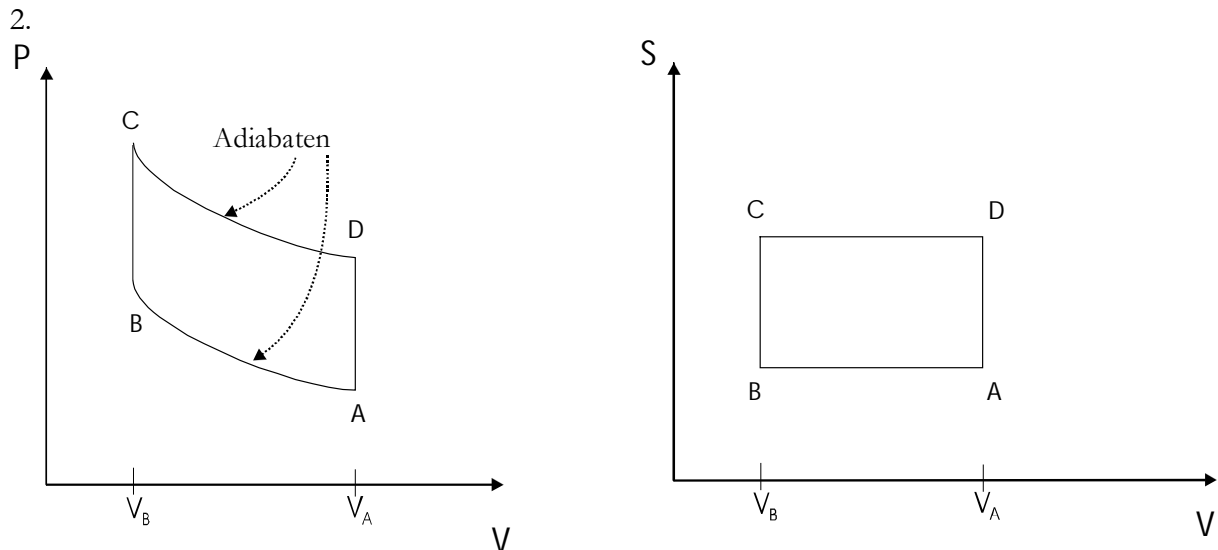


Übungsaufgaben V, von 22.05.2001

Musterlösungen

1.
$$\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$$

$$\Rightarrow \Delta T = \mu_{JT} \Delta P = 3.11 \times 49.4 \approx 154 \text{ K} \quad (1 \text{ atm} \cong 1.013 \text{ bar})$$



3. a) Adiabatischer Prozeß $\Rightarrow Q = 0$

Expansion gegen einen konstanten Druck:

$$\begin{aligned} W &= -p_{\text{ex}} \Delta V \\ &= -(1.01 \times 10^5) \times (20 \times 10^{-2}) \text{ m} \times (10 \times 10^{-4}) \text{ m}^2 \\ &= -20 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= Q + W \\ &= -20 \text{ J}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= nC_{V,m} \Delta T \\ \Rightarrow \Delta T &= \frac{-20}{(2.0 \text{ mol}) \times (28.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})} = -0.347 \text{ K} \end{aligned}$$

Entropie = Zustandsfunktion

$\Delta S = \Delta S$ (Erwärmung bei konstantem Druck) + ΔS (Kompression bei konstanter Temperatur)

$$\text{Daraus folgt } \Delta S = nC_{p,m} \ln \left(\frac{T_E}{T_A} \right) + nR \ln \left(\frac{V_E}{V_A} \right)$$

$$\text{wobei } T_E = T_A - 0.347 = 298.15 - 0.347 = 297.803 \text{ K}$$

$$\text{Ideales Gasgesetz: } V_A = \frac{nRT}{P_A} = 4.893 \text{ L} \Rightarrow V_E = V_A + \Delta V = 4.893 \text{ L} + 0.20 \text{ L} = 5.093 \text{ L}$$

$$\text{Einsetzen: } \Delta S = -0.0671 + 0.666 = +0.60 \text{ J K}^{-1}$$

4.

Wenn Sie die Tür des Kühlschranks öffnen, können Sie für einen kurzen Moment Kühlung empfinden. Das Kühlsystem wird nun aber verstärkt arbeiten, um den Kälteverlust im Kühlschrank auszugleichen. Das Gerät erzeugt dabei soviel Wärme, dass der Raum eher noch wärmer wird.

{Zimmer (Temperatur T_w) + Kühlschrank (Temperatur T_k)} = abgeschlossenes System

ΔQ_w : die vom Kühlschrank ins Zimmer zugeführte Wärme

ΔW : die vom Kühlschrank angenommene Arbeit (von außen)

ΔQ_k : die vom Kühlschrank benötigte Wärme

1HS im {Kühlschrank} $\Delta U = \Delta W = \Delta Q_w - \Delta Q_k$ wird in Wärme umgesetzt

$$\text{Wirkungsgrad des Kühlschranks } \eta = \frac{\Delta T}{T_w} = \frac{25}{298} = + \frac{\Delta W}{\Delta Q_w} = 0.0839$$

$$\text{wobei } \Delta Q_w = \Delta W + \Delta Q_k \Rightarrow \Delta W = \eta \cdot \Delta Q_w = \eta \cdot (\Delta W + \Delta Q_k)$$

$$\text{d.h. } \Delta W = \frac{\Delta Q_k \times \eta}{(1 - \eta)}$$

$$\Delta Q_{K/\text{stunde}} = \Delta H_{\text{mol}}^{\text{Schmelz}} \times \frac{1000}{18} = 333.3 \text{ kJ mol}^{-1};$$

$$\text{Daraus folgt: } \Delta W = \frac{\Delta Q_k \times \eta}{(1 - \eta)} = \frac{300 \times \frac{25}{298}}{(1 - \frac{25}{298})} = 30.525 \text{ kJ/h}$$

Wir nehmen an, dass das Volumen des Zimmers konstant bleibt (vernünftig!). Damit ist die Wärmekapazität $C_V = 100 \text{ kJ/K}$. Die zugeführte Arbeit wird in Wärme umgesetzt:

$$C_V \times \Delta T = \Delta W \times 3 \text{ h} \Rightarrow \Delta T = \frac{30.525 \times 3}{100} = 0.916 \text{ K}$$