Université Frères Mentouri Constantine1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
2ème Année Tronc Commun LMD. 2017-2018

Module de Biophysique

TD 5 : Phénomène de Diffusion
(2 Séance de TD)

Exercice 1

Une membrane poreuse de surface totale des pores S= $0,05m^2$ sépare deux compartiments contenant du saccharose aux concentrations 0,5 et 0,2 mol/l respectivement. Ces concentrations sont maintenues constantes aux cours de la diffusion des molécules de saccharose à travers la membrane. On suppose le régime stationnaire établi.

- Quelle est la valeur du débit ?

On donne : D du saccharose = 8.10^{-10} m^2/s, épaisseur de la membrane e =10 μm.

Exercice 2

Soit une membrane poreuse d'épaisseur **e** et de surface S=50 cm^2 séparant deux compartiments.

A l'instant t=0s on introduit dans le premier compartiment 2 litres d'eau pure et dans le deuxième compartiment 2 litres d'une solution aqueuse de concentration en soluté 1mole/l. si après 30 secondes la concentration dans le premier compartiment est 10^{-6} mole/cm^3,

- Déterminer l'épaisseur e de la membrane en supposant que le gradient de concentration reste linaire dans l'épaisseur e. on donne D=$5,344.10^{-5}$ cm^2/s.

Exercice 3

Le coefficient de diffusion de l'insuline en solution aqueuse est à 25°C égal à $8,2.10^{-11}m^2.s^{-1}$.

1. calculer le rayon de cette molécule supposé sphérique.
2. déduire de ce résultat la masse molaire de l'insuline
3. quel serait le coefficient de diffusion de l'insuline à 0°c.
4. quel serait le coefficient de diffusion de l'urée en solution aqueuse à 0°c.

On donne la masse volumique de l'insuline 1300 kg/m^3; η_{H_2O} = 1 mPa.s ;

K= $1,38.10^{-23}$J.K^{-1} ; $M_{urée}$= 60g/mole

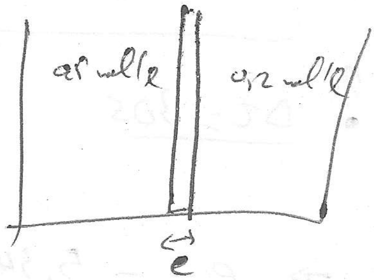
Exercice 4

Un réservoir est séparé en deux compartiments par une membrane poreuse de $3cm^2$ de surface et de 0,1mm d'épaisseur. Dans l'un des compartiments, on place une solution aqueuse de 2 mmole/l et dans l'autre de l'eau pure. Le débit initial de diffusion moléculaire du soluté est de $4,2.10^{-12}$ mole/s.

1. Calculer le coefficient de perméabilité P de la membrane vis- à-vis de la molécule.
2. En déduire le coefficient de diffusion moléculaire.

TD5 Phénomène de Diffusion

régime stationnaire



1er loi de Fick

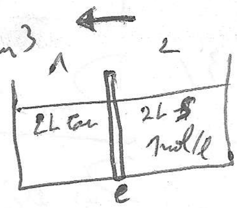
Débit molaire $\left(\frac{\Delta n}{\Delta t}\right) = -D \cdot S \cdot \frac{\Delta C}{\Delta x}$

Δn : nbr des moles déplacés (mole)
Δt : temps
D : coeff de diffusion soluté (m^2/s)
S : surface d'échange (m^2)
ΔC : Variation de la concentration (mol/m^3)
Δx : épaisseur de la membrane (m)

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = -8 \cdot 10^{-10}\,\frac{m^2}{s} \cdot 5 \cdot 10^{-2}\,m^2 \;\frac{(0{,}2-0{,}5)\cdot 10^3\,mol/m^3}{10 \cdot 10^{-6}\,m}$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = 1{,}2 \cdot 10^{-3}\,mol/s$$

EXO 2



→ $t = 0s$ (n_1) $C_1 = 0$ (n_2) $C_2 = 1\,mol/l = 10^3\,mol/m^3$

→ $t = 30s$ (n_1') $C_1' = 10^{-6}\,mol/m^3$ (n_2') $C_2' = ?$

loi de Fick $\frac{\Delta n}{\Delta t} = -D \cdot S \cdot \frac{\Delta C}{\Delta x}$ $\Delta x = e$

$$\Rightarrow e = \Delta x = -D \cdot S \cdot \Delta C \cdot \frac{\Delta t}{\Delta n}$$

? $\Delta C = C_1' - C_2'$??

Diffusion du comp $2 \longrightarrow 1$

$C_2' = C_2 - C_1' = 10^{-3}\,mol/cm^3 - 10^{-6}\,mol/cm^3 = (1000-1)\,10^{-6}$

$C_2' = 999 \cdot 10^{-6}\,mol/cm^3$

$\Delta C = (1-999)\,10^{-6} = \boxed{-998 \cdot 10^{-6}\,mol/cm^3}$

?

- $\Delta n = n_f - n_i$

$= n_1' - n_1$

$\boxed{\Delta n = n_1' = 2.10^{3} \text{ mol}}$

$\boxed{n_1 = 0 \text{ / eau pure}}$

$n_1' = C_1' \cdot V_i = 10^{-6} \text{ mol/cm}^3 \times 2l$

$n_1' = \quad = 10^{-6} \times 2 \cdot 10^{3} \text{ cm}^3$

$\boxed{n_1' = 2.10^{-3} \text{ mol}}$

?

- $\Delta t = 30s$

$\Rightarrow e = -5{,}344 . 10^{-5} \text{ cm}^{\cancel{2}\,1}/s \cdot 50 \, \cancel{\text{cm}^2} \cdot (-998) . 10^{-6} \text{ mol/cm}^3 \, \frac{30s}{2.10^3 \text{ mol}}$

$\boxed{e = 0{,}04 \text{ cm}}$

exo 3

Loi de probabilité d'einstein

1°/ $D = \frac{KT}{6\pi\eta r} \Rightarrow r = \frac{KT}{6\pi\eta D}$

$r = \frac{1{,}38 . 10^{-23} \cdot J/K° \cdot 298 \, K°}{6 \cdot 3{,}14 . 10^{-3} Pa \cdot s \cdot 8{,}2 . 10^{-11} m^2 \cdot s^{-1}} = \boxed{2{,}66 . 10^{-9} m = 2{,}66 \text{ nm}}$

2°/ $M = N \cdot m = N \rho \cdot V = N \rho \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$

$= 6{,}023 . 10^{-23} \cdot 1300 \text{ Kg/m}^3 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \, (2{,}66 . 10^{-9})^3$

$\boxed{M = 61{,}7 . \text{Kg/mol}}$

3°/ $\frac{D_{ins\,0°C}}{D_{ins\,25°C}} = \frac{\cancel{K} T_0}{\cancel{6\pi\eta r}} \cdot \frac{\cancel{6\pi\eta r}}{K T_{25}} = \frac{T_0°}{T_{25}°} \Rightarrow D_{0°C} = D_{25°C} \times \frac{T_{0°}}{T_{25°}}$

$D_{0°C} = 8{,}2 . 10^{-11} \frac{m^2}{s} \, \frac{273}{298} = 7{,}5 . 10^{-11} m^2/s$

4°/ $\frac{D_u}{D_{ins}} = \sqrt[3]{\frac{M_{ins}}{M_u}} \Rightarrow D_{u\,0°C} = D_{ins\,0°C} \sqrt[3]{\frac{M_{ins}}{M_u}}$

$D_{u\,0°C} = 7{,}5 . 10^{-11} \cdot \sqrt[3]{\frac{61{,}7 \text{ Kg mol}}{60 . 10^{-2} \text{ Kg mol}}}$

$\boxed{D_{u\,0°C} = 36{,}07 . 10^{-11} m^2/s}$ $7{,}5 \times 10^{-10}$

Exo 4

1°) $P = \dfrac{D}{e} \cdot \dfrac{S_P}{S_T}$

S_P : Surface des Pores
S_T = " Total de la membrane
$S_P \simeq S_T$

$$\boxed{P = \frac{D}{e}}$$

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = -D \cdot S \cdot \frac{\Delta C}{\Delta x} \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta n}{\Delta t} = -P \cdot S \cdot \Delta C}$$

$$P = -\frac{\Delta n}{\Delta t} \cdot \frac{1}{S \cdot \Delta C}$$

$$\Delta C = 0 - C_{II} = -C_{II}$$

$$P = +\left(\frac{\Delta n}{\Delta t}\right) \cdot \frac{1}{S\, C_{II}} = 4{,}2 \cdot 10^{-12}\ mol/s \cdot \frac{1 \quad cm^3}{3\ cm^2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}\ mol}$$

$$\boxed{P = 7 \cdot 10^{-7}\ cm/s}$$

2°)

$$P = \frac{D}{e} \Rightarrow D = P \cdot e = 7 \cdot 10^{-7}\ cm/s \cdot 10^{-2}\ cm$$

$$\boxed{D = 7 \cdot 10^{-9}\ cm^2/s}$$