

Fenómenos de Transferência II

Transferência de massa entre fases

1. Pretende-se remover CO₂ de uma mistura gasosa constituída por CO₂ e ar por absorção utilizando água. A coluna usada opera em contracorrente e o gás com 10% de CO₂ entra na base da coluna e sai com 0.5% (% molar).

O coeficiente global de transferência de massa é K_y = 5x10⁻⁵ kmol/s m² e 20% da resistência é exercida pela fase gasosa. A curva de equilíbrio é dada pela lei de Henry com H= 1.5 atm.

a) Calcule o valor dos coeficientes de transferência de massa cada uma das fases.

b) Determine os valores das composições interfaciais.

$\Sigma \Delta P = 14 \times n$

c) Calcule o fluxo de transferência de massa no topo da coluna.

d) Será importante usar reacção química neste caso? Justifique.

e) Na presença de uma reacção irreversível de 1^a ordem, o coeficiente individual de transferência de massa da fase líquida aumentou 6 vezes face à absorção física. Calcule a constante de velocidade da reacção nestas condições ($D_{A-\text{líquido}} = 3 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$).

$$Ha^2 = \frac{\delta^2 / D_A}{1/k_l} \quad \frac{k_x}{k_x^0} = \frac{Ha}{\tanh Ha}$$

2. Pretende-se remover um composto A da fase líquida para a fase gasosa, sendo a relação de equilíbrio entre as duas fases dada por $y_A = 0.75 x_A$.

Num determinado ponto da coluna de absorção, a fase líquida contém 90% de A (base molar) e a fase gasosa contém 45% de A (base molar). Sabendo que nesse ponto o coeficiente individual de transferência de massa na fase gasosa, k_y, é de 2 moles/h.m² e que 70% da resistência ao processo de transferência de massa é devida ao filme gasoso, determine:

- O coeficiente global de transferência de massa K_y.
- O fluxo molar de A nesse ponto do equipamento. Comente.
- A composição interfacial de A nas duas fases.
- Será o composto A muito solúvel? Justifique.

3. Num estudo de absorção de amoníaco em ar usando soluções de ácido sulfúrico numa coluna de enchimento obtiveram-se os seguintes valores do coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa:

Concentração do ácido	zero	elevada
K _{Ga} (kmol/m ³ s bar)	0.066	0.085

Calcule k_{ga} e k_{la}.

A constante de Henry é H=0.745 bar. O coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa é dado pela seguinte expressão, sendo C_L a concentração total no líquido:

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{C_L k_L}$$

1. Pretende-se remover CO₂ de uma mistura gasosa constituída por CO₂ e ar por absorção utilizando água. A coluna usada opera em contracorrente e o gás com 10% de CO₂ entra na base da coluna e sai com 0.5% (% molar).

O coeficiente global de transferência de massa é K_y = 5x10⁻⁵ kmol/s m² e 20% da resistência é exercida pela fase gasosa. A curva de equilíbrio é dada pela lei de Henry com H= 1.5 atm.

a) Calcule o valor dos coeficientes de transferência de massa cada uma das fases.

b) Determine os valores das composições interfaciais.

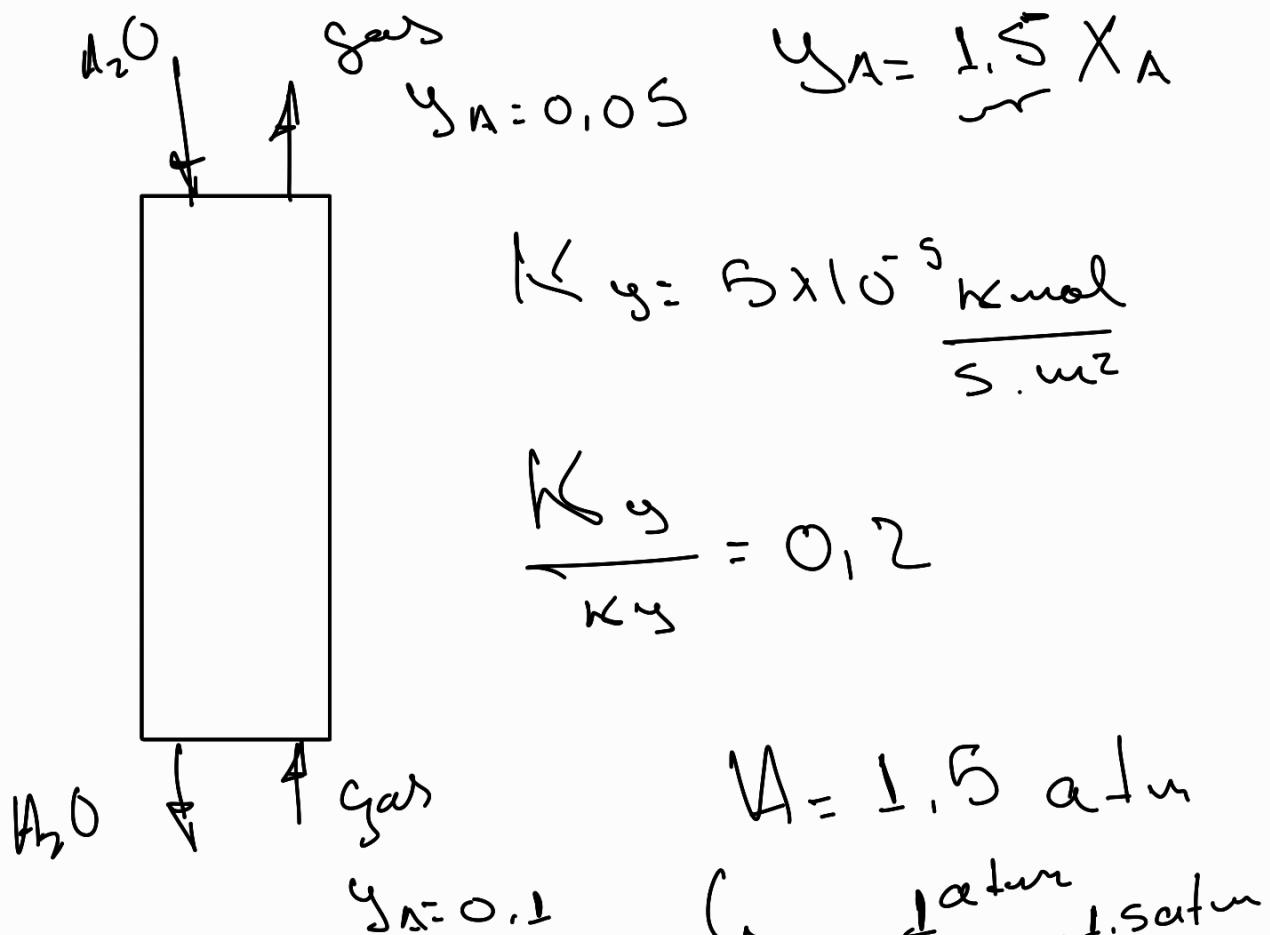
c) Calcule o fluxo de transferência de massa no topo da coluna.

d) Será importante usar reacção química neste caso? Justifique.

e) Na presença de uma reacção irreversível de 1^a ordem, o coeficiente individual de transferência de massa da fase líquida aumentou 6 vezes face à absorção física. Calcule a constante de velocidade da reacção nestas condições ($D_{A\text{-líquido}} = 3 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$).

$$Ha^2 = \frac{\delta^2 / D_A}{1/k_1} \quad \frac{k_x}{k_x^0} = \frac{Ha}{\tanh Ha}$$

$$y_A P = H X_A$$



a) K_x e K_y ?

$$y_A^* = m X_A$$

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{K_y} + \frac{m}{K_x}$$

$$\frac{\frac{m}{K_x}}{\frac{1}{K_y}} = 0,8 \quad \text{Reinst einer na faze liquid.}$$

$$K_x = \left(\frac{0,8}{(1,5)(5 \times 10^{-5})} \right)^{-1} = 9,38 \times 10^{-5}$$

$$K_y = \left(\frac{0,2}{5 \times 10^{-5}} \right)^{-1} = 2,5 \times 10^4$$

b) No topo

$$K_y (y_A - y_{Ai}) = K_x (x_{Ai} - x_A)$$

$$y_{Ai} = m x_{Ai}$$

$$K_y (y_A - m x_{Ai}) = K_x (x_{Ai} - x_A)$$

$$x_{Ai} = \frac{K_y y_A}{(K_y m + K_x)} = \frac{(2,5 \times 10^{-4})(0,05)}{(2,5 \times 10^{-4})(1,5) + 9,38 \times 10^{-5}}$$

$$X_{AC} = 0,026$$

$$Y_{AC} = (1,5)(0,026) = 0,04 \quad \cancel{\downarrow}$$

c) $N_A = (2,3 \times 10^{-4})(0,05 - 0,04)$

$$= 2,6 \times 10^{-6} \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \text{s}}$$

d) Sim, por que a resistência na fase líquida é elevada, pelo que a reação ajudaria a uma melhor adsorção do CO_2 .

e) $\frac{K_x}{K_x^0} = 6 = \frac{H_a}{tanh(H_a)} \Rightarrow H_a \approx 6$

$$H_a^2 = \frac{\gamma^2}{D} K_1$$

Cf) cinética de reação

modelo do filme: $K_i = \frac{D}{\gamma}$

$$K_x^{\circ} \Rightarrow K_L^{\circ} = K_x^{\circ} / C_L \quad \begin{matrix} \xrightarrow{\text{original}} \\ \text{seen} \\ \text{reagents} \end{matrix}$$

$$K_L^{\circ} = \frac{(9.38 \times 10^{-5})}{\frac{1000}{18}} = 1.68 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\therefore \frac{D}{K_L^{\circ}}$$

$$K_1 = \frac{(6)^2 (1.68 \times 10^{-5})^2}{3 \times 10^{-5} \times 6^{-4}} = 0.034 \text{ s}^{-1}$$

2. Pretende-se remover um composto A da fase líquida para a fase gasosa, sendo a relação de equilíbrio entre as duas fases dada por $y_A = 0.75 x_A$.

Num determinado ponto da coluna de absorção, a fase líquida contém 90% de A (base molar) e a fase gasosa contém 45% de A (base molar). Sabendo que nesse ponto o coeficiente individual de transferência de massa na fase gasosa, k_y , é de 2 moles/h.m² e que 70% da resistência ao processo de transferência de massa é devida ao filme gasoso, determine:

- a) O coeficiente global de transferência de massa K_y .
- b) O fluxo molar de A nesse ponto do equipamento. Comente.
- c) A composição interfacial de A nas duas fases.
- d) Será o composto A muito solúvel? Justifique.

3. Num estudo de absorção de amoníaco em ar usando soluções de ácido sulfúrico numa coluna de enchimento obtiveram-se os seguintes valores do coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa:

Concentração do ácido	zero	elevada
K_{GA} (kmol/m ³ s bar)	0.066	0.085

Calcule k_{GA} e k_{LA} .

A constante de Henry é $H=0.745$ bar. O coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa é dado pela seguinte expressão, sendo C_L a concentração total no líquido:

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{C_L k_L}$$

$$y_A = 0.75 x_A \quad x_A = 0.9$$

$$y_A = 0.45 \quad K_y = 2 \frac{\text{mol}}{\text{h m}^2}$$

$$\frac{K_y}{k_y} = 0.70$$

a) $K_y = (2)(0.7) = 1.4 \frac{\text{mol}}{\text{h m}^2}$

$$b) N_A = K_g (\gamma_A - \gamma_{Ai})$$

$$\frac{\gamma_A - 0,75 x_{Ai}}{\gamma_A - \gamma_A^*} = 0,7$$

$$\frac{x_{Ai} - x_A}{x_A^* - x_A} = 0,3$$

$$0,7 \gamma_A - 0,7 \gamma_A^* = \gamma_A - 0,75 x_{Ai}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,135 = 0,75 x_{Ai} - 0,7 \gamma_A^* \\ 0,63 = x_{Ai} - 0,3 x_A^* \end{array} \right.$$

$$x_{Ai} = 0,843$$

$$x_A^* = 0,711$$

$$N_A = 25 (0,45 - (0,75)(0,843))$$

$$\therefore -0,365 \frac{\text{mol}}{\text{h. m}^2}$$

∴ O fluxo é negativo porque
está a haver uma transferência
de fase líquida à gaseosa.

c) $x_{\text{Al}} = 0,843$

$$y_{\text{Al}} = 0,632$$

d) É muito solvível porque
a resistência na fase
gaseosa é elevada

3. Num estudo de absorção de amoníaco em ar usando soluções de ácido sulfúrico numa coluna de enchimento obtiveram-se os seguintes valores do coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa:

Concentração do ácido	zero	elevada
K _{Ga} (kmol/m ³ s bar)	0.066	0.085

Calcule k_{Ga} e k_{La}.

A constante de Henry é H=0.745 bar. O coeficiente global de transferência de massa para a fase gasosa é dado pela seguinte expressão, sendo C_L a concentração total no líquido:

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{C_L k_L}$$

$$H = 0,745 \text{ bar}$$

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{C_L k_L}$$

$$P_A = 0,745 x_A$$

$$K \times (x_{A_i} - x_A) = K_g (y_A - y_{A^*})$$

$$N_A = K_G (P_A - P_A^*)$$

