasser elektrisch leitfähig machen.
- Bringt man zwei Elektroden in solch leitfähiges Wasser und legt eine Spannung U an die Elektroden an, so wandern die Ionen je nach Ladungsart zur entsprechenden Elektrode und geben dort ihre Ladung ab.
- Man stellt fest, dass $6,0225 \cdot 10^{26}$ Ionen immer $z \cdot 9,6494 \cdot 10^7$ C an Ladung transportieren, wobei je nach Ionensorte $z = 1, 2$ oder 3 gilt.

Vermutung: Jedes Ion trägt z -mal eine Ladung e , wobei $e = \frac{9,6494 \cdot 10^7}{6,0225 \cdot 10^{26}}$ = die kleinste in der Natur auftretende Portion an elektr. Ladung ist.
Man nennt e die **Elementarladung**.

B. Millikan-Versuch (1913; R.A. Millikan 1868-1953)

Ziel des Versuchs:

Nachweis, dass elektr. Ladungen nur in Vielfachen der Elementarladung e auftreten.

Versuchsaufbau:

In das homogene Feld eines Plattenkondensators, dessen Feldlinien vertikal verlaufen, bringt man fein zerstäubte Öltröpfchen. Einige Tröpfchen werden beim Zerstäuben elektrisch aufgeladen. (Man kann auch mit Röntgenstrahlen nachhelfen!) Die Bewegung der Tröpfchen im Feld wird mit einem Mikroskop beobachtet.

Schwebemethode:

Durch ein elektrisches Feld geeigneter Richtung und Größe kann man ein mit q aufgeladenes Tröpfchen zum Schweben bringen.

Schwebekbedingung: $qE = mg$

D.h. $Q = \frac{mg}{E}$

Wie misst man m_T ?

Mit $V_{\text{Kugel}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ und der Dichte $\rho = \frac{m}{V}$ folgt für ein kugelförmiges Öltröpfchen:

$Q = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g / E$

Schwierigkeiten bei dieser Methode:

- a) Radius r kann bei den sehr kleinen, mikroskopischen Öltröpfchen nur ungenau gemessen werden.
- b) Wegen der Brownschen Molekularbewegung lässt sich der Schwebekzustand nur schwer feststellen.



Sinkmethode:

Wird das elektrische Feld abgeschaltet, so sinkt das Tröpfchen (wegen des Luftwiderstands) mit konstanter Geschwindigkeit v . Es existiert ein Zusammenhang zwischen der Sinkgeschwindigkeit v und dem Tröpfchenradius r :

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot v \cdot \eta}{2 \cdot g \cdot \rho}} \quad (g \text{ Erdbeschleunigung, } \eta \text{ Zähigkeit der Luft })$$

Man misst nun mit abgeschaltetem Feld die Geschwindigkeit v , mit der ein herausgegriffenes Tröpfchen sinkt, und berechnet daraus den Radius r dieses Teilchens. Dann regelt man die Spannung U solange hoch, bis dieses Tröpfchen schwebt.

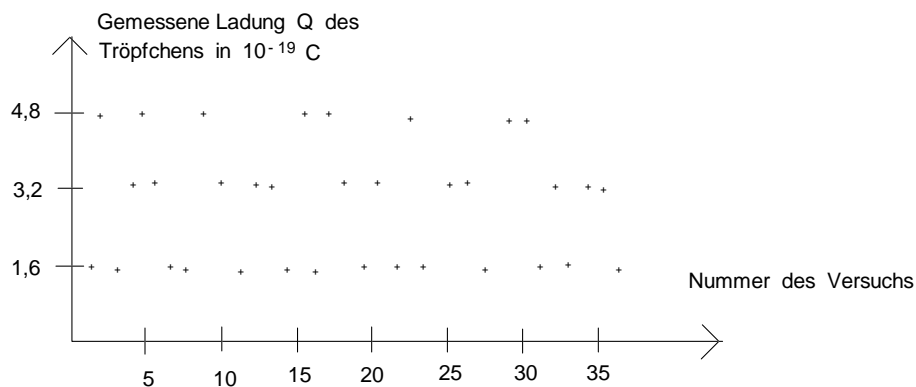
Mit der Sinkmethode räumt man aber lediglich die Schwierigkeit a) aus.

Sink- und Steigmethode:

Mit der Sink- und Steigmethode werden schließlich beide Schwierigkeiten a) und b) ausgeräumt.

Versuchsdurchführung und -auswertung bei dieser Methode:

Bei vielen wiederholt durchgeführten Versuchen wird jeweils die Ladung Q eines herausgegriffenen und beobachteten Öltröpfchens bestimmt:



Ergebnis:

Die elektrische Ladung tritt nur in ganzzahligen Vielfachen einer kleinsten Ladung e auf. e heißt daher **Elementarladung** und es gilt

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