

## Fenómenos de Transferência II

### Transferência de massa entre fases

1. Num estudo experimental de absorção de  $\text{NH}_3$  em água, numa coluna de paredes molhadas, o valor do coeficiente global de transferência de massa é  $K_G = 2,74 \times 10^{-6} \text{ mol}/(\text{m}^2 \text{ s Pa})$ . Numa dada secção da coluna, o gás contém 8% (% molar) de  $\text{NH}_3$  e a concentração na fase líquida de  $\text{NH}_3$  é de  $64,07 \text{ mol}/\text{m}^3$ .

A temperatura é de  $20^\circ\text{C}$  e a pressão total de 1 atm. Se 85% da resistência total à transferência de massa for exercida na fase gasosa, e se a constante de Henry a  $20^\circ\text{C}$  for  $0,936 \text{ Pa m}^3/\text{mol}$ , calcule o coeficiente de transferência de massa para a fase líquida e a composição interfacial.

2. Pretende-se remover  $\text{SO}_2$  de uma mistura gasosa constituída por  $\text{SO}_2$  e ar por absorção utilizando água. A coluna usada opera em contracorrente e a concentração de  $\text{SO}_2$  no ar é reduzida de 10% até 1% (% molar).

Os coeficientes individuais de transferência de massa são:

$$k_y = 8 \text{ mol/h m}^2$$

$$k_x = 10 \text{ mol/h m}^2$$

Sabendo que a linha de equilíbrio pode ser aproximada por uma recta,  $y^* = 2.5 x$ :

- a) relacione a resistência global,  $1/K_x$  com as resistências de cada fase
- b) calcule o valor da percentagem da resistência total respeitante a cada uma das fases
- c) calcule o fluxo de transferência de massa no topo da coluna
- d) determine os valores das composições interfaciais.

- 3.

Estudou-se o processo de absorção gasosa numa coluna usando amónia e metano. Em ambos os casos os coeficientes de transferência de massa para a fase gasosa e para a fase líquida foram, respectivamente,  $18 \text{ mol/h m}^2$  e  $530 \text{ mol/h m}^2$ .

Estes valores são iguais para os dois gases porque metano e amónia têm pesos moleculares semelhantes. No entanto, as constantes de Henry são muito diferentes, para a amónia  $H = 9.6 \text{ atm}$  e para o metano  $H' = 41\,000 \text{ atm}$ .

- a) Calcule o coeficiente global de transferência de massa baseado na fase gasosa para ambos os gases.
- b) Determine a resistência oferecida por cada uma das fases para ambos os gases.

$$2. \quad K_G = 2.74 \times 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \text{s Pa}}$$

$$y_A = 0.08$$

$$H = 0.936 \text{ Pa m}^3/\text{mol}$$

$$C_{AL} = 64.07 \text{ mol/m}^3$$

$$\frac{1}{K_G} = 0.85 \frac{1}{K_G}$$

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{K_G} + \frac{H}{K_L}$$

$$\frac{H}{K_L} = 0.15 \frac{1}{K_G}$$

$$\frac{0.15}{2.74 \times 10^{-6}} = \frac{0.936}{K_L}$$

$$K_L = 1.71 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

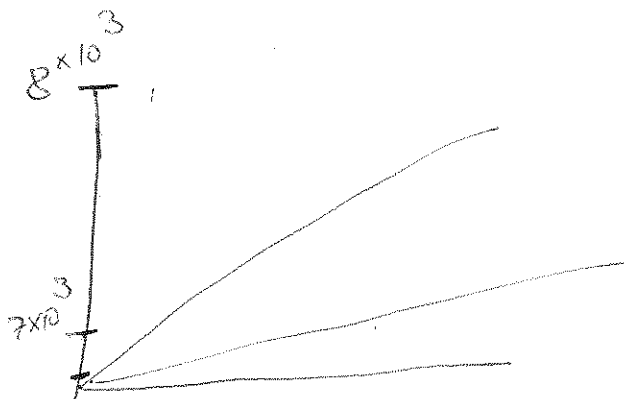
$$K_G (p_{AG} - H C_{AL}) = K_L (C_{Ai} - C_{AL})$$

$$2.74 \times 10^{-6} (0.08 \times 10^5 - 0.936 * 64.07)$$

$$= 1.71 \times 10^{-5} (C_{Ai} - 64.07)$$

$$C_{Ai} = 1.35 \times 10^3 \text{ mol/m}^3$$

$$p_{Ai} = H C_{Ai} = 1.27 \times 10^3 \text{ Pa}$$



3.

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{k_x} + \frac{1}{m k_y}$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{10} + \frac{1}{2.5 \times 8} = \frac{3}{20}$$

$$K_x = \frac{20}{3} \approx 6.67 \frac{\text{Ksf}}{\text{h m}^2}$$

$$\frac{\frac{1}{k_x}}{\frac{1}{K_x}} = \frac{\frac{1}{10}}{\frac{1}{6.67}} = \frac{6.67}{10} = 0.667$$

% resist f. liquid — 66.7%  
gases — 33.3%

$$K_y (y - y_i) = K_x (x_i - x)$$

$\begin{matrix} \text{0.01} & 2.5 x_i & & 0 \end{matrix}$

$$8 (0.01 - 2.5 x_i) = 10 x_i$$

$$0.08 - 20 x_i = 10 x_i$$

$$0.08 = 30 x_i$$

$$x_i = \frac{0.08}{30} = 2.6 \times 10^{-3}$$

$$N_A = K_x (x^* - 0) = 6.67 \times \frac{0.01}{2.5} = 2.7 \times 10^{-2}$$

$$k_y = 18 \frac{\text{wf}}{\text{h m}^2}$$

$$k_x = 530 \frac{\text{wf}}{\text{h m}^2}$$

$$H = 9.6 \text{ atm}$$

$$H' = 41000 \text{ atm}$$

$$p_A = H x_A$$

$$y_A P = H x_A$$

$$y_A = \left( \frac{H}{P} \right) x_A$$

$$\frac{1}{k_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{m}{k_x}$$

amônia  
metano

$$\frac{1}{k_y} = \frac{1}{18} + \frac{9.6}{530}$$

$$k_y = \frac{1}{0.056 + 0.018}$$

$$k_y = 13.5 \frac{\text{wf}}{\text{h m}^2}$$

metano  
amônia

$$\frac{1}{k'_y} = \frac{1}{18} + \frac{41000}{530}$$

$$k'_y = \frac{1}{0.056 + 77.36} = \frac{1}{77.416} \frac{\text{wf}}{\text{h m}^2} = 0.013 \frac{\text{wf}}{\text{h m}^2}$$

b) % rest. f. gasosa  $\text{NH}_3 = \frac{\frac{1}{18}}{\frac{1}{13.5}} = 0.75 \rightarrow 75\%$

% rest. f. gasosa  $\text{CH}_4 = \frac{\frac{1}{18}}{\frac{1}{0.013}} = 0.0007 \rightarrow 0.07\%$

