

PQI – 3303 – Fenômenos dos Transportes III – 2019  
4ª lista de exercícios

1) (32.1 B&M) Uma fina placa quadrada de naftaleno de 0,1" de espessura e 4" de aresta é colocada em contato com uma corrente de ar em escoamento paralelo. O ar está a 32 °F e 1 atm e escoam em regime laminar com velocidade de 50 ft/s . Quanto tempo é necessário para que ¼ da massa de naftaleno sublime? Assuma que ambas as faces da placa se mantêm planas. Despreze a variação de temperatura. Dados do naftaleno: densidade = 1145 kg/m<sup>3</sup>, pressão de vapor= 0,0059 mmHg, Difusividade em ar = 0,199 ft<sup>2</sup>/h e MM = 128 g/mol. Viscosidade do ar = 0,017 cP. Verifique se o transporte de massa é baixo, calculando o valor médio do parâmetro:  $(U_0/U_\infty) Re_x^{1/2}$ . Resposta: 144 h e  $1,2 \cdot 10^{-5}$ .

2) Um filme de líquido B escoam na parede interna de um tubo (diâmetro D e comprimento L), no sentido descendente, em regime laminar. O filme tem espessura  $\delta$  ( $\ll D$ ), viscosidade  $\mu$  e densidade  $\rho$ . Na região interna do tubo tem-se o escoamento de um gás puro A, com solubilidade em B,  $\rho_{Ai}$ . Considere que B é alimentado ao tubo com concentração de A,  $\rho_{A0}$ . Obtenha uma expressão para o fluxo de transferência de A (local e médio) para a fase líquida, devido à difusão. Sabe-se que a fase líquida é diluída, o tempo de contato gás/líquido é baixo, B é pouco volátil e a difusividade de A no líquido é  $D_{AB}$ .

3) Cloro é absorvido em uma coluna de parede molhada de 13 cm de altura e diâmetro interno 2,88 cm. O líquido absorvente é água, que escoam com velocidade média de 17,7 cm/s. Calcule a taxa de absorção do cloro. Estime os tempos de contato e de difusão.  $D_{Cl_2, \text{água}} = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ , solubilidade do Cl<sub>2</sub> em água = 0,823 g Cl<sub>2</sub>/ 100 g água e viscosidade da água 1,11 cP. Considere pressão e temperatura constantes. Resposta: 0,27 gmo/h , 0,49 s e 47 s.

4) Água escoam a 10 cm/s por uma placa plana de ácido benzóico, a 20 °C. A difusividade do ácido benzóico em água é igual a  $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$  e a viscosidade da água 1,0 cP. Calcule a distância para a qual o escoamento deixa de ser laminar. Calcule coeficiente local de transferência de massa nesta posição e o coeficiente médio na região laminar. Calcule as espessuras das camadas limites hidrodinâmica  $\delta$  e da camada limite de transferência de massa  $\delta_M$ , neste ponto, sabendo-se que:  $\delta/\delta_M \cong Sc^{1/3}$ . Qual o significado da relação  $D_{AB}/\delta_M$ ; calcule e compare com o coeficiente local de transferência de massa. Adote  $Re_c = 3 \cdot 10^5$ . Resposta: 300 cm,  $6 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$ ,  $12 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$ , 2,7 cm , 0,27 cm e  $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$  .

5) Considere um secador do tipo bandeja. Ar, a 50 °C e 1 atm, escoam paralelamente a uma bandeja de 2 m x 2 m, com velocidade de 3m/s. A bandeja está cheia com 100 kg de um sólido úmido. A umidade relativa do ar (100 x pressão parcial da água/pressão de vapor) é de 25%. A umidade inicial do material é de 4 g de água/ 10 g de sólido seco. Determine o tempo necessário para que a umidade do sólido caia pela metade. Admitindo-se que o processo ocorra no regime de velocidade de seca constante, na qual a superfície do sólido pode ser considerada saturada em água. Considere, também, que o processo ocorre a 50 °C (trata-se de uma aproximação!). Pressão de vapor d'água = 92 mm Hg (50 °C), viscosidade do ar = 0,02 cP e  $D_{\text{água/ ar}} = 0,3 \text{ cm}^2/\text{s}$ . Resposta: 3,3 h.

