

## Ferienkurs Experimentalphysik 2 - Probeklausur

### Aufgabe 1 (7pt.)

Gegeben sei ein beheizbares Zimmer mit dem Volumen  $V = 75m^3$  und der Anfangstemperatur  $T_i = 14^\circ C$ . Die Heizung werde nun aufgedreht bis die Endtemperatur  $T_f = 20^\circ C$  erreicht ist. Betrachten Sie Luft näherungsweise als reinen Sauerstoff und diesen als ideales Gas. Der Luftdruck soll 1013hPa betragen und sich durch das Heizen nicht verändern.

- Wie groß ist die in der Zimmerluft anfänglich enthaltene Energie?
- Wie groß ist die Energie der Zimmerluft nach Beendigung des Heizvorgangs?
- Welche Wärmeenergie hat die Heizung abgegeben?

### Aufgabe 2 (8pt.)

Mit einer idealen Carnot-Maschine soll ein kreisprozess durchgeführt werden. Der zylinder der Maschine ist mit 0,12mol eines idealen 2-atomigen Gases gefüllt und durch einen reibungsfrei gleitenden Kolben abgeschlossen. Die beiden Wärmereservoirare haben die Temperaturen  $T_h = 560K$  und  $T_c = 300K$ . Der Ausgangsdruck im Kolben sei  $p_1 = 7,5 \cdot 10^5 N/m^2$ , die Ausgangstemperatur  $T_1$  und der gaskonstante  $R = 8,314 \frac{J}{molK}$ .

- Welches Ausgangsvolumen hat das Gas?
- Das Gas werde im ersten Teilprozess isotherm ausgedehnt mit einem Enddruck von  $p_2 = 3,3 \cdot 10^5 N/m^2$ . Welches Volumen  $V_2$  hat das Gas danach?
- Welche Arbeit  $\Delta W_I$  verrichtet das Gas im ersten teilprozess, welche Wärmemenge  $\Delta Q_I$  wird ihm dabei zugeführt?
- Im zweiten Teilprozess wird das Gas adiabatich ausgedehnt, bis es sich auf die Temperatur  $T_c$  abgekühlt hat. Welches Volumen  $V_3$  hat das gas danach?
- Welche Arbeit  $\Delta W_{III}$  muss im folgenden, dritten Teilprozess am Gas verrichtet werden, um es isotherm aus das Volumen auf das Volumen  $V_4 = 3,55 \cdot 10^{-3} m^3$  zu komprimieren?
- Im vierten/letzten Teilprozess wird das Gas adiabatich auf das Ausgangsvolumen komprimiert. Bestimmen Sie die resultierende Endtemperatur.

### Aufgabe 3 (5pt.)

- a) Ein Stahlblock ( $c_S = 0,7\text{kJ/kgK}$ ) mit einem Gewicht von 14kg wird zum Biegen von  $20^\circ\text{C}$  auf  $1100^\circ\text{C}$  erwärmt. Welche Wärmemenge muss ihm dabei zugeführt werden?
- b) Nachdem der Stahl sich danach auf  $850^\circ\text{C}$  abgekühlt hat, wird er in einem Wasserbad ( $c_W = 4,2\text{kJ/kgK}$ ) mit einer Temperatur von  $30^\circ\text{C}$  und  $1000\text{kg}$  Fassungsvermögen, abgeschreckt. Welche Gleichgewichtstemperatur stellt sich ein, wenn der Behälter von außen vollkommen wärmeisoliert ist und seine (gesamte) Wärmekapazität  $C_B = 20\text{kJ/K}$  beträgt?

### Aufgabe 4 (4 pt.)

Auf zwei konzentrisch leitenden Kugelflächen mit den Radien  $R_1$  und  $R_2$  befinden sich die Ladungen  $+Q$  und  $-Q$ .

- a) Bestimmen Sie die Feldstärke zwischen den beiden Kugeln als Funktion von  $r$ .
- b) Bestimmen Sie die Potentialdifferenz zwischen den beiden Kugeln.
- c) Wie groß ist die Kapazität des Kugelkondensators?

### Aufgabe 5 (5pt.)

In einer Braunschen Röhre werden Elektronen von einer Glühkathode ins Vakuum emittiert und anschließend in einem homogenen elektrostatischen Feld  $\vec{E}$  auf ein Anodengitter beschleunigt.

- a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung eines Elektrons in der Braunschen Röhre auf.
- b) Lösen Sie die Bewegungsgleichung. Gehen Sie davon aus, dass sich das Elektron unmittelbar nach der Emission in Ruhe befindet.
- c) Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit des Elektrons nachdem es die Beschleunigungsstrecke  $s$  zwischen Kathode und Anode durchlaufen hat, nur von der Spannung  $U$  abhängig ist, also vom Produkt  $U = E \cdot s$ .

## Aufgabe 6 (8 pt.)

Eine Spule mit Induktivität  $L = 2.2H$  wird zum Zeitpunkt  $t = 0$  über einen Widerstand  $R = 470\Omega$  mit einer Batterie mit  $U = 9V$  verbunden.

- Stellen Sie die Differentialgleichung auf, die den Stromfluss durch die Spule beschreibt. Lösen Sie mit korrekten Anfangsbedingungen.
- Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung und der Stromstärke an der bzw. durch die Spule qualitativ.
- Wie viel Energie wird in Wärme umgewandelt bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Stromstärke 90% ihres Maximalwertes erreicht?

## Aufgabe 7 (7 pt.)

Strom fließt durch einen unendlich langen Draht mit Radius  $a$ . Dabei ist die elektrische Stromdichte  $j_0$  konstant, homogen und zeigt aus der Abbildung hinaus:

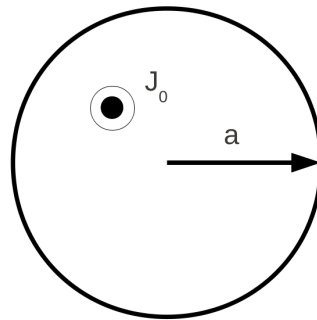


Abbildung 1: Aufgabe 7 a)

- Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes  $B(r)$  für einen Radius  $r < a$  und einen Radius  $r > a$ . Geben Sie in beiden Fällen die Richtung des Magnetfeldes ein.
- Was passiert mit der Richtung des Magnetfeldes, wenn die Richtung des Stroms umgekehrt wird, so dass er in die Zeichenebene hineinfließt?
- Durch den Draht wird jetzt ein Loch gebohrt. Das Loch hat den Radius  $b$  mit  $2b < a$  und ist in der Abbildung gezeigt. Der Punkt  $O$  befindet sich in der Mitte des Drahtes und der Punkt  $M$  ist in der Mitte des Lochs. In diesem modifizierten Draht existiert eine Stromdichte und bleibt gleich  $j_0$  über den verbleibenden Querschnitt des Drahtes. Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes bei  $M$ , bei  $L$  und bei  $N$  und begründen Sie Ihre Antworten.

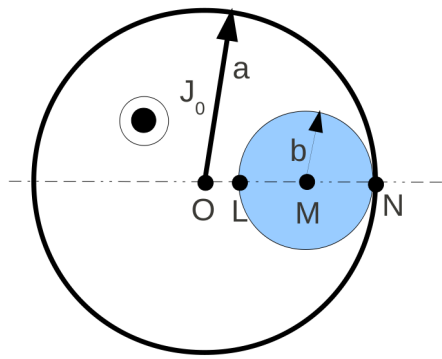


Abbildung 2: Aufgabe 7 c)