

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Química
Processos de Separação I
2º Teste – 29 de Junho de 2020

I

Separa-se por destilação fraccionada 100 moles por hora de uma mistura constituída por dois compostos I e J. A alimentação entra a 90 °C e tem uma composição molar de 75% em I e 25% em J. Pretende-se obter um destilado com uma composição de 95% no composto mais volátil e um resíduo com uma composição de 90% no composto menos volátil. Considere o condensador total e a caldeira parcial. Se a destilação for efectuada a uma razão de refluxo 1.5 vezes a mínima, calcule:

1. A razão de refluxo mínima. Justifique como chegou a esse valor;
2. O número de etapas teóricas necessárias em cada secção da coluna. Identifique o andar de alimentação. Justifique correctamente a sua resposta;
3. O calor a fornecer/retirar na caldeira e no condensador. Interprete a diferença que obteve entre os dois valores;
4. Comente a seguinte frase, justificando plenamente a sua resposta:
- A eficiência de operação de um prato é maior em colunas de destilação do que em colunas de extracção por solventes.

Dados

- Temperaturas de vaporização a 1 bar

I puro: 110.6 °C; J puro: 80.1 °C; Alimentação: 94 °C; Destilado: 82 °C; Resíduo: 108 °C

- Cp misturas líquidas I + J: 167 J/mol.°C; $\Delta\hat{H}_{\text{vaporização}}$ misturas I + J: 31.9 kJ/mol

Despreze eventuais efeitos da temperatura nos calores sensíveis e latente e eventuais perdas de calor e de pressão na coluna.

Para traçar a curva de equilíbrio líquido-vapor, use a tabela seguinte:

x	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1
y	0	0.38	0.62	0.79	0.91	1

x, y referem-se às composições do composto mais volátil nas fases líquida e vapor, respectivamente

$$y_{n+1} = \frac{L}{V} x_n + \frac{Dx_D}{V} = \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1} \quad y_i = \frac{i}{i-1} x_i - \frac{x_F}{i-1}$$

$$y_{m+1} = \frac{\bar{L}}{\bar{V}} x_m - \frac{Bx_B}{\bar{V}}$$

II

Um secador adiabático com 5 tabuleiros é usado para secar material com uma humidade inicial de 50% (base seca). Os tabuleiros têm 55x55 cm e o material é disposto com 2 cm de altura. A secagem dá-se a partir da superfície superior e inferior do tabuleiro. Sabe-se que durante o período de velocidade de secagem constante existe um fluxo de calor de 300 W/m² e que as humidades crítica e de equilíbrio são 30% e 5% (base seca), respectivamente. A densidade dos sólidos secos é 700 kg m⁻³. O ar de secagem entra com 5% de humidade relativa e com uma temperatura de 75°C e sai saturado. A entalpia de vaporização da água é 2.383x10⁶ J/kg.

- a) Calcule a humidade do material ao fim de 15 h.
- b) Qual a temperatura de termómetro húmido do ar à entrada do secador e a temperatura final do material?
- c) Calcule a massa de ar seco usada no processo.
- d) Indique como ocorre a transferência de calor e massa numa coluna de arrefecimento de água por contacto com uma corrente de ar. Indique que tipo de coluna de arrefecimento escolheria para arrefecer um grande volume de água.

Período velocidade constante de secagem

$$t_{\text{período 1}} = - \frac{M_S (H_C - H_{S1})}{A N_C}$$

Período velocidade decrescente de secagem

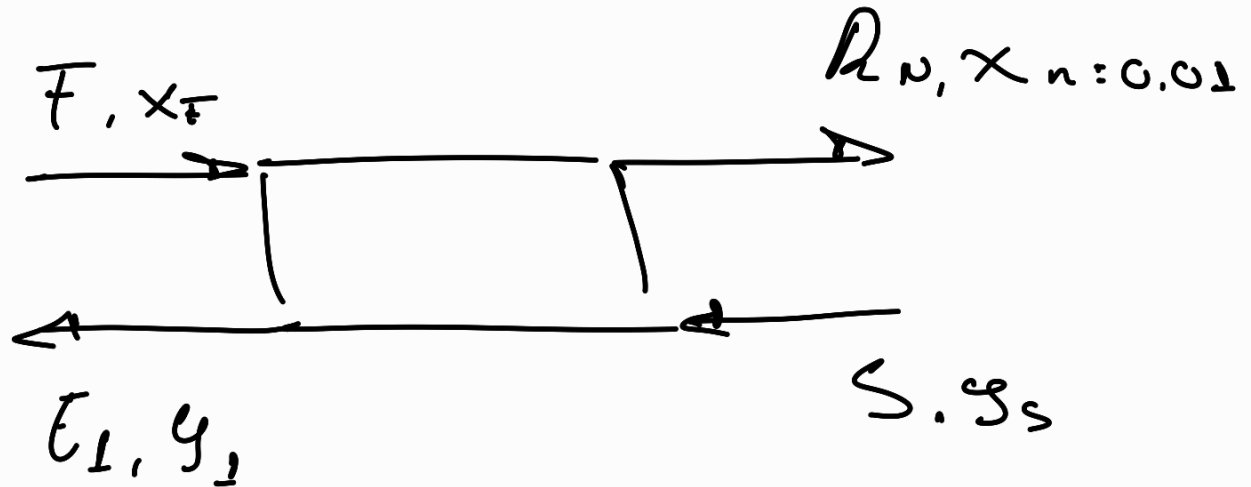
$$t_{\text{período 2}} = - \frac{M_S (H_C - H_S^*)}{N_C A} \ln \frac{H_{S2} - H_S^*}{H_C - H_S^*}$$

$$F = 150 \text{ Kg.h}^{-1}$$

$$S = 150 \text{ Kg.h}^{-1}$$

$$X_F = 0,115$$

$$y_S = 0$$

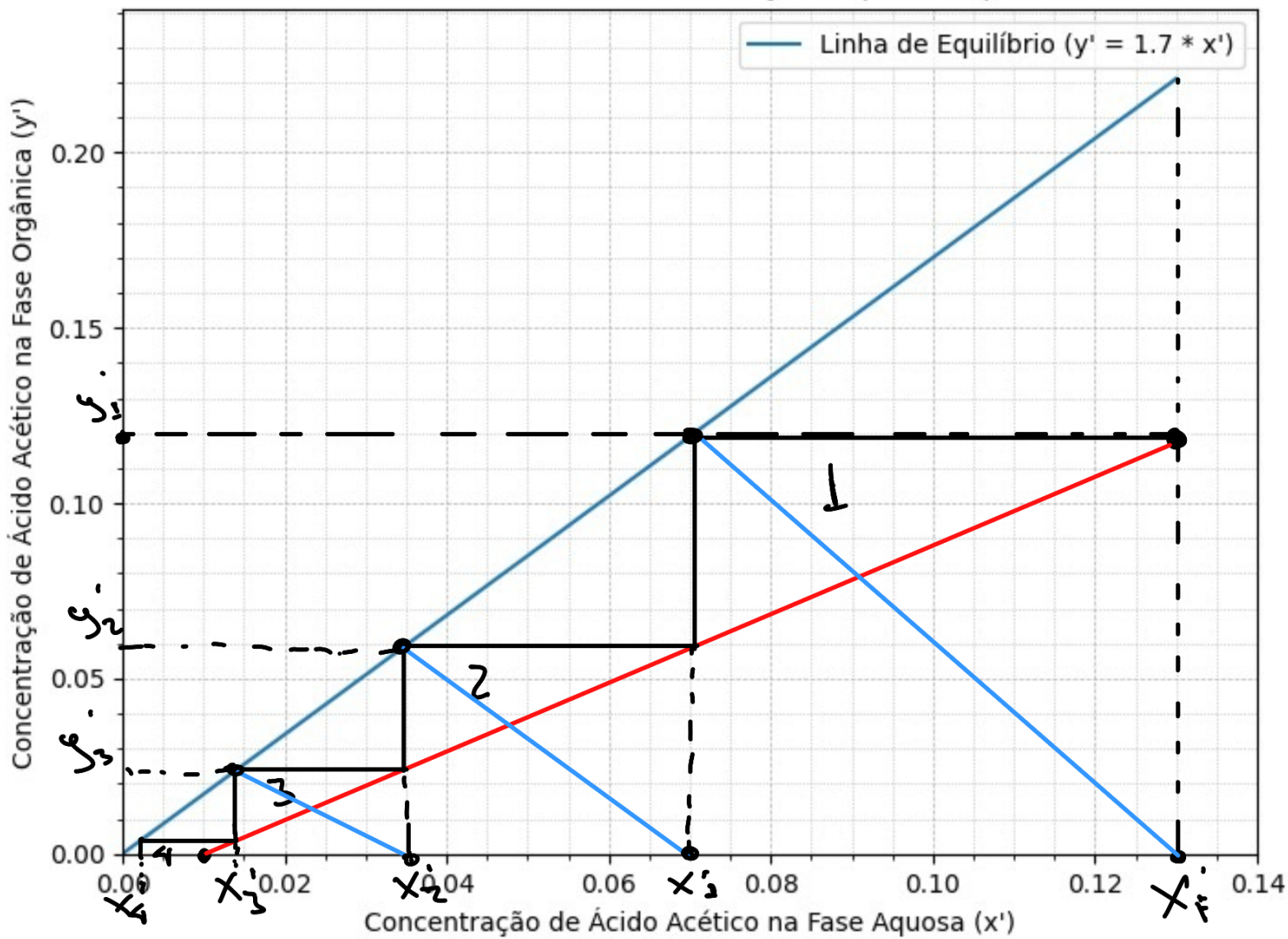


$$y' = 1,7 x'$$

$$A = B \quad \downarrow$$

a) N° andares = ?

Gráfico do Processo de Extração Líquido-Líquido



$$A = (150)(1 - 0,115) = 132,75 \text{ Kg.h}^{-1}$$

$$X_F = \frac{0,115}{1 - 0,115} = 0,13$$

$$X'_0 = \frac{0,01}{1 - 0,01} = 0,0101$$

$$-\frac{A}{B} = \frac{y'_s - y'_i}{x'_F - x'_N} =$$

$$y'_i = -\frac{132.78}{132.75} (0.13 - 0.0101)$$

$$= 0.12 \quad \checkmark$$

$N = 3 - 1$ andares

b)

$$\% \text{ Extra} = \frac{m_{\text{entra}} - m_{\text{saí}}}{m_{\text{entra}}}$$

$$= \frac{(150)(0.115) - (132.75)(0.07)}{150(0.115)}$$

$$= 0.4613 = 46.1\% \quad \checkmark$$

$$c) \quad \% E_{xt_{glob}} = \frac{150(0,115) - (132,75)(0,01)}{150(0,115)}$$

$$= 92,3 \% \quad \checkmark$$

$$d) \quad N_{real} = \frac{N_{teor}}{\eta} \quad \checkmark$$

$$= \frac{4}{0,55} = 7,3 \approx 8 \text{ pratos} \quad \checkmark$$

