

---

## 2. Probeklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. C. Pfeiderer

Sommersemester 2015

8. Juli 2015

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

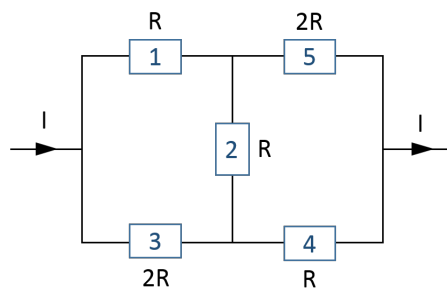
### Aufgabe 1 (6 Punkte)

Zwei Punktladungen  $q_1 = 10^{-9}\text{C}$  und  $q_2$  befinden sich auf der x-Achse bei  $x_1 = 0\text{cm}$  und  $x_2 = 3\text{cm}$ . Eine dritte Punktladung  $q_3 = 0,5 \cdot 10^{-9}$  hat von der Ladung  $q_1$  und der Ladung  $q_2$  den gleichen Abstand  $r = 2,5\text{cm}$  (und liegt zunächst nicht auf der x-Achse).

- Wie groß ist die auf die Ladung  $q_3$  wirkende Kraft  $\vec{F}$ , wenn  $q_2 = -4q_1$  ist?
- Wie groß ist  $\vec{F}$ , wenn  $q_2 = q_1$  ist?
- Die Ladung  $q_3$  befindet sich nun auf der x-Achse. Skizzieren Sie den Verlauf der Kraft  $F(x)$  auf die Ladung  $q_3$  für die unter b) gegebenen Ladungen  $q_1 = q_2$ , wenn  $q_3$  entlang der x-Achse bewegt wird (von  $-\infty$  bis  $\infty$ ). Gibt es Stellen, an denen die resultierende Kraft auf die Ladung  $q_3$  Null ist? Wenn ja, berechnen Sie diese.

### Aufgabe 2 (6 Punkte)

Betrachten Sie die in der Abbildung gezeigte Anordnung von 5 Widerständen als Vielfache von  $R$ . Durch die Anordnung fließe ein Strom  $I$ .



- Stellen Sie die Gleichungen für das Gleichungssystem auf, wenn Sie die Ströme durch die verschiedenen Widerstände berechnen wollen. Sie müssen das Gleichungssystem nicht lösen!

- (b) Wenn man dieses Gleichungssystem löst erhält man folgende Ströme  $I_1 = \frac{3}{5}I$ ,  $I_2 = \frac{1}{5}I$ ,  $I_3 = \frac{2}{5}I$ ,  $I_4 = \frac{3}{5}I$ ,  $I_5 = \frac{2}{5}I$  Welcher Anteil der gesamten Wärmeleistung wird in Widerstand 2 umgesetzt?
- (c) Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Anordnung?

### Aufgabe 3 (7 Punkte)

Ein Plattenkondensator (Plattenfläche  $4 \text{ cm}^2$ , Plattenabstand  $3 \text{ mm}$ ) befindet sich im Vakuum. Zur Zeit  $t = 0$  sei keine Ladung auf den Platten. Für  $t > 0$  werden die Platten mit einem konstanten Strom  $I_C = 2 \text{ mA}$  aufgeladen.

- (a) Berechnen Sie für die Zeit  $t = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$  die Ladung auf den Platten, das elektrische Feld zwischen den Platten sowie die Potentialdifferenz zwischen den Platten.
- (b) Berechnen Sie die zeitliche Änderung  $\frac{dE}{dt}$  des elektrischen Feldes zwischen den Platten.
- (c) Wie groß ist die Verschiebungsstromdichte  $j_D$  zwischen den Platten? Berechnen Sie den Verschiebungsstrom  $I_D = j_D A$  und vergleichen Sie ihn mit  $I_C$ .
- (d) Nach weiteren  $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$  wird die Aufladung unterbrochen und der Kondensator wird über einen Widerstand  $R = 1 \Omega$  entladen.  
Durch welche Differentialgleichung wird die zeitliche Änderung der Ladung nach Schließen dieses Stromkreises beschrieben? Lösen Sie diese und geben Sie einen Ausdruck für  $Q = Q(t)$  als Funktion der Zeit nach Beginn des Entladevorganges an.
- (e) Nach welcher Zeit  $T$  ist die Ladung auf den 1/e-ten Teil ihres ursprünglichen Wertes abgesunken?

### Aufgabe 4 (4 Punkte)

Eine Gewitterwolke habe eine Ausdehnung von  $100 \text{ km}^2$  und befinde sich in  $1 \text{ km}$  Höhe.

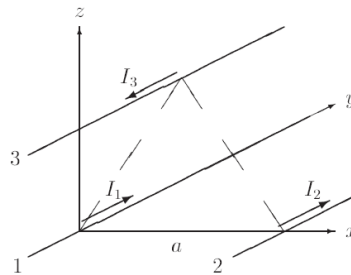
- (a) Unter der Annahme, eine Wolke verhalte sich idealerweise wie ein Kondensator: Welche Ladung muss sich auf der Wolke befinden, damit es zu einem Blitz kommt?

**Hinweis:** Die Durchschlagfeldstärke von Luft beträgt  $10^4 \text{ V/cm}$ .

- (b) Der Blitz entlade die Wolke vollständig, welche Energie wird auf die Erde übertragen?

### Aufgabe 5 (5 Punkte)

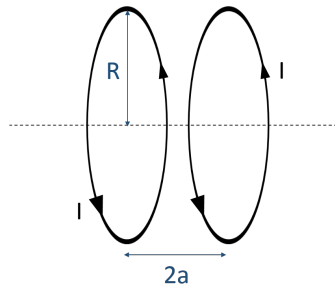
Gegeben seien drei unendlich, lange, gerade, parallele Drähte. Draht 1 bilde die  $y$ -Achse eines kartesischen Koordinatensystems, Draht 2 liege in der  $(x, y)$ -Ebene bei  $x = +a$ , Draht 3 liege so, dass die Durchstoßpunkte der Drähte durch die  $(x, z)$ -Ebene ein gleichseitiges Dreieck bilden (siehe Skizze). Durch die Drähte fließen die Gleichströme  $I_1 = I, I_2 = \alpha \cdot I$  mit  $\alpha > 0$  und  $I_3 = 5I$ . Die Stromrichtungen sind der Figur zu entnehmen.



- (a) Wie groß ist der Faktor  $\alpha$ , wenn die pro Meter Länge auf dem Draht 3 wirkende Kraft den Betrag  $\frac{|\vec{F}_3|}{l} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{10I^2}{a} \cdot \sqrt{7}$  hat?
- (b) Wie lautet die Komponentendarstellung des Einheitsvektors in Richtung von  $\vec{F}_3$ ?

### Aufgabe 6 (4 Punkte)

Gegeben seien zwei parallele Leiterschleifen im Abstand  $2a$  (siehe Abbildung). Beide werden in gleicher Richtung vom Strom  $I$  durchflossen. Berechnen Sie mithilfe des Biot-Savart'schen Gesetzes das Magnetfeld auf der Achse senkrecht durch die beiden Leiterschleifen.



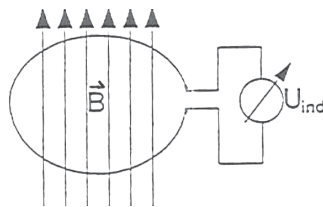
### Aufgabe 7 (5 Punkte)

A und B seien Zwillinge. A reise mit einer Geschwindigkeit von  $0,6c$  zum Stern Alpha Centauri (Abstand zur Erde: 4 Lichtjahre) und kehre sofort zur Erde zurück. Jeder Zwilling sende dem anderen im Abstand von 0,01 Jahren (im jeweiligen Ruhesystem gemessen) Lichtsignale.

- (a) Mit welcher Frequenz erhält B Signale, wenn A sich von ihm weg bewegt
- (b) Mit welcher Frequenz erhält B Signale, wenn A sich auf ihn zu bewegt?
- (c) Wie viele Signale sendet A auf seiner gesamten Reise aus?
- (d) Wie viele Signale sendet B während der Reise von A aus?

### Aufgabe 8 (5 Punkte)

Ein Metallring mit Radius  $r = 10 \text{ cm}$  wird in ein räumlich homogenes Magnetfeld gehalten, wobei die Normale des Kreisrings parallel zum Magnetfeld  $\vec{B}$  gerichtet ist. Der Widerstand des Metallrings beträgt  $R = 0,1 \Omega$ . Das Magnetfeld hat die Zeitabhängigkeit  $B = B_0 \exp(-t/\tau)$  mit  $B_0 = 1,5 \text{ T}$  und  $\tau = 3 \text{ s}$ .



- (a) Geben Sie einen Ausdruck für den magnetischen Fluss durch den Metallring als Funktion der Zeit an.
- (b) Geben Sie einen Ausdruck für die im Metallring induzierte Spannung als Funktion der Zeit an.
- (c) Wie groß ist die maximale induzierte Spannung?
- (d) Der Ring wird nun geschlossen. Berechnen Sie den durch den Ring fließenden Strom. Wie groß ist der maximale Wert?
- (e) In welcher Richtung fließt der Strom? Markieren Sie diese in einer von Ihnen angefertigten Zeichnung des Versuchsaufbaus und begründen Sie Ihre Antwort.

### Konstanten

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$
$$\mu = 12,57 \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$$