[redacted]

Aufgabe 1

a)

$$\uparrow \dot Q_{ab}$$

$$1 \longrightarrow \boxed{\quad} \longrightarrow 2$$

$T_1 = 70°C$ $\qquad$ $T_2 = 100°C$

$$0 = \dot m (h_1 - h_2) + \dot Q_{ab} \Rightarrow \dot Q_{ab} = \dot m (h_2 - h_1) = \dot Q_{aus} + \underbrace{\dot Q_R}_{=0}$$

bleibt im System

h_2 =: nur der flüssige Anteil geht raus:

$$h_2(T=100°C) = 419{,}04 \frac{kJ}{kg}$$

h_1: $$h_1(T=70°C) = 292{,}98 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Rightarrow \dot Q_{ab} = \dot m (h_2 - h_1) \cancel{- \dot Q_R} = 0{,}3 \frac{kg}{s} (419{,}04 - 292{,}98) \frac{kJ}{kg} \cancel{- 100 kW}$$

$$= \underline{\underline{107{,}818\, kW}}$$

---

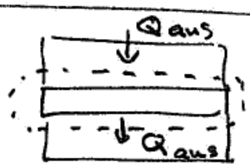
b)

$$\bar T = \frac{\int_e^a T ds}{s_a - s_e} \overset{\text{ideale Flüssigkeit}}{=} \frac{\int T ds}{\underset{\text{konst.}}{c} \ln\left(\frac{T_{KF,aus}}{T_{KF,ein}}\right)} \overset{\text{isobar}}{=} \frac{h_{KF,aus} - h_{KF,ein}}{c \ln\left(\frac{T_{KF,aus}}{T_{KF,ein}}\right)}$$

$$= \frac{T_{aus} - T_{ein}}{\ln\left(\frac{T_{aus}}{T_{ein}}\right)} = \frac{298{,}15K - 288{,}15K}{\ln\left(\frac{298{,}15K}{288{,}15K}\right)} \cong \underline{\underline{293{,}1 K}}$$

---

c) System um die Wand:



$$0 = \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{reaktor}} - \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{KF}} + \dot S_{erz}$$

$$\Rightarrow \dot S_{erz} = \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{KF}} - \frac{\dot Q_{aus}}{\bar T_{reaktor}}$$

$(\bar T_{reaktor} = 100°C = 3\cancel{8}7 3{,}15 K$

$$= \frac{665\, kW}{293{,}1\, K} - \frac{65\, kW}{273{,}15 K} \cong \underline{\underline{-16{,}21 \cancel{kW} \frac{W}{K}}}$$

d)

$$\frac{dE}{dt} = +\dot{Q} \Rightarrow \quad \Delta U_{12} = Q_{aus,12}$$

$$\Delta m_{12}(u_{2,E} - u_{1,E}) + m_{ges}(u_{2ges} - u_{1,ges}) = -35\,MJ$$

$$\Delta m_{12}\, c(T_2 - T_{ein,12}) + m_{ges}\, c(T_2 - T_{Reaktor,1}) = -35\,MJ$$

$$\Delta m_{12}\, c(T_2 - T_{ein,12}) = -35\,MJ - m_{ges}\, c(T_2 - T_{Reaktor,1})$$

$$\Delta m_{12} = -\frac{35\,MJ}{c} - \frac{m_{ges}(T_2 - T_{Reaktor,1})}{T_2 - T_{ein,12}}$$

$$= -35\,MJ - \frac{m_{ges}(u_{2,ges} - u_{1ges})}{(u_{2,k} - u_{1,k})}$$

$$= -35\,MJ - \frac{\cancel{0{,}955}\, m_{ges}(u_{2ges} - \cancel{u_{1ges}})}{(u_{2,k} - u_{1k})}$$

$$u_{Reaktor,1} = 418{,}94\,\frac{kJ}{kg} + 0{,}\overset{005}{\cancel{00955}}(2506{,}5 - 418{,}94)\,\frac{kJ}{kg} = 429{,}38\,\frac{kJ}{kg}$$

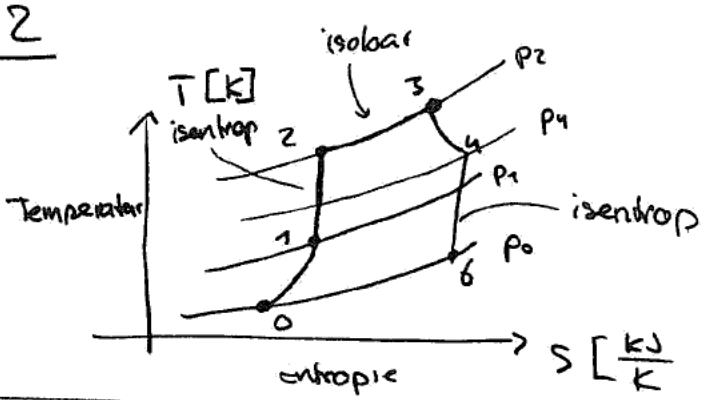
$$u_{K,1} = 83{,}95\,\frac{kJ}{kg}$$

$$u_2 =$$

[redacted]

Aufgabe 2

a)



b) $\cancel{\frac{dE}{dt}}^{\nearrow 0} = \dot m_{ein}(h_{ein}+ke_{ein}) - \dot m_{aus}(h_{aus}+ke_{aus}) + \dot Q_B$

$0 = \dot m(\cancel{h_{ein}-h_{aus}}\; ke_{ein}-ke_{aus} + \dot Q_B \qquad | \cdot \frac{1}{\dot m}$

$0 = \frac{w_{ein}^2}{2} - \frac{w_{aus}^2}{2} + \dot q_B + h_{ein}-h_{aus}$

$\cancel{w_{aus}^2 = w_{ein}^2 + 2\dot q_B \Rightarrow w_{aus} = \sqrt{w_{ein}^2 + 2\dot q_B} =}$

$w_{aus}^2 = w_{ein}^2 + 2\dot q_B + 2c_p(T_6 - T_1)$

T_6: $s_5 = s_6 \qquad s_5 - s_6 = c_p \ln\left(\frac{T_5}{T_6}\right) - R\ln\left(\frac{p_5}{p_6}\right) \overset{!}{=} 0$

$\ln\left(\frac{T_5}{T_6}\right) = \frac{R}{c}\ln\left(\frac{p_5}{p_6}\right)$

$\frac{T_5}{T_6} = \left(\frac{p_5}{p_6}\right)^{\frac{R}{c}} \Rightarrow T_6 = T_5\left(\frac{p_6}{p_5}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$

$T_6 = 431,9\,K \cdot \left(\frac{0,191\,bar}{0,45\,bar}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = \underline{328,07\,K}$

$w_{aus} = \sqrt{w_{ein}^2 + 2\dot q_B + 2c_p(T_6 - T_1)} = \underline{\underline{206,36\,\frac{m}{s}}}$

c) $\Delta e_{x,str} = h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + p_0(v_6 - v_0)$

$= c_p(T_6 - T_0) - T_0\left(c_p \ln\left(\frac{T_6}{T_0}\right)\right) + p_0(v_6 - v_0)$

$v_6 = \frac{RT_6}{p_0} = \frac{\bar R T_6}{M p_0} = \frac{\bar R \cdot 340\,K}{28,97\frac{kg}{kmol}\cdot 0,191\cdot 10^5\,Pa} = 5,109\cdot 10^{-3}\frac{m^3}{kg}$

$v_0 = \frac{\bar R}{M_L}\cdot\frac{T_0}{p_0} = \frac{\bar R\cdot 243,15\,K}{28,97\frac{kg}{kmol}\cdot 0,191\cdot 10^5\,Pa} = 3,654\cdot 10^{-3}\frac{m^3}{kg}$

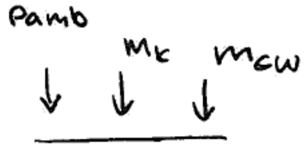
$\Delta e_{x,str} = 1,006\frac{kJ}{kg\cdot K}(340 - 243,15)K - 243,15\,K(1,006\frac{kJ}{kg\cdot K}\ln\left(\frac{340\,K}{273,15\,K}\right) + 0,191\cdot 10^5\,Pa(v_6 - v_0)$

$= \underline{\underline{43,91\,\frac{kJ}{kg}}}$

[redacted]

Aufgabe 3

a)



$$A = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{0{,}1\,m}{2}\right)^2 = \cancel{6{,}0}\ 7{,}854 \cdot 10^{-3}\,m^2$$

$$F_{g\,mK} = \cancel{38\,kg}\ 32\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} = 313{,}92\,N$$

$$F_{gEW} = 0{,}1\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} = 0{,}981\,N$$

$$p = p_{amb} + \frac{F_{gK}}{A} + \frac{F_{gEW}}{A} = \cancel{1{,}5}\ \underline{\underline{1{,}401\,bar}}$$

m_g: $pV = m\bar{R}T \Rightarrow m_g = \frac{pV}{RT} = \frac{M_g \cdot p_g \cdot V_g}{\bar{R} \cdot T_g} = \frac{50\,\frac{kg}{kmol} \cdot 1{,}401 \cdot 10^5\,Pa \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-3}}{\bar{R} \cdot 773{,}15\,K}$

$= \underline{\underline{3{,}42\,kg}}$

---

b) Der Druck wird gleich bleiben, da die Gewichtskraft des EW gleich bleibt.

Die Temperatur wird auf 0°C fallen, da sich die Temperatur des EW bis zum kompletten aufschmelzen des Eises nicht ändern wird.

---

c) System um das Gas:

$$\frac{dE}{dt} = \cancel{\dot{m}h}\ \dot{Q} - \dot{W} \Rightarrow \Delta U = Q - W$$

$$W = p\int_{V_1}^{V_2} dV = p(V_2 - V_1) = 1{,}401 \cdot 10^5\,Pa\,(1{,}109 - 3{,}14) \cdot 10^{-3}\,m^3 = -284{,}483\,J$$

$$V_2 = \frac{m_g \bar{R} T_2}{M_g\, p_2} = \frac{3{,}42\,kg \cdot \bar{R} \cdot 273{,}15\,K}{50\,\frac{kg}{kmol} \cdot 1{,}401 \cdot 10^5\,Pa} = 1{,}109 \cdot 10^{-3}\,m^3$$

$$m(u_2 - u_1) = m\,c_v(T_2 - T_1) = Q + 284{,}483\,J$$

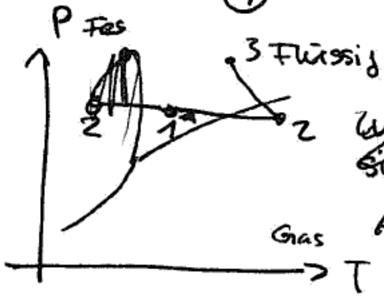
$$Q = 3{,}42\,kg \cdot 633\,\frac{J}{kg \cdot K}(273{,}15\,K - 773{,}15\,K) - 284{,}483\,J \approx \underline{\underline{1082\,J}}$$

[redacted]

Aufgabe 4

a)

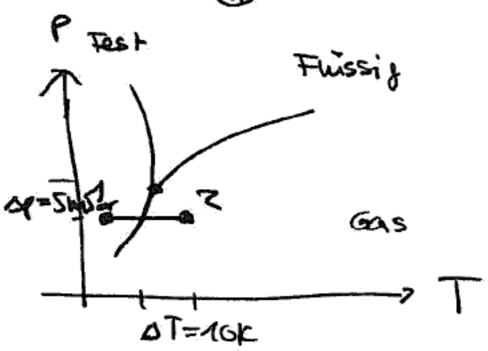
(i)



~~Zustand Punkt 4 sin~~

Alle Zustände sind im Dreiphasengebiet

(ii)



---

b) System um Kompressor

$2 \rightarrow \bigcirc \rightarrow 3$

$$0 = \dot{m}(h_2 - h_3) - \dot{W}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}}{h_2 - h_3}$$

$h_2: T_i = 10°C = 283{,}15\,K$

$T_v = 4°C = 277{,}15\,K$

$\Rightarrow h_2 = 249{,}53 \frac{kJ}{kg}$

adiabat

$h_4 = 93{,}42 \frac{kJ}{kg} = h_1$

~~c) $x_1 = \frac{h_4 - h_f}{h_g - h_f}$~~

h_3: $s_3 = s_2 = 0{,}9169 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ $\Rightarrow$ überhitzt

interpol: $h_3 = 264{,}15 \frac{kJ}{kg} + \frac{273{,}66 - 264{,}15}{0{,}9374 - 0{,}9066} \cdot (0{,}9169 - 0{,}9066)$

$= \ldots$