

EXERCICES CORRIGES LES SOLUTIONS (SERIE B)

- LA DIFFUSION**
- PROPRIETES COLLIGATIVES**
- TENSIONS SUPERFICIELLES**

Exercice 1 :

Que vaut la molarité d'une solution aqueuse de chlorure de sodium dont l'abaissement cryoscopique est de $3(^{\circ}\text{C})$? On donne : masse volumique de la solution : $\rho = 1,03 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$; K_c de l'eau : $K_c = 1,86 \left(\frac{^{\circ}\text{C.kg}}{\text{osmol}}\right)$.

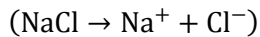
La masse molaire du chlorure de sodium est : $M_{(\text{NaCl})} = 58,5 \left(\frac{\text{gr}}{\text{mole}}\right)$.

L'abaissement de la température est :

$$\Delta T_{\text{cong}} = K_{\text{cong}} \times C_m^o$$

on sait que $C_m^o = i \times C_m$

$$\Delta T_{\text{cong}} = K_{\text{cong}} \times i \times C_m$$



La dissociation du (NaCl) étant totale, ($\alpha = 1$), le nombre d'ions formés par molécule dissociée est ($\nu = 2$), avec $i = 1 + \alpha (\nu - 1)$ $i = 1 + 1 (2 - 1)$ $i = 2$

$$C_m = \frac{\Delta T_{\text{cong}}}{K_{\text{cong}} \times i} \rightarrow C_m = \frac{3}{1,86 \times 2} \quad C_m = 0,81 \left(\frac{\text{mole}}{\text{kg}}\right)$$

Calcul de la concentration molaire :

$$C_M = \rho \times C_m \quad C_M = 1 \times 0,806 \quad C_M = 0,81 \left(\frac{\text{mole}}{\text{l}}\right)$$

Exercice 2:

Soit une solution d'iodure de potassium qui se dissocie totalement de concentration pondérale, $C_p = 83(\text{g/l})$. Que vaut la pression osmotique exercée par cette solution vis-à-vis de son solvant à 20°C ? On donne : $M_K = 39 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$; $M_I = 127 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$; $R = 0,082 \left(\frac{\text{atm.l}}{^{\circ}\text{K.mol}}\right)$

La masse molaire de l'iodure de potassium est : $M_{(\text{KI})} = 39 + 127 = 166 \left(\frac{\text{gr}}{\text{mole}}\right)$.

La pression osmotique est donnée par :

$$\pi = R \times T \times C_M^o$$

$$C_M^o = i \times C_M$$

$$\pi = R \times T \times i \times C_M$$

$$\text{Avec } C_p = M \times C_M \quad C_M = \frac{C_p}{M} \quad \pi = R \times T \times i \times \frac{C_p}{M}$$

($\text{KI} \rightarrow \text{K}^+ + \text{I}^-$)

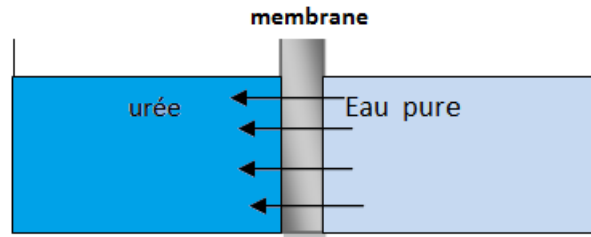
La dissociation du KI étant totale, le coefficient de dissociation est ($\alpha = 1$), le nombre d'ions formés par molécule dissociée est ($\nu = 2$),

Avec $i = 1 + \alpha (\nu - 1)$ $i = 1 + 1 (2 - 1)$ on aura $i = 2$

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

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: $\mu = 60 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)$; $R = 0,082 \left(\frac{\text{atm.l}}{^{\circ}\text{K.mol}} \right)$.



La pression osmotique est donnée par :

$$\pi = R \times T \times C_M^o$$

$$C_M^o = i \times C_M$$

$$\pi = R \times T \times i \times C_M$$

Avec $C_p = M \times C_M$ $C_M = \frac{C_p}{M}$

$$\pi = R \times T \times i \times \frac{C_p}{M} \quad \text{avec } C_p = \frac{m}{V}$$

$$\pi = R \times T \times i \times \frac{m}{V \times M}$$

L'urée étant neutre on $i=1$

$$\pi = 0.082 \times (27 + 273) \times 1 \times \frac{11.7}{60 \times 0.5} \quad \pi = 9,6 \text{ atm}$$

Exercice 4 :

Un expérimentateur constate que 9,25 g d'alcool éthylique dans 400 g d'eau pure donnent une solution qui commence à déposer de la glace à la température de $T_1 = -0,93$ (°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 $T_2 = -0,59$ (°C). Que vaut la masse molaire de ce composé ? On donne $M_{\text{alcool}} = 46$ (g/mol) ; la température de congélation de l'eau pure est de 0(°C)]

Les deux solutés étant neutres leurs coefficients de dissociation ($\alpha = 0$), avec $i = 1 + \alpha(\nu - 1)$ on aura $i=1$

L'abaissement de la température de congélation est donné par la loi de Raoult :

Pour la première solution

$$(\Delta T)_1 = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times (C_m^o)_1 \quad \text{avec } C_m^o = i C_m \quad i=1 \quad \text{on a } C_m^o = C_m$$

$$(\Delta T)_1 = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times (C_m)_1$$

Pour la deuxième solution

$$(\Delta T)_2 = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times (C_m^o)_2 \quad \text{avec } C_m^o = i C_m \quad i=1 \quad \text{on a } C_m^o = C_m$$

$$(\Delta T)_2 = K_{\text{cong}}^{(\text{H}_2\text{O})} \times (C_m)_2$$

$$\frac{(\Delta T)_1}{(\Delta T)_2} = \frac{K_{cong}^{(H_2O)} \times (C_m)_1}{K_{con}^{(H_2O)} \times (C_m)_2} \quad \frac{(\Delta T)_1}{(\Delta T)_2} = \frac{(C_m)_1}{(C_m)_2}$$

$$(C_m)_1 = \frac{\frac{m_1}{M_1}}{m_{01}} \quad (C_m)_1 = \frac{\frac{9.25}{46}}{400}$$

$$(C_m)_2 = \frac{\frac{m_2}{M_2}}{m_{02}} \quad (C_m)_2 = \frac{\frac{5.8}{M_2}}{100}$$

$$(\Delta T)_1 = 0 - (-0.93) = 0.93 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\Delta T)_2 = 0 - 0.59 = 0.59 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\frac{(\Delta T)_1}{(\Delta T)_2} = \frac{(C_m)_1}{(C_m)_2} \quad \frac{0.93}{0.59} = \frac{\frac{\frac{9.25}{46}}{400}}{\frac{\frac{5.8}{M_2}}{100}} \quad M_2 = 182 \text{ g/mole}$$

Exercice 5 :

Soi une solution d'hémoglobine de concentration $6,8 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$ qui diffuse à travers une membrane de surface diffusante ($S = 20 \text{ cm}^2$) jusqu'à une concentration $6,8 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)$. Déterminer la masse d'hémoglobine déplacée qui s'est déplacée de 5 cm pendant 1 mn.

On donne : Dhémoglobine = $6,9 \cdot 10^{-7} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}\right)$ et $M = 68 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mol}}\right)$

La masse d'hémoglobine diffusée est donnée par la première loi de Fick.

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

Δm = La quantité de masse diffusée

Δt = le temps de diffusion

D = Coefficient de diffusion $\left(\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}\right)$.

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

ΔC_p = La variation de la concentration pondérale en $\left(\frac{\text{gr}}{\text{mole}}\right)$.

Δx = Épaisseur de la membrane diffusante (cm).

$\frac{\Delta C_p}{\Delta x}$ = gradient de concentration

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

On sait que $C_p = M \times C_M$.

M = la masse molaire de l'hémoglobine.

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

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

$$\Delta m = 0,07 \text{ g}$$

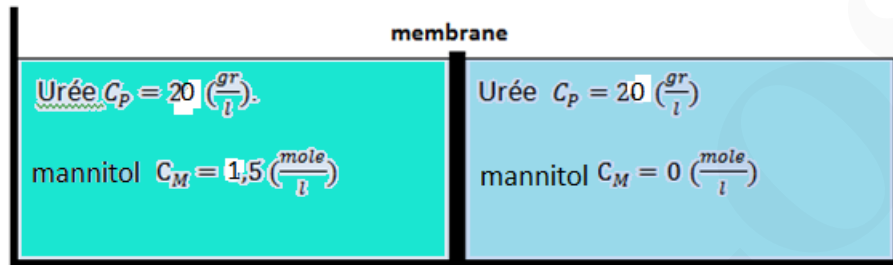
Exercice 6 :

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 : $20 \text{ (}\frac{\text{gr}}{\text{l}}\text{)}$
Solution de mannitol : $1,5 \text{ (}\frac{\text{mole}}{\text{l}}\text{)}$	

a- 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 ?

b- 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: $D_{\text{mannitol}} = 1,67 \cdot 10^{-2} \text{ (}\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}\text{)}$ et $M_{\text{mannitol}} = 182 \text{ (g/mol)}$



a) Le gradient de concentration de l'urée est donné par $\frac{\Delta C_p}{\Delta x}$

$$\Delta C_p = C_{p2} - C_{p1} \quad \Delta C_p = 20 - 20 \quad \Delta C_p = 0 \text{ gr/l}$$

Conclusion : L'urée ne diffuse pas.

b) L'épaisseur de la membrane est donnée par l'équation de Fick

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

Avec $C_p = M \times C_M$.

M = la masse molaire du mannitol.

$$\Delta x = -D \times S \times \frac{M \times \Delta C_M}{\Delta m} \times \Delta t \quad \Delta x = -1,67 \times 10^{-2} \times 10 \times \frac{182 \times [0 - \frac{1,5}{1,10^3}]}{2 \cdot 10^{-2}} \times 1 \quad \Delta x = 2,3 \text{ cm}$$

Exercice 7 :

Soit une molécule supposée sphérique, en mouvement de diffusion dans un milieu de viscosité dynamique η ; son rayon R vaut $3,33 \text{ \AA}$. Que vaut le coefficient de diffusion D à une température de 41°C ? On donne : coefficient de viscosité $\eta = 10^{-3} \text{ (J} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^3}\text{)}$; constante de Boltzmann $K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ (}\frac{\text{J}}{^\circ\text{K}}\text{)}$.

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

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

K = constante de Boltzmann est $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ (}\frac{\text{joule}}{^\circ\text{K}}\text{)}$

f = Coefficient de frottement.

Dans le cas d'une molécule sphérique, il est donné par la relation de Stocks.

$$f = 6 \times \pi \times \eta \times R$$

η = coefficient de viscosité dynamique

R = le rayon de la molécule

En remplaçant on aura : $D = \frac{k \times T}{6 \times \pi \times \eta \times R} \rightarrow D = \frac{(1,38 \cdot 10^{-23}) \times (41 + 273)}{6 \times 3,14 \times 10^{-3} \times 3,33 \times 10^{-10}}$

$$D = 6,9 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

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

La variation de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'une goutte est donnée par la relation de Laplace :

$$\Delta p = \frac{2 \cdot \sigma}{r} \quad \sigma = \frac{r \cdot \Delta p}{2}$$

on a $\Delta p = 600 \text{ Pa}$

$$\sigma = \frac{0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 600}{2} \quad \sigma = 0,075 \text{ N/m}$$

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 (σ).

La variation de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'une bulle est donnée par la relation de Laplace :

$$\Delta p = \frac{4 \cdot \sigma}{r} \quad \sigma = \frac{r \cdot \Delta p}{4}$$

on a $\Delta p (= 1 \text{ Pa})$

$$\sigma = \frac{0,05 \cdot 1}{4} \quad \sigma = 0,0125 \text{ N/m}$$

Exercice 10 :

Calculer la hauteur d'élévation de l'eau dans un tube capillaire vertical de diamètre 10^{-2} mm .

[Données : angle de contact $\alpha = 30^\circ$; masse volumique $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$; tension superficielle $\sigma = 70 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$]

La hauteur d'ascension est donnée par la loi de JURIN :

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