

Chapitre 4 : Qu'est-ce que la conductimétrie ?

Introduction :

Ce chapitre va nous permettre de déterminer, par une méthode physique, une quantité de matière. L'intérêt de celle-ci est qu'elle est non destructrice (pas de réactions chimiques en jeu).

Nous verrons aussi l'utilisation d'une courbe d'étalonnage (TP).

Et enfin la conductimétrie illustre l'un des modes de conduction de l'électricité.

Rappel :

On rappelle qu'un courant électrique ne peut circuler dans une solution que si elle contient des ions. On appelle ces solutions des **solutions électrolytiques** ou **électrolyte**.

Ex : solution de NaCl (voir chapitre 2).

Manipulation prof : à lancer 30 mn à l'avance

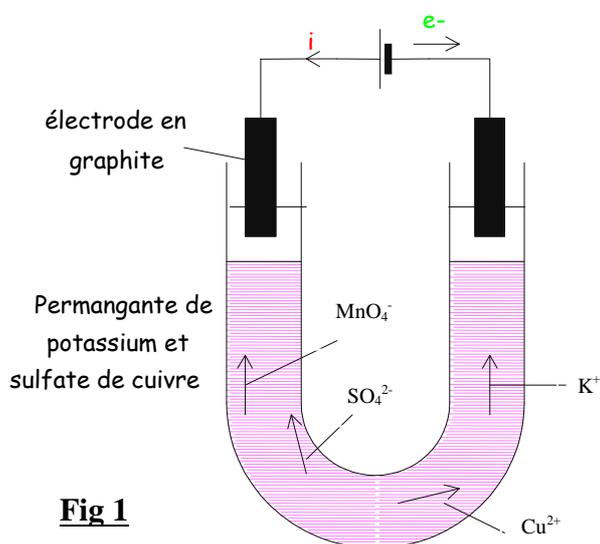


Fig 1

Observation:

- Au niveau de l'électrode reliée à la borne positive, on observe une coloration violette.
- Au niveau de la borne reliée à la borne négative, il se forme un anneau de couleur bleue.

Interprétation:

- Les ions permanganates, MnO_4^- de couleur violette, se dirigent vers l'électrode positive, appelée anode. Les ions MnO_4^- sont des anions.
- Les ions cuivre II, Cu^{2+} de couleur bleue, se dirigent vers l'électrode négative, appelée cathode. Les ions cuivre II sont des cations.

Conclusion:

- Les ions MnO_4^- et Cu^{2+} subissent une double migration.
- Il en est de même pour les ions K^+ et SO_4^{2-} incolores.

Le passage du courant électrique dans une solution résulte d'une double migration des anions et des cations se déplaçant en sens inverse.

II Qu'est-ce que la conductance d'une solution ionique ?

- 1) « L'appareil » de mesure : la cellule conductimétrique :

C'est un ensemble de deux plaques (en cuivre ou en platine) qui trempe dans une solution ionique.

S est leur surface immergée dans la solution, l est la distance entre les deux plaques.

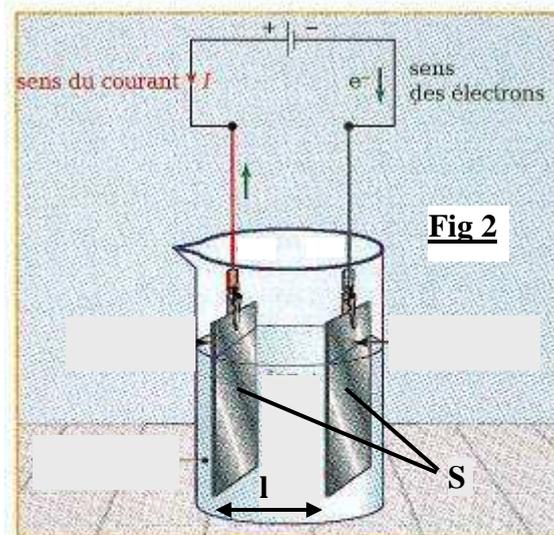
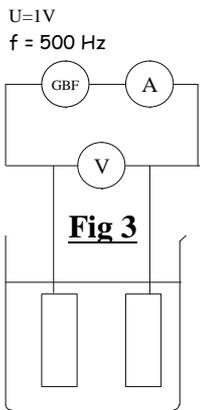


Fig 2

Doc. 8 Dans l'électrolyte, les ions positifs circulent dans le sens conventionnel du courant et les ions négatifs dans le sens inverse. Dans les conducteurs métalliques, les électrons circulent dans le sens contraire du sens conventionnel.

2) Résistance et conductance :

On considère la colonne de liquide entre les deux plaques de la cellule. Il est possible de mesurer la **résistance électrique** de cette portion de liquide à l'aide du montage suivant :



On mesure l'intensité du courant passant entre les deux plaques et on accède à :

$$R = \frac{U}{I} \text{ mesurée en Ohm } (\Omega)$$

La conductance est donnée par l'inverse de cette résistance :

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

G : **Conductance** mesurée en Ohm^{-1} (Ω^{-1}) ou en **siemens** (S).
I : intensité du courant en Ampère (A).
U : Tension entre les plaques en volt (V).

Remarque :

- On utilisera généralement des sous multiples du siemens (mS ou μ S).
- Pour les mesures de conductance, on utilisera du courant alternatif (500Hz)

3) Quels facteurs peuvent influencer la conductance d'une solution :

Posez la questions aux élèves : faire les expériences correspondantes manipulation prof ou élève au tableau

Ou utilisation du simulateur Hatier 1^{ère} S

- Influence de l'électrolyte :
 - a. De sa nature :

Solutions :	Conductance :
NaCl à $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	
KCl à $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	

La conductance d'une solution dépend de la nature des ions qui la composent.

- b. De sa concentration :

Solutions :	Conductance :	G/c
NaCl à $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$		
NaCl à $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$		
NaCl à $1.5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$		

- **Plus** la solution est **concentrée**, **plus** la conductance est **grande**.
- Le rapport G/c est pratiquement constant, ce qui prouve que la **conductance d'une solution est proportionnelle à sa concentration**.
- Donc si on trace $G=f(c)$, on obtient une droite, cela permet donc de mesurer la concentration d'une solution grâce à une **courbe d'étalonnage** (cf TP N°4).



➤ Influence des caractéristiques de la cellule :

a. Si on fait varier la surface immergée des plaques :

S (cm ²)	1	2	3	4	5
G(μS)	137	280	415	545	690
G / S (S.m ⁻²)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

La conductance est donc proportionnelle à la surface des plaques.

b. Si on fait varier la distance entre les plaques :

l (cm)	1	2	3	4	5
G(μS)	137	70	44	34	26
G * l (S.m)	1.4*10 ⁻⁶				

La conductance est donc inversement proportionnel à la distance entre les plaques.

➤ Influence de la température :

On peut vérifier aisément que la conductance d'une solution est d'autant plus élevée que sa température est grande.

III Ou'est-ce que la conductivité d'une solution ionique ?

1) Définition :

Nous avons donc vu précédemment que l'on pouvait écrire : $G = k * \frac{S}{l}$ grâce aux proportionnalités.

k, la constante de proportionnalité est appelée **conductivité** et est notée **σ**.

Par analyse dimensionnelle, on trouve son unité :

$$G = \sigma * \frac{S}{l} \quad \left\{ \begin{array}{l} G : \text{conductance en siemens (S)} \\ \sigma : \text{conductivité en S.m}^{-1} \\ S : \text{surface des plaques en m}^2 \\ l : \text{distance entre les plaques en m} \end{array} \right.$$

Remarque :

On sait que G est proportionnel à c et ici on a G proportionnel à σ.

Nous savons donc maintenant que **σ est proportionnel à c**.

2) Conductivité molaire ionique :

➤ Définition :

On peut décomposer la conductivité selon la **contribution de tous les ions** présents en solution.

$$\sigma = \Sigma(\lambda_i * [X_i]) \quad \lambda_i \text{ désigne la } \mathbf{conductivité molaire ionique de l'ion i.}$$

Quelle est son unité ?

Analyse dimensionnelle : pour un ion $\lambda = \frac{\sigma}{[X]} = \frac{S.m^{-1}}{mol.m^{-3}} = \frac{S.m^2}{mol} = S.m^2.mol^{-1}$

Unité légale de concentration (SI) est mol.m⁻³ parce que celle de volume est m³



Exemple :

Quelle est la conductivité d'une solution de chlorure de sodium en fonction de la concentration c de la solution ?

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

or on a $\text{NaCl(s)} \longrightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ donc nous savons que $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = c$

Finalement $\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) * c$

➤ De quoi dépend t-elle ? (voir les valeurs *livre p59*)

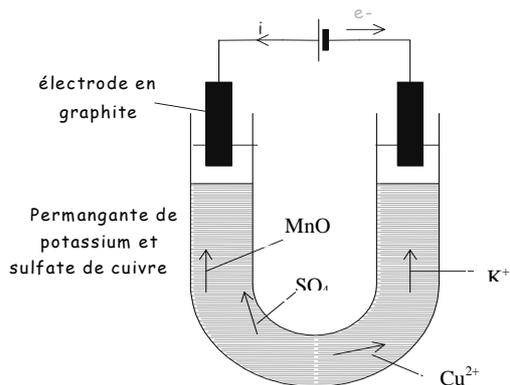
- Pour une même solvation, elle dépend de la taille de l'ion. Plus l'ion est petit plus λ est grande.
- Pour une même taille, l'ion le moins solvaté aura la λ la plus grande.
- On remarque que les **conductivités molaires ioniques de $\text{H}^+(\text{aq})$ et $\text{OH}^-(\text{aq})$ sont bien supérieures aux autres.** Leur présence dans une solution est une garantie pour que la conductivité soit importante.

Exercices n° 7 et 8 p 64 ; n°11 p 65

Exercice maison : n° 12 p 65

Matériel :

➤ Une solution qui conduit le courant :



➤ Influence de paramètres sur G :

NaCl à 10^{-3} mol/L + bécher

KCl à 10^{-3} mol/L + bécher

NaCl à 10^{-2} mol/L + bécher

NaCl à $1.5 * 10^{-2}$ mol/L + bécher

Un GBF

Deux multimètres

Une cellule conductimétrique

Un bécher