

PROVA FINAL DE TERMODINÂMICA

Prof. Frederico W. Tavares

1) (40 Ptos) Uma mistura contendo 30%, em mols, de n-octano (1), 40% de tetrametil-metano (2) e o restante de polipropileno escoa numa tubulação industrial a 3 bar. Sabendo-se que o polipropileno pode ser considerado muito “pesado” (para fins práticos, ele tem pressão de vapor zero na faixa de temperatura do problema), que o comportamento da fase líquida é bem descrito com o modelo de Margules, e que as pressões de vapor dos componentes 1 e 2 puros são $\ln P_1^{SAT}(\text{bar}) = 9,32 - 3120/(T - 63,6)$ e $\ln P_2^{SAT}(\text{bar}) = 9,25 - 3342/(T - 57,6)$, onde T é em Kelvin, determine:

a) a entropia e o calor de mistura para uma mistura equimolar dos três componentes a 300 K e 1 bar;

b) a maior temperatura da tubulação para que a corrente não apresente fase vapor;

Sabe-se que: modelo de Margules: $\ln \gamma_i = \sum_{j \neq i} A_{ij} x_j - \frac{G^E}{RT}$, sendo $\frac{G^E}{RT} = \frac{1}{2} \sum_i \sum_j A_{ij} x_i x_j$. Os parâmetros do modelo de

Margules **não dependem** da temperatura e valem $A_{12} = A_{21} = 0$, $A_{13} = A_{31} = 1,0$ e $A_{23} = A_{32} = 1,0$

2) (30 Ptos) Uma mistura de 50% (em mols) de A e 50% de inerte I entra num reator, onde as seguintes reações ocorrem a 400 K e 5 atm: $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ e $2B(g) \rightleftharpoons 2D(g)$. Considerando o comportamento de gás ideal e os dados de energias livres de Gibbs e calores de formação dos componentes a 300 K e 1 atm, no estado de referência de gás ideal para todos os compostos.

Compostos	ΔG_f^0 (cal/gmol)	ΔH_f^0 (cal/gmol)
A	200	4000
B	200	3000
D	150	3000
I	200	1000

a) calcule a composição de equilíbrio da fase gasosa na saída do reator.

b) Calcule o calor envolvido no reator sabendo que a corrente de alimentação entra a 400 K.

3) (30 Ptos) Duas correntes de água, corrente 1 (10 lbm/s de líquido 5 psia e 102 °F) e corrente 2 (x lbm/s nas condições de 5 psia e 300 °F), são misturadas em um trocador de calor de contato direto, produzindo uma corrente 3 (contendo 5% de líquido). A corrente 3 passa por um compressor (com eficiência de 80%) e produz uma corrente 4 a 20 psia. Encontre as propriedades termodinâmicas (T, P, H e S) das correntes e calcule a potência elétrica gasta no processo.

ABS PRESS PSIA (SAT TEMP)		TEMPERATURE, DEG F								
		SAT WATER	SAT STEAM	200	250	300	350	400	450	500
1 (101.74)	V	0.0161	333.60	392.5	422.4	452.3	482.1	511.9	541.7	571.5
	U	69.73	1044.1	1077.6	1094.7	1112.0	1129.5	1147.1	1164.9	1182.8
	H	69.73	1105.8	1150.2	1172.9	1195.7	1218.7	1241.8	1265.1	1288.6
	S	0.1326	1.9781	2.0509	2.0841	2.1152	2.1446	2.1722	2.1985	2.2237
5 (162.24)	V	0.0164	73.532	78.14	84.21	90.24	96.25	102.2	108.2	114.2
	U	130.18	1063.1	1076.3	1093.8	1111.3	1128.9	1146.7	1164.5	1182.6
	H	130.20	1131.1	1148.6	1171.7	1194.8	1218.0	1241.3	1264.7	1288.2
	S	0.2349	1.8443	1.8716	1.9054	1.9369	1.9664	1.9943	2.0208	2.0460
10 (193.21)	V	0.0166	38.420	38.84	41.93	44.98	48.02	51.03	54.04	57.04
	U	161.23	1072.3	1074.7	1092.6	1110.4	1128.3	1146.1	1164.1	1182.2
	H	161.26	1143.3	1146.6	1170.2	1193.7	1217.1	1240.6	1264.1	1287.8
	S	0.2836	1.7879	1.7928	1.8273	1.8593	1.8892	1.9173	1.9439	1.9692
14.696 (212.00)	V	0.0167	26.799	.....	28.42	30.52	32.60	34.67	36.72	38.77
	U	180.12	1077.6	.....	1091.5	1109.6	1127.6	1145.7	1163.7	1181.9
	H	180.17	1150.6	.....	1168.8	1192.6	1216.3	1239.9	1263.6	1287.4
	S	0.3121	1.7568	.....	1.7833	1.8158	1.8460	1.8743	1.9010	1.9266
15 (213.03)	V	0.0167	26.290	.....	27.84	29.90	31.94	33.96	35.98	37.98
	U	181.16	1077.9	.....	1091.4	1109.5	1127.6	1145.6	1163.7	1181.9
	H	181.21	1150.9	.....	1168.7	1192.5	1216.2	1239.9	1263.6	1287.3
	S	0.3137	1.7552	.....	1.7809	1.8134	1.8436	1.8720	1.8988	1.9242
20 (227.96)	V	0.0168	20.087	.....	20.79	22.36	23.90	25.43	26.95	28.46
	U	196.21	1082.0	.....	1090.2	1108.6	1126.9	1145.1	1163.3	1181.6
	H	196.27	1156.3	.....	1167.1	1191.4	1215.4	1239.2	1263.0	1286.9
	S	0.3358	1.7320	.....	1.7475	1.7805	1.8111	1.8397	1.8666	1.8921

$$y_i P = x_i P_i^{SAT} \quad \hat{a}_i = \frac{\hat{f}_i}{f_i^0} \quad \hat{f}_i = x_i \hat{\phi}_i^0 P = x_i \gamma_i f_i^0 \quad K = \exp\left(\frac{-\Delta G^0}{RT}\right) = \prod_i \hat{a}_i^{\nu_i} \quad \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -\frac{H}{T^2} \quad R = 1,987 \frac{\text{cal}}{\text{gmolK}}$$

$$\Delta S_n^{VAP} = 8,0 + 1,897 \ln(T_n) \quad dH = C_p dT + [V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P] dP \quad dS = C_p d \ln T - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dP$$

$$\frac{d(mU)_S}{dt} = \sum_j^{\text{entradas}} \dot{m}_j \left(H_j + \frac{v_j^2}{2} + gz_j \right) - \sum_i^{\text{saídas}} \dot{m}_i \left(H_i + \frac{v_i^2}{2} + gz_i \right) + \dot{Q} + \dot{W}$$