

Diplomvorprüfung zu Experimentalphysik II

6. September 2002

Prüfungszeit: 13.00h-14.30h

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Umfang der Aufgaben: 2 Seiten, 5 Aufgaben

Gesamtpunktzahl: 50

Erlaubte Hilfsmittel: Bücher, Skripten, Mitschriften, Musterlösungen, Formelsammlungen, netzunabhängige Rechner

Wichtig: Auf jedes Blatt Name und Matrikelnummer schreiben !

Aufgabe 1 (8 Punkte)

Ein homogener flacher Kreisring mit Innenradius R_1 und Außenradius R_2 liegt in der y - z -Ebene eines kartesischen Koordinatensystems (Abb. 1). Die Gesamtladung des Kreisringes ist $Q > 0$. Die Flächenladungsdichte σ sei homogen.

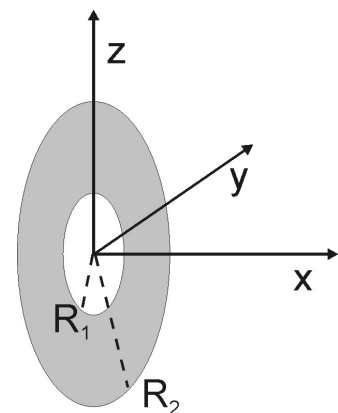


Abb. 1

- Bestimmen Sie die Flächenladungsdichte σ als Funktion von Q , R_1 , und R_2 .
- Bestimmen Sie das elektrostatische Potential φ und die elektrische Feldstärke \vec{E} für alle Punkte auf der x -Achse.
- Nun sei $R_2 = 2 \cdot R_1 = 10 \text{ mm}$ und $Q = 2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$. Bestimmen Sie die Beträge der maximalen Geschwindigkeit v_e bzw. v_p für ein anfänglich bei $x = 2 \cdot R_2 = 20 \text{ mm}$ ruhendes Elektron (Masse $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) bzw. Proton (Masse $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$). Wo wird diese Geschwindigkeit jeweils erreicht?
(Hinweis: Es kann nichtrelativistisch gerechnet werden.)

Aufgabe 2 (12 Punkte)

In einem kartesischen Koordinatensystem sei der Halbraum $z < 0$ mit einem Ferromagnetikum ($\mu_r = 1500$) gefüllt ($z > 0$ sei Vakuum). Auf der Oberfläche dieses Ferromagnetikums (x - y -Ebene) verlaufe ein langer, gerader Draht mit vernachlässigbarem Durchmesser parallel zur y -Achse bei $x_1 = 5 \text{ cm}$. Durch den Draht fließt ein Strom $I = 6 \text{ A}$ in positive y -Richtung.

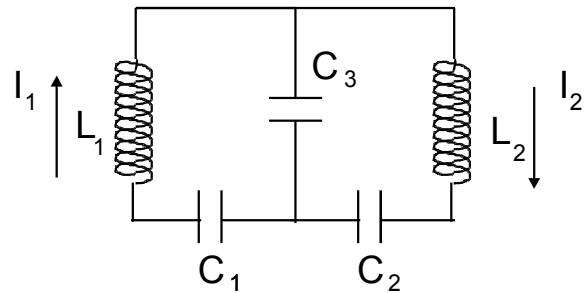
- Bestimmen Sie die Beträge von
 - magnetischer Feldstärke H ,
 - magnetischer Flußdichte B und
 - Magnetisierung Mim Vakuum und im Ferromagnetikum als Funktion vom Abstand zum Drahtmittelpunkt.

Ein zweiter gerader Draht bei $x_2 = -5 \text{ cm}$ wird antiparallel zum ersten Draht mit dem selben Strom I durchflossen.

- Welche Kraft wirkt zwischen den Drähten (Richtung und Betrag).
- Bestimmen sie die Richtung und den Betrag von B und H auf der gesamten z -Achse und skizzieren Sie ihren Verlauf qualitativ.

Aufgabe 3 (12 Punkte)

Zwei LC-Kreise ($L_1 = L_2 = L$, $C_1 = C_2 = C$) seien über eine gemeinsame, zusätzliche Kapazität $C_3 = 2 \cdot C$ gekoppelt (s. Skizze).



Skizze zu Aufgabe 3

- Leiten Sie ein Differentialgleichungssystem für die Ströme I_1 und I_2 her, in dem ansonsten nur noch die konstanten Größen L und C vorkommen.
- Entkoppeln Sie die beiden Differentialgleichungen (Tip: Subtraktion bzw. Addition) und lösen Sie diese für die substituierten Variablen $I^+ = \frac{1}{2}(I_1 + I_2)$ und $I^- = \frac{1}{2}(I_1 - I_2)$. Diese Lösungen beschreiben die Eigenschwingungen des Systems. Geben Sie die Eigenfrequenzen an.
- Wie verhalten sich in den Eigenschwingungen die Ströme I_1 und I_2 zueinander und was folgt daraus jeweils für I_3 ?

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Das Magnetron (Mikrowellenquelle) an der Oberseite eines Mikrowellenherdes emittiere ebene, elektromagnetische Wellen der Frequenz $f = 2.45$ GHz mit der Leistung $P = 750$ W senkrecht nach unten in den Garraum. Dessen Volumen sei homogen vom Feld erfüllt, außerdem bedecke seinen Boden mit der Grundfläche $A = 40 \times 40$ cm² eine zu 100% absorbierende Schicht, d.h., Rückreflektionen treten nicht auf.

- Berechnen Sie die Amplituden des elektrischen und magnetischen Feldes im Innern des Herdes.
- Welchen Druck übt die Strahlung auf den Boden des Herdes aus ?
- Das Magnetron emittiere zusätzlich geringe Streustrahlung außerhalb des Herdes. Jemand misst mit einem Oszilloskop den Scheitelwert der induzierten Spannung in einer Spule ($N=100$ Windungen, Windungsdurchmesser $d=1$ cm) zu $U_{\text{ind},0} = 0.0075$ V. Die Spule sei so ausgerichtet, dass die induzierte Spannung maximal ist. Wie groß ist die Intensität der Strahlung an diesem Ort? Ließe sich die Strahlung eher durch eine Verkleidung mit einem hart- oder weichmagnetischen Material abschirmen (Begründung) ?

Aufgabe 5 (10 Punkte)

In einem homogenen elektrischen Feld sollen Elektronen (Ruhemasse $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg) auf der Strecke von 10 m mit einer Spannung von 8 MV beschleunigt werden.

- Welche Geschwindigkeit im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit erreichen sie?
- Nach welcher Strecke haben sie die Hälfte ihrer Endgeschwindigkeit erreicht?
- Wie groß ist der Impuls der Elektronen am Anfang und am Ende der Beschleunigungsstrecke?
- In einem dünnen Strahl sollen die beschleunigten Elektronen nun einzeln und äquidistant aufeinander folgen. Dieser Strahl führt einen Strom von 5 A. Welche Kraft wirkt zwischen direkt aufeinander folgenden Elektronen? (Tip: Coulomb-Abstoßung im Bezugssystem der Elektronen)

Viel Erfolg