

# Feuille d'exercices Dosage par étalonnage conductimétrique – loi de Kohlrausch

Conductivités molaires ioniques $\lambda$ à 25,0°C (en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ )							
Cations				Anions			
$\text{H}_3\text{O}^+$	35,0	$\text{Cu}^{2+}$	10,7	$\text{HO}^-$	19,8	$\text{NO}_3^-$	7,1
$\text{Fe}^{3+}$	20,4	$\text{Mn}^{2+}$	10,7	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	17,0	$\text{ClO}_4^-$	6,7
$\text{Al}^{3+}$	18,3	$\text{Mg}^{2+}$	10,6	$\text{SO}_4^{2-}$	16,0	$\text{MnO}_4^-$	6,1
$\text{Pb}^{2+}$	14,2	$\text{Zn}^{2+}$	10,6	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	14,8	$\text{F}^-$	5,5
$\text{Ba}^{2+}$	12,7	$\text{NH}_4^+$	7,4	$\text{CO}_3^{2-}$	13,9	$\text{HCOO}^-$	5,5
$\text{Ca}^{2+}$	11,9	$\text{K}^+$	7,3	$\text{Br}^-$	7,8	$\text{HCO}_3^-$	4,5
$\text{Fe}^{2+}$	10,8	$\text{Ag}^+$	6,2	$\text{I}^-$	7,7	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	4,1
$\text{Ni}^{2+}$	10,8	$\text{Na}^+$	5,0	$\text{Cl}^-$	7,6	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	3,2

## 50 Mesure d'une constante de cellule

Tracer et exploiter un graphique

Un GBF impose une tension  $U$  aux bornes d'une cellule de conductimétrie plongée dans une solution de chlorure de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(\text{aq})}, \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $c = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . On mesure l'intensité  $I$  du courant dans la cellule pour différentes valeurs de  $U$ .

$U$ (en V)	0,500	0,700	0,900	1,00
$I$ (en $\mu\text{A}$ )	124	170	219	245

- Placer les points de mesure sur un graphique représentant  $I$  en fonction de  $U$ .
- Que signifie le fait que ces points puissent être modélisés par une droite passant par l'origine ?
- La tracer et déterminer son coefficient directeur.
- En déduire la conductance  $G$  de la solution.
- Calculer la conductivité  $\sigma$  de la solution.
- En déduire la constante de la cellule  $k = \frac{\sigma}{G}$ .

## 51 Conductivité et ions halogénure

Effectuer un calcul • Exploiter un énoncé

On mesure la conductivité  $\sigma$  de différentes solutions de même concentration  $c$ .

Solution	$(\text{K}^{+}_{(\text{aq})}, \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})})$	$(\text{K}^{+}_{(\text{aq})}, \text{Br}^{-}_{(\text{aq})})$
$\sigma$ (en $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ )	14,1	15,6

- Calculer la concentration de la solution de chlorure de potassium ( $\text{K}^{+}_{(\text{aq})}, \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ ).
- En utilisant la loi de Kohlrausch, retrouver la valeur de la conductivité molaire ionique de l'ion bromure.

## 56 Conductivité et incertitude

Estimer une incertitude • Effectuer des calculs

Une solution d'acide nitrique ( $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}, \text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})}$ ) a une conductivité  $\sigma$  égale à  $(8,42 \pm 0,05) \times 10^{-2} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ .

- Calculer la concentration  $c$  de cette solution.
- L'incertitude-type de chaque conductivité molaire ionique est  $u(\lambda) = 2 \times 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ .

On admet que l'incertitude-type sur la concentration vérifie :

$$\frac{u(c)}{c} = \sqrt{\left(\frac{u(\sigma)}{\sigma}\right)^2 + 2\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{NO}_3^-}}\right)^2}$$

Calculer  $u(c)$  et donner le résultat de la détermination de  $c$  avec son incertitude.

## 61 Lessive de soude

BAC

Tracer et exploiter un graphique • Faire preuve d'esprit critique

La lessive de soude est une solution dont l'unique soluté est l'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(\text{aq})}, \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$ ).



Pour vérifier cette indication, on mesure la conductivité  $\sigma$  de différentes solutions étalons d'hydroxyde de sodium de concentrations  $c$  connues.

On obtient les mesures suivantes :

$c$ (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	10,0	8,0	3,0	1,0
$\sigma$ (en $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ )	248	197	74,4	24,8

On dilue la solution de lessive de soude 2 000 fois. La solution diluée a la conductivité  $\sigma = 119 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

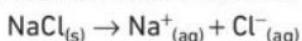
- Pourquoi dilue-t-on la solution avant de mesurer la conductivité ? Comment choisir le facteur de dilution ?
- Tracer le graphique d'étalonnage.
- Déterminer le pourcentage en masse de cette solution.

## 70 Les larmes artificielles



Les larmes artificielles, utilisées pour rincer les yeux, se trouvent sous forme de doses de 5,0 mL à usage unique. L'étiquette indique qu'une dose de solution contient 0,045 g de chlorure de sodium.

L'équation de la réaction de dissolution, supposée totale, du chlorure de sodium dans l'eau s'écrit :



On dispose de solutions aqueuses de chlorure de sodium de différentes concentrations molaires  $c$  dont on a mesuré la conductivité  $\sigma$ . Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

$c$ (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$\sigma$ (en $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ )	0,125	0,255	0,447	0,702	0,919	1,10

On dilue par un facteur 20 la solution de larmes artificielles. La valeur mesurée de la conductivité de la solution S ainsi obtenue est  $0,880 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

1. Décrire le protocole détaillé permettant de préparer 100 mL de solution diluée de larmes artificielles.
- 2.1. Tracer la courbe d'étalonnage.
- 2.2. Montrer que le graphique obtenu est en accord avec la loi de Kohlrausch.
- 2.3. Comparer à la valeur de l'étiquette en calculant la masse de chlorure de sodium.
- 2.4. Pourquoi a-t-on mesuré la conductivité d'une solution de larmes diluée par un facteur 20 et non par un facteur 10 ?

Adapté du sujet de Bac Métropole, septembre 2011.

### DES CLÉS POUR RÉUSSIR

1. Protocole d'une dilution.
- 2.1. Tracer  $\sigma$  en fonction de  $c$ .
- 2.2. Établir la relation entre la conductivité et la concentration  $c$ . Comparer à l'allure de la courbe.
- 2.3. Utiliser la courbe pour déterminer la concentration  $c$ , puis calculer le volume de solution pour trouver la masse ou la quantité de matière.
- 2.4. Calculer la concentration pour une dilution par 10.

### Exercice en lien avec le TP :

1. Tracer, sur papier millimétré, la droite d'étalonnage représentant la conductivité  $\sigma_i$  de la solution en fonction de sa concentration molaire en chlorure de sodium  $C_i$ .
2. Déterminer, à partir de ce graphique, le coefficient directeur de la droite d'étalonnage. Préciser son unité.
3. En utilisant la loi de Kohlrausch, montrer que la conductivité d'une solution de chlorure de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(aq)} + \text{Cl}^{-}_{(aq)}$ ) de concentration  $c$  s'écrit  $\sigma = (\lambda_{\text{Na}}^{+} + \lambda_{\text{Cl}}^{-}) \times c$ .
4. En déduire la valeur théorique du coefficient directeur de la droite d'étalonnage. La comparer à la valeur obtenue à la question 2.

### Données :

Conductivités molaires ioniques :

$$\lambda_{\text{Na}}^{+} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}; \lambda_{\text{Cl}}^{-} = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

5. A l'aide de la droite d'étalonnage, déterminer la concentration  $C_{\text{sérum dilué}}$  en chlorure de sodium du sérum physiologique dilué en faisant apparaître clairement la détermination graphique.
6. Calculer la concentration en masse moyenne  $t_{\text{moy}}$  de l'ensemble des concentrations  $t_{\text{sérum}}$  obtenues par les différents groupes d'une classe. En déduire l'écart-type  $\sigma_{n-1}$  de cette série de mesures.

$t$ ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	8,8	9,1	9,0		9,2	9,1	8,9	9,0	8,7

7. Avec un intervalle de confiance de 95 %, donner un encadrement de  $t_{\text{moy}}$ .

Compétence Valider : estimer l'incertitude d'une mesure.

8. Comment pourrait-on expérimentalement diminuer l'incertitude relative du résultat de la mesure ?

Compétence Valider : proposer des améliorations de la démarche.