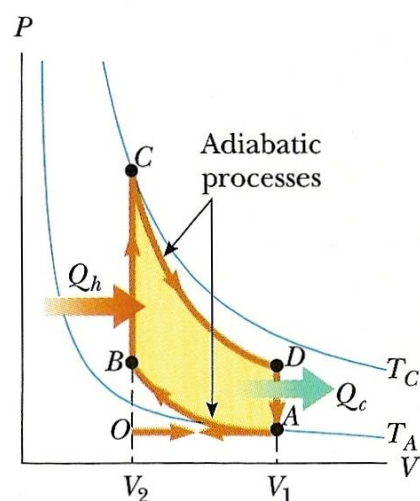


Physik 2014/2015

Blatt 15

- 132) Flüssiges Helium hat eine sehr niedrige Siedetemperatur, 4.2 K, und eine sehr niedrige Verdampfungswärme, $2.09 \times 10^4 \text{ J/kg}$. Mit einem Heizgerät werden dem flüssigen He 10 W zugeführt, bis 1 kg He verdampft ist. Wie lange dauert das? (35 min)
- 133) Betrachten Sie zwei gleich große Körper ($T_1 = 273 \text{ K}$, $T_2 = 373 \text{ K}$), die in Kontakt gebracht werden. Nehmen Sie an, Körper 1 und 2 seien jeweils 1 kg flüssiges Wasser. Bestimmen Sie die Temperatur der Mischung im Gleichgewicht? (323 K)? Wie verändert sich die Entropie des Systems (Hinweis: spezifische Wärmekapazität 4186 J / (kg K))? ($\Delta S = 102 \text{ J/K}$)
- 134) Betrachten Sie ein ideales Gas, das isotherm auf sein vierfaches Volumen expandiert. Wie groß ist die Entropieänderung? ($n R \ln 4$)
- 135) Eine periodisch arbeitende Maschine nimmt während eines Zyklus 2 kJ Wärmeenergie von einem heißen Reservoir auf, dem kalten Reservoir werden 1.5 kJ zugeführt.
(a) Bestimmen Sie die Effizienz der Maschine (25 %)
(b) Wieviel Arbeit leistet die Maschine in einem Zyklus (500 J)?
(c) Nehmen Sie an, die Maschine führt 2000 Umdrehungen pro Minute (rpm, revolutions per minute) durch. Welche Leistung hat die Maschine (17 kW)
- 136) Eine Dampfmaschine hat einen Kocher, der bei 500 K operiert. Die Energie des verbrannten Treibstoffs verändert Wasser zu Dampf, und der Dampf treibt dann den Kolben. Das kalte Reservoir ist die Umgebung, mit einer Temperatur von ungefähr 300 K. Was ist die maximal mögliche Effizienz der Maschine? (40 %) Nehmen Sie an, Sie wollen die Effizienz der Maschine erhöhen. Dazu wird die Temperaturdifferenz zwischen heißen und kaltem Reservoir um ΔT erhöht. Steigt die Effizienz mehr, wenn Sie T_{kalt} um ΔT erniedrigen, oder wenn Sie $T_{\text{heiß}}$ um ΔT erhöhen?

- 137) **Benzin-Motor (3 L):** Betrachten Sie einen zyklisch arbeitenden 6-Zylinder Motor, der mit 4 000 rpm arbeitet. Das pro Zyklus emittierte Gasvolumen ist $\Delta V = 3.0 \text{ L}$, das Kompressionsverhältnis jedes einzelnen Zylinders $r = 9.5$. Die Gas/Luft-Mischung wird der Maschine bei atmosphärischem Druck und einer Temperatur von 27°C zugeführt ($V_{\text{Anfang}} = V_1$; $P_{\text{Anfang}} = P_1 = 100 \text{ kPa}$). Diese Gas/Luft-Mischung wird als ideales Gas beschrieben, die spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen ist $c_V = 0.718 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, und die bei konstantem Druck $c_P = 1.005 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Während der Verbrennung erreicht die Mischung eine maximale Temperatur von 1350°C . Der Adiabatenkoeffizient ist $\kappa = c_P / c_V = 1.4$, und die auf Masse (statt auf



Stoffmenge) normierte Gaskonstante $R' = c_P - c_V = 0.287 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0.287 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

(a) Betrachten Sie die adiabatische Kompression A \rightarrow B! Bestimmen Sie V_1 und V_2 ? (Hinweis: Berücksichtigen Sie, daß sich die Volumenänderung auf alle 6 Zylinder gleich verteilt. Das Diagramm rechts ist für jeden einzelnen Zylinder gültig.) ($V_1 = 0.559 \text{ L}$, $V_2 = 0.0588 \text{ L}$)

(b) Das Luft/Benzin-Gemisch soll als ideales Gas beschrieben werden. Bestimmen Sie seine Masse (Hinweis: verwenden Sie die auf Masse normierte Gaskonstante)? (0.649 g)

(c) Bestimmen Sie Druck und Temperatur am Punkt B, nach der adiabatischen Kompression. (2340 kPa , 738 K)

(d) Bei der Isochore (Prozeßschritt B \rightarrow C) transformiert die Verbrennung die Energie der chemischen Bindung in kinetische Energie der Moleküle, die Temperatur steigt auf $1350^\circ\text{C} = 1623 \text{ K}$. Wie groß ist der Druck am Punkt C? (5140 kPa)

(e) Der Prozeßschritt C \rightarrow D ist eine adiabatische Expansion. Was sind Druck und Temperatur bei Punkt D? ($2.20 \times 10^5 \text{ Pa}$, 660 K)

(f) Bei welchem Prozeßschritt wurde dem Motor wieviel Wärmeenergie zugeführt? (B \rightarrow C, 0.412 kJ) Und bei welchem Prozeßschritt wurde wieviel Wärmeenergie abgegeben? (D \rightarrow A, 0.168 kJ) Wieviel mechanische Arbeit wird pro Periode frei? (0.244 kJ) Wie groß ist die Effizienz dieser Maschine (59%) Und wie groß ist die Leistung, wenn Sie berücksichtigen, daß es sich um eine 4-Takt-Maschine handelt? (48.8 kW)

138) Zeigen Sie, dass die Effizienz eines Otto-Motors (Abbildung s. Aufgabe 137) durch

$\eta = 1 - \frac{T_A}{T_B} = 1 - \frac{T_D}{T_C}$ gegeben ist! Welche Effizienz hätte eine Carnot-Maschine, die mit dieser

Höchst- und Niedrigsttemperatur arbeiten würde? ($\eta = 1 - \frac{T_A}{T_C}$). Hinweis: Nutzen Sie die

Gleichungen für Adiabaten $T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1}$ und $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa$.

139) Das Glas in einem Fenster ist 90 cm breit, 150 cm hoch und 4 mm dick. Es ist ein kalter windiger Tag im Winter. Die Temperatur auf der Innenseite des Glases ist 10°C , und auf der Außenseite -9°C . Wieviel Wärmeleistung wird durch das Fenster transportiert (Wärmeleitvermögen $0.84 \text{ W / (m}\cdot\text{K)}$)? (5.4 kW)