

Niveau : L3GP

Durée : 01H30

Exercice 1 :

1. Donnez la différence entre le transfert de matière par diffusion moléculaire et le transfert de matière par convection.
2. La loi de Fick est présentée par l'équation suivante :

$$\vec{N}_A = (\vec{N}_A + \vec{N}_B) \cdot x_A - C_T D_{AB} \vec{\text{grad}}(x_A)$$

- Démontrez cette équation d'après la formule de la vitesse molaire moyenne :

$$\vec{J}_A^* = C_A (\vec{V}_A - \vec{V}^*)$$

- Discutez les cas suivants :

$$N_A = -N_B$$

$$N_B = 0$$

$$N_A \neq N_B$$

Exercice 2 :

On considère un transfert de matière, en régime unidirectionnel, pour un mélange gazeux formé de dioxyde de Carbone (A) et de l'air (B) à la température 20°C et à la pression atmosphérique. Sachant que :

$$x_A = 0,5 ; u_A = 0,1 \text{ m/s} ; u_B = -0,01 \text{ m/s}$$

Calculez :

1. La masse molaire moyenne du mélange (M_{moy}) ;
2. Les concentrations massiques de A (w_A) et du mélange (w) ;
3. La concentration molaire de B (C_B) ;
4. Les vitesses de diffusion massique de A ($u_A - u$) et molaire de B ($u_B - u^*$) ;
5. La densité de flux molaire de transport de A (Φ_A^*) ;
6. La densité de flux massique de diffusion de B (j_B).

Données : $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mole}$; $M(\text{Air}) = 29 \text{ g/mole}$

« Les jours se suivent et ne se ressemblent pas »

Pr H.Madani

Corrigé type de Transfert de Matière :

Exercice 01 : (09pts)

2) La loi de Fick :

$$\vec{N}_A = (\vec{N}_A + \vec{N}_B) X_A - C_T \cdot D_{AB} \text{grad}(x_A)$$

$$\vec{J}_A^* = C_A (\vec{V}_A - \vec{V}^*)$$

où : $\vec{V}^* = \frac{\sum_{i=A}^N C_i \vec{V}_i}{\sum_{i=1}^N C_i} = \frac{C_A \vec{V}_A + C_B \vec{V}_B}{C_A + C_B}$ (1)

$$\vec{J}_A^* = C_A \left[\vec{V}_A - \frac{(C_A \vec{V}_A + C_B \vec{V}_B)}{C_A + C_B} \right]$$
 (1)

$$= C_A \vec{V}_A - \frac{C_A}{C_A + C_B} (C_A \vec{V}_A + C_B \vec{V}_B)$$
 (1)

3) D'autre part, on a :

$$N_A = C_A V_A$$

$$N_B = C_B V_B$$

$$C_T X_A = \frac{C_A}{C_A + C_B}$$
 (1)

$$\vec{J}_A^* = \vec{N}_A - X_A (\vec{N}_A + \vec{N}_B)$$
 (1)

$$= -C_T \cdot D_{AB} \text{grad}(x_A)$$
 (2)

(1) = (2)

$$\Rightarrow \vec{N}_A - X_A (\vec{N}_A + \vec{N}_B) = -C_T \cdot D_{AB} \text{grad}(x_A)$$

$$\Rightarrow \vec{N}_A = (\vec{N}_A + \vec{N}_B) X_A - C_T \cdot D_{AB} \text{grad}(x_A)$$
 (1)

(1)

- Si $N_A = -N_B \Rightarrow$ Contre diffusion équimolaire; ①
- Si $w_B = 0 \Rightarrow$ milieu stagnant; ①
- Si $N_A \neq N_B \Rightarrow$ Cas général. ①

- ① Différence entre TDM par diffusion moléculaire et le transfert de matière par convection:
- le T.D.M par diffusion provient d'une différence de concentrations entre 2 régions (gradient et concentrations); ①
 - le T.D.M par convection résultant du mouvement de fluide. ①

Nom et Prénom :

Interrogation Ecrite

On considère un transfert de matière, en régime unidirectionnel, pour un mélange gazeux formé de dioxyde de Carbone (A) et de l'air (B) à la température 20°C et à la pression atmosphérique. Sachant que :

$$x_A = 0,5 ; u_A = 0,1 \text{ m/s} ; u_B = -0,01 \text{ m/s}$$

Calculer :

1. La masse molaire moyenne du mélange ;
2. Les concentrations massiques de A et du mélange ;
3. La concentration massique de B ; (molaire)
4. Les vitesses de diffusion massique de A et molaire de B ;
5. La densité de flux molaire de transport de A ;
6. La densité de flux massique de diffusion de B.

128

① $\pi_{moy} = \sum H_i x_i = \pi_A x_A + \pi_B x_B$ / A: CO₂ B: Air

$$\pi_{moy} = 44 \times 0,5 + 29 \times 0,5 = 22 + 14,5 = 36,5 \text{ g/mole} \quad \textcircled{1}$$

② $\bar{c}_A = \frac{m_A}{V} = \frac{\pi_A V_A}{V} = \frac{\pi_A y_A V}{V} = \frac{p}{RT} \pi_A y_A$

Pen Pascal $\rightarrow 1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $\textcircled{03}$

et $R = 8,314 \text{ J/mole K}$

$$\bar{c}_A = \frac{1,01325 \cdot 10^5 \times 44 \times 0,5}{8,314 \times 293,15} = 9,14,62 \text{ g/m}^3 \quad \textcircled{1}$$

$$\bar{c} = \rho = \bar{c}_A + \bar{c}_B = \frac{p}{RT} \sum H_i y_i = \frac{p}{RT} \pi_{moy}$$

$$\bar{c} = \frac{1,01325 \cdot 10^5}{8,314 \times 293,15} \times 36,5 = 1517,43 \text{ g/m}^3 \quad \textcircled{1}$$

③ $\bar{c}_B = \frac{m_B}{V} = \frac{y_B V}{V} = \frac{y_B p}{RT} = \frac{0,5 \times 1,01325 \cdot 10^5}{8,314 \times 293,15}$

$$\bar{c}_B = 20,79 \text{ g/mole/m}^3 \quad \textcircled{1}$$

Autre méthode: $C_B = \frac{\bar{C}_B}{V} = \frac{C - C_A}{V}$

$$C_B = \frac{15,17,43}{29} - \frac{9,14,62}{29} = 20,79 \text{ mole/m}^3$$

④ $u_A - u = u_A - \frac{\sum n_i y_i u_i}{\sum n_i y_i} = u_A - \frac{\sum n_i y_i u_i}{n_{\text{moy}}}$

$$= 0,1 - \frac{44 \times 0,5 \times 0,1 + 29 \times 0,5 \times (-0,01)}{36,5} = 0,104 \text{ m/s}$$

$$u_B - u^* = u_B - \sum y_i u_i = (-0,01) - [0,5 \times 0,1 + 0,5 \times (-0,01)]$$

$$= -0,055 \text{ m/s}$$

⑤ $\phi_A^* = C_A u_A = \frac{y_A P}{RT} u_A = \frac{0,5 \times 101325 \times 0,1}{8,314 \times 293,15} = 2,08$

$$\phi_A^* = 2,08 \text{ mole/m}^2 \cdot \text{s}$$

⑥ $j_B = \bar{C}_B (u_B - u) = n_B C_B (u_B - \frac{\sum n_i y_i u_i}{n})$

$$= 29 \times 20,79 \left[(-0,01) - \frac{44 \times 0,5 \times 0,1 + 29 \times 0,5 \times (-0,01)}{36,5} \right]$$

$$\approx -39,97 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}$$

le 09/01/2022

Pr. H. MADANI

Hakim