

Aufgabe 1

10Kg Luft (perfektes Gas mit $\kappa 1.4$, $R_L = 287 \frac{J}{Kg \cdot K}$) von $T_1 = 293K$ und $p_1 = 0.96bar$ werden auf $p_2 = 10bar$ verdichtet. Dies soll

- i) isochor
- ii) isotherm
- iii) reversibel adiabat
- iv) polytrop mit $n = 1.3$

geschehen.

- a) Skizzieren Sie die jeweilige Zustandsänderung im $p - v$ -Diagramm
- b) Berechnen Sie jeweils allgemein und zahlenmäßig die Endtemperatur T_2 , das Endvolumen V_2 , die übertragene Wärme Q_{12} und die Volumenänderungsarbeit W_V^{12} .

Aufgabe 2

Bei Normalwetterlage lässt sich für Höhen bis 10.000m über NN der Luftdruck mit genügender Genauigkeit mit Hilfe der barometrischen Höhenformel bestimmen. Diese lautet

$$p(z) = p_0 \cdot \exp\left\{-\frac{z}{z_0}\right\}$$

wobei z die Höhenkoordinate, $z_0 = 7960m$, $p_0 = p(z = 0)$ und $z = 0$ für NN gilt. Weiterhin gilt für die Abnahme der Temperatur dT im Höhenintervall dz die Faustformel

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{6}{1000} \left[\frac{K}{m} \right]$$

bezogen auf NN.

- a) Ermitteln Sie unter Berücksichtigung dieser Ansätze den Luftdruck und die Lufttemperatur auf der Wildspitze(Ötztal, 3800m über NN), wenn die Temperatur auf NN (Oberitalien) $t_0 = 25^\circ C$ und der Luftdruck $p_0 = 1025mbar$ betragen soll.
- b) Bestimmen Sie unter der Annahme, dass die Zustandsgleichung der Luft von Oberitalien zur Wildspitze durch eine Polytrope beschrieben werden kann , den entsprechenden Polytropenexponenten. Schätzen Sie den Fehler ab, der sich für diese polytrope Zustandsänderung im Vergleich zur oben genannten Faustformel bei der Bestimmung der $0^\circ C$ -Grenze ergibt.
- c) Bei Föhnwetterlage im deutschen Alpenvorland steigt die in Oberitalien erwärmte Luft auf, strömt über den Alpenhauptkamm und tritt in Oberbayern als Fallwind in Erscheinung. Ermitteln Sie die Lufttemperatur und den Luftdruck auf dem Gipfel der Wildspitze unter der Annahme, dass bei Föhnwetterlage die Zustandsänderung der Luft beim Aufsteigen als reversibel adiabat angenommen werden kann.

Hinweis: Die Luft soll als perfektes Gas mit $c_p = 1.0 \frac{kJ}{Kg \cdot K}$ und $R_L = 0.287 \frac{kJ}{Kg \cdot K}$ betrachtet werden.

Aufgabe 3

Aus einer Druckluftflasche mit $V = 50\text{dm}^3$ mit einem Anfangsdruck $p_0 = 60\text{bar}$ strömt solange Luft in die Umgebung ($p_U = 1\text{bar}$, $T_U = 300\text{K}$), bis der Druck in der Flasche auf 20bar gefallen ist. Dabei soll die Luft

- Fall 1) – so langsam ausströmen, dass ein ständiger Temperatenausgleich mit der Umgebung gewährleistet ist
- Fall 2) – so rasch ausströmen, dass keine Wärmeübertragung stattfinden kann
- Wieviel Kg Luft verbleiben in beiden Fällen in der Flasche?
 - Welche Wärme muss im ersten Fall der Flasche zugeführt werden?
 - Wie hoch steigt im zweiten Fall der Druck in der Flasche, wenn das thermische Gleichgewicht mit der Umgebung erreicht ist und welche Wärme wird dabei übertragen? *Hinweise: Die Luft soll als perfektes Gas mit der spezifischen Wärmekapazität $c_V = 0.7155 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}\cdot\text{K}}$, der Gaskonstanten $R_L = 0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}\cdot\text{K}}$ und einem Isentropenexponenten $\kappa = 1.4$ betrachtet werden.*

Aufgabe 4

Ein 1– zylindriger Kolbenkompressor hat ein Hubraum $V_H = 0.0012\text{m}^3$ und ein Totalvolumen $V_T = 0.09V_H$. Er saugt Luft aus der Umgebung mit $p_U = p_1 = 1\text{bar}$, $\rho_U = \rho_1 = 1.25 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ an, komprimiert diese auf den Druck $p_2 = 12\text{bar}$ und fördert sie in einen sehr großen Druckkessel. Dies bedeutet für diese Aufgabe, dass der Druck im Druckkessel für den gesamten Zeitraum des Füllvorgangs näherungsweise als konstant angenommen werden kann.

- Welche Arbeit muss der Kompressor pro Kurbelwellenumdrehung aufbringen, wenn das Kurbelwellengehäuse
 - evakuiert
 - belüftet
 - abgedichtetist?

Hinweise: Die Luft soll als perfektes Gas mit $\kappa = 1.4$ betrachtet werden. Sowohl die Kompression als auch die Rückexpansion der Luft sollen als reversibel adiabat angenommen werden mit $pV^\kappa = \text{const.}$