

### Série de TD N°3

#### Phénomène de diffusion et d'osmose

##### Partie 1 : Phénomène de diffusion

###### Exercice 1 :

Le coefficient de diffusion de l'insuline en solution aqueuse est à 25°C égal à  $8,2 \cdot 10^{-11} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .

1. Calculer le rayon de cette molécule supposé sphérique.
2. Dédire 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  $1300 \text{kg/m}^3$ ,  $\eta_{\text{eau}} = 1 \text{mPa} \cdot \text{s}$ ;  $K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $M_{\text{urée}} = 60 \text{g/mole}$ .

###### Exercice 2 :

Soit deux compartiments (A et B) de volume égaux séparés par une membrane perméable aux molécules d'hémoglobine de surface  $S = 5 \text{cm}^2$  et d'épaisseur  $e = 3 \text{cm}$ . Le compartiment A contient une solution d'hémoglobine de concentration  $2 \times 10^{-4} \text{mol/l}$  et le compartiment B contient de l'eau pure. Après 5 minutes de diffusion la concentration d'hémoglobine dans le compartiment A devient  $1,2 \times 10^{-4} \text{mol/l}$ .

**On donne** le coefficient de diffusion d'hémoglobine  $D = 6,9 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{s}$  et sa masse molaire  $M = 68 \times 10^3 \text{g/mol}$ . Calculer la masse d'hémoglobine qui s'est déplacée vers le compartiment B en  $\mu\text{g}$ .

###### Exercice 3 :

Deux compartiments A et B sont séparés par une membrane perméable aux molécules de glucose et d'épaisseur  $e = 0,1 \text{mm}$ . Les deux compartiments A et B contiennent des solutions de glucose respectivement à 36 et 18 g/l. On suppose que les molécules de glucose ont une forme sphérique et de rayon  $r = 3 \text{Å}$ .

Calculer le flux massique et molaire initial de diffusion du glucose à 25 et à 0 °C.

**On donne :** Constante de Boltzmann  $K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ , le coefficient de viscosité de glucose  $\eta = 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  et sa masse molaire est égale à 180 g/mol.

###### Exercice 4 :

Un récipient est séparé par une membrane dialysante en deux compartiments de volume  $V_1 = 1,6 \text{l}$  et  $V_2 = 1,4 \text{l}$  contenant respectivement 0,5 mole d'urée et 0,8 mole de glucose. La membrane a une surface  $S = 200 \text{cm}^2$  et une épaisseur  $e = 0,12 \text{mm}$ .

1. Déterminer le débit molaire initial d'urée et de glucose sachant que le coefficient de diffusion de l'urée est égale à  $10^{-9} \text{m}^2/\text{s}$ .
2. Quelles sont les concentrations pondérales de l'urée et du glucose dans chacun des compartiments à l'équilibre ?

**On donne:**  $M_{\text{urée}} = 60 \text{g/mole}$  et  $M_{\text{glucose}} = 180 \text{g/mole}$ .

## Partie 2: Phénomène d'osmose

### Exercice 1:

Calculer la pression osmotique à 25 °C d'une solution de chlorure de sodium à 9 g/l.

**On donne:**  $R = 8,32 \text{ J.osmol}^{-1}.\text{°K}^{-1}$ ,  $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$ .

### Exercice 2:

On mesure la pression osmotique d'une protéine en solution à la concentration de 70 g/l dans un osmomètre à membrane en collodion imperméable à la protéine. On trouve une pression osmotique égale à  $2,5.10^3 \text{ Pa}$  à 27°C. Quelle est la masse molaire de la protéine ?

**On donne :**  $R = 8,32 \text{ J.osmol}^{-1}.\text{°K}^{-1}$ .

### Exercice 3:

Une membrane semi-perméable sépare deux solutions à 20 °C. La première contient 4 g de glucose de masse molaire 180 g/mol complètement dissocié dans 10 litre d'eau et l'autre contenant 9,5 g de  $\text{MgCl}_2$  de masse molaire 95 g/mol dans un même volume d'eau dissocié à 50 %.

1. Quel est le phénomène physique observé?
2. Quelle est la pression osmotique résultante exercée sur la membrane ?

### Exercice 4:

Deux compartiments d'un osmomètre sont séparés par une membrane semi-perméable. Le compartiment 1 renferme une solution aqueuse de glucose à 0.18 g/l et le compartiment 2 une solution aqueuse de sérum albumine à 18 g/l. Dans chacun des compartiments est plongé un tube capillaire.

1. Comparer à l'équilibre les niveaux 1 et 2 dans ces tubes à 17 °C. les masses molaires moléculaires du glucose et du sérum albumine sont respectivement 180 g/mol et 72000 g/mol.
2. Même question avec une membrane dialysante.

**On donne :**  $R = 8,32 \text{ J.osmol}^{-1}.\text{°K}^{-1}$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  et a masse volumique des solutions  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

### Exercice 5:

Deux compartiments A et B sont séparés par une membrane contiennent :

1. Compartiment A : une solution aqueuse contenant de protéine à 50g/l ; 3,4g/l de saccharase et 0,58 g/l de NaCl
2. Compartiment B : une solution aqueuse de saccharase à 3,4 g/l et 1,17g/l de NaCl.

Dire de quel sens se déplace le solvant et calculer la différence de pression osmotique entre A et B si la membrane est :

- 1- Semi-perméable
- 2- Dialysante

**On prendra:**  $M_{\text{protéine}} = 50000 \text{ g/mole}$ ,  $M_{\text{saccharase}} = 342 \text{ g/mole}$ ,  $M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g/mole}$ ,  $RT = 2500 \text{ SI}$ .

**Exercice 6:**

Deux solutions de même concentration molaire. L'une de glucose l'autre d'un électrolyte de type AB ont pour abaissement cryoscopique = - 0,186°C et = - 0,251°C. Déterminer la concentration molaire, le coefficient de dissociation de l'électrolyte et sa constante d'équilibre.

**Exercices additionnels**

**Exercice 1:**

1. Estimer le rayon de la molécule d'urée supposée sphérique sachant que son coefficient de diffusion à 0°C dans l'eau est égal à  $0,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ . On donne  $\eta_{\text{eau}} = 1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
2. En déduire le coefficient de diffusion de la myoglobine ( $M = 17000 \text{ g/mole}$ ) dans les mêmes conditions expérimentales.
3. Le coefficient de diffusion d'une macromolécule de densité voisine à celle de la myoglobine, mesuré à 37°C dans un solvant de viscosité  $1,5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ , a été trouvé égal à  $6,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ . Calculer la masse molaire de cette macromolécule.

**Exercice 2:**

Un réservoir est séparé en deux compartiments par une membrane poreuse de  $3 \text{ cm}^2$  de surface et de  $0,1 \text{ mm}$  d'épaisseur. Dans l'un des compartiments, on place une solution aqueuse de  $2 \text{ mmole/l}$  et dans l'autre de l'eau pure. Le débit initial de diffusion moléculaire du soluté est de  $4,2 \cdot 10^{-12} \text{ mole/s}$ .

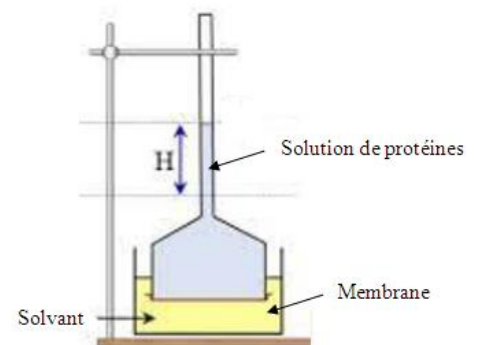
1. Calculer le coefficient de perméabilité P de la membrane vis- a vis de la molécule.
2. En déduire le coefficient de diffusion moléculaire.

**Exercice 3 :**

Les phénomènes d'osmose permettent la détermination de la masse molaire des protéines (macromoléculaire). Le tableau ci-dessous donne les différentes hauteurs obtenues, à la température de 20°C, pour chacune des concentrations. Déterminer la masse molaire de la protéine.

**On prendra:**  $R = 8.32 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{k}^{-1}$

C(g/l)	5	15	25
H(cm)	1.95	6.25	11.1



**Exercice 4 :**

Un récipient est divisé en deux compartiments A et B par une membrane perméable à l'eau et à l'urée mais imperméable aux ions. On place dans le compartiment A une solution de NaCl à  $585 \text{ mg/l}$  dont son coefficient de dissociation est  $\alpha = 0.93$ . Le compartiment B contient uniquement de l'eau pure. On prend  $T = 27^\circ \text{C}$ .

1. Indiquer le sens de déplacement de l'eau et comment appelle-t-on ce phénomène.

2. Calculer la pression osmotique  $\pi$  de cette solution en atmosphères (atm) et en pascal (Pa).
  3. Si on applique une pression  $P$  sur le piston du compartiment A supérieure à la pression osmotique  $\pi$ , dans quel sens va se déplacer l'eau et comment appelle-t-on ce phénomène.
  4. On ajoute au compartiment A une solution d'urée à 10 g/l et dans le compartiment B on place une solution de  $MgCl_2$  à 0.952 g/l ( $\alpha_{MgCl_2}=0.89$ ).
    - a. Calculer la pression osmotique appliquée sur la membrane et indiquer le sens de déplacement d'eau dans ce cas.
    - b. Déduire les osmolarités efficaces des deux solutions du compartiment A et B.
- On donne** la masse molaire de  $MgCl_2$  égale à 95.21 g/mol.

**Exercice 5 :**

1. Admettant que l'osmolarité d'un plasma normal égal à 0.3 osmol/l. Calculer la concentration molaire d'une solution de NaCl pour quelle sera isosmotique à un plasma normale.
2. Soient deux solutions de  $MgCl_2$  de concentration pondérale 5 et 20 g/l respectivement, par rapport au plasma normal, ces solutions sont hyperosmotiques, isosmotiques ou hyposmotiques. On suppose que les solutions de NaCl et de  $MgCl_2$  sont totalement dissociées.

Bon travail !