

الأولى بكالوريا	المواصلة والموصلية في محلول أيوني	كيمياء درس 05
-----------------	-----------------------------------	---------------

الكفايات المستهدفة:

- ❖ معرفة أن وجود الأيونات ضروري لضمان ميزة التوصيل الكهربائي لمحلول.
- ❖ معرفة العلاقة بين المقاومة والموصلة.
- ❖ معرفة العوامل المؤثرة على الموصلة.
- ❖ معرفة العلاقة بين الموصلة والموصلية.
- ❖ التمييز بين العوامل المؤثرة على الموصلة وتلك المؤثرة على الموصلية.
- ❖ تحضير محاليل ذات تراكيز مختلفة انطلاقا من محلول أب ، وخط منحني التدرج $G=f(C)$.
- ❖ استثمار منحني التدرج لتحديد تركيز محلول.

1. تذكير حول التيار الكهربائي:

1.1. التيار الكهربائي في محلول إلكتروليتي :

تجربة هجرة الأيونات: أنظر الفيلم المرفق مع الوثائق الخاصة بهذا الدرس.

توصيل محلول أيوني للكهرباء يتم بالانتقال المزدوج للأيونات و الكاتيونات في منحنيين متعاكسين.
الكاتيونات أو الأيونات الموجبة (Cu^{2+} ذات اللون الأزرق في المحلول) تنتقل نحو الكاتود أي الإلكترود المرتبطة بالقطب السالب للمولد.
الأيونات أو الأيونات السالبة (MnO_4^- ذات اللون البنفسجي في المحلول) تنتقل نحو الأنود أي الإلكترود المرتبطة بالقطب الموجب للمولد.

1.2. قانون أوم :

بالنسبة للجزء من محلول إلكتروليتي محصور بين إلكترودين ، يكتب قانون أوم كالتالي: $U=RI$.

U : التوتر بين الإلكترودين بالفولط (V).

I : شدة التيار المار في المحلول بالأمبير (A).

R : مقاومة الجزء من المحلول بالأوم (Ω).

التوتر U المطبق من طرف المولد يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار بالمحلول الإلكتروني بين الإلكترودين.

2. مواصلة جزء من محلول إلكتروليتي :

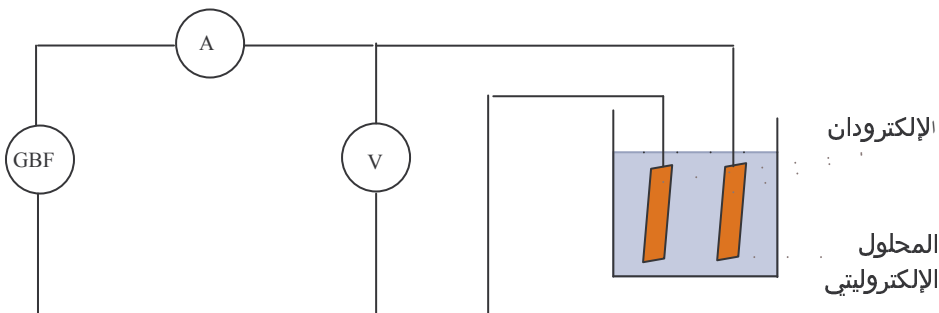
2.1. تعريف :

تساوي المواصلة G لجزء من دائرة كهربائية مقلوب مقاومته : $G = \frac{1}{R}$ حيث R بوحدة الأوم و G بوحدة

السيمنس S . ويصبح قانون أوم كالتالي $I = GU$.

2.2. قياس المواصلة:

التجربة 1: خلية يمر بها تيار كهربائي مستمر. نلاحظ تحولات كيميائية على الإلكترودين وتسمى هذه الظاهرة التحليل الكهربائي. وهذا يؤثر على قيمتي التيار والتوتر الكهربائيين.
التجربة 2: نفس الخلية يمر بها تيار كهربائي متناوب.



ك.درس 05 1 باك المواسلة والموصلية في محلول أيوني

في حالة التيار المتناوب ، يختفي التحليل الكهربائي، نملأ الجدول التالي ، حيث I الشدة الفعالة للتيار الكهربائي المار في الخلية ، و U التوتر الفعال بين الإلكترودين :

$I(mA)$				
$U(V)$				
$G = \frac{I}{U}(S)$				

2.3. تأثير الأبعاد الهندسية للخلية :

تجربة 1 : نغير المساحة المغمورة للإلكترودين مع إبقاء المسافة بينهما ثابتة.
ملاحظات : إذا ازدادت قيمة S المساحة بين الإلكترودين ، تزداد قيمة المواسلة G ، وذلك بسبب تزايد عدد الأيونات القابلة للانتقال.

تجربة 2 : نغير المسافة L بين الإلكترودين مع إبقاء المساحة المغمورة ثابتة.
ملاحظات : إذا ازدادت قيمة المسافة L بين الصفيحتين ، قلت المواسلة G ، وذلك بسبب كون عدد الإلكترونات القابلة للانتقال يقل.

2.4. ثابتة الخلية : نسمى ثابتة الخلية القيمة $\frac{S}{L}$ وتميز الشكل الهندسي للخلية.

3. موصلية محلول الكتروليتي :

3.1. تعريف : موصلية جزء من دائرة إلكترونية يتناسب اطرادا مع $\frac{S}{L}$ كالتالي : $G = \sigma \frac{S}{L}$ (Sigma) تسمى

موصلية المحلول .وحدتها ($S.m^{-1}$) .

σ تميز المحلول وتتعلق بالخواص الفيزيائية والكيميائية الخاصة بالمحلول ولا تتعلق بجهاز القياس .
 σ تعبر عن قدرة المحلول على توصيل التيار الكهربائي .
لقياس σ يجب قياس G ، المساحة المغمورة للإلكترودين S والمسافة الفاصلة بينهما L .

3.2. العوامل المؤثرة على موصلية محلول ذي مذاب واحد :

3.2.1. التركيز :

تجربة : نقيس موصلية محاليل كلورور الصوديوم بتركيز مختلفة ونفس الخلية.
ملاحظات : الموصلية تتناسب اطرادا مع التركيز. كلما ازداد التركيز زادت كمية الأيونات .

3.2.2. طبيعة الإلكتروليت :

بنفس الخلية ، نقيس الشدة الفعالة للتيار الكهربائي ونستنتج مواسلة مختلف المحاليل التالية: $NaCl$ ، KCl ، NH_4Cl ، HCl ، $NaOH$ و KOH تركيز كل منها $c=10^{-2}mol.L^{-1}$ وتحت التوتر الفعال $U=1V$.

المحلول	$Na^+ + OH^-$	$K^+ + OH^-$	$H^+ + Cl^-$	$NH_4^+ + Cl^-$	$Na^+ + Cl^-$	$K^+ + Cl^-$
$I (mA)$	9,0	9,1	14,1	4,8	4,6	4,9
$G (mS)$	9,0	9,1	14,1	4,8	4,6	4,9

نلاحظ أن طبيعة الأيون تؤثر على الموصلية.

K^+ أكثر توصيلا للتيار الكهربائي من Na^+ .

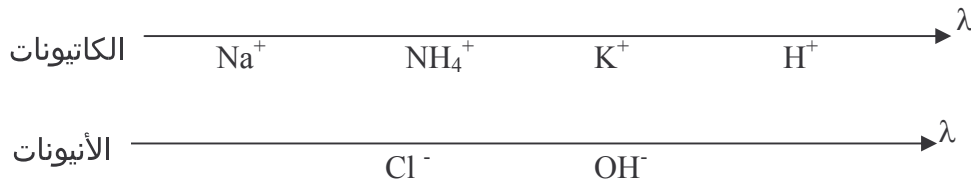
H^+ أكثر توصيلا للتيار الكهربائي من K^+ .

K^+ أكثر توصيلا للتيار الكهربائي من NH_4^+ .

NH_4^+ أكثر توصيلا للتيار الكهربائي من Na^+ .

باعتبار المحلولين $NaCl$ و $NaOH$: OH^- أكثر توصيلا للتيار الكهربائي من Na^+ .

ويمكن الترتيب النوعي لموصلية بعض الأيونات :



3.2.3. درجة الحرارة :

إذا ازدادت درجة الحرارة ، يزداد الارتجاج الحراري للأيونات، وترتفع مواصلة المحلول لأن الأيونات تصبح أكثر حركية.

4. الموصلية المولية الأيونية :

4.1. الموصلية المولية لمحلول أيوني:

بالنسبة لمحاليل مخففة بشكل كاف، تتناسب الموصلية اطرادا مع تركيز المحلول: $\sigma = \lambda \cdot C$ حيث σ بوحدة S .

C تركيز الإلكتروليت بوحدة mol.m^{-3} .

نسمى λ الموصلية المولية للإلكتروليت وحدتها $\text{Sm}^2\text{mol}^{-1}$.

ملاحظات حول تحويل الوحدات :

$$1 \text{ mol} / L = 1 \text{ mol} / 10^{-3} \text{ m}^3 = 10^3 \text{ mol.m}^{-3}$$

$$1 \text{ mS} / \text{cm} = 10^{-3} \text{ S} / 10^{-2} \text{ m} = 0,1 \text{ S.m}^{-1}$$

4.2. الموصلية المولية الأيونية لأيون :

في محلول إلكتروليتي ، كل أيون يساهم بقدرته الخاصة على توصيل التيار الكهربائي.

موصلية محلول أيوني تساوي مجموع الموصليات الأيونية للأيونات التي يحتوي عليها: $\sigma = \sum_i \sigma_i$

مساهمة كل أيون تميز الموصلية المولية الأيونية λ_i .

الموصلية الأيونية لأيون أحادي الشحنة X_i تركيزه $[X_i]$ وموصلته المولية الأيونية λ_i هي: $\sigma_i = \lambda_i \cdot [X_i]$

الوحدات : $\sigma_i (\text{S.m}^{-1})$ ، $\lambda_i (\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1})$ ، $[X_i] (\text{mol.L}^{-1})$

4.3. موصلية محلول أيوني يحتوي على أيونات أحادية الشحنة :

تعبير موصلية المحلول الأيوني : $\sigma = \sum_i \sigma_i \Rightarrow \sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$

بالنسبة للإلكتروليت MX ، نكتب معادلة الذوبان : $MX(s) \longrightarrow M_{aq}^+ + X_{aq}^-$

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

نعتبر C تركيز المحلول الأيوني : $[M_{aq}^+] = [X_{aq}^-] = C$

$$\sigma = (\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-}) C \quad \text{نستنتج تعبير } \sigma :$$

4.4. ملاحظات :

بالنسبة للمحاليل الأيونية المخففة ($C < 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$) الموصليات المولية الأيونية λ_i لا تتغير إلا قليلا مع التركيز ،

وتتغير بشكل واضح بتغير درجة الحرارة.

أيونات H_3O^+ و OH^- لها موصليات مولية أيونية مرتفعة بالنسبة للأيونات الأخرى ، تواجد هذه الأيونات في محلول

أيوني يعطيه توصيلا أكبر للتيار الكهربائي. أنظر الجدول .

الموصلية المولية الأيونية لبعض الأيونات الأحادية الشحنة، في محلول مائي شديد التخفيف ، عند 25° :

الأيونات			الكاتيونات		
$\lambda^\circ (\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1})$	الرمز	الإسم	$\lambda^\circ (\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1})$	الرمز	الإسم
198,6.10 ⁻⁴	OH ⁻ (aq)	الهيدروكسيد	349,8.10 ⁻⁴	H ₃ O ⁺ (aq)	الأكسونيوم
78,1.10 ⁻⁴	Br ⁻ (aq)	البرومور	73,5.10 ⁻⁴	K ⁺ (aq)	البوتاسيوم
76,8.10 ⁻⁴	I ⁻ (aq)	اليودور	50,1.10 ⁻⁴	Na ⁺ (aq)	الصوديوم
76,3.10 ⁻⁴	Cl ⁻ (aq)	الكلورور	73,5.10 ⁻⁴	NH ₄ ⁺ (aq)	الأمونيوم
55,4.10 ⁻⁴	F ⁻ (aq)	الفلورور	38,7.10 ⁻⁴	Li ⁺ (aq)	الليثيوم
71,4.10 ⁻⁴	NO ₃ ⁻ (aq)	النترات	77,3.10 ⁻⁴	Cs ⁺ (aq)	السيوم
40,9.10 ⁻⁴	CH ₃ COOH(aq)	الإيثانوات	77,8.10 ⁻⁴	Rb ⁺ (aq)	الروبيديوم
32,3.10 ⁻⁴	C ₆ H ₅ COO ⁻ (aq)	البنزوات	61,9.10 ⁻⁴	Ag ⁺ (aq)	الفضة