

FT II – Exercícios 3: Difusão em estado transiente (?)

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

3 de junho de 2024

Conteúdo

Questão 1	2	Questão 2	3
-----------	---	-----------	---

Questão 1

Experiências de transferência de calor permitiram obter uma correlação para o coeficiente de transferência de calor, h , para um cilindro colocado numa corrente de água.

$$Nu = (0.506 Re^{0.5} + 0.00141 Re) Pr^{1/3}$$

Dados:

- Solubilidade NaCl: 6 mol/L
- $\mu_{\text{agua}} = 1 \text{ E}^{-3} \text{ N s/m}^3$
- $\rho_{\text{agua}} = 1 \text{ E}^3 \text{ kg/m}^3$
- $\mathcal{D} = 1.6 \text{ E}^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
- Analogia de Chilton–Colburn $j_H = j_D$

$$\frac{h}{\rho u C_p} Pr^{2/3} = \frac{k_C}{u} Sc^{2/3}$$

$$Nu = \frac{h d}{k}; \quad Pr = \frac{\mu C_p}{j}; \quad Sc = \frac{\mu}{\rho \mathcal{D}}; \quad Re = \frac{\rho u d}{\mu}$$

Q1 a.

Utilizando a analogia de Chilton–Colburn calcule o coeficiente de transferência de massa para um cilindro de NaCl com 1.5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. A água a 300 K tem uma velocidade de 10 m/s.

Resposta

$$\begin{aligned} \frac{h}{\rho v c_P} Pr^{2/3} &= \frac{k_C}{v} Sc^{2/3} \implies \\ \implies k_C &= \frac{h}{\rho c_P} \left(\frac{Pr}{Sc} \right)^{2/3} = \\ &= \frac{h}{\rho c_P} \left(\frac{\frac{\mu c_P}{K}}{\frac{\mu}{\rho \mathcal{D}}} \right)^{2/3}; \end{aligned}$$

h :

$$\begin{aligned} Nu &= \frac{K}{h} 0.015 = \\ &= (0.506 Re^{0.5} + 0.00141 Re) Pr^{1/3} = \\ &= (0.506 Re^{0.5} + 0.00141 Re) (C_p/K)^{1/3}; \end{aligned}$$

Re :

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{1 \text{ E}^3 * 10 * 1.5 \text{ E}^{-2}}{1 \text{ E}^{-3}} = 1.5 \text{ E}^5$$

Q1 b.

A velocidade de dissolução do cilindro.

Resposta

$$W = N_A A = k_C (c_{A,s} - C_{A,0}) (\pi d L + 2 \pi d^2/4) = k_C c_{A,s}$$

$$w = k_c A c^*;$$

$$A = \pi d L + 2 \pi r^2$$

Q1 c.

Seria possível usar a analogia de Reynolds neste caso? Justifique a sua resposta.

Resposta

Condições não conferem: $Sc \neq 1$

Q1 d.

A velocidade de dissolução se usar um prisma com uma seção quadrada com 1.5 cm de lado e 10 cm de comprimento.

Resposta

$$w = k_c A c^*;$$

$$A = 2 A_b + 4 A_L = 2 (1.5)^2 \text{ E}^{-4} + 4 (1.5 * 10)^2 \text{ E}^{-4}$$

Questão 2

Foram obtidas as seguintes correlações para o coeficiente de transferência de calor em condutas cilíndricas:

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.33}, \quad Re > 10^4 \quad Re Pr \frac{d}{L} < 17 : Nu = 4.1$$

Faz-se passar ar a 20°C a uma velocidade média igual a 30 m/s por uma conduta com 2.5 cm de diâmetro (d) e 2 m de comprimento (L), cuja superfície interna está revestida com um componente A . Utilizando a analogia de Chilton-Colburn, determine:

Dados:

- $P_{A,20^\circ\text{C}}^* = 4.0\text{ mmHg}$
- $\mathcal{D}_{A,Ar} = 6.2 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$
- $\mu_{Ar}(20^\circ\text{C}) = 1.74 \times 10^{-5}\text{ N s/m}^2$
- $\rho_{Ar}(20^\circ\text{C}) = 1.164 \times 10^{-3}\text{ kg/m}^3$
- $k_{Ar,20^\circ\text{C}}^T = 0.0251\text{ J/s m K}$

Q2 a.

Coeficiente de transferencia de massa

Resposta

$$\frac{h}{\rho v c_P} Pr^{2/3} = \frac{k_c}{v} Sc^{2/3};$$

$$Nu = \frac{h d}{k} = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.33} = 0.023 \left(\frac{\rho d v}{\mu} \right)^{0.8} \left(\frac{\mu c_P}{k^T} \right)^{0.33}$$

Q2 b.

A velocidade de sublimação e a concentração de A à saída da conduta.

Q2 c.

Seria possível usar a analogia de Reynolds neste caso? Justifique a sua resposta.

Q2 d.

A velocidade de sublimação se a conduta tiver uma secção quadrada com 2.5 cm de lado. Indique todos os passos necessários.

body