Exercice n°1

Si ρ_α est la masse volumique de l'espèce α , la masse volumique totale du mélange sera

$$\rho = \sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} \rho_\alpha$$

où N est le nombre total des espèces constituant le mélange. A partir de cette définition, nous pouvons définir les grandeurs suivantes :

1) La fraction massique de l'espèce α

$$\omega_\alpha = \frac{\rho_\alpha}{\rho}$$

2) La concentration molaire de l'espèce α

$$c_\alpha = \frac{\rho_\alpha}{M_\alpha}$$

où M_α est la masse molaire de l'espèce α .

3) La fraction molaire de l'espèce α

$$x_\alpha = \frac{c_\alpha}{c}$$

avec ces définitions, montrer les relations suivantes :

a) $\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} x_\alpha = 1$

b) $\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} x_\alpha M_\alpha = M$

c) $x_\alpha = \dfrac{\dfrac{\omega_\alpha}{M_\alpha}}{\sum_{\beta=1}^{\beta=N} \dfrac{\omega_\beta}{M_\beta}}$

d) $\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} \omega_\alpha = 1$

e) $x_\alpha = \omega_\alpha \dfrac{M}{M_\alpha}$

f) $\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} \dfrac{\omega_\alpha}{M_\alpha} = \dfrac{1}{M}$

g) $\omega_\alpha = \dfrac{x_\alpha M_\alpha}{\sum_{\beta=1}^{\beta=N} x_\beta M_\beta}$

Exercice n°2

Pour un mélange binaire, nous avons pour l'espèce A

$$x_A = \frac{\dfrac{\omega_A}{M_A}}{\dfrac{\omega_A}{M_A} + \dfrac{\omega_B}{M_B}}$$

montrer que

$$\vec{\nabla} x_A = \frac{\dfrac{\vec{\nabla}\omega_A}{M_A M_B}}{\left(\dfrac{\omega_A}{M_A} + \dfrac{\omega_B}{M_B}\right)^2}$$

et pour l'espèce B

$$\vec{\nabla} x_B = \frac{\dfrac{\vec{\nabla}\omega_B}{M_A M_B}}{\left(\dfrac{\omega_A}{M_A} + \dfrac{\omega_B}{M_B}\right)^2}$$

Pour un mélange binaire, pour l'espèce A, nous avons la relation

$$\omega_A = \frac{x_A M_A}{x_A M_A + x_B M_B}$$

montrer que

$$\vec{\nabla}\omega_A = \frac{M_A M_B \vec{\nabla} x_A}{\left(x_A M_A + x_B M_B\right)^2}$$

et déduire pour l'espèce B la relation

$$\vec{\nabla}\omega_B = \frac{M_A M_B \vec{\nabla} x_B}{\left(x_A M_A + x_B M_B\right)^2}$$

Exercice n°3

Pour un mélange binaire constitué par deux espèces A et B, les flux massiques j_{Ay} et j_{By} des espèces A et B sont définis par

$$\vec{j}_A = \rho\omega_A\left(\vec{V}_A - \vec{V}\right)$$

$$\vec{j}_B = \rho\omega_B\left(\vec{V}_B - \vec{V}\right)$$

où $\vec{V} = \omega_A\vec{V}_A + \omega_B\vec{V}_B$ est la vitesse massique moyenne. Montrer que

a) $\vec{j}_A + \vec{j}_B = \vec{0}$
b) $D_{AB} = D_{BA}$

Exercice n°4

Si $\vec{V}_\alpha$, $\vec{V}$ et $\vec{V}^*$ sont respectivement les vitesses de l'espèce α par rapport à un système de coordonnées stationnaire, la vitesse massique moyenne et la vitesse molaire moyenne, le flux massique de l'espèce α est donné par l'une des formules

$$\vec{n}_\alpha = \rho_\alpha\vec{V}_\alpha$$

$$\vec{j}_\alpha = \rho_\alpha\left(\vec{V}_\alpha - \vec{V}\right)$$

$$\vec{j}^*_\alpha = \rho_\alpha\left(\vec{V}_\alpha - \vec{V}^*\right)$$

quant au flux molaire de l'espèce α, il est donné par l'une des formules

$$\vec{N}_\alpha = c_\alpha\vec{V}_\alpha$$

$$\vec{J}_\alpha = c_\alpha\left(\vec{V}_\alpha - \vec{V}\right)$$

$$\vec{J}^*_\alpha = c_\alpha\left(\vec{V}_\alpha - \vec{V}^*\right)$$

Montrer que :

a)

$$\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N}\vec{n}_\alpha = \rho\vec{V}$$

b)

$$\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N}\vec{N}_\alpha = c\vec{V}^*$$

c)

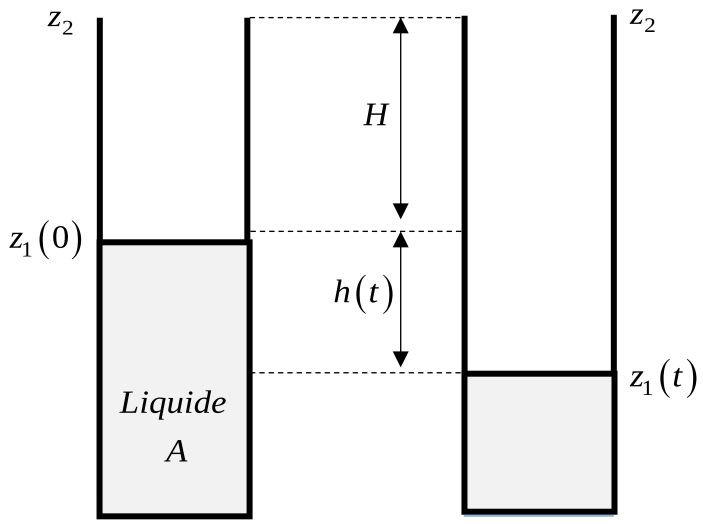
$$\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} \vec{j}_\alpha = \vec{0}$$

d)

$$\sum_{\alpha=1}^{\alpha=N} \vec{J}_\alpha^* = \vec{0}$$

Exercice n°5

Etudions maintenant la variation de la hauteur $z_1(t)$ du liquide A dans un mélange de composition x_{A2}.



Exercice n°6

Considérons la diffusion dans un film gazeux stagnant entourant une goutte liquide. La fraction molaire $x_A(r)$ et obtenue à partir de l'équation différentielle

$$\frac{d}{dr}\left(\frac{r^{\frac{3n+4}{2}}}{(1-x_A(r))} \frac{dx_A(r)}{dr} \right) = 0$$

a) Définir la condition aux limites appropriée.
b) Calculer le flux molaire total $N_{Ar}(r_1)$.

$$N_{Ar}(r_1) = \left[-\frac{cD_{AB,1} r^{\frac{3n}{2}}}{(1 - x_A(r)) r_1^{\frac{3n}{2}}} \frac{dx_A(r)}{dr} \right]_{r=r_1}$$

Exercice n°7

Considérons le ruissellement bidimensionnel et laminaire d'un liquide B d'épaisseur constante δ sur une surface verticale constituée d'une espèce A légèrement soluble dans ce liquide.