FT II – Exercicios: Difusão em estado pseudo-estacionário

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

15 de abril de 2024

Conteúdo

Questão 1

Uma camada de água com $1\,\mathrm{mm}$ de espessura é mantida a $20\,^{\circ}\mathrm{C}$ em contacto com o ar seco a $1\,\mathrm{atm}$. Admitindo que a evaporação se dá por difusão molecular através de uma camada de ar estagnado com $5\,\mathrm{mm}$ de espessura, calcule o tempo necessário para que a água evapore completamente. O coeficiente de difusão de água no ar é $0.26\,\mathrm{cm^2\,s^{-1}}$ e a pressão de vapor da água a $20\,^{\circ}\mathrm{C}$ é $0.0234\,\mathrm{atm}$.

Questão 2

Calcule o tempo necessário para sublimar completamente uma esfera de naftleno ($C_{10}H_8$) cujo diâmetro inicial é 1 cm. A esfera está colocada numa quantidade "infinita" de ar a 318 K.

$$p_{*\,(\text{naftaleno})} = \mathbf{0.106}\,\text{atm} \qquad \rho_{(\text{naftaleno})} = \mathbf{1140}\,\text{kg/m}^3$$
$$\mathscr{D}_{\text{Naft,Ar}} = \mathbf{6.9 * 10^{-7}}\,\text{m}^2/\text{s}$$

Resposta

$$\text{C. Fronteira} \begin{cases} r = r_0 & y_A = y_{A,*} \\ r = \infty & y_A = 0 \end{cases}$$

$$Q_A = -C_{A,L}\,\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t} = N_{A,r}\,S_r = N_{A,r}\,4\,\pi\,r^2 \implies$$
$$\implies -C_{A,L}\,\mathrm{d}V = -C_{A,L}\,\mathrm{d}\pi\,r^3\,4/3 = -C_{A,L}\,\pi\,(4/3)\,3\,r^2\,\mathrm{d}r = -C_{A,L}\,\pi\,4\,r$$
$$= N_{A,r}\,4\,\pi\,r^2\,\mathrm{d}t \implies$$
$$\implies -C_{A,L}\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t} = N_{A,r};$$

$$N_{A,r} = y_A(N_{A,r} + N_{B,r}) - \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\frac{\mathrm{d}y_A}{\mathrm{d}r} = y_A\,N_{A,R} - \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\frac{\mathrm{d}y_A}{\mathrm{d}r} \implies$$
$$\implies N_{A,r}\,\mathrm{d}r = -\frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\frac{\mathrm{d}y_A}{1-y_A} \implies$$
$$\implies \int_{r_0}^{\infty} N_{A,r}\,\mathrm{d}r = \int_{r_0}^{\infty}\frac{N_{A,r_0}\,S_0}{S_r}\,\mathrm{d}r = N_{A,r_0}\int_{r_0}^{\infty}\frac{4\,\pi\,r_0^2}{4\,\pi\,r^2}\,\mathrm{d}r = N_{A,r_0}\,r_0^2\int_{r}$$
$$= N_{A,r_0}\,r_0^2\,\Delta(-r^{-1})\Big|_{r_0}^{\infty} = N_{A,r_0}\,r_0^2\left(r_0^{-1} - 0\right) = N_{A,r_0}\,r_0 =$$

$$= \int_{y_{A,*}}^{0} -\frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\frac{\mathrm{d}y_A}{1-y_A} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\int_{y_{A,*}}^{0}\frac{\mathrm{d}(1-y_A)}{1-y_A} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\,\Delta\ln(1-y_A$$
$$= \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT}\,\ln(1-y_{A,*})^{-1} \implies$$
$$\implies N_{A,r_0} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT\,r_0}\,\ln(1-y_{A,*})^{-1} \implies$$

$$\implies -C_{A,L}\frac{\mathrm{d}r_0}{\mathrm{d}t} = \frac{P\,\mathscr{D}_{A,B}}{RT\,r_0}\,\ln(1-y_{A,*})^{-1}$$