المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

كيمياء ٣

التعليم الثانوي- نظام مسارات

ترتيب وتنسيق

المعلمة / عفاف المطرفي المعلمة / دلال القثامي المعلمة / كوثر القرشي

تجربة 1 منحنى الذائبية

Making a Solubility Curve

المحلـول خليـط متجانس من المذاب والمذيب. وللمذيب قدرة محدودة على إذابة كمية معينة من المذاب، وتقل هـذه القـدرة تدريجيًّا عنـد إضافة المذاب في أثنـاء تحضير المحلول، وكلمـا كان للمذيب القدرة علـى إذابة كمية إضافية من المذاب يكون المحلول غير مشبع، أما عندما يصبح المذيب غير قادر على إذابة كمية أخرى من المذاب فإن المحلول يصبح مشبعًا، وعندها فإن إضافة أي كمية من المذاب تتجمع في قاع الوعاء وتبقى غير ذائبة. وتسمى كمية المذاب التي يمكن أن تذوب في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة وضغط معينين الذائبيةَ.

تعتمـد الذائبيـة على درجة الحـرارة عمومًا؛ حيث تذيب المذيبات عادة عند درجـة حرارة منخفضة كمية أقل من المذاب منها عند درجة حرارة أعلى. سـتحدد في هذه التجربة ذائبية الملح عند درجات حرارة مختلفة، وترسـم منحنى ذائبيته.

المشكلة

كيف تحدد منحنى الذائبية لملح ما؟

الأهداف

- **تحضّـر** محلـولاً مشـبعًا في ماء مثلج.
- **تمثّـل بيانيًـا** الذائبية علـى أنها دالـة فـي درجـة الحـرارة، ثـم **تلاحظ** كيفية تغيـر الذائبية بتغير درجة الحرارة.

المواد والأدوات

كلوريد الصوديوم $NaCl$	مغرفة
كلوريد البوتاسيوم KCl	ساق تحريك
كلوريد الأمونيوم NH_4Cl	ميزان
كبريتات الليثيوم Li_2SO_4	أوراق وزن (عدد 4)
ماء مقطر	زجاجة ساعة
كأسان سعة كل منهما 400mL	وعاء معدني ممتلئ بالثلج
مخبار مدرج سعته 100mL	ورقتا رسم بياني
ورق تنشيف	مقياس حرارة
	سخان كهربائي

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **لا تتذوق أو تشم أبدًا أي مادة تستعمل في المختبر.**
- **اتبع تعليمات السلامة المتعلقة بالأشياء الساخنة**

ما قبل التجربة

1. كيف تعرف متى يكون المحلول مشبعًا؟
2. لماذا يستخدم خليط الماء والثلج في عمل حمام بارد؟
3. لماذا يجب الحصول على محلول مشبع أولاً لرسم منحنى الذائبية؟
4. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوِّن فرضية حول ما يحدث للذائبية عند تسخين محلول مشبع، وسجِّل فرضيتك على الصفحة التالية.

خطوات العمل

1. اختر أحد الأملاح الأربعة السابقة، ثم سجلّ اسمه في **جدول البيانات 1**.
2. ضع 200 mL من الماء في كأس سعتها 400 mL مستخدما المخبار المدرج.
3. زِنْ 100 g من الثلج باستخدام الميزان، ثم أضفها إلى الكأس، وحرك المزيج بساق التحريك مدة دقيقة، ثم قِسْ درجة حرارة المخلوط الناتج بمقياس الحرارة. **تحذير: لا تستخدم مقياس الحرارة أداةً لتحريك المخلوط.**
4. أخرج مقياس الحرارة وساق التحريك من الكأس عندما تصبح درجة حرارة المخلوط ثابتة عند 0°C، ثم غطِّ الكأس بزجاجة ساعة. وصب الماء البارد في كأس جديدة سعتها 400 mL. أما إذا انصهر الثلج المستخدم قبل الوصول إلى درجة 0°C فأضف كمية أخرى من الثلج، وتأكد من عدم انتقال أي قطعة من الثلج إلى الكأس الجديدة.
5. قِسْ حجم الماء البارد في الكأس الثانية، ثم ضع الكأس في وعاء معدني، وضع حولها ثلجًا وقِسْ درجة حرارة الماء بمقياس الحرارة، وسجّل بياناتك في **جدول البيانات 1**.
6. زِنْ 0.5 g من الملح الذي اخترته، ثم أضفه إلى الماء في الكأس، وحرّك الخليط حتى يذوب الملح.
7. كرر الخطوة رقم 6 حتى يصبح من الصعب إذابة أي كمية إضافية من الملح؛ لأن المحلول أصبح مُشبعًا، لذا ستبقى أي مادة صلبة غير ذائبة في قاع الكأس. سجّل كمية الملح المضاف التي حصلنا من خلالها على محلول مشبع في **جدول البيانات1**.
8. ارفع الكأس من الوعاء المعدني، وجفف سطحها الخارجي باستخدام ورق التنشيف، ثم ضعها على السخان الكهربائي.
9. سخّن المحلول حتى درجة حرارة 20°C، وباستخدام مقياس الحرارة حاول إبقاء درجة حرارة المحلول عند 20°C، وذلك برفع الكأس على السخّان الكهربائي أو إعادتها كلما دعت الحاجة.
10. عند ذوبان المادة الصلبة المترسبة في المحلول المشبع، أضف 0.5 g من الملح إلى الماء وحركه حتى يذوب. استمر في إضافة 0.5 g من الملح كلما ذابت الكمية السابقة، حتى يصبح من الصعب إذابة أي كمية أخرى منه في الماء؛ لأن المحلول سيصبح مشبعًا مرة أخرى، وستبقى أي مادة صلبة إضافية مترسبة في قاع الكأس. سجّل كمية الملح المضاف التي حصلنا من خلالها على محلول مشبع في جدول البيانات1.
11. كرر الخطوتين 9 و10 ولكن عند درجة حرارة 50°C و 80°C. **تحذير: كن حذرًا فالكأس ساخنة.**
12. ارفع الكأس عن السخان الكهربائي وضعها بحذر على الطاولة حتى تبرد.

13. مثّل بيانيًّا كتلة الملح الذائبة مقابل درجة الحرارة. واحصل، بمساعدة معلمك، على بيانات الذائبية من المجموعات الأخرى في صفك للأملاح الثلاثة المتبقية. مثّل هذه البيانات على ورقة الرسم البياني التي مثلت عليها بيانات ذائبية الملح الذي اخترته لتحصل على مجموعة من منحنيات الذائبية.

الفرضية

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أطفئ السخان الكهربائي، واتركه حتى يبرد.

2. تأكد من أن الأوعية الزجاجية باردة قبل تفريغها من محتوياتها.

3. ضع المواد الكيميائية في أوعية خاصة بها للتخلص منها.

4. أعد الأدوات المختبرية إلى أماكنها.

5. نظّف منطقة العمل الخاصة بك.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1

درجة الحرارة ($^{\circ}C$)	**اسم الملح**			
	كتلة الملح المضافة للحصول على محلول مشبع (g)			

التحليل والاستنتاج

1. الملاحظة والاستنتاج ماذا حدث لذائبية الملح عند زيادة درجة الحرارة؟

.....

.....

2. المقارنة أيّ الأملاح الأربعة كانت ذائبيتها أكثر اعتمادًا على درجة الحرارة؟

.....

.....

3. التوقع ماذا يحدث لذائبية كل من الأملاح السابقة عند درجة حرارة أعلى من 80°C؟

.....

.....

4. **التفكير الناقد** لماذا تمّ إزالة الثلج من الماء قبل إضافة أي كمية من الملح؟

.....

.....

5. **تحليل الخطأ** قارن بين النتائج التي حصلت عليها من هذه التجربة، والتوقعات في فرضيتك، وفسّر الأسباب المحتملة لأي تعارض بينهما.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تكون حرارة الماء في غسالات الصحون ساخنة جدًّا. فسّر سبب استخدام الماء الساخن في غسالات الصحون بدلاً من الماء البارد؟

2. تقل ذائبية الغازات في السوائل عادة بزيادة درجة الحرارة، بينما تزداد ذائبية المواد الصلبة في السوائل بزيادة درجة الحرارة. اعتمادًا على ذلك، فسّر لماذا يجب تجنب تسخين علبة معدنية تحتوي على مشروب غازي؟

تجربة 2 الانخفاض في درجة التجمد

Freezing Point Depression

يغيِّر ذوبان مذاب في مذيب العديد من خواص المذيب، ومنها درجة تجمده، ودرجة غليانه، وضغطه البخاري. وتسمى هذه التغيرات في الخواص الفيزيائية للمذيب، الناتجة عن إضافة مذابٍ الخواصَّ الجامعة. سيتم في هذه التجربة البحث في الانخفاض في درجة التجمد بوصفه خاصية جامعة.

المشكلة

ما قيمة ثابت الانخفاض في درجة تجمد النفثالين؟

الأهداف

- **ترسم** رسمًا بيانيًّا وتستعمله لمعرفة درجة تجمد النفثالين.
- **تقيس وتستعمل الأرقام** لتحديد ثابت الانخفاض في درجة تجمد النفثالين.

المواد والأدوات

نفثالين	مقياس درجة حرارة (ثرمومتر)
4،1– ثنائي كلوروبنزين	سلك للتحريك
أسيتون	حامل ثلاثي القاعدة ومشبك معدني
كأس سعتها 600 mL	ماسك كأس
سخان كهربائي	ميزان
أنبوب اختبار كبير مع سدادة مطاطية ذات فتحتين	ماسك أنبوب اختبار.

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **تجنب استنشاق أبخرة المواد الكيميائية.**
- **تخلّص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.**
- **الأسيتون قابل للاشتعال، وهو سام نسبيًّا عند ابتلاعه أو استنشاقه.**
- **النفثالين متوسط السمِّية عند ابتلاعه أو استنشاقه أو ملامسته للجلد.**
- **4،1– ثنائي كلوروبنزين مهيِّج للعين والجلد والجهاز التنفسي، وهو سام إذا ابتلع.**

ما قبل التجربة

يُعبَّر عن ثابت الانخفاض في درجة التجمد K_f بالمعادلة الآتية: $\Delta T_f = K_f\, m$

حيث ΔT_f التغير في درجة التجمد بوحدة °C، و K_f ثابت الانخفاض في درجة التجمد بوحدة °C.kg /mol وتمثل m المولالية بوحدة mol /kg.

1. اقرأ التجربة كاملة، ثم استخدم الجدول الدوري في كتابك المدرسي للإجابة عن الأسئلة الآتية:
   a. ما الكتلة المولية للكافيين $C_8H_{10}N_4O_2$ بوحدة g /mol؟
   b. ما عدد مولات الكافيين الموجودة في 5.00 g من الكافيين؟

2. ما كتلة كمية من الماء – بوحدة kg – حجمها 250 mL؟ علماً أنّ كثافة الماء 1.0 kg/L.

3. ما مولالية محلول يحتوي على 5.0 g كافيين في 250 mL ماء (بوحدة mol/kg)؟

4. يتجمد المحلول في السؤال 3 عند درجة حرارة 0.192°C –. ولأن الماء يتجمد عادة عند 0°C فهذا يعني أن درجة التجمد انخفضت بمقدار 0.192°C. لذلك فإن مقدار $\Delta T_f = -0.192°C$. ما مقدار ثابت انخفاض درجة تجمد الماء K_f؟

خطوات العمل

الجزء A

1. ضع 400 mL ماء في الكأس الزجاجية، ثم سخن الماء باستخدام سخّان كهربائي حتى الغليان. **تحذير: يمكن أن يسبب السخّان الكهربائي والماء المغلي حروقًا.**

2. اقرأ تعليمات السلامة المختبرية في بداية هذا الدليل قبل إدخال مقياس الحرارة في إحدى ثقوب السدادة المطاطية.

تحذير: اقرأ التعليمات بتأنٍّ، وتأكد من وضع بعض الجليسرول أو القليل من الصابون على طرف الثرمومتر قبل إدخاله في السدادة. لا تحاول إدخال المقياس بقوة؛ فقد ينكسر في يدك، وإذا واجهت بعض الصعوبات فاطلب المساعدة إلى معلمك.

3. أدخل سلك التحريك في الفتحة الثانية للسدادة المطاطية، ثم ضع السدادة مع ما فيها جانبًا.

4. قس كتلة أنبوب الاختبار إلى أقرب 0.01 g، وسجِّل ذلك في **جدول البيانات 1**.

5. أضف 10 g من النفثالين إلى أنبوب الاختبار، ثم قس كتلة النفثالين مع أنبوب الاختبار، وسجِّل ذلك في **جدول البيانات 1**. احسب كتلة النفثالين وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.

6. ثبِّت أنبوب الاختبار عموديًّا باستخدام ماسك أنابيب الاختبار داخل حوض ماء ساخن (عند درجة الغليان)، وتأكّد من أنّ كمية النفثالين كلها تحت سطح الماء الساخن، وعندما يبدأ النفثالين في الانصهار ضع السدادة المطاطية مع محتوياتها على فوهة أنبوب الاختبار. **تحذير: قد يكون أنبوب الاختبار ساخنًا.** تأكد أن يكون مستودع مقياس الحرارة مغمورًا داخل النفثالين، وأن تكون حلقة سلك التحريك حول مستودع مقياس الحرارة. حرِّك سلك التحريك إلى أعلى وإلى أسفل لتحرِّك محتويات الأنبوب. حرك النفثالين في أثناء تسخينه حتى ينصهر تمامًا.

7. ارفع أنبوب الاختبار من حوض الماء الساخن عن طريق تغيير موقع ماسك أنبوب الاختبار، بحيث لا يصبح الأنبوب فوق الكأس. **تحذير: قد يكون ماسك أنبوب الاختبار ساخنًا.** راقب درجة حرارة النفثالين في أثناء تبريده، مع الاستمرار في تحريكه للتأكد من أن درجة حرارته ثابتة في أثناء ذلك.

8. عندما تصل درجة حرارة النفثالين المنصهر إلى 90 °C، ابدأ في تسجيل الزمن المنقضي ودرجة الحرارة في **جدول البيانات 2**، حيث ستكون أولى البيانات المسجّلة فيه هي درجة الحرارة 90 °C والزمن المنقضي 0 ثانية. سجِّل القياسات كل 30 s، وسجِّل درجات الحرارة كلها إلى أقرب 0.1 °C.

9. ولتحديد درجة التجمد بدقة، يجب ملاحظة منحنى التبريد أعلى وأسفل درجة التجمّد. ولذلك يجب الاستمرار في تسجيل درجة الحرارة حتى بعد تجمّد النفثالين. توقف عن أخذ القياسات عندما تصبح درجة الحرارة أقل من 70 °C.

الجزء B

1. عدِّل موقع ماسك أنبوب الاختبار بحيث ينغمر الأنبوب وما يحتويه من نفثالين صلب جزئيًا في الحمام المائي الساخن. سخِّن أنبوب الاختبار حتى ينصهر النفثالين وتستطيع عندئذ إزالة السدادة، ومقياس الحرارة. **تحذير: قد يكون كل من مقياس الحرارة وأنبوب الاختبار وسلك التحريك ساخنًا.** لا تتخلص من النفثالين، بل قم بإزالة العالق منه على السدادة ومقياس الحرارة وسلك التحريك عن طريق غسله بالأسيتون.
2. قس كتلة أنبوب الاختبار مع النفثالين مرة أخرى، ثم احسب كتلة النفثالين المتبقية في أنبوب الاختبار وسجِّل هذه القيم في **جدول البيانات 1**.
3. أضف 1.0 g تقريبًا من 1، 4– ثنائي كلوروبنزين إلى أنبوب الاختبار، ثم قس كتلة الأنبوب ومحتوياته، واحسب كتلة 1، 4– ثنائي كلوروبنزين المضافة. سجِّل هذه القيم في **جدول البيانات 1**.
4. تأكَّد من جفاف كل من السدادة ومقياس الحرارة وسلك التحريك وخلوها من الأسيتون.
5. كرِّر الخطوتين 2 و3 من الجزء A.
6. كرِّر الخطوات 9 – 6 من الجزء A.

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلَّص من النفايات حسب توجيهات معلِّمك.
2. نظِّف مكان عملك ثم اغسل يديك.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
	الجزء A	**الجزء B**
كتلة أنبوب الاختبار (g)		
كتلة أنبوب الاختبار والنفثالين (g)		
كتلة النفثالين (g)		
كتلة أنبوب الاختبار والنفثالين و1، 4– ثنائي كلوروبنزين (g)		

جدول البيانات 2		
الزمن المستغرق (s)	**درجة الحرارة °C في الجزء A**	**درجة الحرارة °C في الجزء B**
0	90°C	90°C
30		
60		
90		
120		
150		
180		
210		

1. استعن بالبيانات التي سجلتها في الجزء A، ومثِّل بيانيًّا العلاقة بين درجة الحرارة (على محور الصادات)، والزمن (على محور السينات) لتبريد النفثالين دون أن تصل النقاط معًا، وسمِّ هذا الرسم منحنى تبريد النفثالين النقي.

2. يجب أن يظهر الرسم في السؤال الأول منطقتين أو ثلاث مناطق يختلف بعضها عن بعض بتغير ميل الخط الذي يمر من خلال النقاط. ارسم أفضل خط مستقيم يمر خلال النقاط في كل منطقة. ستكون النقاط التي يتقاطع عندها أفضل الخطوط هي أفضل تقدير لدرجة تجمُّد النفثالين. ثم سجِّل تقديرك لدرجة التجمّد للنفثالين على الخط أدناه.

.....

.....

.....

3. استعن بالبيانات التي سجلتها في الجزء B، ومثِّل بيانيًّا العلاقة بين درجة الحرارة (على محور الصادات) والزمن (على محور السينات) لتبريد محلول النفثالين و1،4– ثنائي كلوروبنزين دون أن تصل النقاط معًا. سمِّ هذا الرسم منحنى تبريد محلول النفثالين و1،4– ثنائي كلوروبنزين. حدِّد درجة تجمّد المحلول في **الجزء B** باتباع إرشادات السؤال 2. وسجِّل تقديرك لدرجة تجمّد محلول النفثالين و1،4– ثنائي كلوروبنزين على الخط أدناه.

.....

.....

.....

التحليل والاستنتاج

1. قياس الأرقام واستخدامها

a. ما كتلة النفثالين المستخدمة في **الجزء B** بوحدة الكيلوجرام kg؟

.....

.....

b. إذا كانت الصيغة الجزيئية للمركب 1،4– ثنائي كلوروبنزين هي $C_6H_4Cl_2$ فما كتلته المولية؟

.....

.....

c. ما مولالية 1،4– ثنائي كلوروبنزين في النفثالين؟

.....

.....

d. ارمـز لدرجـة التجمّـد للنفثاليـن النقي مـن **الجزء A** بالرمـز T_A، وارمـز لدرجة التجمّـد لمحلـول 4،1– ثنائي كلوروبنزين من **الجزء B** بالرمز T_B، ثم اقسـم الفرق بيـن درجتي التجمّد على مولالية 4،1–ثنائي كلوروبنزين للحصول على ثابت انخفاض درجة التجمّد K_f للنفثالين.

.....

.....

.....

2. **تحليل الخطأ** قارن بين ثابت الانخفاض في درجة التجمّد الذي تم حسابه في هذه التجربة مع القيمة الحقيقية، ثم عدِّد مصادر الخطأ الممكنة، وفسِّر كيف يمكن لها أن تؤثر في النتائج؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. لمـاذا يجب خلـط الماء مع مـادة مانعه للتجمّد في راديتر (مبرد السيارة) في الشتاء؟

2. يوضـع ملح الطعـام على الطـرق في الشـتاء في بعض البلدان شـديدة البرودة. فسـرّ كيف يساعد ذلك على منع تراكم الثلوج عليها؟

تجربة 3

الأحماض والقواعد والتعادل

Acids, Bases, and Neutralization

التعادل تفاعل كيميائي يحدث بين حمض وقاعدة، وينتج ملحًا وماء.

ماء + ملح ⟶ قاعدة + حمض

تتفاعل أيونات الهيدرونيوم (الهيدروجين) من المحلول الحمضي– في تفاعل التعادل – مع أيونات الهيدروكسيد من المحلول القاعدي. ويمكن تمثيل التفاعل بالمعادلة الآتية:

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

لاحظ أن مولاً واحدًا من أيونات الهيدرونيوم قد تفاعل مع مول واحد من أيونات الهيدروكسيد، ويكون المحلول الناتج متعادلاً إذا كانت كمّيّتا الحمض والقاعدة متكافئتين كيميائيًّا.

يتغير لون الكواشف– وهي أصباغ كيميائية– مع تغير pH. فورق تبّاع الشمس والفينولفثالين مثلاً كاشفان شائعان يستخدمان في تفاعلات الأحماض والقواعد، وقد تم اختيارهما لأنهما يغيران لونيهما عند تعادل المحلول. فتبّاع الشمس لونه أحمر في المحاليل الحمضية، وأزرق في المحاليل القاعدية، بينما يكون الفينولفثالين عديم اللون في المحاليل الحمضية، ووورديًّا في المحاليل القاعدية.

المشكلة

- ما المادة التي تتكون في أثناء تفاعل التعادل؟

الأهداف

- **تقارن** بين لون كاشف في محلول حمضي ولونه في محلول قاعدي.
- **تصنّف** محلولاً على أنه حمض أو قاعدة بملاحظة لون الكاشف في ذلك المحلول.
- **تلاحظ** التغيّر في لون الكاشف عندما يتحول المحلول من حمضي إلى قاعدي.
- **تستنتج** نوع المادة التي تتكون في أثناء تفاعل التعادل بين حمض وقاعدة.

المواد والأدوات

حمض الهيدروكلوريك 1.00M HCl
حمض الكبريتيك 1 M H_2SO_4
حمض الإيثانويك 1M CH_3COOH
هيدروكسيد الصوديوم 1.00M NaOH
هيدروكسيد الأمونيوم 1 M NH_4OH
ماء الجير– محلول هيدروكسيد الكالسيوم المشبع $Ca(OH)_2$
فينولفثالين
أوراق تبّاع الشمس الزرقاء(عدد 6)
أوراق تبّاع الشمس الحمراء(عدد 6)
كأس سعتها 100 mL (عدد 2)
مخبار مدرج سعته 10 mL
أنابيب اختبار (عدد 6)
حامل أنابيب اختبار
قطّارة
لهب بنزن
ولاعة
حامل حلقة
حلقة
شبك تسخين
ورق ترشيح
ساق تحريك زجاجية
طبق تبخير

- **البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر، والقفازين دائمًا.**
- **تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.**
- **حمـض الهيدروكلوريك، وحمـض الكبريتيك، وحمـض الإيثانويك مواد سامّة وحارقة للجلد والملابس.**
- **هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم كاويان للجلد وسامان.**
- **ماء الجير مهيّج للأنسجة.**

ما قبل التجربة

1. ما المقصود بالتعادل؟

2. قـارن بيـن لـون ورق تبّاع الشـمس فـي المحاليل الحمضيّة والمحاليل القاعديّة.

3. قارن بين لون كاشـف الفينولفثاليـن في المحاليل الحمضية والقاعدية.

4. اقرأ التجربة كاملةً. ثم كوّن فرضية حول كيف يمكن معرفة متى يتعادل الحمض أو القاعدة. ثم سـجِّل فرضيتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.

5. لخِّـص خطـوات العمـل التـي سـتتبعها لاختبار فرضيتك.

خطوات العمل

الجزء A: الأحماض والقواعد

1. رقِّم ستة أنابيب اختبار من 1 إلى 6.

2. اسـكب 1mL تقريبًا من حمـض الهيدروكلوريك 1M HCl في أنبوب الاختبار رقم 1.

3. اسـكـب 1mL تقـريبًـا مـن حمـض الكبـريتـيك $1M\ H_2SO_4$ في أنبوب الاختبار رقم 2.

4. اسـكـب 1mL تقريبًا مـن حـمـض الإيثـانـويك $1M\ HC_2H_3O_2$ في أنبوب الاختبار رقم 3.

5. اسـكب 1mL تقريبًا من هيدروكسـيد الصوديوم 1 M NaOH في أنبوب الاختبار رقم 4.

6. اسـكب 1mL تقريبًا من هيـدروكسـيد الأمونيوم $1M\ NH_4OH$ في أنبوب الاختبار رقم 5.

7. اسـكب 1mL تقريبًا من ماء الجير –هيدروكسـيد الكالسـيوم المركَّـز– $Ca(OH)_2$ فـي أنبـوب الاختبار رقم 6.

8. ضع ست قطع من ورق تبَّاع الشمس الأحمر، وست قطع من ورق تبَّاع الشمس الأزرق على ورقة ترشيح.

9. اسـتخدم سـاق تحريـك لنقـل قطـرة واحـدة من حمـض الهيدروكلوريك (أنبوب الاختبار رقم 1) إلى قطعة مـن ورق تبَّاع الشـمس الأحمر. وقطرة أخرى منه إلى قطعة من ورق تبَّاع الشمس الأزرق.

10. سجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

11. اغسـل سـاق التحريك، وكـرِّر الخطوتيـن 9 و10 للمحاليـل الباقية. تأكد من غسـل سـاق التحريك جيدًا بعد فحص كل محلول.

12. أضـف قطرتين مـن محلـول الفينولفثالين إلى كل محلول في كل من أنابيب الاختبار المرقمة.

13. سجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

الجزء B: التعادل

1. اكتب كلمة (حمض) على كأس سعتها 100 mL وضع فيها 15 mL من حمض الهيدروكلوريك 1.0M HCl
2. اكتب كلمة (قاعدة) على كأس ثانية سعتها 100 mL، وضع فيها 15mL تقريبًا من محلول هيدروكسيد الصوديوم 1.0M NaOH
3. قس 10mL من حمض الهيدروكلوريك HCl باستخدام المخبار المدرج، ثم ضعه في طبق تبخير نظيف.
4. أضف قطرتين من محلول الفينولفثالين إلى الحمض في طبق التبخير.
5. حرك الحمض جيدًا وأضف تدريجيًّا 9 mL من هيدروكسيد الصوديوم 1.0M NaOH
6. مستخدمًا القطارة، أضف المزيد من هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1.00 M NaOH قطرة قطرة إلى محلول الحمض، وحرك جيدًا بعد كل قطرة إلى أن تُحدِث قطرةً واحدة من القاعدة تغيرًا في لون المحلول فيبقى وردي اللون بشكل دائم.
7. أضف قطرة من حمض الهيدروكلوريك HCl 1.0M سيختفي اللون الوردي، وإلاّ فأضف قطرة أخرى.
8. ثبِّت الحلقة بحامل الحلقة وضع فوقها شبك التسخين. ثم ضع طبق التبخير على الشبك.
9. استخدم لهب بنزن لتسخين محتويات طبق التبخير ببطء حتى تقترب من الجفاف.
10. اترك طبق التبخير حتى يبرد وافحص محتوياته.

فرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.
2. أعد الأدوات المختبرية إلى أماكنها.
3. بلّغ معلمك عن أي أداة أُتلفت أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1					
رقم أنبوب الاختبار	اسم المادة	لون ورقة تبَّاع الشمس الزرقاء	لون ورقة تبَّاع الشمس الحمراء	لون الفينولفثالين	حمض أم قاعدة؟
1	حمض الهيدروكلوريك				
2	حمض الكبريتيك				
3	حمض الإيثانويك				
4	هيدروكسيد الصوديوم				
5	هيدروكسيد الأمونيوم				
6	هيدروكسيد الكالسيوم				

التحليل والاستنتاج

1. **تطبيق المفاهيم** صِفْ كيف يمكن استخدام ورق تبَّاع الشمس للتمييز بين حمض وقاعدة؟

.....

.....

2. **التصنيف** أكمل العمود الأخير في **جدول البيانات 1**.
3. **تطبيق المفاهيم** صِفْ كيف يمكن استخدام الفينولفثالين للتمييز بين حمض وقاعدة.

.....

.....

4. **الملاحظة والاستنتاج** اشـرح لماذا بقي الفينولفثاليـن دون لون عند خلط 10 mL من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 1.0 M مع 9 mL تقريبًا من هيدروكسيد الصوديوم الذي تركيزه 1.0 M

.....

.....

5. **الملاحظة والاستنتاج** ما أهمية التغير إلى اللون الوردي الدائم في الخطوة 6؟

.....

.....

6. **الملاحظة والاستنتاج** لماذا اختفى اللون الوردي في الخطوة 7، عندما أضيفت قطرة من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 1.0 M؟

.....

.....

7. **الملاحظة والاستنتاج** صِف المادة الصلبة المترسبة بعد تسخين محتويات طبق التبخير إلى أن يجف تقريبًا.

.....

.....

8. **استخلاص النتائج** حدّد المادة الصلبة المترسبة بعد تسخين محتويات طبق التبخير.

.....

.....

9. **القياس واستخدام الأرقام** اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل التفاعل بين حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم.

.....

.....

10. **التوقع** ما كمية هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز 2.0 M التي تلزم لمعادلة 10 mL من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 1.0M؟ فسر إجابتك.

.....

.....

11. **تحليل الخطأ** قارن بين إجاباتك في **جدول البيانات 1** وإجابات زملائك. ما أسباب الاختلاف بين إجاباتكم إن وجد؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. وضِّح الفرق بين استخدام مضادات الحموضة ومثبّطات الحمض في علاج حموضة المعدة الزائدة.

2. اشرح لماذا تعد معادلة درجة حموضة التربة مهمة في الاقتصاد الزراعي؟

تجربة 4

تحديد النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل

Determining the percent of acetic acid in vinegar

تُستعمل عملية المعايرة في تحديد تركيز حمض أو قاعدة بمعادلة حجم معلوم من الحمض أو القاعدة بمحلول قياسي لقاعدة أو حمض. والمحلول القياسي محلول يتم تحديد مولاريته بدقة مختبريًّا، ويضاف في أثناء عملية المعايرة ببطء إلى المحلول الآخر المراد تحديد مولاريته حتى الوصول إلى نقطة التكافؤ؛ وهي النقطة التي تتساوى عندها مولات الحمض ومولات القاعدة. ويمكن تعرّف نقطة التكافؤ بوضع كاشف في خليط التفاعل، فيتغير لونه عند الوصول إلى نقطة التكافؤ. لذا فكل ما تحتاج إليه من بيانات لحساب مولارية الحمض أو القاعدة المجهولة هو حجم المحلول القياسي ومولاريته وحجم المحلول الحمضي أو القاعدي المجهول.

ستقوم في هذه التجربة أولاً بمعايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع كتلة معلومة من حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$. ثم تستخدم محلولك الذي أصبح قياسيًّا لمعايرة عينة من الخل (محلول حمض الإيثانويك) CH_3COOH، وتستطيع من البيانات التي حصلت عليها من عملية المعايرة أن تحسب عدد مولات وكتلة حمض الإيثانويك في عينة الخل، ثم تحدِّد النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل.

المشكلة

ما النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل؟

الأهداف

- **تحضِّر** محلولاً من NaOH
- **تحدّد** مولارية محلول NaOH
- **تحدّد** النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل.

المواد والأدوات

حبيبات هيدروكسيد الصوديوم NaOH	مخبار مدرج سعته 100 mL
محلول حمض الإيثانويك (خل أبيض)	حامل حلقة
حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4.2H_2O$	سحَّاحة
محلول الفينولفثالين.	ماسك سحَّاحة
دورق سعته 250 mL (عدد 2)	ميزان
كأس سعتها 250 mL	ملصق
قارورة بلاستيكية سعتها 250 mL مع سدادة	ماء مقطر

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر، والقفازين دائمًا.**
- **حمض الأوكساليك وهيدروكسيد الصوديوم مادتان سامتان وكاويتان.**
- **امسح أي ماء إذا انسكب حتى لا يسبب انزلاقًا.**

ما قبل التجربة

1. اشرح باختصار ما يحدث في تفاعل التعادل.
2. ما المحلول القياسي؟
3. مـا نَـصّ المعادلة التـي تُسـتخدم لتحديد النسـبة المئوية للخطأ؟
4. اقرأ التجربة كاملةً، وكوّن فرضية حول اسـتخدام المحلول القياسـي في تحديد تركيز محلول آخر. سـجِّل فرضيتـك في الصفحـة التالية فـي المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

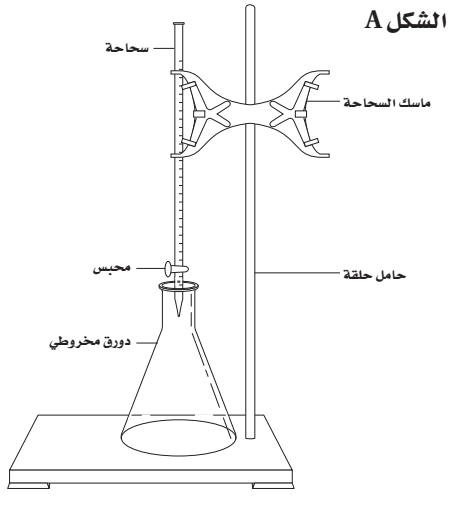
الجزء A: معايرة محلول NaOH

1. ضع ملصقًا على قارورة بلاستيكية نظيفة حجمها 250 mL ، واكتـب عليهـا (محلـول NaOH قياسـي). اكتـب اسـمك وتاريـخ التحضيـر على الملصق أيضًا.
2. أذب 50 حُبيبة NaOH تقريبًا في 200 mL من الماء المقطر.

تحذيـر: هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية للجلد

3. جهّـز السـحَّاحة، وماسـك السـحّاحة، والدورق كما هو مبين في الشكل A.

الشكل A



4. جهّز السحَّاحة بغسلها أولاً بماء الصنبور، ثمّ بالماء المقطـر، وأخيـرًا بـ (5 – 10 mL) مـن محلول NaOH.
5. أغلق محبس السحَّاحة واسكب 5 mL تقريبًا من محلول NaOH داخلها.
6. للتأكـد من خلـو السـحَّاحة من الهواء ضع كأسًـا أخرى تحت السـحَّاحة. افتـح المحبس ثم اجعل قطـرة أو اثنتيـن من محلـول NaOH تسـقط في الكأس.
7. سجّل حجم NaOH الابتدائي في **جدول البيانات 1**.
8. نظـف الـدورق، واغسـله بالماء المقطـر وجففه. ثـم قـس كتلتـه وهـو فـارغ وسـجِّلها فـي **جدول البيانات 1**.
9. أضـف 1.0 g تقريبًا من حمض الأوكسـاليك إلى الـدورق، وقس كتلته ثانية. سـجِّل كتلـة الدورق والحمض في **جدول البيانات 1**.
10. اسـكب 50 mL تقريبًـا مـن المـاء المقطـر فـي الـدورق الـذي يحتـوي علـى الحمـض. وحرِّك الدورق بلطف حتى يذوب حمض الأوكساليك.
11. أضـف 3 قطـرات مـن محلـول الفينولفثالين إلى محلـول الحمـض فـي الـدورق. ثم ضعـه تحت السحَّاحة بحيث يكون طرف السحَّاحة داخلاً من (1–2 cm) في فوهة الدورق.
12. ابـدأ المعايـرة بالسـماح لكميـات صغيـرة مـن NaOH (قطـرة – قطـرة) بالانسـياب تدريجيًّـا إلـى الـدورق الـذي يحتـوي محلـول الحمض. حرك الدورق بشـكل دائـري لكي تختلط القاعدة بالحمض.
13. عندمـا يبـدأ اللـون الوردي للكاشـف يأخـذ وقتًا أطـول للاختفـاء تكـون قـد اقتربـت مـن نقطـة التكافـؤ. عـدّل محبـس السـحَّاحة بحيـث تنـزل قطرات القاعدة ببطء.
14. اسـتمر فـي إضافة قطـرات القاعـدة حتى تحصل على لون وردي فاتح دائم. سجِّل الحجم النهائي لمحلول NaOH في **جدول البيانات 1**.

الجزء B: تحديد النسبة المئوية للحمض في الخل

1. قس كتلة دورق نظيف آخر، وسجِّلها في **جدول البيانات 2**.
2. اسكب 30 mL تقريبًا من الخل في الدورق، ثم قس كتلة الدورق والخل وسجِّلها في **جدول البيانات 2**.
3. املأ السحَّاحة مرة أخرى بمحلول NaOH، حتى يصل مستوى المحلول إلى علامة 5 mL تقريبًا. سجِّل هذا الحجم الابتدائي في **جدول البيانات 2**.
4. أضف محلول NaOH إلى محلول الحمض، باتباعك الخطوات 14 – 11 في الجزء A، ثم سجِّل حجم NaOH النهائي في **جدول البيانات 2**.

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلّص من نفايات المواد الكيميائية، وأعد المواد الكيميائية الفائضة حسب توجيهات معلمك.
2. أعد الأدوات المختبرية إلى أماكنها.
3. نظف منطقة عملك في المختبر، واغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

الفرضية

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
كتلة الدورق مع حمض الأوكساليك (g)	
كتلة الدورق فارغًا (g)	
كتلة حمض الأوكساليك (g)	
عدد مولات حمض الأوكساليك	
حجم NaOH النهائي (mL)	
حجم NaOH الابتدائي (mL)	
حجم NaOH المستخدم (mL)	
عدد مولات NaOH	
مولارية NaOH (M)	

جدول البيانات 2	
كتلة الدورق والخل (g)	
كتلة الدورق فارغًا (g)	
كتلة الخل (g)	
حجم NaOH النهائي (mL)	
حجم NaOH الابتدائي (mL)	
حجم NaOH المستخدم (mL)	
كتلة حمض الإيثانويك (g)	
النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في محلول الخل	

1. أكمل **جدول البيانات 1** بحساب كل مما يأتي:
   - **a.** كتلة حمض الأوكساليك المستخدم لمعايرة محلول NaOH في الجزء A .
   - **b.** حجم محلول NaOH المستخدم لمعادلة حمض الأوكساليك.
2. أكمل **جدول البيانات 2** بحساب كل مما يأتي:
   - **a.** كتلة عينة الخل.
   - **b.** حجم NaOH اللازم لمعادلة حمض الإيثانويك في عينة الخل.

التحليل والاستنتاج

1. **القياس واستخدام الأرقام** احسب عدد مولات حمض الأوكساليك من خلال كتلة الحمض المستخدم وكتلته المولية، وسجِّله.

.....

.....

2. **تطبيق المفاهيم** اكتب معادلة تفاعل حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH. ما نسبة مولات NaOH إلى مولات $H_2C_2O_4$؟

.....

.....

3. **تطبيق المفاهيم** استخدم عدد مولات حمض الأوكساليك التي قمت بحسابها في السؤال 1 ونسبة المولات في السؤال 2 لتحديد عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم NaOH.

.....

.....

4. **القياس واستخدام الأرقام** حوّل حجم NaOH المستخدم من وحدة mL إلى L، ثم حدد عدد مولات NaOH لكل لتر. سجِّل نتيجتك كمولارية **M** في **جدول البيانات 1**.

.....

.....

5. **القياس واستخدام الأرقام** استخدم مولارية محلول NaOH وحجمه المستخدم في الجزء B؛ لتحديد عدد مولات NaOH المستخدمة لمعايرة حمض الإيثانويك في عينة الخل.

.....

.....

6. **تطبيق المفاهيم** اكتب معادلة التعادل لحمض الإيثانويك CH_3COOH. ما نسبة مولات هيدروكسيد الصوديوم إلى مولات حمض الإيثانويك؟ وما عدد مولات حمض الإيثانويك في عينة الخل؟

.....

.....

7. **القياس واستخدام الأرقام** استخدم مولات حمض الإيثانويك وكتلته المولية لحساب كتلة حمض الإيثانويك في عينة الخل.

.....

.....

8. القياس واستخدام الأرقام استخدم كتلة حمض الإيثانويك والكتلة الكلية لعينة الخل لحساب النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل.

.....

.....

9. تحليل الخطأ احسب النسبة المئوية للخطأ في النتيجة المختبرية مستخدمًا القيمة الفعلية (الصحيحة) التي زوَّدك بها معلمك. استخدم معادلة النسبة المئوية للخطأ:

$$\text{نسبة الخطأ المئوية} = \frac{|\text{القيمة المقيسة} - \text{القيمة الصحيحة}|}{\text{القيمة الصحيحة}} \times 100$$

.....

.....

10. اشرح الأخطاء التي قد تكون ساهمت في حدوث أي اختلاف.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح كيف يمكن استخدام المعايرة في تحديد آثار المطر الحمضي في البيئة؟	**2.** اشرح كيف يمكن استخدام المعايرة في الفحوصات الطبية؟

تجربة 5

ميل الفلزات إلى فقد الإلكترونات

Electron-Losing Tendencies of Metals

تُسمى المواد الكيميائية التي لها القدرة على اختزال عدد التأكسد لمواد أخرى، بمنحها إلكترونات، العواملَ المختزلة. وللعامل المختزل القوي كهروسالبية منخفضة. سوف تقوم في هذه التجربة بمراجعة كهروسالبية فلزات متعددة؛ لذا استعن بالمعلومات المتوافرة لتتوقع القوة النسبية للفلزات بوصفها عوامل مختزلة، ثم أجرِ تجربتين للتّحقّق من توقعاتك.

المشكلة

كيف تحدد أي الفلزين أقوى بوصفه عاملاً مختزلاً؟

الأهداف

- **تتوقّع** القوى النسبية لعدد من الفلزات بوصفها عوامل مختزلة.
- **تُجري** تجربة لتتحقّق من توقُّعك.

المواد والأدوات

أنبوب اختبار عدد (3)	أشرطة من فلز خارصين Zn
حامل أنابيب اختبار	أشرطة من فلز النحاس Cu
قلم تخطيط	أشرطة من الماغنسيوم Mg
مخبار مدرج سعته 10 mL	قطعتا كالسيوم Ca
مخبار مدرج سعته 50 mL	سلك مواعين أو ورق صنفرة
ملقط (تشريح)	كأس سعتها 250 mL
محلول نترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$	كاشف فينولفثالين
محلول نترات النحاس II $Cu(NO_3)_2$	قطارة
محلول نترات الماغنسيوم $Mg(NO_3)_2$	حمض هيدروكلوريك 1.0 M HCl

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **محلول الفينولفثالين سامٌ وقابل للاشتعال، فكن حذرًا، ولا تشعل اللهب عند استعمال المحلول.**
- **الكالسيوم مادة آكلة ومؤذية لأنسجة الجسم.**
- **نترات النحاس (II) مادة سامّة.**
- **نترات الخارصين مادة مهيِّجة لأنسجة الجسم.**
- **نترات الماغنسيوم مادة مهيِّجة للجسم والعيون.**

ما قبل التجربة

1. حدّد مواقع الماغنسيوم والكالسيوم والنحاس والخارصين على الجدول الدوري. أي ثلاثة من هذه الفلزات تقع في الدورة نفسها؟ وأي فلزين يقعان في المجموعة نفسها؟
2. إذا كانت الكهروسالبية للألومنيوم 1.61، وللفضة 1.93، فأي الفلزين أقوى بوصفه عاملاً مختزلاً؟
3. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية حول القوى النسبية للفلزات الأربعة بوصفها عوامل مختزلة مرتبة من الأقوى إلى الأضعف، وسجل فرضيتك في المكان المخصص لذلك.
4. لخص الإجراءات التي ستستعملها لاختبار فرضيتك.

خطوات العمل

الجزء A

1. نظّف أشرطة الخارصين، والنحاس والماغنسيوم بسلك المواعين أو ورق الصنفرة.
2. ضع ثلاثة أنابيب اختبار على حامل الأنابيب، وعنون كل أنبوب بمحتواه من المحاليل الثلاثة: محلول نترات الخارصين، محلول نترات النحاس II، محلول نترات الماغنسيوم.
3. قس 5 mL من ماء الصنبور باستعمال المخبار المدرج، واسكبه في أحد أنابيب الاختبار. مستعملًا قلم التخطيط، ضع علامة عند مستوى 5 mL في الأنبوب، وتخلص من الماء في المغسلة، وكرّر الخطوات نفسها مع الأنبوبين الآخرين.
4. املأ أنابيب الاختبار الثلاثة حتى مستوى 5 mL بالمحاليل التي تمثلها.
5. ضع شريطًا من الخارصين في كل أنبوب اختبار.
6. سجل ملاحظاتك في جدول البيانات 1 بعد مضي خمس دقائق، واصفًا أي أدلة على حدوث التفاعل، وإذا لم يكن هناك تفاعل فسجّل "لا تفاعل".
7. اسكب محتويات أنابيب الاختبار في الكأس المخصصة لذلك. استعن بالملقط لرفع أشرطة الخارصين من الأنابيب، واغسلها بالماء وجفّفها بورق التنشيف، واغسل أيضًا أنابيب الاختبار جيدًا بالماء، وتخلَّص من المحاليل المستعملة، كما يخبرك معلمك.
8. كرّر الخطوات(5 – 7) مستعملاً أشرطة النحاس بدل أشرطة الخارصين، ثم استعمل أشرطة الماغنسيوم.

الجزء B

1. ضع 15 mL من الماء المقطر في أنبوب اختبار، و 50 mL من الماء المقطر في كأس سعتها 250 mL.
2. أضف قطرتين من الفينولفثالين إلى الماء المقطر في كل من أنبوب الاختبار والكأس.
3. ضع شريطًا من الماغنسيوم في أنبوب الاختبار.
4. استخدم ملقطًا لوضع قطعة صغيرة من الكالسيوم في الكأس.
5. راقب التفاعلين مدة 5 دقائق، فإذا لم تلاحظ حدوث تفاعل فاكتب "لا تفاعل"، وضع الأدوات جانبًا، وانتظر حتى اليوم الآتي، وانظر مرة أخرى، ثم سجل ملاحظاتك في جدول البيانات 2.
6. كرّر الخطوات (1–5) مستعملًا 1.0 M HCl بدلاً من الماء المقطر.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلـص من الفلـزات والمحاليل المسـتعملة باتّباع تعليمات معلمك.

2. أعد الأدوات التي استعملتها إلى أماكنها.

3. اغسل يديك جيدًا قبل ترك المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1			
العنصر	$Zn(NO_3)_2$	$Cu(NO_3)_2$	$Mg(NO_3)_2$
Cu			
Mg			
Zn			

جدول البيانات 2		
العنصر	التفاعل مع H_2O	التفاعل مع HCl
Mg		
Ca		

حلّل واستنتج

1. التواصـل اكتب معـادلات التفاعلات التي لاحظتها جميعهـا، وحدّد العامل المختزل فـي كل معادلة؛ وذلك بوضع دائرة حوله. واكتب "لا شيء" في الخطوات التي لم يحدث فيها تفاعل.

.....

.....

.....

2. الملاحظة والاستنتاج تأمل المعادلات التي كتبتها في الجزء B، لماذا أضيف الفينولفثالين إلى الماء المقطر؟

.....

3. تطبيق المفاهيم التفاعلات جميعها التي أجريتها من النوع نفسه، فما اسم هذا النوع؟

.....

4. التسلسـل رتّـب الفلـزات في الجزء A تبعًا لقوّتهـا بوصفها عاملاً مختزلاً من الأقوى إلـى الأضعف. أيّ الفلزين في الجزء B هو العامل المختزل الأقوى؟

.....

5. **المقارنة** استخدم نتائج الجزأين A، B واكتب قائمة بالفلزات الأربعة من الأقوى إلى الأضعف بوصفها عاملاً مختزلاً.

.....

6. **استعمال الأرقام** ما كهروسالبية الفلزات الأربعة التي استعملتها في التجربة؟ هل تدعم هذه الأرقام النتائج التي حصلت عليها في التجربة؟

.....

7. **تفسير البيانات** ما الذي كان يمكن فعله للتعبير عن النواتج بصورة كمية في كل تفاعل في الجزء B؟

.....

8. **التوقُّع** هل تعتقد أن البريليوم أقوى من الماغنسيوم بوصفه عاملاً مختزلاً؟ ولماذا؟

.....

.....

9. **المقارنة** ابحث عن كهروسالبية كل من البريليوم والخارصين، وأيهما أقوى بوصفه عاملاً مختزلاً؟ اشرح إجابتك.

.....

10. **التوقُّع** ما كمية هيدروكسيد الصوديوم الذي تركيزه 2 M والتي تلزم لمعادلة 10 mL من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 1.0 M؟ وضح ذلك.

.....

11. **تحليل الخطأ** هل دعمت قوى الفلزات الأربعة –بوصفها عوامل مختزلة– فرضيتَك؟ اكتب جملة تربط فيها النتائج التي حصلت عليها بفرضيتك.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تُرى، ما سبب شيوع استعمال النحاس في صناعة النحاسيات التي تعرض في الهواء الطلق؟
2. لماذا لا يوجد الكالسيوم حرًّا في الطبيعة؟
3. يستعمل فلز الخارصين عادةً لتغطية الأجسام المصنوعة من الحديد في عملية تسمى الجلفنة. تُرى، أيُّ الفلزين أكثر نشاطًا؟ فسر إجابتك.

تجربة 6

حساب أعداد التأكسد

Determining Oxidation Numbers

يعـد تفاعـلا الأكسـدة والاختـزال مهمين جدًّا فـي الكيمياء؛ فهما الأسـاس لكثير مـن المنتجات والعمليـات، بدءًا من البطاريـات إلـى عملية التنفـس وعملية البناء الضوئـي. ولعلك تعرف أن تفاعل الأكسـدة والاختزال يتضمـن نصف تفاعل أكسـدة يتـم فيـه فقد الإلكترونـات، ونصف تفاعل اختزال يحدث فيه كسـب لهـذه الإلكترونات. ولكي نسـتعمل تفاعلات الأكسـدة والاختـزال نحتاج إلى تعـرُّف ميل الأيونـات المتضمنة في أنصاف التفاعلات إلى كسـب الإلكترونات. ويسـمى هذا الميل جهد الاختزال، وتتوافر جداول بجهود الاختزال القياسـية لتزويدنا بمعلومات كمية حول حركة الإلكترونات في أنصاف تفاعلات الاختزال. وفي هذه التجربة ستسـتعمل جهد الاختزال إضافة إلى التحليل الوزني في تحديد عدد التأكسـد للمواد المتضمنة في التفاعل.

المشكلة

هـل يمكـن تحديد عدد التأكسـد من خـلال تحليل أنصاف التفاعلات وميل الإلكترونات فيها؟

الأهداف

- **تستكشـف وتحـدد** كميًّـا ميـل العناصر إلى اكتساب الإلكترونات.
- **تحدد** عدد التأكسد للمواد الكيميائية.

المواد والأدوات

كأس سعتها 75 mL (عدد 4)	ورقة ترشيح عدد 2
سلك نحاس طوله 10 cm (عدد 2)	قمع
نترات الفضة $AgNO_3$	ساق تحريك
نترات البوتاسيوم KNO_3	شريط لاصق
	ماء مقطر

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **نترات الفضة مادة كاوية وعالية السُّمِّيَّة وتسبِّب تهيُّجًا للجلد.**

ما قبل التجربة

1. اكتب معادلات التفاعلات الكيميائية الآتية:

a. أكسدة كل من: Ag, K , Cu

b. اختزال كل من: Ag^+, K^+, Cu^{2+}

2. اكتب المعادلة الأيونية النهائية لكل من:

a. تفاعـل النحاس الصلب مع نتـرات الفضة لتكوين نترات النحاس(II) والفضة الصلبة.

b. تفاعـل النحـاس الصلـب مـع نتـرات البوتاسـيوم لتكوين نترات النحاس (II) والبوتاسيوم الصلب.

3. اقـرأ التجربـة كاملـة. اعتمادًا على ما درسـته سـابقًا حول النشـاط الكيميائـي، أي الكـؤوس تُظهر دليلًا علـى حـدوث تفاعل كيميائـي؟ وما المـواد التي في الكؤوس بعد التفاعل؟

4. اكتـب فرضية توضـح كيـف يمكنك أن تحـدِّد عدد التأكسـد كما فـي هذه التجربة، وسـجلها في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

1. زن 4g من نترات الفضة، وسجّل الكتلة بالضبط، ثم ضعها في الكأس الأولى، ورقّم الكأس بالرقم 1.
2. زن 4g من نترات البوتاسيوم، وسجل الكتلة بالضبط. ثم ضعها في الكأس الثانية، ورقم الكأس بالرقم 2.
3. أضف 20 mL تقريبًا من الماء إلى الكأس 1 التي تحوي نترات الفضة، وحرك المحلول حتى تذوب النترات تمامًا.
4. أضف 20 mL تقريبًا من الماء إلى الكأس2 التي تحوي نترات البوتاسيوم، وحرّك المحلول حتى تذوب النترات تمامًا.
5. خذ قطعة صغيرة من الشريط اللاصق، واستعملها في عنونة قطع الأسلاك، واكتب Ag على السلك الذي ستستعمله مع نترات الفضة، و K على السلك الذي ستستعمله مع نترات البوتاسيوم.
6. لفّ كل قطعة من سلك النحاس في صورة ملف لكي تناسب فتحة القمع، وليسهل غمرها في المحلول الذي في الكأس، على أن تبقى العلامة التي كتب عليها اسم السلك فقط خارج المحلول.
7. قس كتلة كل قطعة من سلك النحاس وسجّلها.
8. ضع سلك النحاس الذي كتب عليه Ag في الكأس رقم 1 وسلك النحاس الذي كتب عليه K في الكأس 2. كن حذرًا من غمر العلامة التي كتب عليها اسم السلك في المحلول.
9. سجّل الزمن الذي يتم فيه غمر السلك في المحلول.
10. اكتب Ag على ورقة الترشيح الأولى، وK على ورقة الترشيح الثانية، باستعمال قلم الرصاص.
11. قس كتلة كل ورقة من ورقتي الترشيح وسجّلها.
12. اثنِ كل ورقة ترشيح إلى أرباع لإعدادها للترشيح.
13. صف محتويات كل كأس بعد مرور 20 دقيقة (من الخطوة 9).
14. ضع ورقة الترشيح التي كتب عليها K في قمع الترشيح، وأزل السلك K بحذر، وضعه في القمع.
15. ضع القمع مع سلك النحاس الذي كُتب عليه K في كأس أخرى، وارفع سلك النحاس من القمع برفق، واسكب محتوى الكأس 2 على سلك النحاس بحذر، ثم اغسله.
16. ضع سلك النحاس جانبًا حتى يجفّ، ثم انزع ورقة الترشيح من القمع، ودعها حتى تجفّ.
17. كرّر الخطوتين 14 و15 باستعمال سلك النحاس المكتوب عليه Ag، واغسله بمحتويات الكأس 1. واترك كلًّا من سلك النحاس وورقة الترشيح مع البقايا جانبًا لكي تجفّ.
18. وعندما تجفّ أوراق الترشيح قس كتلة كلّ من سلك النحاس وورقة الترشيح (مع البقايا الممكنة) التي كتب عليها الحرف K، وسجّلها .
19. وعندما تجفّ الأوراق قس وسجّل كتلة كل من سلك النحاس وورقة الترشيح (مع البقايا الممكنة) التي كتب عليها Ag، وسجّلها.
20. أكمل الجداول والحسابات.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلّص من النفايات

1. يمكن التخلّص من المحاليل جميعها في المغسلة، وسكب الماء بعد ذلك.
2. ويمكن التخلّص من النفايات الصلبة في وعاء النفايات الصلبة أو جمعها لإعادة تدويرها.
3. أعد جميع الأدوات إلى أماكنها.
4. نظّف مكان عملك، واغسل يديك جيدًا بالصابون أو المعقم قبل مغادرتك المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
الكأس 1	**البيانات**
كتلة نترات الفضة (g)	
الكتلة الابتدائية لسلك النحاس (g)	
الكتلة النهائية لسلك النحاس (g)	
كتلة سلك النحاس التي تفاعلت (g)	
الكتلة الذرية للنحاس (g /mol)	
عدد مولات النحاس التي تفاعلت (mol)	
الكتلة النهائية لورقة الترشيح و Ag	
كتلة ورقة الترشيح الابتدائية (g)	
كتلة Ag على ورقة الترشيح (g)	
الكتلة الذرية للفضة (g /mol)	
عدد مولات Ag على ورقة الترشيح (mol)	
ناتج قسمة مولات Ag على مولات Cu المتفاعلة	
مظهر الكأس 1 بعد مرور 20 دقيقة	

جدول البيانات 2	
الكأس 2	**البيانات**
كتلة نترات البوتاسيوم (g)	
كتلة سلك النحاس الابتدائية (g)	
كتلة سلك النحاس النهائية (g)	
كتلة سلك النحاس (g)	
الكتلة الذرية للنحاس (g /mol)	
عدد مولات النحاس التي تفاعلت (mol)	
كتلة ورقة الترشيح والبوتاسيوم (g)	
كتلة ورقة الترشيح (g)	
كتلة البوتاسيوم على ورقة الترشيح (g)	
الكتلة الذرية للبوتاسيوم (g /mol)	
عدد مولات البوتاسيوم على ورقة الترشيح (mol)	
ناتج قسمة مولات K على مولات Cu المتفاعلة	
مظهر الكأس 2 بعد مرور 20 دقيقة	

التحليل والاستنتاج

1. **جمع البيانات وتفسيرها** هل حدث تفاعل في الكأس 1، وفي الكأس 2؟

.....

2. **المقارنة** ما نسبة مولات Ag المتكوّنة إلى مولات Cu المستهلكة في الكأس 2؟

.....

3. **تطبيق المفاهيم** إذا تطلب اختزال Ag إلكترونًا واحدًا فقط لكل ذرة، فما عدد الإلكترونات التي فقدتها ذرة Cu لتتأكسد؟

.....

4. **الاستنتاج** ما عدد تأكسد أيونات النحاس في المحلول؟

.....

5. **الملاحظة والتفسير** فسّر ما يحدث في الكأسين اعتمادًا على معرفتك السابقة عن النشاط الكيميائي؟

.....

.....

6. **تحليل الخطأ** قارن توقعاتك بنتائج التجربة، وفسّر وجود أي اختلافات.

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. تعد الفضة مادة مهمة في التصوير، وهذا عائد إلى تفاعلات الأكسدة والاختزال لبروميد الفضة في وجود الضوء.

$$2AgBr + \text{ضوء} \rightarrow 2Ag + Br_2$$

ما المادة التي تتأكسد في هذا التفاعل؟ وما المادة التي تختزل؟

2. يعتمد مقدار الاختزال على الطول الموجي (أو طاقة) للضوء؛ فالضوء البنفسجي هو الطول الموجي المرئي الأكثر طاقة، وهو يحتاج فقط إلى 15 ثانية لاختزال المقدار نفسه من بروميد الفضة الذي يتم اختزاله خلال 5.5 دقائق بواسطة الضوء الأصفر. فلماذا يستعمل الضوء الأحمر في أكثر الغرف المظلمة؟

تجربة 7

تحليل الماء كهربائيًّا

Electrolysis of Water

للمـاء تركيـب معقد على نحو لافت للنظـر. ويمكن أن نعده – لأهـداف التحليل الكهربائي – محلـولًا مائيًّا مكوّنًا من أيونـات OH^- و H^+. تنجـذب أيونـات H^+، وتصطف لاكتسـاب الإلكترونات مـن الأنود الذي يملك فائضًـا منها. وعلى العكس تمامًا، فالكاثود يحتاج إلى الإلكترونات، لذا تصطف أيونات OH^- لتمنحه الإلكترونات.

وللكشف عن وجود غاز الهيدروجين، احقن الغاز في محلول من الرغوة أو الصابون، لتنتج فقاعات تشتعل بسرعة عند إشعالها بعود ثقاب (أو قداحة طويلة). وللكشف عن وجود الأكسجين، أدخل شظية متوهجة في الغاز، فتتوهج الشظية فورًا وتشتعل. وستكتشف في هذه التجربة ما يحدث عند مرور التيار الكهربائي في الماء.

المشكلة

ماذا يحدث عند مرور تيار كهربائي في الماء؟

الأهداف

- **تلاحظ** الرقم الهيدروجيني pH للماء بالقرب من الأقطاب.
- **تجمع** الغـازات التي تتحرر عنـد الأقطاب وتحدد هويتها.
- **تكتـب** مـا اسـتنتجته حول تركيب الماء.

المواد والأدوات

- كاشف البروموثيمول الأزرق الصلب
- محلول بيكربونات الصوديوم المخفف 10 mL
- خل مخفف 10 mL
- جلسرين 1 mL
- سلك نحاسي رفيع 20 cm
- 2 cm من سلك بلاتينيوم أو قلم رصاص كربوني
- معجون سليكون
- شظايا اشتعال خشبية
- قطارتان مدرجتان سعة كل منهما 5 mL (للاستخدام مرة واحدة).
- حقنتان سعة كل منهما 5 mL
- دورق سعته 25 mL
- دورق سعته 100 mL
- قطارتان صغيرتان من البولي بروبلين
- مطاط جراحي أو أنبوب سليكون 5cm
- حامل حلقي
- مشبك معدني
- علب
- مصدر قدرة مستمر (DC) بفرق جهد 6V , 9V, 12V
- أسلاك توصيل لمصدر القدرة
- ساق تحريك زجاجي

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **احذر اللهب.**
- **حذار من ارتداء الملابس الواسعة، واربط الشعر الطويل للخلف.**
- **لا تضَع القطّارات في فمك أبدًا.**

ما قبل التجربة

1. اكتب معادلات التفاعلات عند كل قطب.

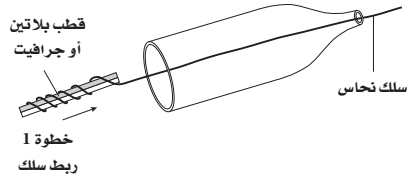
2. اكتب فرضية حول الرقم الهيدروجيني pH عند كل قطب. ما نسبة الغازات التي توقعت مشاهدتها إلى التي لاحظتها؟ سجّل فرضيّتك في المكان المخصص لذلك.

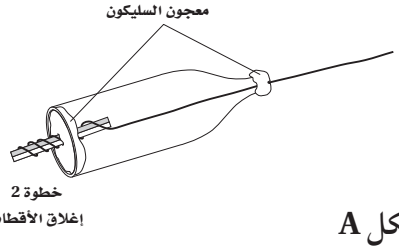
خطوات العمل

الجزء A: تركيب الأقطاب ووصلها

1. اقطع قطعة من قطارة بلاستيكية مدرجة طولها 5 cm، وقطعة أخرى من أنبوب محقن طبي طول 4 cm.

2. أدخل قطعة من سلك النحاس في قطعة القطارة المدرجة، وصل نهاية السلك المعدني بنهاية أحد أقطاب البلاتينيوم أو الجرافيت، كما في الشكل A، خطوة (1).

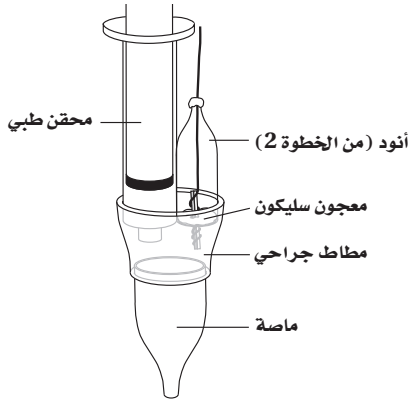




الشكل A

3. اسحب سلك النحاس والقطب إلى داخل القطّارة.

4. أغلق نهايتي قطعة القطارة باستعمال معجون السليكون، كما في **الشكل A**، خطوة (2). فيصبح هذا هو الأنود.



أنود

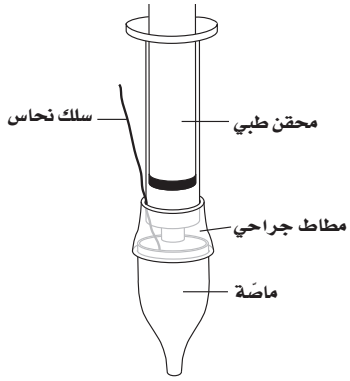
الشكل B

5. جهِّز الأقطاب، كما في **الشكل B**، ولاحظ أن قضيب البلاتينيوم أو الجرافيت (كما هو ظاهر في الشكل) يعمل عمل الأنود. أما الكاثود فهو سلك النحاس المثبت على حافة قطعة القطارة من أعلى، والذي يثبت بعد ذلك فوق نهاية الحقنة.
ويستعمل المطاط الجراحي لسد الفراغات الموجودة بين رأس الحقنة والقطّارة، ويمكن استعمال طبقتين منه؛ وذلك لضمان إحكام الإغلاق. ويستعمل معجون السليكون في إغلاق الأنود للتأكد من أن سلك النحاس ليس مكشوفًا في الأنود.

الجزء B

1. ضع 10 mL تقريبًا من الماء في دورق سعته 25 mL. ثم أضف بضع حبيبات من كاشف البروموثيمول الأزرق الصلب، وحرّك المزيج حتى يذوب البروموثيمول الأزرق جيدًا.

2. إذا كان لون محلول الكاشف أصفر فأضف إليه محلول بيكربونات الصوديوم المخفف وحركهما جيدًا. استمر في إضافة محلول البيكربونات مع التحريك إلى أن يصبح لون المحلول أخضر. أما إذا كان لون محلول الكاشف أزرق فاتبع الطريقة السابقة مع استعمال محلول الخل المخفف بدل البيكربونات حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأخضر.



كاثود

3. رطّب السطوح الداخلية للحقنة بقطرات قليلة من الجلسرين.

4. استخدم حقنة كل من القطبين لملء أنبوب القطّارة بـ 1 mL من الحقنة بمحلول الكاشف. وتأكد من عدم وجود فقاقيع هواء في كل من القطبين.

5. اغمر القطبين في دورق الماء وثبتهما في موقعيهما باستعمال المشبك المعدني المزدوج والحلقة المعدنية وحاملها.

6. صل مصدر القدرة المستمر (DC) بالأقطاب، وتذكر أن الكاثود هو القطب الموجب.

7. يجب أن تبدأ الأقطاب بإنتاج الفقاقيع، لذا اسحب مكابس الحقن من وقت إلى آخر لكي تتأكد أن الغازات تتجمع في الحقن.

8. دع التحليل الكهربائي يستمر إلى أن ترى الغازات قد أخذت في التجمع، وسجل حجم الغاز المتجمّع عند كل قطب، في جدول البيانات 1.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلُّص من النفايات

1. تخلَّص من الموادّ بحسب توجيهات معلمك.

2. أعدْ أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها.

3. اغسل يديك فور الانتهاء من العمل بالصابون أو مسحوق التنظيف قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1 : القياسات والملاحظات

القطب الكهربائي	كاثود (+)	أنود (–)
حجم الغاز		
الرقم الهيدروجيني pH عند القطب (حمضي أو قاعدي)		
هوية الغاز		

التحليل والاستنتاج

1. **قياس الأرقام واستخدامها** ما النسبة بين حجم الغاز المتكون عند الكاثود إلى حجم الغاز المتكون عند الأنود؟ اكتب إجابتك إلى أقرب عدد صحيح.

.....

2. **تطبيق المفاهيم** اشرح لماذا تبلغ النسبة هذه القيمة؟

.....

.....

.....

3. **تطبيق المفاهيم** هل تأكسد الماء أو اختُزل عند كل من الكاثود والأنود؟ ولماذا؟

.....

.....

.....

4. **التفكير الناقد** وضح تغيرات pH التي لاحظتها.

.....

.....

.....

5. **التفكير الناقد** اشرح لماذا تم أخذ الحيطة بعدم تعرية سلك النحاس عند الأنود؟ ولماذا لم يؤخذ هذا الأمر في الحسبان في حالة الكاثود؟

.....

.....

.....

6. **التوقُّع** ماذا يمكن أن يحدث لمعدل إنتاج الغاز إذا زادت الفولتية؟ ولماذا؟

.....

.....

7. **التوقُّع** ماذا يمكن أن يحدث لمعدل إنتاج الغاز إذا حُرِّكت الأقطاب وقُرِّب بعضها إلى بعض؟ ولماذا؟

.....

.....

8. **تحليل الخطأ** كيف يمكنك تحديد أحجام الغاز بدقة؟ وما مصادر الخطأ المحتملة في هذه التجربة؟

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

من التطبيقات المقترحة استعمال التيار الكهربائي الناتج عن الطاقة الشمسية في عملية التحليل الكهربائي للماء.

ما ناتج عملية التحليل الكهربائي الأكثر نفعًا بوصفه مصدرًا للطاقة؟ اشرح إجابتك.

تجربة 8 الطلاء الكهربائي

Electroplating

للطلاء الكهربائي نطاق واسع من التطبيقات العملية والزخرفية. وستقيس في هذه التجربة كميات يمكن ملاحظتها؛ وذلك لتعرّف الطبيعة المجهرية للنحاس.

المشكلة

ما عدد الإلكترونات التي يكتسبها أيون النحاس، في محلول كبريتات النحاس، من الكاثود في أثناء عملية الطلاء الكهربائي؟

الأهداف

- **تقارن** بين الكتلة المفقودة من أنود النحاس والكتلة التي يكتسبها الجسم المراد طلاؤه على الكاثود.
- **تقيس** وتستعمل الأرقام في حساب عدد الإلكترونات التي يتطلبها تحويل أيون النحاس في محلول كبريتات النحاس إلى ذرة نحاس.

المواد والأدوات

- جسم فلزي للطلاء (مفتاح أو عملة مثقوبة).
- قطعة نحاس قياسها $1\ cm \times 10\ cm$ لاستخدامها أنودًا
- محلول تنظيف
- سلك مواعين
- 5 cm من سلك نحاس معرَّى قياسه 20–22
- ملقط صغير
- كأس سعتها 100 mL عدد 2
- كأس سعتها 250 mL
- هيدروكسيد الصوديوم 3M NaOH
- حمض الكبريتيك $3M\ H_2SO_4$
- محلول طلاء موصل للتيار
- ساق زجاجية صغيرة
- ميزان رقمي يقيس إلى أقرب 0.01 g
- مصدر قدرة مستمر DC مل أمبير
- أميتر
- مصدر قدرة مستمر 12–V
- أسلاك توصيل للدائرة الكهربائية
- مشابك فم تمساح عدد 2
- ماء مقطر
- ورق تنشيف

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **محلول 3M NaOH قاعدي قوي، كما أن محلول H_2SO_4 حمضي قوي. يجب غسل الانسكابات بكميات كبيرة من الماء، ثم معادلتها بالخل المخفف. كما يجب معالجة إصابات العيون بغسلها بالماء الدافئ مدة 15 دقيقة بغاسلات العيون، ثم استشارة الطبيب فورًا.**

ما قبل التجربة

1. اكتب معادلة نصف تفاعل الكاثود.
2. اكتب معادلة نصف تفاعل الأنود.
3. اقرأ التجربة كاملة، واستخدم المعادلات السابقة لكي ترشدك إلى صياغة فرضية حول عدد ذرات النحاس المتوقع فقدانها من الأنود مقابل كل ذرة نحاس تترسب على الكاثود، وعدد الإلكترونات (التيار الكهربائي) التي تتوقع أن تعبر الدائرة الكهربائية حتى تترسّب ذرة نحاس واحدة على الكاثود، وسجّل فرضيّتك في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

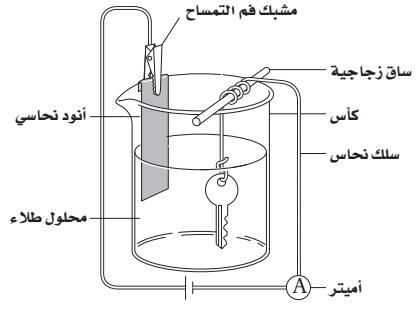
الجزء A

1. نظّف سطح المفتاح وسطح الأنود النحاسي بسلك المواعين.
2. اغسل المفتاح والأنود النحاسي باستعمال مسحوق التنظيف، واشطفهما بماء الصنبور.
3. صل المفتاح بسلك نحاسي مُعرًّى طوله 5 cm، وسوف يستعمل لاحقًا مقبضًا خلال عمليات الطلاء والتنظيف.
4. ضع 30 mL من محلول 3M NaOH في كأس سعتها 100 mL. واغمر المفتاح والأنود النحاسي في المحلول بضع دقائق، ثم أخرجهما بالملقط، واغسلهما بالماء المقطر. **تحذير: تجنب ملامسة الجلد لهيدروكسيد الصوديوم.**
5. ضع 30 mL من محلول حمض الكبريتيك 3M H_2SO_4 في كأس سعتها 100 mL. واغمر المفتاح والأنود النحاسي في المحلول بضع دقائق، ثم أخرجهما بالملقط واغسلهما بالماء المقطر. **تحذير: تجنب ملامسة الجلد لحمض الكبريتيك.**

الجزء B

1. ضع 200 mL من محلول الطلاء في دورق سعته 250 mL. ومحلول الطلاء عبارة عن محلول كبريتات النحاس أضيف إليه القليل من حمض الكبريتيك.

الشكل A



2. ضع الأنود النحاسي في الكأس، واثن قطعة النحاس، وثبتها على حافة الدورق بمشبك فم التمساح. انظر الشكل A.
3. علق المفتاح في المحلول باستخدام سلك النحاس وساق زجاجية صغيرة، انظر الشكل A.
4. صل مزود القدرة والأميتر بدائرة خلية الطلاء دون تشغيل مزود القدرة، على أن يوصل الأنود عن طريق الأميتر بالنهاية الحمراء الموجبة لمزود القدرة. وسيعمل المفتاح عمل الكاثود بوصله بالنهاية السالبة (السوداء) لمزود القدرة.
5. دع المعلم يتأكد من سلامة الترتيبات قبل بدء التحليل.
6. شغل مزود القدرة وعدّل التيار إلى 0.25 A (250 mA). واسمح للتيار الكهربائي بالتدفق مدة 5 دقائق لشحن الأقطاب.
7. أطفئ مزود القدرة.
8. ارفع المفتاح والأنود النحاسي، واغسلهما بالماء المقطر، وجفّفهما بورق التنشيف.

الجزء C

1. أوجد كتلة الأنود النحاسي إلى أقرب (0.001g)، وسجل الكتلة في **جدول البيانات 1**.
2. أوجد كتلة كلٍّ من سلك النحاس والمفتاح المعلق به إلى أقرب 0.001 g، وسجل كتلة الكاثود في **جدول البيانات 1**.
3. اتبع الخطوات 2–5 من الجزء B لتجهيز الدائرة، دون تشغيل مزود القدرة.
4. نحتاج إلى معرفة حقيقتين لإيجاد العدد الفعلي للإلكترونات التي تُفقد من على المفتاح خلال عملية الطلاء، هما: شدة التيار الكهربائي ومدة سريانه، مع المحافظة على شدة التيار ثابتة. ضع مصدر القدرة في وضع التشغيل، وسجّل وقت البدء، وعدّل التيار فورًا إلى 0.25 A.

5. حافظ على بقاء سـريان التيار بشـدة ثابتة مـدة 30 دقيقة تقريبًا، ثم أطفئ مزود القدرة، وسجل وقت الانتهاء.

6. ارفـع المفتـاح والأنـود النحاسـي، واغسـلهما بالمـاء المقطر، ثم نشفهما بورق التنشيف.

7. كرر الخطوتين 1و2 من الجزء C.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد المحاليل الثلاثة إلى أوعيتها الخاصة بها.

2. افصل الدائرة، ونظف الكؤوس بالماء وجففها.

3. اغسـل يديك فورًا بالصابون أو بمسـحوق التنظيف قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

سجل قيمة التيار الذي استخدمته في عملية الطلاء الكهربائي. .....

جدول البيانات 1			
القياس	**البداية**	**النهاية**	**الفرق**
كتلة الأنود النحاسي			
كتلة المفتاح (الكاثود)			
الوقت			

التحليل والاستنتاج

1. القياس واستخدام الأرقام

c. ما الفرق بين الكتلة الابتدائية والكتلة النهائية للمفتاح؟

.....

d. الكتلـة الذريـة للنحاس هـي 63.5، وهذا يعنـي أن كتلة مول واحد مـن النحاس تسـاوي 63.5 g. ما عدد مولات النحاس التي ترسبت على المفتاح؟ وضح خطوات الحل متضمنة الوحدات.

.....

.....

e. اضـرب مولات النحاس المترسـبة في عدد أفوجـادرو (6.02×10^{23} atom/ mol) للحصـول على عدد ذرات النحاس التي ترسبت على المفتاح.

.....

2. القياس واستخدام الأرقام

a. ما كتلة النحاس التي فقدها الأنود النحاسي؟

.....

b. ما عدد مولات النحاس التي فقدها الأنود؟ بيّن خطوات الحل جميعها.

.....

c. ما عدد ذرات النحاس التي فقدها الأنود؟

.....

3. المقارنة قارن إجاباتك عن الأسئلة 1c/1b/1a بإجاباتك عن الأسئلة 2c/2b/2a.

.....

4. استخلاص النتائج استعن بإجاباتك عن الأسئلة (3–1) على كتابة خلاصة حول علاقة عدد الذرات المفقودة من الأنود بالذرات المكتسبة من الكاثود.

.....

5. القياس واستخدام الأرقام الشحنة الكلية (بالكولوم) التي تعبر أي جزء من الدائرة الكهربائية خلال عملية الطلاء الكهربائي تساوي ناتج حاصل ضرب التيار (بالأمبير لا بالملي أمبير) في الزمن (بالثواني). اقسم الشحنة الكلية على شحنة الإلكترون (1.602×10^{-19} C) لإيجاد العدد الكلي للإلكترونات التي تعبر أي نقطة في الدائرة الكهربائية، مبيّنًا خطوات الحل جميعها.

.....

6. الملاحظة والاستنتاج اشرح العلاقة بين عدد الإلكترونات التي تخرج من الكاثود وعدد ذرات النحاس التي تترسب على المفتاح.

.....

7. كوِّن فرضية اكتب جملة تربط نتائجك مع فرضيتك.

.....

8. تحليل الخطأ هل كانت الزيادة في كتلة المفتاح تساوي تقريبًا الكتلة المفقودة من الأنود النحاسي؟ إذا لم تكن كذلك فما بعض مصادر الخطأ؟

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. اذكر بعض التطبيقات على عملية الطلاء الكهربائي.

2. اذكر بعض فوائد الطلاء الكهربائي لمادة الفلز؟