

Diplomvorprüfung, Experimentalphysik II
Prof. Dr. M. Stutzmann, Wintersemester 2003/2004

Bearbeitungszeit: 90 min
Umfang: 6 Aufgaben, 4 Seiten
Gesamtpunktzahl: 48

Erklärung:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass mein Prüfungsergebnis zusammen mit meiner Matrikelnummer (ohne Namen) zur Vereinfachung des Informationsflusses im Internet einsehbar ist.

Garching, den 05.03.2004

Name (in Druckschrift):

Matrikelnummer:

Unterschrift:

1. Aufgabe Luftpumpe (12 Punkte)

Eine zylindrische Luftpumpe mit der Länge $L = 45 \text{ cm}$ und dem Durchmesser $d = 4 \text{ cm}$ ist bei dem Druck $p_1 = 1013 \text{ mbar}$ (Umgebungsdruck) und der Temperatur $T_1 = 296 \text{ K}$ (Umgebungstemperatur) mit Helium (eiatomig, ideales Gas) gefüllt.

- a) Der Kolben wird um $x = 10 \text{ cm}$ in die Luftpumpe hereingedrückt, so dass ein Druck p_2 entsteht. Dieser Vorgang ist so schnell, dass dabei kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfinden kann. Berechnen Sie die Temperatur T_2 am Ende des Vorgangs.
- b) Der Kolben wird solange festgehalten, bis ein Temperatúrausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechnen Sie den Druck p_3 , der sich am Ende dieses Schrittes einstellt.
- c) Der Kolben wird wieder losgelassen, so dass sich der Druck wieder dem Umgebungsdruck anpasst. Auch dieser Prozessschritt ist wieder so schnell, dass kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfinden kann. Berechnen Sie die Temperatur T_4 und das Volumen V_4 am Ende dieses Schrittes.
- d) Der Kolben wird losgelassen und es wird gewartet, bis ein Temperatúrausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechnen Sie das Volumen am Ende V_5 dieses Prozess-Schrittes.
- e) Stellen Sie den Prozess in einem pV – Diagramm dar.

2. Aufgabe Draht aus Gold (4 Punkte)

Gegeben sind $0,05 \text{ cm}^3$ reines Gold. Gehen Sie davon aus, dass Sie aus dieser Materialmenge einen Draht mit homogenem, kreisförmigen Querschnitt formen können.

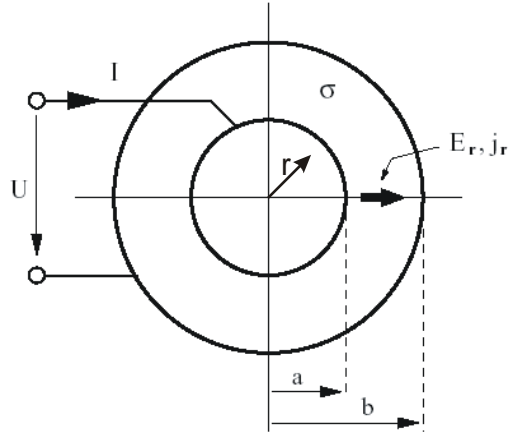
- a) Wie lang kann der Draht maximal werden, wenn der ohmsche Widerstand 1Ω nicht übersteigen darf (spez. Leitfähigkeit $\sigma = 4,85 \cdot 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$)?
- b) An diesen Draht wird nun bei Raumtemperatur ($T = 20^\circ\text{C}$) eine konstante Spannung von $U = 1 \text{ V}$ angelegt. Nach welcher Zeit schmilzt der Draht? (Hinweis: Vernachlässigen Sie die Wärmeabstrahlung sowie einen evtl. Wärmeübertrag an die Umgebung und eine T-Abhängigkeit der spez. Leitfähigkeit.)

Wärmekapazität $c = 0,129 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Schmelzpunkt $T_s = 1083^\circ\text{C}$

3. Aufgabe Kugelkondensator (5 Punkte)

Gegeben ist ein Kugelkondensator. Der Radius der Innenelektrode beträgt a , der Radius der Außenelektrode b .

Der Raum zwischen den Elektroden ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, die eine spez. Leitfähigkeit σ besitzt. An den Elektroden liegt eine Spannung U an und es fließt ein Strom I .

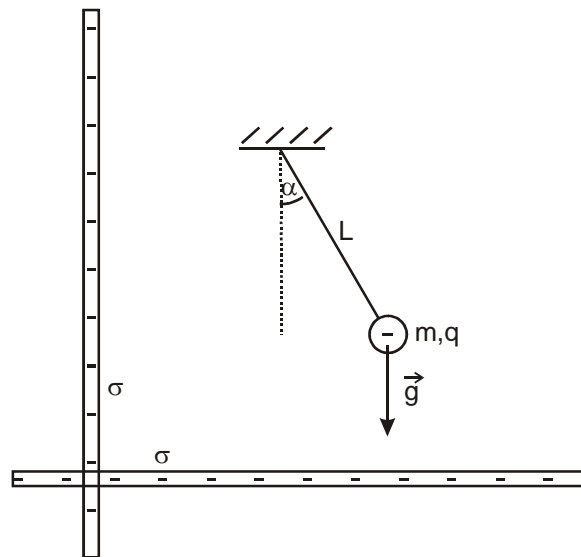


- Bestimmen Sie die Stromdichteverteilung $\vec{j}(r) = j_r(r) \cdot \vec{e}_r$ in Abhängigkeit von I .
- Ermitteln Sie daraus die Feldstärke $E_r(r)$. (Hinweis: Definition von σ !)
- Berechnen Sie damit die Spannung U in Abhängigkeit von I .
- Berechnen Sie den Widerstand R der Anordnung.

4. Aufgabe Kugel zwischen geladenen Platten (7 Punkte)

Gegeben ist eine Anordnung aus zwei unendlich ausgedehnten Platten, die im rechten Winkel zueinander aufgestellt sind. Jede der beiden Platten trage die negative Flächenladungsdichte σ .

Ein Plastikball der Masse $m = 10 \text{ g}$ trägt die negative Ladung $q = -1,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ und ist mit einer isolierenden, als masselos angenommenen Schnur der Länge L in der Nähe der Platten befestigt. Das elektrische Feld der Platten bewirkt eine Auslenkung der Schnur mit dem Plastikball um den Winkel α .

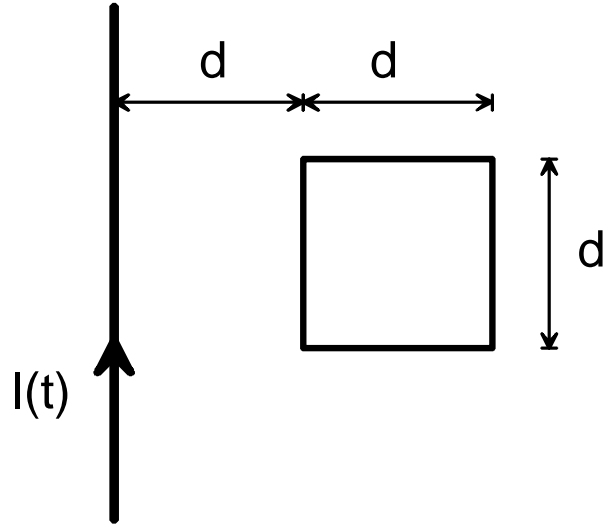


Wie groß muss die Flächenladungsdichte σ sein, damit der Winkel α gerade 70° beträgt?

5. Aufgabe Stromdurchflossener Draht (10 Punkte)

Durch einen ortsfesten, unendlich langen Draht fließt ein Strom $I(t)$, der gemäß der Gleichung $I(t) = I_0 (1 - e^{-at})$ von $t = 0$ ab ansteigt. In der Ebene des Drahtes liegt im Abstand d eine quadratische Leiterschleife der Seitenlänge d (siehe Skizze). Die Leiterschleife sei ortsfest.

(Hinweis: Vernachlässigen Sie im Folgenden die Induktivitäten von Draht und Leiterschleife.)



- Geben Sie das Magnetfeld des unendlich langen Leiters als Funktion des Abstandes r von der Drahtachse an.
- Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Spannung $U_{ind}(t)$.
- Geben Sie Betrag und Richtung der Kraft an, die auf die Leiterschleife wirkt. Nehmen Sie dabei an, dass die Leiterschleife den ohmschen Widerstand R besitzt.
- Zu welcher Zeit ist diese Kraft maximal?

6. Aufgabe R-L-Schaltung (10 Punkte)

Gegeben sei untenstehende Schaltung mit einer Spannungsquelle U , einem Widerstand R_1 , einer idealen Spule L ($R_{\text{Spule}} = 0$) und einem Widerstand R_2 . Der Schalter S_1 werde zur Zeit $t = 0$ geschlossen, der Schalter S_2 bleibt offen.

- Stellen Sie die allgemeine Differentialgleichung für den Strom I auf und lösen Sie diese. (Hinweis: Lösen Sie erst die homogene DGL. Eine spezielle Lösung der inhomogenen DGL erhalten Sie aus dem Grenzwert für $t = \infty$.)
- Skizzieren Sie $I(t)$.
- Skizzieren Sie $U_{R1}(t)$ am Widerstand R_1 und $U_L(t)$ an der Spule in einem Graphen.
- Der Schalter S_1 sei geschlossen und das System im stationären Zustand. Nun wird auch der Schalter S_2 geschlossen. Welche Spannung liegt an R_2 an? (keine Rechnung erforderlich!)

