كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : فيزيائية ٤

المحاضرة : **السابعة/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 السابعة **قســـــم الكيمياء** السنة الثالثة - الفصل الثاني 2025 - 2024	**عملي الكيمياء الفيزيائية IV** **المعايرة الكيميائية باستخدام الناقلية الكهربائية** Chemical Titration by Using EC	**الأحد:** 2025/06/15 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:

- تطوير المعرفة حول عملية الترسيب الكيميائي.
- إجراء تفاعلات ترسيب على بعض الشوارد.
- حساب وزن الراسب المتشكل.
- تحديد تركيز شاردة الكلور باستخدام طريقة المعايرة بالناقلية الكهربائية..

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 والجلسة السابقة للمذاكرة.
4. تأكد من حصولك على القسم البياني لهذه التجربة (التقرير المخبري + تقرير المذاكرة) قبل دخولك للمخبر.

تحذير السلامة المخبرية Safety Caution

1. يجب ارتداء الرداء والنظارات والقفازات المخبرية لحماية العين واليدين طوال الوقت.
2. يعد حمض الكبريت H_2SO_4 حمض خطير يسبب التآكل، كن حذرا للغاية لأنهُ يمكن أن يحرق الجلد ويضر العينين، إذا لامسهما اغسل فوراً بالماء ثم أخبر المشرف المخبري. (ترتفع درجة حرارة الماء بسرعة عند إضافة الحمض اليه).
3. تجنب ارتداء الثياب الفضفاضة.
4. يتوجب على الأشخاص المصابين بعمى الألوان Color Blind إعلام المشرف المخبري لمساعدتهم في التجربة.
5. 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 (2025/06/15) 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 السادسة والجزء النظري من الجلسة السابعة

المقدمة
Introduction

تمتاز المحاليل الكهرليتية كما ذكرنا بقابلية عالية لعملية التوصيل الكهربائي، وهذا يعتمد على نوع الكهرليتات، حيث تمتاز الكهرليتات القوية (حمض HCl، NaOH، أو NaCl) بمقدرة عالية على التوصيل الكهربائي، وبالتالي فهي تمتلك قيم أعلى للناقلية الكهربائية من المحاليل الكهرليتية الضعيفة (مثل CH_3COOH، HCOOH، .....)، والسبب أن تشرد الأخيرة لا يتم بشكل كامل.

حيث تعتمد الناقلية الكهربائية في المحاليل على تركيز الشوارد، فتزداد بازدياد تركيزها وازدياد سرعتها.

يمكننا انطلاقاً من هذا المبدأ، استخدام خاصية التوصيل الكهربائي (الناقلية الكهربائية) في حساب نقطة نهاية المعايرة، وبالتالي حساب تركيز المحاليل المراد معايرتها. مع تحقق الشرط الأساسي التالي:

"وجود فرق كبير في ناقلية الشوارد قبل وبعد نقطة نهاية المعايرة"

❖ تطبيقات المعايرة باستخدام الناقلية الكهربائية:

- معايرة الأحماض الضعيفة بالأسس.
- تفاعلات الترسيب (وهو مثال تجربتنا اليوم).
- تفاعلات تشكل المعقدات.

❖ ميزات المعايرة باستخدام الناقلية الكهربائية:

- مناسبة للمحاليل الملونة أو غير الشفافة (وجود راسب)، حيث تفشل الطرق البصرية في تحديد نقطة نهاية المعايرة.
- دقيقة وسريعة في تحديد نقطة نهاية المعايرة، خاصة في تفاعلات الترسيب، حيث تعتمد على التغير في الناقلية الكهربائية للمحلول نتيجة اختلاف حركة الشوارد المتفاعلة والناتجة عن التفاعل.

المناقشة
Discussion

1. المعايرة بالترسيب:

في تجربتنا اليوم سنقوم بإجراء معايرة ترسيب لكلوريد الفضة (AgCl)، عن طريق التفاعل بين نترات الفضة وحمض كلور الماء، ونقوم بتحديد نقطة نهاية المعايرة باستخدام طريقة الناقلية الكهربائية.

فما هي الآلية التي تحدث؟

عند معايرة نترات البوتاسيوم بحمض كلور الماء تكون لدينا المراحل التالية:

- **المرحلة الأولى (قبل نقطة التكافؤ):**

يحدث تناقص في تركيز شوارد الفضة نتيجة تفاعلها مع شاردة الكلور لتشكيل راسب (أبيض) من كلوريد الفضة:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$$

- **المرحلة الثانية (بعد نقطة التكافؤ):**

زيادة تركيز شوارد الكلوريد Cl^- مع شوارد النترات الفائضة NO_3^- تؤدي لارتفاع مفاجئ في قيمة الناقلية الكهربائية، حيث تكون شوارد الفضة قد انتهت وتفاعلت بشكل كامل مع شوارد الكلوريد، وبالتالي أي إضافة لشاردة الكلوريد ستجعلها حرة في المحلول، مما يؤدي لزيادة تركيز الشوارد، وبالتالي زيادة قيمة الناقلية الكهربائية.

تحديد نقطة نهاية المعايرة:

نقوم برسم الخط البياني بين حجم حمض HCl المضاف، مع قيمة الناقلية الكهربائية الموافقة لكل إضافة، حيث نلاحظ هبوط هذا الخط حتى نقطة نهاية المعايرة، ثم ينعطف نحو الأعلى، نقطة الانعطاف هذه هي التي تمثل نقطة نهاية المعايرة.

عند نقطة نهاية المعايرة، تكون شوارد الفضة قد ترسب بشكل كلي جميعها.

نقوم بتحديد الحجم المستخدم من حمض كلور الماء الموافق لنقطة نهاية المعايرة، ونحسب تركيز نترات الفضة من تطبيق قانون مور:

$$N_{HCl} \times V_{HCl} = N_{AgNO_3} \times V_{AgNO_3}$$

في هذه الطريقة استخدمنا التغيرات في قيم الناقلية الكهربائية لتحديد نقطة نهاية المعايرة.

2. **المعايرة بالتعديل:**

بشكل مشابه يمكن إجراء طريقة المعايرة بالناقلية الكهربائية في معايرة حمض – أساس، أو ما يعرف بمعايرة التعديل، وهنا يجب مراعاة بعض الشروط:

- يجب أن يكون هناك فرق واضح في قيمة التوصيل الكهربائي بين شوارد الحمض والأساس قبل وبعد نقطة نهاية المعايرة.
- استخدام حموض وأسس قوية حيث تعطي تغيراً واضحاً في قيمة الناقلية الكهربائية عند نقطة نهاية المعايرة، حيث أن الحموض الضعيفة أو الأسس الضعيفة قد تعطي منحنيات أقل وضوحاً بسبب التدرج البطيء في قيم الناقلية الكهربائية.
- يجب أن يكون تركيز الحمض والأساس ضمن نطاق مناسب (0.01 M – 0.1)، لضمان تغير واضح في قيم الناقلية الكهربائية، حيث أن التراكيز المنخفضة قد تجعل التغير في قيمة الناقلية الكهربائية صغيراً ويصعب قياسهُ بدقة.
- عدم وجود شوائب شاردية ممكن أن تؤثر على عملية النقل الكهربائي، أي أن المحاليل المستخدمة يجب أن تكون نقية بشكل عام.
- ثبات درجة الحرارة أثناء عمليات القياس، حيث أن الناقلية الكهربائية تتأثر بدرجة الحرارة (هل تذكر كيف؟).
- إضافة المحاليل لبعضها ببطء (بمعدل 0.5 ml في كل إضافة).

التجربة
Experiment

المواد الكيميائية المطلوبة

1. حمض كلور الماء NaCl
2. نترات الفضة $AgNO_3$
3. ماء مقطر.

الأدوات المخبرية المطلوبة

1. بيشر سعة (50 ml) عدد /2/
2. دوارق حجمية مختلفة القياسات لتحضير المحاليل.
3. ميزان الكتروني حساس.
4. جهاز ناقلية كهربائية.
5. سحاحة سعة (25 ml).

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.
4. حاول أن تراقب العملية وتدون عندك كل الملاحظات التي يمكن أن تشاهدها لأنك ستقوم بإجراء التجربة وحدك خلال امتحان القسم العملي.

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 250 ml من محلول حمض كلور الماء (0.01 M).
- قم بتحضير 100 ml من محلول نترات الفضة (0.01 M).
- قم بتحضير 100 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.01 M) في حال تقرر إجراء معايرة التعديل (حمض + أساس).

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. يوضع نظام التشغيل على وضعية (COND)، أي الناقلية الكهربائية.

الجزء الثالث

- **إجراء عملية المعايرة:**

1. ضع في بيشر سعة (50 ml) كمية (10 ml) من محلول نترات الفضة المحضر (0.01 M)، ثم أضف إليه (10 ml) من الماء المقطر (الغاية من إضافة الماء المقطر هو زيادة حجم المحلول ليتم غمر مسرى الناقلية).
2. ضع محلول حمض كلور الماء المحضر (0.01 M) ضمن سحاحة واضبط الحجم عند تدريجة الصفر.
3. ضع البيشر الحاوي على العينة المراد معايرتها (نترات الفضة) على قاعدة جهاز الناقلية، ثم ضع الخلاط المغناطيسي ضمنه واغمر مسرى الناقلية والحرارة بحيث تكون المساري مغمورة بشكل جيد (رأس القياس).
4. سجل قيمة الناقلية التي تظهر على الجهاز.
5. قم في كل مرة بإضافة (0.5 ml) من محلول المعايرة (HCl 0.01 M)، مع التحريك وسجل قيمة الناقلية الموافقة (بعد ثبات القيمة).
6. كرر العملية بإضافة (0.5 ml) في كل مرة مع تسجيل قيمة الناقلية الموافقة، وذلك ضمن جدول.
7. ارسم الخط البياني للعلاقة بين كمية حمض كلور الماء المضاف والناقلية الموافقة.
8. حدد على المخطط نقطة الانعطاف، ومن نقطة الانعطاف حدد الكمية الموافقة لها من حمض كلور الماء المستخدم، فتكون هذه الكمية هي الموافقة لعملية التعديل.
9. طبق قانون مور واحسب نظامية نترات الفضة التي استخدمتها.
10. تطبق نفس الخطوات في حال استخدام عملية المعايرة بالتعديل (حمض + أساس).

النتائج Results

(تملأ هذه الصفحة من قبل الطالب)

1. الجزء الأول: (تحضير المحاليل Preparation of Solutions)

اكتب طريقة تحضير المحاليل التي استخدمتها في المعايرة.

2. الجزء الثاني: (إجراء المعايرة Titration)

حجم نترات الفضة المستخدم للمعايرة: (V= ml).

م	حجم HCl المستخدم للمعايرة (ml)	الناقلية الكهربائية الموافقة EC (μc)	الرسم البياني
1	0		
2	0.5		
3	1.5		
4	2.0		
5	2.5		
6	3.0		
7	3.5		
8	4.0		
9	4.5		
10	5.0		
11	5.5		
12	6.0		
13	6.5		
14	7.0		
15	7.5		
16	8.0		
17	8.5		
18	9.0		
19	9.5		
20	10.0		حدد عناوين المحاور
21	10.5		ارسم العلاقة التي تعتمد عليها
22	11.0		الحجم الموافقة لنقطة الانعطاف (ml):
23	11.5		
24	12.0		
25	12.5		

تركيز محلول نترات الفضة (أو هيدروكسيد الصوديوم في حال إجراء معايرة بالتعديل):

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

-- نهاية التجربة --

متطلبات ما بعد التجربة
After **E**xperiment **R**equirements

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.