
Klausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. C. Pfeiderer

Sommersemester 2015

23. Juli 2015

Zugelassene Hilfsmittel:

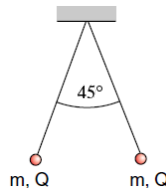
- 1 Beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

Aufgabe 1 (3 Punkte)

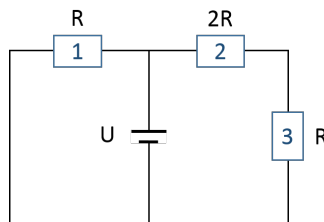
Zwei Kugeln mit gleichen elektrischen Ladungen und je einer Masse von $m = 0,3\text{kg}$ werden im Vakuum an einem Punkt mit zwei isolierten Fäden von je $l = 0,2\text{m}$ Länge am gleichen Punkt aufgehängt. Sie werden gleich stark elektrostatisch aufgeladen und die Fäden bilden danach einen Winkel von 45° .

- (a) Wie groß sind die Ladungen auf den Kugeln?
- (b) Zeichnen Sie für die gegebene Situation die Feldlinien der geladenen Kugeln.



Aufgabe 2 (3 Punkte)

Betrachten Sie die in der Abbildung gezeigte Anordnung von 3 Widerständen und einer Spannungsquelle U .



- (a) Wie groß ist der Strom durch den Widerstand 3?
- (b) Zeigen Sie, dass die gesamte Leistung der Stromquelle in Wärme umgewandelt wird.

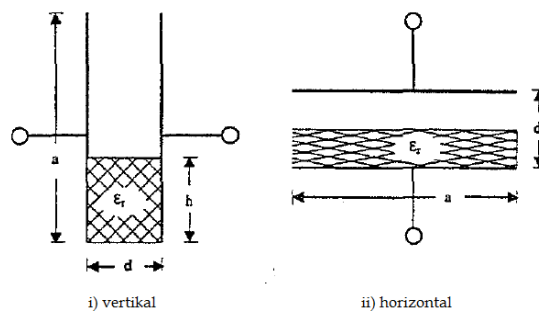
Aufgabe 3 (5 Punkte)

Zwei planparallele, quadratische Kondensatorplatten mit der Kantenlänge a sind bis zu einer Höhe h in eine dielektrische Flüssigkeit mit der Dielektrizitätszahl ε_r getaucht. Der Plattenabstand sei d .

- (a) Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe h .

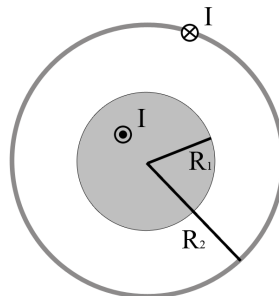
Der Plattenkondensator sei nun zu Hälfte mit einer dielektrischen Flüssigkeit ($\varepsilon_r = 2$) gefüllt und mit der Ladung $Q = 1,48 \cdot 10^{-12}$ aufgeladen. Die Kantenlänge betrage $a = 1\text{cm}$ und der Plattenabstand $d = 1\text{mm}$.

- (b) Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators der Anordnung in vertikaler (C_V) und horizontaler (C_H) Lage (siehe Abbildung).



Aufgabe 4 (4 Punkte)

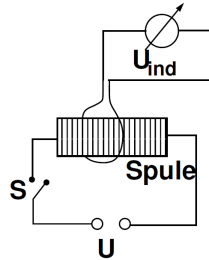
Ein unendlich langes Koaxialkabel besteht aus einem massiven Metalldraht mit Radius R_1 als Innenleiter und einem Hohlzylinder mit Radius R_2 als Außenleiter. Die Dicke des Zylindermantels sei vernachlässigbar klein. Im Innenleiter fließe ein homogener elektrischer Strom I aus der Zeichenebene heraus und im Außenleiter ein gleich starker Strom in die Zeichenebene hinein.



- (a) Berechnen Sie die Stärke des erzeugten Magnetfeldes $B(r)$ für die Bereiche $r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ und $R_2 < r$ in Abhängigkeit des Abstandes r von der Mittelachse des Kabels.
- (b) Skizzieren Sie den Verlauf von $B(r)$.

Aufgabe 5 (7 Punkte)

Betrachten Sie die dargestellte Spule mit $N = 1000$ Windungen, Querschnittsfläche $A = 2 \text{ cm}^2$, Länge $l = 6 \text{ cm}$ und ohmschen Widerstand $R = 10 \text{ } \Omega$.

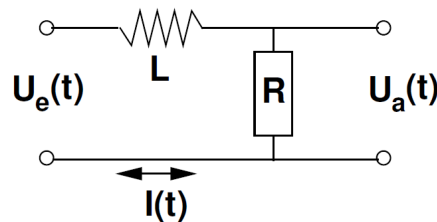


- Welche Induktivität L hat die Spule?
- Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird Schalter S geschlossen und damit eine Spannung $U = 12 \text{ V}$ angelegt. Zeigen Sie, dass das Magnetfeld in der Spule danach den zeitlichen Verlauf $B(t) = B_0 [1 - \exp(-Rt/L)]$ hat, und berechnen Sie B_0 .
- Welche Spannung $U_{ind}(t)$ wird an einer um die Spule gelegten Induktionsschleife gemessen? Zeigen Sie, dass der Maximalwert dieser Spannung nur von U_0 und N abhängt.
- Hängt $|U_{ind}|$ davon ab, wie die Ebene der Induktionsschleife relativ zur Spulenachse orientiert ist? Begründen Sie.

Hinweis: Nehmen Sie an, dass \vec{B} innerhalb der Spule parallel zu deren Längsachse und homogen ist und außerhalb der Spule verschwindet.

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Betrachten Sie den skizzierten Frequenzfilter, der aus einem ohmschen Widerstand R und einer Induktivität L aufgebaut ist. Die Eingangsspannung sei $U_e(t) = U_{e,0} \exp(i\omega t)$.



- Begründen Sie ohne Rechnung, ob der Frequenzfilter als Hoch- oder Tiefpassfilter wirkt.
- Geben Sie $I(t)$ und $U_a(t)$ als komplexwertige Funktionen von t an.
- Bestimmen Sie das Verhältnis $U_a(t)/U_e(t)$ des Filters und berechnen Sie daraus jeweils als Funktion von ω das Amplitudenverhältnis $U_{a,0}/U_{e,0}$ und die Phasenverschiebung φ von Ausgangs- und Eingangsspannung. Skizzieren Sie beide Funktionen und geben Sie deren Grenzwerte für $\omega \rightarrow 0$ und $\omega \rightarrow \infty$ an.

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?

Konstanten

$$\begin{aligned}e &= 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C} \\ \epsilon_0 &= 8.85 \cdot 10^{-12} \text{As/Vm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_e &= 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg} \\ \mu &= 12.57 \cdot 10^{-7} \text{N/A}^2\end{aligned}$$