

FT II – Convecção – Análise Dimensional e Correlações

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

25 de julho de 2024

Conteúdo

1	Coeficiente de Transferencia de Massa	2	4	Condutas por regime:	9
2	Análise Dimensional	3	Exemplo 1	10	
3	Correlações	8			

1 Coeficiente de Transferencia de Massa

$$N_A = k_C (C_{A,s} - C_A)$$

Avaliação de k_C

- Análise Dimensional
- Correlações Experimentais
- Analogias entre transferencia de massa, calor e quantidade de movimento
- Modelos
- Camada Limite

2 Análise Dimensional

Variável	Símbolo	Dimensão
Diametro	D	L
Massa Esp. Flu.	ρ	$M L^{-3}$
Viscosidade Flu.	μ	$M L^{-1} T^{-1}$
Velocidade Flu.	v	$L T^{-1}$
Coef. Difusão	$\mathcal{D}_{A,B}$	$L^2 T^{-1}$
Coef. Transf. Massa	k_C	$L T^{-1}$

Teorema π de Bulkiman:

$$i = n - K$$

i N° de Grupos Adimensionais

n N° de Variáveis

K N° de Grandezas fundamentais

2.1 Numero de Sheerwood

$$\begin{aligned}\pi_1 &= \mathcal{D}_{A,B}^{a_1} \rho^{a_2} D^{a_3} k_C \implies \\ &\implies \pi_1 = \frac{k_C D}{\mathcal{D}_{A,B}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dim \pi_1 = 1 &= \dim (\mathcal{D}_{A,B}^{a_1} \rho^{a_2} D^{a_3} k_C) = \\ &= \left(\frac{L^2}{T}\right)^{a_1} \left(\frac{M}{L^3}\right)^{a_2} (L)^{a_3} \frac{L}{T} = L^{2a_1-3a_2+a_3+1} T^{-a_1-1} M^{a_2} \implies \\ &\implies \begin{cases} a_2 = 0 \\ a_1 = -1 \\ a_3 = -1 + 2 = 1 \end{cases} \quad \therefore \pi_1 = \frac{k_C D}{\mathcal{D}_{A,B}}\end{aligned}$$

2.2 Numero de Reynalds

$$Re = \frac{\pi_2}{Sc} = \frac{\pi_2}{\pi_3} = \frac{D v \rho}{\mu}$$

$$\pi_2 : \quad \pi_2 = \mathcal{D}_{A,B}^{a_1} \rho^{a_2} d^{a_3} v = \dots = \frac{D v}{\mathcal{D}_{A,B}};$$

$$\pi_3 : \quad \pi_3 = \mathcal{D}_{A,B}^{a_1} \rho^{a_2} d^{a_3} \mu = \dots = \frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}} \implies$$

$$\implies Re = \frac{\pi_2}{\pi_3} = \frac{\frac{D v}{\mathcal{D}_{A,B}}}{\frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}}} = \frac{D v \rho}{\mu}$$

2.3 Numero de Schmidt

$$Sc = \pi_3 = \frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}}$$

Razão entre a difusão molecular de quantidade de movimento e de massa

$$Sc = \pi_3 = \mathcal{D}_{A,B}^{a_1} \rho^{a_2} D^{a_3} k_C = \dots = \frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}}$$

Correlações

3 Correlações

Experimentais

Transferencia de Massa

$$Sh = \Psi(Re, Sc)$$

Transferencia de Calor

$$Nu = \Psi(Re, Pr)$$

4 Conduatas por regime:

Regime turbulento: Gilliland and Sherwood

$$Sh \frac{p_{B,l m}}{P} = 0.023 Re^{0.83} Sc^{0.44} \quad \begin{cases} 2 E^3 < Re < 35 E^3 \\ 0.6 < Sc < 2.5 \end{cases}$$

Regime turbulento: Linton and Sherwood

$$Sh = 0.023 Re^{0.83} Sc^{1/3} \quad \begin{cases} 2 E^3 < Re < 70 E^3 \\ 1000 < Sc < 2260 \end{cases}$$

Regime laminar

$$Sh = 1.86 \sqrt[3]{Re Sc d/L}$$

Exemplo 1

Faz-se escoar ar a 10°C e à pressão de 1 atm ao longo de uma conduta feita em naftaleno com diâmetro interno igual a 2.5 cm e 183 cm de comprimento. Supondo que a variação de pressão ao longo do tubo é desprezável e que a superfície do naftaleno está a 10°C , determine o teor de naftaleno do ar que sai da conduta e a velocidade de sublimação, se a velocidade média do ar for:

Dados:

- Propriedades do ar: $\nu = 1.5 \text{ E}^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
- Propriedades do naftaleno:
 - Pressão de vapor: $2.09 \text{ E}^{-2} \text{ mmHg}$
 - Coeficiente de difusão no ar: $5.16 \text{ E}^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$
 - Massa molecular: 128.2 g/mol

$$Sh = 1.86 \sqrt[3]{Re Sc d/L}$$

(Regime laminar)

$$Sh = 0.023 Re^{0.83} Sc^{0.44}$$

(Regime turbulento)