



# Conductivité $\sigma$ d'une solution ionique

## Conductivité molaire ionique $\lambda$

### I. Lien entre la conductivité $\sigma$ et la concentration :

<http://labotp.org>

#### ♦ Conductance $G$ d'une solution aqueuse:

- 1) À quelle condition une solution aqueuse conduit-elle le courant électrique ?
- 2) La conductance  $G$  est l'inverse de quelle grandeur physique ? Quelle est l'unité de la conductance  $G$  ?

#### ♦ Conductivité $\sigma$ d'une solution ionique :

Lors du TP C6, on a mesuré la conductivité  $\sigma$  de solutions de chlorure de sodium de concentrations différentes. Pour des concentrations faibles  $c < 20 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  ou  $20 \text{ mmol.L}^{-1}$ , on a tracé  $\sigma = f(c)$ .

- 3) Rappeler l'allure de cette courbe. Quelle relation mathématique peut-on écrire entre  $\sigma$  et  $c$  ?

*Plus une solution contient d'ions plus sa conductivité  $\sigma$  augmente (plus elle est conductrice).*

#### ♦ Conductivité molaire ionique $\lambda$ :

Certains ions sont plus mobiles que d'autres en solution aqueuse, ils assurent donc mieux le passage du courant. La conductivité molaire ionique  $\lambda$  caractérise la mobilité d'un ion et donc sa contribution au caractère conducteur d'une solution.

*Plus un ion est mobile, plus sa conductivité molaire ionique  $\lambda$  est élevée.*

#### ♦ Relation entre la conductivité d'une solution ionique $\sigma$ et la conductivité molaire ionique $\lambda$ :

Prenons l'exemple de la solution aqueuse de chlorure de sodium (TPC6) de formule chimique  $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ,

$$\text{on a } \sigma = \lambda_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+(\text{aq})] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-(\text{aq})] \quad \text{Relation 1}$$

- 4) En utilisant la relation 1, ci-dessus, compléter : Plus les ions en solution sont mobiles et plus la .....  $\sigma$  de la solution est .....
- 5) Écrire l'équation de dissolution du chlorure de sodium.
- 6) En déduire la relation entre la concentration  $c$  en soluté apporté et les concentrations effectives  $[\text{Na}^+(\text{aq})]$  et  $[\text{Cl}^-(\text{aq})]$  dans la solution.
- 7) À l'aide de la relation 1 et de la réponse précédente, exprimer  $\sigma$  en fonction de  $\lambda_{\text{Na}^+}$ ,  $\lambda_{\text{Cl}^-}$  et  $c$ .

Cette relation est-elle en accord avec la relation vue lors du TPC6 :  $\sigma = k \cdot c$  ?

Pour une solution contenant uniquement des cations  $\text{M}^+$  et des anions  $\text{A}^-$  :

$$\sigma = (\lambda_{\text{M}^+} + \lambda_{\text{A}^-}) \cdot c$$

Unités S.I.

$\text{S.m}^{-1}$

$\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

?.....?

Enfin  $\sigma$  dépend de la température de la solution.

### II. Préparation des solutions électrolytiques :

On souhaite préparer six solutions de volume  $V = 100 \text{ cm}^3$  et de concentration molaire  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1) Exprimer  $c$  en fonction de  $m$ ,  $M$  et de  $V$ ; en déduire l'expression littérale de la masse de solide à peser.
- 2) Compléter le tableau suivant :

Solution	Soluté	Masse molaire ( $\text{g.mol}^{-1}$ )	masse à peser $m$ (g)
S1	chlorure de sodium	58,5	
S2	chlorure de potassium	74,6	
S3	chlorure d'hydrogène		
S4	nitrate de sodium	85,0	
S5	hydroxyde de sodium	40,0	
S6	hydroxyde de potassium	56,1	

- 3) Peut-on préparer ces solutions par simple dissolution ? Justifier.

À la paillasse professeur, on dispose de solutions mères de chlorure de sodium; de chlorure de potassium et de nitrate de sodium de concentration  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  à partir desquelles on va préparer les solutions S1, S2 et S4 de concentration  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

4) Décrire brièvement le protocole expérimental de la préparation d'une des solutions diluées.

- ❖ Réaliser la préparation des solutions S1, S2 et S4 par dilution des solutions mères correspondantes.
- ❖ Les solutions S3, S5 et S6 déjà diluées sont disponibles sous les hottes.

### III. Première série de mesures: à propos des cations

On utilise des solutions ioniques contenant toujours le même anion  $\text{Cl}^-$ , ces solutions ont toutes la même concentration molaire.

Repérer clairement les récipients contenant les solutions (marqueur).

Le conductimètre doit être étalonné avant d'effectuer des mesures :

- Une solution étalon dont la conductivité  $\sigma$  est connue se trouve au bureau.
- Un capteur de température est placé dans la solution étalon.
- Placer la sonde **propre et sèche** dans la solution étalon.
- Régler le conductimètre à la température de la solution. (bouton °C)
- Sur la bouteille de solution étalon, lire quelle doit être, à cette température, sa conductivité  $\sigma$
- Sur le conductimètre, tourner le bouton k%, pour atteindre environ cette valeur de  $\sigma$ .

Bien rincer l'électrode entre chaque mesure, penser à rincer l'éprouvette graduée après usage.

Chasser les bulles d'air sur l'électrode.

n° solution	Formule chimique de la solution	$\sigma$ littérale en fonction de $\lambda$	$\sigma$ mesurée (en $\text{mS.cm}^{-1}$ )
solution 1 chlorure de sodium			$\sigma_1 =$
solution 2 chlorure de potassium			$\sigma_2 =$
solution 3 acide chlorhydrique	$(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-)$	$\sigma_3 = (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \cdot c$	$\sigma_3 =$

➤ Conclure en classant les conductivités molaires ioniques  $\lambda$  des cations par valeurs décroissantes.

*Remarque:* Vérifier que la conductivité molaire ionique  $\lambda$  de  $\text{H}_3\text{O}^+$  ou  $\text{H}^+_{(\text{aq})}$  est très supérieure à celle des autres cations.

### IV. Deuxième série de mesures: à propos des anions

On utilise des solutions ioniques contenant toujours le même cation  $\text{Na}^+$ , ces solutions ont toutes la même concentration molaire.

n° solution	Formule chimique de la solution	$\sigma$ littérale en fonction de $\lambda$	$\sigma$ mesurée (en $\text{mS.cm}^{-1}$ )
solution 1 chlorure de sodium			$\sigma_1 =$
solution 4 nitrate de sodium			$\sigma_4 =$
solution 5 hydroxyde de sodium			$\sigma_5 =$

➤ Conclure en classant les conductivités molaires ioniques  $\lambda$  des anions par valeurs décroissantes.

*Remarque:* Vérifier que la conductivité molaire ionique  $\lambda$  de  $\text{HO}^-$  est supérieure à celle des autres anions.

### V. Application: détermination indirecte de la conductivité $\sigma$ d'une solution

On dispose d'une solution S6 d'hydroxyde de potassium de concentration molaire  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

1) Vérifier que l'on peut calculer sa conductivité  $\sigma_6$  en utilisant les mesures précédentes avec  $\sigma_6 = \sigma_2 + \sigma_5 - \sigma_1$ , on utilisera les expressions littérales de  $\sigma$  en fonction de  $\lambda$ .

2) Calculer  $\sigma_6$ .

❖ Mesurer expérimentalement  $\sigma_6$ .

3) Calculer le pourcentage d'erreur relative sur la mesure de  $\sigma_6$ . Commenter le résultat obtenu.

$$\% \text{ d'erreur relative} = \frac{|\text{valeur calculée} - \text{valeur mesurée}|}{\text{valeur calculée}} \times 100$$