

PQI – 3303 – Fenômenos dos Transportes III – 2019
2ª lista de exercícios

- 1) Uma proveta de 15 cm de altura encerra no fundo um catalisador sólido. A proveta está em um ambiente a 1 atm e 20 °C, ocupado por um gás A. Este gás ao atingir a superfície do catalisador reage instantaneamente ($A \rightarrow 2B$). a) Calcular o fluxo molar de B, que deixa a proveta. Explícite as hipóteses. O processo reativo é de fato instantâneo? Adote $D_{AB} = 0,1 \text{ cm}^2/\text{s}$. b) Equacione o problema considerando-se que ocorra uma reação na superfície do catalisador, com velocidade superficial de 1ª ordem em relação à composição da A na fase gás junto à interface.
Resposta: a) $3,84 \cdot 10^{-7} \text{ gmol}/(\text{cm}^2/\text{s})$.
- 2) (30.4 B&M) Calcule a velocidade de sublimação de uma esfera de naftaleno de 1 cm de diâmetro a 15 °C. Assuma que a variação de diâmetro é inicialmente imperceptível. A esfera está envolvida por uma massa de ar infinita e estagnada a 15 °C e 1 atm. Expresse o resultado em % de massa sublimada por dia. Explícite claramente as hipóteses. Propriedades do naftaleno, a 15 °C: densidade = 1152 kg/m³, pressão de vapor = 4,84 Pa e difusividade em ar = $5,65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
Resposta: 1,3 %.
- 3) (30.13 B&M) Uma experiência de Stefan modificada deve ser empregada para determinação da difusividade de A em B. A difusão ocorre em um tubo fechado com uma pequena camada de catalisador no fundo que promove uma reação de equilíbrio, $A \leftrightarrow 2B$, com constante de "equilíbrio" K_x . O outro extremo do tubo está exposto a um ambiente contendo A. Obtenha a equação que permita o cálculo da difusividade a partir de medidas do fluxo de A. Assuma pressão e temperatura constantes e especifique os demais parâmetros necessários.
- 4) Considere o fluxo difusivo proporcional ao gradiente de potencial químico, conforme equação: $\tilde{I}_A = L_{AB}(d\mu_A/dz)$. A partir da "lei" de Fick, obtenha uma relação entre D_{AB} e o coeficiente fenomenológico L_{AB} . O potencial químico pode ser expresso por, $\mu_A = RT \ln(\gamma_A \tilde{x}_A)$, onde γ_A é o coeficiente de atividade.
- 5) Uma gota de água de 50 µm de diâmetro, com temperatura de 315 K, é inserida numa corrente de ar a 315 K, 105 kPa, e umidade relativa de 50%. Estime o tempo necessário para a evaporação da gota. Considere sistema isotérmico e diluído. Explícite as demais hipóteses. Propriedades da água, 315 K: $P_{\text{vapor}} = 8,1 \text{ kPa}$ e difusividade em ar = $1,97 \cdot 10^{-5} \cdot (P_0/P) \cdot (T/T_0)^{1,685} \text{ m}^2/\text{s}$, $T_0 = 256 \text{ K}$ e $P_0 = 1 \text{ atm}$. Sabe-se que a temperatura da gota durante a evaporação diminui, podendo atingir a temperatura de bulbo úmido, T_{bu} . Resolva o problema, admitindo-se que a temperatura da gota seja $T_{bu} = 305 \text{ K}$ ($P_{\text{vapor}} = 4,7 \text{ kPa}$). *Resposta: 0,42 s e 3,0 s.*
- 6) (30.17 B&M) Dois bulbos de grande capacidade são conectados por um capilar de 2 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento. Um dos bulbos é inicialmente cheio com H_2 , puro, e o outro com N_2 , também, puro, ambos a 294 K e 1 atm. $D_{N_2, H_2} = 0,763 \text{ cm}^2/\text{s}$. Calcule o fluxo mássico e o sentido do mesmo logo no início do processo difusivo.
Resposta: $27 \cdot 10^{-5} \text{ kg}/(\text{m}^2/\text{s})$, do N_2 para o H_2 .
- 7) (30.19 B&M) Inicialmente tem-se cloro gás, puro, em um bulbo de 100 mL, que está conectado a um capilar de 2 mm de diâmetro e 10 cm de comprimento aberto para a atmosfera. O sistema é mantido a 20 °C e 1 atm. Qual o tempo necessário para que a fração molar de Cl_2 atinja 0,05 no bulbo? $D_{\text{ar}, Cl_2} = 0,124 \text{ cm}^2/\text{s}$. Explícite as hipóteses necessárias para a resolução. *Resposta: 214 horas.*
- 8) (Deen - 2-10) Oxigênio é consumido em tecidos do corpo, ou por células in vitro, com uma taxa, geralmente, independente da concentração de O_2 . Como modelo para a região do tecido ou agregado de células, considere a difusão de O_2 em regime permanente em uma esfera de raio r_0 , com velocidade de ordem zero para o consumo de O_2 . Admita que a concentração de O_2 , na superfície externa ($r = r_0$) é mantida constante (C_0). Se r_0 e a velocidade de consumo de O_2 forem suficientemente altas, o O_2 não atingirá o núcleo central, definido por $r < r_c$. No núcleo central a consideração de reação de ordem zero não é mais válida, devido à ausência do mesmo. Tal situação ocorre em certos tumores sólidos, que com o crescimento do mesmo, as células do núcleo morrem devido à ausência de O_2 . a) Determine o perfil de concentração de O_2 (CO_2). b) Obtenha uma expressão de r_c para a existência de uma região do núcleo central sem oxigênio.
$$C_A = C_0 - \frac{k}{6D_{AB}} r_0^2 \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2} \right) \quad r_c^2 = r_0^2 - \frac{6D_{AB}C_0}{k}$$
- 9) (Truskey 2004- adaptado) Um remédio é composto de um polímero na forma de uma esfera porosa (raio $R_0 = 0,25 \text{ cm}$) contendo um fármaco dissolvido. O fármaco difunde-se para o meio líquido externo e assume-se que a sua concentração na superfície externa do polímero é constante $C_F = 10^{-7} \text{ mol}/\text{cm}^3$, e na fase líquida em equilíbrio, $C_{FS} = 10^{-6} \text{ mol}/\text{cm}^3$. A difusividade do fármaco na fase líquida é $D_F = 2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$. Na condição de regime permanente, determine a taxa de transferência de fármaco (mol/s). *Resposta: $2,88 \cdot 10^{-5} \text{ mmol}/\text{h}$.*
- 10) (Truskey 2004- adaptado) No exercício anterior desconsiderou-se o processo de erosão do polímero (dissolução), pois se admitiu a hipótese de que o processo de erosão é muito lento quando comparado à difusão do fármaco no meio externo. Para verificação desta hipótese pretende-se equacionar e calcular a velocidade de dissolução do polímero. A concentração de polímero na forma de esfera porosa é $C_P = 10^{-8} \text{ mol}/\text{cm}^3$, a solubilidade na fase líquida $C_{PS} = 10^{-10} \text{ mol}/\text{cm}^3$ e a difusividade do polímero dissolvido na fase líquida é $D_P = 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$. Obtenha uma expressão para a taxa de dissolução do polímero (mol/s). Estime o tempo para a dissolução completa, sabendo-se que o raio inicial é $R_0 = 0,25 \text{ cm}$. Comente a hipótese de que o processo de erosão é muito lento. *Resposta: $3,6 \cdot 10^5 \text{ dia}$.*