

### البطاقة التربوية

المستوى : 2 رياضي ، 2 تقني رياضي ، 2 علوم تجريبية . رقم المذكرة :

المجال : المادة وتحولاتها الوحدة : قياس الناقلية ( طريقة جديدة لقياس كمية المادة

في المحاليل الشاردية)

<p><b>الأستئلة الأساسية</b></p> <p>1/ هل تعتبر المياه الطبيعية محاليل كيميائية؟ 2/ هل هي ناقلية للتيار الكهربائي؟ ولماذا؟ 3/ بماذا تتعلق المحاليل المائية وما فائدة قياسها؟</p>	<p><b>مؤشرات الكفاءة</b></p> <p>1/ يكون قادر على تمييز المحاليل المائية . 2/ يعرف العوامل المؤثرة على الناقلية الكهربائية .</p>
<p><b>الوسائل المستعملة والطرائق :</b></p> <p>1/ محاليل مائية - أنابيب اختبار - الماء المقطر - مولد - مصباح لبوسين - مسطرة بلاستيكية - الصوف - محلول حمض كلور الماء - جهاز قياس الناقلية - جهاز G.B.F - خلية قياس الناقلية - أمبير متر - فولط متر - أسلاك التوصيل - محلول كلور الصوديوم</p>	<p><b>المحتوى</b></p> <p>1/ المحاليل المائية :</p> <p>1-1 الخلائط والمحاليل المائية نشاط : التمييز بين الخرزط المتجانسة واللامتجانسة: 2-1 مفهوم المحلول المائي 3-1 تحضير محلول شاردي أ/ المذاب جسم صلب شاردي ب/ الجزيئات المستقطبة ( H<sub>2</sub>O HCL ) 2/ النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية 1-2 التيار الكهربائي والمحاليل 3/ المقاومة والناقلية 1-3 المقاومة R 2-3 الناقلية G 3-3 مدخل لقياس الناقلية G في المحاليل الشاردية (عملي) أ/ تركيب خلية قياس الناقلية ب/ قياس الناقلية : - طريقة مباشرة - طريقة غير مباشرة . ج/ تحديد العوامل المؤثرة في الناقلية : تواتر التيار (f) - السطح (S) للخلية - البعد (L) بين الصفحتين للخلية - طبيعة المحلول - درجة الحرارة</p>
<p><b>أمثلة للنشاطات</b></p>	<p><b>التقويم</b></p> <p>تمارين الكتاب المدرسي</p>
<p><b>النقد الذاتي</b></p>	<p><b>المراجع</b></p>

## 1- المحاليل المائية:

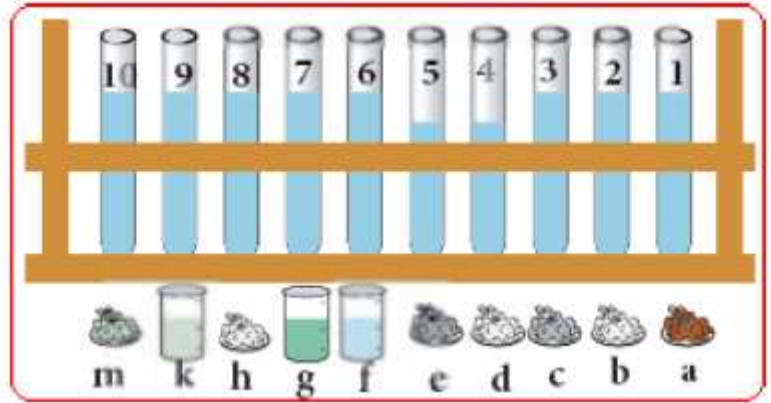
### 1-1 الخلائط والمحاليل المائية :

\* نشاط (1): التمييز بين الخلائط المتجانسة واللامتجانسة :

**التجربة 01:** نأخذ أنابيب اختبار ونرقمها من (1) إلى (10) كما في الجدول ثم نملأها بالماء المقطر.

رقم الأنبوب	المادة المضافة	رقم الأنبوب	المادة المضافة
1	برمنغنات البوتاسيوم ( $KMnO_4$ )	6	كحول الإيثيلي ( $C_2H_5-OH$ )
2	كلور الصوديوم ( $NaCl$ )	7	شراب الشاي
3	كبريتات النحاس ( $CuSO_4$ )	8	كبريتات الباريوم ( $BaSO_4$ )
4	سكر	9	زيت
5	سكر + كلور الصوديوم	10	رمل

- نضيف لكل أنبوب المادة المقترحة في الجدول مع رجها قليلا .



**الملاحظة:** نلاحظ في كل أنبوب تشكل خليط من طور واحد (متجانس) أو طورين متميزين (غير متجانس).

- أكمل الجدول التالي بوضع علامة (x) في الخانة المناسبة :

رقم الأنبوب	1	2	3	4	5	6	7	8	10
خليط متجانس	x	x	x	x	x	x	x	x	
خليط غير متجانس									x

**نتيجة 01:**

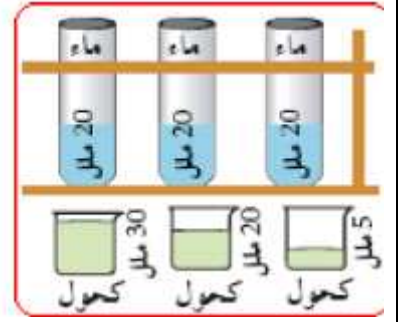
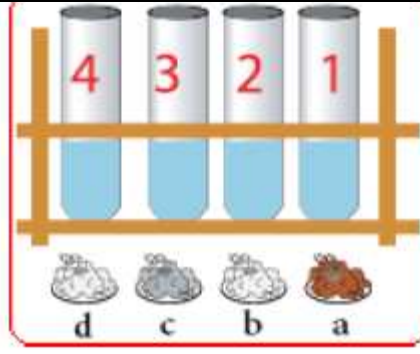
الخليط مزيج من مادتين أو أكثر ، نعتبره غير متجانس . إذا أمكن تمييز مكوناته بالعين المجردة ، وإذا تعذر ذلك نقول أنها متجانسة ونسميه حينئذ محلولاً .

## 1-2 المحاليل المائية :

**نشاط 02 :** مفهوم المحلول المائي :

**التجربة 02:**

نأخذ 04 أنابيب اختبار ونرقمها من (1) إلى (04) ثم نملأ الأنابيب بالماء المقطر إلى الثلثين . ونضع في كل أنبوب المواد التالية :



4	3	2	1	رقم الأنبوب
سكر	$\text{CuSO}_4$	$\text{NaCl}$	$\text{KMnO}_4$	المادة
محلول متجانس	محلول متجانس	محلول متجانس	محلول متجانس	الملاحظة

- كيف تفسر توزع اللون في الأنبوب (1) والأنبوب (3)؟ الأنبوب (1) : نلاحظ محلول بنفسجي ناتج عن إذلال بلورات برمنغنات البوتاسيوم البنفسجية في الماء المقطر الشفاف، والأنبوب (3) : نلاحظ محلول أزرق ناتج عن تشتت ملح كبريتات النحاس في الماء المقطر وحركة الشوارد  $\text{Cu}^{+2}$  الزرقاء في المحلول.

### نتيجة 02:

المحلول المائي خليط متجانس يتكون من مادتين أو أكثر لا يمكن أن نميز بينها بالعين المجردة وتكون لجميع أجزائه نفس الخواص.

### نشاط (3) : نسبة المحل (المذيب) والحلولة (المذاب) :

تجربة (03): نأخذ ثلاثة أنابيب اختبار ونضع في كل أنبوب (20ml) من الماء ثم نضيف الحجم المقترح في الجدول من الكحول. - أكمل الجدول التالي :

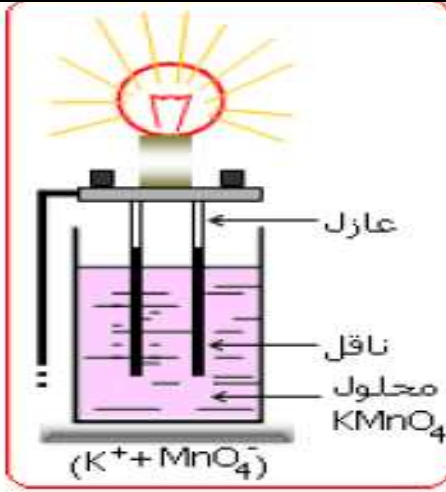
3	2	1	رقم الأنبوب
20	20	20	حجم الماء (mL)
30	20	5	حجم الكحول (mL)
كحول	ماء أو كحول	ماء	اسم المذيب
ماء	كحول أو ماء	كحول	اسم المذاب
محلول كحولي	محلول مائي أو محلول كحولي	محلول مائي	اسم المحلول

### نتيجة 03:

نسمي المحل أو مذيب المادة التي تكون كميتها في المحلول أكبر ونسمي المذاب أو حلولة المادة التي كميتها أقل. وعندما يكون المذيب هو الماء نسمي المنتج محلولاً مائياً.

2/ تحضير محلول شاردى :

1-2/ حالة المذاب جسم صلب شاردى:



**تجربة (01):** نركب دائرة كهربائية مكونة من مصباح ومولد ولبوسين (سلكين غير ناقلين):

- نضع كمية من بلورات  $(KMnO_4)$  في بيشر ثم ندخل فيها اللبوسين كما في الشكل :

الملاحظة: نلاحظ بلورات  $KMnO_4$  الصلبة لا تنتقل التيار لذلك لانلاحظ اشتعال المصباح برغم من غلق الدارة الكهربائية

- نضيف كمية من الماء إلى البيشر الذي يحتوي  $(KMnO_4)$  .

**الملاحظة:** نلاحظ تحرر الشوارد  $K^+$  الشفافة وشوارد  $MnO_4^-$  البنفسجية في المحلول الناتج وابتغالها فيه يسري التيار لذلك نلاحظ إشتعال المصباح في هذه الحالة.

- نعيد نفس التجربة بإستعمال (السكر)  $(NaCl)$  ،  $(CuSO_4)$

**الملاحظة:** \* السكر : نلاحظ انه لا يمرر التيار الكهربائي لأن جزيئاته تبقى متعادلة كهربائيا ولا توجد حاملات الشحنة

\*  $(CuSO_4)$  : نلاحظ انه لا يمرر التيار لعدم انتقال الشوارد. أما عند إنحلالها في الماء وتشردها تصبح ناقلة لتيار .

$(NaCl)$  : نلاحظ انه لا يمرر التيار لعدم انتقال الشوارد أما عند إنحلالها في الماء وتشردها تصبح ناقلة لتيار

ماهي المحاليل التي تمرر التيار الكهربائي؟ هي المحاليل الشاردية فقط - الكهليليات.

- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي تمرر التيار الكهربائي؟ وكيف نسميها؟

تمتاز بخاصية الناقلية للكهرباء كونها محاليل شاردية وتسمى بالمحاليل الشاردية أو الكهليليات

- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي تمرر التيار الكهربائي؟ وكيف نسميها؟

تمتاز بخاصية عدم الناقلية كونها محاليل غير شاردية وتسمى نتيجة لذلك بالمحاليل الجزيئية .

#### نتيجة: 04

في الجسم الصلب الشاردي ' الشوارد تحتل مواقع معينة ولا تنقل فالجسم الصلب الشاردي معتدل كهربائيا

وعند 'إنحلاله في الماء تنفصل الشوارد مكونة شحنات (شوارد) حرة الحركة في المحلول فيكون حينئذ ناقلا للتيار الكهربائي . بينما السكر يحتوي

على روابط تكافؤية وعند إنحلاله في الماء تنفصل جزيئاته ولكنها تبقي متعادلة فلا

وجود لشحنات حرة في المحلول المائي الذي لا ينقل التيار الكهربائي .

2-2 الجزيئات المستقطبة :

#### أ/ جزئي الماء $H_2O$ :

نشاط : إبراز قطبية الماء ، وأهميته في المحاليل:

تجربة :

- نأخذ مسطرة بلاستيكية ونقوم بذلكها بقطعة من الصوف . ثم قرب المسطرة من حنفية يسيل منها خيط رفيع من الماء.

- الملاحظة : نلاحظ إنجذاب الماء نحو المسطرة المدلوكة كما في الشكل .

التفسير : لأن جزيئات الماء مستقطبة كهربائيا أي كل جزيء له قطبان كهربائيان وكل منهما يحمل شحنة جزئية أحدهما موجبة والاخر سالبة ، أي أن جزيء الماء مستقطب .



## نتيجة:

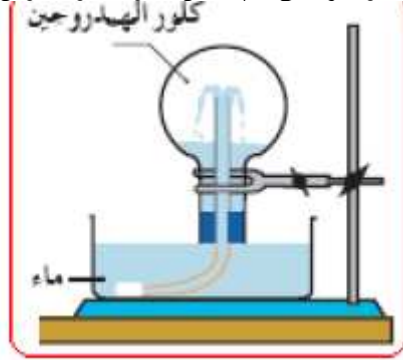
يحتوي جزيء الماء رابطة مستقطبة بين الأكسجين والهيدروجين ناتجة عن وضع إلكترون ذرة الهيدروجين وإلكترون من ذرة الأكسجين ليتكون زوج إلكتروني ، وهما إحصائياً قريبين من ذرة الأكسجين بدلا من ذرة الهيدروجين . عدم التساوي في التوزيع يجعل ظهور شحنة عنصرية موجبة على كل من ذرتي الهيدروجين و شحنة سالبة على ذرة الأكسجين فيصبح جزيء الماء مستقطب أو قطبي.

## ب/ جزيء كلور الهيدروجين HCL:

### نشاط : انحلال جزيء غاز كلور الهيدروجين في الماء منتجا شوارد :

تجربة :

نضع كمية من غاز كلور الهيدروجين في حوجلة محففة ، بها سدادة يخترق مركزها أنبوب زجاجي . ثم ننكس الحوجلة فوق حوض من الماء.



الملاحظة : نلاحظ تدفق الماء من الحوض داخل الحوجلة بشكل نافورة مائية .

- هل غاز كلور الهيدروجين ينحل في الماء ؟ علل ؟ نعم ينحل في الماء بشراهة لأن جزيئاته مستقطبة مثل الماء ويتشكل محلول مائي شاردي يتدفق الى الفراغ الذي خلفه الغاز المنحل داخل الحوجلة بتأثير الضغط الجوي الخارجي .
- إستعن بالجدول الدوري وحدد كهروسلبية كل فرد ؟ يتشكل جزيء كلور الهيدروجين من ذرة الهيدروجين (عنصر كهروجابي) وذرة الكلور ( عنصر كهروسليبي) مرتبطتين برابطة تكافئية بسيطة مستقطبة.
- قارن بين جزيء الماء وجزيء كلور الهيدروجين من حيث البنية ؟ كلاهما جزيء مستقطب
- ماذا تستنتج ؟ علل؟ توجد روابط جزيئية بين جزيئات الماء بسبب قطبيتها وكذلك الحال بالنسبة لجزيئات كلور الهيدروجين ، وعند إمتزاجهما ينحل الغاز في الماء مشكلا محلولا مائيا شارديا ناقل للكهرباء .

نتيجة :

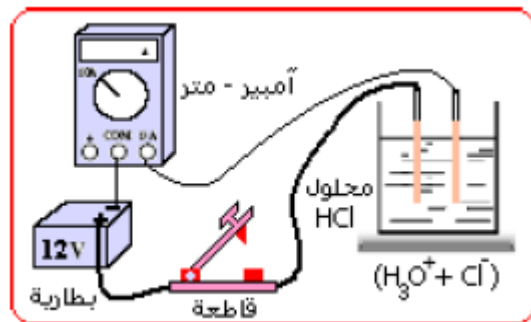
لغاز كلور الهيدروجين جزيء مستقطب . لذلك ينحل بشراهة في الماء . فعند ضغط 1 بار ينحل 13.5moL في 1L من الماء . ذرة الكلور مثل ذرة الأكسجين لها كهروسلبية أكبر من ذرة الهيدروجين . فهي تجذب الزوج الإلكتروني للرابطة بين الكلور والهيدروجين لتتشكل شحنة عنصرية سالبة على ذرة الكلور وشحنة عنصرية موجبة على ذرة الهيدروجين إذن الرابطة مستقطبة.

## ج/ محلول كلور الهيدروجين :

### نشاط : محلول كلور الهيدروجين يحتوي شوارد :

تجربة :

نملاً الوعاء إلى ثلثي حجمه بمحلول مائي لـ HCL ، ثم نغمس فيه لبوسين من النحاس ، ونصله على التسلسل مع أمبير متر ، مولد ، قاطعة.



أ/ أرسم الدارة .

ب/ هل المحلول يمرر التيار الكهربائي ؟ نعم

ج/ هل محلول كلور الهيدروجين شاردي ؟ نعم

د/ أكتب معادلة التفاعل أثناء الإتحلال ؟



نتيجة :

يمر التيار في المحلول المائي لكlor الهيدروجين فنستنتج أن انحلال الغاز في الماء يصاحبه تشكل شاردة كلور  $CL^-$  وشاردة الهيدرونيوم  $H_3O^+$ .

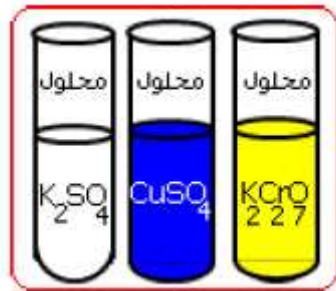
2/ النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية :

1-2 التيار الكهربائي والمحاليل :

نشاط : تبرز بعض الشوارد لونا مميزا لها في المحاليل المائية التي تحتويها :

تجربة :

ندوب كمية من كل من:  $K_2SO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$  في أنابيب اختبار (1) ، (2) ، (3) على التوالي .  
الملاحظة : نلاحظ تشكل محاليل مائية بعضها ملون وبعضها لآخر شفاف ( غير ملون )



- ماهو لون كل أنبوب ؟ لأي سبب يرجع اللونين الناتجين ؟ علل إجابتك ؟

الأنبوب (1) : أصفر برتقالي

الأنبوب (2) : أزرق

الأنبوب (3) : عديم اللون.

- يحتوي محلول  $CuSO_4$  (كبريتات النحاس) على شاردتي  $(Cu^{+2})$  و  $(SO_4^{2-})$ . ولونه أزرق

- يحتوي محلول  $K_2SO_4$  ( كبريتات البوتاسيوم على شاردتي  $(K^+)$  و  $(SO_4^{2-})$  ولا لون له

- يحتوي محلول  $K_2Cr_2O_7$  (بيكرومات البوتاسيوم) على شاردتي  $(K^+)$  و  $(Cr_2O_7^{2-})$ . ولونه أصفر برتقالي

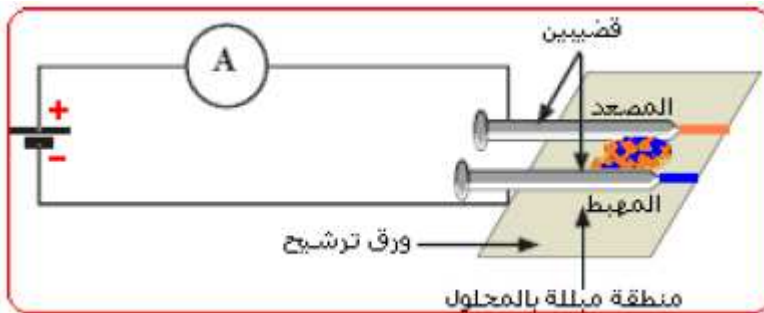
- إذن يعود اللون الأزرق لمحلول كبريتات النحاس لإحتوائه شوارد  $(Cu^{+2})$  فقط . بينما يعود اللون أصفر برتقالي لمحلول بيكرومات البوتاسيوم لإحتوائه شوارد  $(Cr_2O_7^{2-})$  فقط لأن شاردتي  $(K^+)$  و  $(Cr_2O_7^{2-})$ . لاتلون المحلول المائي الذي يحتويها وذلك ما لاحظناه عن تذويب بلورات من (كبريتات البوتاسيوم) في الماء .

نشاط : التيار الكهربائي في المحاليل ناتج عن إنتقال الشوارد :

تجربة:

نأخذ ورقة ترشيح ونبللها بمحلول  $K_2SO_4$  ونضع عليها اللبوسين المتقابلين ثم نغلق الدارة . نفرغ بين الصفيحتين مزيجا من:

$K_2Cr_2O_7$ ,  $CuO_4.5H_2O$



الملاحظة :

- صف ماذا تشاهد على الورقة ؟ نلاحظ إنحراف مؤشر الأمبير متر وإمتزاج لوني المحلولين في المنطقة الكائنة بين اللبوسين

- صف ماذا يحدث بعد مدة (10 دقائق أو أكثر) ؟ ينفصل اللونين الأزرق والبرتقالي عن بعضهما .

- حدد اللون الظاهر على ورقة الترشيح من جانب المصعد ومن جانب المهبط . مع التفسير .

المصعد: اللون البرتقالي بسبب هجرة الشوارد المصعدية سالبة الشحنة  $(Cr_2O_7^{2-})$  إليه أثناء سريان التيار في الدارة .

المهبط: اللون الأزرق بسبب هجرة الشوارد المهبطية موجبة الشحنة  $Cu^{+2}$  إليه.

- ما طبيعة التيار الكهربائي في المحاليل الشارديّة؟ إشرح آلية حدوثه : التيار الكهربائي عموما عبارة عن حركة جماعية منظمة لحاملات الشحنة ويتم سريان التيار في المحاليل الشارديّة الناقلة بالانتقال المزدوج للشوارد المحلول بين المسريين المغمورين في المحلول حيث تتجه الشوارد السالبة نحو المسرى الموجب للتيار بينما الشوارد الموجبة نحو المسرى السالب للتيار .

- قارن آلية النقل الكهربائي في المعادن مع آلية النقل في المحاليل الشارديّة؟ ينتقل التيار الكهربائي في النواقل المعدنية بفضل انتقال الإلكترونات الحرة لذرات معدن السلك وبالاتجاه المعاكس لجهة انتقال الإلكترونات وفق الجهة الإصطلاحية دون انتقال المادة بينما في المحاليل الشارديّة ينتقل بفضل الانتقال المزدوج للشوارد الموجبة والسالبة أي أن المحاليل الشارديّة تمتاز بناقليتها للكهرباء.

### المقاومة والناقلية :

#### المقاومة :

تعرف المقاومة  $R$  لناقل، يعبره تيار شدته  $I$  عندما يطبق بين طرفيه فرق في الكمون (توتر كهربائي)  $U(v)$  علما أنّها النسبة بين قيمة  $U$  المقدرة بالفولط ( $Volt(v)$ ) والشدة  $I$  المقدرة بـ الأمبير ( $Amperes(A)$ )

$$R(\Omega) = U(v) / I(A)$$

تقدر المقاومة الكهربائيّة  $R$  في الجملة الدولية للوحدات (S.I) بوحدّة الأوم ويرمز لها بالرمز  $\Omega$  أي :

$$1\Omega = 1V / 1A = 1V \cdot A^{-1}$$

#### الناقلية :

تعرف الناقلية بأنّها مقلوب المقاومة بحيث :  $G = 1/R = I/U$  وحدتها السيمنس (S)

### - الجانب النظري لناقلية المحلول الشاردي $G$ :

نعتبر محلولاً شاردياً يتكون من شوارد أحادية الشحنة  $M^+$ ،  $X^-$ . لتكن  $R$  مقاومة الجزء من المحلول المحصور بين الصفيحتين (المسريين) ليكن  $L$  البعد بين الصفيحتين و  $S$  مساحة الجزء المغمور من الصفيحة.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{e} \cdot \frac{S}{L} \Leftrightarrow R = e \cdot \frac{L}{S}$$

نسمي  $\partial = \frac{1}{R}$  الناقلية النوعية للمحلول (Conductivité) ونسمي

الثابت  $K = \frac{e}{S}$  ثابت الخلية الذي يميز شكلها الهندسي  $\partial = KG$

- لنفترض المحلول الشاردي ممدًا، أي تركيزه المولي  $C \leq 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$  تكون الناقلية للمحلول  $\partial = \partial^+ + \partial^-$  حيث  $\partial^-$  هي الناقلية النوعية للكاتيون  $M^+$  و  $\partial^-$  الناقلية النوعية للأنيون  $X^-$

- بما أن الشوارد تختلف في حجمها وطبيعتها فإن حركتها في المحلول تتعلق بهما وكذلك

بدرجة الحرارة لذلك كل شاردة تتميز بناقليتها النوعية المولية  $\lambda_L$  أي أن  $\partial^+ = \lambda_{M^+} \cdot [M^+]$  ،

$$\partial^- = \lambda_{X^-} \cdot [X^-] \quad \text{إذن} \quad \partial = \lambda_{M^+} \cdot [M^+] + \lambda_{X^-} \cdot [X^-]$$

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i] \quad \text{بصفة عامة في محلول ممد}$$



$$\text{إذن} \quad [M^+] = [X^-] = C$$

$$\text{ومنه} \quad \partial = C(\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-})$$

$$\text{بما أن} \quad KG = C(\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-}) \Leftrightarrow \partial = KG$$

$$\text{أي} \quad G = \frac{C(\lambda_{M^+} + \lambda_{X^-})}{K} \cdot C$$

نسمي  $\Delta = (\lambda_{Ca^{2+}} + \lambda_{Cl^-})$  الناقلية النوعية المولية للمذاب في المحلول فيكون  $G = \frac{\Delta}{K} \cdot C$

أي  $G = a \cdot C$  وبالتالي G يتناسب طرديا مع C وملاحظة: المحلول الشاردي الممدد متعدد الشحنة (مثلا:  $(Ca^{2+} + 2Cl^-)$ )

فإن  $[Ca^{2+}] = C$   $[Cl^-] = 2C$  منه  $\sigma = C(\lambda_{Ca^{2+}} + 2\lambda_{Cl^-})$

\* عند توظيف العلاقات السابقة يجب استعمال الوحدات في النظام العالمي

فمثلا:  $C = 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$  ،  $S(n^2)$  ،  $L(n)$

$1L = 10^{-3} m^3$  لأن  $= 10^{-2} mol \cdot L^{-3}$

مثال للناقلية النوعية المولية لبعض الشوارد عند  $25^\circ C$

كاتيون	$\lambda_i (mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1})$	أنيون	$\lambda_i (mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1})$
$H_{aq}^+$	35,0	$HO^-$	19,9
$Na_{aq}^+$	05,0	$Cl_{aq}^-$	7,63
$K_{aq}^+$	7,35	$Br_{aq}^-$	7,81
$NH_{4aq}^+$	7,34	$I_{aq}^-$	7,14
$Ag_{aq}^+$	6,89	$M_n O_{4aq}^-$	6,13