[redacted]

① a) $\dot{Q}_{aus}$: stat FP:

$\cancel{\dot{Q}_{aus}} =$

Energiebilanz um Reaktor: stat. FP:

$$0 = \dot{m}_{H_2O}\left(h_{ein} - h_{aus}\right) + \dot{Q}_R - \dot{Q}_{aus}$$

$$\Longrightarrow \dot{Q}_{aus} = \dot{m}_{H_2O}\left(h_{ein} - h_{aus}\right) + 100\,kW$$

$$= \overset{0.3kg}{\cancel{\quad}}\left(292.98 - 419.09\right) + 100 = \underline{\underline{62.182\,kW = \dot{Q}_{aus}}}$$

h_{ein}, siedend = an ND-Grenze h_{ein} aus TAB A-2 @ 70° $h_{ein} = 292.98\ \frac{kJ}{kg}$

h_{aus}, siedend = an ND-Grenze h_{aus} = Tab A-2 @ 100° $h_{aus} = 419.09\ \frac{kJ}{kg}$

b) $$\bar{T} = \frac{\int_{ein}^{aus} T\,ds}{s_{aus} - s_{ein}} = \frac{\int_{ein}^{aus} T\,ds}{\int_{T_{ein}}^{T_{aus}} \frac{c^{if}}{T}\,dT}$$

$\bar{T}$ kann arithmetisch gemittelt werden, da ideales Fluid!

$$\Longrightarrow \bar{T} = \frac{T_{aus} + T_{ein}}{2} = \underline{\underline{293.15\,K = \bar{T}}}$$

c) Weiterrechnen mit geg. Wert:

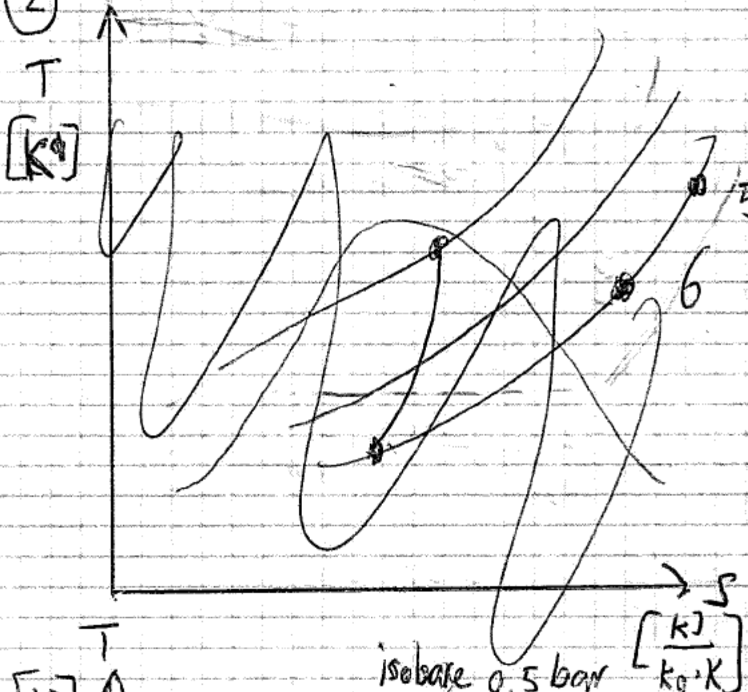
stat FP: Entropiebilanz: $0 = \dot{m}_{H_2O}\left(u_{ein} - u_{aus}\right) + \frac{\dot{Q}}{\bar{T}} + \dot{S}_{erz}$

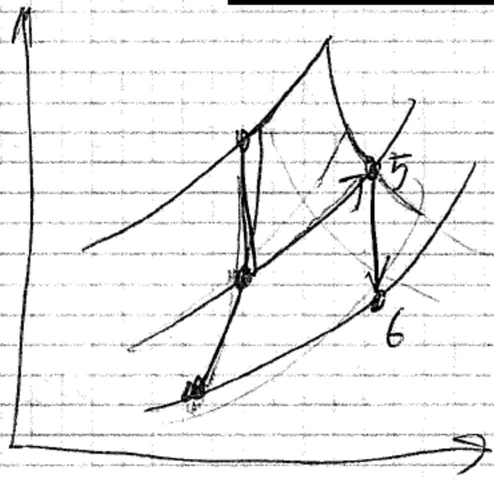
$$\dot{S}_{erz} = \dot{m}_{H_2O}\left(u_{aus} - u_{ein}\right) + \frac{\dot{Q}}{295}$$

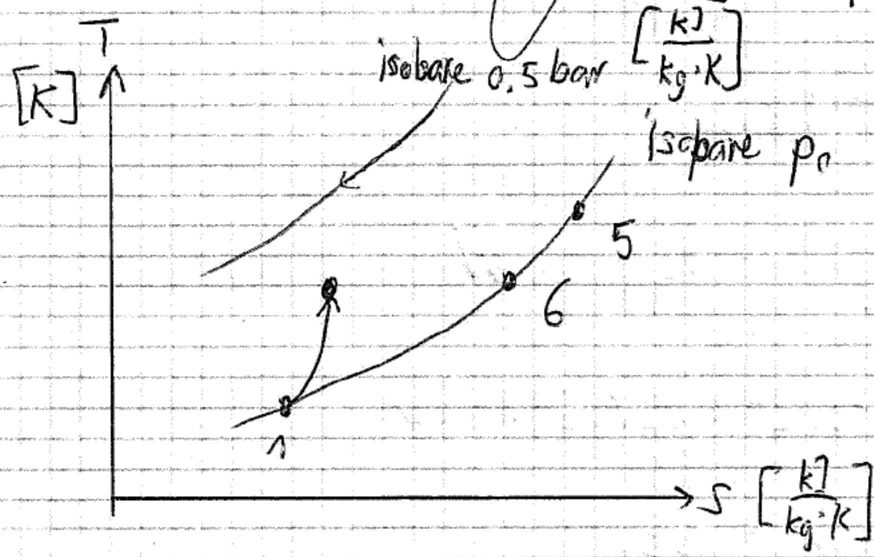
Tab A-2 @ 70°, @ 100°

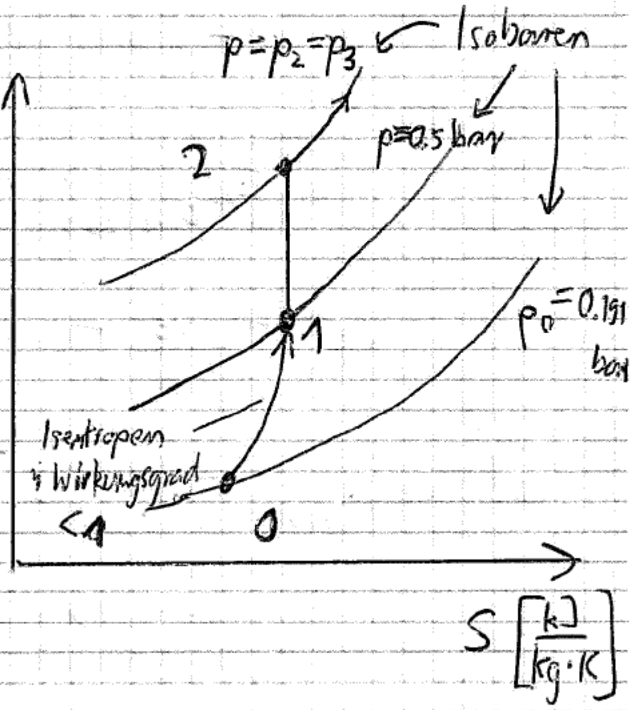
[redacted]

2









b) ~~Energiebilanz um 5-6:~~

~~θ~~ T_6 bestimmen via Polytropenexponent:

$p_6 = p_0 = 0.191$ bar $\quad T_6 = \left(\frac{p_6}{p_5}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} \cdot T_5 = \underline{\underline{328.07\ K = T_6}}$

Energiebilanz über 5-6; stat FP:

$\dot m \left(h_5 - h_6 + \left(\frac{220^2 - w_6^2}{2}\right)\right) = 0 \quad | \ \dot m$ streichen

$h_5 - h_6 = c_p(T_5 - T_6)$

$h_5 - h_6 + \frac{220^2}{2} - \frac{w_6^2}{2} = 0$

$w_6 = \sqrt{2 \cdot 128653}$

$(h_5 - h_6) + \frac{220^2}{2} = \frac{w_6^2}{2}$

$\underline{\underline{w_6 = 507.25 \frac{m}{s}}}$

$1.006 \cdot 1000 (431.9 - 328.07) + \frac{220^2}{2} = \frac{w_6^2}{2} = 128652.98$ J

c) $e_{x\,str\,6} - e_{x\,str\,0} = \dot m\left(h_6 - h_0 - T_0(s_6 - s_0) + \overset{ke}{\cancel{p_0(v_6 - v_0)}}\right)$

$K \to C^\circ : 54{,}92^\circ$

$h_6 - h_0 = c_p(T_6 - T_0) = 1.006\,\frac{kJ}{kgK}(\cancel{\ldots}7 + 30^\circ)$

$= \underline{\underline{85.139\ \frac{kJ}{kg}}}$

$T_0(s_6 - s_0) = 243.15\,K\left(c_p \ln\left(\frac{T_6}{T_0}\right) - \underbrace{\cancel{R \ln\left(\overset{0}{1}\right)}}_{0}\right)$

$= 243.15\left(1.006 \ln\left(\frac{328.07}{243.15}\right)\right) = \underline{\underline{73.27\ kJ}}$

$\cancel{\Delta E_{x\,1\,zu\,6} = \dot m(85.43}$

$ke = \frac{w_6^2}{2} = \frac{507.25^2}{2} = 128651.3\ W$

$\text{Total}\ \Delta Ex_{1\to6} = (85.139 + 73.27 + 128.651)\ kW$

$= \underline{\underline{140.82\ kW = \Delta E_x}}$

d) Exergiebilanz Turbine: stat FP

$0 = \dot m\,\Delta E_{x,str\,1\to6} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right)\dot Q_B - \overset{\text{no work}}{\cancel{\dot W}} - \dot E_{x,verl}$

$\cdot\frac{1}{\dot m}$ $\quad 1195\,\frac{kJ}{kg}$

$\dot E_{x\,verl} = \Delta e_{x,str} + \left(1 - \frac{T_0}{T_B}\right) q_B$

Funktion von $\dot m$

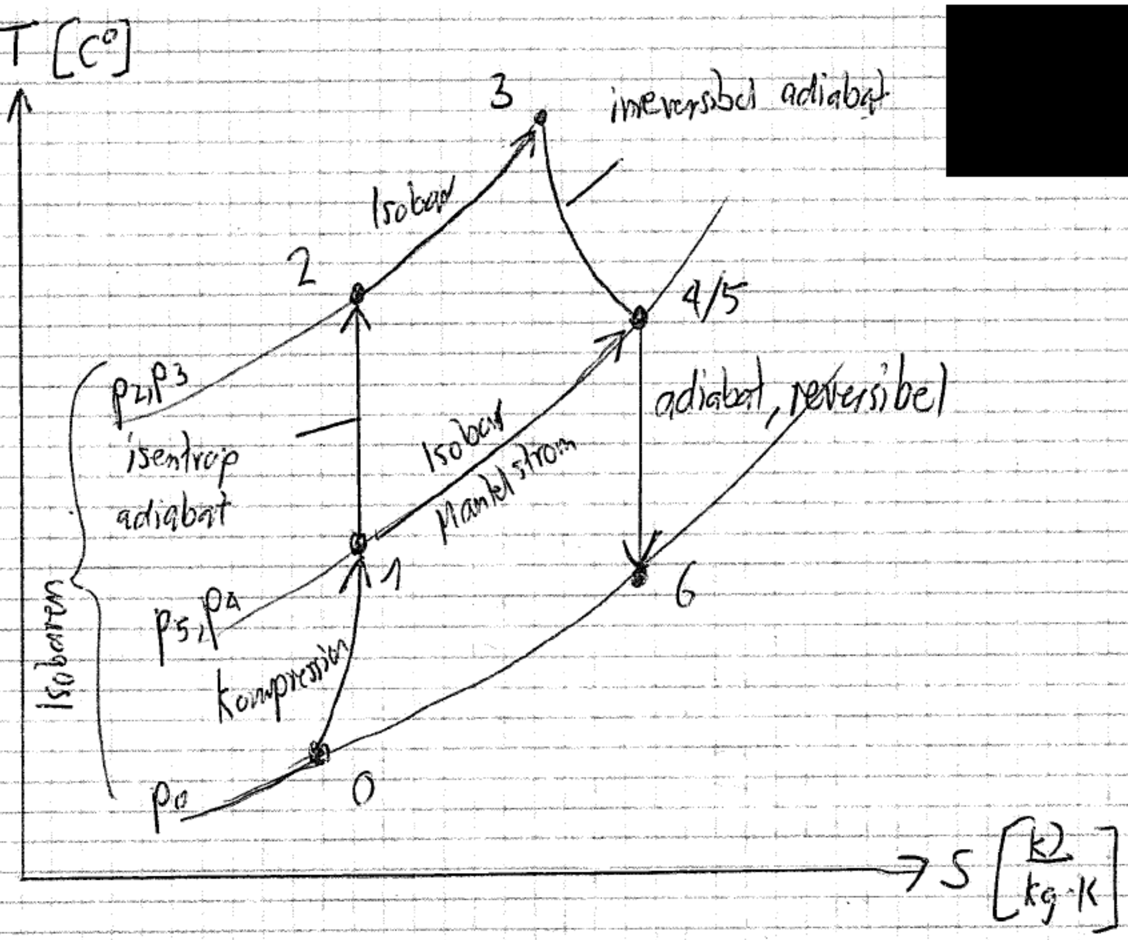
$\dot E_{x,verl} = 100\,\frac{kJ}{kg} + \left(1 - \frac{243.15}{1289}\right)1195\,\frac{kJ}{kg} = 1069.58\,\frac{kJ}{kg}$

$= \dot E_{x\,verl.}$

mit gegebenem Wert weitergerechnet, da unsicher

2 a

[redacted]


T [C°]
3
irreversibel adiabat
Isobar
2
4/5
p_2, p_3
adiabat, reversibel
isentrop
adiabat
Isobar
Mantelstrom
1
6
p_5, p_4
Isobaren
Kompression
0
p_0
S [kJ/(kg·K)]

[redacted]

(3) a) $p_{g1} = ?$

$$p = \frac{mRT}{V}$$

$c_v = 0.633 \frac{kJ}{kg \cdot K}$

$\Rightarrow p_1$ ist Gegendruck zu Eiswasser und Umgebung:

$M = 50 \frac{kg}{kmol}$

$$p_1 = p_{amb} + \frac{mg + m_{ew} \cdot g}{A} = 100'000 + \frac{32 + 0.1 \cdot 9.81}{0.0319}$$

$A = r^2 \cdot \pi$

$$= 100'000 + 10'000 \text{ Pa}$$

$= 0.1^2 \cdot \pi = 0.031416 \, m^2$

$$\underline{\underline{= 1.1 \text{ bar} = p_{1g}}}$$

$$m_g = \frac{pV}{RT} = \frac{110'000 \cdot 0.00319}{R \cdot (500 + 273.15 K)} = \underline{0.002687 \text{ kg} = m_g}$$

$R = \frac{8314 \frac{J}{kmol}}{50 \frac{kg}{kmol}}$

$= 2.687 \text{ g} =$

b) $T_{g,2}$, p_{g2} (Eis schmilzt, somit ist $x_{2+} < x_{2 \text{ vorher}}$
Temperatur des Gases wird kleiner, wegen Wärmeübertragung)

Druck bleibt p_1, da die äusseren Zustände sich nicht ändern,
Temperatur wird knapp 0°C erreichen, ~~da das Wasser eine viel höhere Wärmekapazität besitzt,~~
da das Eis bei 0° zuerst einen
phasenübergang erlebt, der Energie kostet!

↳ fest flüssig braucht Energie der Luft auf!, ändert an der Temperatur nichts!

$\underline{\underline{T_{2g} \to 0°}}$ $\qquad \underline{\underline{p_2 = p_1}}$

c) $\Delta u = \cancel{u_2 - u}$ $\quad \dot{Q} = m_L (u_2 - u_1)$

$= m_L c_v (T_2 - T_1)$

übertragene Wärmemenge

$= 0.002687 \text{kg} \cdot 0.633 \frac{kJ}{kg K} (500° - 0)$

$$\underline{\underline{|\dot{Q}| = 0.85 \text{ kJ}}}$$

d) $x_1 \cdot m = 0.6 \cdot 0.1\,kg = 0.06\,kg = m_{1\,Eis}$

Ich rechne mit gegebenen Werten weiter:

$p_2 = p_1 = 1.5\,bar \rightarrow u_{fest}(1.5\,bar)$

Innere Energie bleibt erhalten: Im Gesamtsystem:

$\Delta U = 0 = \cancel{m_{L1}(u_{1L} - u_{2L})}$ $\qquad x_1 = 0.6$

$\Delta U = m_L(u_{2L} - u_{1L}) + m_{EW}(u_2 - u_1) = 0$

Finde u_1 / interpol. Tab 1: $u_{fest\,1} = \cancel{-333.458 + \frac{1}{6}\left(\frac{-333.498 + 333.458}{-333}\right)}$

@ $\cancel{u_{fest\,1}} = u_f + 0.6($

~~$u_{flüssig\,1}$~~

$(u_{2L} - u_{1L}) = c_v(T_2 - T_1)$ $\qquad u_1 = u_f + 0.6(u_g - u_f)$

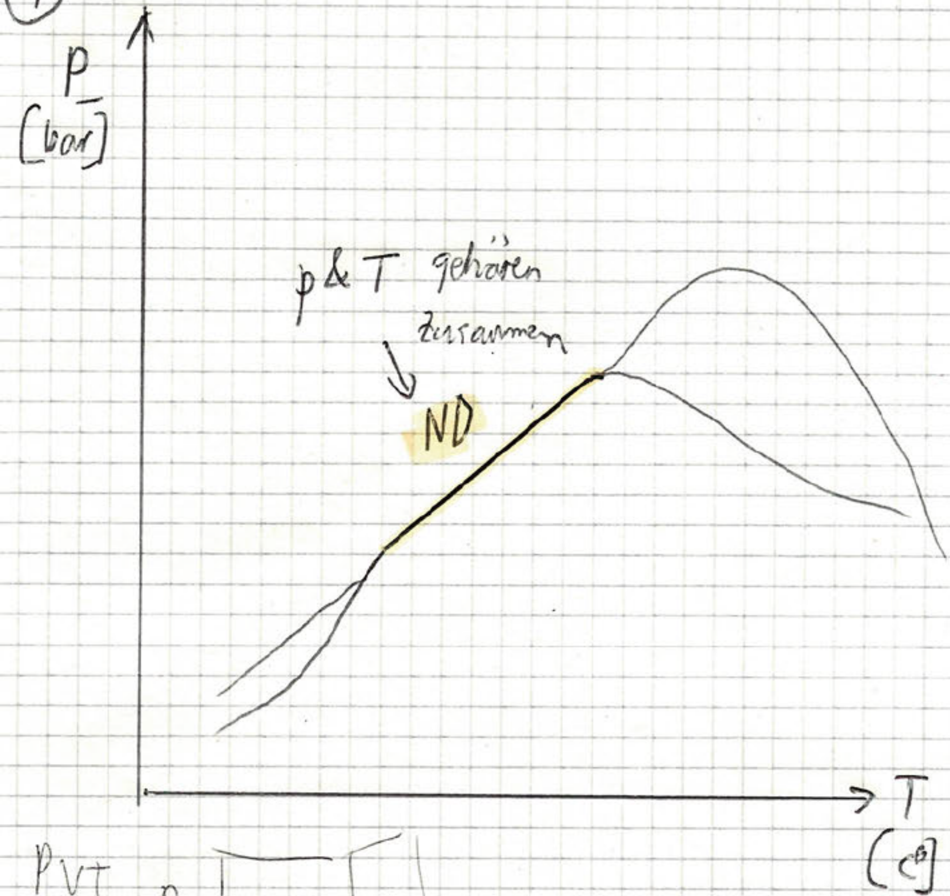
@ 1.9 bar
@ 2.0 bar
} interpolieren um u_1 zu erhalten

$c_v = c_p - R$

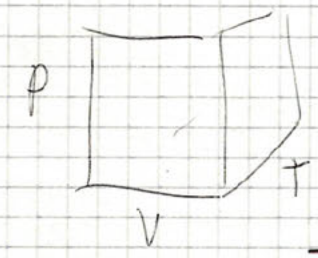
$c_v =$

④

[redacted]



PVT



b) $T_{verdampfen} = T_1 - 6K$

$\dot{m}_{R134a}$

adiabat, reversibel = isentrop: $s_3 = s_1$

T

e) ~~Es würde der~~ Temperatur würde wieder steigen, da durch den Kühlkreislauf Wärme dazukäme