وزارة التعليم
Ministry of Education

كيمياء ٤

التعليم الثانوي- نظام المقررات

(مسار العلوم الطبيعية)

دليل التجارب العملية

طبعة ١٤٤١ ـ ٢٠١٩

يُوزع مجّاناً ولا يُباع

Original Title:

Chemistry
Matter and Change

By:
Dr. Thandi Buthelezi
Dr. Cheryl Wistrom
Nicholas Hainen.
Laurel Dingrando
Dinah Zike.

كيمياء ٤

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة
موسى عطا الله الطراونة
د.مصطفى حسن مصطفى
خليل يوسف سمرين
ناصر بن محمد بن طرجم الدوسري

التعريب والتحرير اللغوي
نخبة من المتخصصين

اعتمد هذا الكتاب: اللجنة العلمية بوزارة التربية التعليم
د. صالح بن سليمان الشايع
د. إبراهيم بن حمد الرويتع
ناصر بن عبدالله الحسيني
أحمد بن ناصر السعدون

الإشراف
د. أحمد محمد رفيع

English Edition Copyright © 2008 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٨م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين و الاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

مقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل أدلة التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض) مع الكتب المطوَّرة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة في نظام توحيد المسارات، من حيث المحتوى والمضمون، وتتماشى أيضًا مع طبيعة العلم باعتباره مادة وطريقة، وتعتمد في الوقت نفسه على فلسفة المناهج المطوَّرة وفقًا لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة – ومنها هذا الدليل المصاحب لكتاب كيمياء ٤ للتعليم الثانوي مسار العلوم الطبيعية– إلى تعزيز المفاهيم والمهارات العلمية لديك، وإلى إكسابك مهارات الاستقصاء العلمي، والطرائق العلمية في تنفيذ التجارب العملية، وجمع البيانات وتسجيلها، والتعامل مع الجداول والرسوم البيانية، واستخلاص النتائج وتفسيرها. كما يهدف هذا الدليل العملي إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات، والأجهزة في مختبر الكيمياء.

ويتضمن الدليل تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب كيمياء ٤، وفي سياق الموضوعات المقدمة فيه، كما تتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة، من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

وإننا إذ نقدم لك هذا الدليل لنأمل أن تكون قادرًا على استيعاب الأهداف المنشودة وتحقيقها من خلال تنفيذ التجارب الواردة فيها وفقًا لمستوياتها المختلفة الموجهة، وشبه الموجهة، والحرة، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلاً ايجابيًّا في جميع المجالات والمستويات، بدءًا بمراعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومرورًا بالتخطيط والتصميم وتنفيذ التجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

ونسأل الله التوفيق وتحقيق الفائدة المرجوة لطلبتنا على درب التقدم والنجاح.

قائمـــة المحتـــويـــــات

كيف تستعمل هذا الدليل؟ 5

كتابة تقرير التجربة 6

أدوات المختبر 8

السلامة في المختبر 11

رموز السلامة في المختبر 13

بطاقة السلامة في المختبر 14

التجـارب العملية

تجربة 1: قانون شارل 15

تجربة 2: قانون بويل 20

تجربة 3 : منحنى الذائبية 23

تجربة 4: الانخفاض في درجة التجمد 27

تجربة 5: الأحماض والقواعد والتعادل 32

تجربة 6: تحديد النسبة المئوية لحمض الإيثانويك في الخل 37

تجربة 7: ميل الفلزات إلى فقد الإلكترونات 42

تجربة 8: حساب أعداد التأكسد 46

تجربة 9 : تحليل الماء كهربائيًّا 50

تجربة 10: الطلاء الكهربائي 54

تجربة 11: تغيير طبيعة البروتين 58

تجربة 12: الدهون المشبعة وغير المشبعة 62

كيف تستعمل هذا الدليل؟

الكيمياء علم يدرس المادة وخصائصها وتغيراتها. وسوف تتعرف في أثناء دراستك لها المزيدَ من المعلومات التي جمعها العلماء عن المادة. ولكن الكيمياء ليست معلومات فقط، بل هي أيضًا تساعدنا على معرفة المزيد عن المادة وتغيراتها. والتجارب المختبرية هي الوسيلة الأساسية التي يستخدمها العلماء ليتعلموا المزيد عن المادة. وتتطلب التجارب في هذا الدليل أن تُكوِّنَ فرضيات ثم تختبرها، وتجمع البيانات وتسجلها وتحللها، وتستخلص النتائج المبنية عليها وعلى معرفتك بمادة الكيمياء. وهذه العمليات هي نفسها التي يستخدمها الكيميائيون وغيرهم من العلماء.

تنظيم التجارب

- **المقدمة** تأتي بعد عنوان التجربة ورقمها، وتناقش الخلفية العلمية للمشكلة التي ستدرسها في التجربة.
- **المشكلة** توضيح المشكلة التي ستدرسها في التجربة.
- **الأهداف** عبارات تبين ما تنجزه عند إجراء الاستقصاء؛ لذا ارجع إليها بعد الانتهاء من التجربة.
- **المواد والأدوات** تبيّن قائمة بالمواد والأدوات والأجهزة التي تلزم لتنفيذ التجربة.
- **احتياطات السلامة** تحذرك رموز السلامة وعباراتها من الأخطار المحتملة في المختبر. فقبل البدء في أي تجربة ارجع إلى صفحة (13) لتعرف ما تعنيه هذه الرموز.
- **ما قبل التجربة** تُقوِّم الأسئلة في هذا الجزء مدى معرفتك للمفاهيم المهمة واللازمة لإنجاز التجربة بنجاح.
- **خطوات العمل** تخبرك خطوات العمل المرقّمة كيف تقوم بالتجربة، وتقدم أحيانًا ملاحظات تساعدك على أن تكون ناجحًا في المختبر؛ فبعض خطوات التجارب تشتمل على عبارات تحذير تنبهك إلى المواد أو التقنيات الخطرة.
- **الفرضية** يوفر لك هذا الجزء فرصة لكتابة فرضية للتجربة.
- **البيانات والملاحظات** يقدم هذا الجزء جدولاً مقترحًا أو نموذجًا لجمع بياناتك العملية؛ لذا سجل بياناتك وملاحظاتك دائمًا بطريقة منظمة في أثناء تنفيذك التجربة.
- **التحليل والاستنتاج** يوضح لك كيف تجري الحسابات الضرورية لتحليل البيانات والتوصل إلى نتائج، كما يوفر أسئلة تساعدك على تفسير البيانات والملاحظات للتوصل إلى نتيجة تجريبية. سيطلب إليك التوصل إلى نتائج علمية مبنية على ما لاحظته فعلاً، وليس على ما كان يجب أن يحدث، و تتهيأ لك في هذا الجزء فرصة أيضًا لتحليل الأخطاء المحتملة في التجربة.
- **الكيمياء في واقع الحياة** قد تطبق ما تعلمته في هذه التجربة على مواقف من واقع الحياة. وقد يطلب إليك أن تتوصل إلى نتائج إضافية، أو تبحث في مسألة تتعلق بالتجربة.

كتابة تقرير التجربة

يقــوم العلـمـاء بالملاحـظة وجـمـع البيانـات وتحليلـها، ويضـعـون التعميـمات عندمـا يجــرون التجـارب. لـذا عليك أن تسـجل البيانـات كلها في التقرير الذي تعـده عن أي تجربة عملية، وأن يكون ذلك بأسـلوب منظم ومنطقي؛ حتى يسهل تحليلها. وغالبًا ما تستعمل الجداول والرسوم البيانية لهذا الغرض.

العنوان: يجب أن يصف العنوان موضوع التقرير بوضوح.

الفرضية: صف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشـكلة التي تدرسـها، أو إجابة عن السـؤال الـذي تبحـث عنـه.

المواد والأدوات: اكتب قائمة بكافة المواد والأدوات المختبرية اللازمة لتنفيذ التجربة.

الخطوات: صف كل خطوة، بحيث يمكن لشخص آخر تنفيذ التجربة متبعًا إرشاداتك.

البيانات والملاحظات: ضمن تقريرك كافة البيانات، والجداول، والرسوم البيانية التي استعملتها للوصول إلى نتائجك.

استخلاص النتائج : سجل نتائجك في نهاية تقريرك، على أن تتضمن تحليلاً للبيانات التي جمعتها.

اقرأ الوصف التالي لأحد التجارب، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

تحتاج النباتات جميعها إلى الماء، والمعادن، وثاني أكسـيد الكربون، والضوء ومكان لتعيش فيه. فإذا لم تتوافر هذه المتطلبات فإنها لا تنمو بشكل سليم. أراد أحد العلماء اختبار فاعلية الأسمدة المختلفة في تزويد النباتات بالمعادن اللازمة، ولاختبار هذه الفكرة صمَّم تجربة، فملأ ثلاثة أوعية بكميات متساوية من التربة، وزرع نبتة بازلاء سليمة في كل منها. وزود الوعاء (A) بالسـماد (A)، والوعاء (B) بالسـماد (B)، ولم يضف أي سماد للوعاء (C)، ووضع الأوعية الثلاثة في غرفة مضاءة جيدًا، وسـقى كل وعاء الكمية نفسـها من الماء كل يوم مدة أسـبوعين. وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كل يوم، وكان يأخذ القراءة عدة مرات في اليوم؛ مراعاةً للدقة، ثم حسـب متوسـط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسجله في **جدول البيانات 1**، ثم مثَّل هذه البيانات برسم بياني.

1. ما الهدف من هذه التجربة؟

.....

.....

2. ما المواد التي تطلبتها هذه التجربة؟

.....

3. ما خطوات العمل في التجربة؟

.....

.....

.....

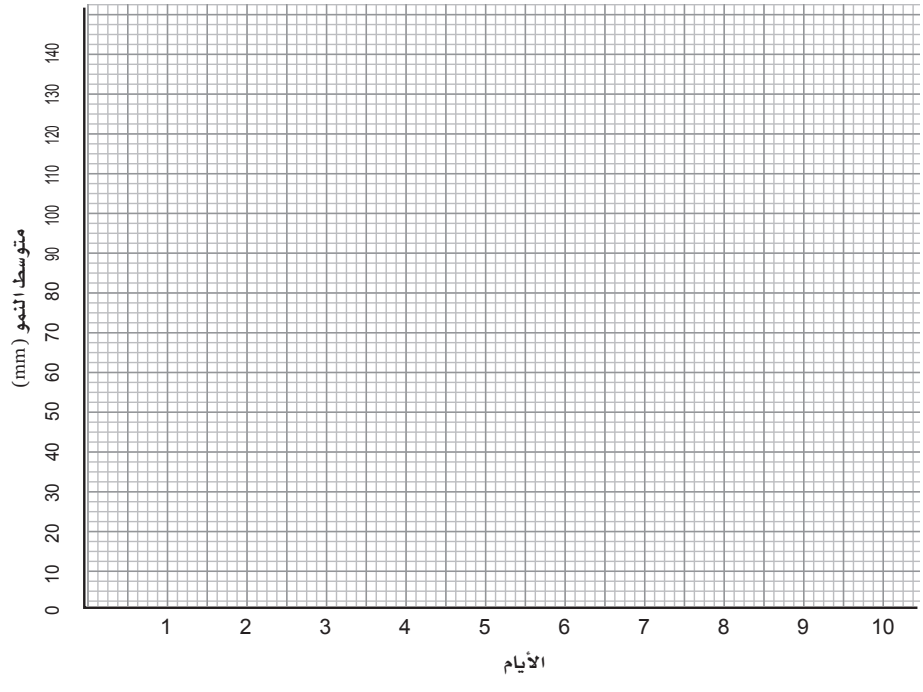
جدول البيانات 1 : متوسط ارتفاع النباتات (mm)										
الوعاء	اليوم									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	50	58	60	57	80	85	90	110	120
B	16	30	41	50	58	70	75	80	100	108
C	10	12	20	24	30	25	42	50	58	60

4. **جدول البيانات 1** يوضح البيانات التي تم جمعها في هذه التجربة. ماذا تستنتج منها؟

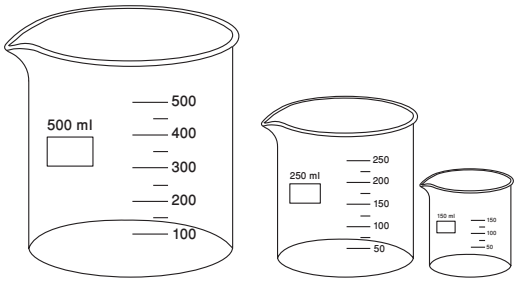
.....

.....

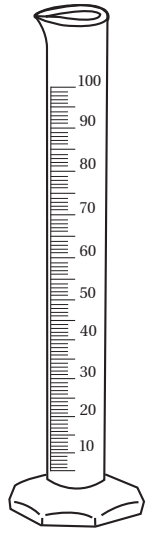
5. ارسم البيانات في **جدول البيانات 1** بيانيًا، مبينًا متوسط الارتفاع على المحور الرأسي، والأيام على المحور الأفقي، على أن تمثل بيانات كل وعاء بلون مختلف عن الآخر.



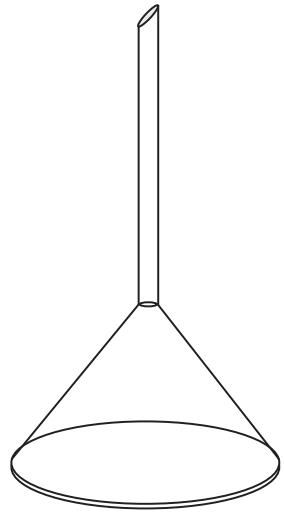
أدوات المختبـــــــــر



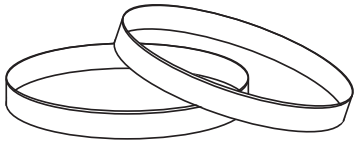
كؤوس زجاجية مدرّجة



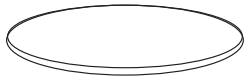
مخبار مدرج



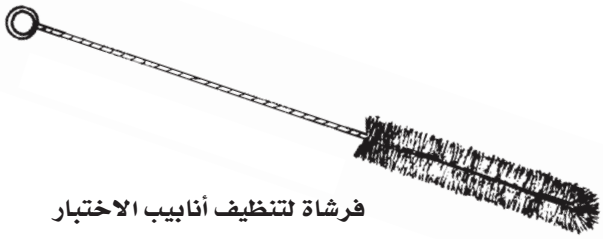
قِمع زجاجي



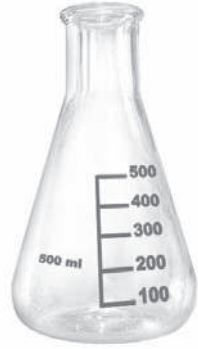
طبق بتري



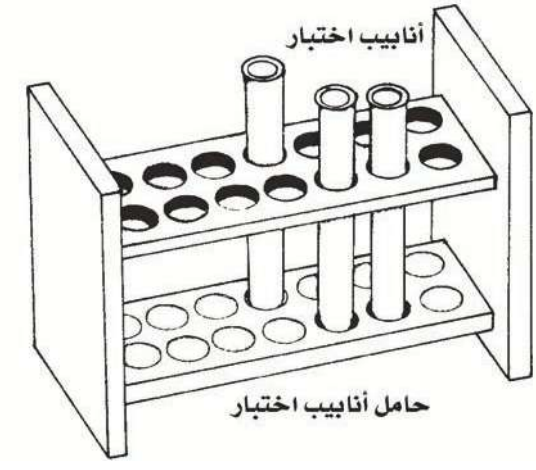
زجاجة ساعة

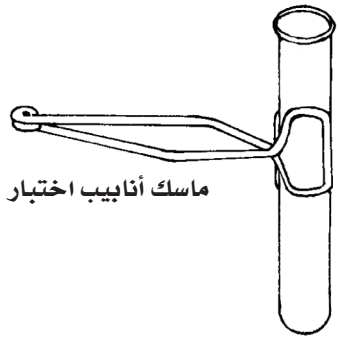


فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار

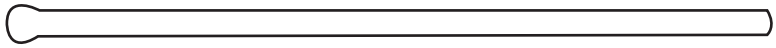


دورق مخروطي

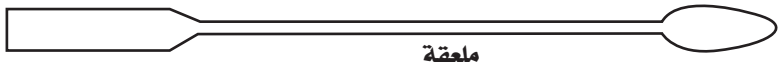




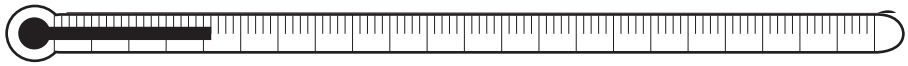
ماسك أنابيب اختبار



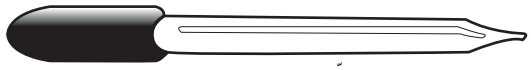
ساق زجاجية



ملعقة



مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)

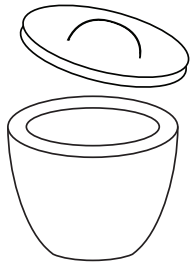


قطّارة

مثلث تسخين

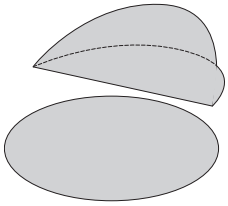
سدادة مطاطية

سدادة من الفلين

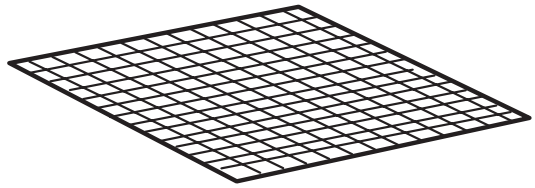


جفنة

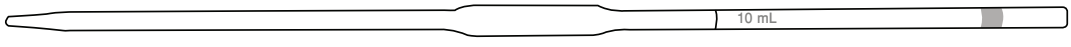
سحاحة



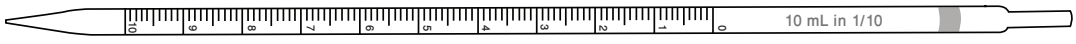
ورق ترشيح



شبكة تسخين

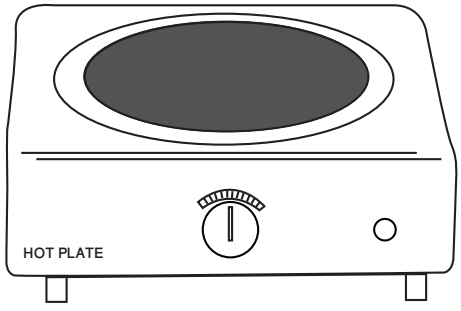


ماصة

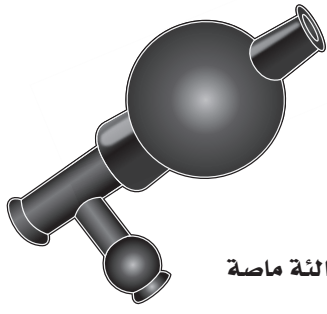


ماصة مدرجة

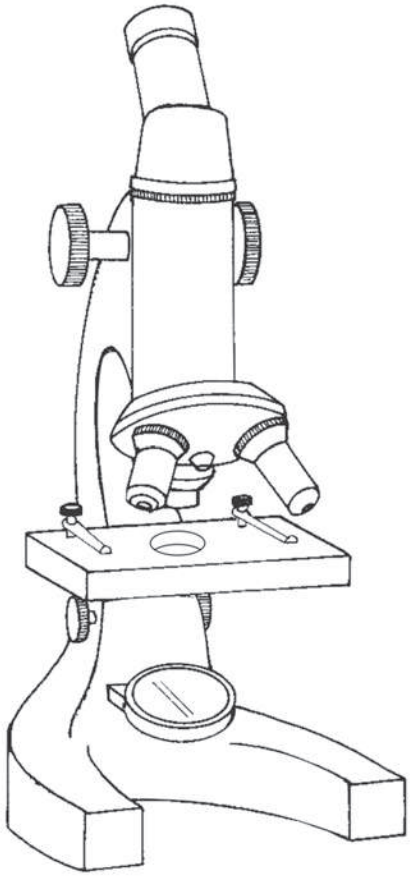
ميزان رقمي



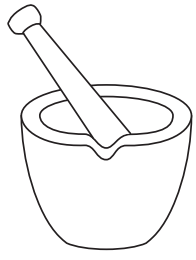
سخان كهربائي



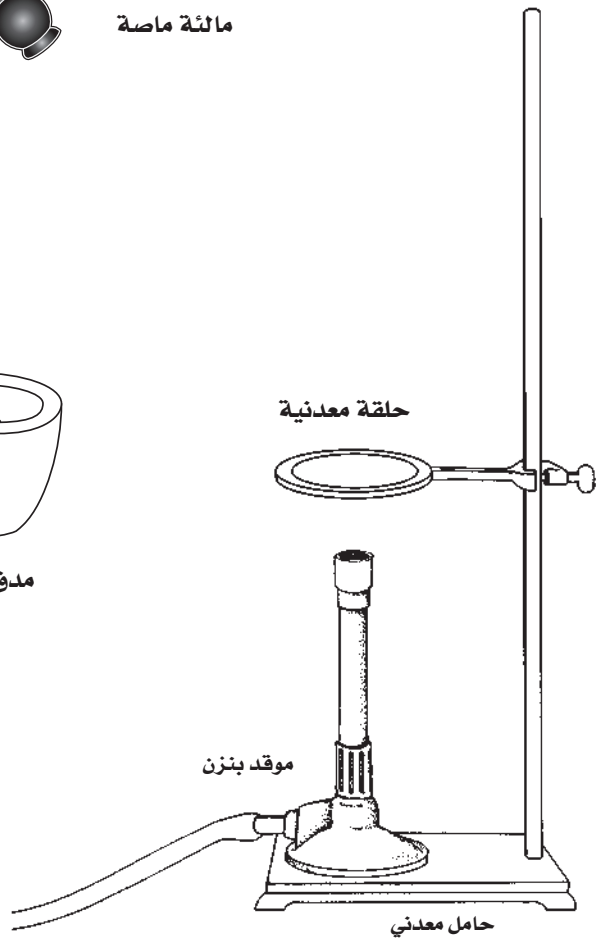
مالئة ماصة

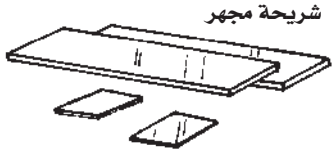


مجهر ضوئي مركب



مدق (هاون)





شريحة مجهر

غطاء شريحة

السلامة في المختبر

مختبر الكيمياء مكان للتجريب والتعلم. لذا عليك أن تتحمل مسؤولية سلامتك الشخصية وسلامة من يعملون بالقرب منك. الحوادث عادة يسببها الإهمال، إلا أنه يمكنك أن تساعد على منعها بالاتباع الدقيق للتعليمات المتضمنة في هذا الدليل، بالإضافة إلى تعليمات معلمك. وفيما يلي بعض قواعد السلامة التي تساعدك على حماية نفسك والآخرين من التعرض للإصابات في المختبر.

1. مختبر الكيمياء مكان للعمل، فلا تقم بأي نشاطات دون إذن معلمك. ولا تعمل أبدًا بمفردك في المختبر، بل اعمل فقط عندما يكون معلمك موجودًا.
2. ادرس التجربة قبل مجيئك إلى المختبر. وإذا كان لديك شك في أي من خطوات التجربة فاطلب المساعدة إلى معلمك.
3. يجب لبس النظارة الواقية، وارتداء معطف المختبر في أي وقت تعمل فيه في المختبر. كما يجب ارتداء القفازين كل مرة تستعمل فيها المواد الكيميائية؛ لأنها تسبب التهيج، وقد يمتصها الجلد.
4. يحظر وضع عدسات لاصقة في المختبر، حتى لو كنت تلبس نظارة واقية؛ فالعدسات تمتص الأبخرة، ويصعب إزالتها في الحالات الطارئة.
5. يجب ربط الشعر الطويل إلى الخلف لتجنب اشتعاله.
6. تجنبي لبس الحلي المدلاة، والملابس الفضفاضة، فالملابس الفضفاضة قد تشتعل، كما أنها قد تشتبك بالأدوات المختبرية، وكذلك الحلي.
7. البس أحذية مغلقة تغطي القدم تمامًا؛ فالأحذية المكشوفة غير مسموح بها في المختبر.
8. اعرف مكان طفاية الحريق، ورشاش الماء، ومغسلة العينين، وبطانية الحريق، وصيدلية الإسعاف الأولي، واعرف أيضا كيف تستعمل أدوات السلامة المتوافرة.
9. أخبر معلمك فورًا عن أي حادث، أو إصابة، أو خطأ في العمل، أو تلف أداة.
10. تعامل مع المواد الكيميائية بحذر، وتفحص بطاقات المعلومات التي على العبوات قبل أخذ أي كميات منها، واقرأها ثلاث مرات: قبل حمل العبوة، وفي أثناء حملها، وإعادتها.
11. لا ترجع المواد الكيميائية الفائضة إلى عبواتها الأصلية.
12. لا تأخذ عبوات المواد الكيميائية إلى مكان عملك إلا إذا طلب إليك ذلك، واستعمل أنابيب اختبار، أو أوراقًا، أو كؤوسًا للحصول على ما يلزمك منها. خذ كميات قليلة فقط؛ لأن الحصول على كمية إضافية أسهل من التخلص من الفائض.
13. لا تدخل القطّارات في عبوات المواد الكيميائية مباشرة. بل اسكب قليلاً منها في كأس.
14. لا تتذوق أي مادة كيميائية أبدًا.
15. يمنع الأكل والشرب ومضغ العلكة في المختبر.
16. استعمل مالئة الماصة عند سحب المواد الكيميائية، ولا تسحبها بفمك أبدًا.
17. إذا لامسَت مادة كيميائية عينيك أو جلدك فاغسلها مباشرة بكميات كبيرة من الماء، وأخبر معلمك فورًا بطبيعة المادة.

18. احفظ المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن اللهب (الكحول والأسيتون مادتان سريعتا الاشتعال).

19. لا تتعامل مع الغازات السامة والقابلة للاحتراق إلا تحت إشراف معلمك. واستعمل مثل هذه المواد داخل خزانة الغازات.

20. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار كن حذرًا، فلا توجِّه فوهة الأنبوب تجاه جسمك أو تجاه أي شخص آخر، ولا تنظر أبدًا في فوهة الأنبوب.

21. توخَّ الحذر، واستعمل أدوات مناسبة عند الإمساك بالزجاج والأجهزة الساخنة. الزجاج الساخن لا يختلف في مظهره عن الزجاج البارد.

22. تخلص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يوجهك معلمك.

23. تعرَّف الطريقة الصحيحة لتحضير محاليل الأحماض، وأضف دائمًا الحمض ببطء إلى الماء.

24. حافظ على كفة الميزان نظيفة، ولا تضع أبدًا المواد الكيميائية في كفة الميزان مباشرة.

25. لا تسخن المخابير المدرجة أو السحاحات أو الماصات باستعمال اللهب.

26. بعد أن تكمل التجربة نظِّف الأدوات، وأعدها إلى أماكنها، ونظِّف مكان العمل، وتأكد من إغلاق مصادر الغاز والماء، واغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.

رموز السلامة في المختبر

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المواد	يجب اتباع خطوات التخلص من المواد.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفق تعليمات المعلم.
مواد حيّة	مخلوقات ومواد حية قد تسبّب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعًا (كمامة) وقفازين.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيدًا.
درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدبّبة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأبخرة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة	الأمونيا، الأسيتون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد قناعًا (كمامة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، أسلاك معرّاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، وأخبر معلمك فورًا.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعًا (كمامة) واقيًا من الغبار وقفازات، وتصرف بحذر شديد عند تعاملك مع هذه المواد.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات، مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتُلعت أو استُنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض المواد الكيميائية يسهل اشتعالها بوساطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب المشتعل عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك فورًا، واستعمل طفاية الحريق.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	اغسل يديك جيدًا بعد الاستعمال. واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي. واستعمل طفاية الحريق.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبقع الملابس أو تحرقها.

سلامة الحيوانات
يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة الحيوانات.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.

غسل اليدين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.

بطاقة السلامة في المختبر

الاسـم : .....

التاريخ : .....

نـــوع التجربة : تجربة استهلالية، تجربة، مختبر الكيمياء.

عنوان التجربة : .....

اقرأ التجربة كاملة، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

1. ما الهدف من هذا الاستقصاء؟

.....

.....

.....

2. هل ستعمل مع زميل أو في مجموعة؟

3. هل خطوات العمل من تصميمك الخاص؟ نعم، لا

4. صف إجراءات السلامة، والتحذيرات الإضافية التي يجب أن تتبعها خلال تنفيذك الاستقصاء.

.....

.....

.....

5. هل لديك مشاكل في فهم خطوات العمل أو رموز السلامة في المختبر؟ وضح ذلك.

.....

.....

.....

تجربة 1

قانون شارل

Charles's Law

وضِّح جاك شارل في عام 1787م العلاقة بين درجة حرارة الغاز وحجمه؛ فقد بيَّن عمله أن الغازات تتمدد –العلاقة خطية– عندما تزداد درجة الحرارة، وتتقلص – علاقة خطية أيضًا– عندما تنخفض درجة الحرارة، بشرط بقاء الضغط ثابتًا.

يُبين الرسم البياني درجة الحرارة مقابل حجم الغاز بشكل خط مستقيم، وإذا درست علاقة الحجم بدرجة الحرارة لعدد من الغازات ومثلت بيانيًّا، ثم مددت الخطوط البيانية؛ فستجد أنها تتقاطع عند درجة الحرارة (−273°C)، وهي تكافئ درجة صفر كلفن (0 K) بالتدريج المطلق ، أو الصفر المطلق. وتستخدم العلاقة الرياضية الآتية لتحويل درجة الحرارة بالتدريج السيليزي إلى التدريج بالكلفن:

$$K = °C + 273°$$

يعبَّر عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة المطلقة(K) بقانون شارل: "يتناسب حجم الغاز المحصور عند ضغط ثابت تناسبًا طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة.

ويعبر عن قانون شارل رياضيًّا بالعلاقة الآتية:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

حيث V تمثل الحجم، وT درجة الحرارة بالكلفن K ، 1: الحالة الابتدائية، 2: الحالة النهائية.

ستقيس في هذه التجربة حجم الغاز (الهواء) عند درجتي حرارة مختلفتين.

المشكلة

ما التغير الذي يطرأ على حجم الغاز إذا تغيرت درجة الحرارة؟

الأهداف

- **تتوقع** كيف يتغير حجم الغاز عند ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة.
- **تحسب** مقدار التغير في حجم الغاز عندما تتغير درجة الحرارة.
- **ترسم** الرسوم البيانية وتستخدمها في توقع حجم الغاز عند درجات الحرارة المختلفة.

المواد والأدوات

زجاجة تنقيط 125 mL بغطاء قابل للفتح والغلق عدد 2
مخبار مدرج سعة 250 mL
كأس سعتها 1000 mL عدد 2
سخان
مقياس حرارة
حامل حلقة
مشبك
ثلج

- **البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **قد لا تبدو الأجسام الساخنة في مظهرها أنها ساخنة.**
- **هناك أخطار محتملة من الصدمات الكهربائية.**

ما قبل التجربة

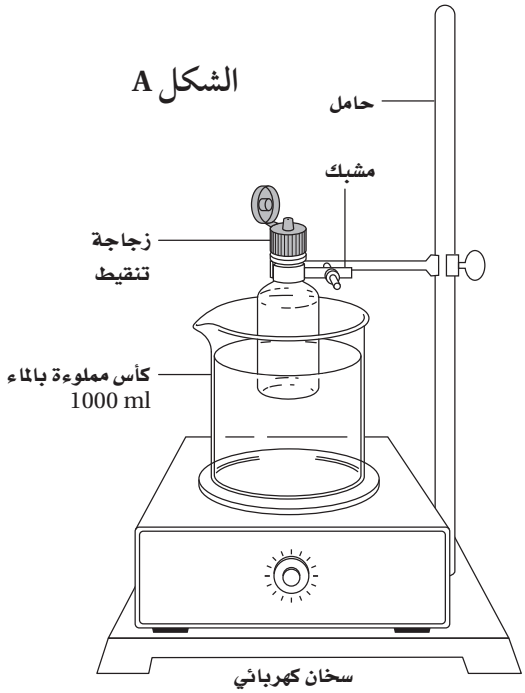
1. اذكر نص قانون شارل.
2. اكتب العلاقة الرياضية لقانون شارل.
3. اكتب العلاقة الرياضية المستخدمة لتحويل درجة الحرارة السيليزية إلى المطلقة (K).
4. اقرأ التجربة كاملة، وضع فرضية حول كيفية تغيُّر حجم الغاز عند تغيّر درجة الحرارة. ثم سجل فرضيتك في الصفحة التالية.
5. لخص الخطوات التي ستتبعها لاختبار فرضيتك.

خطوات العمل

الجزء A

1. قس درجة حرارة هواء الغرفة وسجلها في **جدول البيانات 1**.
2. نظف زجاجة التنقيط تمامًا وجففها وأغلقها بإحكام بالسدادة، واترك غطاء السدادة مفتوحًا.
3. استخدم الحامل والمشبك لتعليق زجاجة التنقيط في كأس سعتها 1000 mL وموضوعة فوق السخان كما في الشكل A .

الشكل A



4. اسكب كمية كافية من الماء داخل الكأس؛ لتغمر على الأقل 75 % من زجاجة التنقيط المعلقة.
5. سَخِّن الماء حتى الغليان، ثم اخفض درجة الحرارة واستمر في غلي الماء مدة 5 min تقريبًا، وسجل درجة غليان الماء في **جدول البيانات 1**.
6. أغلق زجاجة التنقيط وأخرجها من الماء الساخن حالًا، ثم بردها وذلك بغمرها في كأس أخرى تحوي 1000 mL من ماء الصنبور.
7. حرك الماء حتى تثبت درجة الحرارة، ثم سجل هذه الدرجة.
8. اغمر الزجاجة كليًّا في الماء مدة 5 min ، وفي أثناء ذلك افتح الغطاء ودعِ الماء يدخل إلى الزجاجة.

9. اقلب الزجاجة مع إبقاء الغطاء مفتوحًا. اخفض الزجاجة أو ارفعها حتى يصبح مستوى سطح الماء داخلها موازيًا لمستوى سطح الماء في الكأس، وأغلق الزجاجة بالغطاء. سيكون الضغط داخل الزجاجة في هذه الأثناء مساويًا لضغط الهواء الجوي.
10. أخرج الزجاجة من الماء وضعها في وضع معتدل على طاولة المختبر.
11. سيمثل حجم الماء في الزجاجة مقدار التغير في حجم الهواء عند تبريده من درجة الغليان إلى درجة حرارة ماء الصنبور. استخدم المخبار المدرج لقياس حجم الماء في الزجاجة بدقة.
12. ولإيجاد الحجم الابتدائي للهواء في الزجاجة، املأ الزجاجة تمامًا بالماء واستخدم المخبار المدرج لقياس حجم الماء.

الجزء B

أحضر زجاجة تنقيط نظيفة، وكرر خطوات الجزء A من هذه التجربة، ولكن برِّد زجاجة التنقيط هذه المرة بوضعها في كأس من الماء والثلج عوضًا عن ماء الصنبور.

الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد الأدوات التي استخدمتها في التجربة جميعها إلى أماكنها.
2. أخبر معلمك عن أيِّ أداة تالفة أو مكسورة.
3. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

الملاحظات والبيانات

جدول البيانات 1		
	الجزءA	الجزء B
درجة حرارة الغرفة (°C)		
درجة غليان الماء (°C)		
درجة غليان الماء (K)		
درجة الحرارة النهائية للماء البارد (°C)		
درجة الحرارة النهائية للماء البارد (K)		
الحجم الكلي للهواء في الزجاجة عند درجة الحرارة الأعلى (mL)		
التغير في حجم الهواء في الزجاجة (mL)		
حجم الهواء عند درجة الحرارة الأقل (mL)		

التحليل والاستنتاج

1. **قياس الأرقام واستخدامها** احسب درجة حرارة الماء (K)، وسجل إجابتك في **جدول البيانات 1**.
2. **قياس الأرقام واستخدامها** اطرح قيمة التغيُّر في حجم الهواء الموجود في الزجاجة من حجمه الكلي عند درجة حرارة غليان الماء؛ للحصول على حجم الهواء عند درجة الحرارة الأقل. سجل إجابتك في **جدول البيانات 1**.
3. **قياس الأرقام واستخدامها** استخدم المعادلة $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$ لحساب الحجم المتوقع للهواء الذي بَرُدَ بماء الصنبور.

.....

.....

.....

4. **المقارنة** قارن الحجم النهائي المتوقع بالحجم النهائي المحسوب.

.....

.....

.....

5. **التفكيـر الناقـد** ما أهمية رفـع الزجاجة وخفضها حتى يتعادل مسـتوى الماء في الزجاجة مع مسـتوى الماء في الكأس؟

.....

.....

.....

6. **التوقع** يتسامى الجليد الجاف (يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية) عند درجة حرارة $-78.5^{\circ}C$. توقع كم يكون حجم الغاز في الزجاجة إذا انخفضت درجة الحرارة إلى هذه الدرجة.

.....

.....

7. **عمل الرسوم البيانيَّة واستخدامها**

a. مثِّـل البيانات بيانيًّا، عيّن حجم الغاز عنـد درجة حرارة الغرفة، وفي ماء الصنبور، وفي الماء المثلج على محور الصادات، وعيّن درجة الحرارة (K) على محور السينات، وارسم خطًّا يمرُّ بالنقاط الممثلة.

b. عند أيِّ درجة حرارة تتوقع أن يقطع الخطّ محور السينات؟

c. .....

d. عند أيِّ درجة حرارة قطع الخطّ محور السينات فعليًّا؟

.....

8. **تحليل الخطأ** فسر أيَّ انحراف بين امتداد خطّ درجة الحرارة المتوقعة، وامتداد خطّ درجة الحرارة الحقيقي؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. فسـر لماذا يتـم تزويد أوعيـة الغـازات المغلقة بصمام أمان.

2. فسـر لماذا ينتفخ الخبـز عندما يخبـز (ملاحظة: تعمل الخميرة على إنتاج غاز CO_2)؟

تجربة 2

قانون بويل

Boyle's Law

ينصُّ قانون بويل على أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب تناسبًا عكسيًّا مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة الحرارة. فقد لوحظ أنه عند مضاعفة ضغط عينةٍ من الغاز عند درجة حرارة ثابتة؛ ينخفض الحجم إلى النصف والعكس صحيح، فعندما يقل الضغط على العينة إلى النصف يؤدي ذلك إلى مضاعفة الحجم.

يوضح الرسم البياني للضغط مقابل الحجم التناسب العكسيَّ بينهما. وفي العلاقة العكسية عندما تزيد قيمة إحدى الكميات تقل الكمية الثانية، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة على النحو الآتي:

$$P_1V_1=P_2V_2$$

حيث P_1: تمثل الضغط الابتدائي، V_1: الحجم الابتدائي، P_2: الضغط النهائي، V_2: الحجم النهائي. ومما يجدر ذكره أنه في هذه العلاقة يكون ناتج ضرب الضغط في الحجم مقدارًا ثابتًا.

$$PV=k$$

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
كيف يمكن مقارنة حاصل ضرب الضغط والحجم عند الضغوط المختلفة لعينة من الغاز عند درجة حرارة ثابتة؟	• **تقيس** ضغط الغاز (الهواء) عندما يتغير الحجم. • **تقارن** حاصل ضرب الضغط والحجم عند الضغوط المختلفة ودرجة حرارة ثابتة.	حقنة مدرجة 500 mL ساعة قياس الضغط أنبوب مطاطي

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر والقفازات دائمًا.**

ما قبل التجربة

1. اذكر نص قانون بويل.
2. اكتب العلاقة الرياضية لقانون بويل.
3. اقرأ التجربة كاملةً، وضع فرضية حول كيف سيتغير ضغط الغاز بتغير حجمه عند ثبوت درجة الحرارة. ثم سجل فرضيتك في الصفحة التالية.

خطوات العمل

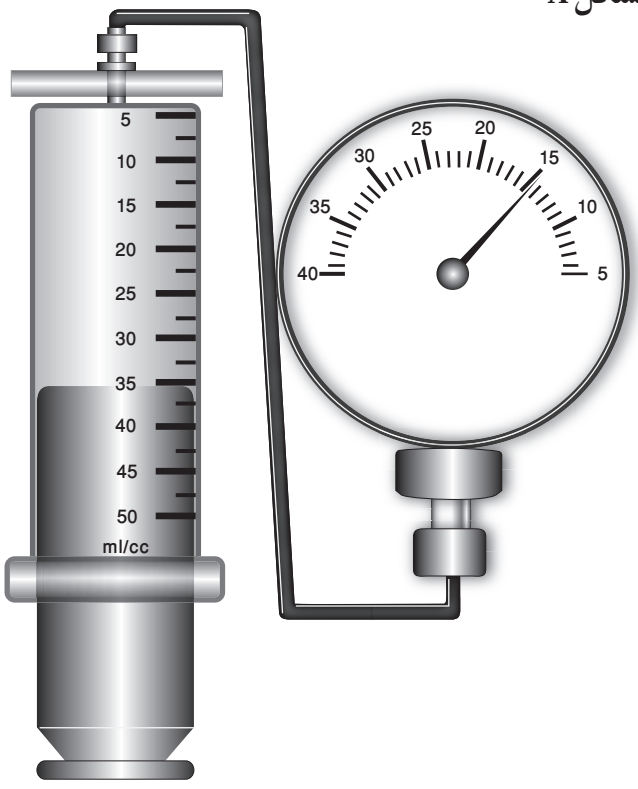
1. اسحب مكبس الحقنة كي تمتلئ بالهواء الجوي.

2. ركب الجهاز كما هو موضح في **الشكل A**.

3. ادفع مكبس الحقنة 5mL، لاحظ مقدار الضغط. ثم سجل كلًّا من الحجم والضغط في **جدول البيانات1**.

4. كرِّر الخطوة 2 ثلاث مرات، وسجل نتائجك في **جدول البيانات1**.

الشكل A



الفرضية

.....

.....

.....

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.

2. أخبر معلمك عن أي أداة تالفة أو مكسورة.

البيانات والملاحظات

جدول بيانات 1	
الحجم (ml)	**الضغط** (psi) *

* 1atm = 14.7 psi

التحليل والاستنتاج

1. **الرسم البياني** ارسم رسمًا بيانيًّا يمثل العلاقة ما بين الحجم (على محور الصادات) والضغط (على محور السينات).

.....

2. **الاستنتاج** ما علاقة حجم الغاز بضغطه عند ثبوت درجة الحرارة؟

.....

3. **جمع البيانات وتحليلها** ماذا سيحدث لحجم الغاز إذا زاد الضغط؟

.....

4. **تحليل الخطأ** قارن بين البيانات الناتجة من العلاقة $PV=k$ في كل محاولة. وفسر أي تناقضات.

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. احسب مقدار الضغط اللازم لضغط 4 L من الغاز عند 760 torr إلى 1 L من الغاز. (افرض أن درجة الحرارة بقيت ثابتة)

2. فسر لماذا يتم تعليم الغواصين الذين يستخدمون جهاز التنفس تحت الماء أن يحبسوا أنفاسهم في أثناء صعودهم من الماء؟

تجربة 3

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 $NaCl$

كلوريد البوتاسيوم KCl

كلوريد الأمونيوم NH_4Cl

كبريتات الليثيوم Li_2SO_4

ماء مقطر

كأسان سعة كل منهما 400mL

مخبار مدرج سعته 100mL

ورق تنشيف

مغرفة

ساق تحريك

ميزان

أوراق وزن (عدد 4)

زجاجة ساعة

وعاء معدني ممتلئ بالثلج

ورقتا رسم بياني

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 5.0 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 البيانات 1**.
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 5.0 g من الملح إلى الماء وحركه حتى يذوب. استمر في إضافة 5.0 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 4

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 جزئيًّا 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 1،4– ثنائي كلوروبنزين من **الجزء B** بالرمز T_B، ثم اقسـم الفرق بيـن درجتي التجمّد على مولالية 1،4–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 5

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 تبّاع الشمس الأحمر، وست قطع من ورق تبّاع الشمس الأزرق على ورقة ترشيح.

9. اسـتخدم سـاق تحريـك لنقـل قطـرة واحـدة من حمـض الهيدروكلوريك (أنبوب الاختبار رقم 1) إلى قطعة مـن ورق تبّاع الشـمس الأحمر. وقطرة أخرى منه إلى قطعة من ورق تبّاع 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 6

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

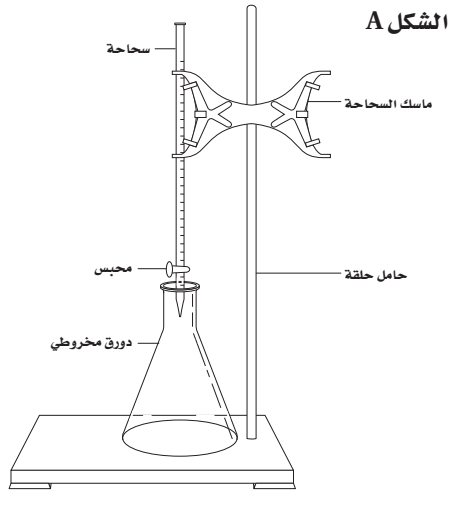
الجزء A: معايرة محلول NaOH

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 7

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. مستعملاً 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، وتخلّص 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) مستعملاً 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 8

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 9

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

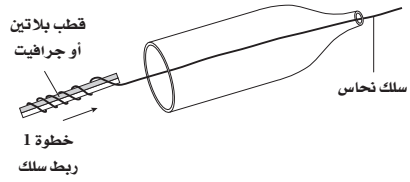
1. اكتب معادلات التفاعلات عند كل قطب.
2. اكتب فرضية حول الرقم الهيدروجيني pH عند كل قطب. ما نسبة الغازات التي توقعت مشاهدتها إلى التي لاحظتها؟ سجّل فرضيّتك في المكان المخصص لذلك.

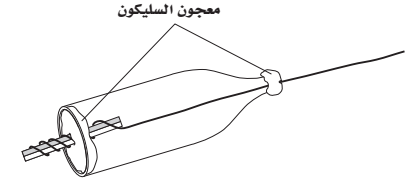
خطوات العمل

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).

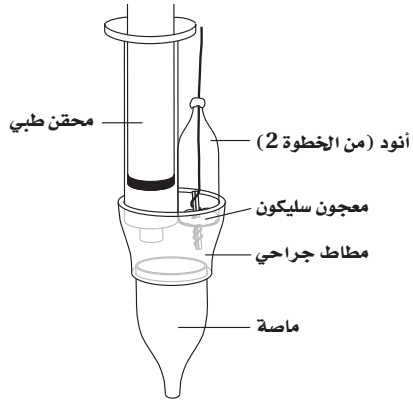




الشكل A

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

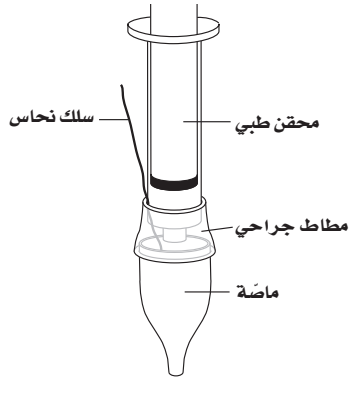
الشكل B

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 10

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

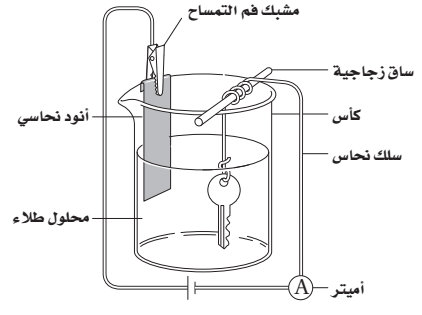
الجزء A

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؟

تجربة 11 تغيير طبيعة البروتين

Denaturation

تعـد الروابـط الهيدروجينية وقوى التجاذب بين الجزيئية من الأمور المهمة فـي المحافظة على التركيب الثلاثي الأبعاد لبعـض أنـواع البروتينـات. فعند انخفـاض الرقم الهيدروجينـي pH، أو ارتفاع درجـة الحرارة تضعف هـذه القوى، وتكون النتيجة تغيرًا في الشكل الثلاثي الأبعاد للبروتين.

إن تغيير طبيعة البروتين من المصطلحات التي تستعمل لوصف التغير في تركيب جزيئات البروتين في المحلول. فزيادة درجة الحرارة أو تقليل الرقم الهيدروجيني pH من الطرائق المسـتعملة لتغيير طبيعة البروتين. ومن أشـهر الأمثلة على تغيير طبيعة البروتين زيادة صلابة البيض عن طريق الغليان في الماء أو القلي.

فـي هـذه التجربـة يسـتعمل بياض البيـض مثالاً علـى البروتين. وسـيتم تغييـر طبيعـة البروتين عـن طريق تغييـر الرقم الهيدروجيني pH، أو زيادة درجة الحرارة.

المشكلة

ما الذي يحدث للبروتين عندما تتغير طبيعته؟

الأهداف

- **تلاحـظ** التغير فـي خواص البروتين بسـبب التسخين.
- **تلاحـظ** التغيـر فـي خـواص البروتيـن بسـبب الانخفـاض فـي الرقـم الهيدروجيني pH.

المواد والأدوات

حمض الكبريتيك $2\ M\ H_2SO_4$	ساق تحريك عدد 5
حمض الهيدروكلوريك 2 M HCl	لاصقات عدد 6
الخل الأبيض، 5 % حمض الإيثانويك	حامل حلقة
هيدروكسيد الصوديوم 2 M NaOH	شبكة تسخين
بياض البيض	أنابيب اختبار عدد 6
موقد بنزن	حامل أنابيب اختبار
مخبار مدرج 10 mL	أعواد ثقاب

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية وارتد القفازين ومعطف المختبر دائمًا.**
- **تخلّص من النفايات الكيميائية بحسب إرشادات معلمك.**
- **بعض الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.**
- **أحماض الهيدروكلوريك والكبريتيك والخليك حارقة للجلد.**
- **يعد هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية.**
- **استعمل القفازين عند التعامل مع بياض البيض.**

ما قبل التجربة

1. ما المقصود بتغيير طبيعة البروتين؟
2. اذكر عاملين يؤدي أي منهما إلى تغيير طبيعة البروتين.
3. ما العامل الضابط في هذه التجربة.
4. اقرأ التجربة كاملةً، وضع فرضية حول تأثير انخفاض pH أو ارتفاع درجة الحرارة على خواصّ البروتين. سجّل فرضيتك في المكان المخصص لذلك.

الفرضية

.....

.....

.....

خطوات العمل

1. ثبت اللاصقات على أنابيب الاختبار الستة. اكتب اسمك على كل أنبوب، ورقمها من 1 إلى 6. ضع الأنابيب جميعها في حامل الأنابيب.
2. ضع 2 mL من بياض البيض في كل أنبوب من الأنابيب الستة.
3. أضف 10 mL من محلول 2 M HCl إلى الأنبوب رقم 1، وحرّك المزيج جيدًا بساق التحريك.
4. أضف 10 mL من محلول $2\ M\ H_2SO_4$ إلى الأنبوب رقم 2، وحرّك المزيج جيدًا بساق التحريك.
5. أضف 10 mL من محلول الخل إلى الأنبوب رقم 3، وحرّك المزيج جيدًا بساق التحريك.
6. أضف 10 mL من محلول 2 M NaOH إلى الأنبوب رقم 4، وحرّك المزيج جيدًا بساق التحريك.
7. ضع الأنبوب رقم 5 في حمام ماء ساخن في حالة الغليان، واتركه مدة 5 دقائق.
8. أخرج أنبوب الاختبار رقم 5 من حمام الماء الساخن.
9. ضع 10 mL من الماء في الأنبوب رقم 6. لاحظ أن هذا الأنبوب يعمل ضابطًا للتجربة.
10. لاحظ ما يحدث في كل أنبوب اختبار، وسجل هذه الملاحظات في **جدول البيانات رقم 1**.
11. احتفظ بأنابيب الاختبار جميعها في مكان آمن متبعًا توجيهات معلمك.
12. بعد 24 ساعة، لاحظ ما يحدث في كل أنبوب، ثم سجّل ملاحظاتك في **جدول البيانات رقم 1**.

التنظيف والتخلّص من النفايات

1. تخلّص من المواد الكيميائية بحسب توجيهات معلمك.
2. ضع الأدوات جميعها في أماكنها المناسبة.
3. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.
4. اعمل على معادلة الحمض بكمية كافية من القاعدة، ومعادلة القاعدة بكمية كافية من الحمض، وتخلّص منهما في حوض المغسلة.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1 : تحضير البوليستر			
رقم أنبوب الاختبار	المعالجة	الملاحظة المباشرة	الملاحظة بعد 24 ساعة
1	HCl		
2	H_2SO_4		
3	محلول الخل		
4	NaOH		
5	التسخين		
6	العينة الضابطة		

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستدلال** ما التغير الذي يظهر على بياض البيض عندما تتغيَّر طبيعته؟

.....

2. **الملاحظة والاستدلال** أي المواد تسبّب تغيرًا دائمًا في مظهر بياض البيض؟

.....

3. **الملاحظة والاستدلال** ما نوع التغير في الرقم الهيدروجيني pH الذي يؤدّي إلى تغيّر في طبيعة البروتين؟

.....

4. **الملاحظة والاستدلال** كيف يؤثر تغير درجة الحرارة في خواصّ البروتين؟

.....

5. **التوقع** ما الغرض من الأنبوب رقم 6؟

.....

6. **استخلاص النتائج** ما الذي يحدث لخواص البروتين عندما تتغيّر طبيعته؟

.....

7. **استخلاص النتائج** لماذا سجّلت الملاحظات مرة ثانية بعد 24 ساعة؟

.....

8. **تحليـل الخطـأ** قارن النتائج في هذه التجربة بتوقعات فرضيتك. ما مصادر الخطأ المحتملة التي يمكن أن تؤدي إلى نتائج غير عادية؟

.....

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. اكتشـف السـكان الأصليـون فـي مناطـق بيـرو والإكـوادور أن نقـع الأسـماك فـي عصيـر الحمضيـات يـؤدي إلى نضجها بطريقة سـهلة. لمـاذا تنقع الأسـماك فـي محلـول الليمون قبل إعدادها للطهي؟

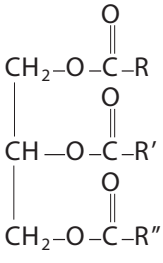
2. لمـاذا يسـبّب انخفـاض الرقـم الهيدروجينـي pH للـدم عـدم قـدرة الهيموجلوبين فـي الـدم على نقل الأكسجين؟

تجربة 12 الدهون المشبعة وغير المشبعة

Saturated and Unsaturated Fats

تخزن النباتات والحيوانات الطاقة في روابط المواد الكيميائية، لتستعمل فيما بعد. فالطاقة المخزنة في بذور النباتات تستعمل لدعم النمو السريع للنباتات الصغيرة بعد عملية الاستنبات. أما الحيوانات فتستعمل الطاقة المخزنة عندما تكون المصادر الغذائية غير كافية أو غير متوافرة. وتختزن المخلوقات الحية الطاقة على شكل دهون وزيوت عبارة عن مخاليط من ثلاثي الجليسريد. وثلاثي الجليسريد هو أسترات الأحماض الكربوكسيلية ذات السلاسل الطويلة والجلسرول. ويتكون كل جزيء من ثلاثي الجليسريد من جزيء جلسرول وثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية.

قد تختلف صيغة ثلاثي الجليسريد بسبب: (a) تفاوت أطوال سلاسل الحمض الدهني بين 14 و 24 ذرة كربون. (b) احتمال احتواء ثلاثي الجليسريد على ثلاثة أحماض دهنية مختلفة. (c) قد تتكون الروابط بين ذرات الكربون المتجاورة من مجموعات من الروابط المفردة و / أو الروابط الثنائية التساهمية. ويبين الرسم عن اليسار الصيغة العامة لثلاثي الجليسريد. وتمثل المجموعات R، وR' و" R في هذه الصيغة سلاسل أحماض دهنية قد تتماثل، وقد يختلف بعضها عن بعض.



توجد روابط مفردة فقط بين ذرات الكربون في الحمض الدهني المشبع. وتدل كلمة "مشبع" على أن كل ذرة من ذرات الكربون في السلسلة مرتبطة مع كل ذرات الهيدروجين التي يمكن أن ترتبط معها. لذا فالدهون المشبعة تحتوي فقط على سلاسل أحماض دهنية مشبعة. أما الحمض الدهني الذي يحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر في السلسلة فيسمى غير مشبع، أي أنه يمكن أن يتصل بالسلسلة المزيد من ذرات الهيدروجين. كما تحتوي الدهون غير المشبعة على رابطة ثنائية واحدة في سلسلة الحمض الدهني. وتحتوي الدهون المتعددة اللاتشبع على عدة روابط ثنائية.

تشكل أحماض اللوريك والميريستك والبالميتك والستيريك الدهنية معظم الأحماض الدهنية المشبعة الموجودة في الدهون. أما أحماض الأوليك واللينولييك واللينولينك فهي أكثر الأحماض الدهنية غير المشبعة توافرًا في الزيوت.

والفرق الرئيس بين الزيوت والدهون هو أن الزيوت سائلة عند درجة حرارة الغرفة، في حين أن الدهون صلبة عند درجة حرارة الغرفة وتأتي الزيوت – ومنها زيت الزيتون وزيت الذرة – من مصادر نباتية، وتحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة بشكل رئيس. ولكن الدهون – ومنها الزبد والشحوم – تحتوي على كميات كبيرة من الأحماض المشبعة، ويتم الحصول عليها عمومًا من مصادر حيوانية. وللأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة خواص كيميائية مختلفة. ويمكن إضافة الهالوجينات بسهولة إلى الدهون التي تحتوي على روابط ثنائية بين ذرات الكربون. ويمكن كتابة التفاعل على النحو الآتي:

$$I_2 + R{-}CH = CH{-}R' \rightarrow R{-}CHI - CHI{-}R'$$

يستعمل محلول اليود في هذه التجربة للكشف عن عدم التشبع في الدهون وتقدير درجته. ويختفي لون اليود البني المحمر عند إضافة محلول اليود إلى دهن غير مشبع؛ في حين يبقى لون اليود البني المحمر عند إضافة المحلول إلى دهن مشبع.

المشكلة

ما الكمية النسبية للأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة في عينة من ثلاثي الجليسريد؟

الأهداف

- **تميّز** بين الدهون المشبعة والدهون غير المشبعة.
- **تحدّد** الكمية النسبية للتشبُّع أو عدم التشبُّع في عينات من ثلاثي الجليسريد

المواد والأدوات

أنابيب اختبار (عدد 9)	زيت ذرة
حامل أنابيب اختبار	زيت بذرة القطن
مخبار مدرج سعته 10 mL	زيت فول الصويا
قطّارة	زيت بذرة الكتان
ساق تحريك زجاجية	صبغة اليود
زيت جوز الهند	كأس سعتها 600 mL
زبد	ماسك أنبوب اختبار
سمن نباتي	سخان كهربائي
زيت زيتون	ملقط

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **تخلّص من النفايات الكيميائية بحسب توجيهات معلمك.**
- **قد تثقب الآنية الزجاجية المكسورة الجلد أو تجرحه بسهولة.**
- **قد تكون صبغة اليود مهيجة للأنسجة الحية.**
- **اليود سامّ.**

ما قبل التجربة

1. اشرح الاختلافات بين الدهن المشبع والدهن غير المشبع والدهن المتعدد اللا تشبع.
2. ما الاختلافان الرئيسان بين الدهن والزيت؟
3. اكتب معادلة تبين تفاعل اليود مع هيدروكربون غير مشبع.
4. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية حول كيفية إمكانية استعمال تغير لون الهالوجين في توقع درجة تشبع حمض دهني، وسجّلها في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

1. ثبت لاصقًا على تسعة أنابيب اختبار، وضع اسمك على كل أنبوب، ورقّمها من 1 إلى 9.
2. أضف 1 mL من الماء إلى أنبوب الاختبار1 الذي يعد عينة ضابطة.
3. أضف 1 mL من كل من الدهون أو الزيوت المذكورة إلى كل من أنابيب الاختبار الثمانية الباقية، كما في **جدول البيانات 1**، وسخّن الأنابيب جميعها في حوض ماء ساخن حتى تنصهر الدهون الصلبة.
4. أضف 3 قطرات من صبغة اليود إلى كل أنبوب اختبار.
5. استخدم الساق الزجاجية في تحريك محتويات كل أنبوب اختبار لتوزيع اليود بالتساوي، واغسلها بعد تحريك محتويات كل أنبوب.
6. أعد أنابيب الاختبار إلى حامل الأنابيب مستعملاً الملقط الخاص بذلك، وابدأ بملاحظة تغيرات اللون

كل دقيقة لمدة 3 دقائق. ثم سجِّل ملاحظاتك في جدول البيانات 1 مستخدمًا الرموز الاصطلاحية التالية: 0 = لا تغير في لون اليود، 1= بعض الشحوب في لون اليود، 2 = اختفاء لون اليود تمامًا.

7. حدّد درجة التشبع بناءً على تغيرات اللون، مستعملاً تدريجًا من 1 إلى 3 للإشارة إلى مدى عدم التشبع، حيث 3 هي أكثرها عدم تشبع.

الفرضية

.....

.....

التنظيف والتخلّص من النفايات

1. تخلّص من النفايات بحسب توجيهات معلمك.

2. أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها الصحيحة.

3. بلِّغ عن أي أدوات تالفة أو مكسورة.

4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1

رقم أنبوب الاختبار	المادة التي ستختبر	اللون بعد دقيقة واحدة (2-0)	اللون بعد دقيقتين (2-0)	اللون بعد 3 دقائق (2-0)	درجة عدم التشبع (3-1)
1	العينة الضابطة				
2	زيت الزيتون				
3	زيت جوز الهند				
4	زيت الذرة				
5	زيت بذرة القطن				
6	زيت فول الصويا				
7	زيت بذرة الكتان				
8	الزبد المنصهر				
9	السمن النباتي المنصهر				

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستدلال** أي الدهون أو الزيوت كان لها الأثر الأقل في اختفاء لون اليود؟

.....

2. **الملاحظة والاستدلال** أي الدهون أو الزيوت كان لها الأثر الأكبر في اختفاء لون اليود؟

.....

3. **الملاحظة والاستدلال** علامَ يدل الاختلاف في درجة اختفاء لون اليود عن أنماط الروابط في المواد التي تم اختبارها؟

.....

4. **الملاحظة والاستدلال** ما نوع نمط الروابط الذي ينجم عنه أعلى درجة من تغير لون اليود؟

.....

5. **التفكير الناقد** ما الغرض من أنبوب الاختبار1؟

.....

6. **استخلاص النتائج** أيهما يحتوي على كمية أكبر من الدهون المشبعة : دهون الحيوانات أم الزيوت النباتية؟

.....

7. **استخلاص النتائج** لماذا أُخذت الملاحظات بعد 1، و2، و3 دقائق على التوالي؟

.....

8. **تحليل الخطأ** ما مصادر الخطأ التي قد تكون سببًا للنتائج غير الدقيقة؟

.....

.....

الكيمياء في واقع الحياة

1. الهدرجة هي عملية إضافة الهيدروجين إلى الزيوت النباتية لتحويلها إلى الحالة الصلبة. اشرح ماذا يحدث للروابط بين ذرات الكربون عند إضافة الهيدروجين؟

2. تتفاعل الدهون والزيوت مع الأكسجين في الهواء فتنتج الألدهيدات والأحماض ذات الروائح والنكهات غير المستساغة. في أي مكان في جزيئات الدهون يحدث التأكسد على الأرجح؟