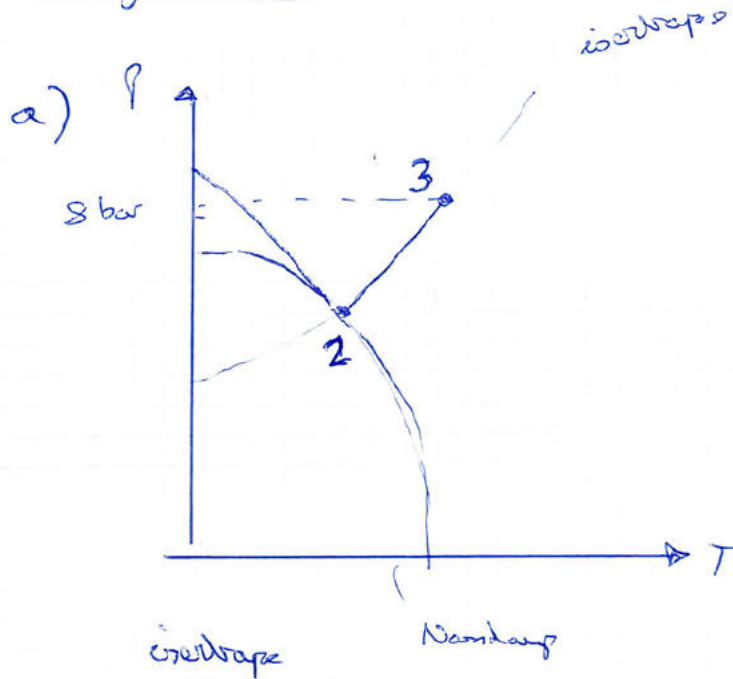


Aufgabe 4



b) \dot{m}_{R134a}

stationärer Prozess (Bildung im den Kompressor)

$$0 = \dot{m} [h_e - h_a] - \dot{W}_k$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}_k}{h_e - h_a} = \underline{280}$$

$$\dot{W}_k = 280$$

h_e und h_a aus Tabelle A-11 auslesen

$$h_e =$$

c) x_1 direkt nach der Drussel

$$x_1 = \frac{m_g}{m_g + m_f} =$$

~~$h_1 = h_f$~~

$$\Rightarrow \frac{4 \text{ kg}}{1} \stackrel{!}{=} \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ s}}$$

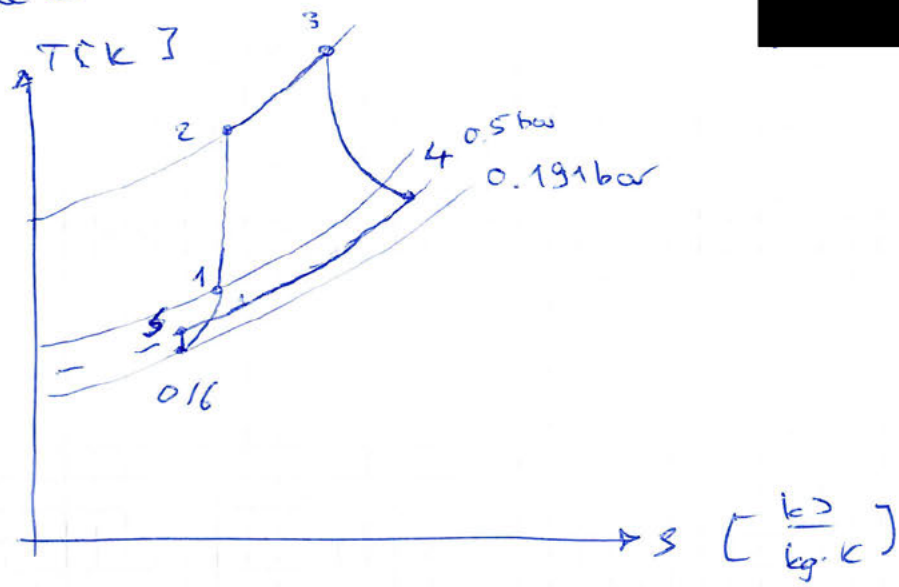
$$d) \epsilon_k = \frac{|\dot{Q}_{zu}|}{|\dot{Q}_k|} = \frac{(\dot{Q}_k)}{\dot{Q}_k} = \frac{1}{25 \text{ kW}}$$

~~$\dot{Q}_k = \dot{Q}_f$~~

$$\dot{Q}_k = -\dot{m}(h_e - h_a) = -4 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

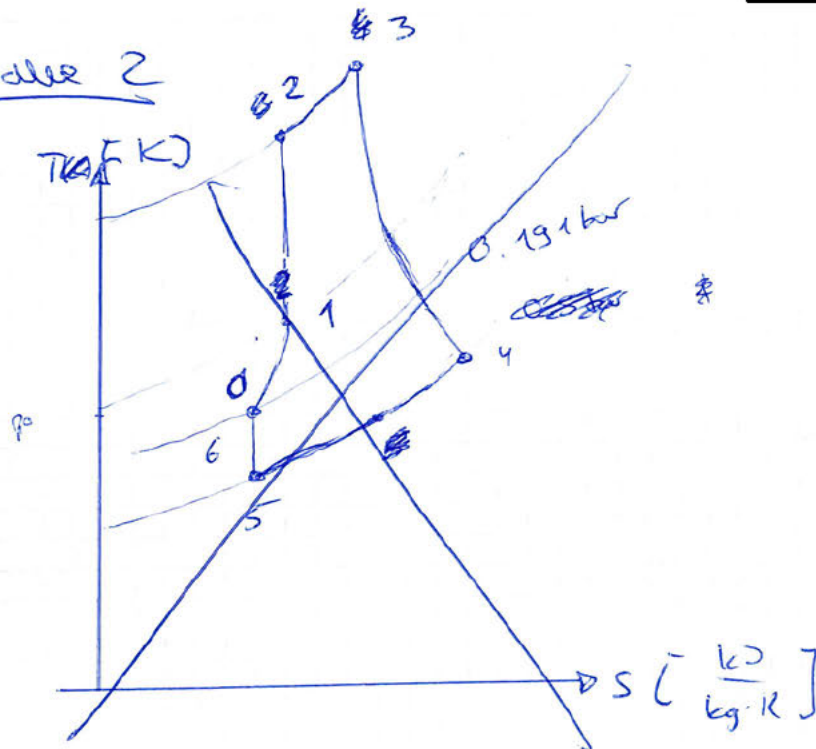
e) Man hätte dann einen Übergang von fest zu flüssig und wenn man dann ~~die~~ T wieder nach konstant halten erhalten würde, bliebe die Temperatur, so lange konstant, bis der Phasenwechsel erfolgt ist. Erst dann würde sie wieder sinken.

Aufgabe 2



a)

a)



c) \dot{m}_{ges}

$$\Delta e_{xstr} = e_{xstr6} - e_{xstr0} =$$

potentielle Energien
vernachlässigen

$$\Delta \tilde{e}_{xstr} = h - h_0 - T_0 (s - s_0) + k \cdot e \quad \rightarrow 0$$

$$\tilde{e}_{xstr} = \Delta h - T_0 \cdot \Delta s + k \cdot e$$

$$\tilde{e}_{xstr} = 36.91 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 243.15 \text{ K} \cdot 0.335 + 48.05 = \underline{\underline{63.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}}$$

$$\begin{aligned} \Delta h &= c_p^{ig} \cdot (T_6 - T_0) = 1.006 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot (340 \text{ K} - 243.15 \text{ K}) \\ &= 96.91 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta s &= c_p^{ig} \cdot \ln\left(\frac{T_6}{T_0}\right) - R \cdot \ln\left(\frac{p_6}{p_0}\right) \\ &= 1.006 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \cdot \ln\left(\frac{340 \text{ K}}{243 \text{ K}}\right) - 0.287 \cdot \ln(1) = 0.335 \end{aligned}$$

$$c_{vij} = \frac{c_p^{ig}}{k} = \frac{1.006}{1.4} = 0.719$$

$$R = 0.287$$

=

$$\begin{aligned} k_e &= \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} (v_6 - v_0)^2 = \frac{1}{2} \cdot (510 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 200)^2 \\ &= 48'050 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 48.05 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

d) \dot{m}_{ges}

$$\dot{e}_{xwst} =$$

Energiebilanz für eine stationäre Strömung:

$$0 = -\Delta \tilde{e}_{str} + \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \cdot \dot{Q}_B - \dot{e}_{xwst}$$

$$\dot{e}_{xwst} = -\Delta \tilde{e}_{str} + \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \cdot \dot{q}_B$$

$$= -63.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + \left(1 - \frac{243.15}{1288 \text{ K}}\right) \cdot 1195 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= 906 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Aufgabe 3

a) $p_{g1} \Rightarrow$ ideale Gas Rechnung

$$p_{g1} = \frac{R \cdot T \cdot m}{V}$$

$$R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8.314}{30} = 0.166$$

$$m_g = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1.40 \text{ bar} \cdot 3.142}{0.166 \cdot 773.15 \text{ K}} = 3.42 \text{ g}$$

Druck ggw

$$p = p_{\text{amb}} + \frac{m_L \cdot g}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \pi} + \frac{m_E \cdot g}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \pi} = 1 \text{ bar} + \frac{32 \cdot 9.81}{\frac{5^2 \pi}{4}} + \frac{0.169 \cdot 9.81}{\frac{5^2 \pi}{4}}$$
$$= 1.40 \text{ bar}$$

b) ~~...~~ ~~...~~

~~Gas~~ $T_{g,2} \Rightarrow$ gemittelt

c) ~~...~~ $Q_{12} = \Delta u = c_v p_g \cdot (T_2 - T_1) \cdot m$

$$= 0.633 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (0.003^\circ\text{C} - 5000^\circ\text{C}) \cdot 0.0036 \text{ kg}$$
$$= -1.139 \text{ kJ}$$

2)

$$x_{\text{Eis}} =$$

$$\frac{m_{\text{Eis}}}{m_{\text{EW}}} = 0.6$$

Eiswasser hat die Temperatur von 0.003°C
aufgrund des thermodynamischen G.G.W.

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

$$x_2 = \frac{u - u_{\text{flüssig}}}{u_{\text{fest}} - u_{\text{flüssig}}} = \frac{-516.6 - (-0.033)}{-333.442 - (-0.032)} = ?$$

$$u = \cancel{u_1} u_1 + q_{12} = -200.092 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 316.50 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = -516.6$$

$$\cancel{u_1} u_1 (0^\circ\text{C}) = 0.6 \cdot -333.458 + (1 - 0.6) \cdot (-0.045)$$

$$= -200.092 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

d) Energiebilanz: Δm_{12}

$$T_{\text{reaktor}_2} = 70^\circ$$

\Rightarrow man hat nur ein Kontrollvolumen System

E-Bilanz für halbstarre Systeme

$$m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 + \cancel{\dot{Q}_{R2}} + \cancel{\dot{Q}_{F2}} = \Delta m_{12} \left(h_e + \cancel{\frac{u_e^2}{2}} + \cancel{g z_e} \right)$$

$\cancel{\dot{Q}_R - \dot{Q}_{\text{aus}}}$

$$m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1 = \Delta m_{12} \cdot h_e$$

$$\Delta m_{12} = \frac{m_2 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1}{h_e}$$

$$h_e = 83.96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta m_{12} = \frac{(m_1 + \Delta m_{12}) u_2 - m_1 \cdot u_1}{h_e}$$

$$m_2 = (5755 + \Delta m_{12})$$

$$m_1 = 5755 \text{ kg}$$

$$u_2 (70^\circ) = 292.95$$

$$u_1 (100^\circ) = 418.94$$

$$h_e = 83.96$$

$$\Delta m_{12} \left(1 - \frac{u_2}{h_e} \right) = \frac{m_1 \cdot u_2 - m_1 \cdot u_1}{h_e}$$

$$\text{Tab. A-2} \quad \Delta m_{12} = \frac{m_1 (u_2 - u_1)}{h_e - u_2}$$

$$= 3474.9 \text{ kg}$$

e) ΔS_{12} zwischen 1+2

Entropieänderung an einem halbstarren System:

$$\Delta S_{12} = m_2 \cdot s_2 - m_1 \cdot s_1$$

$$= (m_1 + m_2) \cdot s_2 - m_1 \cdot s_1$$

$$s_1 = 1.3069 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad s_2 = 0.9549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$= (5755 \text{ kg} + 3474.9 \text{ kg}) \cdot 0.9549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} - 5755 \text{ kg} \cdot 1.3069 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 1292.44 \text{ kJ}$$

Aufgabe 1

a) $\dot{Q}_{\text{ann}} =$

~~Blau an Kühlmedium:~~

Blau an Reaktor

$$0 = \dot{m} [h_e - h_a] + \dot{Q}_R + \dot{Q}_{\text{ann}}$$

$$\dot{Q}_{\text{ann}} = \dot{m} [h_a - h_e] - \dot{Q}_R$$

$$= 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} [419.04 - 292.98] - 100 \text{ kW} = -62.18 \text{ kW}$$

$$h_a(100^\circ\text{C}) = 419.04 \quad (\text{aus Tab. A-2})$$

$$h_e(70^\circ\text{C}) = 292.98 \quad (\text{aus Tab. A-2})$$

b) $\bar{T}_{\text{KF}} = \frac{\int_{s_a-s_e} T ds}{s_a-s_e} = \frac{h_a - h_e}{s_a-s_e} = \frac{c_p \ln(\frac{T_2}{T_1})}{\ln(\frac{T_2}{T_1})} = 20.003^\circ\text{C}$

$$\int T ds = \int dH + V dp$$

ideale Flüssigkeit: $V dp = 0$, weil inkompressibel kein Druckänderung

~~hals~~ $\Delta s =$

~~$s_f(T, p) = s_f(T)$~~

~~$h_f(T, p) = h_f(T) + v_f(p - p_{\text{sat}}(T))$~~

$$\Delta s = \int_{T_1}^{T_2} c_p \cdot \frac{1}{T} dT = c_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

~~$\Delta h = c_p (T_2 - T_1) + v_f(p_2 - p_1)$~~

c) $\dot{S}_{\text{gen}} =$ Entropiebilanz für ein geschlossenes System

$$\dot{M} \cdot (s_2 - s_1) = \frac{\dot{Q}_K}{T} + \dot{S}_{\text{gen}}$$

$$\dot{S}_{\text{gen}} = \dot{M} (s_2 - s_1) - \frac{\dot{Q}_K}{T}$$