

Seminar zur Physik für Naturwissenschaftler
Sommersemester 2003
Blatt 6, Besprechung am 11. & 12. Juni

1. Gegeben sei ein Behälter, der $V_1 = 1m^3$ eines idealen Gases der Temperatur $T_1 = 300K$ enthält. Dieser Teil wird durch eine Wand von dem anderen Teil des Behälters abgetrennt. Der zweite Teil des Behälters sei vollständig evakuiert und besitze die gleiche Temperatur und das gleiche Volumen wie der erste.
- (a) Nun werde die Wand zwischen den beiden Teilen entfernt. Welche Arbeit wird dabei von dem Gas verrichtet? Wie groß sind Druck, Temperatur und Volumen danach? Wird Wärme ausgetauscht?
 - (b) Wie groß ist die Entropieänderung ΔS bei dem Vorgang?
 - (c) Liegt eine Verletzung zu $\Delta S = \int \frac{dQ_{rev}}{T}$ vor?

1+2+1 Punkte

2. Eine CARNOT-Maschine -das Arbeitsmedium sei ein ideales Gas der Stoffmenge $n = 0,12mol$ mit dem Adiabatenexponenten $\kappa = 1,4$ - werde zwischen den Temperaturen $T_1 = 560K$ und $T_2 = 280K$ betrieben.
- (a) Der Ausgangszustand sei durch $p_1 = 8,2 \cdot 10^5 Pa$ und durch T_1 charakterisiert. Nun werde das Gas isotherm ausgedehnt, bis der Druck $p_2 = 3,3 \cdot 10^5 Pa$ beträgt. Berechnen Sie die zugehörigen Volumina V_1, V_2 , sowie die vom Gas verrichtete Arbeit W_1 und die dem Gas zugeführte Wärmemenge Q_1 .
 - (b) Nun werde das Gas adiabat expandiert, bis es die Temperatur T_2 erreicht hat. Welches Volumen V_3 nimmt das Gas jetzt ein?
 - (c) Danach werde das Gas isotherm auf $V_4 = 3,85 \cdot 10^{-3}m^3$ komprimiert. Berechnen Sie die dazu benötigte Arbeit W_2 .
 - (d) Schließlich werde das Gas adiabat auf das Anfangsvolumen V_1 komprimiert. Zeigen Sie, daß die Endtemperatur des Gas gleich seiner Ausgangstemperatur ist.
 - (e) Wie groß ist der Wirkungsgrad des Kreisprozesses?

2+1+1+1+0,5 Punkte

3. Ein periodisch arbeitender Kompressorkühlschrank besitze die Motorleistung $P = 180W$, die Innentemperatur $\theta_i = 4^\circ C$ und die Gesamtoberfläche $A = 2,5m^2$. Wegen Reibungs- und Wärmeverlusten betrage der Wirkungsgrad des Kühlschranks nur $\eta = 0,16$, d.h. für den Kreisprozeß steht nur $\eta \cdot P$ als Leistung zur Verfügung.
- (a) Gegeben sei die Wärmeleitungsgleichung $\frac{Q}{t} = \frac{\lambda}{d} A (\theta_1 - \theta_2)$. Machen Sie sich hinsichtlich der Bedeutung der einzelnen Größen schlau.
 - (b) Wenn die Wärmeisolation des Kühlschranks nur durch die rundherum $d = 3mm$ starke Schaumstoffisolierung mit Wärmeleitkoeffizient $\lambda = 0,05 \frac{W}{m \cdot K}$ erfolgt und Randeffekte (Türdichtung etc.) zu vernachlässigen sind, welche Wärmemenge ΔQ wird bei einer Außentemperatur von $\theta_a = 22^\circ C$ dann innerhalb einer Minute in den Kühlschrank transportiert?
 - (c) Wie groß ist das Verhältnis τ von Arbeitsdauer der Wärmepumpe zu deren „Standby-Zeit“, wenn der Kühlschrank konstruktionsbedingt immer die Arbeitsdauer von einer Minute besitzt?
 - (d) Bei welcher Raumtemperatur θ'_a müßte der Motor im Dauerbetrieb arbeiten, um die Temperatur θ_i aufrecht zu halten und ab welcher Raumtemperatur θ''_a ist dies unmöglich?

1+1+1+1 Punkte