

Solution des exercices de la série B
(Médecine + médecine dentaire) 2022-2023

Exercice 1 :

Que vaut la molarité d'une solution aqueuse de chlorure de sodium dont l'abaissement cryoscopique est de 3°C ? [Données : K_c de l'eau = 1,86 °C.kg/osmol]

Solution de l'exercice 1 :

La solution aqueuse de chlorure de sodium est ionique, son coefficient de dissociation ($\alpha = 1$), le nombre d'ion formé ($\nu = 2$), ce qui donne ($i = 2$).

La molarité de la solution est :

$$C_M = \frac{C_{osM}}{i}$$

La concentration osmolale peut être déterminée par l'abaissement cryoscopique de la solution est :

$$\Delta T_{cong}^{solu} = K_{cong}^{solv} \times C_{osm}^{solu} \rightarrow C_{osm}^{solu} = \frac{\Delta T_{cong}^{solu}}{K_{cong}^{solv}} = \frac{3}{1,86} \rightarrow C_{osm}^{solu} = 1,61 (osm/kg) .$$

Sachant que la solution n'est pas concentrée, et qu'elle est neutre, sa concentration osmolale est égale à sa concentration osmolaire, car :

$$\rho_0 = 1 (gr/ml) \rightarrow C_{osm}^{solu} \Rightarrow C_{osm}^{solu} = 1,61 (osm/l)$$

Donc la molarité est :

$$C_M = \frac{1,61}{2} = 0,81 (mole/l)$$

Exercice 2 :

Soit une solution d'iodure de potassium qui se dissocie totalement ($C_p = 83 \text{ (g/l)}$).
Que vaut la pression osmotique exercée par cette solution vis-à-vis de son solvant à 20°C ?

On donne : $M_K = 39 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$; $M_I = 127 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$; $R = 0,082 \left(\frac{\text{atm.l}}{\text{K.mol}}\right)$

Solution de l'exercice 2 :

La température étant constante à $T = 20 \text{ (}^\circ\text{C)}$.

La masse molaire de l'iodure de potassium est :

$$M_{(KI)} = 39 + 127 = 166 \text{ (gr/mole)}.$$

L'expression de la pression osmotique est donnée par :

$$\pi = C_{OsM} \times R \times T.$$

La concentration osmolaire est donnée en fonction de la concentration pondérale par :

$$C_{OsM} = i \times C_M = i \times \frac{C_p}{M_{(K.I)}}$$

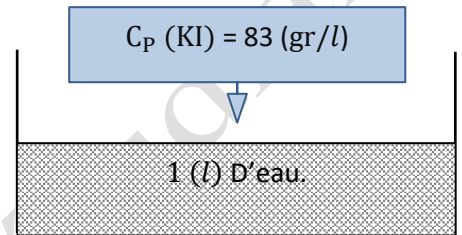
La dissociation de l'iodure de potassium est totale donc :



Le coefficient de dissociation ($\alpha = 1$),

Le nombre d'ion formé ($\nu = 2$),

Ce qui donne un coefficient de van 't Hoff ($i = 2$).



$$\text{Donc : } \pi = 2 \times \frac{83}{166} \times 0,082 \times (20 + 273) \rightarrow \pi = 24,026 \text{ (atm)}$$

Exercice 3 :

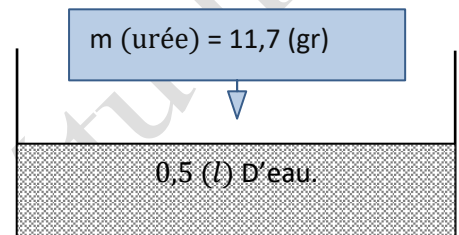
Que vaut la pression osmotique d'une solution à 27 (°C) de 11,7 (g) d'urée dans 0,5 (l) d'eau pure lorsqu'elle est opposée à une masse d'eau à travers une membrane hémiperméable ? On donne : $M_{\text{urée}} = 60 \text{ (g/mol)}$; $R = 0,082 \text{ ((atm.l)/(^{\circ}\text{K.mol}))}$.

Solution de l'exercice 3 :

La température étant constante à $T = 27 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$.

L'expression de la pression osmotique est donnée par :

$$\pi = C_{\text{OsM}} \times R \times T.$$



La concentration osmolaire est : $C_{\text{OsM}} = i \times C_{\text{M}} = i \times \frac{n}{V_t} = i \times \frac{m(\text{urée})}{M(\text{urée}) \times V_t}$.

La dissociation de (urée) étant neutre, le coefficient ($\alpha = 0$), le nombre d'ion formé ($\nu = 0$), ce qui donne ($i = 1$).

Donc :

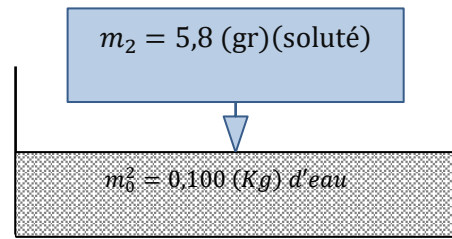
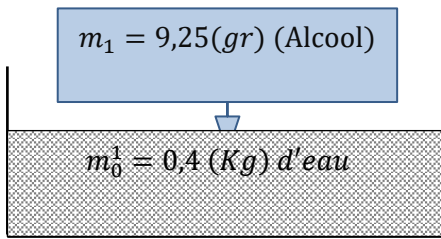
$$\pi = 1 \times \frac{11,7}{60 \times 0,5} \times 0,082 \times (27 + 273) \rightarrow \pi = 9,59 \text{ (atm)}$$

Exercice 4 :

Un expérimentateur constate que 9,25 g d'alcool éthylique non ionisable dans 400 g d'eau pure donnent une solution qui commence à déposer de la glace à la température de $T_1 = -0,93 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$.

Cet expérimentateur prend alors 5,8 g d'un composé non ionisable dont il veut connaître la masse molaire. Il le dissout dans 100 g de ce même solvant. Il trouve alors que le dépôt de glace commence à $T_2 = -0,59 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$. Que vaut la masse molaire de ce composé ? On donne $M_{\text{alcool}} = 46 \text{ (g/mol)}$; la température de congélation de l'eau pure est de $0 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$

Solution de l'exercice 4 :



L'alcool et le composé (soluté) étant neutre :

Leurs coefficients de dissociation ($\alpha = 0$), le nombre d'ion ($\nu = 0$), donc ($i = 1$).

La concentration osmolale est égale à la concentration molale : $C_{\text{osm}} = C_m$

L'abaissement de la température de congélation de l'alcool est donné par :

$$\Delta T_{\text{cong}}^{\text{alcool}} = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times C_{\text{osm}}^{\text{alcool}}.$$

$$\rightarrow K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{alcool}}}{C_m^{\text{alcool}}}$$

L'abaissement de la température de congélation du soluté est donné par :

$$\Delta T_{\text{cong}}^{\text{soluté}} = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times C_{\text{osm}}^{\text{soluté}}.$$

$$\rightarrow K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{soluté}}}{C_m^{\text{soluté}}}$$

Sachant que les deux solutions sont aqueuses, le même solvant, les deux solutions ont la même constante de congélation, donc :

$$\frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{alcool}}}{C_m^{\text{alcool}}} = \frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{soluté}}}{C_m^{\text{soluté}}} \dots \dots \dots \text{équation (1)}.$$

L'expression de la concentration osmolale peut être écrite par :

$$C_m = \frac{m}{M \times m_0} \text{ avec } \begin{cases} m : \text{masse du soluté.} \\ M : \text{masse molaire du soluté.} \\ m_0 : \text{masse du solvant.} \end{cases}$$

En remplaçant cette dernière expression dans l'équation (1) on obtient :

$$\frac{\frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{alcool}}}{m_{\text{alcool}}}}{M_{\text{alcool}} \times m_0^1(\text{solvant})} = \frac{\frac{\Delta T_{\text{cong}}^{\text{soluté}}}{m_{\text{soluté}}}}{M_{\text{soluté}} \times m_0^2(\text{solvant})}$$

$$\rightarrow M_{\text{soluté}} = \frac{\Delta T_{\text{alcool}}^{\text{cool}}}{\Delta T_{\text{congé}}^{\text{soluté}}} \times \frac{m_0^1(\text{solvant})}{m_0^2(\text{solvant})} \times \frac{m(\text{soluté})}{m(\text{alcol})} \times M_{\text{alcol}}$$

$$\rightarrow M_{\text{soluté}} = 181,85 \text{ (gr/mole)}$$

Exercice 5 :

Une solution d'hémoglobine de concentration $(6,8 \cdot 10^{-3} \text{ (Kmol/l)})$ diffuse à travers une membrane de surface diffusante $(S = 20 \text{ cm}^2)$ jusqu'à une concentration de $(6,8 \cdot 10^{-4} \text{ (Kmol/l)})$.

Déterminer la masse (m) d'hémoglobine qui s'est déplacée de 5 cm pendant 1 mn ?

On donne : Dhémoglobine = $6,9 \cdot 10^{-7} \text{ ((cm}^2\text{)/s)}$ et $M_{\text{hém}} = 68 \cdot 10^3 \text{ (g/mol)}$

Solution de l'exercice 5 :

La masse d'hémoglobine peut être calculée à partir de la première loi de Fick.

$$\frac{d(m)}{d(t)} = -D \times S \times \frac{d(C_p)}{d(x)}$$

$\frac{d(m)}{d(t)}$: La quantité de masse qui s'est déplacée pendant le temps dt en $\left(\frac{\text{gr}}{\text{s}}\right)$.

D: Coefficient de diffusion son unité est : $\left(\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}\right)$.

S : La surface diffusante en (cm^2) .

$d(C_p)$: La variation de la concentration pondérale en $\left(\frac{\text{gr}}{\text{l}}\right)$.

$d(x)$: La distance parcourue par la particule diffusante (cm) .

L'équation de Fick peut être écrite sous forme de variation comme :

$$\frac{\Delta(m)}{\Delta(t)} = -D \times S \times \frac{\Delta(C_p)}{\Delta(x)}$$

On déduit la variation de la masse d'hémoglobine qui s'est déplacée pendant 1 mn), en fonction de la concentration pondérale.

$$C_p = M \times C_M.$$

M : étant la masse molaire de l'hémoglobine.

$$\Delta(m) = -D \times S \times \frac{M \times \Delta(C_M)}{\Delta(x)} \times \Delta(t)$$

$$\Delta(m) = -(6,9 \cdot 10^{-7}) \times (20) \times \frac{(68 \cdot 10^3) \times \left[\frac{6,8 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^3} - \frac{6,8 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^3} \right]}{(5)} \times (60)$$

$$\rightarrow \Delta(m) = 0,07 \text{ (gr)}$$

Exercice 6 :

Soit un récipient divisé en 2 compartiments par une membrane diffusante de surface 10 cm^2 . Celle-ci laisse passer les molécules d'urée et de mannitol.

Solution d'urée : 20 (gr/l)	Solution d'urée : 20 (gr/l)
Solution de mannitol : 1,5 (mole/l)	

- Que vaut la valeur du gradient de concentration de l'urée, exprimée en fonction de l'épaisseur Δx de la membrane ? Que pouvez-vous conclure ?
- La masse du mannitol qui traverse la membrane par heure est $2 \cdot 10^{-2} \text{ g}$. qu'elle est l'épaisseur Δx de la paroi diffusante ?

On donne : $D_{\text{mannitol}} = 1,67 \cdot 10^{-2} \text{ (cm}^2/\text{jour)}$ et $M_{\text{mannitol}} = 182 \text{ (g/mol)}$.

Réponse exercice 6 :

<p><u>Urée</u> : $C_p = 24 \text{ (gr/l)}$. <u>Mannitol</u> : $C_M = 0,5 \text{ (mole/l)}$</p>	<p><u>Urée</u> : $C_p = 24 \text{ (gr/l)}$. <u>Mannitol</u> : $C_M = 0 \text{ (mole/l)}$</p>
---	---

a) **Le gradient de concentration** de l'urée est nul car les deux compartiments possèdent la même concentration d'urée. **L'urée ne diffuse pas.**

b) **L'épaisseur de la paroi diffusante :**

L'épaisseur peut être déduite de l'équation de Fick qui régit la diffusion.

$$\frac{\Delta(m)}{\Delta(t)} = -D \times S \times \frac{\Delta(C_p)}{\Delta(x)}$$

On peut calculer la concentration pondérale (C_p) par :

$$C_p = M \times C_M = 182 \times 1,5 \rightarrow C_p = 273 \left(\frac{\text{gr}}{\text{l}}\right).$$

Donc :

$$\Delta(x) = -D \times S \times \frac{\Delta(C_p)}{\Delta(m)} \times \Delta(t)$$

$$\Delta(x) = -1,67 \cdot 10^{-2} \times 10 \times \frac{[0 - 273]}{2 \cdot 10^{-2}} \times 1$$

$$\rightarrow \Delta(x) = 2,28 \text{ (cm)}$$

Exercice 7 :

Soit une molécule supposée sphérique en mouvement de diffusion dans un milieu de viscosité dynamique η ; son rayon R vaut 3,33 Å. Que vaut le coefficient de diffusion D à une température de 41°C ?

[Données : coefficient de viscosité $\eta = 10^{-3} \text{ J.s/m}^3$; constante de Boltzmann $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$]

Solution de l'exercice 7 :

Le coefficient de diffusion est donné par la relation d'Einstein :

$$D = \frac{k \times T}{f}$$

K : est la constante de Boltzmann, son expression est :

$$k_{\text{Boltzmann}} = \frac{R}{N_{\text{Avog}}} = \frac{8,314 \left(\frac{\text{Joule}}{\text{mole} \times ^\circ\text{K}} \right)}{6,023 \cdot 10^{23} (\text{mole}^{-1})} \rightarrow k_{\text{Boltzmann}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \left(\frac{\text{joule}}{^\circ\text{K}} \right)$$

R : est la constante des gaz parfaits. N_{Avog} : nombre d'Avogadro.

f : Est le coefficient de frottement, si la forme de molécule est sphérique, son expression est donnée par la relation de Stocks.

$$f = 6 \times \pi \times \eta \times r \times \eta \text{ avec } \begin{cases} \eta : \text{coefficient de viscosité dynamique} \\ r : \text{le rayon de la molécule} \end{cases}$$

$$\text{On a donc : } D = \frac{k \times T}{f} \rightarrow D = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \times (41 + 273)}{6 \times \pi \times 10^{-3} \times 3,33 \cdot 10^{-10}}$$

$$\rightarrow D = 6,9 \cdot 10^{-10} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)$$

Exercice 8 :

Soit une goutte d'eau sphérique de diamètre $d = 0,5 \text{ mm}$. La pression interne au sein de cette goutte est supérieure à la pression atmosphérique de $P_i = 600 \text{ Pa}$. Calculer la tension superficielle de cette goutte.

Solution de l'exercice 8 :

La variation de pression entre le centre de la goutte et le milieu extérieur est donnée par la relation de pascal.

$$\Delta P = P_{int} - P_{ext} = \frac{2 \times \sigma}{R} \rightarrow \sigma = \frac{\Delta P \times R}{2} = \frac{600 \times 0,5 \cdot 10^{-3}}{2}$$
$$\rightarrow \sigma = 0,075 \text{ (Pas/s)}$$

Exercice 9 :

Soit une bulle de savon de rayon $R = 5 \text{ cm}$. Sachant que la variation de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la bulle est de 1 Pa . Déterminez la tension superficielle.

Solution de l'exercice 9 :

La variation de pression entre le centre de la bulle et le milieu extérieur est donnée par la relation de pascal.

$$\Delta P = P_{int} - P_{ext} = \frac{4 \times \sigma}{R} \rightarrow \sigma = \frac{\Delta P \times R}{4} = \frac{1 \times 5 \cdot 10^{-2}}{4}$$
$$\rightarrow \sigma = 0,0125 \text{ (Pas/s)}$$

Exercice 10 :

Calculer la hauteur d'élévation de l'eau dans un tube capillaire vertical de diamètre 10^{-2} mm .
[Données : angle de contact $\alpha = 30^\circ$; $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$; $\sigma = 70 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$]

Solution de l'exercice 10 :

La loi de Jurin permet de déterminer la hauteur d'ascension d'un fluide réel sur une paroi solide, son expression est donnée par l'équation suivante :

$$h = \frac{2 \times \sigma \times \cos(\theta)}{\rho \times g \times r} \rightarrow h = \frac{2 \times 70 \cdot 10^{-3} \times \cos(30)}{1 \cdot 10^{-5} \times 1000 \times 9,81}$$
$$\rightarrow h = 1,23 \text{ m}$$

