الأستاذ : **بوشري حمزة**

مذكرة رقم (01)

قياس الناقلية: طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

- المســـــتوى : السنة الثانية رياضي و تقني رياضي
- المـــــــادة : فيزياء
- المدة الزمنية : 2 ساعة
- نوع الحصـة :عملي.

- المجـــال : المادة وتحولاتها.
- الوحـــدة : **قياس الناقلية**.
- الموضوع : **المحاليل المائية**
- التاريخ : ..../.../2009

مؤشرات الكفاءة :

- يميز بين الرابطة التكافئية والشاردية.
- يفسر انحلال بعض الأنواع الكيميائية في الماء.

الأدوات و المواد المستعملة :

- الكتاب المدرسي+

مراحل سير الدرس – المحتوى المعرفي + النشاطات -	نشاط التلميذ و الاستنتاج

1- الخلائط و المحاليل المائية :

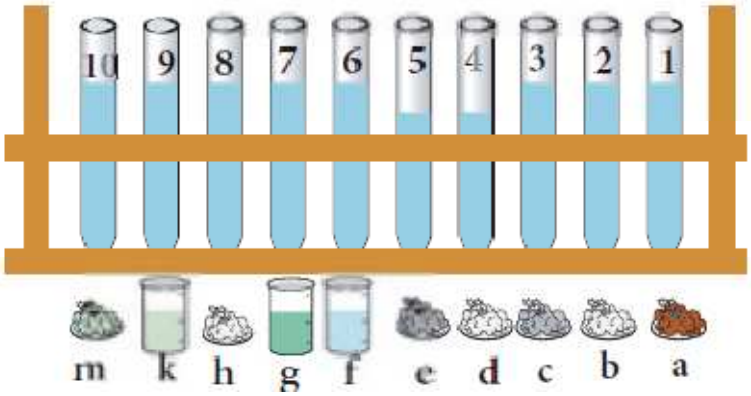
نشاط : ص 261 – التمييز بين الخلائط المتجانسة و اللامتجانسة.

الأدوات : أنابيب اختبار، مواد كيميائية، بيشر، زجاجات ساعة.

التجربة: خذ أنابيب إختبار ورقمها من 1 إلى 10 كما في الجدول التالي، ثم أملأها إلى الثلثين تقريبا.

رقم الأنبوب	المادة المضافة		رقم الأنبوب	المادة المضافة
1	a برمنغنات البوتاس		6	f كحول إيثيلي
2	b كلور الصوديوم		7	g شراب النعناع
3	c كبريتات النحاس		8	h كبريتات الباريوم
4	d سكر		9	k زيت
5	e سكر + كلور الصوديوم		10	m رمل

- أضف لكل أنبوب المادة المقترحة في الجدول، مع رجها قليلا ثم اتركها تهدأ.



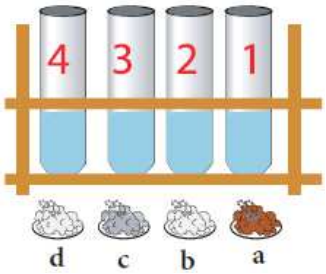
- ماذا تلاحظ في كل أنبوب؟
- أكمل الجدول التالي بوضع علامة x في الخانة المناسبة مع التعليل.
- تقويم :

الخليط هو مزيج من ..... أو أكثر، نعتبره غير ..... إذا أمكن تمييز .....بالعين المجردة، وإذا تعذر ذلك نقول أنه ..... ونسميه حينئذ محلولا.

2- المحاليل المائية:

نشاط 1 ص 261 : مفهوم المحلول المائي.

الأدوات : 4 أنابيب اختبار، برمنغنات البوتاسيوم (a)، كلورالصوديوم (b)، كبريتات النحاس (c)، سكر (d)، ماء مقطر.

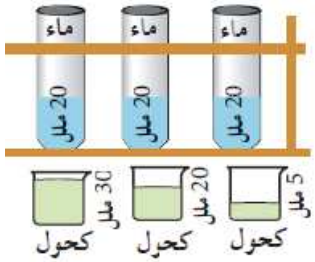


التجربة: خذ أربعة أنابيب ورقمها من 1 إلى 4، ثم املأ الأنبيب بالماء المقطر غلى الثلثين تقريبا، ضع في كل أنبوب المادة المناسبة كما في الشكل ثم قم برج وتحريك المحاليل.

- ماذا تلاحظ في كل أنبوب؟ كيف تفسر توزع اللون في الأنبوب الأول والثالث؟
- **تقويم** : المحلول المائي خليط متجانس يتكون من مادتين أو .....، لا يمكن أن نميز بينها بالعين المجردة، وتكون لجميع أجزائه نفس .....

نشاط 2 ص 262 : نسبة المحل والحلالة (المذاب) في المحلول.

الأدوات : 3 أنابيب، 3 بيشر، ماء مقطر، كحول.



التجربة: خذ ثلاثة أنابيب اختبار وضع في كل أنبوب 20ml من الماء، ضف في كل أنبوب الحجم المقترح من الجدول من الكحول

هل هذه الخلائط محاليل؟ علل إجابتك.

ما وجه الاختلاف والتشابه في المحاليل السابقة؟

الملاحظة : كل أنبوب يشكل خليط من طور واحد، عدى الأنبوبين 9 و 10 فيشكلان خليط من طورين متمايزان (غير متجانس).

رقم الأنبوب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
خليط متجانس	X	X	X	X	X	X	X	X		
خليط غير متجانس									X	X

- الخلائط الموجودة في الأنابيب 1-8 متجانسة تشكل طور واحد فنقول عنها محاليل، أما الأنبوبين 9 و 10 فتشكل مكوناتها طورين فهي غير متجانسة.
- تقويم :

الخليط هو مزيج من **مادتين** أو أكثر، نعتبره غير **متجانس** إذا أمكن تمييز **مكوناته** بالعين المجردة، وإذا تعذر ذلك نقول أنه **متجانساً** ونسميه حينئذ محلولا.

نشاط 1 ص 261 : مفهوم المحلول المائي.

الملاحظة : تشكل خلائط متجانسة.

التفسير : نفسر توزع اللون البنفسجي في الأنبوب الأول لتأين برمنغنات البوتاسيوم أما الأنبوب الثالث فتتأين كبريتان النحاس وتعطي شوارد Cu^{2+} التي تعطي اللون الزرق للمحلول.

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

نشاط 2 ص 262 : نسبة المحل والحلالة (المذاب) في المحلول.

رقم الأنبوب	1	2	3
حجم الماء (mL)	20	20	20
حجم الكحول (mL)	5	20	30

املأ الجدول المقبل.

تقويم : نسمي ..... أو مذيب (solvant) المادة التي تكون كميتها في المحلول أكبر، ونسمي .....أو حلالة (soluté) المادة التي كميتها أقل. وعندما يكون المذيب هو ..... فنسمي المنتوج محلولا مائيا.

3- تحضير محلول شاردي

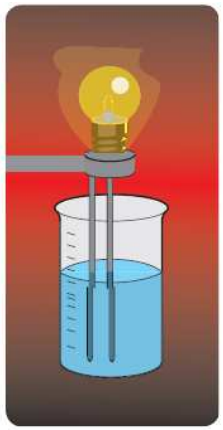
أ- المذاب جسم صلب شاردي:

نشاط ص 262 تحضير محلول مائي لجسم صلب شاردي.

الأدوات: جفنة، أمبير متر، بطارية، أسلاك توصيل، قاطعة، $CuSO_4$، NaCl، $KMnO_4$، سكر.

التجربة: ركب الدارة الكهربائية المكونة من مصباح و مولد ولبوسين (سلك غير معزول).

ضع كمية من الـ $KMnO_4$ في بيشر وأدخل اللبوسين كما في الشكل.



ماذا تلاحظ؟

ضف الآن كمية من الماء إلى البيشر الذي يحتوي على $KMnO_4$.

- ماذا تلاحظ ؟ ومادا يحدث؟

أعد التجربة من أجل $CuSO_4$، NaCl، سكر. وسجل ملاحظاتك.

- ما هي المحاليل التي تمر التيار الكهربائي؟
- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي تمرر التيار الكهربائي؟ كيف نسميها؟
- بماذا تمتاز المحاليل المائية التي لا تمرر التيار الكهربائي؟ كيف نسميها؟

تقويم : في الجسم الصلب الشاردي، الشوارد تحتل مواقع معينة ولا .....، فالجسم الشاردي .....كهربائيا، وعند انحلاله في الماء، تنفصل .....مكونة شحنات

- نعم هذه الخلائط محاليل لأنها متجانسة. تتشابه في المظهر وتختلف في الحجم والتركيز.

لدينا الجدول التالي:

رقم الأنبوب	1	2	3
اسم المحل	كحول	ماء أو كحول	ماء
اسم المذاب	ماء	ماء أو كحول	كحول
اسم المحلول	محلول مائي	محلول مائي أو محلول كحولي	محلول كحولي

تقويم : نسمي **محل** أو مذيب (solvant) المادة التي تكون كميتها في المحلول أكبر، ونسمي **المذاب** أو حلالة (soluté) المادة التي كميتها أقل. وعندما يكون المذيب هو **الماء** فنسمي المنتوج محلولا مائيا.

نشاط ص 262 تحضير محلول مائي لجسم صلب شاردي.

- الملاحظة : لا يتوهج المصباح عند وضع كمية من الـ $KMnO_4$ في بيشر.
- عند إضافة كمية من الماء إلى البيشر الذي يحتوي على $KMnO_4$ يتوهج المصباح لتفكك بلورات $KMnO_4$ إلى K^+ و MnO_4^- البنفسجية اللون فتصبح هناك حركية للشوارد.
- عندما نعيد التجربة من أجل $CuSO_4$، NaCl نلاحظ توهج المصباح بعد إضافة الماء.
- محلول السكر الوحيد الذي لا يوهج المصباح.
- المحاليل التي تمر التيار الكهربائي المحاليل الشاردية الكهروليت
- تمتاز المحاليل المائية التي تمرر التيار الكهربائي بميزة الناقلية الكهربائية. وتدعى محاليل شاردية أو كهروليتات.
- تمتاز المحاليل المائية التي لا تمرر التيار الكهربائي بميزة عدم نقل الكهرباء وتدعى محاليل جزيئية.

(شوارد) حرة .....في المحلول فيكون حينئذ ناقلا للتيار الكهربائي. بينما السكر، يحتوي على روابط .....وعند انحلاله في الماء تنفصل جزيئاته ولكنه تبقى متعادلة فلا وجود لشحنات حرة في المحلول المائي الذي لا ..... التيار الكهربائي.

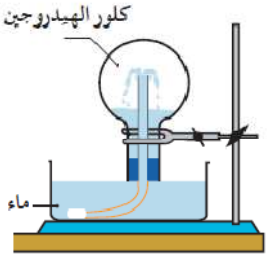
ب- الجزيئات المستقطبة :

1- جزيء الماء :

- **نشاط ص 263 : إبراز قطبية جزيء الماء، وأهميته في المحاليل.**
- **الأدوات** : حنفية يسيل منها الماء ، مسطرة، صوف.
- **التجربة**: خذ مسطرة بلاستيكية وقم بدلكها بقطعة من الصوف مثلا.
- افتح الحنفية حتى يسيل الماء خيط رفيع من الماء، ثم قرب منه المسطرة المدلوكة دون لمسه.
- ماذا تلاحظ؟
- لماذا ندلك المسطرة قبل تقريبه؟
- كيف تفسر هذه الظاهرة.
- **تقويم** : يحتوي جزيء الماء رابطة .....بين الأكسجين والهيدروجين ناتجة عن وضع إلكترون ذرة الهيدروجين وإلكترون من ذرة الأكسجين ليكون .....إلكتروني، وهما إحصائيا قريبين من ذرة .....بدلا من ذرة الهيدروجين. عدم التساوي في التوزيع يجعل ظهور ..... عنصرية موجبة على كل من ذرتي الهيدروجين .....سالبة على ذرة الأكسجين فيصبح جزيء الماء جزيء مستقطب أو قطبي.

2- جزيء كلور الهيدروجين HCl.

نشاط ص 263 : انحلال جزيء كلور الهيدروجين في الماء منتجا شوارد.



الأدوات : حوض من الماء، حوجلة، حامل، غاز HCl ، أنبوب زجاجي.

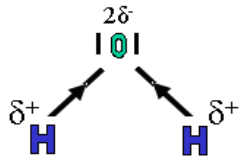
التجربة: ضع كمية من غاز كلور الهيدروجين في حوجلة مجففة، بها سدادة يخترق مركزها أنبوب زجاجي.

تقويم : في الجسم الصلب الشاردي، الشوارد تحتل مواقع معينة ولا تنتقل...، فالجسم الشاردي **متعادلة** كهربائيا، وعند انحلاله في الماء، **تنفصل الشوارد** مكونة شحنات (شوارد) حرة **الحركة** في المحلول فيكون حينئذ ناقلا للتيار الكهربائي. بينما السكر، يحتوي على روابط **تكافئية** وعند انحلاله في الماء تنفصل جزيئاته ولكنه تبقى متعادلة فلا وجود لشحنات حرة في المحلول المائي الذي لا **ينقل** التيار الكهربائي.

نشاط ص 263 : إبراز قطبية جزيء الماء، وأهميته في المحاليل.

- الملاحظة : انجذاب سيل الماء من الجزء الملوك من المسطرة.
- ندلك المسطرة من أجل شحنها بشحنة كهربائية.
- التفسير: نفسر ذلك بكون جزيئات الماء مستقطبة كهربائيا.

تقويم : يحتوي جزيء الماء رابطة **تكافئية**.بين الأكسجين والهيدروجين ناتجة عن وضع إلكترون ذرة الهيدروجين وإلكترون من ذرة الأكسجين ليكون **زوج** إلكتروني، وهما إحصائيا 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 جزيء مستقطب أو قطبي.



استقطاب جزيء الماء

- أنكس الحوجلة فوق حوض من الماء. ماذا تلاحظ؟
- هل غاز كلور الهيدروجين ينحل بشراهة في الماء؟ علل.
- استعن بالجدول الدوري وحدد كهرة سلبية كل عنصر.
- قارن جزيء الماء وجزيء كلور الهيدروجين من حيث البنية؟
- ماذا تستنتج؟ علل.

تقويم : لغاز كلور الهيدروجين جزئ .....، لذلك .....بشراهة في الماء. فعند ضغط 1bar ينحل 13.5 mol في 1L من الماء. ذرة الكلور مثل ذرة الأكسجين لها .....أكبر من ذرة هيدروجين. فهي تجذب الزوج الإلكتروني للرابطة بين الكلور .....، لتتشكل شحنة عنصرية .....على ذرة الكلور وشحنة عنصرية موجبة على ذرة .....، إذان هذه الرابطة مستقطبة.

تقويم : لغاز كلور الهيدروجين جزئ **مستقطب**، لذلك **ينحل**.بشراهة في الماء. فعند ضغط 1bar ينحل 13.5 mol في 1L من الماء. ذرة الكلور مثل ذرة الأكسجين لها **كهرو سلبية** أكبر من ذرة هيدروجين. فهي تجذب الزوج الإلكتروني للرابطة بين الكلور **والهيدروجين**، لتتشكل شحنة عنصرية **سالبة** على ذرة الكلور وشحنة عنصرية موجبة على ذرة **الهيدروجين**، إذان هذه الرابطة مستقطبة

3- محلول كلور الهيدروجين

نشاط ص 264. محلول كلور الهيدروجين يحتوي شوارد

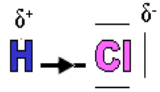
الأدوات : الأمبير متر، أسلاك توصيل، قاطعة، وعاء، بطرية، محلول HCl.

تجربة: املآ الوعاء إلى ثلثي حجمه بمحلول HCl، ثم أغمس فيه لبوسين من النحاس، وأوصل من النحاس، وأوصله على التسلسل مع أمبير متر ومولد وقاطعة.

- ارسم الدارة الكهربائية.
- هل المحلول يمرر التيار الكهربائي؟
- هل محلول كلور الهيدروجين شاردي؟
- أكتب معادلة التفاعل أثناء الإنحلال.

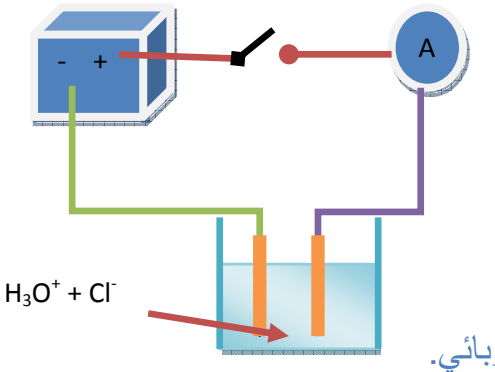
نشاط ص 263 : انحلال جزيء كلور الهيدروجين في الماء منتجا شوارد.

- عند نكس الحوجلة فوق حوض من الماء نلاحظ تدفق الماء من الحوض إلى الحوجلة.
- ينحل كلور الهيدروجين بشراهة في الماء وذلك لكون جزيء HCl جزيء مستقطب.



استقطاب جزيء HCl

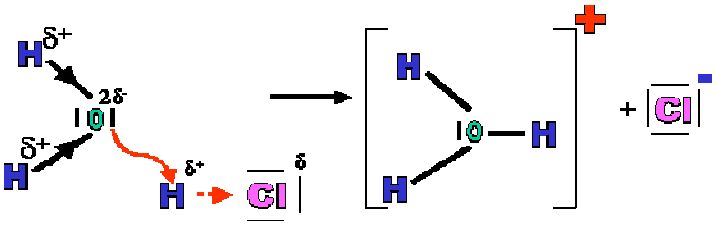
- كهرو سلبية الأكسجين هي .3.44...و كهرو سلبية الهيدروجين هي .2.20
- المقارنة بين HCl و H_2O. كلهما جزيء مستقطب والماء له بنية مرفقية أما كلور الهيدروجين فله بنية خطية.
- نتيجة : الرابطة التكافئية في جزي HCl و H_2O مستقطبة وذلك راجع للفرق في الكهرو سلبية بين العناصر المكونة لهذه الجزيئات.



- المحلول يمرر التيار الكهربائي.

- **تقويم** : يمر .....في المحلول المائي لكلور الهيدروجين فنستنتج أن انحلال ..... في الماء المقطر يصاحبه تشكل شاردة .....و شاردة الهيدرنيوم .....

- محلول كلور الهيدروجين محلول شاردي



$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تقويم : يمر **تيار كهربائي**.في المحلول المائي لكلور الهيدروجين فنستنتج أن انحلال **HCl** في الماء المقطر يصاحبه تشكل شاردة **Cl^-** و شاردة الهيدرنيوم **H_3O^+**.

الأستاذ : **بوشري حمزة**

مذكرة رقم (02)

قياس الناقلية: طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

- المســـــتوى : السنة الثانية رياضي و تقني رياضي
- المـــــــادة : فيزياء
- المدة الزمنية : 2 ساعة
- نوع الحصـة :عملي.

- المجـــال : المادة وتحولاتها.
- الوحـــدة : **قياس الناقلية**.
- الموضوع : **النقل الكهربائي للمحاليل الشاردية.**
- التاريخ : ..../.../2009

مؤشرات الكفاءة :

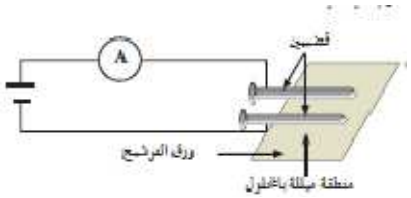
- يفسر حركة الشوارد في محلول.
- يقيس ناقلية محلول شاردي.

الأدوات و المواد المستعملة :

- الكتاب المدرسي+ المواد و الوسائل في الملحق.

مراحل سير الدرس – المحتوى المعرفي + النشاطات –	نشاط التلميذ و الاستنتاج
1- التيار الكهربائي والمحاليل : ***نشاط 01 ص 267 : تبرز بعض الشوارد لونا مميزا لها في المحاليل المائية التي تحتويها.*** - **الأدوات** : بيشر، أنبوب اختبار، كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4، كبريتات النحاس، بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$، ماء مقطر. - التجربة: ماهي الشوارد المشكلة لهذه الأملاح؟ - ذوب كمية من ملح في أنبوب اختبار. ماذا تلاحظ في كل أنبوب؟ - ماهو لون كل محلول؟ لأي سبب ترجع اللونين الناتجين؟ علل إجابتك.	- الشوارد المشكلة لهذه الأملاح هي : K^+، SO_4^{2-}، $Cr_2O_7^{2-}$، Cu^{2+}. - نلاحظ تشكل محلولين ملونين ومحلول شفاف. - محلول كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 شفاف، ومحلول كبريتات النحاس أزرق، ومحلول بيكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ أصفر برتقالي. - يرجع اللون الأزرق لوجود شوارد Cu^{2+}. ويرجع اللون الأصفر البرتقالي لوجود شوارد $Cr_2O_7^{2-}$. - قمنا بتحضير المحلول غير الملون K_2SO_4 كمحلول شاهد لأنه

- لماذا قمنا بتحضير المحلول غير الملون؟ مادوره هنا؟ اشرح.
- **تقويم** : يحتوي محلول كبريتات النحاس على شاردتي .....و .....لونه.....
- يحتوي محلول كبريتات البوتاسيوم على شاردتي .....و .....ولا .....له.
- يحتوي محلول بيكرومات البوتاسيوم على شاردتي .....و .....ولونه .....
- إذن يعود اللون .....لمحلول كبريتات النحاس لاحتوائه شوارد .....فقط بينما يعود اللون .....لمحلول بيكرومات البوتاسيوم لاحتوائه شوارد .....فقط لأن شلردتي.... و ..... لا تلون المحلول المائي الذي يحتويها وذلك ما لحظناه عند تذويب بلورات من .... في الماء.
- **نشاط 02 : التيار الكهربائي في المحاليل ناتج عن انتقال الشوارد.**
- **الأدوات**: ورق ترشيح، محاليل Na_2SO_4 ،$CuSO_4+H_2O$ ،$K_2Cr_2O_7$، مولد توتر مستمر، لبوسين صفيحتين صغيرتتين من النحاس مثلا، أمبير متر، أسلاك توصيل.
- **التجربة**: خذ ورق الترشيح، بللها بمحلول Na_2SO_4 وضع عليها اللبوسين المتقابلين ثم أغلق الدارة أنظر الشكل.
- افرغ بين الصفيحتين مزيجا من $CuSO_4+H_2O$ ،$K_2Cr_2O_7$.
- صف ماذا تشاهد على ورقة الترشيح بعد غلق الدارة مباشرة.



- هل يمر التيار في الدارة؟
- صف ماذا يحدث بعد مدة 10 دقائق أو أكثر.
- حدد اللون الظاهر على ورقة الترشيح من جانبي المصعد والمهبط. كيف تفسر ذلك ولماذا؟
- ما طبيعة التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية؟ اشرح آلية حدوثه.
- قارن آلية النقل الكهربائي في المعدن مع آلية النقل الكهربائي في المحاليل الشاردية مبرزا مميزاتها.

2- المقاومة والناقلية :

2-1- المقاومة :

حسب قانون أوم $U = R \cdot I$ حيث : R هي مقاومة الناقل الأومي. بمطابقة العلاقتين نستنتج أن $k = R$ أي جزء المحلول الشاردي المحصور بين مسريي الخلية يتصرف كناقل أومي أي يمتاز بمقاومة R

- يحتوي على : شوارد K^+، SO_4^{2-} التي لا تتميز بلون معيين.
- **تقويم** : يحتوي محلول كبريتات النحاس على شاردتي Cu^{2+} و SO_4^{2-}.لونه **أزرق**
- يحتوي محلول كبريتات البوتاسيوم على شاردتي K^+ و SO_4^{2-} ولا **لون** له.
- يحتوي محلول بيكرومات البوتاسيوم على شاردتي $Cr_2O_7^{2-}$ و. K^+ ولونه **أصفر برتقالي.**
- إذن يعود اللون **الأزرق** لمحلول كبريتات النحاس لاحتوائه شوارد النحاس II فقط بينما يعود اللون **الأصفر البرتقالي** لمحلول بيكرومات البوتاسيوم لاحتوائه شوارد **البيكرومات** فقط لأن شاردتي K^+ و SO_4^{2-} لا تلون المحلول المائي الذي يحتويها وذلك ما لحظناه عند تذويب بلورات من **كبريتات البوتاسيوم** في الماء.
- **نشاط 02 : التيار الكهربائي في المحاليل ناتج عن انتقال الشوارد.**
- بعد غلق الدارة مباشرة ينحرف مؤشر الأمبير متر ويحدث امتزاج للون المحاليل الموجودة على ورقة الترشيح.
- نعم يمر تيار كهربائي.
- بعد 10 دقائق يحدث انفصال اللون الأزرق واللون الأصفر البرتقالي.
- اللون الظاهر على ورقة الترشيح من جانبي المصعد هو اللون البرتقالي المميز لشوارد $Cr_2O_7^{2-}$. وذلك نتيجة لهجرتها نحو المصعد ويظهر اللون الأزرق عند المهبط وذلك لهجرة شوارد Cu^{2+} .
- طبيعة التيار الكهربائي في المحاليل الشاردية هو حركية منظمة لشوارد تحمل شحنة عنصرية، بين طرفي اللبوسين.
- آلية النقل الكهربائي في المعدن تعتمد عل انتقال الالكترونات من القطب (-) إلى القطب (+) دون انتقال للمادة أما آلية النقل الكهربائي في المحاليل الشاردية فيعتمد على انتقال المادة

2-2- **الناقلية G لجزء من محلول شاردي**: هي عبارة عن مقلوب المقاومة أي :

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

في جملة الوحدات الدولية تقاس الناقلية G بوحدة السيمنس (siemens) و اختصارا (S) حيث U و I على التوالي بالأمبير (A) و الفولط (V) .

$$1\ mS = 10^{-3}\ S$$

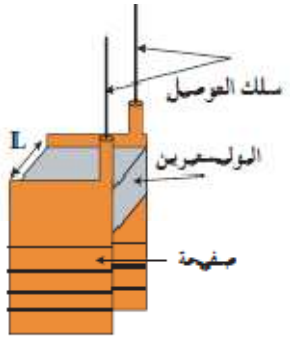
$$1\ \mu S = 10^{-6}\ S$$

3- قياس الناقلية G لمحلول :ص 268.

لقياس الناقلية لمحلول ما نقوم بحصر جزء من حجم من هذا المحلول بين صفيحتين معدنيتين متماثلتين سطح كل منه S وتفصلهما مسافة L، ثم نطبق عليهما بواسطة مولد من نوع GBF فرق كمون كهربائي متناوب جيبي قيمته الفعالة U_{eff} وتواتره f منخفض مع وضع أمبير متر على التسلسل معه لقياس القيم الفعالة I_{eff} لشدة التيار المارة عبر جزء من المحلول كما في الشكل.

- نسمي جملة الصفيحتين والفضاء (الحجم) المحدد بينهما خلية لقياس الناقلية.
- تقاس القيمة الفعالة I_{eff} لشدة التيار المارة عبر الجزء منن المحلول بأمبير متر مضبوط على وضع التناوب ومربوط على التسلسل مع الصفيحتين في الدارة.
- تحدد ناقلية الجزء من المحلول في هذه الظروف بالعلاقة $G=I_{eff}/U_{eff}$.
- 1- لماذا نلجأ في هذه العملية إلى التيار المتناوب الجيبي بدل التيار المستمر؟
- 2- ما هو الشرط الذي يجب تحقيقه في الصفيحتين لاستعمالها في قياس الناقلية؟

(الشوارد التي تحمل شحنة عنصرية) بين المصعد والمهبط.



خلية قياس الناقلية

1- نلجأ في هذه العملية إلى التيار المتناوب الجيبي بدل التيار المستمر لتفادي استقطاب المسريين ولمنع حدوث التحليل الكهربائي.

2- الشرط الذي يجب تحقيقه في الصفيحتين لاستعمالها في قياس الناقلية هي نظافة الصفيحتين و استقامتهما و نفس السطح المغمور في المحلول .

الأستاذ : **بوشري حمزة**

مذكرة رقم (03)

قياس الناقلية: طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

- المســـــتوى : السنة الثانية رياضي و تقني رياضي
- المـــــــادة : فيزياء
- المدة الزمنية : 2 ساعة
- نوع الحصـة :عملي.

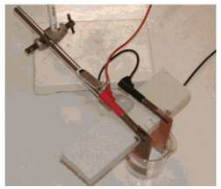
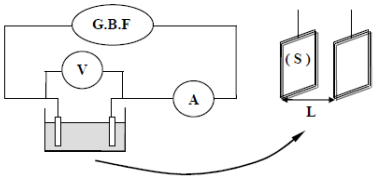
- المجـــال : المادة وتحولاتها.
- الوحـــدة : **قياس الناقلية**.
- الموضوع : **مدخل لقياس الناقلية في المحاليل الشاردية**
- التاريخ : ..../.../2009

مؤشرات الكفاءة :

- يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي..
- يقيس ناقلية محلول شاردي.

الأدوات و المواد المستعملة :

- الكتاب المدرسي+ المواد و الوسائل في الملحق.

مراحل سير الدرس – المحتوى المعرفي + النشاطات –	نشاط التلميذ و الاستنتاج
1- تحضير العمل: أ- **تشغيل جهاز جهاز GBF ص 269.** جهاز GBF مولد إشارة متناوبة في مجال التواترات المنخفضة. استعماله بسيط ولكن يتطلب قسطا من الإنتباه والتدريب إذ كل وظائفه ومجال استعمالاته يمكن الاطلاع عليها واكتشافها بفحص دقيق للأزرار والمعلومات الموجودة في واجهة الجهاز. - ابحث عن زر انتقاء الإشارات واضبط الإشارة الجيبية. - اضغط على زر التواتر عند القيمة 1000Hz . - أوصل الفولط متر بمخرج الجهاز واضبط زر جهد (توتر) المخرج عند القيم 1V. - اضبط الأمبير متر في وضع المتناوب على العيار 1mA.	 دارة قياس الناقلية:  

- ارسم دارة قياس الناقلية ثم حققها مع وضع خلية القياس داخل كأس بيشر سعته 250mL.
- **ب – تحضير المحلول: ص 269**
- حضر محلول مائيا ملحيا تركيزه 10^{-2}mole/L بإتباع الخطوات التالية :
- حضر محلول مائيا تركيزه C=0.1mole/L بإذابة 5.85g من ملح الطعام NaCl في 1L من الماء المقطر.
- خذ من هذا المحلول 20mL وضعا في أنبوب مدرج ثم أكمل بالماء المقطر إلى حجم 200mL.
- نحصل حينئذ على محلول أصلي مخفف (إبتدائي) تركيزة 10^{-2}mole/L.

2- قياس ناقلية محلول وتحديد العوامل المؤثرة فيها. ص 269

أ- تأثير السطح S للخلية :

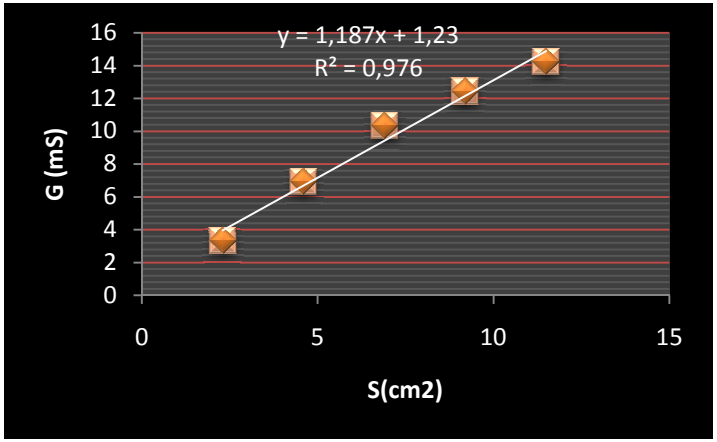
- اسكب 30mL من المحلول الملحي المخفف في البيشر الحاوي لخلية قياس الناقلية.
- حدد قيمة المساحة S من اللبوسين المغمورة في المحلول (S=hxl) حيث l عرض اللبوس و h عمق اللبوس في المحلول.
- أغلق الدارة واقرأ قيمة U_{eff} على الفوط متر و I_{eff} على الأمبير متر.
- كرر العملية بسكب 150mL، 120mL، 90mL، 60mL.
- دون النتائج في الجدول الموالي ثم أكمله:
- ماذا تلاحظ من الجدول ؟ ارسم البيان G=f(S). ماذا تستنتج؟
- أعطي شكل العلاقة التي تربط الناقلية G بالسطح S للجزء المغمور من الخلية.
- **تقويم** : الناقلية G، ..... محلول محصور بين..... خلية قياس الناقلية، تتناسب .....مع ..... S للبوسين.
- **تقويم** : الناقلية G، **لجزء من** محلول محصور بين **لبوسي** خلية قياس الناقلية، تتناسب **الناقلية** .مع **الجزء المغمور** S للبوسين.

- أ- **تأثير السطح S للخلية.**

حجم المحلول المسكوب	h(m)	S(cm^2)	U(V)	I(A)	G(mS)	G.S	G/S
30mL	1,0	2,3	**12,0**	**40**	**3,3**	**7,59**	**1,43**
60mL	2,0	4,6	**11,9**	**82**	**6,9**	**31,74**	**1,50**
90mL	3,0	6,9	**11,7**	**121**	**10,3**	**71,07**	**1,49**
120mL	4,0	9,2	**11,6**	**144**	**12,4**	**114,08**	**1,35**
150mL	5,0	11,5	**11,5**	**163**	**14,2**	**163,3**	**1,23**

- من الجدول نلاحظ أنه كلما زاد السطح المغمور زادة قيم الناقلية G. كما أنه هناك علاقة تناسبية بين G و S حيث : $G/S=1.2(mS/cm^2)$

البيان :

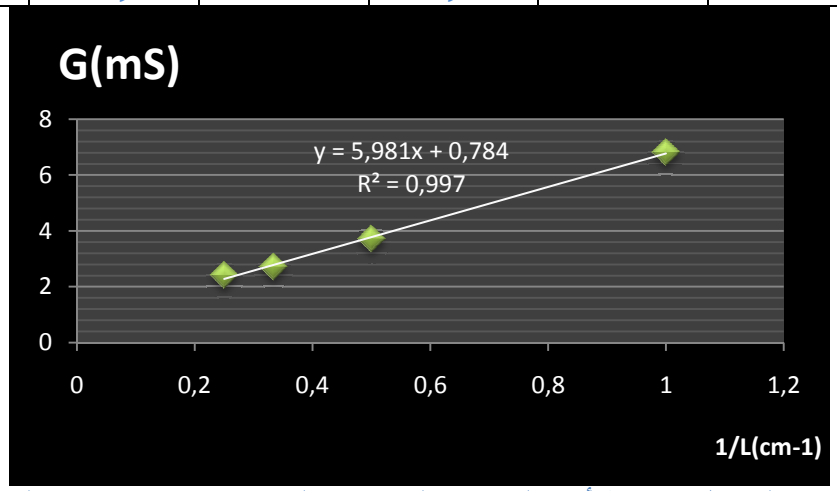


- شكل العلاقة التي تربط الناقلية G بالسطح S للجزء المغمور من الخلية : تتناسب الناقلية G طردا مع المساحة S للجزء المغمور من المسريين حيث : G= k S.

- **ب- تأثير البعد L بين صفيحتي الخلية:**
- احتفظ بالحجم الأخير 150mL، وقم بتغيير البعد L بين صفيحتي الخلية مع قياس U و I في كل مرة. دون النتائج في الجدول التالي: ثم أكمله.
- ماذا تلاحظ من الجدول ؟
- ارسم البيان G=f(1/L).
- ماذا تستنتج؟
- أعطي شكل العلاقة التي تربط الناقلية G بالبعد L بين صفيحتي الخلية.
- استنتج العلاقة التي تربط الناقلية G بكل من السطح والبعد بين الصفيحتين.
- **تقويم:** الناقلية G، .....محلول محصور بين .....خلية قياس الناقلية، تتناسب .....مع .....L بين اللبوسين.
- **تقويم:** الناقلية G، **لجزء من** محلول محصور بين **لبوسين** خلية قياس الناقلية، تتناسب **عكس**.مع **البعد** L بين اللبوسين.

- **ج- تاثير فرق الكمون U على الناقلية : ص 270**
- حضر 500mL من الماء المالح تركيزه 10^{-2}mole/L واسكبها في كأس بيشر حيث خلية القياس.
- اغلق الدارة واضبط فرق الكمون بين طرفي اللبوسين عند U=0.5V سجل شدة التيار.
- غير فرق الكمون وفق القيم المقترحة في الجدول واقرأ شدة التيار في كل مرة.
- اكمل الجدول بحساب الناقلية. ماذا تلاحظ؟
- ارسم البيان G=f(U) ، ما طبيعته؟ ماذا تستنتج؟

L(cm)	U(V)	I(mA)	G(mS)	G.S	G/S
1,0	**11,9**	**81**	**6,8**	15,64	2,96
2,0	**12,0**	**44**	**3,7**	17,02	0,80
3,0	**12,1**	**33**	**2,7**	18,63	0,39
4,0	**12,2**	**29**	**2,4**	22,08	0,26



- من الجدول نلاحظ أنه كلما زاد البعد بين المسريين نقصت قيم الناقلية G. كما أنه هناك علاقة تناسبية بين G و S حيث : $G.S=17(mS.cm^2)$
- ***نتيجة :*** تتناسب الناقلية G عكسا مع المسافة L بين المسريين أي.

- تاثير فرق الكمون U على الناقلية

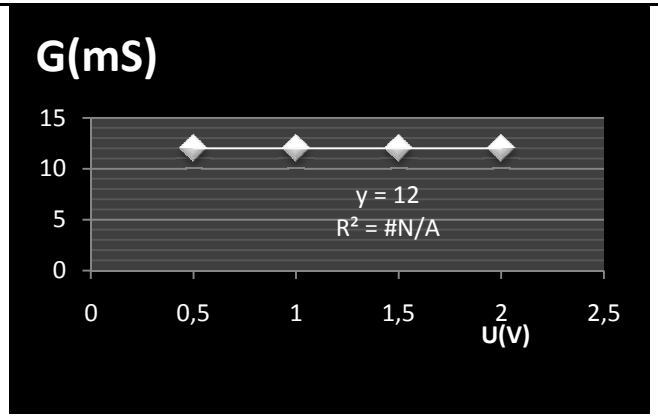
U(V)	0.5	1.0	1.5	2.0
I(mA)	6	12	18	24
G(mS)	12	12	12	12

-الملاحظ: الناقلية لا تتأثر بتغير التوترات الضعيفة.

- في رأيك لماذا اقتصرنا على القيم الضعيفة لفرق الكمون؟ ماذا يحدث لو طبقنا فرق كمون أكبر بكثير من القيم هذه؟ اشرح معلل اجابتك.
- **د- تأثير تواتر التيار على الناقلية:**
- أعد التجربة السابقة بعد تثبيت فرق الكمون عند القيمة U=1V . غير في تواتر المولد GBF بأخذ القيم المقترحة وأملأ الجدول التالي:
- ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج؟
- ماذا لو كان التواتر عاليا؟
- ابحث عن تأثير التواترات العالية في المحاليل الشاردية ولخص الشرح في بضع اسطر.
- **هـ- تأثير درجة الحرارة على الناقلية : ص 271**
- باستعمال الدارة السابقة والمحلول السابق (محلول ملح الطعام) بنفس التركيز 10^{-2}mole/L، نريد دراسة تاثير تغيير درجة الحرارة على ناقلية المحلول.
- اقترح كيفية عملية بسيطة وسريعة للقيام بها.
- طبقها بتحقيق التجربة وأملأ الجدول التالي:
- ماذا تلاحظ؟ ماذا تستنتج؟ هل يمكنك إعطاء تفسيرا مبسطاً لهذه الظاهرة؟

θ (°C)	I (mA)	U (V)	G(mS)
2	61	12,1	5,0
17	85	11,8	7,2
53	169	11,3	15,0

- **الملاحظة :** تتزايد الناقلية G بتزايد درجة حرارة المحلول
- **نتيجة : لناقلية G تتناسب طردا مع درجة الحرارة (θ) للمحلول.**
- **رفع درجة الحرارة يزيد من حركية الشوارد وبالتالي تزداد الناقلية.**
- **تقويم** : تتغير ***ناقلية*** جزء من المحلول المحصور بين لبوسي خلية القياس **بتغير** درجة **حرارة** المحلول بحيث تزداد الناقلية كلما **زادت** درجة الحرار المحلول.



- **نتيجة** : لا تتأثر الناقلية من أجل توتر ضعيف بين المسريين .
- اقتصرنا على القيم الضعيفة لفرق الكمون ليحافظ المحلول الشاردي على أوجه التشابه مع الناقل الأومي.
- إذا طبقنا فرق كمون أكبر بكثير من القيم السابقة يفقد المحلول الشاردي أوجه التشابه مع الناقل الأومي. وتظهر عوامل أخرى تجعل سلوك الشوارد في المحلول الشاردي يختلف عن سلوك الإلكترونات في الناقل الأومي، وذلك لكون حركية الشحنة العنصرية في المحاليل الشاردية يرافقها انتقال للمادة.
- **د- تأثير تواتر التيار على الناقلية:**

f(Hz)	500	600	700	800	900	1000
I(mA)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
U(V)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
G(mS)	12	12	12	12	12	12

- نلاحظ أن الناقلية ثابتة G=12mS.
- **نتيجة** : الناقلية لا تتعلق بقيمة التواترات.

الأستاذ : **بوشري حمزة**

مذكرة رقم (04)

قياس الناقلية: طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

- المســـــتوى : السنة الثانية رياضي و تقني رياضي
- المـــــــادة : فيزياء
- المدة الزمنية : 2 ساعة
- نوع الحصـة :عملي.

- المجـــال : المادة وتحولاتها.
- الوحـــدة : **قياس الناقلية**.
- الموضوع : الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي و الناقلية النوعية المولية λ_i الشاردة

- التاريخ : ..../.../2009

مؤشرات الكفاءة :

– يوظف مفهوم الناقلية لتعيين كمية المادة في محلول شاردي.

- يستغل منحنى المعايرة .G=f©

الأدوات و المواد المستعملة :

- الكتاب المدرسي+ المواد و الوسائل في الملحق.

مراحل سير الدرس – المحتوى المعرفي + النشاطات –	نشاط التلميذ و الاستنتاج
3 - 3 طبيعة المحلول : في هذه الحالة درجة الحرارة ثابتة (درجة الحرارة العادية)، نثبت قيم المساحة S والمسافة L وبنفس التجهيز السابق نقيس شدة التيار والتوتر ثم نحسب الناقلية G لثلاث محاليل متماثلة الحجم و التركيز (10^{-2} mol / L) وهي : محلول كلور الصوديوم، محلول كلور البوتاسيوم، محلول الصود ثم نسجل النتائج في الجدول التالي **3 - 4 التركيز المولي للمحلول :** نستعمل نفس التجهيز السابق، نثبت قيم المساحة S والمسافة L، درجة الحرارة ثابتة (درجة	**3 ــ 3 طبيعة المحلول :** **المحلول** | **I (mA)** | **U (V)** | **G(mS)** $Na^+_{(aq)}$, $Cl^-_{(aq)}$ محلول كلور الصوديوم | 84 | 11,9 | 7,1

الحرارة العادية) ولدينا محلول من كلور الصوديوم تركيزه 10^{-1} mol / L (المحلول الأم)، نحضر منه عدة محاليل ممددة لها نفس الحجم 100 mL ومختلفة التركيز، نقيس شدة التيار والتوتر ثم نحسب الناقلية G بالنسبة لكل محلول ونسجل النتائج في الجدول الموالي :

c x10^{-3} (mol /L)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
I (mA)	18	35	48	63	81	95	107	123	140	155
U (V)	12,2	12,0	11,8	11,5	11,4	11,3	11,2	11,2	11,1	11
$G = \frac{I}{U}(mS)$	1,5	2,9	4,1	5,5	7,1	8,4	9,6	11,0	12,6	14,1

أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الناقلية G بدلالة التركيز المولي c / G = f (c) باستعمال سلم رسم مناسب. ماذا تستنتج؟

4- الناقلية النوعية σ لمحلول شاردي (conductivité) :

رأينا أن ناقلية جزء من محلول شاردي هي مقلوب مقاومته كما رأينا أن الناقلية G تتناسب طردا مع مساحة الجزء المغمور من المسريين S و عكسا مع المسافة L بين المسريين أي:

$$G = a.S = b\frac{1}{L} = \frac{b}{L}$$

و بالتالي فإن الناقلية G تتناسب طردا مع الجداء $S.\frac{1}{L}$ أي مع $\frac{S}{L}$.

و نكتب : $\mathbf{G = \sigma . \frac{S}{L}}$

حيث **σ** هي ثابت التناسب و تسمى الناقلية النوعية للمحلول الشاردي و تتعلق بطبيعة المحلول الشاردي و بتركيزه و تقاس في جملة الوحدات الدولية بوحدة $S . m^{-1}$ (siemens /

$K^+_{(aq)}$, $Cl^-_{(aq)}$ محلول كلور البوتاسيوم	103	11,8	8,7
$Na^+_{(aq)}$, $OH^-_{(aq)}$ محلول الصود	156	11,5	13,6

الملاحظة : نلاحظ أن الناقلية G تختلف من محلول لآخر .

نتيجة : تتعلق قيمة الناقلية G بطبيعة المحلول

3 ــ 4 التركيز المولي للمحلول:

نحصل على مستقيم يمر من المبدأ ميله موجب ، معادلته من الشكل :

$G = a . c$ حيث : a مقدار ثابت (معامل التوجيه)

نتيجة : الناقلية G تتناسب طردا مع التركيز المولي c للمحلول

ملاحظة :هذه النتيجة محققة بشرط أن يكون المحلول الشاردي ممدد

أي $c \leq 10^{-2}$ mol /L

(mètre

5 ـ النـاقـلـيـة النوعيـة المـوليـة λ_i الشـاردية

(conductivité molaire ionique) : لقد رأينا أن المحلول الشاردي به شوارد موجبة (كاتيونات) و شوارد سالبة (أنيونات) و له ناقلية نوعية σ ، تساهم فيها الكاتيونات و الأنيونات أي :

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

حيث : الناقلية σ_+ تتناسب طردا مع تركيز الكاتيونات (الشوارد الموجبة)

والناقلية σ_- تتناسب طردا مع تركيز الأنيونات (الشوارد السالبة)

فمن أجل محلول شاردي تحصلنا عليه من إذابة مركب شاردي صلب $AB_{(S)}$ في الماء يكون:

$$AB_{(S)} + H_2O \longrightarrow A^+_{(aq)} + B^-_{(aq)}$$

إذن :

$$\sigma_+ = a \,.\, [A^+_{(aq)}]$$

$$\sigma_- = b \,.\, [B^-_{(aq)}]$$

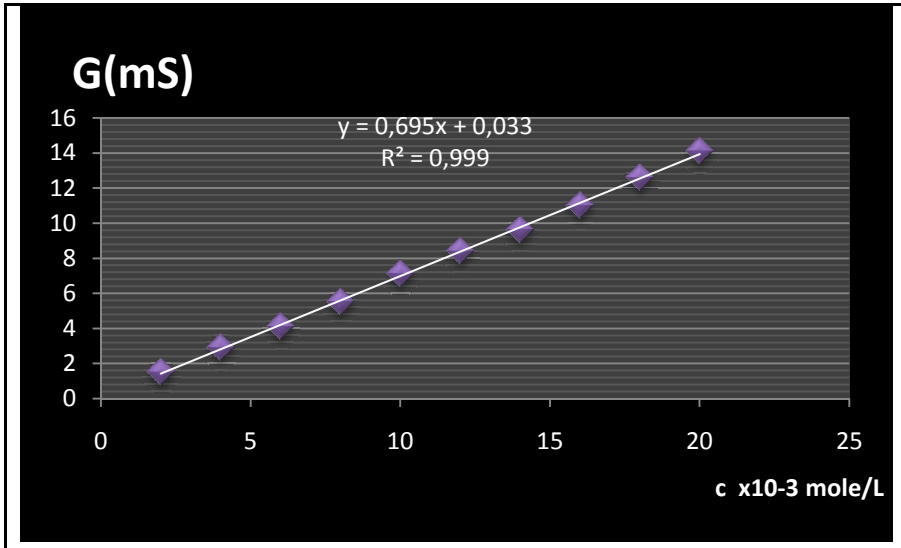
المعامل a هو ثابت التناسب ويسمى الناقلية النوعية المولية الشاردية لشوارد $A^+_{(aq)}$ و يرمز لها λ_{A^+} والمعامل b هو أيضا ثابت التناسب ويسمى الناقلية النوعية المولية الشاردية لشوارد $B^-_{(aq)}$ و يرمز لها λ_{B^-}

يمكن إذن أن نكتب :

$$\sigma_+ = \lambda_{A^+} \,.\, [A^+_{(aq)}]$$

$$\sigma_- = \lambda_{B^-} \,.\, [B^-_{(aq)}]$$

تقاس الناقلية النوعية المولية الشاردية بوحدة ($S \,.\, m^2 \,.\, mol^{-1}$) حيث التراكيز مقاسة بوحدة mol / m^3 بصورة عامة يرمز للناقلية النوعية المولية الشاردية بالرمز λ_i وهي تمثل



الجدول الموالي يمثل قيم الناقلية النوعية المولية الشاردية لبعض الكاتيونات والأنيونات عند $25°C$

الكاتيون	$\lambda_i (S \,.\, m^2 \,.\, mol^{-1}).10^{-3}$	الأنيون	$\lambda_i (S \,.\, m^2 \,.\, mol^{-1}).10^{-3}$
$H_3O^+_{(aq)}$	35,0	$OH^-_{(aq)}$	19,9
$Li^+_{(aq)}$	3,86	$Cl^-_{(aq)}$	7,63
$Na^+_{(aq)}$	5,01	$Br^-_{(aq)}$	7,81
$Mg^{2+}_{(aq)}$	10,6	$F^-_{(aq)}$	5,54

مساهمة شاردة ما في الناقلية النوعية لمحلول و هي تتعلق بدرجة الحرارة (تناسب طردي) وطبيعة الشاردة .

الجدول الموالي يمثل قيم الناقلية النوعية المولية الشاردية لبعض الكاتيونات والأنيونات عند 25°C

6 ـ العلاقات $\sigma = \Sigma \lambda_i [X_i]$ و $G = a \cdot c$ في المحاليل الشاردية الممددة :

الجدول الموالي يبين قيم الناقلية النوعية لثلاثة محاليل من كلور الصوديوم متساوية الحجوم مختلفة التراكيز .

C(mol / L)	10^{-3}	2.10^{-3}	3.10^{-3}
ϭ (S / m)	$126 . 10^{-4}$	$250 . 10^{-4}$	$380 . 10^{-4}$

حيث كلور الصوديوم يتفكك في الماء وفق :

$$NaCl_{(s)} + H_2O \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

العلاقة بين الناقلية و التركيز G = f (c) :

رأينا من خلال الدراسة التجريبية للعوامل المؤثرة في الناقلية أنه من أجل محاليل ممددة أي تركيزها $c \leq 10^{-2}$ mol /L أن الناقلية تتناسب طردا مع التركيز و هذا ما تثبته الدراسة النظرية الموالية :

نعلم أن : $G = \sigma \frac{S}{L}$

حيث : **K** هو ثابت الخلية ومنه $K = \frac{L}{S}$

6 – **العلاقات $\sigma = \Sigma \lambda_i [X_i]$ و $G = a \cdot c$ في المحاليل الشاردية الممددة :**

من خلال هذا الجدول يمكن القول أن الناقلية النوعية للمحلول تتناسب طردا مع التركيز c ($c \leq 10^{-2}$ mol /L) أي: $\sigma = \Lambda \cdot c$

(1)..... حيث Λ ثابت التناسب و يعرف بالناقلية النوعية المولية للمذاب في المحلول

ويقاس بوحدة ($S . m^2 . mol^{-1}$)

و قد رأينا أن $\sigma = \sigma_+ + \sigma_-$

أي : $\sigma = \lambda_{A^+} . [A^+_{(aq)}] + \lambda_{B^-} . [B^-_{(aq)}]$

بصورة عامة: $\sigma = \Sigma \lambda_i [X_i]$

و لكن : $[A^+_{(aq)}] = c$ و $[B^-_{(aq)}] = c$

و منه : $\sigma = (\lambda_{A^+} + \lambda_{B^-}) . c$ **..... (2)**

من العلاقتين (1) و (2) نجد :

$$\Lambda = \lambda_{A^+} + \lambda_B \quad \Lambda = \Sigma \lambda_i$$

ملاحظة : إذا كان المذاب من الشكل $AB_{2(s)}$ فإنه يتفكك حسب

إذن $\sigma = K \cdot G$

و لكن رأينا أن : $\sigma = \Lambda \cdot c$

بالمطابقة بين العلاقتين نجد :

$K \cdot G = \Lambda \cdot c$

و بالتالي :

$$G = \frac{\Lambda}{K} c$$

إذن : $G = a \cdot c$

أي فعلا الناقلية G للمحاليل الشاردية الممددة تتناسب طردا مع التركيز .

إن المقدار $\frac{L}{S}$. ثابت يميز الشكل الهندسي لخلية قياس الناقلية و يرمز له بالرمز K ووحدته m^{-1} .

$AB_{2(s)} \longrightarrow A^{2+}_{(aq)} + 2\,B^{-}_{(aq)}$

و يكون : $[A^{+}_{(aq)}] = c$

$[B^{-}_{(aq)}] = 2\,c$

إذن : بتطبيق العلاقة $\sigma = \Sigma \lambda_i [X_i]$

يكون $\sigma = (\lambda_{A^{2+}} \cdot c + \lambda_{B^{-}} \cdot 2c)$

أي $\sigma = (\lambda_{A^{2+}} + 2\,\lambda_{B^{-}}) \cdot c$

خلاصة : من خلال قياس الناقلية تعرفنا على طريقة فيزيائية لحساب تركيز محلول و كمية مادته .