

Aufgabe 1: Reaktor

$$m_{\text{Reaktor}} = 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad x_D = \frac{m_D}{m_{\text{Reaktor}}} = 0,005, \quad T_{\text{Reaktor},1} = 100^\circ\text{C}$$

a) \dot{Q}_{aus}

1. Hauptatz
≈ stationär
vernachlässigbar
 \Rightarrow keine Arbeit

$$\frac{\partial E}{\partial t} = \sum_i m_i(t) [h_i(t) + k_f \cancel{G_i} + p_i(t)] - \sum_j \dot{Q}_j(t) - \sum_n \dot{W}_n(t)$$

$$\dot{Q} = m_{\text{Reaktor}} (\text{h}_{\text{ein}} + \text{h}_{\text{aus}}) + \dot{Q}_R + \dot{Q}_{\text{aus}} \quad || \quad \underline{\text{hau-haus}}$$

ein: 70°C

aus Tabelle A-2

aus: 100°C

$$\text{und } q = q_f + x(q_g - q_f) \quad \text{und } \dot{q} = \dot{q}_f + x(\dot{q}_g - \dot{q}_f)$$

Koeff.

$$h_{\text{ein}} = 292,98 + 0,005$$

$$\left. \begin{aligned} h_{\text{aus}} &= 292,93 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,005 \cdot (2926,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 292,93 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ &= 304,649 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned} \right| \quad \left. \begin{aligned} h_{\text{aus}} &= 413,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,005 \cdot (2976,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 413,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) \\ &= 430,325 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned} \right.$$

elsetze ein

$$0,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (304,649 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 430,325 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}) + 100 \text{ kW} = -\dot{Q}_{\text{aus}}$$

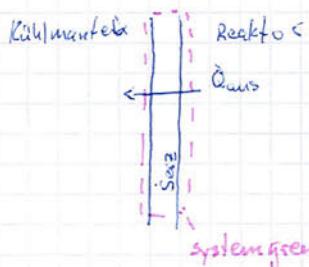
$$\Rightarrow \underline{\dot{Q}_{\text{aus}} = 62,29 \text{ kW}}$$

b) Mitteltemp des Kühlflüssigkeitstromes: \overline{T}_{KF}

$$\overline{T}_{KF, \text{ein}} = 233,15 \text{ K} \quad , \quad T_{KF, \text{aus}} = 233,15 \text{ K} \quad , \quad \text{ideale Flüssigkeit}$$

$$\overline{T}_{KF} = \frac{\int_a^b T ds}{s_a - s_b} = \frac{\int_a^b T ds}{\overline{T}_{KF, \text{ein}} \frac{\ln \frac{s_b}{s_a}}{T} dt}$$

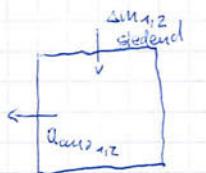
c) $\dot{S}_{\text{erz}} \quad T_{KF} = 295 \text{ K}$ nur innerhalb der Reaktorwand



geschlossenes System:

$$\dot{S}_{\text{erz}} = - \frac{\dot{Q}_{\text{aus}}}{T_{KF}} = \frac{600}{295 \text{ K}} = \underline{\underline{-2.034 \frac{\text{kJ}}{\text{s} \cdot \text{K}}}}$$

d)



Zustand 1: 100°C , Zustand 2: 70°C , $T_{\text{eln}} = 20^\circ\text{C}$

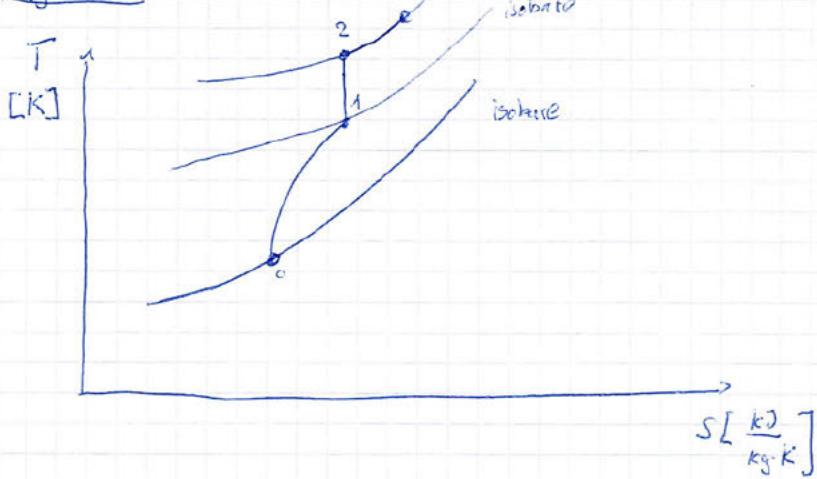
$$\dot{Q}_{\text{aus}1,2} = 35 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

Problem: Halboffenes System:

$$\Delta E = m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = \Delta m_{1,2} \cdot h_{\text{elin}} + \dot{Q}_{\text{aus}} - \sum_i \dot{m}_i \cdot \dot{u}_i \stackrel{<0}{=} 0 \quad || \quad m_2 = m_1 +$$

e) Entropieänderung:

$$\Delta S = m_2 \cdot s_2 - m_1 \cdot s_1 = \Delta m_{1,2} \cdot S_{\text{elin}} + \frac{\dot{Q}_{\text{aus}}}{T}$$

Aufgabe 2

b)

statische Flussgleiches:

$$0 = m_{gas} (h_4 - h_5 - T_0 (s_e - s_a) + \frac{1}{2} m (w_6 - w_7) - \dot{W}_{D+Z})$$

Aufgabe 3

a) $p_{g,1}$ und Masse an Gas in Zylinder m_g

Zustand 1: $T_{g,1} = 500^\circ\text{C}$, $V_{g,1} = 3,14 \text{ L} = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$$m_{EW} = 0,1 \text{ kg}, T_{EW,1} = 0^\circ\text{C}, x_{Eis} = \frac{m_{Eis}}{m_{EW}} = 0,6$$

Druck des Gases Da im Gleichgewicht: $F = F_{Gas}$

$$\begin{aligned} p_{g,1} &= \frac{F_{Gas}}{A} = \frac{F}{A} = \frac{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 32 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\pi \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \\ &= 4,0426 \cdot 10^5 \\ &= 1,2696 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \underline{\underline{126,96 \text{ bar}}} \end{aligned}$$

$$\text{mit } F = A \cdot g + m_{EW} \cdot g + m_K \cdot g$$

$$\begin{aligned} \text{Fläche } A &= \pi \cdot r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi (5 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \\ &= \pi \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Druck des Gases

$F = -F_{Gas}$ // im Gleichgewicht

$$\begin{aligned} F &= 1 \text{ bar} \cdot A + (m_{EW} + m_K) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &\downarrow \\ &\text{Membran} \\ &\uparrow F_{Gas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mit } A &= \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (5 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \cdot (5 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \\ &= 7,8539 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$|F_{Gas}| = P_{g,1} \cdot A$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow P_{g,1} &= \frac{|F_{Gas}|}{A} = \frac{|F|}{A} = 1 \text{ bar} + \frac{(m_{EW} + m_K) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{7,8539 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = \frac{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + \frac{(32,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}{7,8539 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2}}{7,8539 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \\ &= 1,4003 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \underline{\underline{1,4003 \text{ bar}}} \end{aligned}$$

b) $x_{Ei,2} > 0$, $T_{S,2}$, $p_{S,2}$

so base Wärmeaustausch perfektes gas

$$\Delta Q = m \cdot c_p (T_2 - T_1) \quad \text{if } c_p = R + c_v = \frac{\bar{R}}{m} + c_v$$

WZWP

keine Reibung: isentrope Zustandsänderung

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad \text{if mit } n = \gamma = \frac{c_p^{is}}{c_v^{is}} = \frac{\frac{\bar{R}}{m} + c_v^{is}}{c_v^{is}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\bar{R} + c_v^{is}}{c_v^{is}}$$

\Rightarrow Der Druck verändert sich nicht! $p_{S,2} = p_{S,1}$

c) $Q_{12} = m_{gas} \cdot c_p (T_2 - T_1) \quad \text{if } c_p = R + c_v = \frac{\bar{R}}{m} + c_v$

isbare
Wärmeaustausch

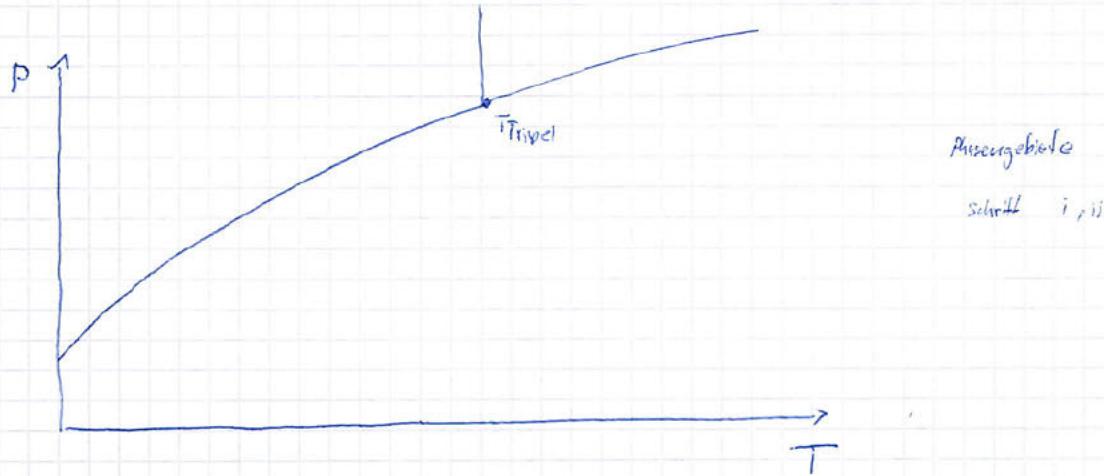
$$m_{gas} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}, \quad T_2 = 0,003^\circ\text{C}$$

$$Q_{12} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \left(\frac{5,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{50 \frac{\text{kg}}{\text{kunst}}} + 0,633 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) (0,003^\circ\text{C} - 500^\circ\text{C}) = \underline{\underline{-14386 \text{ kJ}}}$$

d)

Aufgabe 4

a)



b) Energiebilanz Verdampfen

$$\dot{Q} = m(h_2 - h_3) - \dot{W}_{ik}$$

~~$$\dot{W}_{ik} = \dot{m} \frac{\dot{W}_{ik}}{(h_2 - h_3)}$$~~

	P	T	h	s	x
1	11				
2					gesättigter Dampf $\chi = 1$
3	5 bar	31,33°C			
4	8 bar	37,33°C	$h_f = h_2 = y_{3,92} \cdot 100 + 3453 \frac{J}{kg \cdot K}$	$\frac{100}{100} \text{ kg/K}$	vollständig kondensiert

c)

$$d) E_K = \frac{|\dot{Q}_{zul}|}{|\dot{Q}_{abt}| - |\dot{Q}_{zul}|} = \frac{|\dot{Q}_K|}{|\dot{Q}_{abt}| - |\dot{Q}_K|}$$