

Aufgabe 14: Wasserkocher**(mündlich, 3 Punkte)**

Welche Zeit ist erforderlich, um 10 Liter Wasser von 20 °C in einem offenen Behälter durch elektrische Heizung zum Sieden zu bringen, wenn 230 V und 10 A zur Verfügung stehen?

Von Wärmeverlusten und den Wärmekapazitäten von Heizspirale und Gefäß darf abgesehen werden.

Die spezifische Wärme von Wasser beträgt $c_P = 4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$.

Aufgabe 15: Pneumatisches Feuerzeug**(schriftlich, 3 Punkte)**

Wie hoch steigt die Lufttemperatur im pneumatischen Feuerzeug bei einer sehr raschen adiabatischen Kompression, wenn das Volumen auf ein Zehntel verkleinert wird? Behandeln Sie dabei die Luft als zweiatomiges ideales Gas.

Benutzen Sie die Adiabaten Gleichung $pV^\kappa = \text{const.}$

Aufgabe 16: Kühlschranks**(mündlich, 7 Punkte)**

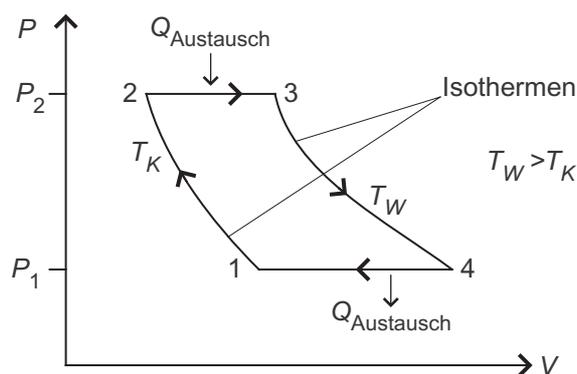
Luft von Normaldruck wird in einem Kühlschrank, der hermetisch schließt, von 17 °C auf -3 °C abgekühlt. Welche Druckdifferenz stellt sich dabei zwischen Innen- und Außenraum ein? Behandeln Sie die Luft als ideales Gas.

Die Tür des Kühlschranks sei $h = 1\text{ m}$ hoch und $b = 0,5\text{ m}$ breit. Welches Drehmoment ist zum Öffnen der Tür erforderlich?

Der Griff befindet sich 5 cm vom Rand entfernt. Mit welcher Kraft muss man ziehen, um die Tür zu öffnen?

Aufgabe 17: Kreisprozess**(schriftlich, 11 Punkte)**

Ein ideales Gas durchlaufe den skizzierten Kreisprozess reversibel. Bei diesem sogenannten Ericsson-Prozess werden isotherme und isobare Zustandsänderungen durchgeführt, wobei die während der isobaren Kompression bzw. Expansion umgesetzten Wärmen gegeneinander ausgetauscht werden.



- Berechnen Sie die während der einzelnen Prozessschritte anfallenden Arbeiten und Wärmen sowie die Änderungen der inneren Energie.
- Stellen Sie eine Bilanz von W , Q und ΔU für den Kreisprozess auf und geben Sie den Wirkungsgrad als Funktion der Temperaturen T_K und T_W an.

Aufgabe 18: van der Waals-Gas**(mündlich, 10 Punkte)**

Reale Gase unterscheiden sich vom idealen Gas dadurch, dass die Teilchen ein endliches Volumen ausfüllen. Dies wird im Modell des van der Waals-Gases berücksichtigt. Die zugehörigen Zustandsgleichungen lauten

$$p = \frac{N k_B T}{V - N b} - \frac{N^2 a}{V^2} \quad \text{und} \quad U = C_V T - \frac{a N^2}{V},$$

wobei a , b und C_V Materialkonstanten sind.

Betrachten Sie für das CO_2 -Gas (molare Masse $m = \frac{44 \text{ kg}}{\text{kmol}}$) thermodynamische Zustandsänderungen im Rahmen des van der Waals-Modells. Im Ausgangszustand befinde sich 1 kg des CO_2 -Gases bei der Temperatur $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ in einem Volumen $V_1 = 0,5 \text{ m}^3$. Der Endzustand mit der Temperatur $T_2 = T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ und dem Volumen $V_2 = 1 \text{ m}^3$ werde

- durch eine isotherme Expansion
- durch eine isobare Expansion und anschließende isochore Abkühlung
- durch eine isochore Abkühlung und anschließende isobare Expansion

erreicht. Skizzieren Sie die drei Prozesse in einem $p - V$ -Diagramm und berechnen Sie jeweils die geleistete Arbeit W und die zugeführte Wärme Q . Alle betrachteten Prozesse sollen reversibel verlaufen.

Zahlenwerte: $N^2 a = n^2 \cdot 36,4932 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Pa m}^6}{\text{mol}^2}$, $N b = n \cdot 0,43 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$,

$$C_V = n \cdot 27,614 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \text{ mit } n = \text{Zahl der Mole.}$$

Aufgabe 19: Adiabatische Zustandsänderung**(schriftlich, 6 Punkte)**

- Zeigen Sie, dass bei einer adiabatischen Zustandsänderung allgemein der Zusammenhang

$$dT = - \frac{p + \left. \frac{\partial U}{\partial V} \right|_T}{\left. \frac{\partial U}{\partial T} \right|_V} dV$$

zwischen Temperaturänderung und Volumenänderung besteht.

- Der Zustand eines van der Waals-Gases (Zustandsgleichungen siehe Aufgabe 18) werde adiabatisch von T_1, V_1 nach T_2, V_2 verändert. Berechnen Sie T_2 in Abhängigkeit von T_1, V_1 und V_2 .