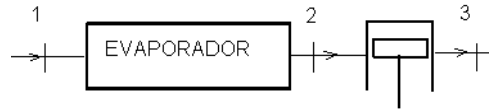


PRIMEIRA PROVA DE TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS (EQE-363)
Prof. Frederico W. Tavares

1) (40 Ptos) A figura a seguir mostra o processo de produção de hexano gasoso a partir de hexano líquido saturado a 3 atm. No processo, 300 cm³/min de hexano são produzidos a 10 atm e temperatura T₃. Calcule as taxas de calor e trabalho envolvidas no processo.



Dados: Corrente 2: vapor saturado

i- Equação de estado : $Z = 1 + BP/(RT)$, onde $BP_C/(RT_C) = 0,08 - 0,4(T_C/T)$

ii- $C_p(T, 10 \text{ atm}) = 10 \text{ cal}/(\text{gmolK})$ e $P^{\text{SAT}} = P_C \exp[5,4(w+1)(1 - T_C/T)]$

iii- $\Delta S_n^{\text{VAP}} = 8,0 + 1,897 \ln(T_n)$ e $\frac{\Delta H_2^{\text{VAP}}}{\Delta H_1^{\text{VAP}}} = \left(\frac{T_2 - T_C}{T_1 - T_C} \right)^{0,38}$

iv- $T_C = 507 \text{ K}$, $P_C = 29,3 \text{ atm}$, $w = 0,296$

v- $R = 1,987 \text{ cal}/(\text{gmolK}) = 82,05 (\text{atmcm}^3)/(\text{gmolK})$

vi- $dH = C_p dT + [V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P] dP$ e $dS = C_p d \ln T - \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP$

2) (40 Ptos) Um ciclo de refrigeração é utilizado para produção de uma corrente de refrigeração industrial.

Dados: i- o compressor trabalha com 80% de eficiência. ii- a corrente 1 é vapor saturado.

iii- o ciclo trabalha com amônia. Iv – a corrente 3 é a saída do condensador

CORRENTES	1	2'	2	3	4
T (°F)	-30			60	
P (Psia)			120		
H (Btu/lbm)					
S (Btu/lbm°F)					

a) Calcule as propriedades P, T, H e S das correntes.

b) Calcule a potência elétrica consumida para uma produção de 50000 Btu/min de refrigeração.

3) (20 Ptos) Duas correntes de água, corrente 1 (15 lbm/s de líquido 14,7 psia e 162 °F) e corrente 2 (10 lbm/s nas condições de 14,7 psia e 800 °F), são misturadas em um trocador de calor de contato direto, produzindo uma corrente 3. Encontre as propriedades termodinâmicas (T, P, H e S) da corrente 3.

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	650.7	150.3	809.8	656.5	529.0	368.8
	U	69.73	1044.1	1219.3	1236.5	1294.8	1334.0	1373.0	1414.0	1455.3
	H	69.73	1105.8	1336.1	1364.5	1433.9	1483.0	1534.9	1586.6	1638.1
	S	0.1306	1.9781	2.2708	2.3144	2.3551	2.3934	2.4296	2.4640	2.4969
5 (102.24)	V	0.0184	73.532	126.1	138.1	150.0	161.8	173.0	185.8	197.7
	U	130.16	1063.1	1219.3	1255.0	1294.8	1333.0	1373.0	1414.0	1455.3
	H	130.20	1131.1	1336.1	1384.5	1433.9	1483.0	1534.9	1586.6	1638.1
	S	0.2348	1.8443	2.0632	2.1369	2.1776	2.2159	2.2521	2.2865	2.3194
10 (193.21)	V	0.0186	36.420	63.03	69.00	74.88	80.84	86.91	92.87	98.84
	U	161.23	1072.3	1218.9	1255.4	1294.6	1333.0	1373.0	1414.0	1455.3
	H	161.28	1143.3	1336.1	1384.5	1433.9	1483.0	1534.9	1586.6	1638.1
	S	0.2836	1.7879	2.0165	2.0603	2.1011	2.1394	2.1757	2.2105	2.2430
14.696 (112.00)	V	0.0167	26.799	40.66	46.93	51.00	55.06	59.13	63.18	67.25
	U	160.12	1077.5	1218.9	1255.4	1294.6	1333.0	1373.0	1414.0	1455.3
	H	160.17	1150.5	1336.1	1384.5	1433.9	1483.0	1534.9	1586.6	1638.1
	S	0.3121	1.7568	1.9739	2.0177	2.0585	2.0969	2.1331	2.1678	2.2006
15 (113.03)	V	0.0167	26.280	41.69	48.98	53.06	57.13	61.20	65.26	69.33
	U	161.16	1077.0	1218.9	1255.4	1294.6	1333.0	1373.0	1414.0	1455.3
	H	161.21	1150.0	1336.1	1384.5	1433.9	1483.0	1534.9	1586.6	1638.1
	S	0.3137	1.7562	1.9717	2.0155	2.0563	2.0946	2.1309	2.1653	2.1982

SEGUNDA PROVA DE TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS (EQE-363)
Prof. Frederico W. Tavares

- 1) Quantidades equimolares de A e B são alimentadas num tanque a 25 °C. Sabendo-se que as pressões de vapor dos componentes puros a 25 °C são iguais a $P_A^{sat}(\text{bar}) = 1$ e $P_B^{sat}(\text{bar}) = 3$, que a fase gasosa se comporta como gás ideal e que a fase líquida forma uma mistura **não ideal**, descrita através do modelo de Margules ($\ln \gamma_A = 4x_B^2$ e $\ln \gamma_B = 4x_A^2$), calcule a pressão de ponto de bolha desta mistura.
- 2) Utilizando as informações correspondentes à Questão 1, mostre como se calcularia as composições das fases correspondentes para que o sistema apresente 50% de vapor no interior do tanque.
- 3) Quantidades equimolares de A e B são alimentadas num tanque a 25 °C. Sabendo-se que as pressões de vapor dos componentes puros a 25 °C são iguais a $P_A^{sat}(\text{bar}) = 1$ e $P_B^{sat}(\text{bar}) = 2$, que a fase gasosa se comporta como gás ideal e que os componentes são imiscíveis na fase líquida, calcule a pressão e as composições de equilíbrio.
- 4) Uma corrente contendo 1 mol de A e 1 mol de inerte (I) entra num reator catalítico de leito fixo para formar B através da seguinte reação: $A(g) \rightleftharpoons B(g)$, onde $\Delta G_{298K} = 600 \text{ cal/mol}$ e $\Delta H_{298K} \cong \Delta H_{596K} = 1200 \text{ cal/mol}$. Considerando o comportamento de gás ideal, onde a constante universal dos gases é $R = 2 \text{ cal/gmolK}$, calcule as composições de A e B (y_A e y_B) em equilíbrio quando o reator opera a 596K e 2 bar.
- 5) Sabendo-se que os componentes A e B formam uma mistura ideal com composição equimolar, calcule o calor molar de mistura (ΔH), o volume molar de mistura (ΔV), a entropia molar de mistura (ΔS) e a energia livre de Gibbs molar de mistura (ΔG).

PROVA SUBSTITUTIVA DE TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS (EQE-363)
Prof. Frederico W. Tavares

1) (40 pontos) Uma mistura contendo 40%, em mols, de dissulfureto de carbono (1) e o restante de acetona (2) escoam numa tubulação industrial a 35 °C. Calcule a maior pressão de operação para que o sistema apresente apenas fase vapor.

Dados:

- O comportamento da mistura é bem descrito pelo modelo de Margules ($\frac{G^E}{RT} = A x_1 x_2$).
- O sistema forma azeótropo a 35 °C na composição de $y_1^{AZ} = 0,67$.
- As pressões de vapor a 35 °C são: $P_1^{SAT} = 0,7\text{bar}$ e $P_2^{SAT} = 0,5\text{bar}$.

2) (30 Ptos) Uma mistura equimolar de A e B entra num reator e os componentes participam das seguintes reações a 450 K e 2 atm: $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ e $B(g) \rightleftharpoons 2 D(g)$. Considerando o comportamento de gás ideal e que só existem A, B e D dentro do sistema, calcule a composição de equilíbrio na saída do reator. Dados: Energias livres de Gibbs e calores de formação dos componentes a 400 K e 1 atm no estado de referência de gás ideal.

Compostos	ΔG_f^0 (cal/gmol)	ΔH_f^0 (cal/gmol)
A	20	40000
B	25	30000
D	15	50000

3) (30 Ptos) O esquema abaixo representa o ciclo de Rankine utilizado para produção de energia elétrica de uma fábrica.

Dados: i- Corrente 1: 1000 °F e 1000 Psia; Corrente 2: 20 psia; Corrente 3: 212 °F
ii- A turbina trabalha com 80 % 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.

PROVA FINAL DE TERMODINÂMICA E MÁQUINAS TÉRMICAS (EQE-363)
Prof. Frederico W. Tavares

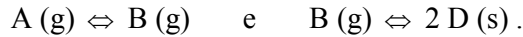
1) (40 pontos) Uma corrente industrial contém 30 % (em mols) de propano(1), 40 % (em mols) de n-hexano e o restante de um solvente especial (líquido iônico, cuja pressão de vapor pode ser considerada igual a zero) escoando a 300K.

Dados: $P_1^{\text{sat}}(300\text{K}) = 68 \text{ kPa}$ e $P_2^{\text{sat}}(300\text{K}) = 45 \text{ kPa}$ e $P_3^{\text{sat}}(300\text{K}) = 0 \text{ kPa}$

a) Calcule a menor pressão de operação para que o sistema apresente apenas fase líquida.

b) Calcule as composições molares das fases para que a corrente apresente 30% de vapor.

2) (30 Pontos) Uma mistura de 20% de A, 30% de B e o restante de inerte I entra num reator e os componentes participam das seguintes reações a 500 K e 4 atm:



Considerando o comportamento de gás ideal e que D é sólido dentro do sistema, calcule a composição da fase gasosa de equilíbrio na saída do reator.

Dados: Energias livres de Gibbs e calores de formação dos componentes a 400 K e 1 atm no estado de referência de gás ideal para os compostos A e B e no estado de sólido puro para D.

Compostos	$\Delta G_f^0 (\text{cal/gmol})$	$\Delta H_f^0 (\text{cal/gmol})$
A	200	4000
B	250	3000
D	150	2500

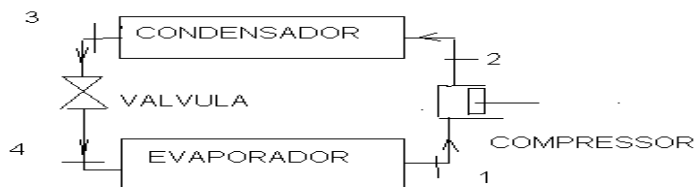
3) (30 Pontos) O esquema abaixo representa o ciclo de refrigeração utilizado para produção de uma corrente de refrigerante.

Dados: i- o compressor trabalha com 80% de eficiência.

ii- a corrente 1 é vapor saturado.

iii- o ciclo trabalha com freon 12.

CORRENTES	1	2'	2	3	4
T (°F)	-30			60	
P (Psia)			90,3		
H (Btu/lbm)					
S (Btu/lbm°F)					



a) Calcule as propriedades P, T, H e S das correntes.

b) Calcule a potência elétrica consumida para uma produção de 50000 Btu/min de refrigeração.