

FTII - Convecção

1. Estudou-se o processo de transferência de ácido benzóico a 20°C fazendo passar água a uma velocidade média de 2.5 m/s através de um tubo de ácido benzóico com 4 cm de diâmetro e 15 m de comprimento, tendo-se obtido uma velocidade de dissolução igual a 2×10^{-3} mol/s.

- a) Calcule o coeficiente de transferência de massa para o sistema apresentado.
- b) Determine o comprimento necessário para obter 10% de saturação à saída do tubo, se a água circular a uma velocidade de 5 m/s.

Dados: Solubilidade Ácid. benzóico-água = 2.65 kg m^{-3} $D_{\text{Ácid. benzóico-água}} = 8.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
 $M (\text{Ácido benzóico}) = 122 \text{ g mol}^{-1}$

2. Faz-se passar água a uma velocidade de 0.2 m/s por um tubo com 1 cm de diâmetro (d) e 2 m de comprimento (L), cuja superfície interna está revestida com um componente A que se dissolve. Mediu-se a queda de pressão nessas condições tendo-se obtido o valor de 130 Pa.

Utilizando a analogia de Chilton-Colburn, determine:

- a) O coeficiente de transferência de massa.
- b) A velocidade de dissolução, W.

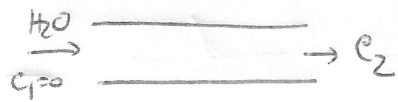
Dados:

$$D_{A-\text{água}} = 1.25 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad \mu = 10^{-3} \text{ Pa s} \quad C^* = 2 \text{ M}$$
$$\Delta P = 2 C_f \rho u^2 \frac{L}{d} \quad Sc = \frac{\mu}{\rho D} \quad Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

Analogia de Chilton-Colburn

$$\frac{C_f}{2} = \frac{k_c}{u} Sc^{2/3}$$

1.



$$d = 4 \text{ cm}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$v = 2.5 \text{ m/s}$$

$$W = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/s}$$

a) $k_c = ?$

$$W = \frac{\pi d^2}{4} v C_2$$

$$\frac{4 k_c L}{v d} = \ln \frac{C^*}{C^* - C_2}$$

$$C^* = 2.65 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 122 \text{ g/mol}$$

$$C^* = \frac{2.65}{0.122} = 21.72 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$2 \times 10^{-3} = \frac{\pi (0.04)^2}{4} \cdot 2.5 \cdot C_2$$

$$C_2 = 0.637 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$k_c = \ln \frac{C^*}{C^* - C_2} \cdot \frac{v d}{4 L} = 0.02976 \cdot \frac{2.5 \cdot 0.04}{4 \cdot 15}$$

$$k_c = 4.96 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

b) $L = ?$

$$10\% \text{ saturated} \Rightarrow C_2 = 0.1 C^* = 2.172 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

regime laminar
or
turbulent?

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{1000 \times 0.04}{1 \times 10^{-3}}$$

$$v = 4 \times 10^4 \quad \frac{2.5}{5} = 1 \times 10^5 = 2 \times 10^5$$

Reg. turb.

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$$

$$k_c \propto v^{0.8}$$

$$\frac{k_c}{4.96 \times 10^{-5}} = \left(\frac{5}{2.5} \right)^{0.8}$$

$$k_c = 8.64 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$L = \ln \frac{c^*}{c^* - c_2} * \frac{u d}{4 K_c}$$

$$L = 0.1054 * \frac{5 * 0.04}{4 * 8.64 \times 10^{-5}} = 61 \text{ m}$$

2. $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$

$$u = 0.2 \text{ m/s}$$

$$d = 1 \text{ cm}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

a) $K_c = ?$

$$\Delta P = 130 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 2 f \rho u^2 \frac{L}{d}$$

$$f = ?$$

$$f = \frac{130 \times 0.01}{4 \times 1000 \times 0.2^2} = 0.008125$$

Analogy Chilton-Colburn $\frac{f}{2} = \frac{K_c}{u} Sc^{2/3}$

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D} = \frac{10^{-3}}{1000 \times 1.25 \times 10^{-9}} = 800$$

$$K_c = \frac{f}{2} * \frac{u}{Sc^{2/3}} = \frac{0.008125}{2} * \frac{0.2}{(800)^{2/3}} = 9.41 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

b) Admittance L per s.

$$c^* = 2 \pi = 2000 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$W = K_c \pi d L c^*$$

$$W = 9.41 \times 10^{-6} * 3.14 * 0.01 * 2 * 2000$$

$$W = 0.001182 \text{ mol/s}$$

$$c_2 = 74 \text{ mol/m}^3$$

$$\frac{4 K_c L}{u d} = \ln \frac{c^*}{c^* - c_2}$$

$$W = u \frac{\pi d^2}{4} c_2 = 0.001161 \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$