

TP n°02 : Dosage conductimétrique par étalonnage

I. Contexte du sujet

Le sérum physiologique est vendu en pharmacie pour laver le nez ou les yeux en petites doses individuelles de 5 mL environ. Il n'est constitué que d'eau et de chlorure de sodium. C'est donc une solution aqueuse de chlorure de sodium ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$).

L'étiquette du sérum physiologique indique un titre massique de 0,9 %, c'est-à-dire que 100 g de sérum physiologique contiennent 0,9 g de chlorure de sodium.

Comme tout produit destiné à la consommation grand public, le sérum physiologique est soumis à un contrôle strict par les autorités sanitaires françaises.



« Comment contrôler la qualité du sérum physiologique ? »

II. Documents à disposition

Doc n°1 : La conductimétrie

Une solution ionique est une solution qui conduit le courant électrique. Ce courant est dû à un déplacement d'ions dans la solution.

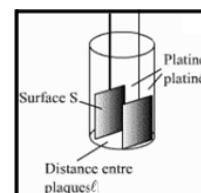
- La conductivité d'une solution, notée σ , est une grandeur qui représente la capacité de cette solution à conduire le courant. Elle s'exprime en S.m^{-1} (S = Siemens). Plus σ est grande et plus la solution est conductrice.
- La conductivité dépend de la nature et des concentrations $[X_i]$ des n ions X_i présents dans cette solution. Pour les solutions diluées ($< 10 \text{ mmol.L}^{-1}$) Ces grandeurs sont reliées par la loi de Kohlrausch.
$$\sigma = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot [X_i]$$
- λ_i est appelée conductivité molaire ionique, elle ne dépend que de l'ion X_i et de la température de la solution et s'exprime en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$.

Doc n°2 : Le conductimètre

La conductivité d'une solution se mesure au moyen d'un conductimètre.

Un conductimètre est constitué de deux éléments :

- Une cellule, formée de 2 électrodes en platine plaqué, de forme carrée, de surface S , se faisant face et séparée d'une distance ℓ (voir ci-contre) ;
- un boîtier électronique, lequel applique une tension alternative d'amplitude U_{\max} fixée aux bornes de la sonde. Il mesure en retour l'amplitude I_{\max} de l'intensité du courant alternatif circulant dans la solution entre les deux électrodes.



L'appareil peut alors en déduire la conductance G de la solution, laquelle est, par définition, l'inverse de la résistance R de la solution, obtenue grâce à la loi d'ohm.

Cette conductance dépend cependant de la surface S des électrodes et de la distance qui les sépare.

Pour éviter que la valeur mesurée ne dépende des paramètres géométriques de la cellule, les conductimètres affichent directement la conductivité σ de la solution, mais cela nécessite au préalable un étalonnage du conductimètre avec une solution étalon de conductivité connue.

La cellule conductimétrique doit être rincée et essuyée avant et entre chaque utilisation.

Doc n°3 : Incertitudes

On prendra comme incertitude sur la mesure de la conductivité $u(\sigma) = 1 \text{ } \mu\text{S.cm}^{-1}$

L'incertitude-type lorsqu'une mesure est répétée n fois s'obtient à l'aide de la relation suivante : $u(\bar{X}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

Une mesure est en accord avec une valeur de référence X si le z-score $z = \frac{|X_{\text{ref}} - X_{\text{exp}}|}{u(X)} \leq 2$ ou 3

Doc n°4 : Données

Masses molaires : $M_{\text{sodium}} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_{\text{chlore}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Masse volumique du sérum physiologique : $\rho_{\text{sérum}} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$

III. Matériel à disposition

- Un conductimètre
- 6 béchers de 25 mL.
- Une fiole jaugée de 100,0 mL
- Une pissette d'eau distillée.
- 1 dose de liquide physiologique de 5 mL.
- Du papier millimétré ou le logiciel Lati-Pro
- Un solution pour étalonner le conductimètre de conductivité $\sigma = 1413 \mu\text{S.cm}^{-1}$

- 5 solutions diluées de chlorure de sodium de concentrations connues :

- solution S_1 : $C_1 = 2,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- solution S_2 : $C_2 = 4,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- solution S_3 : $C_3 = 6,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- solution S_4 : $C_4 = 8,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- solution S_5 : $C_5 = 1,0.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

IV. Travail à effectuer.

S'APPROPRIER

- 1°- Quels sont les ions présents dans le sérum physiologique ? En déduire l'expression de la loi de Kohlrausch pour le sérum physiologique.
- 2°- Exprimer la loi de Kohlrausch en fonction de la concentration en soluté apporté $C_{\text{sérum}}$. Que peut-on en déduire concernant la conductivité de la solution et la concentration en soluté apporté du sérum physiologique.
- 3°- À l'aide de l'étiquette et des données, déterminer la concentration en quantité de matière de chlorure de sodium correspondant à l'indication de l'étiquette du sérum physiologique. Le sérum physiologique vérifie-t-il la loi de Kohlrausch ? Justifier.
Comment peut-on alors faire pour qu'il rentre dans le critère de la loi ?

ANALYSER

- 4°- A l'aide de la liste de matériel et des questions précédentes, proposer une démarche permettant de vérifier expérimentalement le titre massique du sérum physiologique indiqué par l'étiquette.