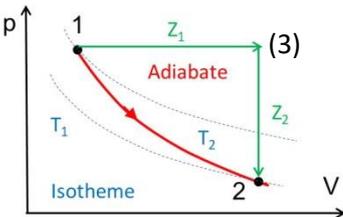


Adiabatische Zustandsänderungen

- Ein thermisches System mit Luft wird durch Expansion von Zustand 1 in den Zustand 2 versetzt. Dieser Vorgang soll:
 - adiabatisch
 - erst isobar, dann isochor verlaufen.
 - Vergleichen Sie anhand des Graphen im p-V-Diagramm die bei beiden Vorgängen verrichteten Volumenarbeiten.
 - Berechnen Sie die Volumenarbeiten beider Vorgänge für $p_1=4,5\text{bar}$ und $V_1=2,5\text{l}$, wenn das Volumen verdreifacht wird.
 - Wie groß sind die ausgetauschten Wärmemengen bei den beiden Teilprozessen des Vorgangs 2, wenn die Temperatur im Zustand 1 $\delta_1=20^\circ\text{C}$ beträgt? Bestimmen Sie daraus die Temperatur δ_2 im Zustand 2.
- Bei einem pneumatischen Feuerzeug werden 10cm^3 Luft unter Normaldruck von 20°C auf ca. $0,5\text{cm}^3$ adiabatisch zusammengedrückt.
 - Welche Temperatur entsteht bei diesem Vorgang?
 - Wie hoch ist der Druck nach der Kompression?
- In einer Nebelkammer befindet sich ein Alkohol-Luft-Gemisch unter Normaldruck in einem Volumen von $V=500\text{cm}^3$ bei einer Temperatur von 22°C . Durch einen angeschlossenen Expansionszylinder wird das Volumen plötzlich (adiabatisch) um 150cm^3 vergrößert. Bestimmen Sie Temperatur und Druck des Gasgemischs nach der Expansion. ($\kappa=1,4$)
- Das in einer Bierflasche enthaltene Kohlendioxid ($\kappa=1,3$) steht bei 18°C unter einem Druck von $1,5\text{bar}$. Auf welche Temperatur kühlt sich das Gas ab, wenn der Verschluss plötzlich geöffnet wird? (Der Außendruck entspricht dem Normaldruck)

Lösungen:

- 

Volumenarbeit als Fläche unter dem Graphen ...

Fläche unter der **Adiabat**en ist kleiner als die Fläche unter der **isobaren ZÄ (Z₁)**.

$$W_A < W_{Z1}$$
 - $$W_{Z1} = -p \cdot \Delta V = -4,5 \cdot 10^5 \text{Pa} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 = -2250 \text{Nm}$$

$$W_A = -\int p(V) dV \quad \text{mit} \quad p(V) = \frac{p_1 \cdot V_1^k}{V^k} \quad \text{und} \quad k(\text{Luft}) = 1,4 \quad (\text{schwieriges Integral !})$$

$$W_A = -p_1 V_1^k \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^k} = \frac{-p_1 \cdot V_1^k}{-0,4} \cdot V^{-0,4} \Big|_{V_1}^{V_2} = 2,5 \cdot p_1 \cdot V_1^{1,4} \cdot \frac{1}{V_1^{0,4}} \Big|_{V_1}^{3V_1} \quad p_1 = 4,5 \cdot 10^5 \text{Pa} \quad V_1 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$$

$$W_A = 2,5 \cdot p_1 \cdot V_1^{1,4} \cdot \frac{1}{3V_1^{0,4}} - (2,5 \cdot p_1 \cdot V_1^{1,4} \cdot \frac{1}{V_1^{1,4}}) = 2,5 \cdot p_1 \cdot V_1^{1,4} \cdot \left(\frac{1}{3V_1^{0,4}} - \frac{1}{V_1^{0,4}} \right) = -1000 \text{Nm}$$
 - Berechnung der Masse: $m = \frac{p \cdot V}{R_S \cdot T} = 13,37 \text{g}$

Z1: isobare ZÄ: $T_3 = T_1 \cdot \frac{V_3}{V_1} = 879,5 \text{K} = 606,3^\circ\text{C} \quad \Delta T_{1,3} = 586,3 \text{K}$

$$Q_{1,3} = m \cdot c_p \cdot \Delta T = 7,92 \text{kJ} = -Q_{3,2}$$

$$Q_{3,2} = m \cdot c_V \cdot \Delta T_{3,2} \quad \Delta T_{3,2} = -822,5 \text{K} \quad T_2 = 57 \text{K} = -216,2^\circ\text{C}$$
- $$T \cdot V^{k-1} = \text{konstant} \quad T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = 971,63 \text{K} = 698,5^\circ\text{C} \quad \kappa = 1,4$$
 - $$p \cdot V^k = \text{konstant} \quad p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = 6,72 \text{MPa}$$
- $$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = 265,7 \text{K} = -7,4^\circ\text{C}$$
 - $$p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = 7 \cdot 10^4 \text{Pa} (= 0,7 p_0)$$
- $$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 265,9 \text{K} = -7,2^\circ\text{C}$$
