Thermo

Aufgabe 1

a) $0 = \dot{m}(h_e - h_a) + \sum \dot{Q} - \sum \dot{L}$

$= \dot{m}(h_e - h_a) + \dot{Q}_R - \dot{Q}_{aus}$

$\rightarrow \dot{Q}_{aus} = \dot{m}(h_e - h_a) + \dot{Q}_R$

$h_e - h_a$: Weil siedende gesättigte Flüssigkeit bei 70°C und 100°C

h_e: TAB A2 70°C 292.98 $\frac{kJ}{kg}$

h_a: h_{f} 100°C 419.04 $\frac{kJ}{kg}$

$h_e - h_a \rightarrow \dot{Q}_{aus} = 0.3\,(292.98 \cdot 10^3 - 419.04 \cdot 10^3) + 100 \cdot 10^3$

$= 62.182\ kW$

(Muss negativ sein aus Sicht ohne Mantel $\rightarrow \dot{Q}_{aus} = -62.182\ kW$)

b) geht nicht

rechne mit 295K weiter

$0 = \dot{m}(h_e - h_a) + \sum \dot{G}$ Rechne mit 295K weiter = ?

$h_e - h_a =$

c)

$0 = \dot{m}(s_e - s_a) + \frac{\dot{Q}_R}{100°C} - \frac{\dot{Q}_{aus}}{295K} + \dot{S}_{erz}$

$\rightarrow \dot{S}_{erz} = \dot{m}(s_a - s_e) - \frac{\dot{Q}_R}{100°C} + \frac{\dot{Q}_{aus}}{295K} = 0.3\,(s_a - s_e) - \frac{100 \cdot 10^3}{(100+273.15)} + \frac{-62.182 \cdot 10^3}{295K}$

$s_a - s_e$: s_a @ 100°C: $1.3069 \cdot 10^3\ \frac{J}{kgK}$

s_e @ 70°C: $0.9549 \cdot 10^3\ \frac{J}{kgK}$

$= -0.373\ \frac{kJ}{kgK}$

d) $T_{12ak} = 100°C$ $\quad m_{gs1} = 5755\,kg$

$x = 0.005$

$T_2 = 20°C$

$m_2u_2 - m_1u_1 = \Delta m\, h + \Sigma Q$ $\quad$ TAB A2

$\frac{m_2u_2 - m_1u_1 - Q}{h} = \Delta m$ $\quad$ h siedd @ 20°C = 83.96 $\frac{kJ}{kg}$

u_2: 70°C: = 252.95 $\frac{kJ}{kg}$

u_1: 100°C: 418.94 $\frac{kJ}{kg}$

$(m_1+\Delta m)u_2 - m_1u_1 = \Delta m h + Q$

$m_1u_2 + \Delta m u_2 - m_1u_1 = \Delta m h + Q$

$\Delta m h - \Delta m u_2 = m_1u_2 - m_1u_1 - Q$

$\Delta m = \frac{m_1u_2 - m_1u_1 - Q}{h - u_2}$

$m_1 = 5755$

$\Delta m = \frac{5755 \cdot 292.95 \cdot 10^3 - 5755 \cdot 418.94 \cdot 10^3 - 35 \cdot 10^6}{83.96 \cdot 10^3 - 252.95 \cdot 10^3} \doteq 3.637$ Tonnen

e)

Thermo Aufgabe 2

$w_{Luft} = 200 \frac{m}{s}$

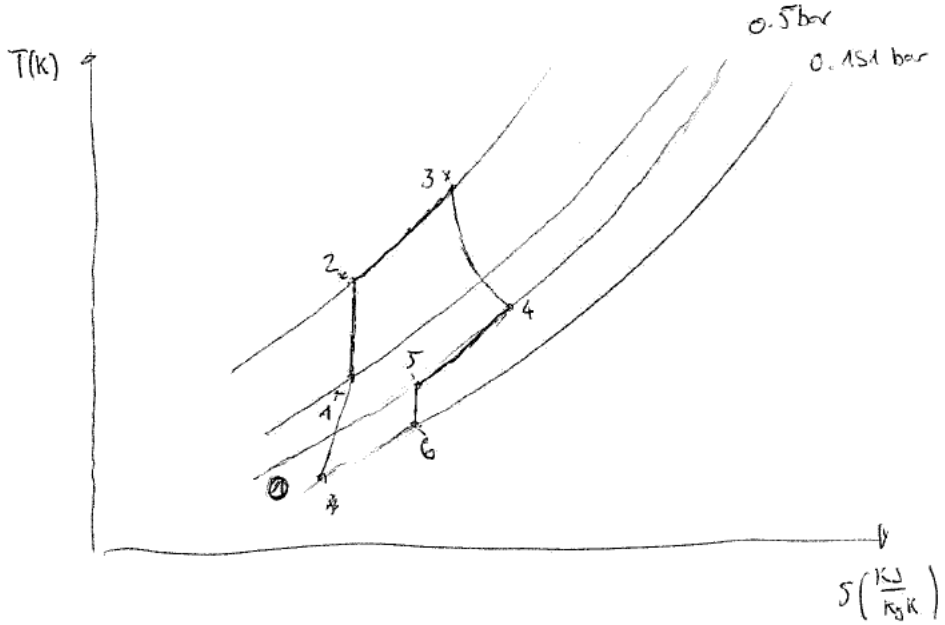
$p_0 = 0.151\ bar$

$T_0 = -30°C$

$q_B = 1195 \frac{kJ}{kg}$

$T_B = 1289K$

a)



Ts
h
pv
Tv

b) w_G ? , T_G ?,

da Schaufel isentrop:

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = 431.9 \cdot \left(\frac{0.191 \cdot 10^5}{0.5 \cdot 10^5}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 328.075\,K$$

$pv = RT$

$\frac{RT}{p}$

wobei: $T_2 = T_G = \underline{328.075\,K}$

wir nehmen $\frac{w^2}{2}$ = verrichtete Arbeit = $\int v\,dp = RT \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \frac{8.314}{28.97 \cdot 10^{-3}} \cdot 431.9K \left(\frac{0.191bar}{0.5bar}\right)$

$= -119.280\ kJ$

$\Rightarrow$ verrichtete Arbeit

$$\sqrt{-115.280 \cdot (-1) \cdot 2} = w_2 = 488.423 \frac{m}{s}$$

Thermo

Aufgabe 3

$M_G = 50 \frac{kg}{kmol}$ $\quad c_{V_{Gas}} = 0.633 \frac{kJ}{kgK}$

m EW = Konst

a) p_{G1}, m_G ?

$pV = mRT$

Kräftegleichgewicht: $p \cdot \pi \left(\frac{0.1}{2}\right)^2 = 0.1 \cdot g + 10^5 \cdot \pi \left(\frac{0.1}{2}\right)^2 + 32 \cdot g$

$$\Rightarrow p_g = \frac{0.1 \cdot g + 10^5 \left(\frac{0.1}{2}\right)^2 \pi + 32 \cdot g}{\pi \left(\frac{0.1}{2}\right)^2} = 1.401 \text{ bar}, \quad g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow m_g = \frac{pV}{RT} = \frac{1.401 \cdot 10^5 \cdot 3.14 \cdot 10^{-3}}{(500 + 273.15)\left(\frac{8.314}{50 \cdot 10^{-3}}\right)} = 3.422 \text{ g}$$

b) $T_{g2} = 0°C$, $\Rightarrow p = \frac{mRT}{V} = \frac{3.422 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{8.314}{50 \cdot 10^{-3}} \cdot 273.15}{3.14 \cdot 10^{-3}}$

$p_{g2} = 0.495$ bar

Da noch Eis vorhanden muss $T_{EW} = 0°C$ sein, weil aber thermodynamisches GGW vorhanden ist, muss T_{g2} auch $0°C$ sein. Der Druck kann somit errechnet werden.

c) Zuerst Q_{ab} berechnen vom Gas:

$\Delta E = m(u_2 - u_1) = \sum Q \quad \Rightarrow u_2 - u_1 = c_V^{Ps} (T_2 - T_1) = 0.633 \cdot 10^3 (500)$

$= 316.5 \frac{kJ}{kg}$

$\Rightarrow 3.422 \cdot 10^{-3} \cdot 316.5 = 1.083$ kJ

($\cdot 10^3$)

d)

1.083 KJ abgegeben

$m(u_2 - u_1) = Q$

u_1: $u_1 = -0.045 \cdot 10^3 + 0.6\left(-333.458 \cdot 10^3 - -0.045 \cdot 10^3\right)$

$= -200.093 \frac{KJ}{Kg}$

$\Rightarrow u_2 = \frac{Q}{m} + u_1 = \frac{1.083 \cdot 10^3}{0.1} + -200.093 \cdot 10^3$

$= -189.269 \frac{KJ}{Kg}$

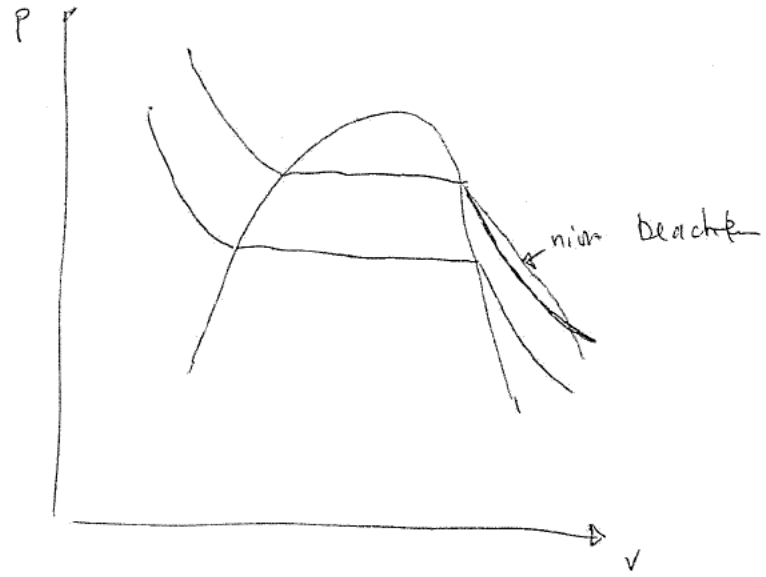
$\Rightarrow u_2 = u_{fl} + x\left(u_{fe} - u_{fl}\right) \Rightarrow \frac{u_2 - u_{fl}}{u_{fe} - u_{fl}} = x = \frac{-189.269 \cdot 10^3 + 0.045 \cdot 10^3}{-333.458 \cdot 10^3 + 0.045 \cdot 10^3}$

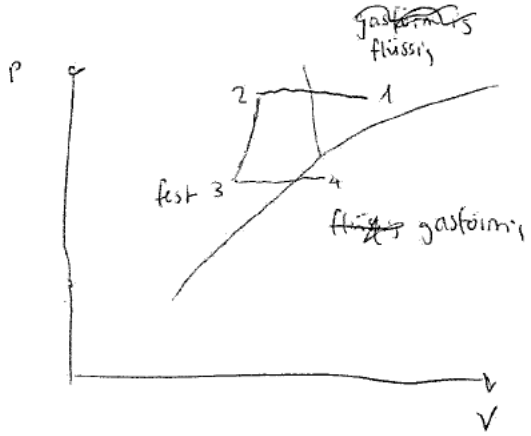
$= 0.568$

$(= 56.754\%)$

Thermo Aufgabe 4

a) $T_i = 0°C$





b) ~~für nicht verdampft~~

$-6°C$ nicht verdampft

$-6°C$ vollständig verdampft

TAB A10