

Ferienkurs Experimentalphysik 2 - Donnerstag-Übungsblatt

1 Aufgabe: Entropieänderung

- a) Ein Kilogramm Wasser bei 0°C wird in thermischen Kontakt mit einem Wärmereservoir bei 100°C gebracht, bis das Wasser die Temperatur 100°C erreicht hat. Wie groß ist die Entropieänderung
- I des Wärmebades,
 - II des Wassers,
 - III des Gesamtsystems aus Wasser und Wärmebad?
- b) Wie groß wäre die Entropieänderung des Gesamtsystems, wenn man das Wasser von 0°C auf 100°C heizt, indem man es zuerst mit einem Wärmereservoir bei 50°C und dann (nachdem sich Gleichgewicht eingestellt hat) mit einem Wärmereservoir bei 100°C in Kontakt bringt?
- c) Überlegen Sie sich, wie man das Wasser von 0°C auf 100°C heizen kann, ohne dass sich die Entropie des Gesamtsystems ändert.

2 Aufgabe - Phasenübergang

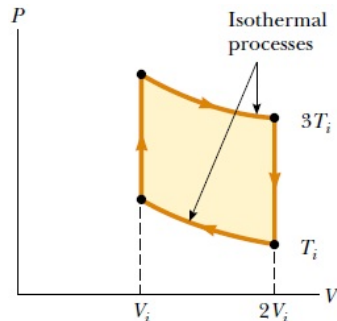
100g flüssiger Stickstoff bei seiner Siedetemperatur von $77,3\text{K}$ wird in einen isolierten Becher gekippt, wo sich 200g Wasser mit einer Temperatur von 5°C befindet. Wenn der Stickstoff, sobald gasförmig, die Lösung verlässt, wieviel Wasser ist gefroren? Die Verdampfungswärme von Stickstoff beträgt $200\frac{\text{J}}{\text{g}}$, die Schmelzwärme von Wasser beträgt $333\frac{\text{J}}{\text{g}}$, seine Wärmekapazität $4,2\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

3 Aufgabe: Zimmerheizung

Eine Wärmepumpe wird benutzt, um im Winter ein Zimmer der Temperatur $T_Z = 293\text{K}$ mit Hilfe von kalter Außenluft der Temperatur T_L zu heizen. Die maximale mechanische Leistung der Wärmepumpe sei $P = 100\text{W}$. Der Wärmeverlust des Zimmers (also die Rate, mit der Wärme durch die Isolierung nach außen fließt) sei proportional zur Temperaturdifferenz zwischen innen und außen mit dem Koeffizienten $L = 7\text{W/K}$. Berechne die minimale Temperatur, die die Außenluft im Idealfall haben darf, damit die Zimmertemperatur aufrechterhalten kann.

4 Aufgabe: Kreisprozesse

ν Mol 1atomiges ideales Gas wird durch den dargestellten Kreisprozess geführt (2 Isotherme, 2 Isochore. Wie effizient ist dieser Prozess?



5 Aufgabe: Ottomotor

Der Kreisprozess im Ottomotor kann durch folgende idealisierten Prozess angenähert werden:

- I Adiabatische Kompression des idealen 2-atomigen Arbeitsgases mit Temperatur T_1 und Druck p_1 vom Volumen $V_1 \rightarrow V_2$.
 - II Isochore Druckerhöhung, indem das mit einem Wärmebad der Temperatur T_3 in Berührung gebracht wird und der Temperatúrausgleich abgewartet wird.
 - III Adiabatische Expansion bis zum Anfangsvolumen V_1
 - IV Isochore Druckerniedrigung bis zum Anfangsdruck p_1 , wobei das Gas durch Kontakt mit einem zweiten Wärmebad der Temperatur T_1 abgekühlt wird.
- a) Wie sieht das pV-Diagramm des Kreisprozesses aus? Berechne Drücke, Volumina und Temperaturen für die Anfangspunkte der 4 Teilprozesse. Zahlenwerte: $V_1 = 1,5 \text{ dm}^3$, Kompressionsverhältnis $\epsilon = \frac{V_1}{V_2} = 8$, $T_1 = 303 \text{ K}$, $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_3 = 1973 \text{ K}$.
 - b) Welche Leistung gibt ein Motor bei der Drehfrequenz $f = 4500 \text{ min}^{-1}$ ab? c_V soll bei der Rechnung als konstant angenommen werden.
 - c) Wie groß ist der effektive Wirkungsgrad des Motors? Zeige, dass $\nu \sim \epsilon$. Vergleiche ihn mit dem Wirkungsgrad einer Carnot-Maschine.

6 Aufgabe: Kugel im Eis

Ein Gewehrkegel (Masse m , Temperatur $T_{b,h}$), wird mit einer Geschwindigkeit v in einen großen Eisblock geschossen, dessen Temperatur 0°C beträgt. Die Kugel bleibt im Eis stecken. Wie lässt sich berechnen, wieviel Wasser dadurch schmelzen wird? Welche (nicht gegebenen) Werte brauchen wir noch für diese Berechnung?

7 Aufgabe: Luftpumpe

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 (1-atomig, ideales Gas) gefüllt.

- 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. Berechne die Temperatur T_2 am Ende des Vorgangs.
- Der Kolben wird solange festgehalten, bis ein Temperaturnausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechne den Druck p_3 , der sich am Ende dieses Schrittes einstellt.
- 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. Berechne die Temperatur T_4 und das Volumen V_4 am Ende des Schrittes.
- Der Kolben wird losgelassen und es wird gewartet, bis ein Temperaturnausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechnen Sie das Volumen am Ende V_5 dieses Prozessschrittes.
- Stelle den Prozess im pV -Diagramm dar.