

تحديد كمية المادة في محلول بواسطة قياس فيزيائي: قياس الموصلية
Détermination de la quantité de matière avec une mesure physique: mesure de la conductance

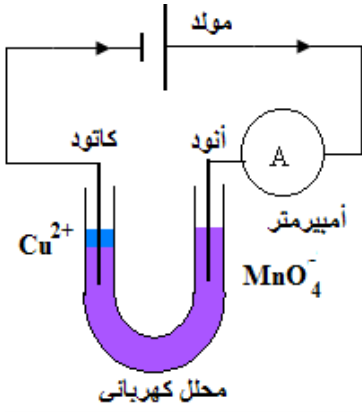
I - موصلية محلول أيوني

1 - انتقال الأيونات

نشاط تجريبي 1

عند مرور التيار الكهربائي في خليط محلول برمنغنات البوتاسيوم ومحلول كبريتات النحاس II ، الأيونات MnO_4^- البنفسجية اللون تتجه نحو الأنود (+)، فيما الأيونات Cu^{2+} الزرقاء اللون تتجه نحو الكاتود (-) .

يعزى مرور التيار الكهربائي في المحاليل الإلكتروليتية إلى هجرة الأيونات: تتحرك الكاتيونات في المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي، والأيونات في المنحى المعاكس.



2 - قانون أوم: Loi d'ohm

نشاط تجريبي 2

ننجز التركيب التجريبي جانبه حيث الإلكترودان متوازيان ومغموران كلياً في محلول كلورور الصوديوم.

نغير التوتر U ونقيس شدة التيار I ، ثم نمثل المنحنى $U = f(I)$.
جدول القياسات:

1,12	1	0,8	0,5	0,16	0	U(V)
14	12	10	6	2	0	I(mA)

المنحنى المحصل عبارة عن دالة خطية تمر من أصل المعلم، إذن هناك تناسب طردي بين التوتر U وشدة التيار I ، وهذا يدل على أن المحلول يخضع لقانون أوم:

$$I = G.U \quad \text{أو} \quad U = R.I$$

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

G : موصلية المحلول وحدتها السيمنس (Siemens) رمزها: S .
R : مقاومة المحلول وحدتها الأوم (Ohm) رمزها: Ω .

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{\dots - \dots}{\dots - \dots} = \dots \dots \dots$$

$$G = \frac{1}{R} = \dots \dots \dots$$

3 - تأثير المميزتين S و l لخلية قياس الموصلية

نشاط تجريبي 3

ننجز التركيب التجريبي السابق ونحدد الموصلية G انطلاقاً من قياس U و I لمختلف وضعيات إلكترودي الخلية (أنظر الشكل):

✓ بتثبيت S (المسافة المغمورة للإلكترودين) ، وتغيير l (المسافة بين الإلكترودين)؛

✓ بتثبيت l وتغيير S .

تمكن التجربة من استنتاج أن الموصلية G تتعلق بالمسافة S المغمورة للإلكترودين وبالمسافة l بينهما. أي:

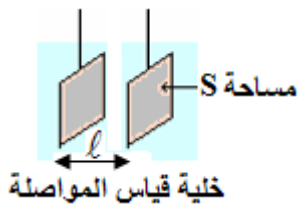
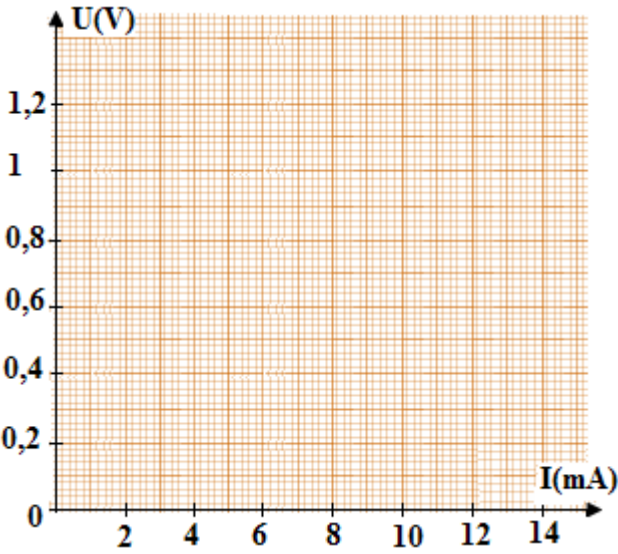
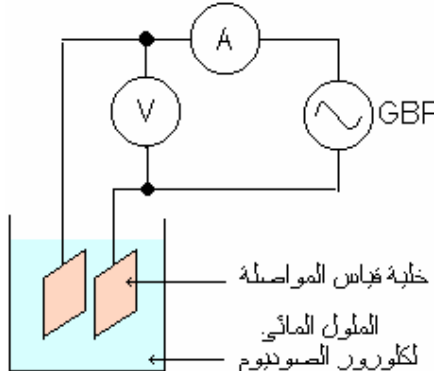
➤ تزداد الموصلية عندما تزداد المسافة S المغمورة.

➤ تزداد الموصلية عندما تنقص l .

4 - تأثير مميزات المحلول

❖ تزداد موصلية محلول إلكتروليتي مع ارتفاع درجة الحرارة.

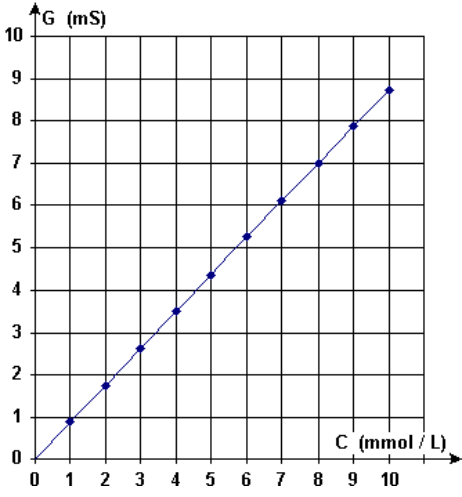
❖ تتعلق موصلية المحلول الأيوني بطبيعة الأيونات الموجودة فيه.



II - تحديد تركيز محلول أيوني بقياس الموصلية

1 - منحنى التدرج: $G = f(C)$ Courbe d'étalonnage

يمكن قياس موصلية محاليل مائية ذات تراكيز مختلفة من نفس المذاب، من خط منحنى التدرج (أنظر المنحنى الشكل 9 ص 53 الواضح في الكيمياء)، وذلك بتثبيت جميع المقادير الأخرى التي تؤثر في الموصلية. المنحنى يبين أنه بالنسبة لتراكيز أصغر من 10^{-2} mol/L عبارة عن مستقيم يمر من أصل المحورين (انظر المنحنى جانبه).



2 - حالة المحاليل المخففة

نحضر محاليل ذات تراكيز مختلفة انطلاقاً من المحلول الأم لكلورور الصوديوم $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$C_1 = 10 \text{ mmol.L}^{-1} \quad \checkmark$$

$$C_2 = 2 \text{ mmol.L}^{-1} \quad \checkmark$$

$$C_3 = 5 \text{ mmol.L}^{-1} \quad \checkmark$$

تمثيل المنحنى $G = f(C)$

المبيان عبارة عن جزء مستقيم يمر من أصل المحورين معادلته: $G = a.C$

a : ثابتة تتعلق ببُعدي الخلية وطبيعة المذاب ودرجة الحرارة.

بالنسبة للمحاليل ذات التراكيز المولية الضعيفة $C < 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، تتناسب الموصلية G لجزء من محلول أيوني،

مع التركيز المولي C لهذا المحلول: $G = a.C$

تعريف:

$$G = \sigma \cdot \frac{S}{\ell}$$

يمكن أن تكتب الموصلية G لجزء من محلول أيوني، مقطعه S وطوله ℓ ، كالتالي:

$$\text{يميز الخارج } K = \frac{S}{\ell} \text{ الخلية المستعملة.}$$

يسمى المعامل σ موصلية المحلول (Conductivité)، ويعبر عنه بالوحدة S.m^{-1} .

ملحوظة:

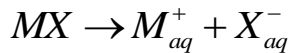
➤ تترجم الموصلية σ لمحلول قدرته على توصيل التيار الكهربائي، ويمكن قياسها مباشرة بواسطة جهاز يسمى

مقياس الموصلية **Conductimètre**.

➤ الموصلية G لا تميز المحلول، إنها تتعلق بالجزء من المحلول الموجود بين صفيحتي الخلية.

III - الموصلية المولية الأيونية

محلول أيوني مخفف يحتوي على أيونات M_{aq}^+ و X_{aq}^- ، نكتب معادلة الذوبان في الماء كالتالي:



ونكتب الموصلية كما يلي:

$$\checkmark \text{ بالنسبة للأيون } M_{aq}^+ : \sigma_+ = \lambda_{M^+} [M_{aq}^+]$$

$$\checkmark \text{ بالنسبة للأيون } X_{aq}^- : \sigma_- = \lambda_{X^-} [X_{aq}^-]$$

يسمى المعاملان λ_{M^+} و λ_{X^-} الموصليتين الموليتين للأيونين M_{aq}^+ و X_{aq}^- وحدتهما $\text{Sm}^2 \text{ mol}^{-1}$.

موصلية المحلول الأيوني المحصل عليه بإذابة MX تركيزه C تكتب كما يلي:

$$\sigma = \sigma_+ + \sigma_-$$

$$\sigma = \lambda_{M^+} [M_{aq}^+] + \lambda_{X^-} [X_{aq}^-]$$

$$\text{لدينا : } [M_{aq}^+] = [X_{aq}^-] = C$$

$$\text{إذن : } \sigma = (\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-}) \cdot C$$