

Loi de Kohlrausch :

Si la concentration d'une solution est suffisamment faible, sa conductivité peut s'écrire en fonction des conductivités ioniques des ions présents :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \times C_i$$

Si un seul soluté ionique est dissout, la conductivité de la solution et la concentration apportée C du soluté sont alors proportionnelles :

$$\sigma = k \times C$$

Solution physiologique :

Une solution physiologique est un liquide isotonique avec le sang (elle exerce une pression osmotique équivalente à celle des fluides corporels, ce qui empêche les échanges déséquilibrés d'eau entre les cellules et leur environnement). Une telle solution est également nommée liquide physiologique ou, improprement, sérum physiologique (en fait il ne s'agit pas d'un sérum car il ne provient pas directement du sang).

Il s'agit d'une solution aqueuse de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$) qui se présente sous la forme d'unidoses de 5 mL.

La notice du fabricant indique que la solution physiologique contient 0,9 % en masse de chlorure de sodium. On note ainsi en pourcent le **titre massique** qui est égal au quotient de la masse de chlorure de sodium par la masse de solution.

La densité du sérum est $d = 1,0$ et la masse volumique de l'eau est $\rho = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Masses molaires atomiques : $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Utilisation du conductimètre :

Pour chaque mesure :

- rincer la sonde à l'eau distillée et l'essuyer au papier absorbant sans frotter ;
- plonger la sonde dans la solution en vérifiant que toute la surface des plaques est immergée et faire attention à ne pas emprisonner de bulle d'air entre les plaques ;
- rincer et essuyer la sonde entre chaque changement de solution ;
- entre deux mesures, on doit maintenir la cellule dans sa garde d'eau distillée pour éviter son assèchement.

Étalonnage :

Un conductimètre doit préalablement être étalonné avec une solution étalon dont la conductivité est connue. Pour cela, on utilise une solution de chlorure de potassium à $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Une fois dans la solution étalon de chlorure de potassium, en se plaçant sur le calibre $2 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, ajuster la valeur de la conductivité à $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ en tenant compte de la température de la solution.

Le but de ce TP est de vérifier que le titre massique indiqué sur l'étiquette de dosettes de solution physiologique est correct.

Pour cela, on va un **dosage par étalonnage conductimétrique** de la solution.

Matériel à disposition

Solutions

- une dosette de 5 mL de solution physiologique commercial ;
- une solution mère S_0 de chlorure de sodium de concentration $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ (bêcher donné par professeur) ;
- une solution de chlorure de potassium de concentration $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans son flacon pour étalonner le conductimètre ;

| Verrerie | autre |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- une burette graduée de 25,0 mL ;- une fiole jaugée de 50,0 mL pour les solutions étalons ;- une fiole jaugée de 200,0 mL ;- une pipette jaugée de 5,0 mL ;- 5 béchers ou petits pots pour la mesure de la conductivité. | <ul style="list-style-type: none">- un conductimètre ;- un marqueur pour la verrerie ;- du papier absorbant. |

🔧 Préparer, par dilution, les 5 solutions étalons du tableau ci-dessous à partir de la solution mère S_0 de chlorure de sodium, avec la burette graduée et la fiole jaugée de 50,0 mL. Les verser dans des béchers numérotés.

🔧 Étalonner le conductimètre puis mesurer la conductivité de chacune des solutions étalons en commençant par la moins concentrée.

| | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 |
|--|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Volume de solution mère (mL) | 5,0 | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 |
| Concentration C_i (mol.L ⁻¹) | $1,0 \cdot 10^{-2}$ | $0,80 \cdot 10^{-2}$ | $0,60 \cdot 10^{-2}$ | $0,40 \cdot 10^{-2}$ | $0,20 \cdot 10^{-2}$ |
| Conductivité σ (mS.cm ⁻¹) | | | | | |

1. Vérifier par le calcul la valeur de la concentration de la solution S_2 .

🔧 Tracer la courbe d'étalonnage $\sigma = f(C)$ avec Regressi (utiliser la notice).


2. La loi de Kohlrausch est-elle respectée ?

🔧 Modéliser la courbe obtenue (voir notice).

3. Noter la valeur du coefficient directeur obtenu.

Il est nécessaire de diluer 40 fois la solution physiologique d'une dosette pour en mesurer la conductivité.

4. Proposer un protocole avec le matériel à disposition pour réaliser cette dilution.

 Effectuer la dilution de la solution commerciale puis mesurer la conductivité de la solution obtenue.

5. Déterminer la concentration en masse du chlorure de sodium dans la solution physiologique commerciale et en déduire le titre massique w de chlorure de sodium dans le sérum physiologique.

Détermination d'une incertitude-type par une méthode de type A :

On peut obtenir une estimation statistique d'une erreur de mesure lorsqu'une série de mesures a été réalisée. La meilleure estimation du résultat est alors la moyenne \bar{x} des mesures et son incertitude-type est donnée par :

$$u(x) = \frac{\sigma_{exp}}{\sqrt{n}}$$

où σ_{exp} est l'écart-type expérimental des mesures (voir la page incertitudes du site pour des tutos calculette) et n est le nombre de mesures.

Le résultat se note alors :

$$x = \bar{x} \pm u(x)$$

6. À l'aide des valeurs fournies par l'ensemble des groupes, déterminer la valeur moyenne \bar{w} du titre massique ainsi que son incertitude-type $u(w)$.

7. Comparer à la valeur de référence indiquée par le fabricant en utilisant le quotient $z = \frac{|w_{exp} - w_{réf}|}{u(w)}$.
Commenter.