

Universidade Nova de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Química  
**Fenómenos de Transferência II**  
2º Teste – 11 de Junho de 2021

I

Ar a 10°C e 1 atm move-se a uma velocidade de 30 m/s paralelamente a uma placa quadrada de naftaleno com 3 mm de espessura e 40 cm de lado.

a) Por quanto tempo deverá ser a placa exposta ao ar de modo a desaparecer completamente? (4v)

b) Determine o valor do coeficiente de transferência de massa a uma distância de 5 cm do início da placa. (2v)

c) De acordo com a teoria do filme, qual seria a espessura do filme estagnado junto à superfície, a essa distância? (1v)

$$Sh_x = 0.332 Re_x^{0.5} Sc^{0.33} \quad \text{Regime laminar}$$

$$Sh_x = 0.0292 Re_x^{0.8} Sc^{0.33} \quad \text{Regime turbulento}$$

$$R = 8.314 \text{ J/mol K} \quad 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$Sh_x = \frac{k_c x}{D}$$

$$Re_x = \frac{xu}{\nu}$$

$$Sc = \frac{\nu}{D} = 2.57$$

$$D_{\text{naft-ar}} = 0.051 \text{ cm}^2/\text{s} \quad \rho_{\text{naftaleno}} = 1.2 \text{ g/cm}^3 \quad M(\text{naftaleno}) = 128 \text{ g/mol} \quad P^*(\text{naftaleno}) = 0.001 \text{ atm}$$

*Handwritten notes:*  
 $0.4 - x_c \equiv \text{turbulento}$   
 $x_c \rightarrow \text{até onde é laminar}$   
 $Re_{xc} = \frac{x_c u}{\nu} = 3.2 \times 10^5$   
 $Re$   
 $Re_{5-x}$

d) Se pretender comprar ambientadores sólidos perfumados tendo para escolha com a forma de esferas ou de cubos, com as mesmas dimensões e custo, quais escolheria? Justifique a sua resposta. (3v)

II

2. Pretende-se remover SO<sub>2</sub> de uma mistura gasosa constituída por SO<sub>2</sub> e ar por absorção em água, usando uma coluna de enchimento. Num dado ponto da coluna a percentagem molar de SO<sub>2</sub> no ar é 22% e 1% na água. A coluna opera a uma pressão de 3.5 atm e à temperatura de 15° C. A linha de equilíbrio é dada por y\* = 7.6 x. Sabendo que k<sub>y</sub> = 2 mol/m<sup>2</sup>h e ambas as fases contribuem com igual resistência calcule:

a) O coeficiente individual de transferência de massa de massa, k<sub>x</sub>. (2v)

b) Os coeficientes globais de transferência de massa, K<sub>y</sub> e K<sub>G</sub>. (2v)

c) O fluxo de transferência de massa. (2v)

d) As composições interfaciais. (2v)

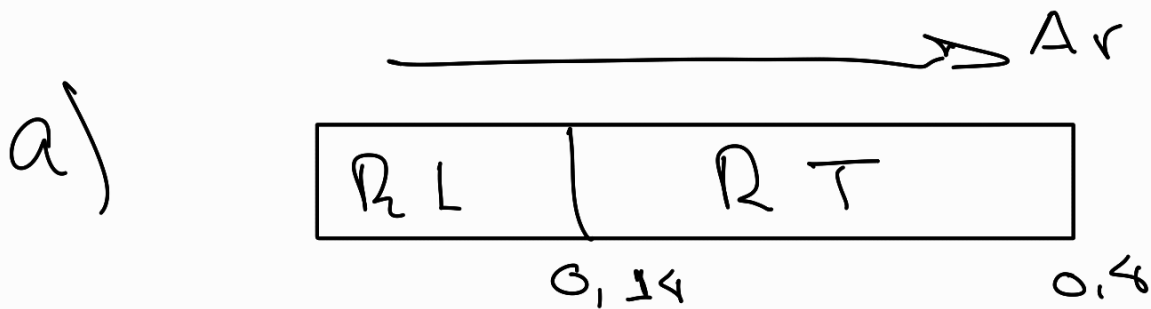
e) Se em vez de usar água como fase líquida, usar uma solução aquosa de NaOH, ocorrerá a seguinte reacção química (reacção de segunda ordem irreversível) com uma cinética muito rápida. SO<sub>2</sub> + 2 NaOH → Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

Explique qual a vantagem de usar uma concentração de NaOH superior à crítica e calcule o fluxo de transferência de massa nesta situação. Compare com o valor obtido em 2b e comente. (2v)

$$T = 283 \text{ K} \quad P = 1 \text{ atm}$$

$$U = 30 \text{ m/s} \quad \text{espessura} = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$L = 40 \times 10^{-2} \text{ m}$$



$$Sc = \frac{\nu}{D} \Rightarrow \nu = (2,75)(0,051 \times 10^{-4})$$

$$= 1,31 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$x_c = \frac{3,2 \times 10^5 (1,31 \times 10^{-5})}{30}$$

$$= 0,14 \text{ m}$$

$$x = 0,40 - 0,14 = 0,26$$

$$Re_x = \frac{(0,26)(30)}{1,31 \times 10^{-5}} = 5,95 \times 10^5$$

turbulento

$$Re_{xc} = 3,2 \times 10^5 \text{ laminar}$$

$$K_{C_{RT}} = \frac{(0,0292)(Re_x)^{0,8} (2,75)^{0,33} (1)}{(x)}$$

Regime Turbulento

$$= \frac{(0,0292)(5,95 \times 10^5)^{0,8} (2,75)^{0,33} (0,051 \times 10^{-4})}{0,26}$$

Regime laminar

$$= 0,033 \frac{m}{s}$$

↑

$$K_{C_{RL}} = \frac{(0,332)(3,2 \times 10^5)^{0,5} (2,75)^{0,33} (0,051 \times 10^{-4})}{0,14}$$

$$= 9,6 \times 10^{-3}$$

$$K_c = K_{C_{RT}} + K_{C_{RL}} = 0,042 \frac{m}{s}$$

$$W = K_c \cdot A \cdot C^*$$

$$W = (0,042) \left( 2l^2 + 4 \times l \right) \frac{0,001 \times 10^5}{(8,314)(283)}$$

$$W = 5,88 \times 10^{-4} \frac{mol}{s} = \frac{n}{t}$$

$$t = \frac{n}{W} = \frac{4,5 mol}{5,88 \times 10^{-4} \frac{mol}{s}} = 7652,1 s$$

$$= 2,12 h$$

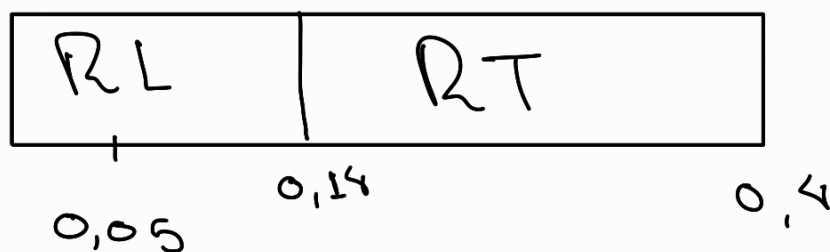
$$V = l^2 \cdot X = (40 \times 10^{-2})^2 (3 \times 10^{-3})$$

$$= 4,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m = (4,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3) \left( \frac{1,2 \text{ g}}{\text{cm}^3} \right) \left( \frac{100 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$= 576 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{128 \text{ g}} = 4,5 \text{ mol}$$

b)  $K_c$  em = ?



$$K_c = \frac{Sh_x \cdot D}{X} : (0,332) \left( \frac{(5 \times 10^{-2})(30)}{1,39 \times 10^{-5}} \right)^{0,5}$$

$$\frac{(2,75)^{0,33} (0,051 \times 10^{-4})}{5 \times 10^{-2}}$$

$$K_c = 0,016 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Pela Teoria do filme

$$K_c = \frac{D}{\delta}$$

$$\delta = \frac{0,051 \times 10^{-5}}{0,016}$$

$$\delta = 3,2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

d)  $A_{\text{esfera}} < A_{\text{cubo}}$

$$\omega = K_c \cdot A \cdot C^*$$

