

Interrogation N°1 Chimie des Solutions

Trois solutions ioniques, de concentration $1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, sont disposées dans trois flacons numérotés 1, 2 et 3, à la température de 25°C . On dispose également de trois étiquettes, sur lesquelles sont inscrites les indications suivantes : $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$, $(\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$ et $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$.

1. Quelle est la masse (en mg) nécessaire pour préparer 250 ml de chaque solution ? Quelle est alors la concentration massique de chaque solution ?

2-On désire retrouver à quel flacon correspond chaque étiquette. Pour cela, on réalise des mesures de conductance des solutions à l'aide d'une cellule formée d'électrodes planes et parallèles, de surface $S=4 \text{ cm}^2$, séparées d'une distance de $L = 12,5 \text{ mm}$. On obtient les mesures suivantes (les électrodes sont totalement immergées) :

Flacon	1	2	3
G(μS)	795,8	404,5	479,4

2-1. Faire un schéma du montage expérimental (cellule conductimétrique).

2-2. A partir des conductances mesurées, déterminer la conductivité des solutions 1, 2 et 3. Les unités doivent être précisées à chaque étape.

2-3. A partir des conductivités molaires ioniques, déterminer la conductivité des trois solutions aqueuses de concentration $C = 1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ à 25°C . (La dissolution de NaCl, KCl et NaOH dans l'eau est totale).

2-4. Indiquer pour chaque flacon, l'étiquette qui lui correspond.

2-5. On réalise un mélange à volumes égaux des solutions 1,2 et 3 de concentration $C = 1.10^{-3}$. Quelle est la conductivité de la solution obtenue.

Données :

Conductivités molaires ioniques λ en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ à 25°C

Na^+	K^+	Cl^-	HO^-
$50,1.10^{-4}$	$73,5.10^{-4}$	$76,3.10^{-4}$	$198,6.10^{-4}$

$M \text{ NaOH} = 40\text{g/mol}$, $M \text{ NaCl} = 58.5\text{g/mol}$, $M \text{ KCl} = 74.5\text{g/mol}$.

$$[Na^+, Cl^-] = 10^{-3} M \text{ solution 1}$$

$$[K^+, Cl^-] = 10^{-3} M \text{ solution 2}$$

$$[Na^+, OH^-] = 10^{-3} M \text{ solution 3.}$$

(1)

① la masse nécessaire pour la préparation de 25ml de chaque solution et la concentration massique C_m

solution 1: on a : $C_M = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow m = C_M \cdot V \cdot M$ (0,5)

$$m = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot 0,025 L \cdot 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{NaCl} = 0,014625 \text{ g} = 14,625 \text{ mg} \quad (0,5)$$

$$C_m = \frac{m}{V} = \frac{0,014625 \text{ g}}{0,025 L} = 0,585 \text{ g} \cdot L^{-1} \quad (0,5)$$

solution 2:

$$m_{KCl} = C \cdot V \cdot M = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot 0,025 L \cdot 74,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{KCl} = 0,018625 \text{ g} = 18,625 \text{ mg} \quad (0,5)$$

$$C_m = \frac{0,018625 \text{ g}}{0,025 L} = 0,745 \text{ g} \cdot L^{-1} \quad (0,5)$$

solution 3

$$= C \cdot V \cdot M = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot 0,025 L \cdot 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{NaOH} = 0,01 \text{ g} = 10 \text{ mg} \quad (0,5)$$

$$C_m = \frac{0,01 \text{ g}}{0,025 L} = 0,4 \text{ g} \cdot L^{-1} \quad (0,5)$$

② $S = 4 \text{ cm}^2$; $L = 12,5 \text{ mm}$

Flacon 1

G: 795,6 μS

Flacon 2

441,5 μS

Flacon 3

479,4 μS

gens du
courant


$$\text{ma: } G = \gamma \frac{S}{L} \Rightarrow \gamma = G \cdot \frac{L}{S} = G \cdot K \quad \left\{ K = \frac{L}{S} \right.$$

$$K = 0.3125 \text{ cm}^{-1} = 31.25 \text{ m}^{-1} \quad (0.5)$$

$$\lambda_1 = G_1 \cdot K = 795,8 \text{ } \mu\text{m}^{-6} \text{ s} \cdot 31,25 \text{ m}^{-1} = 0,02486 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$$
$$\omega_2 = 404,5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 31,25 \text{ m}^{-1} = 0,01264 \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$$

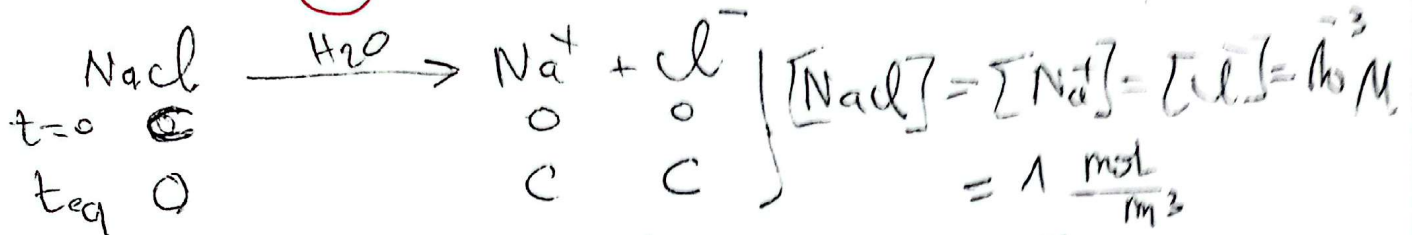
solution 3: $\lambda_3 = 479,4 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 39,25 \text{ m}^{-1} = 0,01498 \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ (95)

(3)

À partir des conductivités molaires ioniques:

Solution NaCl

$$\sigma = \sum \lambda_i c_i \quad (0.15) = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

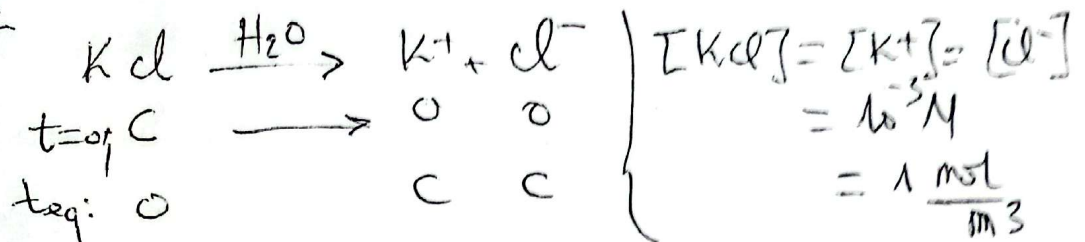


$$\sigma = (50,1 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}) + (76,3 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3})$$

$$\sigma = (50,1 + 76,3) \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\sigma = 0,01264 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0.15)$$

solution KCl



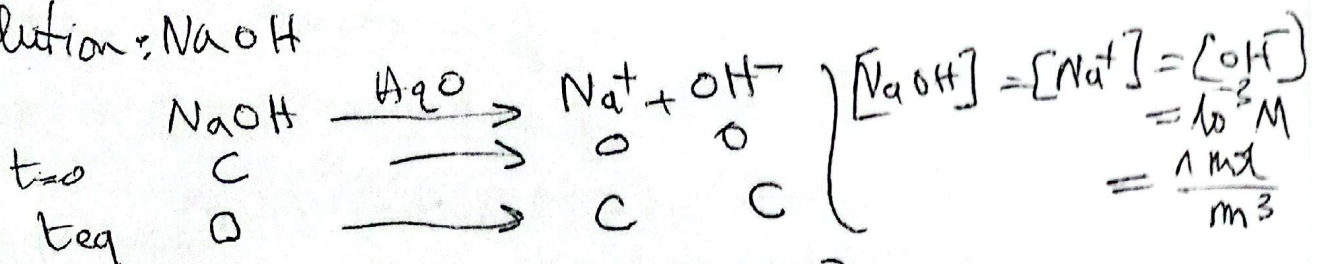
$$\sigma = \lambda_{K^+} [K^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

$$= (73,5 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}) + (76,3 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3})$$

$$= (73,5 + 76,3) \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$= 0,01498 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0.15)$$

solution NaOH



$$\sigma = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{OH^-} [OH^-]$$

$$59,1 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} + 198,6 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1000} \quad (4)$$

$$= (59,1 + 198,6) \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$= 0,02487 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0,5)$$

2-4: l'étiquette qui correspond à chaque flacon

d'après les résultats de la réponse 2-2 et 2-3:

flacon 1: solution NaOH : $\gamma = 0,0248 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0,5)$

flacon 2: solution NaCl : $\gamma = 0,01269 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0,5)$

flacon 3: solution KCl : $\gamma = 0,01498 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0,5)$

2-5: la conductivité de la solution obtenue par mélange de volume égaux des 3 solutions:

calcul des concentrations des ions:

on a $n_1 = C_1 V_1$: nombre de moles de chaque ion dans chaque solution avant mélange.

$n_2 = C_2 V_2$: nombre de moles de chaque ion dans la solution obtenue par mélange.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \wedge \quad V_2 = 3 V_1 \quad ; \quad C_2 = \frac{C_1 V_1}{V_2} = \frac{C_1 V_1}{3 V_1} = \frac{C_1}{3} \quad (0,5)$$

$$[Na^+] = \frac{[Na^+]_{\text{flacon 1}}}{3} + \frac{[Na^+]_{\text{flacon 2}}}{3} = \frac{2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}}{3} \quad (0,5)$$

$$[Cl^-] = \frac{[Cl^-]_{\text{flacon 2}}}{3} + \frac{[Cl^-]_{\text{flacon 3}}}{3} = \frac{2}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \quad (0,5)$$

$$[K^+] = \frac{[K^+]_{\text{flacon 3}}}{3} = \frac{1}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \quad (0,5)$$

$$[OH^-] = \frac{[OH^-]_{\text{flacon 1}}}{3} = \frac{1}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \quad (0,5)$$

$$\gamma = (\lambda_{Na^+} [Na^+]) + (\lambda_{Cl^-} [Cl^-]) + (\lambda_{K^+} [K^+]) + (\lambda_{OH^-} [OH^-]) \quad (0,5)$$

$$= (59,1 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{2}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}) + (763 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{2}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}) + (73,5 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}) + (198,6 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1}{3} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3})$$

$$\gamma_{\text{solution}} = 0,01749 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1} \quad (0,5)$$