[redacted]

Aufgabe I.

a). System ist stationär.

$\dot{m}_{ein} = \dot{m}_{aus} = 0.3 \frac{kg}{s}$.

$T_{ein} = 70°C$ $T_{aus} = 100°C$. beide sind siedende Flüssigkeit (als reines Wasser angenommen)

$\Rightarrow$ Tabelle A-2: $h(70°C) = 292.98 \frac{kJ}{kg}$

$h(100°C) = 419.04 \frac{kJ}{kg}$.

$\Rightarrow$ Energie Bilanz:

$0 = \dot{m}(h_{ein} - h_{aus}) + \Sigma \dot{Q}$

$= \dot{m}(h_{ein} - h_{aus}) + \dot{Q}_R \pm \dot{Q}_{aus}$

$\Rightarrow \dot{Q}_{aus} = -(\dot{m}(h_{ein} - h_{aus}) + \dot{Q}_{aus})$

$= (0.3 \frac{kg}{s} \cdot (292.98 \frac{kJ}{kg} - 419.04 \frac{kJ}{kg}) + 100\,kW)$

$= -62.182\,kW$.

b). Kühlflüssigkeit als ideale Flüssigkeit mit ~~kst.~~ konst $c^{if}(T) = c^{if}$.

~~$\Rightarrow S(T_2) - S(T_1) = \int_{T_1}^{T_2} \frac{c^{if}(T)}{T} dT$~~ $\Rightarrow \bar{T} = \frac{\int_e^a T \cdot ds}{s_a - s_e}$

~~Thermo. Mitteltemperatur: $\bar{T} = \frac{\int_e^a T \cdot ds}{s_a - s_e}$.~~

~~$S(T_{kf,ein}) - S(T_{kf,aus})$~~

~~$= c^{if} \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT$.~~

$s^{if}(T_2) - s^{if}(T_1) = \int_{T_1}^{T_2} \frac{c^{if}(T)}{T} dT$

$= c^{if} \cdot \int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{T} dT$

$\Rightarrow s^{if}(T)$ ist linear

$\Rightarrow \bar{T} = \frac{T_{kf,ein} + T_{kf,aus}}{2} = 293.15\,K$.

~~(b).~~

~~Aus Tabelle A-2: $s(70°C) = 1.0228 \cdot 10^{-3}\ m^3/kg$.~~

~~$s(100°C) = 1.0435 \cdot 10^{-3}\ m^3/kg$.~~

$\frac{ds}{dt}$ ~~$\Delta S = \dot{S}_{Behälter} = \frac{\dot{Q}_s}{T_s} + \dot{S}_{erz}$.~~

~~$\Rightarrow \dot{m}_{ein}\,(s(40°C) - s(70°C)) = \frac{-62.182\,kW}{293.15\,K} + \dot{S}_{erz}$~~

~~$\Rightarrow \dot{S}_{erz} = 0.3\,\frac{kg}{s} \cdot (1.0228 \cdot 10^{-3}\,m^3/kg - 1.0435 \cdot 10^{-3}\,m^3/kg) + \frac{62.182\,kW}{293.15\,K}$~~

~~$= 205.806\ m^3/kg$.~~

c). Aus Tabelle A-2: $s(70°, Liquid) = 0.9549\ \frac{kJ}{kg \cdot K}$

$s(100°, Liquid) = 1.3069\ \frac{kJ}{kg \cdot K}$

$$\frac{ds}{dt} = \dot{S} = \dot{m}_{ein}\,(s(70°, liquid) - s(100°C, liquid)) = \frac{\dot{Q}_{aus}}{T} + \dot{S}_{erz}$$

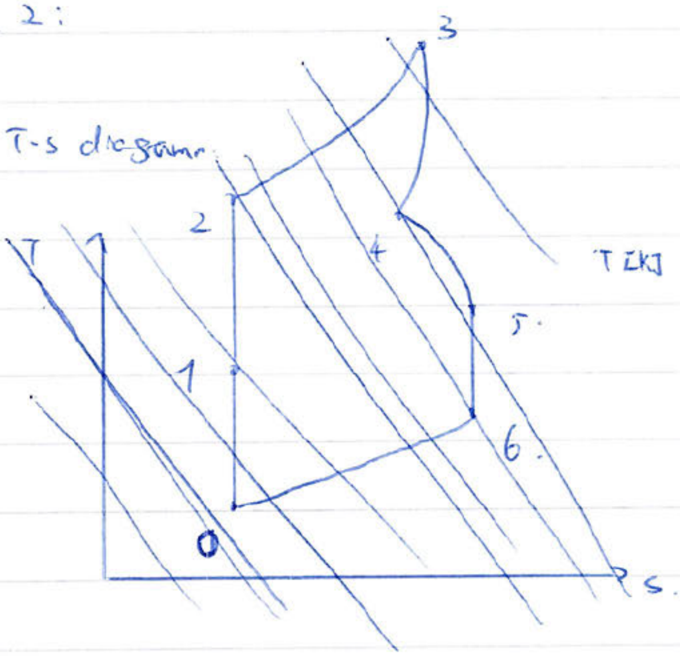
$$\Rightarrow 0.3\,\frac{kg}{s}\left(0.9549\,\frac{kJ}{kg \cdot K} - 1.3069\,\frac{kJ}{kg \cdot K}\right) + \frac{162.182\,kW}{293.15\,K} = \dot{S}_{erz}$$

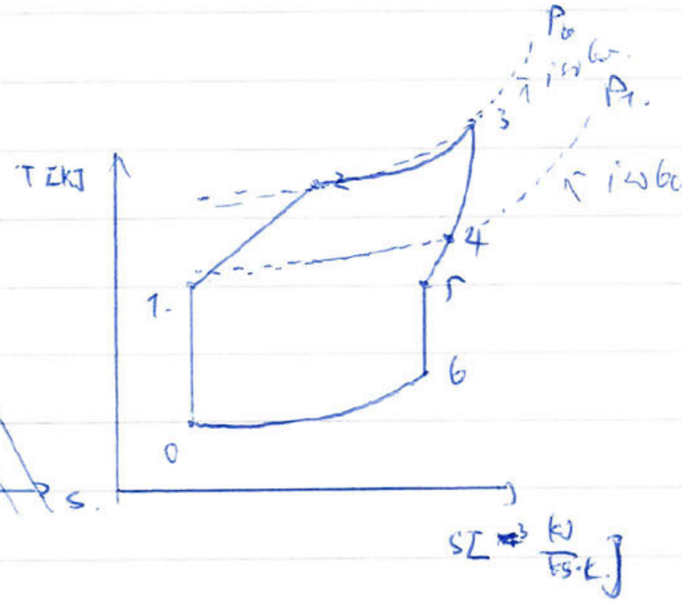
$$\Rightarrow \dot{S}_{erz} = \cancel{18.228.547}\ 0.1065\ \frac{kJ}{kg \cdot K}.$$

[redacted]

Aufgabe 2:

a). T-s diagramm





b). ~~$\dot{m}_0 = \dot{m}_{ges}$~~ ~~$\dot{m}_0 = \dot{m}_6$~~.

~~$\Rightarrow$ iso~~

Luft als ideale Gas: $c_{p,Luft} = 1.006 \frac{kJ}{kg K}$. $n = k = 1.4$.

$P_6 = P_0 = 0.191 bar$.

~~$\Rightarrow c_{v,Luft} =$~~

5-6 reversible + adiabate $\Rightarrow$ isentrop. $\Rightarrow$ ~~$\frac{T_5}{T_6} = \left(\frac{P_6}{P_5}\right)^{n-1}$~~

$\Rightarrow \frac{T_6}{T_5} = \left(\frac{P_6}{P_5}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \left(\frac{0.191 bar}{0.5 bar}\right)^{\frac{0.4}{1.4}}$

$\Rightarrow T_6 = \left(\frac{0.191 bar}{0.5 bar}\right)^{\frac{0.4}{1.4}} \cdot 431.9 K$

$= 328.074 K$.

$n = k = 1.4 = \frac{c_p}{c_v} \Rightarrow c_{v\,Luft} = \frac{c_{p\,Luft}}{k} = 0.7186 \frac{kJ}{kg \cdot K}$.

$\Rightarrow R = c_{p\,Luft} - c_{v\,Luft} = 1.006 \frac{kJ}{kg \cdot K} - 0.7186 \frac{kJ}{kg \cdot K} = 0.2874 \frac{kJ}{kg \cdot K}$.

Luft als ideale ~~gas~~ Gas.

$p \cdot v = R \cdot T$.

$$\Rightarrow \left.\begin{array}{l} P_0 v_0 = R \cdot T_0 \\ P_6 v_6 = R \cdot T_6 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} m. \cancel{v_0 = \rho_0 = \frac{1}{v_0}} \\ \text{und } \rho = \frac{1}{v} \end{array}$$

$$\Rightarrow \cancel{\frac{P_0}{R \cdot T_0} = \rho_0} \qquad P_0 \cdot \frac{1}{\rho_0} = R \cdot T_0 \qquad \Rightarrow \qquad \frac{P_0}{R \cdot T_0} = \rho_0$$

$$\cancel{\frac{P_6}{R \cdot T_6}} \qquad P_6 \cdot \frac{1}{\rho_6} = R \cdot T_6. \qquad \frac{P_6}{R \cdot T_6} = \rho_6$$

da $\dot{m} = \rho \cdot A w$ und $\dot{m}_6 = \dot{m}_0$, $A_6 = A_0$

s.d.:

$$w = \frac{\dot{m}}{\rho A} \Rightarrow W_6 = \frac{\dot{m}_6}{\rho_6 \cdot A_6}, \qquad W_0 = \frac{\dot{m}_0}{\rho_0 \cdot A_0} \Rightarrow W_6 = \frac{W_0 \cdot \rho_0}{\rho_6}$$

$$\Rightarrow \rho_0 = \frac{P_0}{R \cdot T_0} = \frac{0.191\,bar}{0.2874 \frac{kJ}{kg \cdot k} \cdot 241.15\,°k} = 2.7332.$$

$$\rho_6 = \frac{P_6}{R \cdot T_6} = \frac{0.191\,bar}{0.2874 \frac{kJ}{kg \cdot k} \cdot 328.074\,k} = 2.0257.$$

c) ~~$\Delta ex,str = \Delta E$~~

[redacted]

Aufgabe 3).

a). $P_{3,1} = P_{amb} + \frac{F}{A}$

$= P_{amb} + \frac{M_K \cdot g}{A}$

$= 1\,bar + \frac{32\,kg \cdot 9.81\,m \cdot s^{-2}}{(\frac{0.1}{2})^2 \cdot \pi \, m^2} = 1\,bar + 399869.5\,Pa$

$\approx 1.4\,bar.$

Gas im Zylinder betrachte als perfekt Gas, $M_g = 50 \frac{kg}{kmol}$.

$R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8.314 \frac{J}{mol\,K}}{50 \frac{kg}{kmol}} = 166.28 \frac{J}{kg \cdot K}$

$=$

$\cancel{m = \frac{R \cdot T}{p \cdot V}} = \frac{\cancel{166.28 \frac{J}{kg}} \cdot \cancel{166.28 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 773.15\,K}}{\cancel{3.14\,L \cdot 1.4\,bar}}$

$\approx$

$m = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{3.14\,L \cdot 1.4\,bar}{166.28 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 773.15\,K} = 3.419\,g.$

b).

Im Zustand $x_{Eis} > 2$ => ~~Es~~ es gibt noch Eis im Eis-Wasser gemisch => $T_{EW,2} = 0°C$.

=> $T_{g,2} = 0°C$.

~~Folge~~ Da die System mit Kolben bleiben unveränderlich => ~~$P_1 = P_2$~~

$P_{g,1} = P_{g,2} = 1.4\,bar$.

c). aus Teilaufgabe A) is $R = 166.28 \frac{J}{kg \cdot K} = 0.16628 \frac{kJ}{kg \cdot K}$.

$c_v = 0.633 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ => $c_p = R + c_v = 0.79928 \frac{kJ}{kg \cdot K}$.

Druck bleiben im Gas konst =>

~~Es ist eine geschlossene System:~~ ~~$0 = \sum Q = Q_{gas} + Q_{schung}$~~

~~$= Q_{12} + Q_{schung}$~~

$Q_{12} = c_p \cdot m_{gas} \cdot \Delta T$

$= 0.79928 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot (50°C - 0°C) \cdot 3.4188$ ~~$Q_{gas} +$~~

$= 1438.704\, J$ ~~$= c_p \Delta U \; c_p \cdot m \cdot \Delta T$~~

$=$

d). ~~U_{PS}~~ -

~~$U_{pg}(T) = U$~~

$$m_g \left(U_{pg}(T_{g2}) - U_{pg}(T_{g1}) \right) = -\left(U_{wasser}(T_2) \cdot m_1 - U_{wasser}(T_1) \cdot m_2 \right)$$

$$= -\left(x_{Eis,1} \cdot U_{flüssig} \cdot m_{eis,1} + (1 - x_{Eis,1}) \cdot U_{fest} \cdot m_{fest,1} \right)$$

$$+$$

$$-\left(x_{Eis,2} \cdot U_{flüssig} \cdot m_{eis,2} + (1 - x_{Eis,2}) \cdot U_{fest} \cdot m_{fest,2} \right)$$

=> ~~$T = 0°K$. $U_{pg}(T_2) - U_{pg}(T_1) =$~~

[redacted]

$\Leftarrow$ Aufgabe 3) d).

$$m_g \left(u_{PS}(T_2) - u_{PS}(T_{g,1}) \right) = \int_{T_{g,1}}^{T_{PS,2}} c_v \, dT \cdot m_{Sch}$$

$$= c_v \cdot \Delta T \cdot m_{as}$$

$$= 0.633 \cdot \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot (-500\,°K)$$

$$= -1.082\ kJ.$$

$$x_{Eis,1} \cdot u_{flüssig} \cdot m_{flüssig} + (1 - x_{Eis}) \cdot u_{fest} \cdot m_{fest}$$

$$= 0.6 \cdot 0.1\,kg \cdot -0.045\ kJ/kg + 0.4 \cdot 0.1\,kg \cdot -333.458\ kJ/kg$$

$$=$$