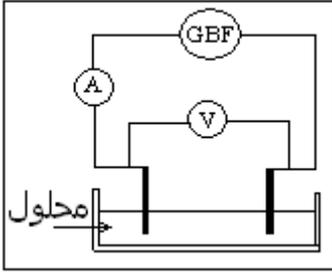


## قياس المواصلة



### 1- مواصلة محلول أيوني

\* لقياس المقاومة  $R$  لجزء محلول محصور بين إلكترودين مستويين ومتوازيين، يكفي قياس التوتر  $U$  بين مرطبي إلكترودين وشدة التيار  $I$  الذي يخترق المحلول. \* يتم هذا القياس بواسطة خلية لقياس المواصلة وتغذية كهربائية متناوبة جيبيية (GBF) وفولطمتر وأمبير متر.

#### \* المقاومة $R$ :

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

-  $R$ : المقاومة الكهربائية بالأوم ( $\Omega$ ).

-  $U$ : التوتر الفعال بين مرطبي الخلية بالفولط ( $V$ ).

-  $I$ : الشدة الفعالة للتيار الكهربائي الذي يخترق الخلية بالأمبير ( $A$ ).

#### \* المواصلة $G$ :

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

-  $G$ : مواصلة جزء المحلول بالسيميونس ( $S$ ).

-  $I$ : الشدة الفعالة للتيار الذي يخترق الخلية بالأمبير ( $A$ ).

-  $U$ : التوتر الفعال بين مرطبي الخلية بالفولط ( $V$ ).

+ بقدر ما تكون مواصلة محلول أيوني كبيرة، فإنه يمرر التيار الكهربائي بسهولة.

### 2- العوامل المؤثرة على المواصلة

#### \* تأثير الشكل الهندسي لخلية قياس المواصلة

إذا اعتبرنا محلولاً إلكتروليتياً معيناً، فإن مواصلته  $G$ :

- تتناسب مع المساحة  $S$  للصفحتين المتوازيتين (الإلكترودين).

- تتناسب مع مقلوب المسافة  $L$  الفاصلة بين صفيحتي الخلية.

#### \* تأثير المحلول الإلكتروليتي

تتعلق المواصلة  $G$  بالنسبة لمحلول إلكتروليتي معين:

- بطبيعة المحلول بالنسبة لتركيز  $C$  معين.

- بالتركيز المولي  $C$  بالنسبة لمحلول إلكتروليتي معين.

#### \* ثابتة الخلية

+ تسمى النسبة  $K = \frac{S}{L}$  ثابتة الخلية ويعبر عنها بالمتر، حيث:

-  $S$  مساحة الإلكترودين بالمتر المربع ( $m^2$ ).

-  $L$  المسافة بين الإلكترودين بالمتر ( $m$ ).

+ تتناسب إذن مواصلة محلول إلكتروليتي معين مع الثابتة  $K$  للخلية، ومعامل التناسب

هذا يتعلق إلا بطبيعة المحلول الإلكتروليتي وتركيزه  $C$ .

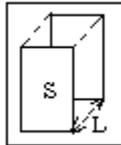
+ يسمى معامل التناسب الموصلية  $\sigma$  لجزء المحلول المحصور بين الإلكترودين.

$$G = K \cdot \sigma = \frac{S}{L} \cdot \sigma$$

إذن  $G = K \cdot \sigma$  حيث:  $G$ : المواصلة بالسيميونس ( $S$ ).

$\sigma$ : الموصلية بالسيميونس على المتر ( $S \cdot m^{-1}$ )

+ الموصلية  $\sigma$  مميزة من مميزات المحلول الإلكتروليتي، عكس المواصلة التي تميز فقط جزء المحلول المحصور بين الإلكترودين.



### 3- الموصلية المولية الأيونية

\*يوافق التيار الكهربائي في محلول إلكتروليتي انتقال الأيونات الموجبة ( الكاتيونات) والأيونات السالبة ( الأنيونات) في منحنيين متعاكسين, أي أن كلا من الأيونات السالبة والأيونات الموجبة يساهم في مرور التيار الكهربائي كل حسب طبيعته وتركيزه.

\* الموصلية الكلية  $\sigma$  هي مجموع الموصليات المترتبة عن الكاتيونات والأنيونات.

#### \*تعريف

تتناسب مساهمة أيون في موصلية محلول مع تركيزه.

يسمى معامل التناسب المميز لطبيعة الأيون الموصلية المولية الأيونية ويرمز له بالحرف  $\lambda_i$ .

\* يمكن حساب قيمة الموصلية  $\sigma$  لمحلول إلكتروليتي, انطلاقا من الموصليات المولية الأيونية  $\lambda_i$  للأيونات

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i] \text{ المتواجدة في هذا المحلول بحيث:}$$

$$\sigma: \text{ موصلية المحلول: } (S.m^{-1}).$$

$$[X_i]: \text{ التركيز المولي الفعلي للأيون } X_i \text{ (} mol.m^{-3} \text{)}$$

$$\lambda_i: \text{ الموصلية المولية الأيونية للأيون } X_i \text{ (} S.m^2.mol^{-1} \text{)}$$

تتعلق قيمة  $\lambda_i$  بطبيعة الأيون.

**مثال:** تساوي الموصلية  $\sigma$  لمحلول كلورور الصوديوم مجموع موصلية ايون الصوديوم وموصلية أيون الكلورور:

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

$$\sigma = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) \times C \quad \text{إذا كان } [Na^+] = [Cl^-] = C \text{ نكتب}$$

\* قيم الموصليات المولية الأيونية لبعض الأيونات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$ .

الكاتيونات		الأنيونات	
$\lambda = (S.m^2.mol^{-1})$	الصيغة	$\lambda = (S.m^2.mol^{-1})$	الصيغة
$35,00.10^{-3}$	$H_3O^+$	$19,9.10^{-3}$	$HO^-$
$5,01.10^{-3}$	$Na^+$	$7,63.10^{-3}$	$Cl^-$
$7,35.10^{-3}$	$K^+$	$7,81.10^{-3}$	$Br^-$
$6,19.10^{-3}$	$Ag^+$	$7,70.10^{-3}$	$I^-$
$11,90.10^{-3}$	$Ca^{2+}$	$7,14.10^{-3}$	$NO_3^-$
$10,70.10^{-3}$	$Fe^{2+}$	$16,00.10^{-3}$	$SO_4^{2-}$
$10,70.10^{-3}$	$Mn^{2+}$	$13,90.10^{-3}$	$CO_3^{2-}$
$10,60.10^{-3}$	$Zn^{2+}$	$27,90.10^{-3}$	$PO_4^{3-}$
$10,70.10^{-3}$	$NH_4^+$	$6,10.10^{-3}$	$MnO_4^-$

**تمارين**

**تمرين 1:**

أوجد موصلية محلول كلورور الكالسيوم تركيزه المولي  $C = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$ .

**نعطي:**  $\lambda_{\text{Ca}^{2+}} = 11,90.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  و  $\lambda_{\text{Cl}^{-}} = 7,63.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

**تمرين 2:**

تحمل البطاقة الوصفية لمقياس الموصلية في المختبر الإشارة التالية:  $K = 5,0.10^{-3} \text{ m}$ .  
للتحقق من قيمة  $K$  نغمر الخلية في محلول عيار لكلورور البوتاسيوم تركيزه  $C = 1,0.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ودرجة حرارته  $25^\circ\text{C}$ , فيشير عندئذ مقياس الموصلية إلى:  $G = 0,76.10^{-3} \text{ S}$ .

1- عبر عن الموصلية  $\sigma$  لهذا المحلول بدلالة الموصلية المولية الأيونية  $\lambda$  للأيونات المتواجدة في المحلول وتركيز كل منها.

2- أحسب قيمته موصلية المحلول عند  $25^\circ\text{C}$ .

**نعطي:**  $\lambda_{\text{K}^{+}} = 74.10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  و  $\lambda_{\text{Cl}^{-}} = 76.10^{-4} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

3- استنتج قيمة ثابتة خلية مقياس الموصلية, وقارنها مع القيمة المسجلة عليه.

4- تفصل بين الإلكترودين المستويين والمتوازيين المسافة  $L = 5,0 \text{ mm}$ . ما مساحة هذين الإلكترودين؟

**تمرين 3:**

نغمر خلية مقياس الموصلية في محلول مائي لكلورور الصوديوم تركيزه  $C_1 = 1,00.10^2 \text{ mol.L}^{-1}$  وذوي موصلية

$\sigma = 0,118 \text{ S.m}^{-1}$  يعطي قياس المقاومة  $R_1 = 2,84 \Omega$ .

عندما نغمر نفس الخلية في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه  $C_2 = 5,0.10^3 \text{ mol.L}^{-1}$

تكون المقاومة هي:  $R_2 = 2,79 \Omega$ .

1- أوجد الثابتة  $K$  للخلية المستعملة.

2- أحسب موصلية محلول هيدروكسيد الصوديوم.

3- كم ستكون موصلية محلول من نفس الطبيعة لكن تركيزه  $C_3 = 1,00.10^{-3} \text{ mol/L}$ .

**تمرين 4:**

يمثل المبيان التالي تغيرات الموصلية  $G$  لجزء من محاليل يودور البوتاسيوم ذات تراكيز مختلفة.

1- عند غمر مقياس الموصلية في محلول ليودور البوتاسيوم تركيزه مجهول  $C_1$

نجد  $G_1 = 1,85.10^{-3} \text{ S}$ . ما قيمة  $C_1$ .

2- نغمر نفس الخلية في محلول  $S_2$  ليودور البوتاسيوم تركيزه  $C_2$  باستعمال توتر جيبّي توتره

الفعال  $0,8 \text{ V}$  نجد أن شدة التيار الذي يخرق المحلول هي  $2,53 \text{ mA}$ . أحسب موصلية جزء

المحلول المحصور بين الإلكترودين أوجد قيمة  $C_2$ .

**تمرين 5:**

نقيس عند درجة الحرارة  $25^\circ\text{C}$  موصلية محلول كبريتات الصوديوم تركيزه  $C = 2,5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  فنجد

$G = 650.10^{-6} \text{ S}$

1- أكتب معادلة ذوبان كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  في الماء.

2- عبر عن موصلية هذا المحلول بدلالة الموصليات المولية الأيونية والتركيز  $C$ .

3- أوجد قيمة الموصلية  $\sigma$ .

4- أوجد قيمة الموصلية المولية الأيونية  $\lambda_{\text{SO}_4^{2-}}$ .

**نعطي:**  $\lambda_{\text{Na}^{+}} = 5,01.10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ,  $l = 1,0 \text{ cm}$ ,  $S = 1,0 \text{ cm}^2$

**تمرين 6:**

نقيس موصلية محلول كلورور المغنيزيوم ذي تركيز مجهول فنجد:  $G = 328.10^{-6} \text{ S}$ .

1- أحسب موصلية هذا المحلول.

2- أحسب التركيز المولي لهذا المحلول.

**نعطي:** مساحة أحد الإلكترودين:  $S = 1,0 \text{ cm}^2$

المسافة الإلكترودين:  $l = 4,0 \text{ cm}$

الموصلية المولية الأيونية:  $\lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

الموصلية المولية الأيونية:  $\lambda_{\text{Mg}^{2+}} = 11,0 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

### تمرين 7:

يعطي الجدول التالي تركيز وموصليات بعض المحاليل.

المحاليل	$\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{NO}_3^-$	$\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$
التركيز $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$	2,0	2,0	2,0
الموصليات ب $10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$	84,3	25,3	85,3

1- ما المحلول الذي يجب اختياره لمقارنة تأثير الأيونات  $\text{Na}^+$  والأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  في الموصلية  $\sigma$  ما تستنتج من هذه المقارنة؟

2- ما المحلول الذي يجب اختياره لمقارنة تأثير الأيونات  $\text{Cl}^-$  والأيونات  $\text{NO}_3^-$  في الموصلية  $\sigma$  ماذا تستنتج من هذه المقارنة؟

### تمرين 8:

تتوفر على ثلاثة محاليل لها نفس التركيز  $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  نغمر تباعا, نفس الخلية في المحاليل الثلاثة ونقيس الموصلية  $G$ . يعطي الجدول التالي النتائج المحصلة:

المحلول	$\text{H}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$\text{NH}_4^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$\text{H}^+_{\text{aq}} + \text{NO}_3^-_{\text{aq}}$
الموصلية ب	$8,23 \cdot 10^{-3}$	$2,82 \cdot 10^{-3}$	$8,12 \cdot 10^{-3}$
الإسم	$S_3$	$S_2$	$S_1$

1- عبر عن موصلية هذه المحاليل. استنتج موصلية محلول  $S_4$  لنترات الأمونيوم  $\text{NH}_4^+_{\text{aq}} + \text{NO}_3^-_{\text{aq}}$  تركيزه

$C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  بدلالة الموصلية الأيونية للأيونات المتواجدة في المحلول.

2- استنتج علاقة بين موصليات  $S_1, S_2, S_3, S_4$ .

3- عبر بدلالة  $G_1, G_2, G_3$  عن  $G_4$  موصلية المحلول  $S_4$ . أحسب  $G_4$ .

### تمرين 9:

نقيس موصلات محاليل إلكتروليتية مختلفة, لها نفس التركيز بواسطة نفس الخلية لها الثابتة  $K$  وفي نفس ظروف درجة الحرارة. يعطي الجدول التالي النتائج المحصلة.

استنتج من هذه القياسات الموصلية  $G$  لمحلول كبريتات البوتاسيوم  $(2\text{K}^+_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-})$  له نفس التركيز وفي نفس

الظروف وبواسطة نفس الخلية.

المحلول $S_1$ : $\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$G_1 = 350 \cdot 10^{-3} \text{ S}$
المحلول $S_2$ : $\text{K}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$G_2 = 408 \cdot 10^{-3} \text{ S}$
المحلول $S_3$ : $2\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-}$	$G_3 = 720 \cdot 10^{-3} \text{ S}$

### تمرين 10:

يعطي الجدول التالي قيم الموصلية لبعض المحاليل. جميع القياسات تمت في نفس الظروف التجريبية:

1- عبر عن موصلية كل محلول بدلالة الثابتة  $K$  للخلية والتركيز  $C$  للمحلول والموصليات

المولية للأيونات المتواجدة في المحلول.

2- رتب تصاعديا الموصليات المولية الأيونية للكاتيونات.

المحلول	$\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$\text{K}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$
الموصلية ب $S$	$0,63 \cdot 10^{-3}$	$0,75 \cdot 10^{-3}$	$2,13 \cdot 10^{-3}$