

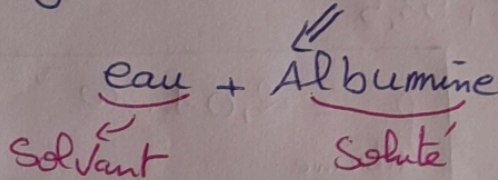
Série N°3: Solution (2023/2024)

EX 1:

* On a : $c_p = 70 \text{ g/l}$, $\rho_{\text{solution}} = 1,033 \text{ g/cm}^3$, $M_{\text{Albumine}} = 65000 \text{ g/mol}$

1) Calcul des fractions molaires de la solution:

* le plasma sanguin est assimilé à une solution aqueuse.



$$\Rightarrow f_{\text{eau}} = \frac{n_{\text{eau}}}{n_T} , \quad f_{\text{Albumine}} = \frac{n_{\text{Albumine}}}{n_T}$$

$$n_T = n_{\text{eau}} + n_{\text{Albumine}}$$

* Pour l'Albumine:

$$\text{On a } c_p = 70 \text{ g/l} = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{solution}}} \Rightarrow c_p = \frac{70 \text{ g}}{1 \text{ l}} \Rightarrow m_{\text{Albumine}} = 70 \text{ g}$$

* Pour l'eau:

$$\text{On a } \rho_{\text{solution}} = 1,033 \text{ g/cm}^3 = 1,033 \text{ g/ml} = 1033 \text{ g/l}$$

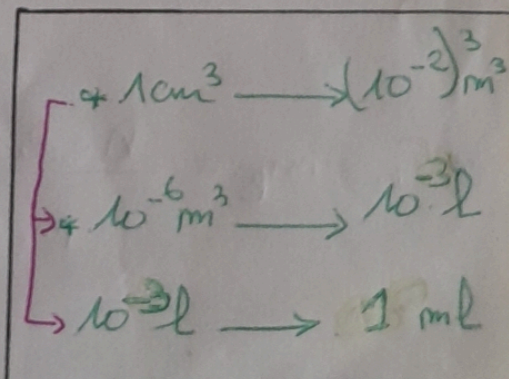
* Donc dans un litre de solution on a 1033g de sa masse.

$$\Rightarrow m_{\text{solution}} = 1033 \text{ g} = m_{\text{eau}} + m_{\text{Albumine}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{eau}} = m_{\text{solution}} - m_{\text{Albumine}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{eau}} = 1033 - 70 = 963 \text{ g}$$

$$\Rightarrow m_{\text{eau}} = 963 \text{ g}$$



$$\Rightarrow n_{\text{Albumine}} = \frac{m_{\text{Albumine}}}{M_{\text{Albumine}}} = \frac{70}{65000} = 0,001077 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Albumine}} = 0,001077 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} = \frac{963}{18} = 53,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{eau}} = 53,5 \text{ mol.}$$

* Donc: $f_{\text{Albumine}} = \frac{0,001077}{0,001077 + 53,5} = 2,01 \cdot 10^{-5}$

$$f_{\text{Albumine}} = 2,01 \cdot 10^{-5}$$

$$f_{\text{eau}} = \frac{53,5}{0,001077 + 53,5} = 0,99999$$

$$f_{\text{eau}} = 0,99999$$

* calcul des concentration molaire et molale:

a) Concentration molaire:

$$C_M = m_p = \frac{n_{\text{solute}} (\text{mol})}{V_{\text{solution}} (\text{l})}$$

$$\Rightarrow C_M = \frac{0,001077}{1} = 1,077 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$$

$$C_M = 1,077 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$C_m = m_L = \frac{n_{\text{solute}} (\text{mol})}{m_{\text{solvant}} (\text{kg})} = \frac{0,001077}{963 \cdot 10^{-3}} = 1,118 \cdot 10^{-3} \text{ mol/kg}$$

$$C_m = 1,118 \cdot 10^{-3} \text{ mol/kg}$$

EX 3:

$$V_A = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 12 \text{ g}$$

$$V_B = 150 \text{ mL} = 0,15 \text{ L}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g/mol}$$

Calcul des concentrations en g/l et en mol/l de A et B.

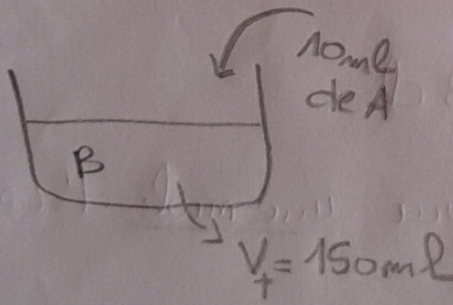
Pour la solution A:

$$C_{PA} = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{12}{0,1} = 120 \text{ g/L} \Rightarrow C_{PA} = 120 \text{ g/L}$$

$$C_{MA} = \frac{n_{\text{solute}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{\frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{solution}}} = \frac{C_P}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{120}{58,5} = 2,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\Rightarrow C_{MA} = 2,05 \text{ mol/L}$$

Pour la solution B:



$$C_{PB} = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{1,2}{0,15} = 8 \text{ g/L}$$

$$C_{PB} = 8 \text{ g/L}$$

$$\begin{array}{l} + 12 \text{ g} \longrightarrow 100 \text{ mL} \\ x \longrightarrow 10 \text{ mL} \end{array} \Rightarrow m_{\text{NaCl}} = \frac{12 \times 10}{100} = 1,2 \text{ g}$$

$$C_{MB} = \frac{C_{PB}}{M_{\text{NaCl}}} = \frac{8}{58,5} = 0,136 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$C_{MB} = 0,136 \text{ mol/L}$$

EX3

$$C_A = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

chlorure d'aluminium: AlCl_3

$$M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Al}} = 27,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1) Calcul de la masse de chlorure d'Aluminium à dissoudre dans

100 mL d'eau:

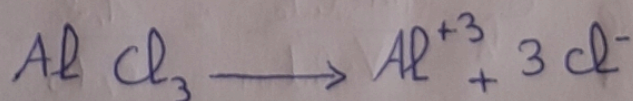
$$\text{on : } C_A = \frac{n_A}{V_{\text{solution}}} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{V_{\text{solution}}} \Rightarrow m_A = C_A V_{\text{solution}} M_A$$

$$* \text{ Pour } M_A = 3M_{\text{Cl}} + M_{\text{Al}} = 3(35,5) + 27,0 = 133,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_A = 1,50 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot 133,5 = 0,2 \text{ g}$$

$$m_A = 0,2 \text{ g}$$

2) Les concentration en ions en fonction de C_A .



* Donc pour une mole de soluté on aura une mole d'ion Al^{+3}
et 3 mole d'ion de Cl^- .

$$\Rightarrow [\text{Cl}^-] = 3[\text{Al}^{+3}] = 3[\text{AlCl}_3] = 3C_A$$

$$[\text{Cl}^-] = 3C_A$$

EX4:

Sulfate d'Aluminium: $Al_2(SO_4)_3$

$$V_B = 50 \text{ ml}$$

$$M_{Al_2(SO_4)_3} = 342,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$C_B = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}, \quad C_0 = 0,80 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

1) Calcul du volume V_0 de la solution mère.

* on sait que: $n_0 = n_B \Rightarrow C_0 \cdot V_0 = C_B \cdot V_B$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{C_B V_B}{C_0} = \frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot 0,05}{0,80} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ l}$$

$$V_0 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ l}$$

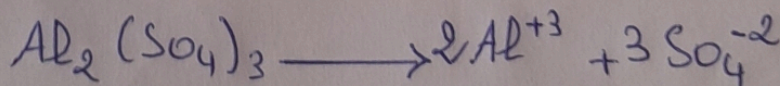
2) La masse à dissoudre m_B pour obtenir 50ml de solution:

$$C_B = \frac{n_B}{V_{\text{solution}}} = \frac{\frac{m_B}{M_B}}{V_{\text{solution}}} \Rightarrow m_B = C_B \cdot V_{\text{solution}} \cdot M_B$$

$$\Rightarrow m_B = 4,0 \cdot 10^{-1} \cdot 0,05 \cdot 342,3 = 6,85 \text{ g}$$

$$m_B = 6,85 \text{ g}$$

3) Les concentrations en ions en fct de C_B et la concentration en ions aluminium en fct de celle en ions Sulfate:



Donc: une mole de soluté apporte 2 moles de Al^{+3} et 3 moles

de SO_4^{-2}

$$\Rightarrow \begin{cases} [Al^{+3}] = 2 [Al_2(SO_4)_3] = 2 C_B \\ [SO_4^{-2}] = 3 [Al_2(SO_4)_3] = 3 C_B \end{cases}$$

$$\Rightarrow C_B = \frac{[Al^{3+}]}{2} = \frac{[SO_4^{2-}]}{3} \Rightarrow [Al^{3+}] = \frac{2}{3} [SO_4^{2-}]$$

b) Calcul des concentrations des ions aluminium après mélange

* Mélange A+B $\Rightarrow V_T = V_A + V_B = 100 + 50 = 150 \text{ ml}$

$$V_T = 150 \text{ ml}$$

$$C_{Al} = \frac{n_{Al^{3+}}}{V_T}$$

$$n_{Al^{3+}} = (n_{Al^{3+}})_A + (n_{Al^{3+}})_B$$

* On a trouvé que : $\begin{cases} [Al^{3+}]_A = C_A \text{ et } V = V_A \\ [Al^{3+}]_B = 2C_B \text{ et } V = V_B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_A = C_A V_A \\ n_B = C_B V_B \end{cases}$

$$\Rightarrow n_{Al^{3+}} = C_A V_A + 2C_B V_B$$

$$\Rightarrow [Al^{3+}] = \frac{C_A V_A + 2C_B V_B}{V_T} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 + 2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,05}{0,15} = 2,68 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$[Al^{3+}] = 2,68 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$+ n_{Cl^-} = \frac{3C_A V_A}{V_A + V_B}$$

$$, n_{SO_4^{2-}} = \frac{3C_B V_B}{V_A + V_B}$$

EX5:

10 ml de HCl : 1 mol/l

5,55 g de CaCl₂ : $M_{CaCl_2} = 111 \text{ g/mol}$

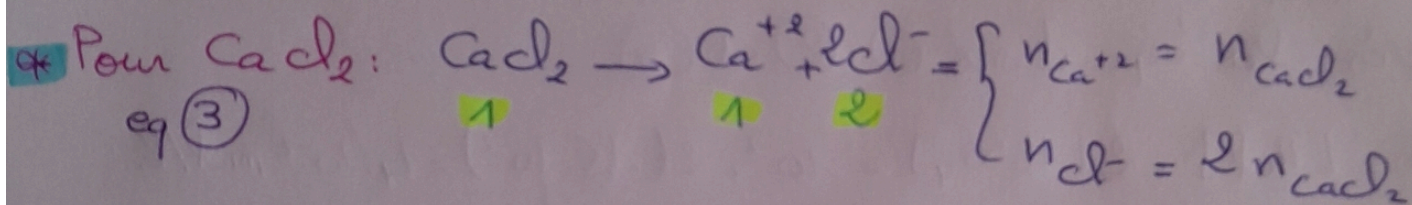
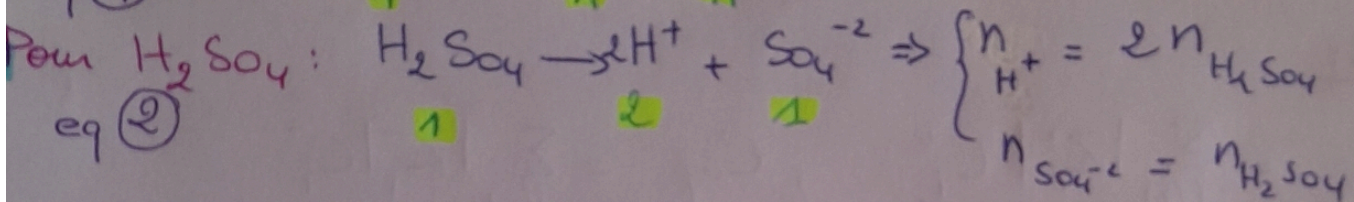
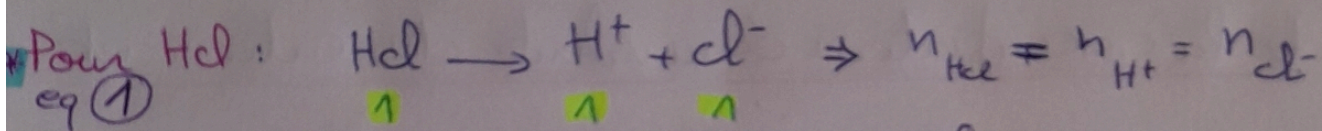
7,1 ml de H₂SO₄ : 2 mol/l

14,4 g de glucose : $M_{glucose} = 180 \text{ g/mol}$

1) Calcul de l'osmolarité de la solution:

$$c_u = \frac{n_{\text{particules}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{n_{\text{H}^+} + n_{\text{Cl}^-} + n_{\text{SO}_4^{2-}} + n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{gl.}}}{V_{\text{sol.}}}$$

on a:



* Pour le Glucose: $n_{\text{gl.}} = \frac{m_{\text{gl.}}}{M_{\text{gl.}}} = \frac{14,4}{180} = 0,08 \text{ mol}$

$$\Rightarrow n_{\text{gl.}} = 0,08 \text{ mol}$$

Donc: * HCl: $1 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ l}$

$$n_{\text{HCl}} \rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \text{ l} \Rightarrow n_{\text{HCl}} = 10^{-2} \text{ mol}$$

* H_2SO_4 : $2 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ l}$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \rightarrow 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

* CaCl_2 : $n_{\text{CaCl}_2} = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{M_{\text{CaCl}_2}} = \frac{5,55}{111} = 0,05 \text{ mol}$

$$\Rightarrow n_{\text{CaCl}_2} = 0,05 \text{ mol}$$

Alors: $n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} + 2n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10^{-2} + 2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{HCl}} + 2n_{\text{CaCl}_2} = 10^{-2} + 2 \cdot 0,05 = 11 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n_{\text{Ca}^{2+}} = n_{\text{CaCl}_2} = 0,05 \text{ mol}$, $n_{\text{SO}_4^{2-}} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

* Pour HCl $1 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ l}$
 $n_{\text{HCl}} \rightarrow 10 \cdot 10^{-3} \text{ l} \Rightarrow n_{\text{HCl}} = 10^{-2} \text{ mol} \Rightarrow C_{\text{HCl}} = 10^{-2} \text{ mol/l}$

* Pour H_2SO_4 $2 \text{ mol} \rightarrow 1 \text{ l}$
 $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \rightarrow 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ l} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \Rightarrow C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$

* Pour CaCl_2 $n_{\text{CaCl}_2} = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{M_{\text{CaCl}_2}} = \frac{5,55}{111} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow C_{\text{CaCl}_2} = 0,05 \text{ mol/l}$

Pour Glucose: $n_{\text{glucose}} = \frac{m_{\text{glu.}}}{M_{\text{glu.}}} = \frac{14,4}{180} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow C_{\text{glu.}} = 0,08 \text{ mol/l}$

$$\Rightarrow \omega = \frac{4 \cdot 10^{-2} + 11 \cdot 10^{-2} + 1,5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2} + 8 \cdot 10^{-2}}{1} = 29,5 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

$$\Rightarrow \omega = 29,5 \text{ mmol/L}$$

2) calcul de la concentration équivalente des cations et

anions:

$$C_{\text{eq cations}} = \sum_{i(+)} |Z_i^+| C_i^+ \quad , \quad C_{\text{eq Anions}} = \sum_{i(-)} |Z_i^-| C_i^-$$

d'après les équations (1), (2) et (3)

$$[H^+] = [HCl] + 2[H_2SO_4] = 10^{-2} + 2(1,5 \cdot 10^{-2}) = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[Ca^{2+}] = [CaCl_2] = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$[Cl^-] = [HCl] + 2[CaCl_2] = 10^{-2} + 2(0,05) = 11 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[SO_4^{2-}] = [H_2SO_4] = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\Rightarrow C_{\text{eq cation}} = |Z_{H^+}| C_{H^+} + |Z_{Ca^{2+}}| C_{Ca^{2+}} = |1+1| 4 \cdot 10^{-2} + |2+2| 0,05 = 14 \cdot 10^{-2} \text{ eq/L}$$

$$C_{\text{eq cations}} = 14 \cdot 10^{-2} \text{ eq/L}$$

$$\Rightarrow C_{\text{eq Anions}} = |Z_{Cl^-}| C_{Cl^-} + |Z_{SO_4^{2-}}| C_{SO_4^{2-}} = |-1| 11 \cdot 10^{-2} + |-2| 1,5 \cdot 10^{-2} = 14 \cdot 10^{-2} \text{ eq/L}$$

$$C_{\text{eq Anions}} = 14 \cdot 10^{-2} \text{ eq/L}$$

On remarque que: $C_{\text{eq cations}} = C_{\text{eq Anions}}$, donc on conclue que la solution est électriquement neutre.

EX6:

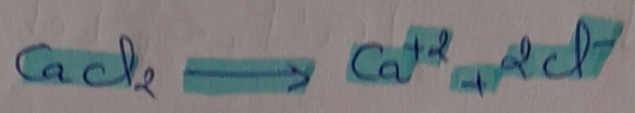
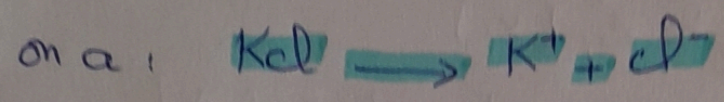
$$V_{KCl} = 1 \text{ L à } 0,1 \text{ M} \quad , \quad V_{CaCl_2} = 2 \text{ L à } 0,01 \text{ M}$$

$$\text{à } 25^\circ\text{C} \quad \lambda_{Ca^{2+}} = 50,1 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad \lambda_{Cl^-} = 76,3 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad \lambda_{K^+} = 73,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{S} \cdot \text{m}^2}{\text{mol}}$$

a) Calcul de la conductivité électrique:

on a: $V_1 = 1$ litre de KCl à $0,1 M \Rightarrow C_{KCl} = 0,1$ mol/litre

$V_2 = 2$ litre de $CaCl_2$ à $0,01 M \Rightarrow C_{CaCl_2} = 0,01$ mol/litre



$$\lambda = \sum_i \lambda_i = \sum \lambda_i [X_i] \Rightarrow \lambda = \lambda_{K^+} [K^+] + \lambda_{Ca^{2+}} [Ca^{2+}] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

+ Donc, il faut d'abord déterminer les concentrations molaires de chaque ion dans cette solution \Rightarrow Les nouvelles concentrations

$C'_{KCl} = \frac{n_{KCl}}{V_1 + V_2}$, on sait que: $C_{KCl} = \frac{n_{KCl}}{V_1} \Rightarrow n_{KCl} = V_1 \cdot C_{KCl}$

$\Rightarrow C'_{KCl} = \frac{V_1 \cdot C_{KCl}}{V_1 + V_2} = 0,033$ mol/l $\Rightarrow C'_{KCl} = 0,033$ mol/l

$C'_{CaCl_2} = \frac{n_{CaCl_2}}{V_T} = \frac{n_{CaCl_2}}{V_1 + V_2}$, on sait: $C_{CaCl_2} = \frac{n_{CaCl_2}}{V_2} \Rightarrow n_{CaCl_2} = \frac{V_2 \cdot C_{CaCl_2}}{2 \cdot Ca^{2+}}$

$\Rightarrow C'_{CaCl_2} = \frac{V_2 \cdot C_{CaCl_2}}{V_1 + V_2} = \frac{0,01 \cdot 2}{3} = 0,0066$ mol/l

$\Rightarrow C'_{CaCl_2} = 0,0066$ mol/l.

donc: $[Cl^-] = C'_{KCl} = [K^+]$
 $[Ca^{2+}] = [CaCl_2] = C'_{CaCl_2}$
 $[Cl^-] = 2 [CaCl_2] = 2 C'_{CaCl_2}$

$$\Rightarrow \Lambda = 73,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,033 + 50,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0066 + 76,3 \cdot 10^{-4}$$

$$(0,033 + 2 \cdot 0,0066)$$

$$\Rightarrow \Lambda = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ Sm}^{-1}$$

b) La force ionique:

* La force ionique est: $F = \frac{1}{2} \sum_i z_i^2 [x_i]$

$$\Rightarrow F = \frac{1}{2} \left\{ z_{K^+}^2 [K^+] + z_{Ca^{2+}}^2 [Ca^{2+}] + z_{Cl^-}^2 [Cl^-] \right\}$$

avec $z_{K^+} = +1$, $z_{Ca^{2+}} = +2$, $z_{Cl^-} = -1$

$$\Rightarrow F = \frac{1}{2} \left(1 \cdot (0,033) + 4 (0,0066) + (-1)^2 (0,033 + 2 \cdot 0,0066) \right)$$

$$\Rightarrow F = 0,0528$$

EX5:

$$n_{AH} = 0,1 \text{ mol}$$

$$V_{\text{eau}} = 1 \text{ L}$$

$$\alpha = 0,08$$

1) Constante d'équilibre K :

	$AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$		
état initial	C	0	0
état final	$C(1-\alpha)$	$C\alpha$	$C\alpha$

$$K = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

La concentration molaire: $C = \frac{0,1}{1} = 0,1 \text{ mol/l}$

$$\Rightarrow C = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$\Rightarrow K = \frac{0,1 \cdot (0,08)^2}{1 - 0,08} = 6,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$\Rightarrow K = 6,96 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

2) L'osmolarité:

$$\omega = C(1 + (i-1)\alpha)$$

* L'osmolarité ou concentration particulaire est le nbr de (molécules + ions) dissouts par litre de solution.

$$\omega = C(1 + \alpha) = 0,1(1 + 0,08) = 0,108 \text{ osmol/l}$$

EXG:

Le point de congélation d'une solution:

$$m_{\text{solvant}} = 32\text{g}, m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 1,7\text{g}, T_{\text{cong solvant}} = 5,5^\circ\text{C}, K_c = 5,12^\circ\text{C}/\text{mol}$$

$$M_{\text{Na}} = 23\text{g/mol}, M_{\text{C}} = 12\text{g/mol}, M_{\text{O}} = 16\text{g/mol}$$

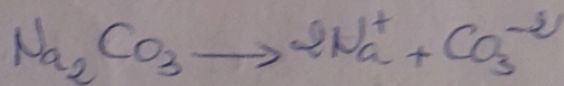
$$\text{La molarité est: } C_m = \frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{m_{\text{solvant}}} = \frac{\frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}}{m_{\text{solvant}}} = \frac{1,7}{(46 + 12 + 48) \cdot 0,032}$$

$$= \frac{0,01604}{0,032} = 0,501\text{ mol/kg}$$

$$\Rightarrow C_m = 0,501\text{ mol/Kg.}$$

$$\text{On a: } \Delta T_c = T_{\text{cong solvant}} - T_{\text{cong solution}} = i K_c \cdot C_m$$

Où le facteur Van't Hoff est le nombre d'ions obtenus après dissociation (2 ions Na^+ et 1 ion CO_3^-)



$$i = 3, \text{ D'où: } \Delta T_c = 3 \times 5,12 \times 0,501 = 7,695^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \Delta T_c = 7,695^\circ\text{C}$$

En fin la température de congélation de cette solution est:

$$T_{\text{cong solution}} = 5,5 - 7,695 = -2,195^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T_{\text{cong solution}} = -2,195^\circ\text{C}$$