

### Allgemeine Hinweise:

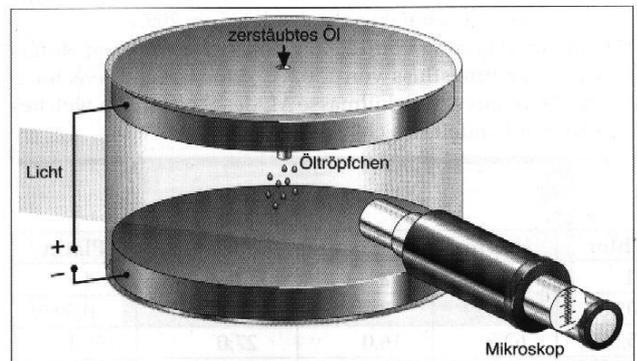
- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen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

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**1. 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. 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.

1.2. 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.

1.3. 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 durch eine Rechnung, 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:  $\rho_L = 1,3 \text{ g/dm}^3$ ).

Tip: 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.

1.4. Ein Elektron wird mit der Geschwindigkeit  $v = 30000 \text{ km/s}$  ( $= 1/10 c$ , 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?

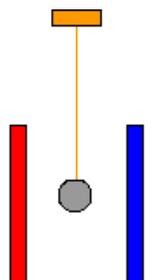
Tip: Bis die kinetische Energie des Elektrons „aufgebraucht“ ist, verrichtet es gegen das elektrische Feld physikalische Arbeit.

**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.

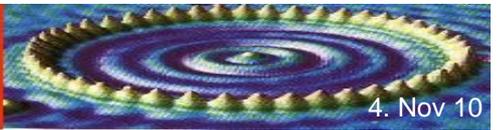
2.1. Zwischen die ungleichnamig geladenen Platten eines Plattenkondensators wird ein an einem Isolierfaden aufgehängter, mit Graphit beschichteter Tischtennisball gebracht. Der Ball wird zur linken Platte geführt und dann sich selbst überlassen.

a) Beschreiben Sie die sich nun abspielenden Vorgänge (bei genügend starkem Feld), wenn die Platten nicht mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

b) Beantworten Sie die Teilaufgabe a) für den Fall, dass die Platten mit den Polen einer Hochspannungsquelle verbunden sind.

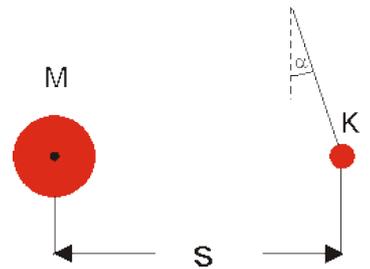


2.2. Eine isoliert aufgestellte Metallkugel  $M$  trägt die positive Ladung  $Q$ . In der Nähe von  $M$  befindet sich eine isoliert aufgehängte Kugel  $K$  mit der Masse  $m = 0,50 \text{ g}$  und der positiven Ladung  $q = 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ . In der Gleichgewichtslage befinden sich die beiden Kugelmittelpunkte auf gleicher Höhe; bei  $s = 12 \text{ cm}$  liegt ein



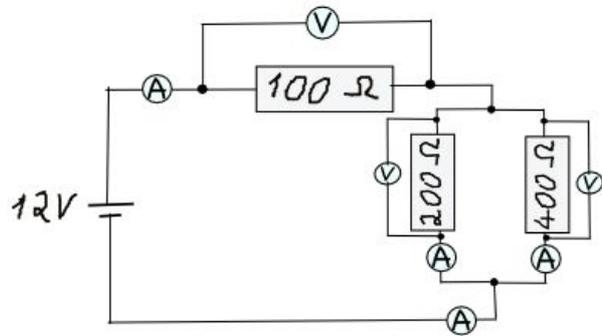
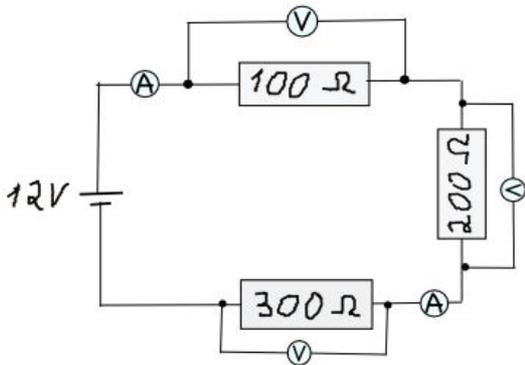
Auslenkwinkel von  $\alpha = 10^\circ$  vor.

- Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke, die von der Ladung  $Q$  am Ort des Mittelpunktes von  $K$  erzeugt wird.
- Berechnen Sie die Ladung  $Q$  auf der Oberfläche der Kugel  $M$ . (Nur für Experten! Tipp: Suchen Sie in der Formelsammlung den Zusammenhang zwischen  $E$  und felderzeugender Ladung  $Q$ .)



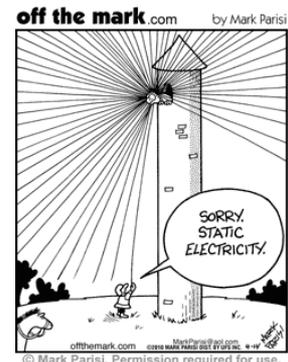
**3. Bewegte Ladungen** Bewegte Ladungen stellen einen elektrischen Strom dar. Ein Strom wird angetrieben von einer Spannung (eine Analogie zur elektrischen Spannung ist z.B. ein Druckunterschied zwischen zwei Orten in einem mit Wasser gefüllten Röhrensystem - erst ein solcher Druckunterschied treibt 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!



© Mark Parisi, Permission required for use.