



Série d'exercices N°4

Conductance et Conductivité

Exercice 1 : Caractéristiques géométriques de la cellule conductimétrique.

On vérifie la constante $k=S/l$ (S : surface de la cellule et l : écartement des deux électrodes) de la cellule d'un conductimètre en la plongeant dans une solution étalon de chlorure de potassium à 10^{-1} mol/L. A la température de l'expérience, la conductivité de cette solution est égale à $1,191 \text{ S.m}^{-1}$. Le conductimètre indique une conductance de $14,3.10^{-3} \text{ S}$.

- 1) Quelle est la valeur de la constante ?
- 2) Si les deux électrodes, planes et parallèles, sont séparées de 1 cm, quelle est leur surface ?

Exercice 2 : Mesure d'une conductance :

Aux bornes d'une cellule plongée dans une solution de chlorure de potassium et branchée sur un générateur alternatif, on a mesuré une tension efficace de 13,7 V et une intensité efficace de 89,3mA.

- 1) Calculer la résistance R de la portion d'électrolyte comprise entre les électrodes.
- 2) Calculer la conductance G en S.
- 3) La conductivité de cette solution est de $0,512 \text{ mS/cm}$ à 20°C . Calculer la valeur de la constante k de cellule définie par : $G = k \sigma$.

Exercice 3 : Conductivité et conductance

- 1) On mélange 200 mL de solution de chlorure de potassium à $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et 800 mL de solution de chlorure de sodium à $1,25 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Quelle est la conductivité de la solution obtenue ?
- 2) Dans le mélange précédent, on place la cellule d'un conductimètre. La surface des électrodes est de $1,0 \text{ cm}^2$ et la distance les séparant de 1,1 cm. Quelle est la valeur de la conductance G ?

Exercice 4 : Conductance et conductivité molaire ionique :

- 1) La conductance d'une solution de chlorure de sodium, de concentration $C_1 = 0,150 \text{ mol.L}^{-1}$, est $G_1 = 2,188 \times 10^{-2} \text{ S}$. On mesure la conductance G_2 d'une deuxième solution de chlorure de sodium avec le même conductimètre. On obtient $G_2 = 2,947 \times 10^{-2} \text{ S}$. Calculer la concentration molaire C_2 de cette deuxième solution. La température du laboratoire et des solutions est de 25°C .
- 2) La constante de la cellule du conductimètre est $k = 86,7 \text{ m}^{-1}$. La distance entre les électrodes de la cellule est $L = 12,0 \text{ mm}$. Calculer l'aire S de chaque électrode.
- 3)
 - a) Calculer la conductivité σ de la première solution.
 - b) La conductivité molaire ionique de l'ion sodium Na^+ est $\lambda_{\text{Na}^+} = 50,1 \times 10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$. Déterminer la conductivité molaire ionique λ_{Cl^-} de l'ion chlorure Cl^- .



Série d'exercices N°4

— Conductance et Conductivité —

Exercice 5 : Dosage par étalonnage, d'une solution de chlorure de potassium

L'hypokaliémie désigne une carence de l'organisme en élément potassium ; pour compenser rapidement cette carence, on peut utiliser une solution de chlorure de potassium, injectable par voie intraveineuse : le chlorure de potassium Lavoisier, par exemple, est proposé en ampoules de 20 mL contenant m g de KCl. Pour déterminer cette masse m, on dispose d'une solution étalon de chlorure de potassium Se à 10 mmol.L^{-1} et d'un montage conductimétrique.

| | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| C (mmol/L) | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 |
| G(mS) | 0,28 | 0,56 | 1,16 | 1,70 | 2,28 | 2,78 |

1) Pour étalonner la cellule conductimétrique, on prépare à partir de la solution étalon Se, cinq solutions filles Si de volume $V = 50,0 \text{ mL}$ et de concentrations respectives $8,0$; $6,0$; $4,0$; $2,0$; et $1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$.

Tracer la courbe $G = f(c)$ à l'aide des données du tableau ci-dessus. Conclure.

2) On mesure, avec ce montage et à la même température, la conductance de la solution de l'ampoule. On obtient : $G_a = 293 \text{ mS}$. Peut-on déterminer directement la concentration en chlorure de potassium de l'ampoule injectable grâce à cette courbe ? Justifier la réponse.

3) Le contenu d'une ampoule a été dilué 200 fois. La mesure de sa conductance donne : $G_d = 1,89 \text{ mS}$. En déduire la valeur de la concentration C_d de la solution diluée, puis celle de la solution de l'ampoule.

4) Calculer la masse m.

Exercice 6 : Conductivités théoriques et expérimentales

Trois solutions ioniques, de concentration $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, sont disposées dans trois flacons numérotés 1, 2 et 3, à la température de 25°C . On dispose également de trois étiquettes, sur lesquelles sont inscrites les indications suivantes : $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$; $(\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$ et $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$.

On désire retrouver à quel flacon correspond chaque étiquette. Pour cela, on réalise des mesures de conductance des solutions à l'aide d'une cellule formée d'électrodes planes et parallèles, de surface $S = 4,00 \text{ cm}^2$, séparées d'une distance de $L = 12,5 \text{ mm}$.

On obtient les mesures suivantes (les électrodes sont totalement immergées) :

| | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Flacon | 1 | 2 | 3 |
| G (μS) | 795,8 | 404,5 | 479,4 |

1) A partir des conductances mesurées, déterminer la conductivité S des solutions 1, 2 et 3. Les unités doivent être précisées à chaque étape.

2) A partir des conductivités molaires ioniques, déterminer la conductivité S des trois solutions aqueuses de concentration $C = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ à 25°C .



Série d'exercices N°4

Conductance et Conductivité

3) Indiquer pour chaque flacon, l'étiquette qui lui correspond.

Données : Conductivités molaires ioniques λ en $S.m^2.mol^{-1}$ à 25 °C :

| $Na^+_{(aq)}$ | $K^+_{(aq)}$ | $Cl^-_{(aq)}$ | $HO^-_{(aq)}$ |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| $50,1.10^{-4}$ | $73,5.10^{-4}$ | $76,3.10^{-4}$ | $198,6.10^{-4}$ |

Exercice 7 : Dosage du chlorure de sodium dans le sérum physiologique:

Le sérum physiologique est une solution de chlorure de sodium. Afin de déterminer sa concentration, on dispose d'une solution mère de chlorure de sodium de concentration molaire $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, d'un échantillon de ce sérum et du matériel de laboratoire approprié.

1) Préparation de solutions filles :

On souhaite préparer des solutions diluées de concentrations décroissantes :

$9,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$; $8,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$; $1,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

a. Quel matériel utiliser pour préparer 100 mL d'une solution de concentration $1,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ à partir de la solution mère ? Préciser le volume de chaque matériel.

b. Décrire le protocole expérimental de la dilution.

2) Mesure de la conductance des solutions.

Dessiner le montage électrique utilisant une génératrice basse fréquence et permettant de déterminer la conductance G.

3) Construction d'une courbe d'étalonnage.

Les mesures ont donné les résultats figurant dans le tableau.

a. Complète le tableau. Donner la relation qui permet de calculer G.

| C (mmol/L) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| U (V) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| I (mA) | 0,22 | 0,43 | 0,65 | 0,86 | 1,08 | 1,28 | 1,49 | 1,7 | 1,91 | 2,1 |
| G (mS) | | | | | | | | | | |

b. Construire la courbe $G=f(c)$.

Echelle : 1 cm représente $1 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$ et 1 cm représente 0,1 mS

4) Détermination de la concentration du sérum physiologique.

La solution de sérum a été diluée 20 fois.

a. La solution diluée a une conductance de 1,68 mS. Déduire de la courbe la valeur de la concentration molaire de la solution diluée.

b. Quelle est la concentration de la solution mère du sérum physiologique ?



Série d'exercices N°4

— Conductance et Conductivité —

Exercice 8 : Solution de nitrate d'argent :

- 1) Rappeler la relation entre la conductivité σ , la concentration molaire C et les conductivités molaires ioniques λ . Préciser les unités de chaque grandeur.
- 2) Calculer la conductivité à 25°C d'une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$) à $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 3) Calculer la concentration molaire d'une solution de nitrate d'argent ayant une conductivité de $13.3 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$.

Données : $\lambda_{(\text{Ag}^+)} = 6,19 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda_{(\text{NO}_3^-)} = 7,14 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

Exercice 9 : Mélange de deux solutions électrolytiques :

On dispose d'un volume $V_1=100\text{mL}$ d'une solution aqueuse S_1 de chlorure de potassium et d'un volume $V_2=50,0\text{mL}$ d'une solution aqueuse S_2 de chlorure de sodium. La concentration molaire de la solution S_1 est égale à $C_1=1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et la concentration molaire de la solution S_2 est égale à $C_2=1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- 1) Calculer les conductivités σ_1 et σ_2 de chacune de ces solutions.
- On mélange ces deux solutions.
- 2) Calculer la concentration molaire de chaque ion dans le mélange.
 - 3) Calculer la conductivité σ du mélange.
 - 4) Quelle serait la valeur de la conductance mesurée à l'aide d'électrodes de surface $S=1,0\text{cm}^2$, distantes de $L=5,0\text{mm}$?

Données : $\lambda_{(\text{K}^+)}=7,35 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda_{(\text{Cl}^-)}=7,63 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda_{(\text{Na}^+)}= 5,01 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 10 : Relation entre les conductivités ioniques de différentes solutions :

La conductivité d'une solution de ($\text{K}^+ + \text{Cl}^-$), de concentration C , est de $114,3 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, mesurée à la température du laboratoire. On a mesuré, la même température, les conductivités d'autres solutions à la même concentration; ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$), ($\text{K}^+ + \text{I}^-$), ($\text{Na}^+ + \text{I}^-$). On a trouvé : $96,2 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, $114,9 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, $95,7 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ respectivement.

- 1) Attribuer à chaque solution sa conductivité. Justifier la réponse.
- 2) quelle relation a-t-on entre les conductivités des solutions suivantes:
 $(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$, $(\text{K}^+ + \text{I}^-)$, $(\text{Na}^+ + \text{I}^-)$ et $(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)$
- 3) La concentration de ces solutions est-elle de $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ou de $8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$? Justifier la réponse.

Données à 25°C, en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ $\lambda_{(\text{Na}^+)}=5,01$; $\lambda_{(\text{I}^-)}=7,70$; $\lambda_{(\text{Cl}^-)}=7,63$; $\lambda_{(\text{K}^+)}=7,35$





Série d'exercices N°4

— Conductance et Conductivité —

CONDUCTIVITES MOLAIRES IONIQUES A 25°C

| <u>Cas des cations :</u> | | |
|---------------------------|------------------|--|
| Cation | Nom | λ en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ |
| Na^+ | Ion sodium | 5,01 |
| K^+ | Ion potassium | 7,35 |
| Ag^+ | Ion argent (I) | 6,19 |
| Ca^{2+} | Ion calcium | 11,89 |
| Mn^{2+} | Ion manganèse | 10,7 |
| Mg^{2+} | Ion magnésium | 10,6 |
| Cu^{2+} | Ion cuivre (II) | 10,72 |
| Fe^{2+} | Ion fer (II) | 10,8 |
| Zn^{2+} | Ion zinc (II) | 10,56 |
| Al^{3+} | Ion aluminium | 18,3 |
| Fe^{3+} | Ion fer (III) | 20,4 |
| H_3O^+ | Ion oxonium | 34,97 |
| NH_4^+ | Ion ammonium | 7,35 |
| <u>Cas des anions :</u> | | |
| Anion | Nom | λ en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ |
| Cl^- | Ion chlorure | 7,63 |
| Br^- | Ion bromure | 7,81 |
| I^- | Ion iodure | 7,68 |
| HO^- | Ion hydroxyde | 19,8 |
| NO_3^- | Ion nitrate | 7,14 |
| CH_3COO^- | Ion éthanoate | 4,09 |
| MnO_4^- | Ion permanganate | 6,13 |
| SO_4^{2-} | Ion sulfate | 16,0 |
| CO_3^{2-} | Ion carbonate | 13,86 |
| PO_4^{3-} | Ion phosphate | 20,7 |