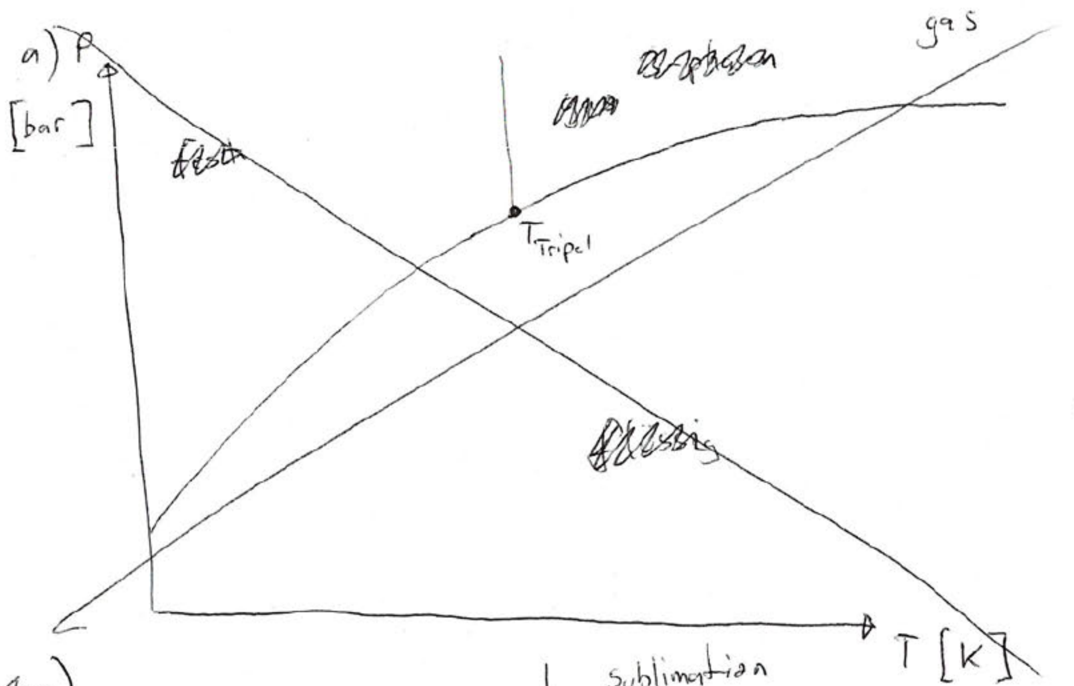
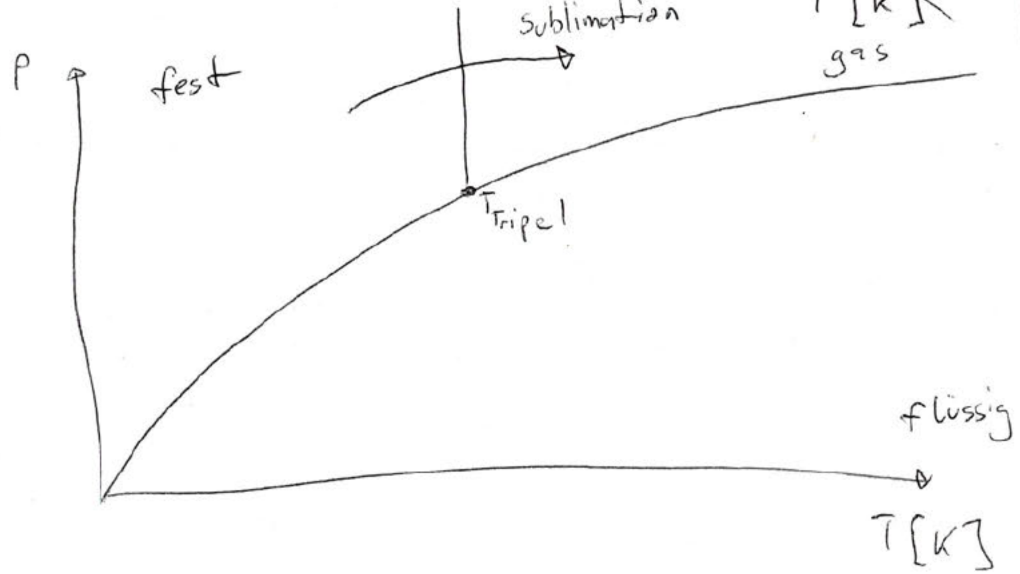
[redacted]

a)



4a)



$T_i = 10°C$

$p_{ii} = 2\,mbar$

e) Die Temperatur sinkt immer weiter, da $\dot{Q}_K$ abgeführt wird und keine Arbeit verrichtet wird

4b)

$\dot{W}_K = 28\,W$

Energiebilanz um ~~Kompressor~~ Verdichter:

$0 = \dot{m}\left[h_e - h_a\right] + \cancel{\dot{Q}}^{0} - \dot{W}_K$

adiabat reversibel, $s_{erz} = 0$

$p_1 = p_2 \qquad T_{verd.} = T_i - 6K = 4°C$

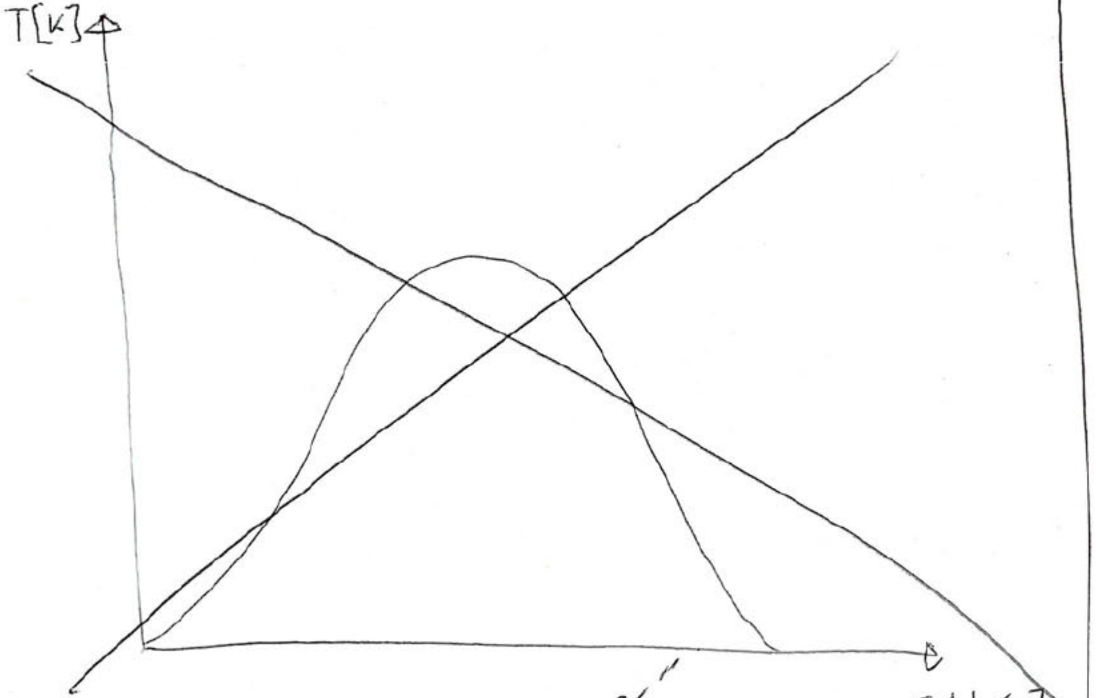
4c) Energiebilanz um Drossel:

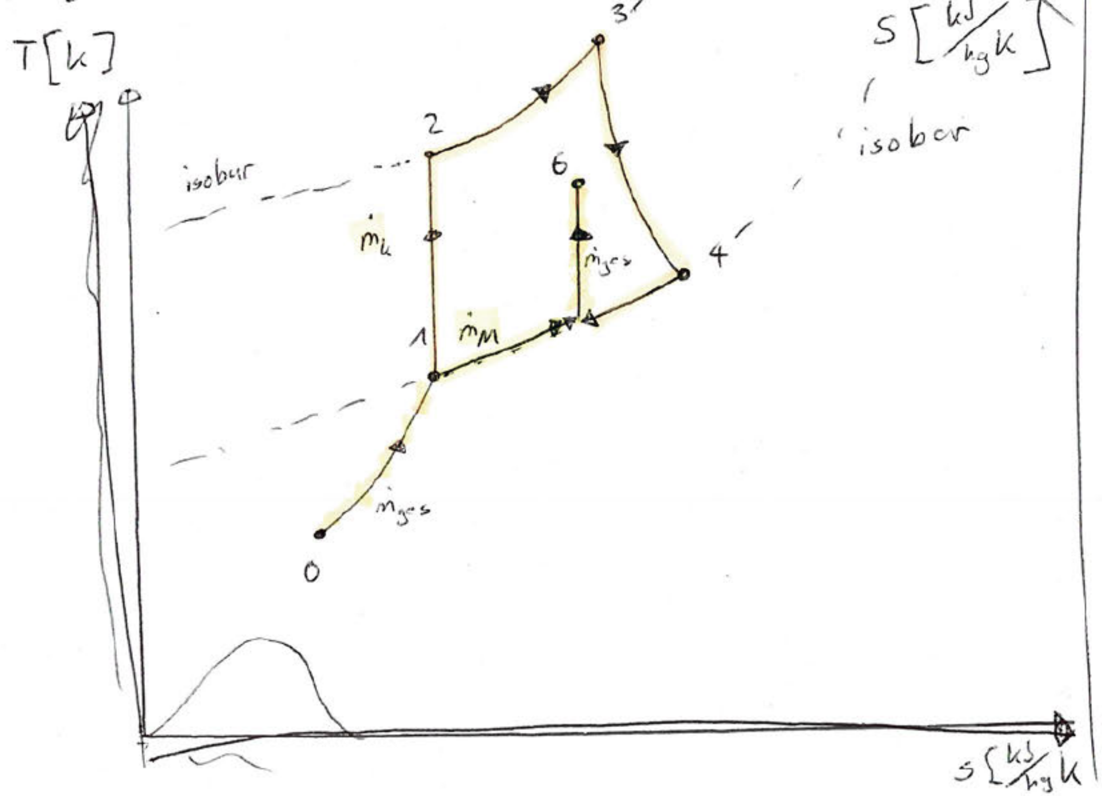
$Q = 0 \quad w = 0 \rightarrow h_4 = h_1$

4d) $\varepsilon_K = \dfrac{|Q_{zu}|}{|\dot{Q}_{ab}| - |\dot{Q}_{zu}|} = \dfrac{|Q_{zu}|}{|\dot{W}_t|}$

[redacted]

2a)





b)

1. HS um Schubdüse:

pot E = 0

$$0 = \dot{m}_{ges}\left[h_5 - h_6 + \frac{(w_5^2 - w_6^2)}{2}\right] + \cancel{\dot{Q}}^{\,0 \text{ adiabat}} - \dot{W}_t$$

adiabat reversibel $\rightarrow$ $\dot{S}_{erz} = 0$

Entrop. bilanz:

$$0 = \dot{m}_{ges}\left[s_5 - s_6\right] + \cancel{\frac{\dot{Q}}{T}}^{\,0,\text{ adiabat}} + \cancel{\dot{S}_{erz}}^{\,0,\text{ rev. ad.}}$$

$s_5 = s_6$

hier ausversehen mit °C statt Kelvin in Tabelle gerechnet dementsprechen überall bei Temperatur +273.15

s_5 bestimmen:

h_5 = interpolieren in TAB-A-22

$$: h_5 = \frac{441.61 - 431.43}{440 - 430} \cdot (431.9 - 430) + 431.43$$

$$= 433.3642 \ \frac{kJ}{kg}$$

s_5 interpolieren:

$$s_6 - s_5 = s^0(T_6) - s^0(T_5) - R\ln\left(\frac{p_6}{p_5}\right)$$ falsch

~~$0 = s^0(T_6) - s^0(T_5) \rightarrow h_6$ finden~~

$$s_5^o = \frac{2.0887-2.0653}{440-430}(431.9-430)+2.0653$$

$$= \underline{\underline{2.0697}}$$

$\rightarrow$ ~~T_5 find~~ T_6 finden

$$s_6 - s_5 = 0 = s^o(T_6) - s^o(T_5) - R\ln\left(\frac{\overset{=p_0}{p_6}}{p_5}\right)$$

$$c_v = \frac{c_p}{k} = 0.7186\ \frac{kJ}{kg\,K}$$

$$R = c_p - c_v = 0.2874\ \frac{kJ}{kg\,K}$$

$$s^o(T_6) = s^o(T_5) + R\ln\left(\frac{p_0}{p_5}\right)$$

$$= 1.7931\ \frac{kJ}{kg\,K}$$

$\rightarrow$ interpolieren in A-22

$$T_6 = \frac{340-330}{1.79783-1.78249}\cdot(1.7931-1.78249)+330$$

$$= \underline{\underline{336.91\,°C}}$$

$$w_t = -n\int_5^6 p\,dv$$

$$\dot{W}_t = -\dot{m}_{ges}\cdot n\int_6^6 p\,dv$$

$$\left(\frac{p}{p_5}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{v_5}{v}\right)^{n-1}$$

[redacted]

c) $w_6 = 510\,m/s \quad T_6 = 340\,K$

$$\Delta \dot{E}_{x_{str}} = \left[h_6 - h_0 - T_0 \left(s_6 - s_0 \right) + \Delta ke + \cancel{\Delta pe}^{\,0} \right]$$

$$\Delta ke = \frac{w_6^2 - w_0^2}{2} = \frac{510^2 - 200^2}{2} = 110.03\,kJ/kg$$

$-\Delta \dot{E}_{x_{str}}$

d) $\cancel{\dot{E}_{x,verl}}$

$$\dot{e}_{x,verl} = T_0\, \dot{s}_{erz}$$

Entropbil

$$0 = s_0 - s_6 + \underbrace{\cancel{\frac{q}{T}}}_{0,\ \text{adiabat}} + \dot{s}_{erz}$$

$$\dot{s}_{erz} = s_6 - s_0 = s^\circ(T_6) - s^\circ(T_0) - R \ln \cancel{\left(\frac{p_6}{p_0} \right)} \quad p_6 = p_0 \quad \ln = 0$$

$$s^\circ(T_6) \overset{\text{aus b)}}{=} 1.7931\,\frac{kJ}{kg\,K}$$

$$s^\circ(T_0) = 1.4911$$

$$T_0 = 273.15 - 30 = 243.15\,K$$

interpoliren in A-22:

$$s(T_0) = \frac{1.51917 - 1.47824}{250 - 240} \cdot (243.15 - 240) + 1.47824$$

$$= 1.4911\,\frac{kJ}{kg\,K}$$

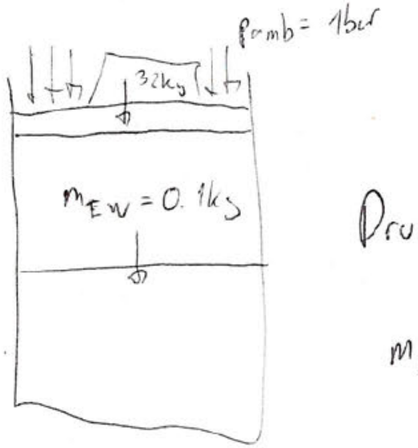
$$\dot{s}_{erz} = 1.7931 - 1.4911 = 0.30136 \ \frac{kJ}{kg\,K}$$

$$e_{x\,verl} = T_0 \cdot \dot{s}_{erz} = \underline{\underline{73.42 \ \frac{kJ}{kg}}}$$

[redacted]

3a) p_{g1}, m_{g1}

$pv = RT$ $\quad R_g = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8.314 \frac{J}{mol K}}{50 \frac{kg}{kmol}} = 0.16628 \frac{kJ}{kg K}$



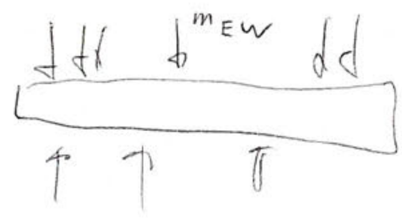
Druck im EW:

$m_K \cdot g + p_{amb} \cdot A = p_{EW} \cdot A$

$A = (0.05m)^2 \cdot \pi = 0.007853$

$$p_{EW} = \frac{m_K \cdot g + p_{amb} \cdot A}{A} = 1.3997 \text{ bar}$$

Druck im gas:



$m_{EW} \cdot g + p_{EW} \cdot A = p_{g1} \cdot A$

$$p_{g1} = \frac{m_{EW} \cdot g + p_{EW} \cdot A}{A}$$

$T = 500 + 273.15$

$p_{g1} = 1.4009 \text{ bar}$

$p \cdot V = mRT$ $\quad m_g = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = 3.4217 \text{ g}$

b) Der Druck im Gas bleibt identisch, da immernoch gleich viel Gewicht obendrauf druckt. $\longrightarrow p_{g,2} = p_{g,1} = 1.4009 \text{ bar}$

$T_{g2} = T_{EW,2} \leftarrow GGW$

Da immernoch Eis vorhanden ist befindet sich das Wasse im 2-Phasengebiet und somit bei konstanter Temperatur, der Druck hat sich nicht verändert, somit bleibt auch die Temp. im Wasser konstant bei 0°C. Da wir im GGW sind ist auch die $T_{g2} = T_{EW,2} = 0°C$

c) Energiebilanz ums Gas:

$$\Delta E = \Delta U = Q_{12} - W_{12}$$

$$\Delta U = \Delta u \cdot m_g = (T_2 - T_1) \cdot c_v \cdot m_g =$$

$$(\cancel{800}0 - 500) \cdot 0.633 \cdot 0.0034217$$

$$= 1.083 \text{ kJ}$$

$$W_{12} = m_g \cdot \int_1^2 p \, dV = p_{EW} \cdot \Delta V$$

$$p_{EW} = 1.3997 \text{ bar}$$

$$p_2 \cdot V_2 = mRT_2$$

$$V_2 = \frac{m_g R T_2}{p_2} = 1.109 \text{ L} \longrightarrow \Delta V = 3.14 - V_2$$

$$= -2.031 \text{ L}$$

$$W_{12} = 284.23 \text{ J} = 0.284 \text{ kJ}$$

$$Q_{12} = W_{12} + \Delta U$$

$$= -1.367 \text{ kJ}$$

vom Wasser gesehen: 1.367 kJ

d) Energiebilanz um Wasser:

$$\Delta U = Q_{12} - W_{Wasser}$$

Arbeit an Umwelt $= p_{amb} \cdot \Delta V_{12}$

$$= -2.031 \text{ L} \cdot 1 \text{ bar} = -203.07 \text{ J}$$

Arbeit am Wasser $= -|W_{12} - W_{umwelt}|$

$$= -81.16 \text{ J} = W_{Wasser}$$

$$\Delta U_{Wasser} = 1448.16 \text{ J}$$

$$= m_{EW} \cdot (u_2 - u_1)$$

$$(u_2 - u_1) = \frac{1448.16 \text{ J}}{m_{EW}} = 42322 \text{ J/kg}$$

[redacted]

3d) $u_1 = u(0°C; 1.4 bar)$

$= x \cdot u_{fest} + (1-x) \cdot u_{flüssig} = -200.0928 \frac{kJ}{kg}$

$u_2 = u_1 + 423.22 = 223.127 \frac{kJ}{kg}$

$= x \cdot u_{fest} + (1-x) \cdot u_{flüssig}$

$= x \cdot (u_{fest} - u_{flüssig}) + u_{flüssig}$

$\frac{u_2 - u_{flüssig}}{u_{fest} - u_{flüssig}} = x \leftarrow$ $p = 1.4 bar$, $T = 0°C$

$x = -0.669 \rightarrow$ irgendwo ein Fehler, da $|x|$ zunimmt und negativ ist ?

[redacted]

1) a) Energiebilanz:

b) $\overline{T} = \frac{\int_e^a T\,ds}{s_a - s_e} = \frac{q_a - q_e}{s_a - s_e} = \frac{\Delta q}{s_a - s_e}$

a) Energiebilanz:

$0 = \dot{m}_{KF}\left[h_e - h_a\right] + \dot{Q}_{aus} - \cancel{\dot{W}}^{0}$

Energiebilanz Reaktor:

$0 = \dot{m}_{ein}\left[h_{ein} - h_{aus}\right] + \dot{Q}_R + \dot{Q}_{aus} - \cancel{\dot{W}}^{0}$

$\left.\begin{array}{l} h_{ein} = h(70°C) \\ h_{aus} = h(100°C) \end{array}\right\}$ Tabellen A2 - A6 $\quad x=0$

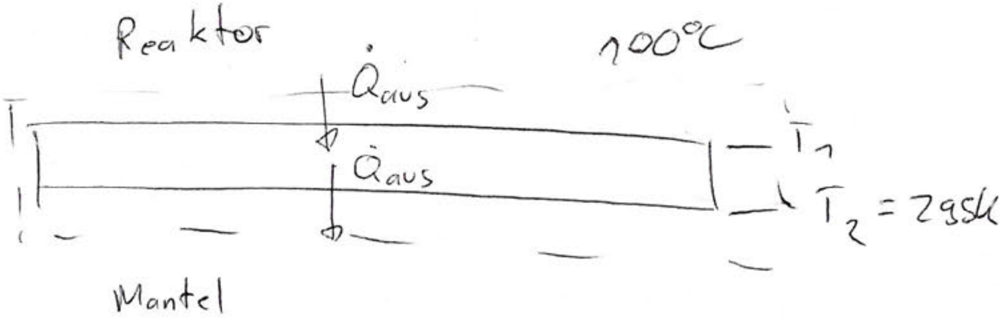
$h_{ein} = 292.98 \frac{kJ}{kgK}$

$h_{aus} = 419.04 \frac{kJ}{kgK}$

$\dot{Q}_{aus} = \dot{m}_{ein}\left[h_{aus} - h_{ein}\right) + \dot{Q}_R$

$= \underline{\underline{137.818\,kW}}$

c) $0 = \dot{m}\left[s_e - s_a\right] + \frac{\dot{Q}}{\overline{T}} + \dot{S}_{erz}$



$0 = \frac{\dot{Q}}{\overline{T}} + \dot{S}_{erz} =$

$= \frac{\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_1} - \frac{\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_2} + \dot{S}_{erz}$

$\dot{S}_{erz} = \frac{\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_2} - \frac{\dot{Q}_{aus}}{\overline{T}_1}$

$= \dot{Q}_{aus}\left(\frac{1}{295K} - \frac{1}{100+273.15}\right)$

$= \underline{\underline{0.0461 \frac{kJ}{K}}}$

d) $\cancel{\Delta E = Q - W^{0} = \Delta U}$

$\cancel{\Delta U = m_2 u_2 - m_1 u_1}$

$u_2 = u(70°C),\ x = 0$

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

$\cancel{u_1 = u_f}$

e) $\Delta S = S_2 - S_1 = m(s_2 - s_1) = \frac{Q}{T} + S_{erz}$

d) $m_2 u_2 - m_1 u_1 = \Delta m_{12} h_{ein} + Q - \cancel{W}^{0}$

$h_{ein} = h(20°C) \rightarrow$ siehe Tab A-2