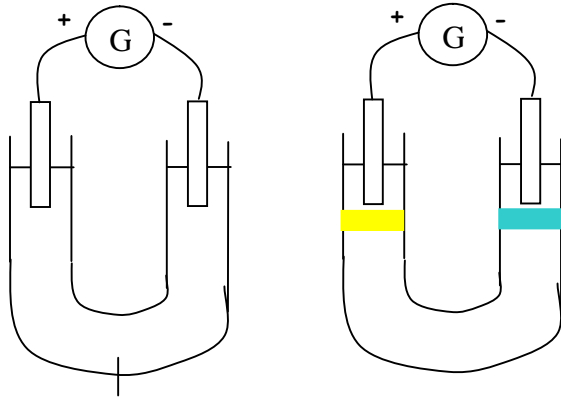


# Détermination de la quantité de matière par mesure de la conductance

## I) LA CONDUCTANCE ET SA MESURE

### Expérience : migration des ions



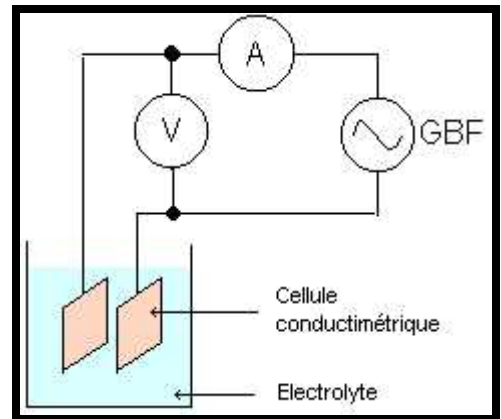
Solution de  $(\text{Cu}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$

### OBSERVATION

- Les ions  $\text{Cu}^{2+}$ , bleus verts, se déplacent vers la borne -.
- Les ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , jaunes, se déplacent vers la borne +.

### INTERPRETATION (à savoir)

Dans une solution électrolytique, le courant électrique est dû au mouvement des ions.



## II) CONDUCTANCE G:

Quand un conducteur ohmique, soumis à une tension  $U$ , est traversé par un courant d'intensité  $I$ , le quotient  $U/I$  est constant. Ce rapport est appelé résistance  $R$  du conducteur ohmique.

Loi d'Ohm  $U = R \cdot I$  ou  $I = G \cdot U \Rightarrow G = \frac{I}{U}$  avec  $\begin{cases} I \text{ en A} \\ U \text{ en V} \\ R \text{ en } \end{cases}$

La conductance  $G$  d'une portion de circuit est égale à l'inverse de sa résistance  $R$ .

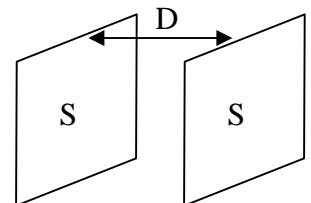
$$G = \frac{1}{R} \quad \text{avec} \begin{cases} R \text{ en } \\ G \text{ en S (siemens)} \end{cases}$$

Pour une tension donnée, plus la conductance est grande, plus l'intensité est élevée.

### 1) Cellule de conductimétrie

Elle est composée de deux plaques métalliques planes, de même surface  $S$ , parallèles, disposées l'une en face de l'autre et séparées par une distance  $D$ .

Lorsque cette cellule est complètement immergée dans un liquide, elle permet de mesurer la conductance  $G$  du volume de liquide compris entre les électrodes (volume  $V = S \times D$ ).



## 2) Mesure de la conductance $G$ par un conductimètre :

Un conductimètre mesure toujours la conductance  $G$  (en Siemens, de symbole S) de la portion de solution comprise entre les 2 plaques de sa cellule conductimétrique.

$$G = \frac{S}{L} \times \sigma$$

- ✓  $G$  : La conductance (en S) (en Siemens).
- ✓  $K$  : constante de cellule (en m).
- ✓  $L$  : Distance entre les plaques de la cellule (en m)
- ✓  $S$  : Surface d'une plaque (en  $m^2$ ).



## 3) Facteurs influençant la conductance

(ANNIMATION)

La conductance  $G$  dépend de la nature de la solution. Pour une solution donnée, pour une température donnée, la conductance augmente quand :

- ✓ La **surface**  $S$  d'une électrode augmente ;
- ✓ la **distance**  $D$  entre les électrodes diminue ;
- ✓ la **température**  $\theta$  de la solution augmente ;
- ✓ la **concentration**  $C$  de la solution augmente ( $G$  est proportionnelle à  $C$ ).

$S$ ,  $D$ ,  $\theta$  et  $C$  sont appelées **grandeurs d'influence**.

## III) CONDUCTIVITE $\sigma$ :

La conductivité  $\sigma$  représente l'aptitude d'une solution à conduire le courant électrique. Elle est donc caractéristique de la solution (elle ne dépend que de la solution et pas des électrodes de mesure).

### 1) Calcul de la conductivité

On mesure la conductance  $G$  grâce à la cellule conductimétrique puis on effectue le calcul suivant :

$$\sigma = \frac{G \times L}{S}$$

### 2) Facteurs influençant la conductivité

La conductivité augmente quand :

- ✓ la concentration de la solution augmente ;
- ✓ la température de la solution augmente.

Elle dépend aussi de la nature des ions présents dans la solution.

#### IV) LA CONDUCTIVITE MOLAIRE IONIQUE

##### 1) Conductivité molaire ionique d'un ion

Chaque ion  $i$  possède une conductivité molaire ionique notée  $\lambda_i$ . Son unité est le  $S.m^2.mol^{-1}$ .

Exemples :  $\lambda_{Na^+}$ ;  $\lambda_{Cl^-}$

Remarque :

On trouve les valeurs de ces conductivités molaires ioniques dans des tables.

CONDUCTIVITES MOLAIRES IONIQUES A 25°C		
Cas des cations		
Cations	Nom	$\lambda_i$ en $mS.m^2.mol^{-1}$
$Na^+$	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
Cas des anions		
Anions	Nom	$\lambda_i$ en $mS.m^2.mol^{-1}$
$Cl^-$	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

##### 2) Conductivité d'une solution

La conductivité d'une solution est notée  $\sigma$ . Elle dépend de chaque ion en solution.

Chaque ion possède une conductivité molaire ionique est notée  $\lambda_i$ .

La conductivité d'une solution (pour des ions mono chargés) s'écrit :

$$\sigma = \sum \lambda_i \times [X_i]$$

† en  $S.m^{-1}$  ,  $\lambda_i$  en  $S.m^2.mol^{-1}$  ;  $[X_i]$  en  $mol.m^{-3}$

**Exercice 1 : conversions d'unité**

Exprimer en  $\text{mol.L}^{-1}$  les concentrations suivantes :

$$c_1 = 1,2 \text{ mol.m}^{-3} \qquad c_2 = 0,014 \text{ mol.m}^{-3}$$

Exprimer en  $\text{S.m}^{-1}$  les conductivités molaires ioniques suivantes :

$$\sigma_1 = 1,292 \cdot 10^3 \text{ } \mu\text{S.cm}^{-1} \qquad \sigma_2 = 4,56 \text{ mS.cm}^{-1}$$

**Exercice 2 :**

Une cellule conductimétrique est construite en utilisant deux plaques métalliques de surface  $2,0 \text{ cm}^2$  séparées par une distance de  $1,0 \text{ cm}$ .

On mesure la conductance d'une solution :  $G = 795 \text{ } \mu\text{S}$ .

Calculer la conductivité de cette solution.

**Exercice 3 :**

Calculer la concentration molaire  $c$  d'une solution aqueuse de nitrate de potassium, de conductivité  $\sigma = 12,40 \text{ S.m}^{-1}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

**Exercice 4 :**

A  $25^\circ\text{C}$ , on mélange un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse  $S_1$  d'iodure de potassium avec un volume  $V_2 = 200 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse  $S_2$  de chlorure de sodium. Les deux solutions ont une concentration molaire  $c$  égale à  $1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . On note  $V$  le volume du mélange.

1. Déterminer les conductivités  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  des deux solutions avant le mélange.
- 2.1. Calculer la quantité de matière de chaque ion du mélange.
- 2.2. Calculer la concentration molaire de chaque ion du mélange.
- 2.3. En déduire la conductivité  $\sigma$  du mélange.

### Exercice 5

On mesure, à 25 °C, la conductivité de plusieurs solutions de même concentration  $c$  :

- chlorure de potassium :  $\sigma_1 = 4,49 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  ;
- hydroxyde de potassium :  $\sigma_2 = 127,05 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  ;
- hydroxyde d'ammonium :  $\sigma_3 = 127,02 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

On veut déterminer la conductivité  $\sigma_4$  d'une solution de chlorure d'ammonium de même concentration.

Données :  $S = 1,0 \text{ cm}^2$  et  $l = 5,0 \text{ cm}$ .

1° Écrire la formule chimique de chaque solution.

2° a) Exprimer la conductivité de chaque solution en fonction des conductivités molaires ioniques et de la concentration  $c$ .

b) Démontrer que  $\sigma_4 = \sigma_1 - \sigma_2 + \sigma_3$ .

c) Déterminer la valeur de la conductivité de cette solution de chlorure d'ammonium en unité S.I.

d) Calculer la valeur de la conductance de cette solution.