كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : فيزيائية ٤

المحاضرة : السادسة/عملي/ د.سعود

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الجلسة العملية السادسة **قســـــم الكيمياء** السنة الثالثة - الفصل الثاني 2025 - 2024	**عملي الكيمياء الفيزيائية IV** **الناقلية الكهربائية والقوة الشاردية** Electrical Conductivity and Ionic Strength	**الأحد: 2025/06/1** د. سعود عبد الحليم كده PHYSICAL CHEMISTRY IV 2024-2025 (Dr. Saud KEDA)

على جميع الطلاب التقيد بمواعيد الجلسات العملية، إضافة لضرورة الالتزام والتقيد بقواعد السلامة المخبرية في كل جلسة

هدف الجلسة

OBJECTIVES (GOALS)

تهدف هذه الجلسة العملية إلى ما يلي:

- تحديد القوة الشاردية لمحلول كهرليتي عن طريق حساب الناقلية الكهربائية له.
- تحديد الملوحة الكلية عن طريق معرفة القوة الشاردية.

لا تتردد في سؤال الكادر التدريسي عن أي ملاحظة

متطلبات ما قبل المخبر Pre-Laboratory Requirements

1. اقرأ القسم النظري المتعلق بهذه الجلسة جيداً.
2. اقرأ الإرشادات والرموز الموجودة في البهو خارج المخبر.
3. جهز نفسك للأسئلة المتعلقة بهذه الجلسة لإجراء المذاكرة.
4. تأكد من حصولك على القسم البياني لهذه التجربة (التقرير المخبري + تقرير المذاكرة) قبل دخولك للمخبر.

تحذير السلامة المخبرية Safety Caution

1. يجب ارتداء النظارات والقفازات المخبرية لحماية العين واليدين طوال الوقت.
2. تعد الحموض بشكل عام حموض خطرة تسبب التآكل، كن حذرا للغاية لأنهُ يمكن أن تحرق الجلد وتسبب الأذية للعين، إذا لامستها اغسل فوراً بالماء ثم أخبر المشرف المخبري. (ترتفع درجة حرارة الماء بسرعة عند إضافة الحمض اليه). لذلك تقيد بتعليمات استخدام الحمض واتباع نصائح المشرف المخبري أثناء استخدامه لتحقيق تعليمات الأمان الخاصة باستخدامه.
3. تجنب ارتداء الثياب الفضفاضة.
4. كن حذراً في التعامل مع المصادر الكهربائية.

ملاحظـــــــة:

تبدأ جلسات العملي في تمام الساعة 8 بمخبر الكيمياء 1، حيث يكون ترتيب دخول الفئات ليوم الأحد بتاريخ (2025/06/1) حسب أولوية التسجيل على فئات العملي وفق ما يلي:

الفئة الأولى - الفئة الثانية – الفئة الثالثة – الفئة الرابعة.

الكادر التدريسي: المعيدة مرام داغر – الكيميائية أحلام عيسى – م. نيرمين اسماعيل

تجرى في بداية الجلسة مذاكرة بمضمون الجلسة العملية الخامسة والجزء النظري من الجلسة السادسة

المقدمة
Introduction

المقاومة الكهربائية Electrical resistivity والناقلية الكهربائية Electrical conductivity (التوصيل)، هي خواص مهمة للمواد، فهناك مواد مختلفة تمتلك مقاومات وناقلية كهربائية مختلفة فيما بينها.

وبما أن الكهرليتات هي عبارة عن محاليل شاردية، لذلك تعتبر ناقلة للتيار الكهربائي، ولكن قوة نقلها تختلف من محلول لآخر حسب قوة الكهرليت.

تتحدد قوة الكهرليت (أي مجموع كل الشوارد فيه) عن طريق القوة الشاردية، والتي تعطى من خلال العلاقة التالية:

$$I = \frac{1}{2}\sum_i Z_i^2 \, m_i$$

هناك علاقة تربط القوة الشاردية بالناقلية الكهربائية، ولكن بداية:

ما هي الناقلية الكهربائية؟

بما أن دراستنا هنا تشمل المحاليل، يمكننا تعريف الناقلية وفق ما يلي:

تعريـــــــــف:

الناقلية الكهربائية Electrical conductivity في المحاليل المائية:
هي مقياس لقدرة الماء على نقل التيار الكهربائي، فكلما زاد عدد الشوارد في المحلول ازدادت الناقلية وكلما كان المحلول كهرليت أقوى Strong Electrolyte.

- **العوامل المؤثرة على الناقلية الكهربائية:**

- تركيز الشوارد في المحلول، حيث كلما زاد تركيز الشوارد في المحلول ازدادت الناقلية الكهربائية.
- نوع المادة المنحلة في الماء، فالكهرليتات القوية (مثل نترات البوتاسيوم KNO_3)، أو الكهرليتات الضعيفة (مثل حمض الخل CH_3COOH) أو الغير كهرليتات (مثل السكر أو الكحول أو الزيت) ستؤثر على الناقلية الكهربائية للماء، لأن تركيز الشوارد في كل حالة سيكون مختلف، حيث تشكل **الكهرليتات القوية** الشوارد بسهولة، بينما تتشكل الشوارد من الكهرليتات الضعيفة بصعوبة، فيما لا تستطيع المواد الغير كهرليتية تشكيل الشوارد في الماء.

هل تؤثر درجة الحرارة على الناقلية الكهربائية للكهرليتات؟

نعم تؤثر درجة الحرارة، فكلما كان الكهرليت أكثر دفئاً كلما ارتفعت قابلية ذوبان المادة (انحلالها)، وبالتالي ارتفعت الناقلية الكهربائية للمحلول.

➢ **طرق قياس الناقلية الكهربائية** Methods of Electrical conductivity calculation

تعد الناقلية الكهربائية (EC) أو ما يسمى **النقل المحدد** Specific conductance في بعض المراجع، علامة مفيدة لجودة الماء، وهناك العديد من الطرق المستخدمة لقياس الناقلية الكهربائية:

1. الطريقة الخطية Linear Method
2. الطريقة الشبه خطية Pseudo linear Method
3. الطريقة المعتمدة على معامل الانتشار Diffusion coefficient(وهي الطريقة الافتراضية)

حيث تعد أول طريقتين طرقاً تجريبية بسيطة تعتمد على القوة الشاردية، فيما تعد الطريقة الثالثة طريقة أكثر تقدماً More advanced وتعتمد على معاملات الانتشار، هذا وسنركز في المحاضرات النظرية القادمة على هذه المفاهيم وأهم ميزاتها.

في هذه التجربة سنعتمد على الطريقة الخطية في قياس الناقلية لإيجاد القوة الشاردية لمحلول كهرليتي قوي ومحلول كهرليتي ضعيف.

(الطريقة الخطية Linear Method)

تعتبر أبسط طريقة تجريبية، وتعتمد على العلاقة الخطية بين الناقلية الكهربائية والقوة الشاردية لمحلول الكهرليت ***I***، حيث يعبر عن العلاقة بينهما وفق ما يلي:

$$EC\ \ (\mu s/cm) = 6.2 \times 10^4 \times I\ (mol/L) \qquad \text{(III-1)}$$

ويمكن أن تكتب بالشكل التالي كمعكوس للمعادلة أعلاه:

$$I\ (mol/L) = 1.6 \times 10^{-5} \times EC\ \ (\mu s/cm) \qquad \text{(III-2)}$$

تستخدم هذه الطريقة للحصول على رقم تقريبي Rough number للقوة الشاردية من معرفة قيم الناقلية الكهربائية (EC) التي تعتبر سهلة القياس.

كما يمكننا من خلال معرفة القوة الشاردية حساب التركيز المولالي للكهرليت المدروس، حيث إن القوة الشاردية ***I*** التي تدخل في المعادلتين أعلاه، تتحدد بدقة من تكوين المحلول الكهرليتي وفق المعادلة التالية:

$$I = \frac{1}{2}\sum_i Z_i^2\, m_i$$

من هذه المعادلة نجد أن القوة الشاردية لمحلول كهرليتي تمثل مجموع كل الشوارد باستخدام التركيز المولري M أو المولالي m.

هل التركيز المعبر عنه بالمولالية والمولارية لهما نفس القيمة هنا؟ ولماذا؟

كما أن هناك علاقة تجريبية تربط بين القوة الشاردية ومجموع الأملاح المنحلة TDS أو ما يعرف بالملوحة، وفق ما يلي:

$$I\ (mol/L) = 2.5 \times 10^{-5}\ \times\ TDS\ (mg/L)$$

حيث تعتبر الـ TDS مؤشراً جيداً للتحقق من صحة تحليل عينة الماء، وبالتالي يمكن الحصول عليها من معرفة قيمة الناقلية الكهربائية، كما أن أجهزة الناقلية يمكن أن تظهر الـ TDS مباشرة على الشاشة عند اختيار البرنامج من الجهاز.

فما هي الـ TDS؟

TDS:

هو اختصار الجملة Total dissolved Salts وتعني الأملاح الكلية المنحلة، وهي تقيس كل المواد المنحلة في الماء التي يمكنها عبور فلتر صغير Small Filter من قياس ($2\mu m$).

ملاحظـــــة هامـــــة:

هناك علاقة تربط بين الناقلية الكهربائية وتركيز المحلول، حيث:

$$2\mu s/cm \approx 1ppm \ \ (mg/L)$$

كما وردت خلال مناقشتنا بعض الواحدات المعبرة عن الناقلية، وفيما يلي طرق التحويل بينها:

$$1\ mS/m = 10\mu S/cm$$
$$1\ dS/m = 1000\mu S/cm$$
$$1\ dS/m = 100mS/cm$$

إذاً من خلال هذه الجلسة، يمكننا الحصول على تركيز محلول كهرليتي معين من معرفة قيمة ناقليتهُ الكهربائية، كما يمكننا تحديد قيمة الأملاح الكلية المنحلة فيه، والعكس صحيح، أي:

يمكننا معرفة ناقلية محلول كهرليتي محدد إذا علمنا تركيزه، أو إذا علمنا قيمة الـ TDS الخاصة بهِ.

يجب هنا على جميع الطلاب إجراء هذه التجربة بشكل كامل، وتعلم تقنية استخدام جهاز الناقلية الكهربائية، والذي سيكون محور إحدى المحاضرات النظرية القادمة.

التجربة
Experiment

المواد الكيميائية المطلوبة

1. محلول كلوريد الصوديوم (0.001 M) NaCl
2. محلول حمض كلور الماء (0.001 M).
3. محلول كربونات الكالسيوم (0.001 M).

الأدوات المخبرية المطلوبة

1. بيشر سعة (50 ml) عدد /2/.
2. دورق حجمي سعة (100 ml) عدد/3/.
3. جهاز ناقلية كهربائية.

ملاحظـــــــــــة Notice

1. تأكد من كتابة لصاقات التعريف على الأدوات الخاصة بك لتعرف ماذا تحتوي.
2. خلال التجربة، استمع جيداً لتعليمات العمل من المشرفة المخبرية، أي معلومة هي في صالحك.
3. في حال طلب منك المشرف المخبري تحضير محاليل مغايرة للمحاليل المذكورة أعلاه نتيجة عدم توفرها، عندها دون ذلك في صفحة النتائج (ضمن القوس المائي) عندك مع كتابة التفاصيل الخاصة بها تحت بند الحسابات.

تنبيـــــــــــه:

تقيد بالسلوك المخبري، أي تصرف طائش منك قد يكلفك ويكلف زملائك ما لا تحمد عقباه، سلامتك وسلامة من حولك أهم من لحظة قد تندم عليها وتحصد ما لا تتمناه.

الآن لننتقل للعمل المخبري

إجراء التجربة

Experimental Procedure

الجزء الأول

- **تحضير المحاليل:**
  - قم بتحضير 100 ml من محلول كلوريد الصوديوم (0.001 M).
  - قم بتحضير 100 ml من محلول حمض كلور الماء (0.001 M).
  - قم بتحضير 100 ml من محلول كربونات الكالسيوم (0.001 M).

الجزء الثاني

- **تحضير جهاز الناقلية للعمل:**

1. قم باختيار مسرى الناقلية Conductivity electrode، حيث تزال السدادة الواقية عن المسرى، ثم يغسل بالماء المقطر جيداً ويوضع على حامله للاستخدام، حيث أن مسرى الناقلية عبارة عن مسرى زجاجي ينتهي بصفيحتين متقابلتين من البلاتين ضمن فراغ زجاجي مفتوح نحو الوسط الخارجي.

2. يوضع ويثبت حساس الحرارة بجانب مسرى الناقلية على الحامل نفسه.

3. توضع العينة المراد قياس ناقليتها الكهربائية ضمن بيشر سعة (50 ml)، ويوضع ضمن البيشر خلاط مغناطيسي، ثم يوضع البيشر على قاعدة الجهاز، ويغمر المسرى وحساس الحرارة ضمن المحلول، بحيث تغمر نهاية المسرى (الصفائح البلاتينية) بشكل كامل وفوقها بحدود (1 cm) مع ملاحظة ألا تتم ملامسة الخلاط الموضوع مع أسفل المسرى.

4. يتم تشغيل نظام التحريك المغناطيسي من خلال زر التشغيل الموجود بجانب قاعدة التحريك أعلى الجهاز، ويتم اختيار سرعة التحريك المناسبة عن طريق مفاتيح الأسهم (30-60-120).

5. يتم اختيار نظام القياس من خلال زر Mode، ويتم الضغط عليه عدة مرات لاختيار النظام المطلوب (COND, ORP, TDS, SALT) حتى ظهور إشارة نظام تشغيل ما هو مطلوب على شاشة الإظهار، نختار نظام COND.

6. ننتظر حتى ثبات القيمة، ثم نأخذ القراءة الظاهرة على الشاشة.

7. نوقف التحريك عن طريق زر إطفاء الحركة، ثم نرفع المسرى مع الحساس ونزيل العينة من على الجهاز.

بعد الانتهاء من أي عينة، يتم غسل كل من المسرى والحساس بالماء المقطر جيداً، ثم تعاد التجربة على محلول كهرليتي جديد، وفي نهاية الجلسة العملية، يعاد مسرى الناقلية إلى وضعه الطبيعي بعد غسلهِ جيداً بالماء المقطر، وإعادة السدادة الحاوية على المحلول الحافظ إليه.

النتائج Results

(تملأ هذه الصفحة من قبل الطالب)

1. الجزء الأول: (تحديد قيم الناقلية الكهربائية Determination of Electro conductivity)

حدد قيم الناقلية الكهربائية وفق الجدول التالي، ثم احسب القوة الشاردية وفق الطريقة الخطية ودون النتيجة في الجدول:

م	المحلول Solution	الناقلية الكهربائية mc or μc	القوة الشاردية Ionic Strength
1	NaCl (0.001 M)		I =
2	HCl (0.001 M)		I =
3	$CaCO_3$ (0.001 M)		I =

2. الجزء الثاني: (تحديد الملوحة Determination of Salty TDS)

قم بتحديد قيم الملوحة TDS اعتماداً على المعادلة التي تربط بين القوة الشاردية والملوحة، ودون النتائج وفق ما يلي:

م	المحلول Solution	القوة الشاردية Ionic Strength	الملوحة TDS (ppm)
1	NaCl (0.001 M)		TDS =
2	HCl (0.001 M)		TDS =
3	$CaCO_3$ (0.001 M)		TDS =

"اسأل المشرف المخبري عن كيفية تفكيك التجربة التي نفذتها وطريقة اتلاف المواد أو حفظها "

-- نهاية التجربة --

متطلبات ما بعد التجربة
After Experiment Requirements

1. اعرض نتائجك على المشرف المخبري لتأكيد صحتها.
2. انقل بيانات التجربة إلى التقرير المخبري الملحق.
3. نظف جميع الأدوات التي استخدمتها وتخلص من المواد الناتجة وفق الطريقة التي تخبرك بها المحضرة المخبرية بما يتوافق مع قواعد السلامة المخبرية.
4. تأكد من **نظافة طاولة العمل** التي عملت عليها قبل مغادرة المخبر.

أعدت هذه المحاضرة وفق قواعد الجودة العالمية لمناهج التدريس، كما تم الاستعانة في إعداد هذه الجلسة بالمراجع الدولية في التجارب المخبرية.

د. سعود عبد الحليم كـده