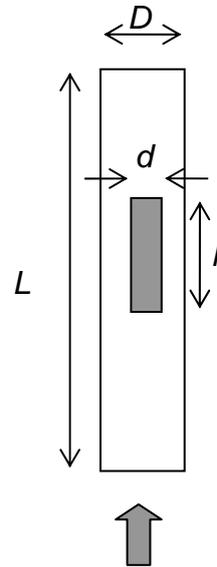


Principi di Ingegneria Chimica
Anno Accademico 2010-2011

Cognome	Nome	Matricola	Firma

Problema 1. In una tubazione verticale liscia di diametro D e lunga L fluisce verso l'alto un fluido di viscosità μ e densità ρ . La differenza di pressione tra i due estremi della tubazione è ΔP . In un certo punto del tubo c'è un ostacolo di forma cilindrica, disposto con l'asse parallelo all'asse del tubo, di diametro d e di lunghezza l . Determinare il valore della portata di fluido, trascurando le sole perdite di carico distribuite.

Dati. $D = 5$ cm, $L = 1$ m, $\Delta P = 10000$ Pa, $\mu = 0.002$ Pa·s, $\rho = 900$ kg/m³, $d = 3$ cm, $l = 5$ cm.



Problema 2. Una sferetta di raggio R e una lastrina quadrata di lato L e di volume uguale alla sferetta sono entrambe fatte di un polimero, e sono inizialmente cariche di un composto organico A a concentrazione C_{A0} . La diffusività del composto organico nel polimero è D_{AP} , mentre la diffusività del composto organico nell'aria è D_{AB} . La relazione d'equilibrio tra la concentrazione di A nel polimero e nell'aria è $C_A^{\text{POL}} = KC_A^{\text{ARIA}}$. Sapendo che il tutto l'ambiente è isoterma alla temperatura T e che l'aria è pura, calcolare la concentrazione del composto organico A al centro della sfera e sul piano mediano della lastrina dopo un tempo t , se la sfera e la lastra sono entrambe investite da un getto d'aria alla velocità v .

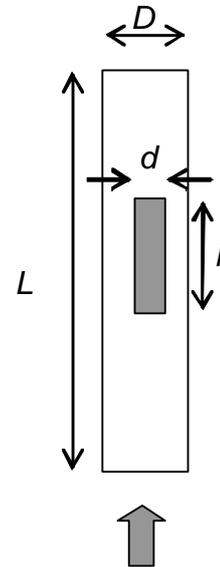
Dati. $R = 1$ cm, $L = 2$ cm, $C_{A0} = 3$ mol/m³, $K = 1$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t = 60$ min, $v = 2$ m/s, $D_{AP} = 10^{-8}$ m²/s, $D_{AB} = 10^{-8}$ m²/s.



Problema 1. In una tubazione verticale liscia di diametro D e lunga L fluisce verso l'alto un fluido di viscosità μ e densità ρ . La differenza di pressione tra i due estremi della tubazione è ΔP . In un certo punto del tubo c'è un ostacolo di forma cilindrica, disposto con l'asse parallelo all'asse del tubo, di diametro d e di lunghezza l .

Determinare il valore della portata di fluido, trascurando le sole perdite di carico distribuite.

Dati. $D = 5 \text{ cm}$, $L = 1 \text{ m}$, $\Delta P = 12000 \text{ Pa}$, $\mu = 0.002 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, $d = 1 \text{ cm}$, $l = 5 \text{ cm}$.



$$\Delta P := 10000 \cdot \text{Pa} \quad D := 5 \cdot \text{cm} \quad L := 1 \cdot \text{m} \quad \mu := 0.002 \cdot \text{Pa}\cdot\text{s} \quad \rho := 900 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad d := 3 \cdot \text{cm} \quad l := 5 \cdot \text{cm}$$

$$S_1 := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 19.635 \cdot \text{cm}^2 \quad S_2 := \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) = 12.566 \cdot \text{cm}^2$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 0.64$$

$$e_{v1} := 0.45 \cdot \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right) = 0.162 \quad e_{v2} := \left(\frac{1}{\frac{S_2}{S_1}} - 1\right)^2 \cdot \frac{D^2 - d^2}{D^2} = 0.202$$

$$v_t := 1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Given} \quad \frac{\Delta P}{\rho} + g \cdot (-L) = \frac{v_t^2}{2} \cdot (e_{v1} + e_{v2}) \quad v_{tt} := \text{Minerr}(v_t) = 2.675 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Problema 2. Una sferetta di raggio R e una lastrina quadrata di lato L e di volume uguale alla sferetta sono entrambe fatte di un polimero, e sono inizialmente cariche di un composto organico A a concentrazione C_{A0} . La diffusività del composto organico nel polimero è D_{AP} , mentre la diffusività del composto organico nell'aria è D_{AB} . La relazione d'equilibrio tra la concentrazione di A nel polimero e nell'aria è $C_A^{POL} = K C_A^{ARIA}$. Sapendo che il tutto l'ambiente è isoterma alla temperatura T e che l'aria è pura, calcolare la concentrazione del composto organico A al centro della sfera e sul piano mediano della lastrina dopo un tempo t , se la sfera e la lastra sono entrambe investite da un getto d'aria alla velocità v .

Dati. $R = 1$ cm, $L = 2$ cm, $C_{A0} = 3$ mol/m³, $K = 1$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t = 60$ min, $v = 2$ m/s, $D_{AP} = 10^{-8}$ m²/s, $D_{AB} = 10^{-8}$ m²/s.

$$\begin{array}{llllllll} \underline{R} := 1 \cdot \text{cm} & \underline{L} := 2 \cdot \text{cm} & C_{A0} := 3 \cdot \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} & \underline{K} := 1 & \underline{T} := 25^\circ\text{C} & t := 60 \cdot \text{min} & v := 2 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} & \underline{D} := 2 \cdot R \end{array}$$

$$V_s := \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 = 4.189 \cdot \text{cm}^3 \quad \text{sp} := \frac{V_s}{L^2} = 1.047 \cdot \text{cm} \quad D_{AP} := 10^{-8} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad D_{AB} := 10^{-8} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Coefficiente di scambio di materia in aria per la sfera

$$N_{Re} := \frac{v \cdot D}{\nu_{A(T)}} = 2.576 \times 10^3 \quad N_{Sc} := \frac{\nu_{A(T)}}{D_{AB}} = 1.553 \times 10^3$$

eq. 13.3-1 p. 417

$$N_{Sh} := 2 + 0.6 \cdot N_{Re}^{0.5} \cdot N_{Sc}^{0.33} = 346.095$$

$$k_{c.sfera} := \frac{D_{AB}}{D} \cdot N_{Sh} = 1.73 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Coefficiente di scambio di materia in aria per la lastra

$$N_{Re.L} := \frac{v \cdot L}{\nu_{A(T)}} = 2.576 \times 10^3 \quad N_{Sc} := \frac{\nu_{A(T)}}{D_{AB}} = 1.553 \times 10^3$$

Per questo valore di Re, il moto è laminare
Eq. 13.3-4 p. 419 (loc) x 2 = (media)

$$j_H := 1 \cdot 0.332 \cdot N_{Re.L}^{-0.5} = 6.542 \times 10^{-3}$$

$$N_{Sh} := j_H \cdot N_{Re.L} \cdot N_{Sc}^{0.33} = 190.399$$

$$k_{c.lastra} := \frac{D_{AB}}{L} \cdot N_{Sh} = 9.52 \times 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Biot}_{sfera} := \frac{k_{c.sfera} \cdot (2 \cdot R)}{D_{AP}} = 346.095$$

$$\text{Biot}_{lastra} := \frac{k_{c.lastra} \cdot \frac{\text{sp}}{2}}{D_{AP}} = 49.846$$

Parametri distribuiti

$$X_{sfera} := \frac{D_{AP} \cdot t}{R^2} = 0.36$$

$$m_{sfera} := \frac{D_{AP}}{k_{c.sfera} \cdot R} = 5.779 \times 10^{-3}$$

$$n_{sfera} := 0$$

dal grafico $Y := 0.04$

$$\underline{C} := C_{A0} \cdot Y = 0.12 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

$$X_{lastra} := \frac{D_{AP} \cdot t}{(0.5 \cdot \text{sp})^2} = 1.313$$

$$m_{lastra} := \frac{D_{AP}}{k_{c.lastra} \cdot \frac{\text{sp}}{2}} = 0.02$$

$$n_{lastra} := 0$$

dal grafico $\underline{Y} := 0.05$

$$\underline{C} := C_{A0} \cdot Y = 0.15 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$