

## قياس الموصلية لمحلول مائي Mesure de la conductance d'une solution aqueuse

### ملخص الدرس

#### I - موصلية محلول أيوني

##### 1. - مقاومة وموصلية محلول أيوني .

**تذكير:** مرور التيار في الموصلات الأومية يخضع لقانون أوم :  $U = RI$

R مقاومة الموصل الأومي

هل يتحقق قانون أوم كذلك بالنسبة للمحاليل المائية الأيونية ؟

##### النشاط التجريبي 1

نغمر صفيحتين متوازيتين لهما نفس الأبعاد في محلول كلورور الصوديوم ( $Na^+ + Cl^-$ ) تركيزه

$$C = 10^{-2} \text{ mol} / \ell$$

نصل الصفيحتين بمربطي مولد للتيار المتناوب (GBF)

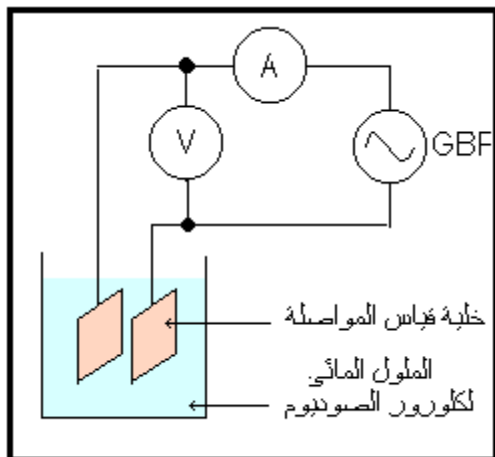
و ذي توتر يقارب 2V .

— نغير التوتر الفعال U المطبق بين الصفيحتين

ونقيس في كل حالة ، بواسطة ميلياومبومتر ،

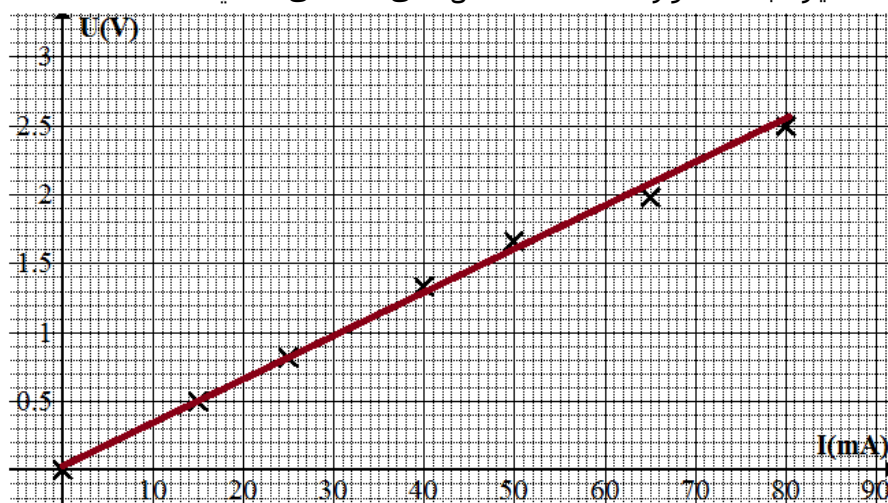
وفولطمتر القيمتين I و U لشدة التيار والتوتر .

فنحصل على الجدول التالي :



I(mA)	0	15	25	40	50	65	80
U(V)	0	0,50	0,82	1,34	1,66	1,98	2,5

— نمثل مبيانيا تغيرات شدة التيار I بدلالة التوتر الفعال U . فنحصل على المنحنى التالي .



ما العلاقة بين U و I ؟

##### استثمار

\* المنحنى المحصل عليه  $I = f(U)$  دالة خطية تمر من أصل المعلم . أي أن شدة التيار I يتناسب اطرادا مع

التوتر U . وبالتالي نستنتج أن قانون أوم وكذلك يطبق بالنسبة للمحاليل الأيونية .

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{مع} \quad U = R \cdot I \quad \text{أو} \quad I = G \cdot U$$

حيث تمثل G معامل التناسب ، موصلية عمود المحلول المحصور بين الصفيحتين .

وحدة الموصلية في النظام العالمي للوحدات هي السيمنس رمزه (S) .

##### 2 - تأثير الأبعاد الهندسية لخلية قياس الموصلية

##### النشاط التجريبي 3

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق .

\* نحافظ على المسافة الفاصلة بين الإلكترودين ثابتة ، ونغير المساحة S لمقطع الجزء المحصور بين الإلكترودين من المحلول . وذلك بإدخال الصفيحتين أكثر في المحلول ومرة بسحبهما قليلا من المحلول ونسجل في كل مرة قيم U و I

S(cm <sup>2</sup> )	1	2	3	4	5
G(·S)	137	70	415	545	690
G/S(SI)					

\* نحافظ على ثبات المساحة S ونغير المسافة L التي تفصل بين الصفيحتين ، مرة أو مرتين ، نسجل في كل حالة قيم U و I .

L(cm)	1	2	3	4	5
G(·S)	137	270	44	34	26
G.L(SI)					

### إستثمار

- 1 - كيف تتغير الموصلة G مع تغير المساحة S للمقطع الرأسي لجزء المحلول المكون للخلية ؟  
بالنسبة لتركيز C للمحلول ثابت والمسافة L ثابتة يلاحظ أن هناك تناسب أطراذي بين الموصلة G و المساحة S .
- 2 - كيف تتغير الموصلة G مع تغير المسافة L الفاصلة بين الإلكترودين ؟  
بالنسبة لتركيز C للمحلول ثابت و المساحة S ثابتة نلاحظ أن هناك تناسب عكسي بين الموصلة G و المسافة L الفاصلة بين الإلكترودين .

### 3 - تأثير طبيعة المحلول وتركيزه .

#### النشاط التجريبي 4

نستعمل نفس العدة التجريبية السابقة مع تحضير ثلاثة محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات تراكيز مختلفة :

$$S_1 : \text{محلول لكلورور الصوديوم } C_1 = 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$S_2 : \text{محلول مائي لكلورور الصوديوم } C_2 = 5.10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$S_3 : \text{محلول مائي لكلورور الصوديوم تركيزه } C_3 = 10^{-3} \text{ mol/l} .$$

ومحلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلورور البوتاسيوم لهما نفس التركيز  $C = 10^{-2} \text{ mol/l}$

\* نحافظ على الأبعاد الهندسية للخلية ثابتة أي أننا نثبت الصفيحتين حتى تبقى المسافة L ثابتة ، ونغمرها كلياً في المحلول حتى تبقى المساحة كذلك ثابتة .

\* نقوم بقياس موصلات محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات التراكيز  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_3$  . ونسجل القيم النحصل عليها في الجدول التالي :

C (mol/l)	$10^{-2}$	$5.10^{-3}$	$2.10^{-3}$
U(V)	2	2	2
I(A)	$6,4.10^{-3}$	$3,2.10^{-3}$	$1,3.10^{-3}$
G(S)			

\* نقوم بقياس موصلات المحاليل المائية المختلفة ذات تراكيز متساوية . ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي

المحلول	$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{H}^+ + \text{Cl}^-$	$\text{Na}^+ + \text{OH}^-$
U(V)	2	2	2
I(A)	$6,4.10^{-3}$	$21,6.10^{-3}$	$12,4.10^{-3}$
G(S)			

1 - من خلال الجدول 1، كيف يؤثر تركيز المحلول على الموصلة ؟

تتزايد موصلة المحلول بتزايد تركيزه المولي .

2 - ماذا تستخلص من نتائج الجدول الثاني ؟

يلاحظ أن موصلة محلول أيوني تتعلق بطبيعته .

ملحوظة : تزداد الموصلة G مع تزايد درجة حرارة المحلول .

#### 4 - منجى التدرج G = f(C)

#### 4 - 1 النشاط التجريبي 5

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق المستعمل لقياس الموصلة .

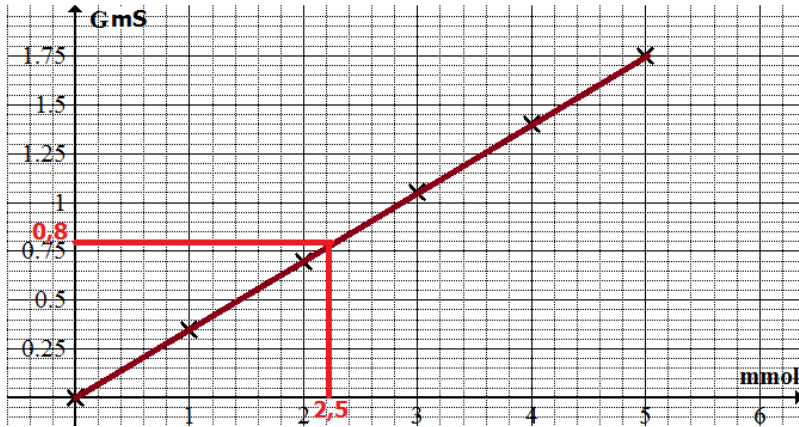
\* نأخذ خمسة كؤوس تحوي كل واحد منها على محلول مائي لكلورور الصوديوم ذي تراكيز مختلفة كما في

الجدول أسفله ، ونقوم بقياس الموصلة باستعمال التركيب المشار إليه أعلاه .

ونسجل النتائج المحصلة على الجدول التالي :

V (ml)	5	10	15	20	25
C (mmol/l)	1	2	3	4	5
G (mS)	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75

1 - مثل المنحنى  $G = f(C)$  باختيار سلم مناسب .



بالنسبة لمحاليل ذات تراكيز مولية ضعيفة  $C < 10^{-2} \text{ mol/l}$  ، تتناسب الموصلية  $G$  لجزء من محلول أيوني مع التركيز  $C$  لهذا المحلول  
 $G = a.C$  :

تتعلق الثابتة  $a$  بأبعاد خلية قياس المواصلة (L,S) وبطبيعة المذاب وبدرجة الحرارة .

2- لدينا محلول كلورور الصوديوم تركيزه مجهول باستعمال نفس التركيب التجريبي السابق ، نقيس مواصلته فنجد  $G = 0,8 \text{ mS}$  . أوجد قيمة  $C$  تركيز المحلول .

#### 4 - 2 أهمية منحنى التدرج .

تكمّن أهمية منحنى التدرج  $G = f(C)$  في إمكانية تحديد تركيز أي محلول كلورور الصوديوم ، شريطة الحفاظ على ثبات العوامل المؤثرة التي تم تثبيتها أثناء خط المنحنى .

#### 4 - 3 حدود استعمال منحنى التدرج .

للتمكن من استعمال منحنى التدرج  $G = f(C)$  لتحديد تركيز محلول ما ، يجب توفر الشروط التالية :  
 - أن يكون المحلول مكونا من جسم مذاب واحد ، أي أن يكون به نوع واحد من الأيونات ونوع واحد من الكاتيونات .  
 - المحافظة على ثبات كل العوامل المؤثرة الأخرى .  
 - أن تكون تراكيز المحاليل المدروسة أقل من  $C = 10^{-2} \text{ mol/l}$  . في الواقع يكون منحنى التدرج غير خطي تماما بالنسبة لمحاليل ذات تراكيز أكبر من هذه القيمة .

#### II - الموصلية $\sigma$ لمحلول مائي أيوني

المواصلة  $G$  لجزء من محلول مائي أيوني ، مقطعه  $S$  و طوله  $L$  يتعلق :  
 - بطبيعة الأيونات الموجودة في المحلول  
 - يزداد كلما ازداد التركيز المولي من المذاب  
 - يزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة  
 - يتناسب اطرادا والمقطع  $S$  للمحلول  
 - يتناسب عكسيا والطول  $L$

يمكن كتابة  $G$  مواصلة الجزء من المحلول على الشكل التالي :  $G = \left(\frac{S}{L}\right) \cdot \sigma = k \cdot \sigma$  بحيث نعبر عن  $\sigma$  ب  $S/m$

المقدار  $\sigma$  ، يسمى بموصلية المحلول وهو يعكس قدرة المحلول على توصيل التيار الكهربائي تتعلق موصلية المحلول بطبيعة الأيونات الموجودة وبالتركيز المولي للمحلول وبدرجة الحرارة بالنسبة لمحلول مائي أيوني ضعيف التركيز ، تتناسب  $\sigma$  موصلية المحلول والتركيز المولي  $C$  من المذاب :  
 $\sigma = \Lambda \cdot C$  بحيث أن  $\Lambda$  الموصلية المولية للمذاب ونعبر عنها ب  $S \cdot m^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  و  $C$  ب  $\text{mol/m}^3$

#### III - الموصلية المولية الأيونية

##### 1 - تعريف :

يتميز كل أيون في محلول بقده (la taille) وشحنته وحالة تميّحه ( بالنسبة للمحاليل المائية ) . وهذا التميز يجعله يختلف عن باقي الأنواع الأيونية الأخرى الموجودة في المحلول ، من حيث قدرته على توصيل التيار الكهربائي . ويتم التعبير عن هذه القدرة بمقدار فيزيائي يسمى : الموصلية المولية الأيونية ، التي يرمز لها ب  $\lambda$  ، ويعبر عنها بالوحدة  $S \cdot m^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  .

##### 2 - العلاقة بين موصلية المحلول والموصلات المولية الأيونية

في محلول أيوني مائي يحتوي على  $n$  نوع من الأيونات  $X_i$  الأحادية الشحنة ، يساهم كل نوع من الأيونات في الموصلية الإجمالية للمحلول بمقدار خاص به هو :  $\sigma_i = \lambda_i [X_i]$  ، حيث تكتب موصلية المحلول كالتالي :

$$\sigma = \sum_{i=1}^n \sigma_i = \sum_{i=1}^n \lambda_i [X_i]$$

$\sigma$  : الموصلية الإجمالية للمحلول نعبّر عنها ( $S.m^{-1}$ )

$[X_i]$  التركيز المولي للنوع الكيميائي الأيوني  $X_i$  ونعبّر عنه ب  $mol/l$

$\lambda_i$  الموصلية المولية الأيونية للنوع الكيميائي  $X_i$  وعبّر عنها ب  $S.m^2.mol^{-1}$

**3 \_ الموصليات المولية الأيونية لبعض الأيونات الأحادية الشحنة في محاليل متناهية التخفيف وعند درجة حرارة 25°C**

الكاتيونات	$H_{aq}^+$	$Na_{aq}^+$	$K_{aq}^+$	$Li_{aq}^+$	$Ag_{aq}^+$
$\lambda(S.m / mol)$	$34,9.10^{-3}$	$5,0.10^{-3}$	$7,3.10^{-3}$	$3,9.10^{-3}$	$6,2.10^{-3}$

الأنيونات	$OH_{aq}^-$	$Cl_{aq}^-$	$I_{aq}^-$	$NO_{3(aq)}^-$	$CH_3COO_{aq}^-$
$\lambda(S.m / mol)$	$19,8.10^{-3}$	$7,6.10^{-3}$	$7,7.10^{-3}$	$7,1.10^{-3}$	$4,1.10^{-3}$