Université Kasdi Merbah, Ouargla,
Département de Génie des Procédés.
3ème année Licence Génie des Procédés
EMD Transfert de matière
Année: 2018 – 2019

Questions de cours (06 points)

Donner les expressions mathématiques de l'équation de continuité en coordonnées cartésiennes en termes de concentration de l'espèce diffusante lors d'une contre-diffusion équimolaire dans un mélange binaire dans les cas suivants :

1) L'équation la plus générale.
2) Le cas d'une diffusion unidirectionnelle avec réaction homogène en régime transitoire.
3) Le cas d'une diffusion tridimensionnelle sans réaction homogène en régime transitoire.
4) Le cas d'une diffusion tridimensionnelle avec réaction homogène en régime permanent.

Exercice 1 (07 points).

1) Estimer le coefficient de diffusion d'une solution très diluée de HCl (0,1 mol/l) dans l'eau à 25 °C en utilisant la corrélation de Nernst et Haskell.
2) Calculer la valeur de cette diffusivité à 12 °C si l'on sait que la viscosité de l'eau à 12 °C est de 1,236 cP.
3) Comparez la valeur calculée avec la valeur expérimentale en calculant l'erreur relative : $E_r = \frac{\left|D_{AB}^{exp} - D_{AB}^{Théorique}\right|}{D_{AB}^{exp}} \times 100$

$D_{AB} = \dfrac{10^{-7} \,.\, T^{1,75} \left(\dfrac{1}{M_A} / \dfrac{1}{M_B}\right)^{0.5}}{P.\ [(\Sigma V_A)^{1/3} + (\Sigma V_B)^{1/3}]^2}$	$D_{AB} = \dfrac{1,55 \,.\, 10^{-8} \,.\, T^{1,29}\ (P_B^{0,5} / P_A^{0,42})}{\mu_B^{0,92} \,.\, V_B^{0,23}}$
$D_{AB} = \dfrac{R \,.\, T\left(\dfrac{1}{n_+} + \dfrac{1}{n_-}\right)}{F^2 \,.\, \left(\dfrac{1}{\lambda_+} + \dfrac{1}{\lambda_-}\right)}$	$D_{AB} = \dfrac{7,4 \,.\, 10^{-8} \,.\, T\,(\phi_B \,.\, M_B)}{\mu_B \,.\, V_A^{0,6}}$

Exercice 2 (07 points).

Un bouchon en caoutchouc plat de 30 mm d'épaisseur et de $4.10^{-4}\ m^2$ de surface sert à fermer un récipient dans lequel du CO_2 est stocké à une température de 25 °C et une pression de 2 atmosphères. La pression partielle du CO_2 à l'extérieur du récipient est nulle. La solubilité du CO_2 dans le caoutchouc est : $S = 40,2\ mol/m^3.atm$. Le coefficient de diffusion du CO_2 dans le caoutchouc est : $0,11.10^{-9}\ m^2/s$.

1) Quelle forme intégrale de l'équation de continuité peut être utilisée dans ces conditions. Justifiez votre réponse.
2) Calculez le flux molaire du CO_2 diffusant vers l'extérieur en régime permanent en mol de CO_2 / m^2 de surface de bouchon .s
3) Calculez le flux molaire du CO_2 diffusant vers l'extérieur en régime permanent en kmol de CO_2 /s

EMD Transfert de matière
Année: 2018 – 2019

Corrigé type

Questions de cours (06 points)

1) L'équation générale :

$$\frac{d^2C_A}{dx^2}+\frac{d^2C_A}{dy^2}+\frac{d^2C_A}{dz^2}+\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}r_A=\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}\frac{dC_A}{dt}$$ 1,5

2) Le cas d'une diffusion unidirectionnelle avec réaction homogène en régime transitoire.

$$\frac{d^2C_A}{dx^2}+\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}r_A=\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}\frac{dC_A}{dt}$$ 1,5

3) Le cas d'une diffusion tridimensionnelle sans réaction homogène en régime transitoire.

$$\frac{d^2C_A}{dx^2}+\frac{d^2C_A}{dy^2}+\frac{d^2C_A}{dz^2}=\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}\frac{dC_A}{dt}$$ 1,5

4) Le cas d'une diffusion tridimensionnelle avec réaction homogène en régime permanent.

$$\frac{d^2C_A}{dx^2}+\frac{d^2C_A}{dy^2}+\frac{d^2C_A}{dz^2}+\frac{1}{\mathfrak{D}_{AB}}r_A=0$$ 1,5

Exercice 1 (07 points).

1)

$$D_{AB}=\frac{R\,.\,T\,(\frac{1}{n_+}+\frac{1}{n_-})}{F^2\;.\;(\frac{1}{\lambda_+}+\frac{1}{\lambda_-})}$$ 1

$n_+ = 1$ 0.25

$n_- = 1$ 0.25

A partir des tableaux à 25 °C :

$\lambda_+ = 349{,}8\ A/cm^2$ 0.25

$\lambda_- = 76{,}3\ A/cm^2$ 0.25

$$D_{AB}=\frac{8.32\times 298\,(\frac{1}{1}+\frac{1}{1})}{(96500)^2\;.\;(\frac{1}{349{,}8}+\frac{1}{76{,}3})}=3{,}33.\,10^{-5}cm^2/s$$ 2

2) A la température de 12 °C, on multiplie cette diffusivité à 25 °C par le facteur : $\frac{T}{334.\mu}$

$$D_{AB}^{12\,°C}=D_{AB}^{25\,°C}\times\frac{T}{334.\,\mu}=3{,}33.\,10^{-5}\times\frac{285}{334\times 1{,}236}=2{,}3026.\,10^{-5}cm^2/s$$ 2

3) L'erreur relative :

A partir du tableau, la diffusivité expérimentale est : $D_{AB}^{exp}=2{,}29.\,10^{-5}cm^2/s$

$$E_r=\frac{\left|D_{AB}^{exp}-D_{AB}^{Théorique}\right|}{D_{AB}^{exp}}\times 100=\frac{|2{,}29-2{,}3.26|}{2{,}29}\times 100=0{,}55\ \%$$

La corrélation prédit très bien la valeur expérimentale. 1

Exercice 2 (07 points).

1) Il s'agit ici d'un transfert de masse à travers un milieu fixe (solide), sans réaction chimique, en régime permanent et dans une seule direction. L'équation de continuité donne :

2

$$N_A = \frac{\mathfrak{D}_A}{L} \cdot (C_{A0} - C_{AS}) \qquad 1$$

2)

$C_{A0} = S \times P_{A0} = 40{,}2 \times 2 = 80{,}4\ mol/m^3$ 1

$C_{AS} = 0$

$$N_A = \frac{\mathfrak{D}_A}{L} \cdot (C_{A0} - C_{AS}) = \frac{0{,}11.10^{-9}}{30.10^{-3}} \cdot (80{,}4 - 0) = 2{,}948.10^{-7}\ mol/m^2.s \qquad 2$$

3)

$$N_A' = N_A \times A = 2{,}948.10^{-7} \times 4.10^{-4} \times 10^{-3} = 1{,}179.10^{-13}\ kmol/s \qquad 1$$