

Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Química
Fenómenos de Transferência II
2º Teste - 17 de Junho de 2020

I

- a) Uma esfera de naftaleno com 1 cm de diâmetro está numa sala a 10°C. Calcule o tempo necessário para a esfera desaparecer completamente, se esta for suspensa numa corrente de ar com velocidade de 10 m/s.
- b) Repita o cálculo anterior se em vez de uma esfera usar um cubo com as mesmas dimensões da esfera. Admita que o valor do coeficiente de transferência de massa se mantém constante.
- c) Compare os valores e comente.

Dados à temperatura de 10°C:

$$D_{\text{naft.-ar}} = 6.9 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$P^* = 1.06 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{naft.}} = 1.14 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso molecular do naftaleno} = 128.2 \text{ g/mol}$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1.27 \text{ Kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{ar}} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$$

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$Sh = 2 + 0.69 Re^{1/2} Sc^{1/3}$$

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

$$Sc = \frac{\mu}{\rho D}$$

$$Sh = \frac{k_c d}{D}$$

II

Pretende-se remover SO₂ de uma mistura gasosa constituída por SO₂ e ar por absorção utilizando água. Num dado ponto da coluna a % molar de SO₂ na fase gasosa é 20 % e na fase líquida é 1 %.

A pressão total é 3 atm e a constante de Henry é 30 atm (p = H x). Sabendo que os coeficientes individuais de transferência de massa são $k_y = 5.6 \times 10^{-4} \text{ mol/s m}^2$ e $k_x = 5.6 \times 10^{-3} \text{ mol/s m}^2$. Determine:

- a) As composições interfaciais.
- b) A % da resistência total respeitante a cada uma das fases.
- c) O coeficiente global de transferência de massa K_x .
- d) O fluxo de SO₂.
- e) O valor do fluxo quando usar soluções de NaOH com a concentração crítica de NaOH. Comente.

Teste 2 2019 - 2020 (2)

I

a) $d = 0,01 \text{ m}$ $T = 283,15 \text{ K}$ $v = 10 \text{ ms}^{-1}$

$$Re = \frac{1,27 \times 10 \times 0,01}{1,7 \times 10^{-5}} = 7470,6 \quad Sc = \frac{M}{\rho D} = \frac{1,7 \times 10^{-5}}{1,27 \times 6,9 \times 10^{-7}} = 19,4$$

$$Sh = 2 + 0,69 Re^{0,5} Sc^{1/3} \Rightarrow \frac{K_c \times 0,01}{6,9 \times 10^{-7}} = 2 + 0,69 \times 7470,6^{0,5} \times 19,4^{1/3} \Rightarrow K_c = 1,12 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$$

$$W = K_c (C_A^* - C_{A0}) \times A = K_c \frac{P^*}{RT} \times \pi d^2 = 1,12 \times 10^{-2} \times \frac{1,06 \times 10^4}{8,314 \times 283,15} \times \pi \times 0,01^2 = 1,58 \times 10^{-5} \text{ mols}^{-1}$$

$$n_{\text{naftaleno}} = C_A \times V = \frac{P_A}{H_A} \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{1,14 \times 10^3}{0,1282} \times \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{0,01}{2}\right)^3 = 4,66 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$W = \frac{n}{t} \Rightarrow t = \frac{4,66 \times 10^{-3}}{1,58 \times 10^{-5}} = 295 \text{ s}$$

b)  $l = 0,01 \text{ m}$

$$W = K_c (C_A^* - C_{A0}) \times A = 1,12 \times 10^{-2} \times \frac{1,06 \times 10^4}{8,314 \times 283,15} \times 6 \times 0,01^2 = 3,02 \times 10^{-5} \text{ mols}^{-1}$$

$$n_{\text{naft}} = \frac{P_A}{H_A} l^3 = \frac{1,14 \times 10^3}{0,1282} \times 0,01^3 = 8,89 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$t = \frac{8,89 \times 10^{-3}}{3,02 \times 10^{-5}} = 294 \text{ s}$$

c) Os valores são muito próximos porque, apesar de a velocidade de dissolução aumentar quando se trata de um cubo de naftaleno por ter uma área de contacto maior, também aumenta a quantidade de matéria pois apresenta um volume maior que uma esfera, então o efeito do aumento da velocidade de dissolução é anulado pelo aumento de quantidade de matéria

II $y_A = 0,20$ $x_A = 0,01$ $P = 3 \text{ atm}$ $p = H x_A$ $H = 30 \text{ atm}$ $K_y = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mols}^{-1} \text{ m}^{-2}$
 $K_x = 5,6 \times 10^{-3} \text{ mols}^{-1} \text{ m}^{-2}$

a) $p_A = 30 x_A \Rightarrow y_A P = 30 x_A \Rightarrow y_A = 10 x_A$

$$N_A = K_y (y_A - y_{A,i}) = K_x (x_{A,i} - x_A) \Rightarrow 5,6 \times 10^{-4} (0,20 - 10 x_{A,i}) = 5,6 \times 10^{-3} (x_{A,i} - 0,01) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{A,i} = 0,015 \quad y_{A,i} = 0,15$$

b) $y_A^* = 10 \times 0,01 = 0,1$

$$\frac{1}{K_y} = \frac{y_A - y_{A,i}}{y_{A,i} - y_A^*} = \frac{0,20 - 0,15}{0,20 - 0,1} = 50\% \Rightarrow \text{resistência da fase gasosa}$$

$$50\% \rightarrow \text{resistência da fase líquida}$$

c) $\frac{1}{K_x} = 0,5 \Rightarrow K_x = 0,5 K_y = 0,5 \times 5,6 \times 10^{-3} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mols}^{-1} \text{ m}^{-2}$

$$d) N_A = K_y (y_A - y_{A,i}) = 5,6 \times 10^{-4} (0,20 - 0,15) = 2,8 \times 10^{-5} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$e) C_{B,l} = C_{B,l}^{\text{sat}} \Rightarrow p_{A,i} = 0 \quad p_{A,i} = 30 x_{A,i} (\Rightarrow) x_{A,i} = 0$$

$$N_A = K_y (y_A - y_{A,i}) = 5,6 \times 10^{-4} \times 0,2 = 1,12 \times 10^{-4} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2} \Rightarrow \text{aumentou 4 vezes}$$

A reação química favoreceu o processo de absorção de SO_2