

# Aufgabe 7)

7.7

a) T.HS um Reaktionsgemisch, stat. FP, kin und pot-E. vernachlässigbar

$$0 = \dot{m} [h_e - h_a] + \dot{Q}_{zu} - \dot{Q}_{ab} - \dot{W}_e$$

$$\dot{Q}_{aus} = \dot{Q}_{ab} = \dot{m}_{ein} [h_{ein} - h_{aus}] + \dot{Q}_R$$

$$= 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} [292,92 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 473,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}] + 700 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$= 62,182 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = \underline{\underline{62,182 \text{ kW}}}$$

aus TAB A-2:

$$h_{ein} = h_w(70^\circ\text{C, siedend}) = h_f(70^\circ\text{C}) = 292,92 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{aus} = h_f(700^\circ\text{C}) = 473,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$b) \bar{T}_{KF} = \frac{T_{ein} + T_{aus}}{2} = \underline{\underline{293,75 \text{ K}}}$$

c) Entropiebilanz um Kühlflüssigkeit, stat. FP:

~~Entropiebilanz um Reaktionsgemisch, stat. FP~~

$$0 = \dot{m} [s_e - s_a] + \frac{\dot{Q}_{zu}}{\bar{T}_K}$$

~~Entropiebilanz um Kühlflüssigkeit, stat. FP~~

$$0 = \dot{m}_K [s_e - s_a] + \frac{\dot{Q}_{zu}}{\bar{T}_K} + \dot{s}_{erz}$$

$$\dot{s}_{erz} = \dot{m}_K [s_a - s_e] - \frac{\dot{Q}_{zu}}{\bar{T}_K}$$

$$\dot{Q}_{zu} = \dot{Q}_{aus} = 62,182 \text{ kW}$$

$$\bar{T}_K = 295 \text{ K}$$

$$s_e = s_a = s_f$$

$$= c_p^k \ln\left(\frac{T_{ein}}{T_{aus}}\right) - R \ln\left(\frac{p_{ein}}{p_{aus}}\right)$$

$$\dot{s}_{erz} =$$

c) Entropiebilanz um Reaktionsgemisch, stat. FP:

$$0 = \dot{m} [s_e - s_a] + \frac{\dot{Q}_{zu}}{\bar{T}_R} - \frac{\dot{Q}_{ab}}{\bar{T}_R} + \dot{s}_{erz}$$

$$\dot{s}_{erz} = \dot{m} [s_a - s_e] + \frac{\dot{Q}_{zu} - \dot{Q}_{ab}}{\bar{T}_R}$$

$$\dot{s}_{erz} = 0,272 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{s}}$$

$$\bar{T}_R = 700^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}_{zu} = \dot{Q}_R = 700 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

→ nur aus  $\dot{Q}_{aus}$

$$\dot{Q}_{ab} = \dot{Q}_{aus} = 62,182 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$\text{TAB A-2} \begin{cases} s_a = s_f(700^\circ\text{C}) = 7,3069 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \\ s_e = s_f(70^\circ\text{C}) = 0,9549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \end{cases}$$

$$\dot{m} = \dot{m}_{ein} = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

d) 7. HS um Reaktionsgemisch, halboffen System

$$\Delta E = m_2 u_2 - m_1 u_1 + \cancel{\Delta KE} + \cancel{\Delta PE} = \Delta m_{\text{ein}} \cdot h_{\text{ein}} + \cancel{Q} - \cancel{W}$$

da  $Q_{R12} = Q_{a1}$

$$\Delta m_{\text{ein}} = \frac{m_2 u_2 - m_1 u_1}{h_{\text{ein}}} \quad m_2 = m_1 + \Delta m_{12}$$

$$\Delta m_{12} = \frac{(\Delta m_{\text{ein}} + m_1) u_2 - m_1 u_1}{h_{\text{ein}}}$$

$$\Delta m_{\text{ein}} = \frac{m_1 u_2 - m_1 u_1}{h_{\text{ein}} - u_2} = m_1 \frac{u_2 - u_1}{h_{\text{ein}} - u_2}$$

$$m_1 = m_{\text{gas1}} = 5755 \text{ kg}$$

TAB A-2:

$$h_{\text{ein}} = h_f(20^\circ\text{C}) = 83,96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_2 = u_f(70^\circ\text{C}) = 292,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_1 = u_f(700^\circ\text{C}) = 418,54 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta m_{12} = 3469,69 \text{ kg}$$

e) Entropiebilanz um Reaktionsgemisch, halboffen System:

$$\cancel{\Delta S} = m(s_2 - s_1) \cancel{+ \frac{Q_{21}}{T} + S_{\text{gen}}}$$

$$\cancel{\Delta S} = m(s_1 - s_2)$$

$$\Delta S = m_2 s_2 - m_1 s_1$$

$$m_2 = m_1 + \Delta m_{12}$$

$$m_1 = m_{\text{gas1}} = 5755 \text{ kg}$$

$$\Delta m_{12} = 3469,69$$

$$\rightarrow m_2 = 9224,69 \text{ kg}$$

TAB A-2:

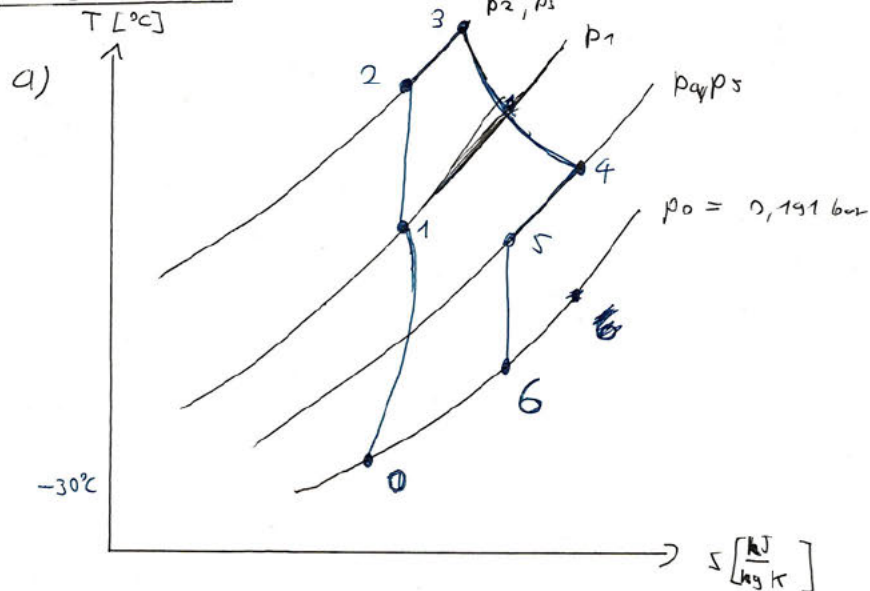
$$s_2 = s_f(70^\circ\text{C}) = 0,9549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$s_1 = s_f(700^\circ\text{C}) = 7,306 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$= m_2 s_2 - m_1 s_1$$

$$\Delta S = 1227,45 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

## Aufgabe 2



- 1-2 adiabate, verdrängung mit  $\eta_{12} < 1$
- 2-3 adiabate, rev. Verdrängung  $\rightarrow$  isentrope
- 3-4 isobare Wärmezufuhr
- 4-5 adiabate, inner turbine
- 5-6 adiabate, rev. Schmelze auf  $p_0$

b) 1.HS um

1.HS um komplettes Fluyzeng bliebsch, stat. FP.

$$0 = \dot{m}_{\text{Luft}} \left[ h_e - h_g + \frac{w_e^2 - w_g^2}{2} \right] + \dot{Q}_{2v} - \dot{W}_b$$

Wird alles in  
Turbine  
verbraucht / produziert

$$w_g^2 = 2(h_e - h_g) + w_e^2 + \frac{2\dot{Q}_{2v}}{\dot{m}_{\text{ges}}}$$

$$w_g = \sqrt{2c_p^{u+b}(T_1 - T_6) + w_e^2 + \frac{2q_B}{G_{293}}}$$

$$\dot{Q}_{2v} = \dot{m}_K \cdot q_B$$

$$= \frac{\dot{m}_{67}}{(1 + \eta_{293})} \cdot q_B$$

$$\frac{2\dot{Q}_{2v}}{\dot{m}_{\text{ges}}} = \frac{\dot{m}_{67}}{(1 + \eta_{293})} \cdot \frac{q_B}{\dot{m}_K} = \frac{q_B}{(1 + \eta_{293})} = \frac{298}{G_{293}}$$

$$h_e - h_g = c_p^{u+b}(T_g - T_6)$$

c)  $\Delta_{\text{extr}} = \text{Exstr}_6 - \text{Exstr}_1$

$$\text{Exstr}_6 = h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + h_{e6}$$

$$\text{Exstr}_1 = h_1 - h_0 - T_0(s_1 - s_0) + h_{e1}$$

$$\Delta_{\text{extr}} = h_6 - h_1 - T_0(s_6 - s_1) + h_{e6} - h_{e1}$$

$$\begin{cases} h_6 - h_0 = c_p^{u+b}(T_6 - T_0) \\ s_6 - s_0 = c_p^{u+b} \ln\left(\frac{T_6}{T_0}\right) - R \ln\left(\frac{p_6}{p_0}\right) \\ h_e = \frac{w_e^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} h_1 - h_0 = \text{u. analig} \\ s_1 - s_0 = \text{u. analig} \end{cases}$$

$$= c_p^{u+b}(T_6 - T_1) - T_0 \left( c_p^{u+b} \ln\left(\frac{T_6}{T_1}\right) \right) + \frac{w_6^2}{2} - \frac{w_1^2}{2}$$

$$= 15,42 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 110050 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \underline{\underline{125,47 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}}$$

d) Energie bilanz stat. FP:

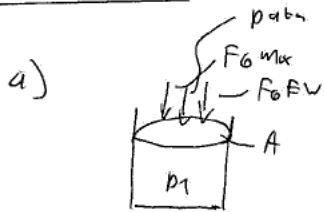
$$\dot{e}_{x_{\text{net}}} = \dot{e}_{x_{\text{str}}} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) \cdot \frac{\dot{Q}_B}{\eta_{g,1}}$$

$$\frac{\dot{Q}_B}{\eta_{g,1}} = \frac{q_B}{6,235} = \frac{1155 \frac{\text{W}}{\text{kg}}}{6,235}$$

$$= 100 \frac{\text{W}}{\text{kg}} + \left(1 - \frac{243,15 \text{ K}}{1265 \text{ K}}\right) \cdot \frac{1155}{6,235} \frac{\text{W}}{\text{kg}}$$

$$= 254,02 \frac{\text{W}}{\text{kg}}$$

### Aufgabe 3



$p_1$  entsteht durch  $p_{\text{atm}} + F_{G, \text{max}}/A + F_{G, \text{EV}}/A$

$$A = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \pi = 25\pi \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} p_1 &= 1,013 \text{ bar} + 32 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} / 25\pi \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 + 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} / 25\pi \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \\ &= 1,013 \text{ bar} + 39969,5 \text{ N/m}^2 + 124,9 \text{ N/m}^2 \\ &= \underline{\underline{1,40 \text{ bar}}} \end{aligned}$$

$m_g: pV = mRT \rightarrow m_g = \frac{p_1 V_{g1}}{R T_{g1}} = \frac{\frac{R}{M_0} \cdot T_{g1}}{p_1 \cdot V_{g1}} = \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}$

$$= m_g = \frac{p_1 V_{g1}}{\frac{R}{M_0} \cdot T_{g1}} = \frac{1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 773,75 \text{ K}} = 0,003479 \text{ kg} = \underline{\underline{3,479 \text{ g}}}$$

$$= \frac{1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 773,75 \text{ K}} = 0,003479 \text{ kg} = \underline{\underline{3,479 \text{ g}}}$$

$$= 0,003479 \text{ kg} = \underline{\underline{3,479 \text{ g}}}$$

b) Die Masse des Eises und des Benzinens, sowie  $p_0$  haben sich nicht geändert. Somit ist  $p_2$  immer noch  $= p_1$

$$\underline{\underline{p_2 = p_1 = 1,40 \text{ bar}}}$$

c) 1. HS um Gas; geschlossenes System

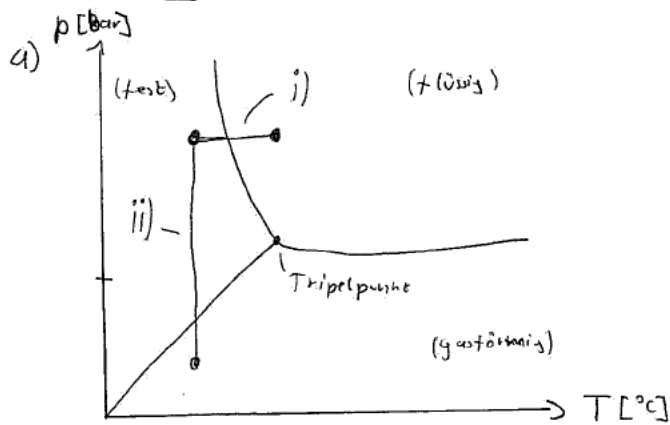
$$\frac{\Delta U}{E} = E_2 - E_1 = \cancel{Q_{zu}} - W_v$$

$$= U_2 - U_1 = -W_v$$

$$Q_{zu} = U_2 - U_1 + W_v$$

# Aufgabe 4:

(Phasengebiet)



b) 1. HS um Verdichter, stationärer Flussprozess, kin und pot vernachlässigbar

$$0 = \dot{m}_{\text{Rein}} [h_e - h_g] + \overset{\text{adib. Kompr.}}{\dot{Q}_{2v}} - \dot{W}_E$$

$$\dot{m}_{\text{Rein}} = \frac{\dot{W}_E}{h_2 - h_3}$$

$$= 0,000665 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$= \underline{\underline{2,394 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}}$$

TA13 A-10:

$$h_2 = h_g(-22^\circ\text{C}) = 234,02 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

TA13 A-17:

$$h_3 = h_g(26\text{bar}) = 264,15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{W}_E = -\dot{W}_{KE} = -22 \text{ W} = -20 \frac{\text{J}}{\text{s}} = -20 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

c)

$$d) \epsilon_K = \frac{|\dot{Q}_{2v}|}{|\dot{W}_E|} = \frac{|\dot{Q}_{2v}|}{|\dot{Q}_{ab}| - |\dot{Q}_{2v}|}$$

e) es würde den Innenraum so lange abkühlen, bis die Temperatur im Innenraum gleich der Temperatur des Kühlmittels im Wärmebader ist.  
Dann ist kein Wärmestrom mehr möglich im Wärmebader.