

---

# Probeklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. C. Pfeiderer

Sommersemester 2017

12.06.2017

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

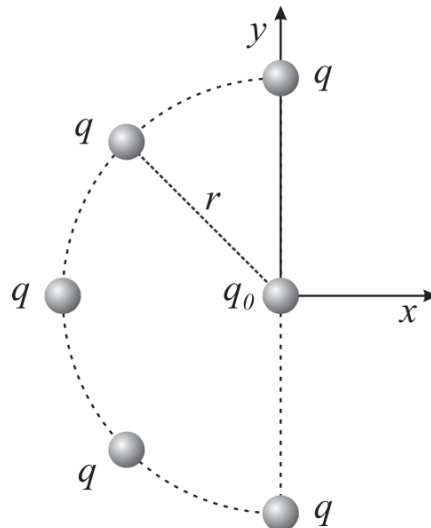
Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

## Aufgabe 1 (7 Punkte)

Auf einem Halbkreis mit Radius  $r$  sind entsprechend der Zeichnung gleiche Ladungen  $q$  gleichmäßig verteilt.

- Berechnen Sie die Kraft  $F$ , die auf die Ladung  $q_0$  im Zentrum des Halbkreises wirkt.
- Berechnen Sie  $\vec{F}$  für  $r = 10\text{cm}$ ,  $q = 3\text{nC}$  und  $q_0 = 5\text{nC}$ .
- Ordnen Sie sechs Ladungen (drei positive Ladungen  $q_+ = +e$  und drei negative Ladungen  $q_- = -e$ ) auf einem Kreis so an, dass auf eine siebte Ladung im Zentrum des Kreises eine resultierende Kraft mit dem Betrag Null wirkt. Überprüfen Sie die Auswahl der Geometrie dann mithilfe einer passenden vektoriellen Gleichung.

**Hinweis:** Stellen Sie eine der negativen Ladungen auf der positiven  $y$ -Achse. Wählen Sie jeweils die einfachste Geometrie.



## Aufgabe 2 (8 Punkte)

Ein Geiger-Müller-Zählrohr sei ein leitender Hohlzylinder mit einem Innenradius von 1,5 cm. In der Mitte sei ein Draht mit der Länge 12 cm und dem Radius 0,02 cm. Der äußere Zylinder ist coaxial zum Draht und gleich lang. Berechnen sie:

- (a) die Kapazität des Rohres mit Hilfe des Gausschen Satzes.
- (b) die lineare Ladungsdichte (Längenladungsdichte) auf dem Draht, wenn zwischen ihm und der Außenwand eine Spannung von 1,2 kV herrscht.

## Aufgabe 3 (8 Punkte)

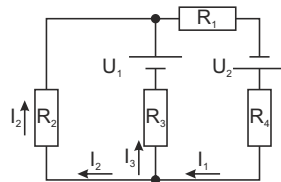
Eine Scheibe mit dem Radius  $r_S$  trägt eine Flächenladungverteilung  $\sigma = \sigma_0 r_S / r$ . Die Dicke der Scheibe vernachlässigbar.

- (a) Berechnen Sie die Gesamtladung der Scheibe.
- (b) Ermitteln Sie das Potenzial auf der Achse der Scheibe in einem Abstand  $x$  von ihrem Mittelpunkt.

*Hinweis:*  $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(\sqrt{x^2 + a^2} + x)$

## Aufgabe 4 (7 Punkte)

In der gezeigten Schaltung sind die Spannungen  $U_1 = 5\text{V}$  und  $U_2 = 12\text{V}$ , sowie die Widerstände  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$  und  $R_4 = 4\Omega$  bekannt. Welche Stromstärke  $I_2$  fließt durch den Widerstand  $R_2$ ?



## Aufgabe 5 (9 Punkte)

Durch eine Zylinderspule mit 2000 Windungen, einer Querschnittsfläche von  $4\text{cm}^2$  und einer Länge von 30 cm fließt ein Strom von 4 A.

- (a) Berechnen sie allgemein das magnetische Feld im Inneren einer Spule mit  $n$  Windungen und der Länge  $l$  durch das Amperesche Gesetz (beachten Sie die Windungszahl). Das Feld im Inneren kann als konstant angenommen werden (vernachlässigen Sie Randeffekte). Wie groß ist  $B$  innerhalb der Spule?
- (b) Berechnen Sie die Energiedichte des Magnetfeldes mit Hilfe der Beziehung  $w = B^2/(2\mu_0)$ .
- (c) Berechnen Sie die in der Spule gespeicherte magnetische Energie.

- (d) Geben Sie daraus die magnetische Energie pro Volumen Einheit innerhalb der Spule an. Vergleichen Sie das Resultat mit Ihrem Ergebnis der Teilaufgabe b.

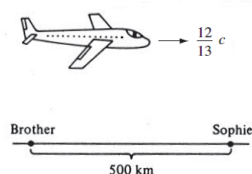
### Aufgabe 6 (9 Punkte)

Zwei kurze, große Spulen ( $N$  Windungen, Radius  $R$ ), welche parallel zur  $x-y$ -Ebene ausgerichtet sind werden allgemein als Helmholtzspulen bezeichnet. Werden die beiden Spulen gegensinning von einem Strom  $I$  durchflossen wird das als Maxwellspulenpaar bezeichnet. Die Mittelpunkte der Spulen liegen bei  $z_1 = +h$  und  $z_2 = -h$ .

- (a) Berechnen sie das resultierende Magnetfeld in  $z$ -Richtung, welches von den beiden gegensinning durchflossenen Spulen erzeugt wird mit Hilfe des Biot-Savart Gesetzes.
- (b) Zeichnen sie qualitativ das resultierende Magnetfeld in  $z$ -Richtung. Was fällt für den Bereich zwischen den beiden Spulen auf?

### Aufgabe 7 (4 Punkte)

Sophie Zabar, eine Hellseherin, schreit genau in dem Moment auf als sich ihr Zwillingbruder, 500 km entfernt, mit dem Hammer auf den Daumen schlägt. Ein skeptischer Wissenschaftler beobachtet beide Ereignisse (Unfall des Bruders und Sophies Aufschrei) als er sich in einem Flugzeug, welches sich mit einer Geschwindigkeit von  $v = \frac{12}{13}c$  nach rechts bewegt (siehe Abbildung). Welches Ereignis ist laut dem Wissenschaftler zuerst passiert? Wie viel früher ist es passiert?



### Konstanten

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= 8.85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1} & \mu_0 &= 1,26 \cdot 10^{-6} \text{mkg s}^{-2}\text{A}^{-2} \\ e &= 1.60 \cdot 10^{-19} \text{C} & c &= 3 \cdot 10^8 \text{m/s} \\ m_e &= 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg} \end{aligned}$$