

PARTIE 3 : Réactions chimiques et milieux biologiques

TP 19

La chimie du dosage par étalonnage

Comment vérifier la composition d'un sérum physiologique ?

OBJECTIFS : Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide d'une courbe d'étalonnage en utilisant la conductimétrie, dans le domaine de la santé, du contrôle de la qualité.

CONTEXTE DU SUJET :

Vous êtes mandaté par la répression des fraudes pour contrôler la composition indiquée sur l'étiquette d'un sérum physiologique.

Document 1 : Le sérum physiologique

Le sérum physiologique est une solution stérile de chlorure de sodium très souvent utilisée dans le domaine médical.

En bref, il s'agit de sel dissous dans l'eau en quantité équivalente à celle retrouvée dans les larmes naturelles ou dans le plasma sanguin.

La masse molaire moléculaire du chlorure de sodium est de $58,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

On suppose que la masse volumique du sérum physiologique est voisine de 1 g.cm^{-3} .

SÉRUM PHYSIOLOGIQUE

Hygiène nasale et
ophtalmique quotidienne



Solution de Chlorure de Sodium à 0,9%
fabriqué en conditions stériles - Non injectable

30 unidoses rebouchables de 5ml

Document 2 : la conductivité et sa mesure

Dans les solutions ioniques ou électrolytiques, le courant électrique résulte de la double migration des anions et des cations. On peut utiliser une cellule conductimétrique pour étudier le caractère conducteur des électrolytes et déterminer leur conductivité.

On définit :

- La conductance **G** (unité : siemens S) d'une portion d'électrolyte comme l'inverse de sa résistance :

$$G(S) = \frac{1}{R(\Omega)} = \frac{I(A)}{U(V)}$$

La conductance G pour une solution dépend de la cellule du conductimètre par l'intermédiaire d'une constante de cellule notée **k** = S/L où S est la surface des électrodes de la cellule et L la distance qui les sépare.

- La conductivité **σ** d'un électrolyte qui est liée à la conductance par la relation :

$$\sigma(S.m^{-1}) = \frac{G(S)}{k(m)}$$

Le conductimètre dont vous disposez, mesure la conductivité d'une solution.

Il ne faut jamais plonger une sonde conductimétrique dans des solutions oxydantes (permanganate de potassium, hypochlorite de sodium...) et dans des solvants organiques !!! Pour une conservation optimale, il est recommandé de rincer systématiquement la sonde à l'eau distillée après utilisation...

Un conductimètre doit être étalonné en début de séance expérimentale et il faut toujours rincer et essuyer la sonde dès qu'on la plonge dans une nouvelle solution.



Document 3 : Loi de Kohlrausch

La loi de Kohlrausch relie la conductivité d'une solution à la concentration des ions en solution. Pour une solution contenant des ions sodium Na^+ et des ions chlorure Cl^- , la conductivité vérifie :

$$\sigma = \lambda_{\text{Na}^+} \times [\text{Na}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \times [\text{Cl}^-]$$

PRODUITS ET MATÉRIEL À DISPOSITION :

- solution aqueuse de chlorure de sodium de concentration en soluté apporté $c = 10 \text{ mmol.L}^{-1}$
- solution commerciale de sérum physiologique
- conductimètre et notice d'étalonnage ;
- pipettes jaugées : 5, 10, 20 mL
- pipette graduée 5mL
- fioles jaugées de 50, 100, 200 mL
- le matériel usuel de laboratoire...

TRAVAIL À EFFECTUER :

ANALYSER : 🕒 30 min conseillées

1. Quelles sont les espèces présentes dans une solution de sérum physiologique ?

2. Quelle est la concentration molaire pour chacun des ions si l'on se réfère à l'étiquette du sérum ?

3. Proposer un protocole de dosage par étalonnage qui permette de vérifier les indications de l'étiquette.

4. Faire les calculs nécessaires et décrire le protocole pour préparer 50,0 mL de solution fille de concentration $6,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ à partir d'une solution mère de concentration 10 mmol.L^{-1} .

APPEL N°1	Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole ou en cas de difficulté

RÉALISER : ⌚ 45 min conseillées

5. À l'aide du matériel à disposition préparer **50,0 mL** des solutions indiquées dans le tableau à partir de la solution mère de concentration $c = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Compléter le tableau ci-dessous :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
C (mmol.L⁻¹)	10	8,0	6,0	4,0	2,0	1,0
V_{prélevé} (mL)						
V_{final} (mL)						
σ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)						

6. Tracez la courbe d'étalonnage représentant les variations de σ en fonction de c : $\sigma = f(c)$ en utilisant le logiciel Régressi.

Indiquez les résultats de modélisation obtenus :

7. En déduire la concentration de la solution de sérum physiologique.

Conductivité mesurée :	concentration déduite :
Concentration du sérum physiologique :	

APPEL N°2	Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté

VALIDER : 🕒 15 min conseillées

8. Quelle est l'allure de la courbe d'étalonnage obtenue ? Que pouvez-vous en déduire ? Montrer que la loi de Kolhrausch, appliquée à une solution de chlorure de sodium, permet d'expliquer ce résultat.

9. Si la relation vérifiée par la concentration est de la forme $\sigma = k \times c$, l'incertitude sur la détermination de la concentration est :

$$U_c = c \times \sqrt{\left(\frac{U_\sigma}{\sigma}\right)^2 + \left(\frac{U_k}{k}\right)^2} \quad \text{où } U_\sigma = \frac{2}{\sqrt{3}} \times 20 \mu\text{S.cm}^{-1}$$

et U_k est l'incertitude indiquée par Regressi sur le coefficient directeur de la droite d'étalonnage.

Estimez l'intervalle de confiance de la mesure de la concentration du sérum physiologique commercial. Est-ce en accord avec les indications de l'étiquette ?

APPEL N°3	Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté
↔	

POUR S'ÉVALUER...

Analyser	<i>coefficient 2</i>	A												B																											
Réaliser	<i>coefficient 3</i>	A				B				C				D				A				B				C				D											
Valider	<i>coefficient 1</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		20	19	18	17	18	17	16	15	14	13	12	11	12	11	10	10	18	18	16	16	16	16	15	14	13	12	11	10	11	10	9	8	10	11	10	9	8			

Analyser	<i>coefficient 2</i>	C												D																											
Réaliser	<i>coefficient 3</i>	A				B				C				D				A				B				C				D											
Valider	<i>coefficient 1</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		16	15	14	13	14	13	12	11	10	10	8	8	8	8	6	6	15	14	13	12	13	12	11	10	9	8	7	6	7	6	5	5	6	7	6	5	5			