FT II – Anotações: Difusão em estádo estacionário

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

24 de junho de 2024

Conteúdo

1 Difusão em estado estacionário para todas as geometrias

$$\boldsymbol{N_{A,z} = \frac{c\,D_{A,B}}{\Theta\,\eta_d\,z}\,\ln\frac{1-\Theta\,y_{A,2}}{1-\Theta\,y_{A,1}};\qquad \Theta = 1 + \frac{N_{B,z}}{N_{A,z}}}$$

z: Dimensão caracteristica

- z para película plana
- r_1 para cilindros e esferas

η_d: Fator adimensional

- 1 para plano
- $\ln(r_2/r_1)$ para cilíndro
- $1 - r_2/r_1$ para esféra

1.1 Geometria cilíndrica

Equação de concervação

$$\boldsymbol{2\,\pi\,r\,L\,N_{A,r}\Big|_{r} = 2\,\pi\,r\,L\,N_{A,r}\Big|_{r+\Delta r}} \implies \begin{cases} \boldsymbol{r\,N_{A,r}} \text{ é constante} \\ \boldsymbol{r\,N_{B,r}} \text{ é constante} \end{cases}$$

1.2 Casos específicos em dif plana

Difusão através de componente estagnado

$$\boldsymbol{N_{A,z} = \frac{c\,\mathscr{D}_{A,B}}{z} \ln \frac{1 - y_{A,2}}{1 - y_{A,1}} \quad N_B = 0}$$

Contra Difusão Equimolar

$$\boldsymbol{N_{A,z} = \frac{c\,\mathscr{D}_{A,B}}{z}(y_{A,1} - y_{A,2}); \quad N_B = -N_A}$$

Exemplo 1

Um componente A difunde-se através de uma camada em repouso de um componente B de espessura Z. A pressão parcial de A num dos lados da camada é $p_{A,1}$ e no outro lado $p_{A,2} < p_{A,1}$. Mostre que o fluxo máximo possível de A através dessa camada é dado por:

$$\boldsymbol{N_{A\ \max}} = \frac{\mathscr{D}\,\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{R\,T\,Z}} \ln \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{P - p_{A,1}}}$$

Resposta

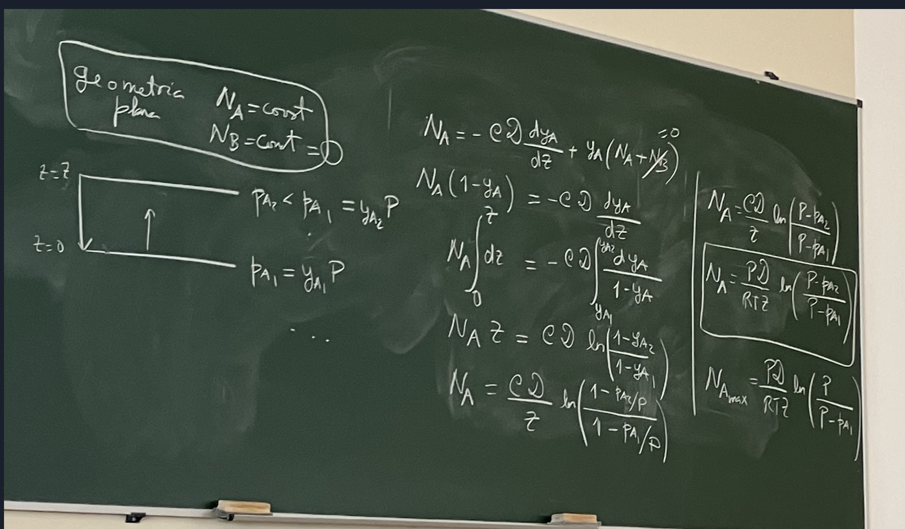
$$N_{A,\max,z} = \frac{c\,\mathscr{D}_{A,B}}{\Theta\,\eta_d\,z} \ln \frac{1-\Theta\,y_{A,2}}{1-\Theta\,y_{A,1}} = \frac{\frac{P}{Rt}\,\mathscr{D}_{A,B}}{\Theta\,\eta_d\,z} \ln \frac{1-\Theta\,y_{A,2}}{1-\Theta\,y_{A,1}};$$

$$N_{A,\max,z} \implies y_{A,2} = 0;$$

$$\Theta = 1 + N_{B,z}/N_{A,z} = 1;$$

$$\therefore N_{A,\max,z} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{R\,T\,(1)\,z} \ln \frac{1}{1-y_{A,1}} =$$
$$= \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{R\,T\,z} \ln \frac{1}{1-P_{A,1}/P} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{z\,R\,T} \ln \frac{P}{P-P_{A,1}}$$

Resposta



Exemplo 2

Moldou-se naftaleno sob a forma de um cilindro de raio R_1 que se deixou sublimar no ar em repouso. Mostre que a velocidade de sublimação é dada por:

$$\boldsymbol{Q = \frac{2\,\pi\,L\,\mathscr{D}\,P}{R\,T\,\ln(R_2/R_1)}\,\ln\frac{1-y_{A,2}}{1-y_A^*}}$$

Sendo a fracção molar correspondente à pressão de vapor do naftaleno e $y_{A,2}$ a fracção molar correspondente a R_2.
Explique o que sucede à velocidade de sublimação quando R_2 se torna muito grande.

Resposta

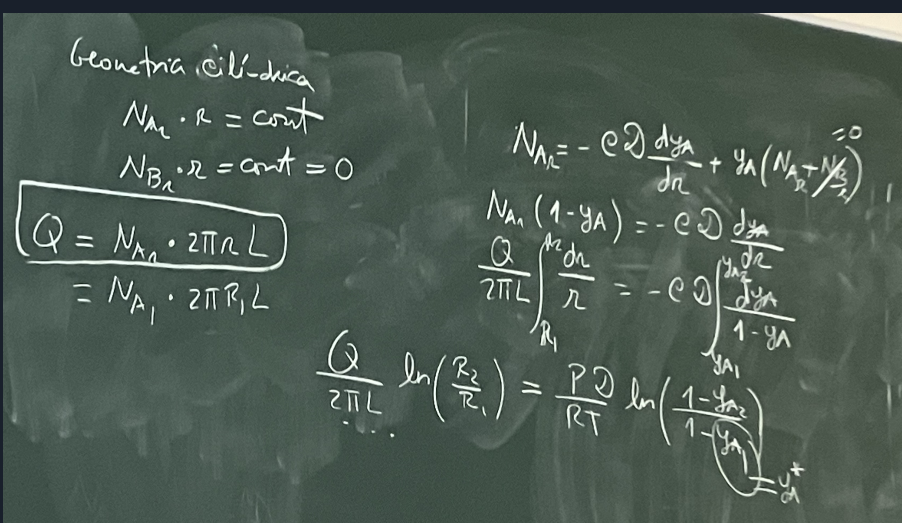
Resposta

$$Q = N_{A,R_1}\,S_{R_1} = \frac{c\,\mathscr{D}_{A,B}}{\Theta\,R_1\,\ln\left(R_2/R_1\right)}\,\ln\frac{1-\Theta\,y_{A,2}}{1-\Theta\,y_{A,1}}\left(2\,\pi\,R_1\,L\right) =$$
$$= \frac{\left(\frac{P}{RT}\right)\,\mathscr{D}_{A,B}\,2\,\pi\,L}{\Theta\,\ln\left(R_2/R_1\right)}\,\ln\frac{1-\Theta\,y_{A,2}}{1-\Theta\,y_{A,1}};$$

$$\Theta = 1 + N_B/N_A = 1 + 0/N_A = 1;$$

$$\therefore Q = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}\,2\,\pi\,L}{R\,T\,\ln\left(R_2/R_1\right)}\,\ln\frac{1-y_{A,2}}{1-y_A^*}$$

Resposta



Maximizar Q   removemos $y_{A,2}$

E2 a)

E se a geometria for esférica

Resposta

$$Q = N_{A,R_1}\, S_{R_1} = \frac{c\,\mathscr{D}_{A,B}}{\Theta\, R_1 (1 - R_1/R_2)} \ln \frac{1 - \Theta\, y_{A,2}}{1 - \Theta\, y_{A,1}} \,(4\,\pi\, R_1^2) =$$
$$= \frac{\left(\frac{P}{RT}\right)\, \mathscr{D}_{A,B}\, 4\,\pi}{R_1^{-1} - R_2^{-1}} \ln \frac{1 - y_{A,2}}{1 - y_A^*};$$

$$\lim_{R_2 \to \infty} Q = \lim_{R_2 \to \infty} \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}\, 4\,\pi}{RT\,(R_1^{-1} - R_2^{-1})} \ln \frac{1 - y_{A,2}}{1 - y_A^*} =$$
$$= \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}\, 4\,\pi}{RT\, \lim_{R_2 \to \infty} (R_1^{-1} - R_2^{-1})} \ln \frac{1 - y_{A,2}}{1 - y_A^*} =$$
$$= \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}\, 4\,\pi}{RT(R_1^{-1})} \ln \frac{1 - y_{A,2}}{1 - y_A^*}$$

Resposta