

Diplomvorprüfung zu Experimentalphysik II (SS 2003)

11.09.2003

Prof. Dr. M. Stutzmann

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Umfang der Aufgaben: 2 Seiten, 6 Aufgaben

Erlaubte Hilfsmittel: Sämtliche Unterlagen (Bücher, Skripten, etc.),
nicht programmierbarer, netzunabhängiger Taschenrechner

Aufgabe 1 (12 Punkte):

Ein Zylinder enthält ein Mol eines idealen einatomigen Gases. Er befindet sich in einem Wärmebad mit der konstanten Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$. Mit Hilfe eines Kolbens kann das Volumen zwischen den Werten $V_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ und $V_2 = V_1/2$ verändert werden.

Betrachten Sie den folgenden Kreisprozeß:

1 \rightarrow 2: isotherme Kompression von V_1 auf V_2

2 \rightarrow 3: adiabatische Expansion auf V_1

3 \rightarrow 1: Temperatúrausgleich mit dem Wärmebad ohne Bewegung des Kolbens.

a) Skizzieren Sie den Prozeß in einem p-V-Diagramm.

b) Berechnen Sie die Temperatur T_3 nach Beendigung der Expansion (2 \rightarrow 3).

c) Berechnen Sie für die einzelnen Teilschritte die jeweils umgesetzte Wärmemenge und Arbeit.

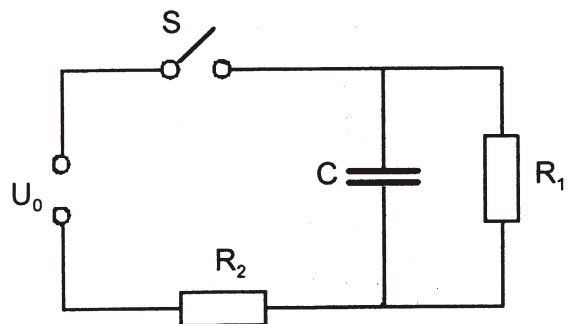
d) Wandelt die Maschine Arbeit in Wärme um oder umgekehrt? Begründen Sie ihre Antwort.

Aufgabe 2 (4 Punkte):

Ein Block aus Kupfer (spezifische Wärmekapazität $c = 386 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) gleitet über eine schiefe Ebene mit einer Länge von 10 m und einer Steigung von 30 Grad. Der Reibungskoeffizient zwischen Kupfer und Ebene betrage $\mu_r = 0,20$. Wie stark erwärmt sich der Kupferblock, wenn man davon ausgeht, dass die umgesetzte Reibungsarbeit vollständig in eine gleichmäßige Erwärmung des Kupferblocks übergeht.

Aufgabe 3 (12 Punkte):

Gegeben sei die skizzierte Schaltung aus einem Kondensator mit Kapazität C und zwei identischen Widerständen $R_1 = R_2$. Zur Zeit $t = 0$ wird der Schalter S geschlossen und der Schaltkreis mit der idealen Spannungsquelle mit Spannung U_0 verbunden. Der Kondensator ist dabei anfangs ungeladen.

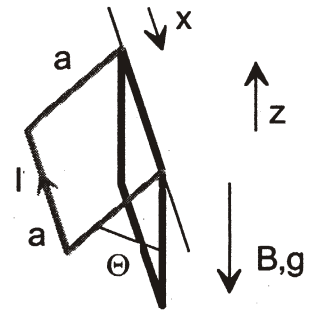


a) Wie groß ist die Ladung des Kondensators sowie der Gesamtstrom im Stromkreis für späte Zeiten $t \gg RC$? Wie groß ist der Gesamtstrom im Stromkreis unmittelbar nach Schließen des Schalters? Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Kondensatorladung sowie des Gesamtstroms im Stromkreis.

b) Berechnen Sie für $t > 0$ den Gesamtstrom im Stromkreis sowie die Ladung des Kondensators als Funktion der Zeit. (Hinweis: Leiten Sie mit Hilfe der Kirchhoffschen Regeln eine Differenzialgleichung für die Kondensatorladung Q und ihre Zeitableitung her.)

Aufgabe 4 (6 Punkte):

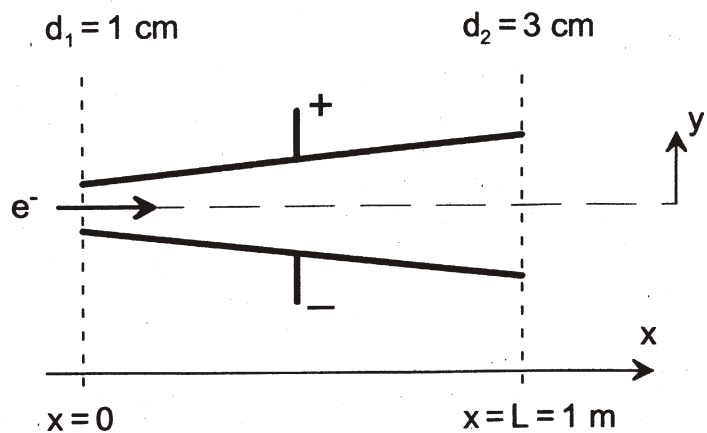
Gegeben sei eine quadratische Leiterschleife mit Kantenlänge $a = 10 \text{ cm}$, die um ihre horizontale Oberkante drehbar gelagert ist (siehe Skizze). Die Leiterschleife werde von einem Strom $I = 1 \text{ A}$ durchflossen. Sie steht unter dem Einfluß eines homogenen Magnetfeldes $B = 2 \text{ T}$ und des Schwerfeldes der Erde, die beide in die negative z -Richtung zeigen. Die Masse der Leiterschleife sei $m = 100 \text{ g}$ und der Schwerpunkt liege in der Mitte der Schleife.



- Wie groß ist der Betrag des magnetischen Dipolmoments der Schleife?
- Wie groß ist im Gleichgewicht der Winkel θ , um den die Schleife gegenüber der Vertikalen ausgelenkt wird?

Aufgabe 5 (12 Punkte):

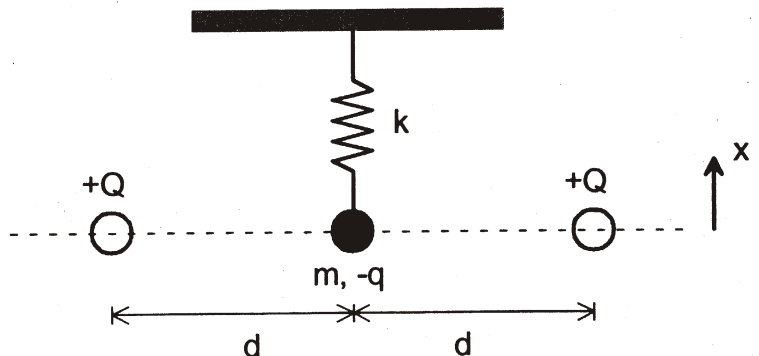
Gegeben sei der skizzierte Plattenkondensator im Vakuum, bei dem der Abstand der Metallplatten linear von $d_1 = 1 \text{ cm}$ an der Stelle $x = 0$ auf $d_2 = 3 \text{ cm}$ an der Stelle $x = L = 1 \text{ m}$ zunimmt. Die Ausdehnung der Anordnung in der nicht gezeigten z -Richtung betrage $h = 1 \text{ m}$.



- Berechnen Sie die Kapazität des Plattenkondensators. Vernachlässigen Sie dabei Randeffekte.
- An die Kondensatorplatten wird nun eine Spannung von $U = 1 \text{ V}$ angelegt. Parallel zur x -Achse wird ein Elektron mit der Geschwindigkeit $v_x = 3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ (Hinweis: rechnen sie nicht-relativistisch!) bei $y = 0$ mittig zwischen die Kondensatorplatten eingeschossen. Zur Zeit $t = 0$ passiere das Elektron dabei die Stelle $x = 0$. Bestimmen Sie die Beschleunigung des Elektrons in y -Richtung in Abhängigkeit von der Zeit t während des Durchflugs durch den Kondensator. (spezifische Ladung des Elektrons: $e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$). Vernachlässigen Sie dabei eventuelle x -Komponenten des elektrischen Feldes.
- Berechnen Sie die y -Komponente der Geschwindigkeit des Elektrons beim Verlassen des Kondensators und daraus den Ablenkwinkel, den das Elektron beim Durchgang durch den Kondensator erfährt.

Aufgabe 6 (6 Punkte):

Eine kleine Kugel der Masse m und der Ladung $-q < 0$ sei an einer Feder (Federkonstante k) befestigt. In der Ruhelage befinde sich die Kugel bei $x = 0$ in der Mitte zwischen zwei punktförmigen positiven Ladungen $+Q$, die jeweils einen Abstand d zur betrachteten Kugel haben (siehe Skizze).



- Berechnen Sie die Gesamtkraft auf die Kugel als Funktion der Auslenkung x der Feder.
- Die Kugel werde nun zu Schwingungen in x -Richtung angeregt, deren Amplitude als sehr klein gegenüber dem Abstand d angenommen werden soll. Wie groß ist die Eigenschwingungsfrequenz ω_0 der Kugel? (Hinweis: verwenden sie eine geeignete Näherung für das Resultat aus a) für den Fall $x \ll d$)