
Klausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. R. Kienberger

Sommersemester 2018

17.07.2018

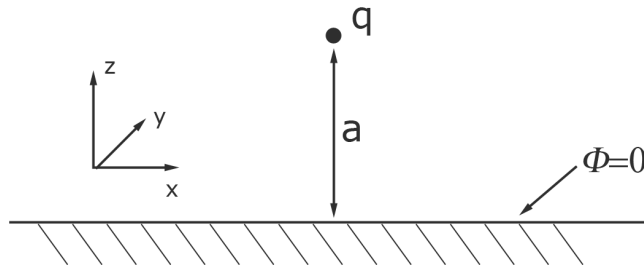
Zugelassene Hilfsmittel:

- 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)

Betrachten Sie eine unendlich ausgedehnte, geerdete Metallplatte in der xy -Ebene. Im Punkt $(0, 0, a)$ auf der z -Achse befindet sich eine Ladung q (vgl. Abbildung).



- Geben Sie das Potential im oberen Halbraum an. Bestimmen Sie dazu das Potential einer verwandten Anordnung nämlich eines mit einer Ladung q bei $(0, 0, a)$ und einer weiteren Ladung $-q$ bei $(0, 0, -a)$.
- Zeigen Sie dass diese Formel auch für den oberen Halbraum im ersten Fall gilt indem Sie zeigen, dass sich das Potential überall auf der Oberfläche der Platte zu 0 ergibt.
- Berechnen Sie basierend auf Ihren vorherigen Überlegungen das \vec{E} -Feld im gesamten Raum überhalb der Platte und **skizzieren** Sie den Verlauf der Feldlinien in diesem Bereich.

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Ein Plattenkondensator mit kreisförmigen Platten der Fläche $A = \pi R^2$, dem Abstand d und geraden Zuleitungen werde mit einem **konstanten Strom** I aufgeladen.

- Wie groß ist die Ladung auf den Kondensatorplatten als Funktion der Zeit?
- Im Inneren des Kondensators entsteht ein Magnetfeld durch den Verschiebungsstrom. Wo ist dieses Magnetfeld maximal (1 Satz)?

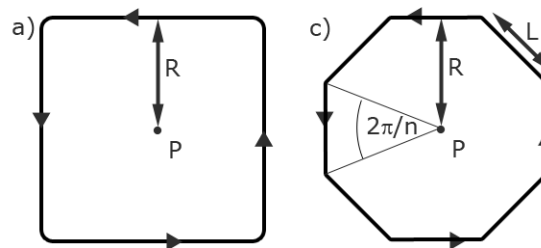
- (c) Bei welchem Radius r ist das Magnetfeld auf 50% seiner maximalen Stärke abgefallen (im Inneren des Kondensators)? Und auf welchen Wert ist es abgefallen? Vernachlässigen Sie Randeffekte.
- (d) Bestimmen Sie das Magnetfeld des Kondensators jetzt für $r \geq R$. Vergleichen Sie diese Formel mit dem Magnetfeld eines stromdurchflossenen Drahtes mit gleichem Strom I und bei gleichem Radius r .

Aufgabe 3 (6 Punkte)

Eine $L = 0,2$ m lange Spule mit Spulenradius $r = 0,02$ m und Wicklungsdichte $n = 1000 \frac{1}{\text{m}}$ soll ein \vec{B} -Feld mit $|\vec{B}| = 0,01$ T erzeugen.

- (a) Berechnen Sie den Strom I , der durch die Spule fließen muss.
- (b) Berechnen Sie den Widerstand des Spulendrahtes aus Cu (spezifischer Widerstand von Kupfer: $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$), der einen Durchmesser von $d = 1$ mm hat und mit Wicklungsdichte n in einer Schicht um den Spulenkörper gewickelt wurde.
- (c) Geben Sie die elektrische Leistung P an, die dafür benötigt wird.

Aufgabe 4 (12 Punkte)

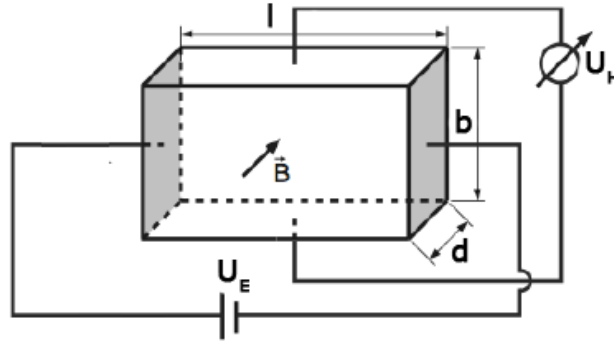


- (a) Leiten Sie das Magnetfeld im Zentrum P des abgebildeten quadratischen Leiters, der von einem Strom I durchflossen wird.
- (b) Vergleichen Sie das Ergebnis aus a) mit dem Magnetfeld im Zentrum einer Kreisschleife mit Radius $\left(\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \vec{e}_z\right)$. Erklären Sie, warum das Magnetfeld der Kreisschleife größer ist.
- (c) Wie lautet das Magnetfeld im Mittelpunkt eines symmetrischen n -Ecks mit n gleich langen Seiten der Länge L (siehe Abbildung)?
- (d) Zeigen Sie, dass sich im Grenzfall $n \rightarrow \infty$ das Feld im Zentrum einer Kreisschleife ergibt.

Hinweis: $\int dx \frac{1}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 + x^2}}$

Aufgabe 5 (10 Punkte)

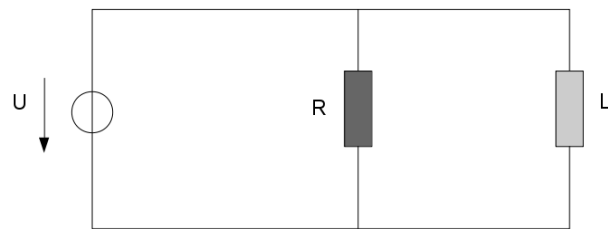
Edwin Hall entdeckte 1879, dass sich in einem stromdurchflossenen Leiter, der sich in einem stationären Magnetfeld B befindet, eine elektrische Spannung aufbaut. Die Spannung tritt senkrecht sowohl zum Stromfluss als auch zur Magnetfeldrichtung am Leiter auf und wird Hall-Spannung U_H genannt.



- (a) Welche Kräfte wirken auf die Elektronen Senkrecht zur Bewegungsrichtung, die sich im Metallstück (siehe Abbildung) bewegen?
- (b) Stellen Sie aus dem sich einstellenden Kräftegleichgewicht einen Ausdruck für U_H auf (Ergebnis: $U_H = \frac{IB}{nqd}$, wobei n die Ladungsträgerdichte ist).
- (c) An einem Silberstück der Länge $l = 4\text{cm}$, Dicke $d = 1\text{mm}$ und Breite $b = 1\text{cm}$ wird bei einem Strom von $I = 10\text{A}$ und einer magnetischen Flussdichte von $B = 1\text{T}$ eine Hallspannung von $U_H = 1.06\mu\text{V}$ gemessen. Wie groß ist die Ladungsträgerdichte von Silber?
- (d) Um jetzt noch die Ladungsträgerbeweglichkeit $\mu = \frac{v_D}{E}$ zu bestimmen, muss man die spezifische Leitfähigkeit von Silber kennen. Dazu wird die Spannung $U_E = 1\text{mV}$ am obigen Silberstück angelegt. Dabei wird eine Stromstärke von $I = 15.3\text{A}$ gemessen. Bestimmen Sie daraus die elektrische Leitfähigkeit von Silber unter der Annahme, dass das Silberstück homogen vom Strom durchflossen wird. Das Magnetfeld wird hierbei ausgeschaltet.
- (e) Berechnen Sie die Ladungsträgerbeweglichkeit.

Aufgabe 6 (8 Punkte)

- (a) Schreiben Sie die allgemeine Differentialgleichung für einen gedämpften Schwingkreis auf, der mit der einer Wechselspannung betrieben wird.
- (b) Vergleichen Sie diese Zusammenhänge nun mit einem mechanischen Feder-Masse-System. Welche Größe in der Elektrotechnik entspricht der Auslenkung, der Kraft, der Masse, der Reibung und der Federkonstante?
- (c) Übersetzen Sie nun das folgende Gleichspannungssystem in ein Mechanisches (siehe Zeichnung):



Gesucht ist eine Skizze/Beschreibung eines mechanischen Systems.

Aufgabe 7 (7 Punkte)

Es gibt einen neuen, relativistischen Raumschiff-Shuttleservice zwischen Erde und Mars. Es gibt zwei Raumschiffe *A* und *B*. Jedes Raumschiff besitzt zwei identische Lichter, eines an der Vorderseite, das andere an der Rückseite. Die normale Geschwindigkeit des Raumschiffs gegenüber der Erde ist v_0 , sodass beim Anflug auf die Erde zu das vordere Licht grün ($\lambda = 500 \text{ nm}$) leuchtet (von der Erde betrachtet). Beim Abflug von der Erde weg erscheint das Rücklicht rot ($\lambda = 600 \text{ nm}$).

- (a) Bestimmen sie aus den Wellenlängen das Verhältnis der Geschwindigkeit des Raumschiffs zur Lichtgeschwindigkeit $\frac{v_0}{c}$.
- (b) Das Raumschiff *B* will das vorausfliegende Raumschiff *A*, dass mit v_0 relativ zur Erde fliegt überholen. Welche Geschwindigkeit muss das Raumschiff *B* relativ zur Erde haben, damit das Rücklicht des in Richtung Mars vorausfliegenden Raumschiffs *A* wie ein Vorderlicht ($\lambda = 500 \text{ nm}$, grün) aussieht?
- (c) Bestimmen Sie die Wellenlänge des Vorder- und Rücklichtes eines Raumschiffes gemessen aus der Sicht des Piloten dieses Schiffes.

Konstanten

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

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

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

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$$

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