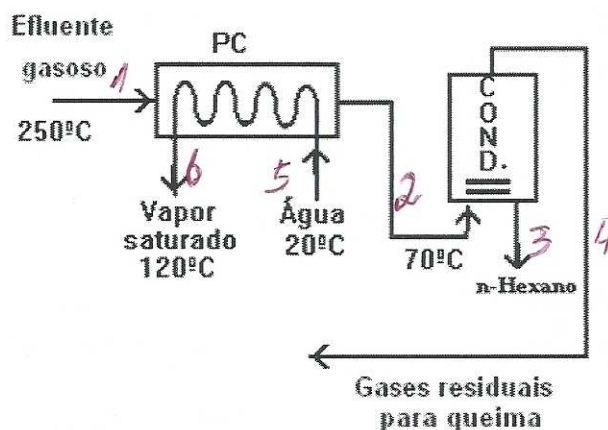


Caso 1.10

Um efluente gasoso, contendo 75% (v/v) de C_2H_6 e 25% de C_6H_{14} , é fornecido à secção de recuperação do n-hexano com um caudal de $13000 \text{ m}^3/\text{h}$ (PTS).



Este efluente é inicialmente arrefecido num permutador de calor, produzindo vapor de água saturado a $120 \text{ }^\circ\text{C}$. A mistura gasosa a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ dá seguidamente entrada num condensador de um andar, operando à pressão de 593 kPa (rel.), onde tem lugar a recuperação de $96,5\%$ do n-hexano existente na corrente gasosa. Calcular:

- O caudal horário de vapor de água produzido. (R: $\cong 4 \text{ ton/h}$)
- A temperatura dos gases à saída do condensador. (R: $\cong 5,4 \text{ }^\circ\text{C}$)
- O calor a retirar, por hora, no condensador. (R: ~~1665~~ Mcal/h)

Balço mássico

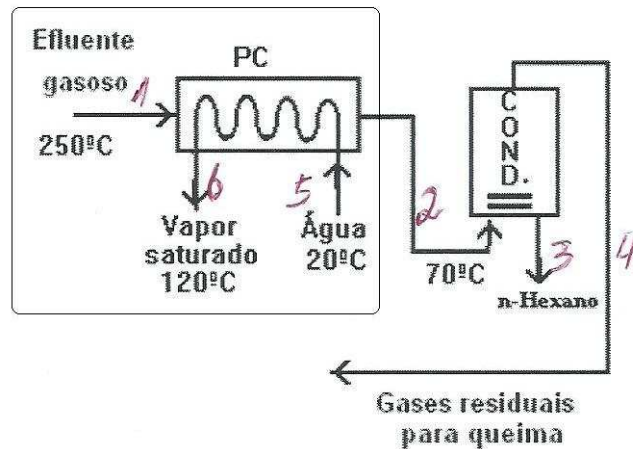
$$Q_M = \frac{Q_V}{V_M} = \frac{13000 \times 10^3}{22,4} = 580357 \text{ mole/h}$$

mole/h	1 / 2	3	4
C_2H_6	435268		435268
C_6H_{14}	145089	140011	5078
Total	580357	140011	440346

Estado de referência: 25°C para o C_2H_6 e o C_6H_{14} (l) e 0°C para a H_2O
 C_2H_6 (g), C_6H_{14} (l), H_2O (l)
 Pt

A) Caudal horário de vapor de água produzido

Considerando uma zona de controle à volta do permutador de calor:



O balanço entálpico vem:

$$\Delta H_1 + \Delta H_5 = \Delta H_2 + \Delta H_6$$

Consultando a Tabela da página II.26 tem-se:

$$C_p \text{ do } C_2H_6 = 1,648 + 4,124 \times 10^{-2} T - 1,53 \times 10^{-5} T^2 + 1,74 \times 10^{-9} T^3$$

$$C_p \text{ do } C_6H_{14} = 1,657 + 13,19 \times 10^{-2} \times T - 6,844 \times 10^{-5} T^2 + 13,78 \times 10^{-9} T^3$$

$$\bar{C}_p = \int_{T_{ref}}^T \frac{a + bT + cT^2 + dT^3 dt}{T - T_{ref}} = \frac{a(T - T_{ref}) + \frac{b}{2}(T^2 - T_{ref}^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_{ref}^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_{ref}^4)}{T - T_{ref}}$$

$$\bar{C}_p^{25,250^\circ C}_{C_2H_6} = 16,068 \text{ cal/mole K}$$

$$\bar{C}_p^{25,250^\circ C}_{C_6H_{14}} = 45,018 \text{ cal/mole K}$$

Havendo mudança de fase entre o estado de referência e o estado da corrente, como é o caso do C_6H_{14} , é necessário entrar-se com o ΔH_v do C_6H_{14} :

$$\Delta H_v \text{ do } C_6H_{14} \text{ a } 25^\circ C = 87,5 \text{ cal/g} = 7525 \text{ cal/mole} \quad (\text{Tabela da página II.9})$$

$$\Delta H_1 = (435268 \times 16,068 + 145089 \times 45,018) \times (250 - 25) + 145089 \times 7525 = 4,135 \times 10^9 \text{ cal/h}$$

$$\bar{C}_p^{25,70^\circ C}_{C_2H_6} = 13,354 \text{ cal/mole K}$$

$$\bar{C}_p^{25,70^\circ C}_{C_6H_{14}} = 37,359 \text{ cal/mole K}$$

$$\Delta H_2 = (435268 \times 13,354 + 145089 \times 37,359) \times (70 - 25) + 145089 \times 7525 = 1,5973 \times 10^9 \text{ cal/h}$$

$$\Delta H_5 = M_{\text{agua}} \times 1 \times (20 - 0) = 20 M_{\text{agua}}$$

$$h_v \text{ a } 120^\circ\text{C} = 2705,9 \text{ kJ/kg} = 647,3445 \text{ cal/g} \quad (\text{Tabelas termodinâmicas – página II.59})$$

$$\Delta H_6 = 647,3445 \times M_{\text{agua}}$$

Substituindo:

$$4,135 \times 10^9 + 20 M_{\text{agua}} = 1,5973 \times 10^9 + 647,3445 M_{\text{agua}}$$

$$\text{Vem} \quad M_{\text{agua}} = 4,0451 \times 10^6 \text{ g/h} \approx \mathbf{4 \text{ ton/h}}$$

B) Temperatura dos gases à saída do condensador

Em (4) a corrente gasosa está saturada em n-hexano

$$P = 593 \text{ kPa (relativa)}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$P = \frac{101325 + 593000}{101325} = 6,8525 \text{ atm} = 5207,87 \text{ mmHg}$$

$$y_{\text{C}_6\text{H}_{14}} = \frac{5078}{440346} = 0,01153$$

Recorrendo-se à equação de Raoult - Dalton

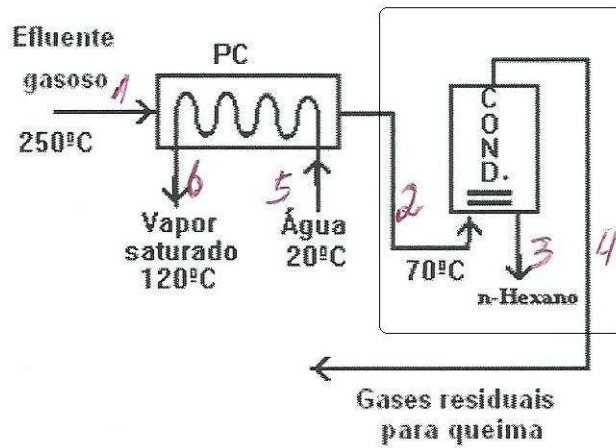
$$x P_v = y P$$

$$1 \times P_v = 0,01153 \times 5297,87$$

$$\text{Vem:} \quad P_v = 60,056 \text{ mmHg} \approx T = \mathbf{5,4^\circ\text{C}} \quad (\text{Tabela de } P_v \text{ – página I.16})$$

C) Calor a retirar no condensador

Agora teremos uma zona de controle à volta do condensador:



Vem: $\Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + P$

$$\Delta H_2 = 1,5973 \times 10^9 \text{ cal/h}$$

$$\bar{C}_p^{25,5,4^\circ\text{C}}_{\text{C}_2\text{H}_6} = 12,309 \text{ cal/mole K}$$

$$\bar{C}_p^{25,5,4^\circ\text{C}}_{\text{C}_6\text{H}_{14}} = 34,328 \text{ cal/mole K}$$

$$C_p \text{ do } \text{C}_6\text{H}_{14} \text{ líquido} = 0,527 \text{ cal/g}$$

(Tabela da página II.18)

$$\text{PM do } \text{C}_6\text{H}_{14} = 86 \text{ g/mole}$$

$$\Delta H_3 = (14011 \times 86 \times 0,527) \times (5,4 - 25) = -1,2437 \times 10^8 \text{ cal/h}$$

$$\Delta H_4 = (435268 \times 12,309 + 5078 \times 34,328) \times (5,4 - 25) + 5078 \times 7525 = -7,0216 \times 10^7 \text{ cal/h}$$

Substituindo-se:

$$1,5973 \times 10^9 = -1,2437 \times 10^8 - 7,0216 \times 10^7 - P$$

Vem: $P = 1,7919 \times 10^9 \text{ cal/h} = \mathbf{1792 \text{ Mcal/h}}$