

PROVA DE TERMODINÂMICA (EQE-363)

Parte do Prof. Frederico W. Tavares

1) (30 Ptos) Um ciclo de Rankine simples, contendo uma caldeira, uma turbina, um condensador e uma bomba, é utilizado para produção de energia elétrica em uma fábrica.

Dados: Corrente 1 (que sai da caldeira): $T=400^{\circ}\text{F}$ e $P=85\text{ psia}$

Corrente 2 (que sai da turbina): $P=5\text{ psia}$

Corrente 3 (que sai do condensador): líquido saturado

Sabe-se, também, que a turbina trabalha com 90 % de eficiência

- Calcule as propriedades P , T , H e S das correntes.
- Calcule a potência elétrica produzida quando são gastos 30000 Btu/min na caldeira.

2) (20 Ptos) A corrente 1 de 10 lbm/s de vapor a 14,7 psia e 1000°F é misturada à corrente 2 (14,7 psia e $101,7^{\circ}\text{F}$) em um trocador de calor de contato direto (perfeitamente isolado), produzindo uma corrente 3 que deve sair com 10% de líquido. Encontre as propriedades termodinâmicas (T , P , H e S) das correntes e calcule a quantidade, em lbm/s, da corrente 2 que deve ser utilizada no processo.

TABELA DE ÁGUA PARA AS DUAS QUESTÕES

TABLE C.4. SUPERHEATED STEAM ENGLISH UNITS (Continued)

ABS PRESS PSIA		SAT WATER	SAT STEAM	TEMPERATURE, DEG F						
(SAT TEMP)				600	700	800	900	1000	1100	1200
1 (101.74)	V	0.0161	333.60	631.1	690.7	750.3	809.9	869.5	929.0	988.6
	U	69.73	1044.1	1219.3	1256.7	1294.0	1334.0	1374.0	1414.9	1456.7
	H	69.73	1106.8	1336.1	1384.5	1433.7	1483.8	1534.9	1586.5	1639.7
	S	0.1326	1.9781	2.2708	2.3144	2.3551	2.3934	2.4296	2.4640	2.4969
5 (152.24)	V	0.0164	73.532	126.1	136.1	150.0	161.9	173.9	185.8	197.7
	U	130.18	1053.1	1219.2	1256.6	1294.8	1333.9	1373.9	1414.8	1455.7
	H	130.20	1131.1	1336.9	1384.3	1433.6	1483.7	1534.7	1586.7	1639.6
	S	0.2349	1.8443	2.0932	2.1369	2.1776	2.2159	2.2521	2.2866	2.3194
10 (193.21)	V	0.0166	38.420	63.03	69.00	74.98	80.94	86.91	92.87	98.84
	U	161.23	1072.3	1218.9	1256.4	1294.6	1333.7	1373.8	1414.7	1456.6
	H	161.26	1143.3	1336.5	1384.0	1433.4	1483.5	1534.6	1586.6	1639.5
	S	0.2836	1.7879	2.0166	2.0603	2.1011	2.1394	2.1757	2.2101	2.2430
14.696 (212.00)	V	0.0167	26.799	42.86	46.93	51.00	55.06	59.13	63.19	67.25
	U	180.12	1077.6	1218.7	1256.2	1294.5	1333.6	1373.7	1414.6	1456.5
	H	180.17	1150.6	1336.2	1383.6	1433.1	1483.2	1534.5	1586.5	1639.4
	S	0.3121	1.7568	1.9739	2.0177	2.0585	2.0969	2.1331	2.1676	2.2006
15 (213.03)	V	0.0167	26.290	41.99	45.98	49.96	53.95	57.93	61.90	65.86
	U	181.16	1077.9	1218.7	1256.2	1294.5	1333.6	1373.7	1414.6	1456.5
	H	181.21	1150.9	1336.2	1383.6	1433.2	1483.4	1534.6	1586.5	1639.4
	S	0.3137	1.7562	1.9717	2.0156	2.0563	2.0946	2.1309	2.1653	2.1982

TABLE C.4. SUPERHEATED STEAM ENGLISH UNITS (Continued)

ABS PRESS PSIA (SAT TEMP)		SAT WATER	SAT STEAM	TEMPERATURE, DEG F						
				340	360	380	400	420	450	500
80 (312.04)	V	0.0176	5.471	5.715	5.886	6.063	6.248	6.381	6.622	7.018
	U	281.89	1102.1	1114.0	1122.3	1130.4	1138.4	1146.3	1168.1	1177.4
	H	282.16	1183.1	1198.6	1209.4	1220.0	1230.5	1240.8	1256.1	1281.3
	S	0.4534	1.6208	1.6406	1.6539	1.6667	1.6790	1.6909	1.7080	1.7349
85 (316.25)	V	0.0176	5.167	5.364	5.525	5.684	5.840	5.995	6.223	6.597
	U	286.24	1102.9	1113.1	1121.5	1129.7	1137.8	1145.8	1167.6	1177.0
	H	286.52	1184.2	1197.5	1206.4	1219.1	1229.7	1240.1	1255.5	1280.8
	S	0.4590	1.6159	1.6328	1.6463	1.6592	1.6716	1.6836	1.7008	1.7279
90 (319.03)	V	0.0177	4.896	5.051	5.206	5.356	5.505	5.652	5.869	6.223
	U	290.40	1103.7	1112.3	1120.8	1129.1	1137.2	1145.3	1167.3	1176.7
	H	290.68	1184.9	1198.2	1207.1	1219.8	1230.3	1240.7	1256.1	1281.4
	S	0.4637	1.6088	1.6257	1.6392	1.6521	1.6645	1.6765	1.6937	1.7208

3) (30 Ptos) Etanol pode ser produzido via hidrogenação de acetaldeído de acordo com a seguinte reação: $\text{CH}_3\text{CHO} (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{g})$. Supondo-se que a alimentação, em fase gasosa, do reator contenha 20%, em mols, de CH_3CHO , 20% de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 30% de H_2 , 20% de N_2 e 10% de CO_2 , calcule a composição de equilíbrio a 700 K e 8 atm. Os seguintes dados da reação são conhecidos (notar que o estado de referencia é aquele de gás ideal a 2 atm):

$$\Delta G^0 (400\text{K}, 2 \text{ atm, gás ideal}) = -200 \text{ cal/gmol}, \Delta H^0 (400\text{K}, 2 \text{ atm, gás ideal}) = -400 \text{ cal/gmol}$$

$$\Delta C_p (2 \text{ atm, gás ideal}) = 0 \text{ cal/gmolK}$$

4) (20 Ptos) Misturam-se quantidades iguais (base mássica) de duas correntes em um tanque. Uma de água pura a 21,1 °C e outra de solução aquosa contendo de ácido sulfúrico, em estado de líquido saturado a 148.9 °C. Considerando o processo adiabático, qual é a temperatura (aproximada) da corrente de saída do tanque? (Apresente usa resposta no gráfico).

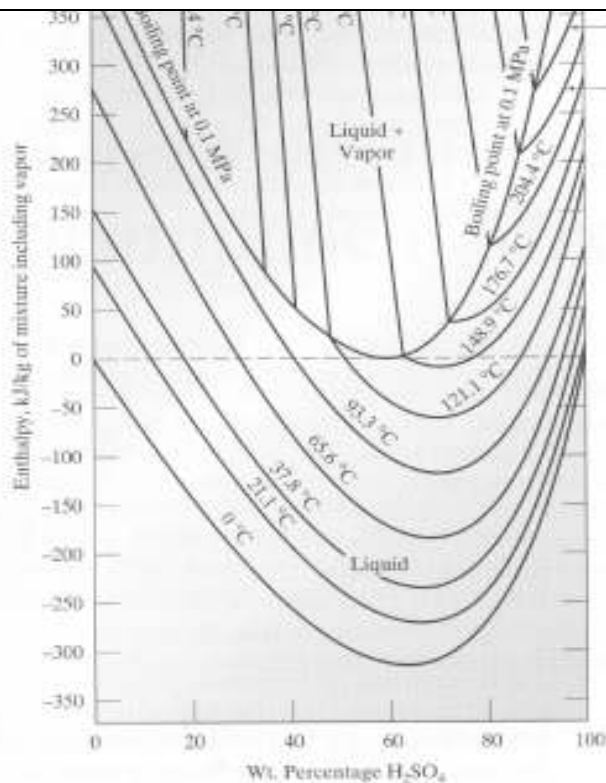


Figure 6.1-1 Enthalpy-concentration diagram for aqueous sulfuric acid at 0.1 MPa. (Data from the American Institute of Chemical Engineers, 1973.)

Algumas fórmulas

$$y_i P = x_i \gamma_i P_i^{\text{SAT}}$$

$$\hat{a}_i = \frac{\hat{f}_i}{f_i^0}$$

$$\hat{f}_i = x_i \hat{\phi}_i P = x_i \gamma_i f_i^0$$

$$K = \exp\left(\frac{-\Delta G^0}{RT}\right) = \prod_i \hat{a}_i^{\nu_i}$$

$$\left(\frac{\partial G/T}{\partial T}\right)_P = -\frac{H}{T^2}$$

$$R = 1,987 \frac{\text{cal}}{\text{gmolK}}$$