

---

# Probeklausur zur Experimentalphysik 2

Prof. Dr. T. Hugel  
Sommersemester 2013  
10. Juni 2013

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

## Aufgabe 1 (3 Punkte)

Eine Punktladung  $Q = 10\mu\text{C}$  befinde sich im Ursprung des Koordinatensystems. Eine Probeladung  $q = -0,1\mu\text{C}$  mit der Masse  $m = 0,1\text{g}$  befinde sich im Abstand  $r_1 = 5\text{cm}$  von  $Q$ .

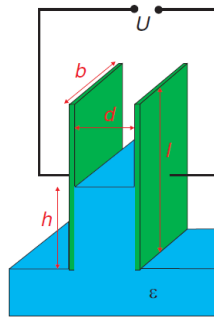
- Welche Kraft (Betrag und Richtung) wirkt auf die Probeladung?
- Gehen Sie nun davon aus, dass es sich bei den Ladungen um homogen geladene Kugeln handelt. Dabei habe die Probeladung einen Radius von  $R_q = 3\text{mm}$ , die ortsfeste Ladung einen Radius von  $R_Q = 7\text{mm}$ . Welche Arbeit verrichtet das Feld an der Probeladung bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Probeladung auf die ortsfeste Ladung trifft, wenn diese im Abstand von  $5\text{cm}$  losgelassen wird? (Verwenden Sie, falls Sie diese Teilaufgabe nicht bearbeitet haben,  $0,5\text{J}$  als Ersatzlösung)
- Mit welcher Geschwindigkeit trifft die Probeladung in der unter (b) beschriebenen Situation auf die Oberfläche der Ladung  $Q$ ? (Dabei sei die Anfangsgeschwindigkeit der Probeladung identisch Null und die Luftreibung zu vernachlässigen)

## Aufgabe 2 (6 Punkte)

- Berechnen Sie mit Hilfe des Gaußschen Satzes die Kapazität eines quadratischen Plattenkondensators mit Kantenlänge  $L$  und Abstand  $d$ . Vernachlässigen Sie Randeffekte.
- Nun wird der geladene Kondensator über einen Widerstand  $R$  entladen. Stellen Sie die Differentialgleichung auf. Zeigen Sie, dass die gleiche Menge elektrische Feldenergie am Widerstand dissipiert wird, die auch im Kondensator steckt.

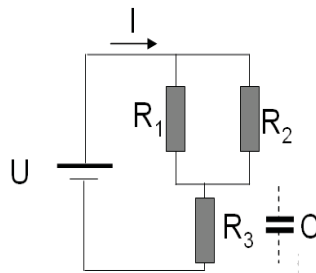
## Aufgabe 3 (4 Punkte)

Ein Plattenkondensator bestehend aus zwei Platten mit Breite  $b$  und Höhe  $l$  sowie Plattenabstand  $d$  ist mit einer Spannungsquelle der Spannung  $U$  verbunden. Nun wird dieser Kondensator mit der unterkante der Platten in eine nichtleitende Flüssigkeit mit der Dielektrizitätszahl  $\varepsilon$  und der Dichte  $\rho$  so eingetaucht, dass die Flüssigkeit den unteren Rand der Platten gerade berührt. Sie beobachten, dass Flüssigkeit in den Kondensator hineingesogen wird und bis zur Höhe  $h$  steigt.



- Berechnen Sie die Kraft, mit der die Flüssigkeit in den Kondensator gezogen wird.
- Wie groß ist die maximale Steighöhe  $h$  der Flüssigkeit?

#### Aufgabe 4 (4 Punkte)



Betrachten Sie das nebenstehende Widerstandsnetzwerk aus den Widerständen  $R_1 = 280\Omega$ ,  $R_2 = 470\Omega$  und  $R_3 = 100\Omega$ .

- Wie groß ist der Ersatzwiderstand  $R_{12}$  für die Widerstandskombination aus  $R_1$  und  $R_2$ ? (Verwenden Sie, falls Sie diese Teilaufgabe nicht bearbeitet haben,  $200\Omega$  als Ersatzlösung)
- Wie groß ist der Gesamtwiderstand des Netzwerks? (Verwenden Sie, falls Sie diese Teilaufgabe nicht bearbeitet haben,  $275\Omega$  als Ersatzlösung)
- Welche Leistung wird in  $R_3$  in Wärme umgewandelt, wenn die angelegte Spannung  $U$  konstant  $10V$  beträgt?
- Sie ersetzen den Widerstand  $R_3$  durch einen Kondensator der Kapazität  $C = 1nF$ . Wie groß ist die Spannung, die am vollständig geladenen Kondensator anliegt? Begründen Sie ihre Antwort. Wann erreicht der Kondensator  $63\%$  ( $\approx 1 - e^{-1}$ ) seiner endgültigen Spannung?

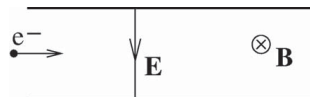
#### Aufgabe 5 (4 Punkte)

Eine Glühlampe ist über zwei  $10m$  lange Kupferdrähte mit je  $0,7mm$  Durchmesser und einem Schalter mit einer Gleichspannungsquelle verbunden, so dass ein Strom von  $1A$  fließt. Die Dichte von Kupfer beträgt  $\rho = 8,92g/cm^3$  und die der Ladungsträger  $n = 5 \cdot 10^{28}m^{-3}$ .

*Hinweis:* Atommasse  $Cu : 63,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ , Masse Elektron  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

- Auf wie viele Kupferatome kommt im Mittel ein Ladungsträger?
- Berechnen Sie die Zeit  $t_2$ , nach der das erste Elektron aus der Spannungsquelle durch den Glühfaden der Lampe fließt.
- Wie lange muss der Strom fließen, bis 1kg Elektronen durch den Querschnitt des Drahtes gewandert ist?

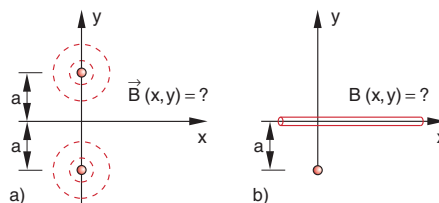
### Aufgabe 6 (3 Punkte)



Ein Plattenkondensator (in Vakuum) befindet sich in einem gleichmäßigen Magnetfeld  $\vec{B}$  der Stärke  $0,1 \text{ T}$ . Die Richtung des Magnetfelds ist parallel zu den Kondensatorplatten. Der Kondensator ist geladen und erzeugt ein gleichmäßiges elektrisches Feld  $\vec{E}$  der Stärke  $10^5 \text{ V/m}$ . Ein Elektron wird nun zwischen die Kondensatorplatten mit einer Geschwindigkeit von  $3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  geschossen, so dass es sowohl orthogonal zu  $\vec{B}$  also auch orthogonal zu  $\vec{E}$  fliegt.

- Wie groß ist die Kraft in Newton (sowohl Richtung als auch Betrag) die auf das Elektron einwirken, wenn es in den Kondensator eintritt?
- Wenn es möglich wäre, die Stärke des elektrischen und/oder Magnetfelds anzupassen, wäre es möglich, dass das Elektron in einer geraden Linie durch den Kondensator fliegt? Begründen Sie Ihre Antwort.

### Aufgabe 7 (5 Punkte)



Zwei lange gerade Drähte sind im Abstand von  $2a = 2 \text{ cm}$  parallel zueinander in  $z$ -Richtung ausgespannt und werden jeweils von dem Strom  $I = 10 \text{ A}$  durchflossen, und zwar einmal in gleicher Stromrichtung, im anderen Fall in entgegengesetzter Richtung.

- Man veranschauliche das resultierende Magnetfeld in der  $x$ - $y$ -Ebene senkrecht zu den Drähten. (siehe Abbildung (a))
- Man bestimme die Kräfte pro Längeneinheit, die die Drähte aufeinander ausüben .
- Wie groß ist die Kraft, wenn die Drähte senkrecht zueinander stehen, das heißt auf den Geraden  $z = y = 0$  und  $x = 0, y = -2 \text{ cm}$  (siehe Abbildung (b)).