

كلية العلوم

القسم : الكيمياء

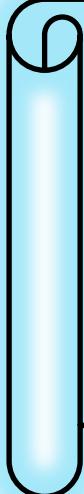
السنة : الثالثة



٩

المادة : فيزيائية ٤

المحاضرة : الثانية/عملي/ د. سعود



{{{ A to Z مكتبة }}}}

مكتبة A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية



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



<p>الأحد: 2025/05/4</p> <p>د. سعود عبد الحليم كده PHYSICAL CHEMISTRY IV 2024-2025 (Dr. Saud KEDA)</p>	<p>عمل الكيمياء الفيزيائية ٧</p> <p>تفاعلات الأكسدة والإرجاع</p> <p>REDOX Reactions</p>	<p>الجلسة العملية الثانية</p> <p>قسم الكيمياء</p> <p>السنة الثالثة - الفصل الثاني</p> <p>2025 - 2024</p>
<p>على جميع الطلاب التقيد بمواعيد الجلسات العملية، إضافة لضرورة الالتزام والتقييد بقواعد السلامة المخبرية في كل جلسة</p>		

OBJECTIVES (GOALS)	هدف الجلسة
	<p>تهدف هذه الجلسة العملية إلى ما يلي:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ تطوير المهارات في القياس الموثوق للكتلة والحجم. ❖ تعلم الاستخدام السليم للتوازن التحليلي لتحديد الكتلة. ❖ تعلم وتعزيز مفاهيم المعايرة كطريقة تحليلية. ❖ تقييم عدم اليقين من القياسات. ❖ حساب المتوسط، الانحراف المعياري، والانحراف المتوسط النسبي. ❖ تطوير المهارات مع المواد التي قد تكون خطيرة. ❖ اكتساب الخبرة مع رياضيات الكيمياء في تفاعلات الأكسدة والإرجاع. <p>لا تتردد في سؤال الكادر التدريسي عن أي ملاحظة</p>

متطلبات ما قبل المخبر Pre-Laboratory Requirements

1. اقرأ القسم النظري المتعلق بهذه الجلسة جيداً.
2. اقرأ الإرشادات والرموز الموجودة في البيهوج 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 حذراً للغاية لأنّه يمكن أن يحرق الجلد ويضر العينين، إذا لامسها بالماء فوراً ثم أخبر المشرف المخبر. (ترتفع درجة حرارة الماء بسرعة عند إضافة الحمض إليه).
3. تجنب ارتداء الثياب الفضفاضة.
4. يتوجب على الأشخاص المصابين بعمى الألوان Color Blind إعلام المشرف المخبر لمساعدتهم في التجربة.
5. كن حذراً في التعامل مع المصادر الكهربائية.

ملاحظة:

تبدأ جلسات العملي في تمام الساعة 8 بمخبر الكيمياء 1، حيث يكون ترتيب دخول الفئات ليوم الأحد بتاريخ (2025/05/04) 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

تجري في بداية الجلسة مذاكرة بمضمون الجلسة العملية الأولى



المقدمة

Introduction

تُعد تفاعلات الأكسدة والإرجاع **Oxidation Reduction Reactions** (التي تسمى غالباً في الإنكليزية بشكل مختصر Redox Reactions) شائعة بين أزواج المركبات الكيميائية.

بشكل مشابه لتفاعلات حمض أساس، فإن تفاعلات الأكسدة والإرجاع تتضمن دائمًا تفاعلين:

- نصف تفاعل أكسدة.
- نصف تفاعل إرجاع.

حيث إن الإلكترونات المفقودة في تفاعل **نصف الأكسدة** هي نفس الإلكترونات المكتسبة في تفاعل **نصف الإرجاع**، وهذا ما وجدناه في المحاضرة النظرية الأولى.

في الواقع هذه التفاعلات متصلة بشكل معقد، لدرجة أن كل تفاعل أكسدة وإرجاع يعتبر في كثير من الأحيان نصف تفاعل، يتهد كل نصفي تفاعل لتشكيل تفاعل أكسدة وإرجاع كامل.

المناقشة

Discussion

في هذه التجربة ستقوم عزيزي الطالب بإجراء معايرة للتحليل الكمي، في التجارب المخبرية السابقة قد تكون أجريت معايرات على أساس تفاعلات حمض أساس، حيث كانت نسبة التفاعل للمواد المتفاعلة في المعايرة حمض - أساس هي (1:1) مع استخدام مشعر مناسب (ملون) لتحديد حجم التكافؤ (الحجم اللازم ل نهاية المعايرة) عند حدوث تغيير في لون المشعر.

في هذه التجربة المخبرية التي ستنتهي اليوم ستقوم بإجراء معايرة لتفاعل أكسدة إرجاع (Redox Reaction) وستجد أن:

نسبة التفاعل الكيميائي ليست (1:1) وإنما نسبة متغيرة حسب المواد المتفاعلة، كما أن التفاعل لا يحتاج لمشعر للدلالة على نهاية المعايرة لأنه يغير لونه ذاتياً، وهذا من أهم خصائص تفاعلات الأكسدة والإرجاع.

في هذه التجربة سنتستخدم تفاعل برمونغناط البوتاسيوم مع أكسالات الصوديوم.

فما هي هذه المواد؟

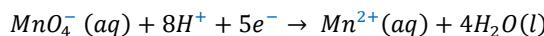
• برمونغناط البوتاسيوم : (KMnO₄) Potassium Permanganate



هي مادة كيميائية شائعة موجودة في معظم المختبرات، يمكن استخدامها لأغراض متعددة، وعلى الرغم من خطورة استخدامها في المحاليل المركزة، إلا أنها آمنة نسبياً عند استخدامها بتركيز صغيرة.

تشتهر برمونغناط البوتاسيوم باللون الأرجواني العميق، الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة عند تراكيز منخفضة، تذوب في الماء كمادة شاردية قوية لإعطاء شوارد البوتاسيوم (K⁺) والبرمنغناط (MnO₄⁻).

المanganiz (Mn) في برمونغناط البوتاسيوم (KMnO₄) يكون في حالة أكسدة (7⁺)، والتي تمثل أعلى حالة أكسدة له، لذلك يمكن إرجاعه (عن طريق اكتساب الإلكترونات) لحالة أكسدة أخفض من خلال تفاعل الأكسدة والإرجاع، وعلى الرغم من أنه يمكن أن ينتقل لحالات الأكسدة (4⁺, 3⁺, 0, 2⁺) وحالات أكسدة أخرى، إلا أن التفاعل الأكثر شيوعاً له هو اكتساب (5) الكترونات والانتقال لحالة الأكسدة (2⁺) الموافقة للشاردة (Mn²⁺), التي تتواجد كشاردة ممبيهة (Hydrated Ion) ضمن الماء، وتعطى معادلة نصف التفاعل للإرجاع وفق ما يلي:



يتطلب نصف التفاعل شوارد الهيدروجين الحمضية (H⁺) لتشكيل الماء، كما أن:

"**وجود الحمض يسرع من التفاعل**"

إن هذا التفاعل ليس بتفاعل حمض أساس بالمعنى الدقيق للكلمة، حيث لا يوجد لدينا تفاعل تعديل، لذلك لا يمكن أن يحدث التفاعل النصفي أعلاه بدون تفاعل نصف أكسدة مكمل له.

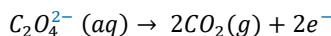
هل وضحت لديك الفكرة؟

هناك العديد من الخيارات المتاحة، وتعتبر أكسالات الصوديوم من أفضلها.

فما هي أكسالات الصوديوم؟

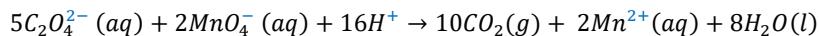
• أكسالات الصوديوم :

هو مركب يحتوي على خواص أساسية ضعيفة، يتحول بوجود الحموض القوية مباشرةً إلى حمض الأكساليك ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) Oxalic Acid ولكن هذا ليس من نطاق اهتمامنا في هذه التجربة. يذوب الشكل الصوديومي (الملح) في الماء لإعطاء شارديتني صوديوم (Na^+) وشاردة أكسالات ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)، أي يعطي ثلث شوارد، يمكن عندها كتابة نصف تفاعل الأكسدة على النحو التالي:



لاحظ أن تفاعلي نصف الأكسدة والإرجاع لهما أرقام مختلفة من الإلكترونات، (5) الكترونات من أجل عملية الإرجاع، و (2) الكترون لعملية الأكسدة، لذلك وفقاً لقواعد موازنة تفاعلات الأكسدة والإرجاع يجب إلغاء الإلكترون، فكيف يتم ذلك؟ هل تذكر؟

إذا تم ضرب التفاعل الأول (نصف تفاعل الإرجاع) بـ 2 والثاني (نصف تفاعل الأكسدة) بـ 5، وجمع التفاعلين نحصل على تفاعل أكسدة وإرجاع متوازن شامل:



يخبرنا هذا التفاعل، أن خمسة شوارد أكسالات $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ وشارديتني برمونغناط MnO_4^- معبراً عنهم بالمولات، تسير جنباً إلى جنب لتشكيل النواتج في وجود الكثير من الحمض (H^+)، والمعايرة هي الوسيلة التي تؤكّد ذلك.

فما هي المعايرة؟

المعايرة Titration

هي عملية تجمع بين سائلين - **المعايير والمحلول** - بطريقة تحقق تكافؤ القياس الكيميائي، أي عندما يحدث ذلك (نقطة نهاية المعايرة) يجب أن تكون المعادلة التالية صحيحة لتفاعل الأكسدة والإرجاع الكلي المذكور أعلاه:

2 مول من شاردة البرمنغناط = 5 مول من شاردة الأكسالات

$$5 \text{ mol Oxalate} = 2 \text{ mol Permanganate}$$

ماذا تخبرك هذه المعادلة؟

تخبرك أنه إذا كنت تريدين تحويل مولات moles البرمنغناط إلى مولات الأكسالات oxalate (توازن العناصر) يجب أن تضاعف البرمنغناط بمقدار **(2.5)**.

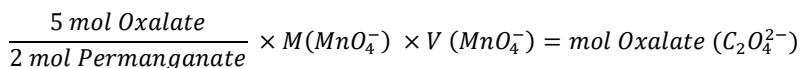
هل وضحت الفكرة؟

أي أننا إذا استهلكنا 1 mol من البرمنغناط للوصول لنهاية المعايرة، هذا يعني حكماً أننا استهلكنا 2.5 mol من الأكسالات، أي أن نسبة التفاعل ليست 1:1 كما أوضحتنا سابقاً.

في التجارب المخبرية السابقة تعلمت أن المولرية (M) مضروبة بالحجم (V) تعطي عدد المولات، **أليس كذلك؟**

لنفترض أنك قمت بتحضير محلول معلوم المولرية من برمونغنات البوتاسيوم، ضع هذا في ساحة Burette، ثم قم بمعايرة محلول الأكسالات الذي لديك حتى يحدث شيء يخبرك بأن التفاعل وصل إلى نقطة التكافؤ (**ما هو؟**).

عندما أقرأ الحجم الذي استهلكته من البرمنغنات، يمكنك حساب عدد مولات الأكسالات وفق ما يلي:



٢- تذكر هذا:

١. يستخدم حمض الكبريت (H₂SO₄) الذي يحتوي على كمية صغيرة من MnSO₄ كمحفز، لتوفير حمض في التفاعل أعلاه (توفير الوسط الحمضي).
٢. تتضمن تقنية المعايرة الجيدة شطف جواب وعاء الاستلام (الأرنامير)، والخلط المتواصل والمستمر، والتأكد من أن المادة الصلبة مذابة تماماً في البداية (قبل البدء بالمعايرة)، سترى فقاعات ثاني أكسيد الكربون CO₂ دليلاً حدوث التفاعل.

في هذه التجربة ستستخدم محلول محضر مسبقاً من KMnO₄، حيث ستقوم المحضرة المخبرية بحل كمية من برمونغنات البوتاسيوم الصلبة في الماء ثم تصفيفتها لإزالة الشوائب والمواد الصلبة الغير منحلة، وربما ستحضره بنفسك.

سيكون لديك نوعان من المواد الصلبة المتوفرة للاستخدام:

- أكسالات الصوديوم النقي (100%) Na₂C₂O₄ التي ستكون محلول العياري "القياسي" الخاص بك.
- أكسالات الصوديوم غير النقي التي ستكون المجهول بالنسبة لك، (المحضرة المخبرية تكون على دراية بالنسبة الوزنية الفعلية لهذا المجهول).

ستكون مهمتك معرفة ما هو تركيز هذا المجهول عن طريق القياس الدقيق.

٣- ملاحظة



١. محلول البرمنغنات يؤثر على الأدوات الزجاجية، يجب تنظيفها قبل وبعد الاستعمال، إذا شاهدت ضمنها مادة بنية اللون فهي على الأرجح MnO₂ الذي يصعب إزالته، تأكد من تنظيف جميع الزجاجيات والمحابس التي تستخدمها جيداً بالماء والصابون إذا تطلب الأمر مع استخدام الفرشاة).
٢. خلال التجارب، إذا لاحظت أي مركببني اللون قد تشكل، عندها كن متأكداً أنك ارتكبت خطأً ما، ويجب حينها إعادة التجربة من جديد (في الوسط الحمضي لا يجب أن يتشكل MnO₂).

التجربة

Experiment

المواد الكيميائية المطلوبة:



- .1 برمغنانات البوتاسيوم النقيه
- .2 أكسالات الصوديوم النقيه.
- .3 أكسالات الصوديوم الشائنة
- .4 حمض الكبريت النقي
- .5 ماء مقطر.

الأدوات المخبرية المطلوبة:



- .1 ببشر سعة 100 ml
- .2 سحاحة عيارية سعة 25 ml
- .3 ماصة عيارية سعة 10 ml
- .4 ارليناميير معايرة سعة 100 ml
- .5 دورق حجمي سعة 250 ml, 500 ml
- .6 ميزان الكتروني حساس.



ملاحظة 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.



تنبيهات:

تقيد بالسلوك المخبري، أي تصرف طائش منك قد يكلف 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

تقسم هذه التجربة إلى جزأين كيميائيين تجريبين وجزء رياضي:

1. الجزء الكيميائي الأول: يُعرف هذا الجزء بالعياربة (التقييس، أي جعل المحلول قياسي) Standardization. حيث أن محلول برمونغناط البوتاسيوم لديه تركيز غير محدد ويجب عليك معرفة تركيزه.

2. الجزء الكيميائي الثاني: يتعلق بتحليل مجهول باستخدام محلول البرمنغناط العياري، الذي حصلت عليه في الجزء الأول.

هذه المعايرة ممتعة لأنها تشير إلى نفسها دون الحاجة لوجود مشعر (سبب لون البرمنغناط)، حيث تشكل البرمنغناط في البداية محلول أرجواني وردي، يمكن رؤيته بسهولة بالعين المجردة، عندما تتم إضافةه إلى محلول الأكسالات حتى يحدث التفاعل، حيث تتفاعل وتحتفي اللون، يستمر هذا حتى تضييف ما يكفي لتحقيق التكافؤ (نقطة نهاية المعايرة)، بعد نقطة التكافؤ يؤدي إضافة قطرة واحدة إلى تلون محلول باللون الوردي، فإذا استمر هذا اللون لأكثر من دقيقة فهذا يدل على أنه لا يوجد المزيد من الأكسالات للتفاعل.

3. جزء رياضيات الكيمياء

في هذه التجربة نستخدم علم الرياضيات من خلال حساب متوسط الانحراف النسبي، وهذا الجزء يطبق على الجزأين الكيميائيين أعلاه.

متوسط الانحراف النسبي

Relative Standard Deviation

نفرض أنه حصلنا على مجموعة قراءات للنتيجة التي نريد الحصول عليها وكانت النتائج وفق ما يلي:

$$(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

عندما يحسب متوسط الانحراف النسبي وفق ما يلي:

1. نحسب متوسط هذه النتائج Average وفق ما يلي:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

2. نحسب الانحراف المعياري Standard Deviation وفق ما يلي:

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + (X_3 - X)^2 + \dots + (X_n - X)^2}{n - 1}}$$

3. عندما يعطى متوسط الانحراف النسبي RSD وفق ما يلي:

$$RSD = \frac{S \times 100}{X}$$

فكتتب النتيجة النهائية بالشكل:

$$(X \pm RSD\%)$$

أو يمكن كتابتها بالشكل:

$$(X \pm S)$$



الجزء الأول

تعبير محلول ببرمنغنات البوتاسيوم المحضر

1. زن (0.34 gr) من أكسالات الصوديوم $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ وانقلها إلى دورق حجمي سعة (250 ml).
2. حل ملح أكسالات الصوديوم الذي زنته في (100 ml) تقربياً من الماء المقطر.
3. حمض محلول بإضافة (25 ml) من محلول حمض الكبريت H_2SO_4 تركيز (3M) (كن حذراً).
4. أكمل حجم الدورق إلى خط الصفر وتأكد من عدم وجود فقاعة هواء في الحواف.

هل تعلم ما هو تركيز محلول الناتج بواحدة مول / لتر؟

5. املأ الساحة بمحلول ببرمنغنات البوتاسيوم المحضر مسبقاً (يحضر بحل 6.32 g من ببرمنغنات البوتاسيوم في 1000 ml من الماء المقطر ضمن دورق عياري ويفضل تحضيره قبل يوم ويحفظ في مكان معتم)، ثم خذ عن طريق ماصة عيارية (10 ml) من محلول أكسالات الصوديوم الذي حضرته إلى الليناميير معايرة سعة (100 ml)، ثم سخن على حمام مائي حتى الدرجة (50°C) تقربياً (تفاعلات الأكسدة والإراغ تشط حرارياً).
6. ابدأ المعايرة مع التحريك المستمر، (تأكد من عدم إضافة أكثر من 0.2 ml) من البرمنغنات قبل الانتظار والتوقف حتى يصبح محلول واضح اللون.
7. أوقف المعايرة عندما يصبح محلول ملوناً بعض الشيء (يظهر اللون البنفسجي الوردي لأول مرة) ويستمر اللون دقيقة أو أكثر بعد الخلط الكامل.
8. سجل الحجم المستهلك اللازم لنهاية المعايرة مقرباً إلى أقرب (0.01 ml).
9. إذا كان محلول الناتج يحوي لوناً موحداً دائم (بني اللون)، فهذا يدل على تشكل MnO_2 ، يجب أن تتجاهل التجربة بأكملها وتبدأ مرة أخرى.
10. احسب مولات $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ الموافقة للكتلة التي استخدمتها وذلك من وزنها الجزيئي.
11. قم بتحويل الحجم المستهلك في المعايرة إلى واحدة الليتر (L).
12. احسب مolarية KMnO_4 وسجل النتيجة في جدول البيانات أدناه.
13. كرر العملية ثلاثة مرات وخذ المتوسط.

الجزء الثاني

تحليل عينة أكسالات الصوديوم مجهولة التركيز

1. استلم العينة المجهولة من المحضر المخبرية.
2. سجل رقم المجهول على صفحة النتائج الخاصة بهذه التجربة.
3. بناءً على الجزء الأول من التجربة سيكون محلول ببرمنغنات البوتاسيوم لديك معلوم التركيز (المحلول القياسي).
4. اتبع نفس الإجراء (الخطوات من 5 إلى 10 أعلاه) في الجزء الأول لحساب كتلة ونسبة $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ في المجهول الخاص بك.

Results النتائج

(تملأ هذه الصفحة من قبل الطالب)

.1. الجزء الأول: (جدول البيانات Data Table)

التجربة (3)	التجربة (2)	التجربة (1)	تعبير محلول بمنغනات البوتاسيوم المحضر
			كتلة أكسالات الصوديوم gr
			عدد مولات أكسالات الصوديوم mol
			حجم بمنغනات البوتاسيوم الازمة للمعايرة بال ml
			حجم بمنغනات البوتاسيوم الازمة للمعايرة بال L
			مولارية محلول بمنغනات البوتاسيوم mol/L
			متوسط مولارية بمنغනات البوتاسيوم mol/L
			متوسط الانحراف النسبي في مولارية البرمنغනات RSD

الجزء الأول: (الحسابات Calculations)



(تملأ هذه الصفحة من قبل الطالب)

العمل المخبري يدعم معرفتك النظرية، لا تهمل ما هو في صالحك

.2 . الجزء الثاني: (جدول البيانات Data Table)

() رقم المجهول (Litter ID)

() كتلة أكسالات الصوديوم غير النقية المحضر منها المحلول:

التجربة (3)	التجربة (2)	التجربة (1)	تحليل عينة أكسالات الصوديوم مجھولة التركيز
			حجم برمونغනات البوتاسيوم الازمة للمعايرة بال ml
			حجم برمونغනات البوتاسيوم الازمة للمعايرة بال L
			مولات برمونغනات البوتاسيوم الازمة للمعايرة mol
			مولات أكسالات الصوديوم في المجهول mol
			دراجة نقاوة أكسالات الصوديوم في المجهول %
			معدل نقاوة أكسالات الصوديوم في المجهول %
			متوسط الانحراف النسبي في نقاوة الأكسالات RSD

الجزء الثاني: (الحسابات Calculations)

(تملأ هذه الصفحة من قبل الطالب)

(الحسابات Calculations)

"اسأل المشرف المخبري عن كيفية حفظ أو اتلاف المحاليل التي قمت بتحضيرها"

-- 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 المحضر المخبرية بما يتوافق مع قواعد السلامة المخبرية.
4. تأكّد 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 كده





مكتبة
A to Z