

MPI X 2 LA CONDUCTIMETRIE.

INTRODUCTION. COURANT ELECTRIQUE DANS UNE SOLUTION ELECTROLYTIQUE.

On a déjà abordé cette notion dans le chap 2. de physique.
On rappelle:

Dans un conducteur métallique, le courant électrique est dû au déplacement d'ensemble des électrons libres.

Le générateur provoque la circulation de ces électrons.

Le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant.

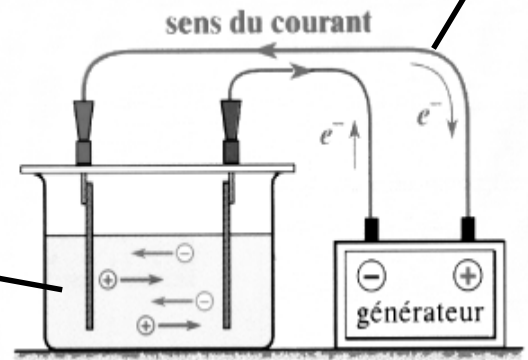
Un électrolyte est un liquide qui conduit le courant électrique.

Dans un électrolyte, le courant électrique est dû au déplacement simultané des anions et des cations qui constituent cet électrolyte:

Les anions se déplacent dans le même sens que les électrons: vers la borne + du générateur.

Les cations se déplacent dans le même sens que le sens conventionnel du courant: vers la borne - du générateur.

Une solution moléculaire (eau pure, huile) ne conduit pas le courant électrique.



1. CONDUCTIVITE D'UNE SOLUTION IONIQUE.

La **conductivité** est une caractéristique de la solution. C'est une **propriété de l'ensemble de la solution**. C'est l'aptitude qu'a une solution de conduire l'électricité. On la note σ et se mesure en $S.m^{-1}$.

La **conductivité** est une caractéristique de la solution. Elle dépend:

1.1. INFLUENCE DE LA NATURE DES IONS. (voir fiche Tp)

Nous remarquons que la conductance de la solution d'acide chlorhydrique est plus de trois fois supérieure à celle de chlorure de sodium.

1.2. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES IONS. (voir fiche Tp)

La conductance d'une solution ionique augmente quand la concentration molaire en soluté apporté croît.

1.3. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DES IONS. (voir fiche Tp)

La conductance d'un électrolyte dépend de sa température: elle est d'autant plus grande que sa température est élevée.

2. APPLICATION A LA DETERMINATION DES QUANTITES DE MATIERES.

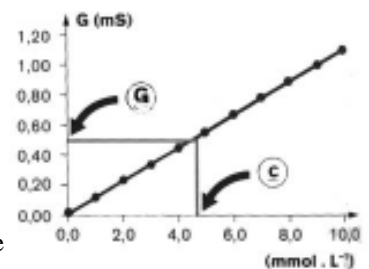
2.1. PRINCIPE DE LA METHODE.

Il est possible de déterminer la concentration d'une solution de chlorure de sodium par conductimétrie.

On dispose d'une courbe d'étalonnage, préalablement tracée, qui représente la variation de la conductance d'une solution de chlorure de sodium en fonction de sa concentration.

On dispose par ailleurs d'une solution S de chlorure de sodium de concentration inconnue.

La mesure de la conductance G, réalisée dans les mêmes conditions (mêmes températures et cellule conductimétrique), permet de déterminer sa concentration.



Cette méthode de dosage est dite non destructive car elle ne fait pas intervenir de réaction chimique détruisant la solution dosée.

2.2. LIMITES DE LA METHODE DE L'ETALONNAGE.

Pour des concentrations faibles, la conductance est bien proportionnelle à la concentration. La courbe est bien une droite.

Au delà, il n'y a plus de relation de proportionnalité. La lecture des concentrations sera toujours possible, mais on ne pourra pas extrapoler, à partir de quelques mesures de G, une courbe complète d'étalonnage. Il faudra construire la courbe d'étalonnage point par point.

Pour une solution composée d'un mélange de plusieurs ions de concentrations différentes, par exemple une solution de mer, la conductivité dépend alors de plusieurs concentrations. Il devient alors impossible de réaliser une courbe d'étalonnage pour un soluté, sauf si la concentration des autres solutés ne varie pas.

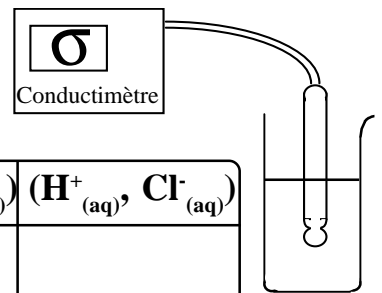
MPI X2 LA CONDUCTIMETRIE

1. INFLUENCE DE PARAMETRES LIES A LA SOLUTION.

1.1. INFLUENCE DES IONS.

Dispositif.

On plonge successivement la cellule conductimétrique dans deux solutions ($K^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$), ($Na^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$) et ($H^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$) de concentration identique $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Entre deux mesures, rincer soigneusement la cellule avec de l'eau distillée.



Observation.

1°) Compléter le tableau.

Solution	($K^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$)	($Na^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$)	($H^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$)
(mS.cm^{-1})

Conclusion.

2°) Que nous indiquent ces mesures ? La conductivité de la solution dépend-elle de la nature des ions en solution ?

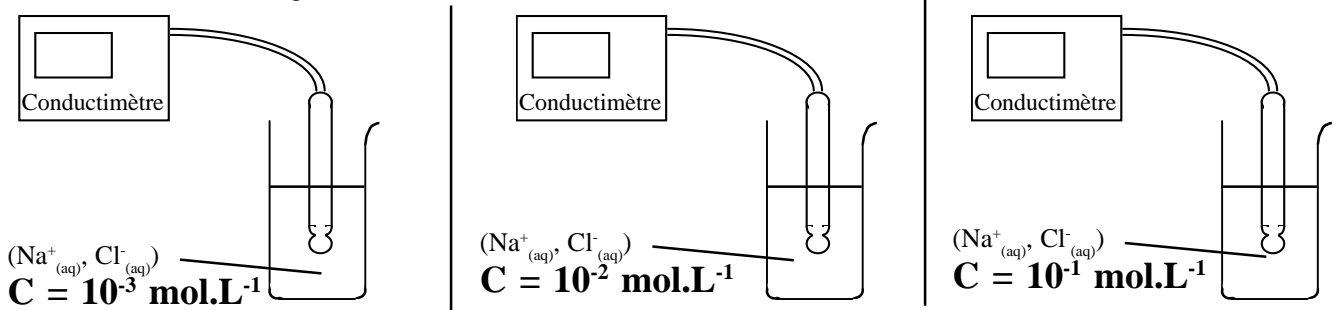
3°) Classer les cations ($K^+_{(aq)}$, $Na^+_{(aq)}$ et $H^+_{(aq)}$) du plus conducteur au moins conducteur.

1.2. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION.

Dispositif.

On plonge successivement la cellule conductimétrique dans des solutions identiques de ($Na^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$) mais de concentrations différentes et croissantes ($10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$; $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$)

Entre deux mesures, rincer soigneusement la cellule avec de l'eau distillée.



Observation.

4°) Compléter le tableau.

Conclusion.

5°) La conductivité d'une portion d'une même solution électrolytique augmente-t-elle ou diminue-t-elle lorsque la concentration de la solution diminue ?

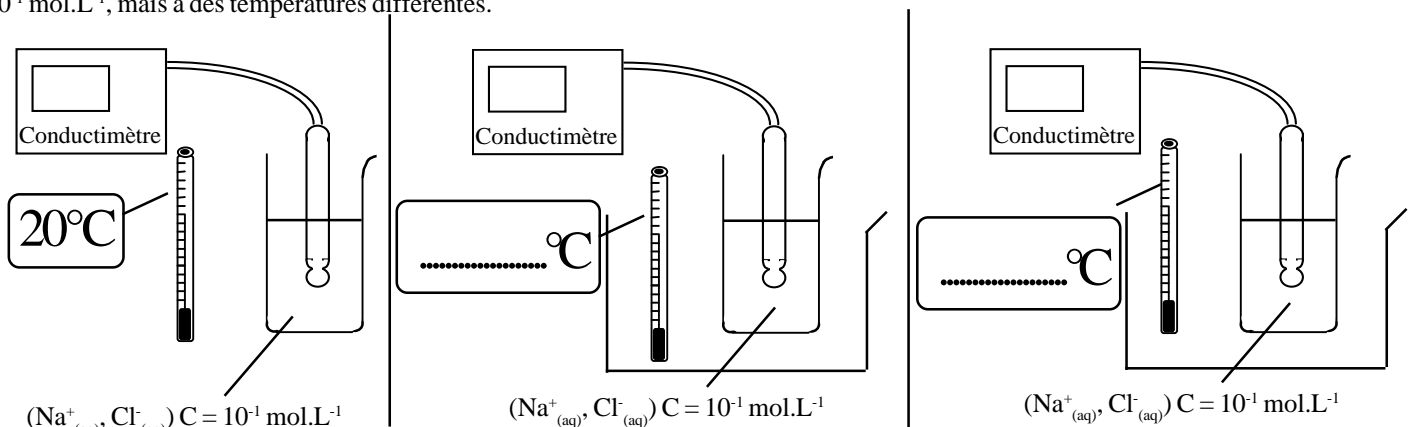
6°) Cette propriété peut-elle avoir un intérêt pratique ?

Solution mol.L^{-1}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
(mS.cm^{-1})

1.3. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE.

Dispositif.

On plonge successivement la cellule conductimétrique dans des solutions identiques de ($Na^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)}$) et de concentration identique $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, mais à des températures différentes.



Observation.

7°) Compléter le tableau.

Conclusion.

8°) La conductivité d'une portion d'une même solution électrolytique augmente-t-elle ou diminue-t-elle lorsque la température de la solution diminue ?

9°) Serait-il gênant que la cellule de conductimétrie ne soit pas en équilibre thermique avec la solution lors d'une mesure de conductivité ? Pourquoi ?

TEMPERATURE	Bain glacé	Ambiante	Bain marie
(mS.cm^{-1})

2. DETERMINATION D'UNE CONCENTRATION INCONNUE PAR CONDUCTIMETRIE

2.1. REALISATION DE LA COURBE D'ETALONNAGE.

On va relever pour une même solution ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) mais de concentrations différentes, la valeur de la conductivité et ainsi établir une relation entre conductivité et concentration de cette solution.

On va réaliser ces mesures, en versant progressivement une solution concentrée de chlorure de sodium (de concentration $C_0 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$) dans un certain volume d'eau déminéralisée.

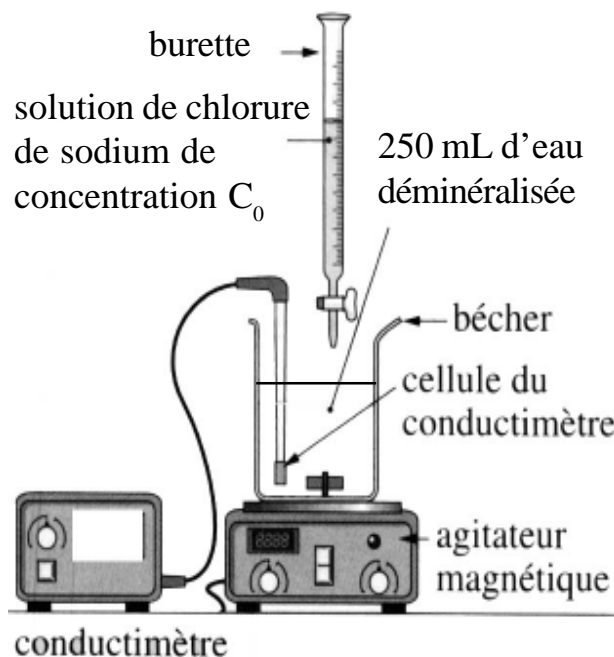
Mode opératoire.

Avec la fiole jaugée de 250 mL, introduire un volume $V = 250 \text{ mL}$ d'eau déminéralisée dans le bécher

Remplir la burette (utiliser un petit bécher), ajuster le zéro, la placer au-dessus du bécher.

Au contenu du bécher, ajouter des volumes V_0 de solution de chlorure de sodium de concentration $C_0 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ mesurés grâce à la burette. Après chaque addition, mesurer la conductivité (arrêter l'agitation pendant la lecture).

1°) Etablir la relation donnant la concentration C de la solution contenue dans le bécher après addition d'un volume V_0 de solution de concentration C_0 provenant de la burette.



2°) Compléter le tableau suivant:

Volume V_0 (mL)	4	6	8	12	20	25
$C \times 10^{-3}$ (mol.L ⁻¹)						
σ (mS.cm ⁻¹)						

3°) Quelles précautions expérimentales doit-on prendre pour que la variation de la conductivité mesurée ne dépende que de la concentration des différentes solutions ?

4°) Tracer $\sigma = f(C)$.

2.2. DETERMINATION DE LA CONCENTRATION D'UNE SOLUTION INCONNUE.

On dispose d'une solution de sérum physiologique de concentration en chlorure de sodium inconnue. Trop concentrée pour effectuer une mesure de la conductivité, on réalise une dilution au $\frac{1}{20}$ ème de cette solution mère.

5°) Expliquer la façon de procéder pour réaliser la dilution du sérum physiologique (choix du matériel, mode opératoire...).

Réaliser cette dilution..

Déterminer, avec la sonde conductimétrique, la conductivité de la solution diluée S' .

6°) Comment déterminer la concentration de la solution diluée, à l'aide de la valeur de la conductivité mesurée ? Bien expliquer. Effectuer cette détermination, puis en déduire celle de la solution initiale. Bien expliquer le calcul.

7°) Calculer le titre massique correspondant et comparer avec les indications figurant sur l'emballage: 0,9% en masse.

Données.

$$M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

La concentration molaire en NaCl dans le sérum physiologique étant faible, sa masse volumique est $1,0 \text{ g/cm}^3$

8°) Pourquoi est-il nécessaire de diluer le sérum physiologique afin de déterminer sa concentration ? Il peut y avoir plusieurs raisons.

MPI X2 LA CONDUCTIMETRIE

2. DETERMINATION D'UNE CONCENTRATION INCONNUE PAR CONDUCTIMETRIE

2.1. REALISATION DE LA COURBE D'ETALONNAGE.

1°) On aura la relation $C_0 \times V_0 = C \times (V + V_0)$, ce qui permet d'obtenir: $C = \frac{C_0 \times V_0}{V + V_0}$

2°) Compléter le tableau suivant:

Volume V_0 (mL)	4	6	8	12	20	25
C (mol.L ⁻¹)	$1,57 \times 10^{-3}$	$2,34 \times 10^{-3}$	$3,10 \times 10^{-3}$	$4,58 \times 10^{-3}$	$7,41 \times 10^{-3}$	$9,09 \times 10^{-3}$
(mS.cm ⁻¹)						

3°) Conserver une température constante.

4°) Voir ci-contre.

COMPOSITION

Chlorure de sodium...9 g

Eau P.P.I..... q.s.p. 1 000 mL

pH : 4,5 à 7

Sodium: 154 mmol/L

Chlorures: 154 mmol/L

Osmolarité: 308 mOsm/L

LOT N°: A UTILISER AVANT:

432443A01

2005-06

Médicament autorisé n° 318 438 - 3

2.2. DETERMINATION DE LA CONCENTRATION D'UNE SOLUTION INCONNUE.

5°) & 6°)



On prélève, à l'aide d'une pipette graduée, 5 mL de la solution mère de sérum physiologique.

On verse, dans une fiole jaugée de 100 mL.

On complète, en partie, avec de l'eau distillée.

On agite pour bien homogénéiser la solution.

On complète à la goutte près jusqu'au trait de jauge.

Et on agite à nouveau pour finaliser.

7°) On relève $\sigma = 0,64 \text{ mS.cm}^{-1}$.

8°) On recherche sur la courbe d'étalonnage tracée, l'abscisse (en l'occurrence la concentration C) du point A de la courbe ayant pour ordonnée (en l'occurrence la conductivité σ) = $0,64 \text{ mS.cm}^{-1}$.

On trouve sur la courbe $C_{\text{Sérum dilué}} = 7,7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On en déduit la valeur de la concentration mère en effectuant une simple multiplication par le facteur de dilution soit:

$C_{\text{Sérum physiologique}} = 1,54 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

9°) On en déduit la concentration massique $T_{\text{Sérum physiologique}} = M_{\text{NaCl}} \times C_{\text{Sérum physiologique}} = 58,5 \times 1,54 \times 10^{-1} = 9,0 \text{ g.L}^{-1}$.

10°) On suppose

$$e = \frac{T_{\text{Sérum physiologique Expérimental}} - T_{\text{Sérum physiologique Etiquette}}}{T_{\text{Sérum physiologique Etiquette}}}$$

11°) La concentration de la solution mère est supérieure à $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, de sorte que la relation de proportionnalité entre conductivité et concentration n'est plus vérifiée. On ne peut donc pas exploiter la courbe d'étalonnage construite en préliminaire.