

Ex. 14.28- O dióxido de carbono se difunde através de uma lâmina de polietileno de alta densidade (HDPE) com 50 mm de espessura a uma taxa de $2,2 \times 10^{-8} \text{ (cm}^3 \text{ CNTP)/cm}^2\text{-s}$ a 325K. As pressões de dióxido de carbono nas duas faces são de 4000 kPa e 2500 kPa, mantidas constantes. Assumindo condição de regime estacionário, qual é o coeficiente de permeabilidade a 325 K.

$$J = -P_M \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

$$P_M = \frac{-J \Delta x}{P_2 - P_1}$$

$$P_M = \frac{-\left[2,2 \times 10^{-8} \left(\frac{\text{cm}^3 \text{CNPT}}{\text{cm}^2 \text{ s}} \right) \right] 5 \text{cm}}{2500000 \text{Pa} - 4000000 \text{Pa}} = 0,73 \times 10^{-13} \frac{(\text{cm}^3 \text{CNPT})(\text{cm})}{\text{cm}^2 \text{ s Pa}}$$

Cálculos do Fluxo Difusivo do Dióxido de Carbono Através de um Vasilhame de Plástico para Bebidas e da Vida Útil da Bebida

As garrafas plásticas transparentes usadas para as bebidas carbonatadas (algumas vezes também chamadas de “refrigerante” ou “refri”) são feitas de poli(etileno tereftalato) (PET). O barulho de gás que se ouve ao abrir a garrafa é devido ao dióxido de carbono dissolvido (CO_2); e, uma vez que o PET é permeável ao CO_2 , os refrigerantes armazenados em garrafas PET irão eventualmente ficar “chocos” (i.e., perderão o seu gás). Uma garrafa de 20 oz. (591 ml) de refrigerante possui uma pressão de CO_2 de aproximadamente 400 kPa dentro da garrafa, enquanto a pressão de CO_2 no lado de fora da garrafa é de 0,4 kPa.

(a) Supondo condições de regime estacionário, calcule o fluxo difusivo de CO_2 através da parede da garrafa.

(b) Se a garrafa tiver que perder 750 (cm^3 CNTP) de CO_2 antes que o refrigerante fique “choco”, qual é o tempo de vida útil para uma garrafa de refrigerante?

Nota: Admita que cada garrafa tenha uma área superficial de 500 cm^2 e uma espessura da parede de 0,05 cm.

(a)

$$J = -P_M \frac{\Delta P}{\Delta x} = -P_M \frac{P_2 - P_1}{\Delta x}$$

$$= -0,23 \times 10^{-13} \frac{(\text{cm}^3 \text{ CNTP})(\text{cm})}{(\text{cm}^2)(\text{s})(\text{Pa})} \frac{(400 \text{ Pa} - 400.000 \text{ Pa})}{0,05 \text{ cm}}$$

$$= 1,8 \times 10^{-7} (\text{cm}^3 \text{ CNTP})/(\text{cm}^2\text{-s})$$

(b) A vazão de CO_2 através da parede da garrafa, $\dot{V}_{\text{CO}_2}$, é igual a

$$\dot{V}_{\text{CO}_2} = JA$$

onde A é a área superficial da garrafa (i.e., 500 cm^2); portanto,

$$\dot{V}_{\text{CO}_2} = [1,8 \times 10^{-7} (\text{cm}^3 \text{ CNTP})/(\text{cm}^2\text{-s})](500 \text{ cm}^2) = 9,0 \times 10^{-5} (\text{cm}^3 \text{ CNTP})/\text{s}$$

O tempo que levará para que um volume (V) de $750 (\text{cm}^3 \text{ CNTP})$ escape é calculado como

$$\begin{aligned} \text{tempo} &= \frac{V}{\dot{V}_{\text{CO}_2}} = \frac{750 (\text{cm}^3 \text{ CNTP})}{9,0 \times 10^{-5} (\text{cm}^3 \text{ CNTP})/\text{s}} = 8,3 \times 10^6 \text{ s} \\ &= 97 \text{ dias (ou aproximadamente 3 meses)} \end{aligned}$$

Ex. 14.25 A massa específica e a porcentagem de cristalinidade para dois materiais Feitos a partir de poli(etileno tereftalato) são os seguintes:

ρ (g/cm ³)	Cristalinidade (%)
1,408	74,3
1,343	31,2

$$C = \frac{\% \text{Cristalinidade}}{100} = \frac{\rho_C (\rho_s - \rho_a)}{\rho_s (\rho_C - \rho_a)}$$

$$\rho_C (C \rho_s - \rho_s) + \rho_C \rho_a - C \rho_s \rho_a = 0$$

$$\rho_{s1}=1,408 \text{ g/cm}^3, \rho_{s2}=1,343 \text{ g/cm}^3, C_1=0,743 \text{ e } C_2=0,312$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_C (C_1 \rho_{s1} - \rho_{s1}) + \rho_C \rho_a - C_1 \rho_{s1} \rho_a = 0 \\ \rho_C (C_2 \rho_{s2} - \rho_{s2}) + \rho_C \rho_a - C_2 \rho_{s2} \rho_a = 0 \end{array} \right.$$

$$\rho_{s1}=1,408 \text{ g/cm}^3, \rho_{s2}=1,343 \text{ g/cm}^3, C_1=0,743 \text{ e } C_2=0,312$$

$$\rho_C = \frac{\rho_{s1}\rho_{s2}(C_2 - C_1)}{\rho_{s2}(C_2 - 1) - \rho_{s1}(C_1 - 1)}$$

$$\rho_C = \frac{1,408 \times 1,343 (0,312 - 0,743)}{1,343 (0,312 - 1,0) - 1,408 (0,743 - 1,0)} = 1,450 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_a = \frac{\rho_{s1}\rho_{s2}(C_1 - C_2)}{C_1\rho_{s1} - C_2\rho_{s2}}$$

$$\rho_a = \frac{1,408 \times 1,343 \times (0,743 - 0,312)}{(0,743 \times 1,408) - [0,312 \times 1,343]} = 1,300 \text{ g/cm}^3$$

Ex. 15.37 (a) Quanto etileno glicol deve ser adicionado a 20,0 kg de ácido tereftálico para produzir uma cadeia linear de poli(etileno tereftalato) de acordo com a Equação 15.9?
(b) Qual é a massa do polímero resultante?

$$A(\text{etileno glicol}) = 2A_C + 6A_H + 2A_O$$

$$= 2(12,01) + 6(1,008) + 2(16,00) = 62,07 \text{ g}$$

$$A(\text{ácido tereftálico}) = 8A_C + 6A_H + 4A_O$$

$$= 8(12,01) + 6(1,008) + 4(16,00) = 166,13 \text{ g}$$

20 kg de etileno glicol tem $20000/166.13 = 120.39$ mols

(a) De acordo com Equação 15.9, cada mol de ácido tereftálico requer 1 mol de etileno glicol, que é equivalente a : $120,39 \times 62,07 = 7473 \text{ g} = 7,473 \text{ kg}$

Massa da água produzida: $120,39 \times 18,02 = 2169 \text{ g} = 2,169 \text{ kg}$.

(b) A massa de poli(etileno tereftalato) é a massa dos dois materiais reagente menos a massa de água liberada, ou:

$$M = 20,0 + 7,473 - 2,169 = 25,304 \text{ kg}$$