
Klausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. J. Finley
Sommersemester 2021
20.07.2021

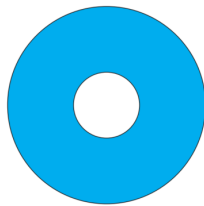
Zugelassene Hilfsmittel:

- 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)

Die untenstehende Abbildung zeigt den Querschnitt einer Hohlkugel aus einem nichtleitenden Material. Der innere Radius beträgt R_1 und der äußere Radius R_2 . Das Material ist gleichmäßig mit der Ladungsdichte ρ geladen.



- Bestimmen Sie die eingeschlossene Ladung und das elektrische Feld im Abstand r vom Zentrum der Hohlkugel für $R_1 < r < R_2$.
- Jetzt sei der innere Radius $R_1 = 1,00$ cm und der äußere Radius $R_2 = 3,00$ cm. Die Ladungsdichte des Materials betrage -1.07 nCm $^{-3}$. Berechnen Sie die Gesamtladung Q der Kugel und das elektrische Potential auf der äußeren Kugeloberfläche für den Fall, dass das elektrische Potential für $r \rightarrow \infty$ verschwindet.

Aufgabe 2 (7 Punkte)

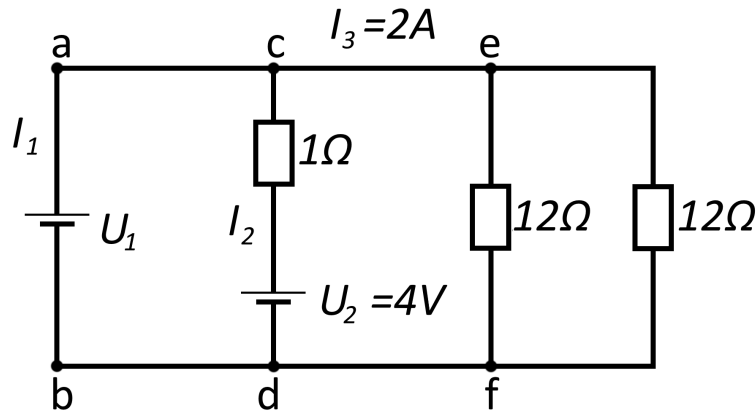
Zwei kleine Kugeln mit identischer Ladung q und derselben Masse m sind durch zwei Fäden der Länge L am selben Punkt befestigt. Anfangs besitzen die Kugeln auf Grund ihrer Ladung einen horizontalen Abstand $x \ll L$ voneinander.

- Stellen Sie das Kräftegleichgewicht in x- und y-Richtung auf und bestimmen Sie q in Abhängigkeit von x , m und L .
- Die Kugeln entladen sich mit der Rate dq/dt . Deshalb nähern sich die Kugeln mit der Relativgeschwindigkeit $dx/dt = a/\sqrt{x}$ an, wobei a eine Konstante ist. Zeigen Sie, dass für die Rate, mit der die Ladung entweicht, gilt:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{3}{2}a\sqrt{\frac{2\pi\epsilon_0 mg}{L}}$$

Aufgabe 3 (11 Punkte)

Betrachten Sie den unten abgebildeten Schaltkreis mit vier Knoten. Die Ströme I_1 und I_2 sowie die Spannung U_1 sind unbekannt. Der Strom, der von c nach e fließt beträgt 2 A. Die weiteren Werte lesen Sie bitte aus der Abbildung ab.



- (a) Wie groß sind die Ströme, die durch jeden der beiden $12\ \Omega$ -Widerstände fließen?
- (b) Wie hoch ist die Spannung U_1 ?
- (c) Wie groß sind die Ströme I_1 und I_2 und in welche Richtung fließen sie?
- (d) Stellt die Spannungsquelle U_2 Energie zur Verfügung oder absorbiert sie Energie? Wie groß ist die Leistung, die sie liefert oder absorbiert?

Aufgabe 4 (6 Punkte)

Betrachten Sie eine runde, dünne Scheibe mit Radius R , auf deren Oberfläche die Ladung q gleichmäßig verteilt ist. Die Scheibe rotiere mit der Winkelgeschwindigkeit ω um ihre Symmetrieachse.

- (a) Bestimmen Sie die Ladung dq und den Strom di , der in einem Ring des Radius r und der Breite dr erzeugt wird.
- (b) Bestimmen Sie das infinitesimale Magnetfeld dB dass im Zentrum eines solchen Ringes auftritt.
- (c) Zeigen Sie, dass für das induzierte Magnetfeld im Mittelpunkt der gesamten Scheibe gilt:

$$B = \frac{\mu_0 \omega q}{2\pi R}$$

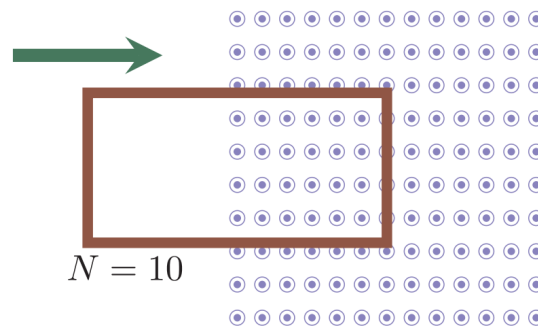
Aufgabe 5 (18 Punkte)

Ein Zug mit Eigenlänge L bewegt sich mit der Geschwindigkeit $c/2$ gegenüber dem Boden. Ein Ball wird mit einer Geschwindigkeit von $c/3$ gegenüber dem Zug vom hinteren Ende zum vorderen Ende des Zuges geworfen (gemessen im Zugsystem). Berechnen Sie **jeweils** die erforderliche **Zeit** sowie die vom Ball zurückgelegte **Strecke**:

- (a) Im Ruhesystems des Zuges.
- (b) Im Ruhesystem des Bodens.
- (c) Im Ruhesystem des Balls.
- (d) Zeigen Sie, dass die Zeiten im Ruhesystem des Balls und des Bodens durch den entsprechenden γ -Faktor verknüpft sind.
- (e) Zeigen Sie dasselbe, aber dieses Mal für das Ruhesystem des Balls und des Zuges.
- (f) Zeigen Sie, dass die Zeiten im Ruhesystems des Zuges und des Bodens *nicht* durch den entsprechenden γ -Faktor verknüpft sind. Begründen Sie diese Beobachtung.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Betrachten Sie eine leitende Spule mit zehn Windungen, wie in untenstehender Abbildung gezeigt. Der Querschnitt der Spule ist rechteckig mit den Abmessungen $20\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ und der Gesamtwiderstand beträgt $50\ \Omega$. Die Spule bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit von 50 cm s^{-1} von einem Bereich mit verschwindendem Magnetfeld in einen Bereich hinein, in dem ein Magnetfeld von $2,00\text{ T}$ entlang der $+z$ -Achse anliegt. Betrachten Sie im Folgenden den Fall,



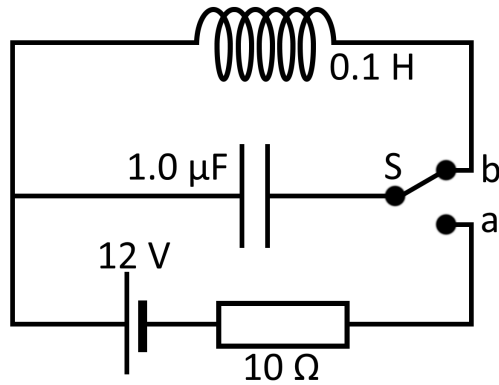
dass die Spule gerade ins Magnetfeld eindringt, d.h. dass sie sich weder vollständig außerhalb noch vollständig innerhalb des Feldes befindet.

- (a) Bestimmen Sie Betrag und Richtung (von oben betrachtet) des induzierten Stroms in der Spule.
- (b) Bestimmen Sie Betrag und Richtung der magnetischen Kraft, die auf die Spule wirkt.
- (c) Wie viel Energie wird durch den Widerstand der Spule abgestrahlt in der Zeitspanne zwischen dem Moment, an dem die Spule beginnt, in das Feld einzudringen, und dem Moment, an dem sie vollständig im Feld ist?

Aufgabe 7 (9 Punkte)

In dem unten abgebildeten Schaltkreis wird der Schalter S auf Position b gestellt, nachdem er vorher lange Zeit auf Position a war.

- (a) Bestimmen Sie die Schwingungsfrequenz im LC-Schaltkreis (Herleitung der Formel nicht nötig).
- (b) Bestimmen Sie die maximale Ladung auf dem Kondensator.



- (c) Bestimmen Sie den maximalen Strom in der Spule.
- (d) Bestimmen Sie die magnetische Energie im Schaltkreis 3 ms nachdem der Schalter auf die Position b gestellt wurde.
- (e) Bestimmen Sie die Gesamtenergie im Schaltkreis 3 ms nachdem der Schalter auf die Position b gestellt wurde.

Konstanten

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{mkgs}^{-2}\text{A}^{-2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ms}$$

$$m_U = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$