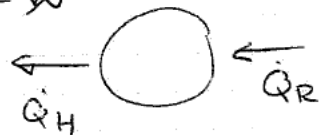


1) a) $\dot{Q}_{\text{aus}} = ?$

Seite 1/7

1 HS

$$0 = \dot{m} (h_{\text{ein}} - h_{\text{aus}}) + \dot{Q}_{\text{ars}} + \dot{Q}_R \neq -\dot{W} \quad \text{Wine Arbeit}$$


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

TAB A2 siedende Flüssigkeit $x=0$

$$h_{\text{aus}} (100^\circ\text{C}) = 419,04 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{\text{ein}} (70^\circ\text{C}) = 292,98 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = 0,3 \cdot (419,04 - 292,98) - 100 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{\text{aus}} = \underline{\underline{-63,682 \text{ kW}}}$$

b) $\bar{T}_{\text{KF}} = ?$

$$\bar{T} = \frac{\int_e^q T ds}{s_q - s_e} = \text{ideale Flüssigkeit} \quad \int_e^q T ds = q_{12} \text{ rev}$$

Druck ändert sich nicht reversibel

$$\bar{T} = \frac{q_{12}}{s_q - s_e} = \frac{q_{12}}{m \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)} = \frac{-63,682}{\ln\left(\frac{298,15}{288,15}\right)}$$

c) $\dot{S}_{\text{erz}} = ? \quad 0 = \dot{m} w (s_{\text{ein}} - s_{\text{aus}}) + \frac{\dot{Q}_j}{\bar{T}_j} + \dot{S}_{\text{erz}}$

$$\dot{S}_{\text{erz}} = \dot{m} w (s_{\text{aus}} - s_{\text{ein}}) - \frac{\dot{Q}_j}{\bar{T}_j} \quad s_{\text{aus}} \text{ TAB (A2 bei } 100^\circ) = 1,3069$$

$$\dot{S}_{\text{erz}} = 0,3 (1,3069 - 0,9549) - \frac{(-63,682)}{277 \text{ K} \leftarrow \text{gegebener Wert}}$$

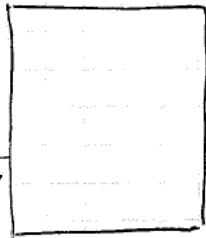
$$\dot{S}_{\text{erz}} = \underline{\underline{0,32147 \text{ kW}}}$$

1) d)

$$T_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$m_{g1} = 5755$$

$$\lambda_D = 0,005$$



$$\delta m_{12} \quad 200^\circ\text{C}$$

$$x=0$$

$$T_2 = 70^\circ\text{C}$$

$$\lambda_2 = 0$$

Seite 2/2

$$\downarrow Q_{112} = -35 \text{ MJ}$$

Halboffenes System:

$$m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = \Delta m \cdot h_m + Q - W$$

$$h_m (\text{TAB A2 bei } 20^\circ\text{C } x=0) = 83,36 \text{ kJ/kg}$$

$$u_2 (\text{TAB A2 bei } 70^\circ\text{C } x=0) = 292,95 \text{ kJ/kg}$$

$$u_1 (\text{TAB A2 bei } 100^\circ\text{C } x=0,005)$$

$$u_1 = 1,0435 + 0,005(1,673 - 1,0435) = 1,04664 \text{ kJ/kg}$$

$$u_1 = 1,0435 + 0,005(1,673 - 1,0435) = 1,04664 \text{ kJ/kg}$$

$$m_2 = m_1 + \Delta m$$

$$(m_1 + \Delta m) \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = \Delta m \cdot h_m + Q$$

$$m_1 \cdot u_2 + \Delta m \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = \Delta m \cdot h_m + Q$$

$$\Delta m \cdot u_2 - \Delta m \cdot h_m = Q + m_1 \cdot u_1 - m_1 \cdot u_2$$

$$\Delta m = \frac{Q + m_1 \cdot u_1 - m_1 \cdot u_2}{u_2 - h_m} = \frac{(-35000 \text{ kJ}) + 5755 \text{ kJ}}{292,95 - 83,36}$$

$$\Delta m = \frac{-35000 + 5755 \cdot 1,04664 - 5755 \cdot 292,95}{292,95 - 83,36}$$

$$\Delta m = \underline{\underline{8205,67 \text{ kg}}}$$

$$\Delta S = \Delta m \cdot s_i + \frac{Q_j}{T} + S_{g/2}$$

$$s_i = \text{TAB (A2 bei } 20^\circ\text{C } x=0)$$

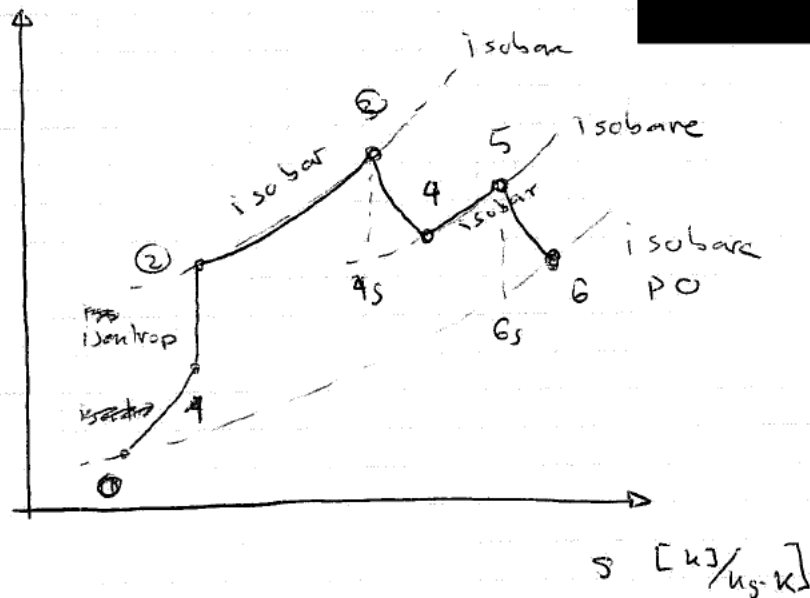
$$s_i = 0,2966 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta S = 3600 \text{ kg} \cdot 0,2966 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} + \frac{(-35000)}{295 \text{ K}}$$

$$\Delta S = 3600 \text{ kg} \cdot 0,2966 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} + \frac{(-35000)}{295 \text{ K}}$$

$$\Delta S = \underline{\underline{949,11 \text{ kJ/K}}}$$

2) a)

 $[^{\circ}\text{C}]^T$ 

Seite 317

b) w_6 , T_6 Systemgrenze um gesamtes

$$0 = \dot{m} (h_e - h_g + \frac{w_e^2 - w_g^2}{2}) + \dot{Q} - \dot{W}$$

$$0 = h_e - h_g + \frac{w_e^2 - w_g^2}{2}$$

$$0 = h_o - h_6 + \frac{w_o^2}{2} - \frac{w_6^2}{2}$$

$$w_6^2 = 2(h_o - h_6) + w_o^2$$

$$w_6^2 = 2 \cdot c_p \cdot (T_1 - T_6) + w_o^2$$

zustand 56 = isentrop

$$p_5 = 0,13 \text{ bar}$$

$$p_6 = 0,15 \text{ bar}$$

$$T_5 = 431,9 \text{ K}$$

$$\frac{T_6}{T_5} = \left(\frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad n = 1,4$$

$$T_6 = T_5 \cdot \left(\frac{p_6}{p_5} \right)^{\frac{0,4}{1,4}} = 431,9 \text{ K} \cdot \left(\frac{0,15 \text{ bar}}{0,13 \text{ bar}} \right)^{\frac{0,4}{1,4}} = \underline{\underline{328,07 \text{ K}}}$$

$$w_6 = \sqrt{2 \cdot 1006 \cdot ((-30 + 273,15) \text{ K} - 328,07 \text{ K}) + 200 \text{ m/s}^2}$$

$$\underline{\underline{w_6 = 155,57 \text{ m/s}}}$$

2) c) $\Delta ex_{str} = ex_{str6} - ex_{str0}$

Seite 4/7

$$\Delta ex_{str} = \dot{m} (h_6 - h_0 - T_0 (s_6 - s_0)) - \dot{m} (h_1 - h_0 - T_0 (s_1 - s_0)) + k_e$$

$$\Delta ex_{str} = \dot{m} (h_6 - h_0 - T_0 (s_6 - s_0) - h_1 + h_0 + T_0 (s_1 - s_0)) + k_e$$

$$\Delta ex_{str} = \dot{m} (h_6 - h_1 - T_0 (s_6 - s_1) + k_{e6} - k_{e1})$$

$$\Delta ex_{str} = \dot{m} (h_6 - h_1 - T_0 (s_6 - s_1) + k_{e6} - k_{e1})$$

$$\Delta ex_{str} = \dot{m} (-c_p (T_6 - T_1) - T_0 \cdot c_p \cdot \ln \left(\frac{T_6}{T_1} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{p_6}{p_1} \right) + k_{e6} - k_{e1})$$

$$\frac{\Delta ex_{str}}{\dot{m}} = \frac{\Delta ex_{mass}}{\dot{m}_{spez}}$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\frac{w_6}{2} \quad \frac{w_1}{2}$$

$$\Delta ex = 1,006 \cdot (340K - 253,15K) - (-30 + 273,15) \cdot 1,006 \cdot \ln \left(\frac{340K}{253,15K} \right)$$

$$+ \frac{200^2}{2} - \frac{510^2}{2}$$

$$\Delta ex = -110034,7796 \text{ J/kg}$$

$$\Delta ex = -110,034 \text{ kJ/kg}$$

d) $ex_{ver} = T_0 \cdot Ser_2$

$$0 = \dot{m} (s_6 - s_0) + \frac{Q}{T_j} + Ser_2$$

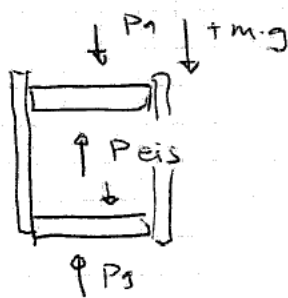
$$Ser_2 = \dot{m} (s_6 - s_0)$$

$$Ser_2 = \dot{m} \cdot c_p \cdot \ln \left(\frac{T_6}{T_0} \right) - R \cdot \ln \left(\frac{p_6}{p_1} \right)$$

$$\frac{Ser_2}{\dot{m}} = 1,006 \cdot \ln \left(\frac{340K}{243,15K} \right) = 0,33727 \text{ kJ/kg}$$

$$ex = T_0 \cdot Ser_2 = (-30 + 273,15) \cdot 0,33727 \text{ kJ/kg}$$

$$= 82,003 \text{ kJ}$$

~~§~~ ~~Diagramm~~

+ P_{eis}
 $P_{\text{eis}} = P_{\text{gas}}$ da Gleichgewicht:

$$p_a + \frac{m \cdot g}{A} = p_{\text{eis}}$$

$$1 \cdot 10^5 + \frac{32 \cdot 9,81}{\frac{\pi \cdot (0,1)^2}{4}} - p_{\text{eis}} = 1,399969 \text{ bar}$$

$$\frac{P_{\text{gas}}}{\pi \cdot (0,1)^2} + \frac{m_{\text{gas}}}{\pi \cdot (0,1)^2} = 0,001249 \text{ Pa}$$

$$p_{1g} = \underline{\underline{1,4 \text{ bar}}}$$

$$m_g = \frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1}$$

$$R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8314}{50} = 166,28$$

$$m_g = \frac{1,4 \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot 0,001}{166,28 \cdot (500 + 273,15)} - 0,003418 \text{ kg} = \underline{\underline{3,418 \text{ g}}}$$

- b) Da keine zusätzliche Kraft dazugekommen ist ist der Prozess im Zylinder isobar und die Dichte des Wassers daher $p_{2g} = p_{1g} = \underline{\underline{1,4 \text{ bar}}}$ Eis gemischtes konstant ist

Da wir immernoch im Eis Wasser gebildet sind im Zustand 2 ist $T_{2w} = T_{1w} = 0^\circ\text{C}$ und Zustand zwei befindet sich im thermischen Gleichgewicht.
 Deshalb $T_{2w} = T_{2g} = \underline{\underline{0^\circ\text{C}}}$

- c) Ges: Q_{12}

1 Hs am Gas Für Kolben

~~§~~ $\Delta U = Q - W$ ^G da Potentielle Energien vernachlässigen

$$\Delta U = \dot{m} \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1) = Q_{12}$$

$$3,418 \text{ g} \cdot 0,633 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (0 - 500^\circ\text{C}) = -1,0755 \text{ kJ}$$

$$= \underline{\underline{-1075,514 \text{ J}}}$$

3d) $x_{\text{Eis}} = ?$

Seite 6/7

~~Ice~~ $x_{\text{Eis}} = 0,6$

$m_{\text{Eis}} = 0,06 \text{ kg}$

$m_{\text{Wass}} = 0,04 \text{ kg}$

1HS am Eis:

$\Delta U = Q - W^0 \rightarrow$ ~~$m_{\text{Eis}} \cdot c_{\text{Eis}} \cdot \Delta T_{\text{Eis}}$~~

oder

$U_1 = m_{\text{Eis}} \cdot U$

Stationär geschlossen

$\Delta U = Q - W^0 = m_{\text{EW}} \cdot x_2 \cdot u_{\text{dE2}} + m_{\text{EW}} \cdot (1-x_2) \cdot u_{\text{fE2}} - m_{\text{EW}} \cdot x_1 \cdot u_{\text{d1}} - m_{\text{EW}} \cdot (1-x_1) \cdot u_{\text{fE1}}$

~~u_{dE2}~~ $u_{\text{dfl2}} = u_{\text{dfl1}} = -0,045 \text{ kJ/kg} = u_{\text{d}}$

$u_{\text{dfest1}} = u_{\text{df2}} = -333,458 \text{ kJ/kg} = u_{\text{f}}$

$Q = m_{\text{EW}} (x_2 \cdot u_{\text{d}} + (1-x_2) \cdot u_{\text{f}} - x_1 u_{\text{d}} - (1-x_1) \cdot u_{\text{f}})$

$\frac{Q}{m_{\text{EW}}} + x_1 \cdot u_{\text{d}} + (1-x_1) \cdot u_{\text{f}} = \cancel{x_2 \cdot u_{\text{d}}} + u_{\text{f}} - x_2 \cdot u_{\text{f}}$

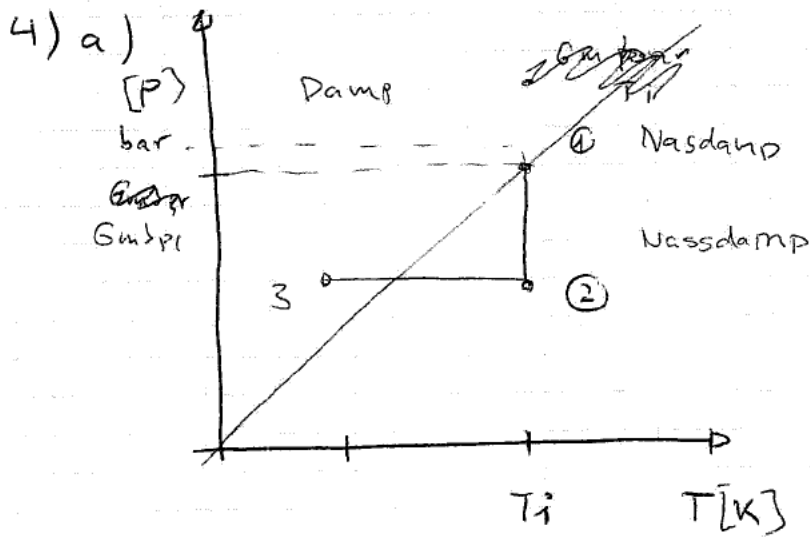
$\frac{Q}{m_{\text{EW}}} + x_1 \cdot u_{\text{d}} + (1-x_1) u_{\text{f}} - u_{\text{f}} = x_2$

$u_{\text{d}} - u_{\text{f}}$

~~-2025~~ $\frac{-1,0735 \text{ kJ}}{0,1} + 0,6 \cdot -0,045 + (0,4) \cdot -333,458 - 0,045$

$-333,458 + 0,045$

$= 0,4325$



Seite 7/7

$$T_i = 10^\circ\text{C}$$

b) in R134a

c) mit gegebenen Werten gerechnet
x₁ = ?

b) 1 HS am verdichter

$$0 = \dot{m}(h_1 - h_2) + \dot{Q} - \dot{W}$$

24: x₄ = 0 bei 8 bar

TAB A-11 h₄ = 93,42 kJ/kg

Zustand 2 = 4 K

2
4
8
4

$$T_2 = T_1 = T_i - 6\text{ K}$$

$$T_2 = 10 - 4 + 273,15$$

$$T_2 = -273,15\text{ K}$$

c) x₁ T₂ = -22°C m R134a = 4 kg/h 1 HS an der Drossel

Verdampfer = isobar

$$0 = \dot{m}(h_4 - h_1) + \dot{Q} - \dot{W}$$

h₄ 8 bar x = 0

TAB A-11 h₄ = 93,42 kJ/kg

d) $\varepsilon_k = \frac{|\dot{Q}_{zu}|}{\dot{W}_{el}} = \frac{|\dot{Q}_k|}{28\text{ W}}$

h₄ = h₁ da isenthalp

h₁ = 93,42 kJ/kg

interpolieren bei Ausgangsdruck mit h₁

isobar

e) Die Temperatur würde weiterhin sinken ~~und isobar~~

von x₁
zu bekommen