

Aufgabe 1

a) stationär: $0 = \dot{m}(h_{\text{ein}} - h_{\text{aus}}) + \dot{Q}_R + \dot{Q}_{\text{aus}}$

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

Tab A-2: $h_{\text{ein}} = h_f(70^\circ\text{C}) = 292,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

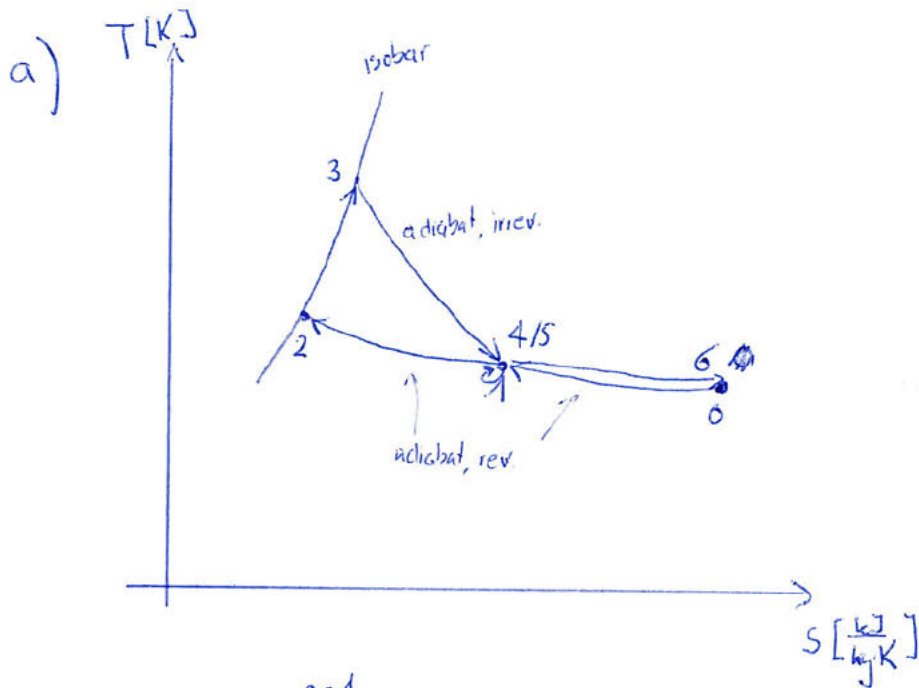
$$h_{\text{aus}} = h_f(100^\circ\text{C}) = 419,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\rightarrow \dot{Q}_{\text{aus}} = 37,818 \text{ kW} - 100 \text{ kW} = -62,182 \text{ kW} \quad (\text{mit } \dot{Q} < \text{ wenn Wärme aus dem Reaktor ausströmt})$$

b) $\bar{T} = \frac{\int_{s_{\text{ein}}}^{s_{\text{aus}}} T ds}{s_{\text{aus}} - s_{\text{ein}}} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} \bar{T} ds}{\int_{T_1}^{T_2} \frac{ds}{T}}$

c) $0 =$

Aufgabe 2



b)

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

$$T_6 = 431,9 \left(\frac{0,191}{0,5} \right)^{\frac{0,9}{1,4}} = 328,07 \text{ K}$$

$$\omega = A \cdot \dot{V} \rightarrow \frac{\dot{V}_5}{\dot{V}_6} = \frac{\omega_5}{\omega_6}$$

$$\hookrightarrow \frac{T_6}{T_5} = \left(\frac{\omega_5}{\omega_6} \right)^{n-1}$$

$$\hookrightarrow \omega_6 = \omega_5 \left(\frac{T_5}{T_6} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 437,486 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c) e_{x,sl,6} - e_{x,sl,0} = (h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + \frac{\omega_6^2}{2}) - (h_5 - h_0 - T_0(s_5 - s_0) + \frac{\omega_5^2}{2})$$

$$= (h_6 - h_5) - T_0(s_6 - s_5) + \frac{\omega_6^2 - \omega_5^2}{2}$$

$$= \int c_p dT - T_0 \left(\int \frac{c_p}{T} dt - R \ln \left(\frac{p_6}{p_5} \right) \right) + \frac{\omega_6^2 - \omega_5^2}{2} \quad T_0 = 293,15 \text{ K}$$

$$R = c_p - c_v = c_p - \frac{c_p}{\gamma} = 0,287428 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$e_{x,sl} = c_p (T_6 - T_5) - T_0 c_p \ln \left(\frac{T_6}{T_5} \right) - T_0 R \ln \left(\frac{p_6}{p_5} \right) + \frac{\omega_6^2 - \omega_5^2}{2}$$

$$= -109,45 - 67,26 - 67,255 + 71,491$$

$$= -167,47 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$d) 0 = e_{x,sl} + e_{x,Q} - \dot{W}_i - e_{x,vel}$$

$$e_{x,Q} = \left(1 - \frac{T_0}{T_B} \right) q_B = 969,58 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$e_{x,vel} = e_{x,sl} + e_{x,Q} = -100 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 969,58 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 869,58 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Aufgabe 3

$$a) \quad p_{1g} = p_{amb} + \frac{F}{A} = p_{amb} + \frac{g(m_k + m_{EW})}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \pi} = 100'000 + \frac{9,81(32 + 0,1)}{0,0025 \pi}$$

$$= 100'000 + 40'094 = 140'094 \text{ Pa}$$

$$pV = nRT \quad R = \frac{\bar{R}}{M} \quad \text{mit } \bar{R} = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$\hookrightarrow m_g = \frac{p_{1g} \cdot V_{1g} \cdot M_g}{\bar{R} \cdot T_{g,1}} = \frac{140'094 \cdot 0,00314 \cdot 50'000 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 773,15} = 0,003421 \text{ kg}$$

$$b) \quad p_{g,2} = 140'094 \text{ Pa}$$

Der Druck von aussen, dem das Gas entgegen halten muss ist immer noch gleichgross, also ist auch der Gasdruck noch gleich gross.

$$T_{g,2} = 0^\circ \text{C}$$

Da es immer noch Eiswasser ist, ändert sich die Temperatur des Eiswassers nicht, bis alles Eis geschmolzen ist und da ~~das~~ das Gas im Gleichgewicht ist, nimmt es auch 0°C an.

$$c) \quad \Delta E = \Delta U = Q_{12} - W = Q_{12} - \int p dV = Q_{12} - \frac{R(T_2 - T_1)}{\gamma - 1}$$

$$R_g = \frac{8,314}{50 \cdot 10^{-3}} = 166,28 = c_p - c_v$$

$$Q_{12} = \Delta U + \int p dV = m_g \int_{T_1}^{T_2} c_v dT + \int p dV = m_g c_v (T_2 - T_1) + p_{g,1} (V_2 - V_1)$$

$$V_2 = \frac{m_g R_g T_{g,2}}{p_{g,2}} = 0,001103 \text{ m}^3$$

$$Q_{12} = -1,0827 \text{ kJ} - 0,28453 \text{ kJ} = -1,3673 \text{ kJ}$$

$$d) \Delta E = 0 = |Q_{12}| - W^{10}$$

$$m_{EW}(u_2 - u_1) = |Q_{12}|$$

Alle u_1 und u_2 bei 1,1 bar

$$\hookrightarrow u_{\text{Fest}} = -333,458 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

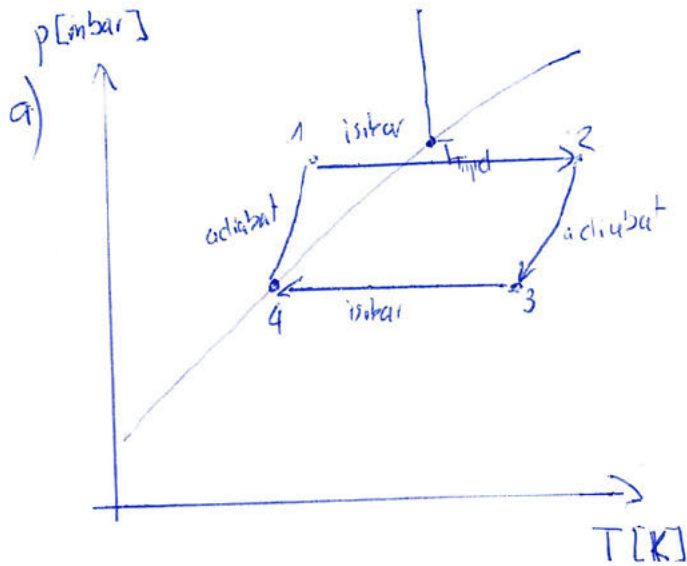
$$u_{\text{Flüssig}} = -0,045 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_1 = u_{\text{Flüssig}} + x_{\text{Eis},1}(u_{\text{Fest}} - u_{\text{Flüssig}}) = -0,045 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 200,0928 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

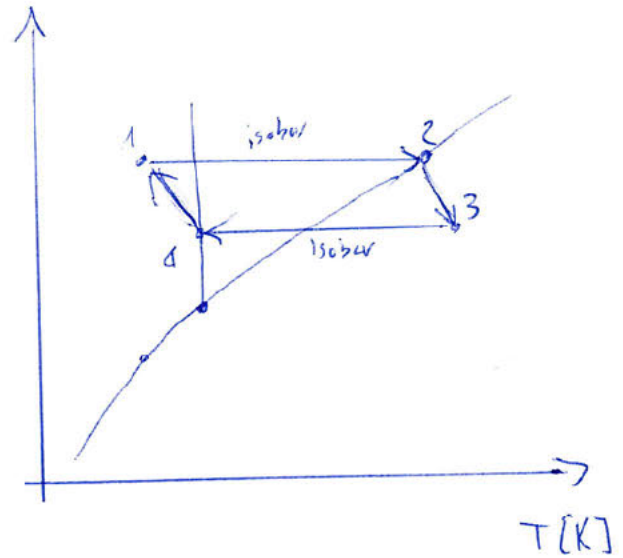
$$u_2 = \frac{|Q_{12}|}{m_{EW}} + u_1 = 1713,8138 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 186,4198 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$x_{\text{Eis},2} = \frac{u_2 - u_{\text{Flüssig}}}{u_{\text{Fest}} - u_{\text{Flüssig}}} = 0,55899 \approx 0,559$$

Aufgabe 9



p [mbar]



b) $T_2 = T_1 - 6\text{K}$

$$T_1 = T_{\text{Tripel}} + 10\text{K}$$

$$T_2 = 0^\circ\text{C} + 10\text{K} - 6\text{K} = 4^\circ\text{C}$$

Zustand 2 \rightarrow 3

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

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

c) Zustand 4 \rightarrow 1

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

$$h_4 = h_1$$

d) $\varepsilon_K = \frac{|\dot{Q}_{zu}|}{|\dot{W}_I|}$

e) Die Temperatur würde weiter sinken, aber immer langsamer