

Allgemeine Hinweise:

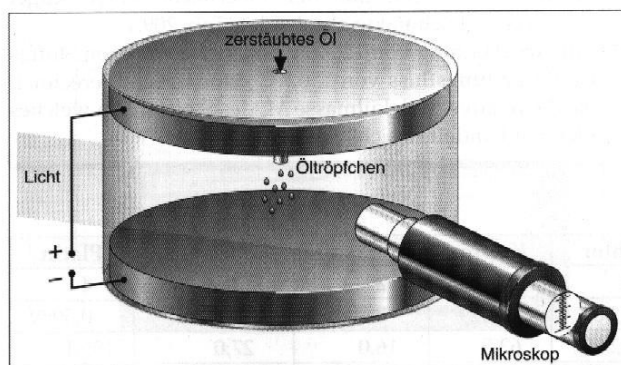
- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

1. Feldlinien, elektrische Feldstärke und die Bestimmung der Elementarladung Die Kraft F , die vom Feld einer Ladung Q auf eine (kleine) Probeladung q ausgeübt wird, ist der Probeladung proportional: $F \sim q$. Man definiert als elektrische Feldstärke den Quotienten aus Kraft und Probeladung: $E = \frac{F}{q}$. Diese Größe hängt nicht mehr von der Ladung q ab und ist daher eine Eigenschaft des Raumes.

- 1.1. Welche Einheit hat E ? Zeigen Sie, dass E ebenfalls in der Einheit V/m angegeben werden kann. Kennen Sie eine zu E analoge Größe („Quotient aus Kraft auf Probegröße und Probegröße“) aus der Mechanik?
- 1.2. Skizzieren Sie die Feldlinien zwischen zwei ungleichnamig geladenen Kondensatorplatten, zwischen zwei ungleichnamigen Punktladungen und zwischen einer positiven Punktladung, die sich im Abstand r vor einer negativ geladenen Platte befindet.
- 1.3. Berechnen Sie die elektrische Feldstärke an einem Ort, an dem auf einen Körper der Ladung $q = 26 \text{ nC}$ die Kraft $F = 37 \mu\text{N}$ wirkt.

- 1.4. Die Feldlinien eines Kondensators verlaufen vertikal von oben nach unten. Ein in den Plattenraum eingebrachtes negativ geladenes Öltröpfchen, dessen Masse $m = 4,7 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$ ist, schwebt gerade. Messungen ergeben eine Feldstärke von $E = 7,2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. Berechnen Sie die Ladung des Öltröpfchens. Geben Sie zusätzlich die Ladung als Vielfaches der Elementarladung an.



Mit diesem Aufbau hat Robert Andrews Millikan (1868-1953) die Quantelung der elektrischen Ladung nachgewiesen und die Elementarladung e bestimmt. Er erhielt dafür 1923 den Nobelpreis.

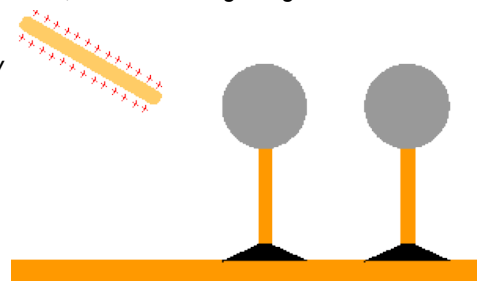
- 1.5. Sehr wahrscheinlich haben Sie in 1.4. die Auftriebskraft auf das Öltröpfchen in der Luft vernachlässigt. Das war gut so, aber warum ist das zulässig? Zeigen Sie, dass man die Auftriebskraft tatsächlich vernachlässigen kann, indem Sie das Verhältnis von Gewichtskraft und Auftriebskraft berechnen (Dichte von Öl: $\rho_{\text{Öl}} = 0,90 \text{ kg/dm}^3$; Dichte von Luft: $\rho_L = 1,3 \text{ g/dm}^3$).

Tipp: Archimedes soll der Legende nach „Heureka!“ (gr.: „Ich hab's!“) rufend nackt durch Syrakus gelaufen sein, nachdem ihm bei einem Bad die Erkenntnis über Auftriebskräfte auf Körper in einem Medium gekommen ist.

- 1.6. Ein Elektron wird mit der Geschwindigkeit $v = 30000 \text{ km/s}$ ($= 1/10c$, also ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit) von oben in den Kondensator aus 1.4. geschossen. Wie weit bewegt sich das Elektron, bevor es vollständig abgebremst ist und ruht?

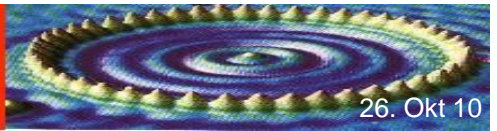
Tipp: Bis die kinetische Energie des Elektrons „aufgebraucht“ ist, verrichtet es gegen das elektrische Feld physikalische Arbeit.

2. Elektrostatik Schon im Altertum sind elektrische Phänomene aufgrund von Reibung zwischen verschiedenen Materialien beobachtet worden. Das griechische Wort „elektron“ bedeutet übersetzt „Bernstein“, ein Stoff, der sich sehr gut eignet für Experimente zur Reibungselektrizität. Die Elektrostatik, die das Verhalten von ruhenden Ladungsansammlungen beschreibt, erklärt so unterschiedliche Phänomene wie die Entstehung von Blitzen, die schmerzhaften Funken beim Verlassen eines PKW und das Aufbringen von Toner in einem Laserdrucker.



- 2.1. Zur Verfügung steht ein durch Reibung positiv geladener Stab und zwei Metallkugeln, welche isoliert aufgestellt sind.

- a) Nennen Sie mindestens eine Methode, wie mit nebenstehendem Aufbau eine Metallkugel negativ aufgeladen werden kann.

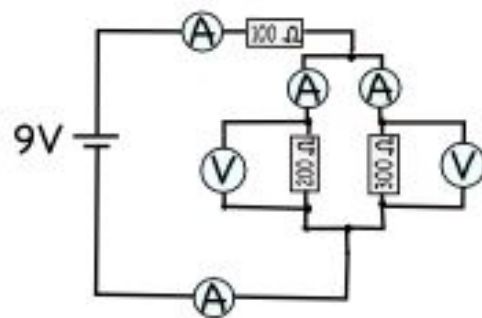
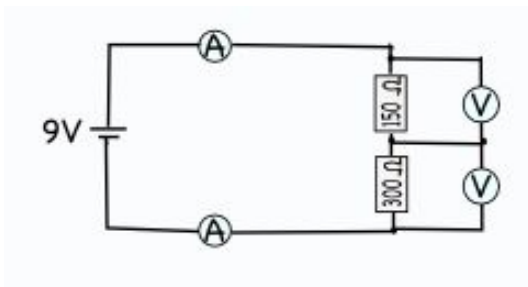


b) Erklären Sie, wie sich mit dem Aufbau eine Kugel positiv aufladen läßt.

2.2. Einem isoliert aufgehängten, leitenden neutralen Kügelchen wird eine negativ geladene Kugel genähert. Das Kügelchen wird angezogen, berührt die Kugel und wird dann abgestoßen. Erklären Sie dieses Verhalten.

3. Bewegte Ladungen *Bewegte Ladungen stellen einen elektrischen Strom dar. Ein Strom wird angetrieben von einer Spannung (eine Analogie zur elektrischen Spannung ist z.B. ein Druckunterschied zwischen zwei Orten in einem mit Wasser gefüllten Röhrensystem - erst ein solcher Druckunterschied treibt das Wasser an). Neben der Spannung hängt die Stromstärke in einem Stromkreis natürlich noch vom elektrischen Widerstand ab.*

Berechnen Sie Werte, die die Messgeräte anzeigen würden:



Konstanten
und Einheiten

- siehe Formelsammlung
- Viel Spaß!

