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
2	Corrolações	0		

Coeficiente de Transferencia de Massa

$$N_A = k_C \left(C_{A,S} - C_A
ight)$$

Avaliação de k_C

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

Análise Dimensional

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

Teorema π de Bulkiman:

$$i = n - K$$

- i N° de Grupos Adimensionais
- n Nº de Variáveis
- K Nº de Grandezas fundamentais

2.1 Numero de Sheerwood

$$egin{aligned} \pi_1 &= \mathscr{D}_{A,B}^{a_1} \,
ho^{a_2} \, D^{a_3} \, k_C \implies \ &\Longrightarrow \ \pi_1 &= rac{k_C \, D}{\mathscr{D}_{A,B}} \end{aligned}$$

$$\dim \pi_{1} = 1 = \dim \left(\mathcal{D}_{A,B}^{a_{1}} \rho^{a_{2}} D^{a_{3}} k_{C} \right) =$$

$$= \left(\frac{L^{2}}{T} \right)^{a_{1}} \left(\frac{M}{L^{3}} \right)^{a_{2}} (L)^{a_{3}} \frac{L}{T} = L^{2a_{1} - 3a_{2} + a_{3} + 1} T^{-a_{1} - 1} M^{a_{2}} \implies$$

$$\implies \begin{cases} a_{2} = 0 \\ a_{1} = -1 \\ a_{3} = -1 + 2 = 1 \end{cases} \quad \therefore \pi_{1} = \frac{k_{C} D}{\mathcal{D}_{A,B}}$$

Numero de Reynalds

$$Re=rac{\pi_2}{Sc}=rac{\pi_2}{\pi_3}=rac{D\,v\,
ho}{\mu}$$

$$\pi_{2}: \quad \pi_{2} = \mathcal{D}_{A,B}^{a_{1}} \rho^{a_{2}} d^{a_{3}} v = \dots = \frac{D v}{\mathcal{D}_{A,B}};$$

$$\pi_{3}: \quad \pi_{3} = \mathcal{D}_{A,B}^{a_{1}} \rho^{a_{2}} d^{a_{3}} \mu = \dots = \frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}} \Longrightarrow$$

$$\implies Re = \frac{\pi_{2}}{\pi_{3}} = \frac{\frac{D v}{\mathcal{D}_{A,B}}}{\frac{\mu}{\rho \mathcal{D}_{A,B}}} = \frac{D v \rho}{\mu}$$

2.3 Numero de Schmidt

$$Sc=\pi_3=rac{\mu}{
ho\,\mathscr{D}_{A.B}}$$

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

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

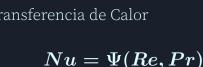


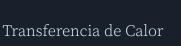
Correlações

Experimentais

Transferencia de Massa

$Sh = \Psi(Re, Sc)$







Condutas por regime:

Regime turbulento: Gilliland and Sherwood

$$Sh \, rac{p_{B,l \, m}}{P} = 0.023 \, Re^{0.83} \, Sc^{0.44} \qquad egin{dcases} 2 \, ext{E}^3 < Re < 35 \, ext{E}^3 \ 0.6 < Sc < 2.5 \end{cases}$$

Regime turbulento: Linton and Sherwood

$$Sh = 0.023\,Re^{0.83}\,Sc^{1/3} \qquad egin{cases} 2\, ext{E}^3 < Re < 70\, ext{E}^3 \ 1000 < Sc < 2260 \end{cases}$$

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: $v = 1.5 \,\mathrm{E^{-5}\,m^2/s}$
- · Propriedades do naftaleno:
 - Pressão de vapor: $2.09 E^{-2} mmHg$
 - Coeficiente de difusão no ar: $5.16 \,\mathrm{E^{-2}\,cm^2/s}$
 - 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)