

Transferts de Masse

Exercices

Pierre Le Cloirec
2023 - 2024

Chapitre 1

Généralités

Exercice 1.1

Soit un mélange liquide eau/éthanol - 60/40 massique à 20°C et pression 1 atm.

1.1.1 Calculer les fractions molaires de chaque composé.

1.1.2 Calculer les pressions partielles des vapeurs correspondantes dans de l'air

1.1.3 En déduire les concentrations massiques de chaque composé dans la phase vapeur.

On donne :

- Pression de vapeur saturante de l'eau : 2340 Pa
- Pression de vapeur saturante de l'éthanol : 5900 Pa

Exercice 1.2

En utilisant le tableau 1.2 ci-dessous établi à T= 20°C.

Gaz	He	N ₂	H ₂	H ₂ S	O ₂	CO ₂	SO ₂	Air
He' x10 ⁻⁴ (atm)	12,5	8,04	6,83	4,83	4,01	0,14	0,0033	6,64

Tableau 1.2 Constante de Henry de quelques gaz

Calculer la solubilité dans l'eau en mg/L de l'hélium, l'oxygène, du gaz carbonique et du dioxyde de soufre. – Conclusions

Chapitre 3

La diffusion moléculaire dans un fluide

Exercice 3.1

Soit un mélange O_2 / N_2 à la pression atmosphérique et à $25^\circ C$. Les concentrations en oxygène des mélanges distants de 2 mm valent respectivement 10 et 20 %, soit en pressions partielles 10^4 et $2 \cdot 10^4$. La diffusivité à $25^\circ C$ $D_{O_2-N_2}$ vaut $2,065 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Calculer le flux de diffusion de l'oxygène :

- 1) dans le cas où O_2 et N_2 contre-diffusent équimolairement ;
- 2) lorsque N_2 ne diffuse pas.

Exercice 3.2

Calculer la diffusivité du mannitol dans l'eau à $20^\circ C$. On donne la viscosité dynamique de l'eau $\mu = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ à $20^\circ C$ et la formule du mannitol : $CH_2OH(CHOH)_4CH_2OH$ (formule brute : $C_6H_{14}O_6$).

Exercice 3.3

Calculer la diffusivité du Cl_2 dans l'eau à $16^\circ C$. On donne la viscosité dynamique de l'eau $\mu = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ entre 16 et $20^\circ C$ et $M(Cl_2) = 71 \text{ g/mol}$.

Exercice 3.4

- 1- Calculer la diffusivité de l'éthanol vapeur dans de l'air à la pression de 1 atm et à la température de $0^\circ C$. On donne la température d'ébullition de l'alcool $78,4^\circ C$.
- 2- Faire le même calcul à $20^\circ C$.

Exercice 3.5 Evaporation d'une goutte d'eau

On veut étudier l'évaporation d'une goutte d'eau dans de l'air

Soit une goutte d'eau de diamètre 10 mm à la température de $21^\circ C$ s'évaporant dans de l'air sec à la température de $60^\circ C$ à la pression de 10^5 Pa .

4.1.1 Calculer le flux matière de l'eau vers l'air.

4.1.2 Au bout de combien de temps la goutte sera totalement évaporée ?

Remarques :

- La loi de Raoult est applicable

On donne :

- Le coefficient global de transfert est de $1,363 \cdot 10^{-3} \text{ mol/s}\cdot\text{cm}^2$
- La pression de vapeur saturante de l'eau à $21^\circ C$ est de 2470 Pa

Chapitre 4

La diffusion dans les solides

Exercice 4.1

De l'hydrogène circule en régime établi dans un tube de caoutchouc à la pression de 2 bars et à 25°C. Les caractéristiques dimensionnelles du tuyau sont les suivantes :

Diamètre extérieur : 50 mm

Diamètre intérieur : 25 mm

La diffusivité de H_2 au travers du caoutchouc vaut $1,8 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$. La solubilité de H_2 dans le caoutchouc est $0,053 \text{ cm}^3/\text{cm}^3 \cdot \text{atm}$.

- 1) Estimer la perte d' H_2 par mètre linéaire de tuyau.
- 2) Si le tuyau a une longueur de 3 m et est branché sur une bouteille de 10 m^3 de H_2 , calculer au bout de combien de temps la bouteille sera vide.

Exercice 4.2

Un gel d'agar contient de l'urée à une concentration uniforme de $5 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3$. Ce gel se présente sous la forme d'un cube de 3 cm de côté, dont une seule face est en contact permanent avec de l'eau à 5°C continuellement renouvelée. L'essai dure 68 h et la concentration dans le gel est en fin d'essai de $3 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3$.

- 1) Quelle est la diffusivité de l'urée dans le gel ?
- 2) Calculer le temps nécessaire pour obtenir une concentration résiduelle de $1 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3$.
- 3) Si les 2 faces opposées sont maintenant en contact, calculer le temps nécessaire pour obtenir cette même concentration résiduelle de $1 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3$.