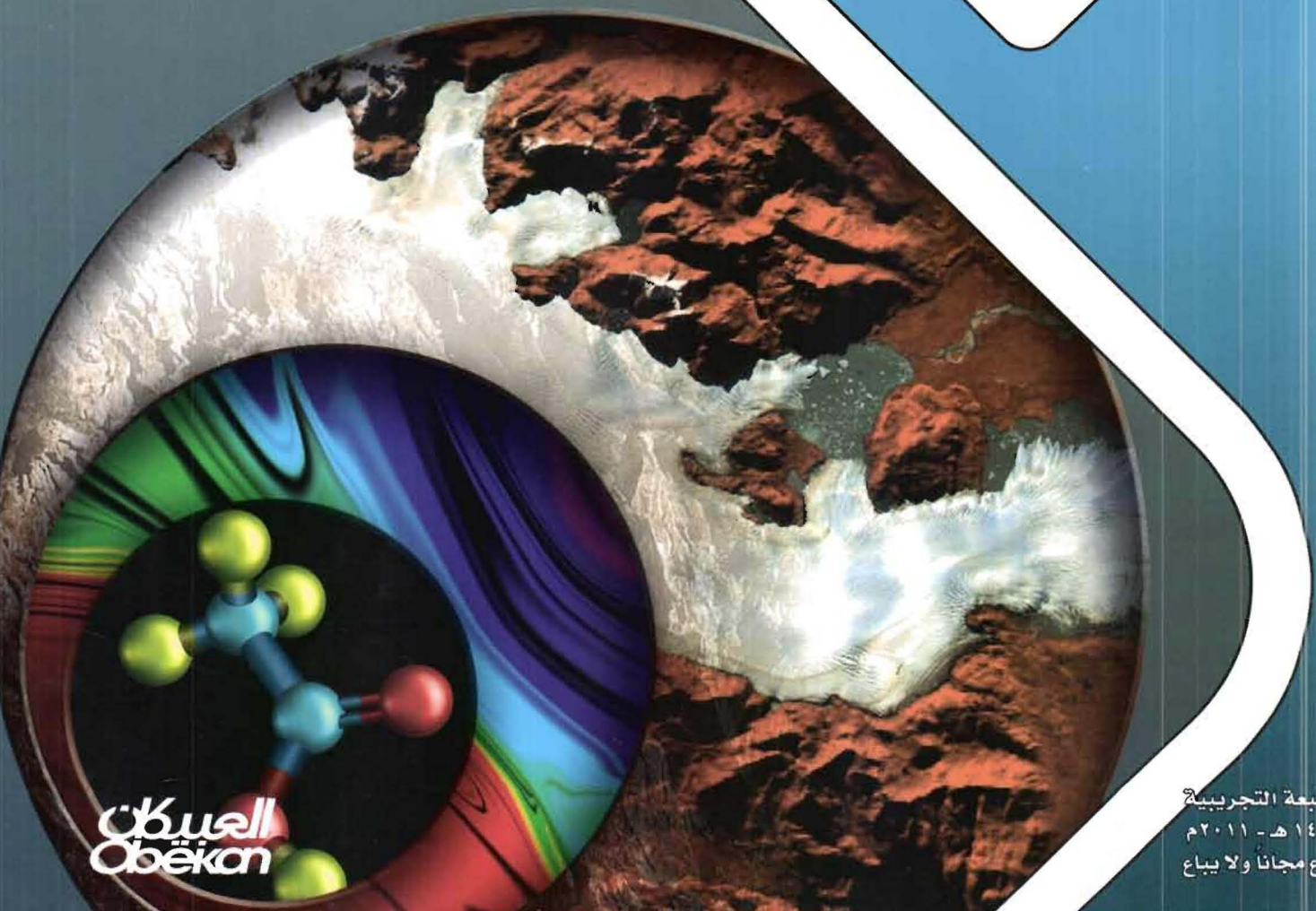
المملكة العربية السعودية
وزارة التربية والتعليم

الكيمياء ٣

دليل التجارب

التعليم الثانوي
نظام المقررات
(مسار العلوم الطبيعية)



العبيكان
Obeikan

الطبعة التجريبية
١٤٣٢ هـ - ٢٠١١م
يوزع مجانا ولا يباع

Original Title:

Chemistry

Matter and Change

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

الكيمياء

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للأبحاث والتطوير

التحرير والمراجعة والمواءمة

موسى عطا الله الطراونه

د. مصطفى حسن مصطفى

خليل يوسف سمرين

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

اعتمد هذا الكتاب : اللجنة العلمية بوزارة التربية والتعليم

د. صالح بن سليمان الشايع

عبدالعزيز بن محمد السالم

أمل بنت محمد الرفيدي

الإشراف

د. أحمد محمد رفيع

www.macmillanmh.com

Mc Graw Hill Education

العبيكان Obeikan

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 والاسترجاع، 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 الكيمياء ٣ 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 الكيمياء ٣، 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.

قائمة المحتويات

كيف تستعمل هذا الدليل؟ 5

كتابة تقرير التجربة 6

أدوات المختبر 8

السلامة في المختبر 11

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر 13

بطاقة السلامة في المختبر 14

التجارب العملية

تجربة 1 نوى التجمد 15

تجربة 2 درجات الغليان 20

تجربة 3 حرارة التفاعل وحرارة المحلول 24

تجربة 4 حرارة احتراق مادة الشمع 28

تجربة 5 سرعة التفاعل 33

تجربة 6 مساحة السطح وسرعة التفاعل 37

تجربة 7 التفاعلات الانعكاسية 40

تجربة 8 الاتزان 45

تجربة 9 خواص الكربوهيدرات 50

تجربة 10 تفاعلات البلمرة 55

كيف تستعمل هذا الدليل؟

الكيمياء علم يدرس المادة وخواصها وتغيراتها، وليست مجرد معلومات نظرية. وتُعد التّجارب العملية الوسائل الأساسية التي يستعملها العلماء ليتعلموا أكثر عن المادة. وتتطلب التجارب في هذا الدليل أن تكوِّن فرضيات وتختبرها، أو تجمع حولها البيانات وتسجّلها وتحللها، وتستخلص النتائج منها.

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 اللازمة لتنفيذ التجربة بنجاح.
- **خطوات العمل** تخبرك خطوات العمل المرقمة 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** هذا الجزء يوفر لك فرصة لكتابة فرضية للتجربة.
- **البيانات والملاحظات** يقدم هذا الجزء جدولاً مقترحًا أو نموذجًا لجمع بياناتك العملية. لذا، سجل بياناتك وملاحظاتك دائمًا بطريقة منظمة 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 منك التوصل إلى نتائج علمية مبنية على ما لاحظته فعلاً، وليس على "ما كان يجب أن يحدث".
- **الكيمياء في واقع الحياة** و تتهيأ لك في هذا الجزء فرصة أيضًا لتحليل الأخطاء المحتملة في التجربة.

قد تطبق ما تعلمته في هذه التجربة على مواقف من واقع الحياة. وقد يطلب منك أن تتوصل إلى نتائج إضافية، أو تبحث في مسألة تتعلق بالتجربة.

كتابة تقرير التجربة

يقـوم العلمـاء بالملاحظة وجمع البيانات وتحليلها، ويضعون التعميمات عندما يجرون التجارب. لذا، عليك أن تسـجِّل البيانـات جميعهـا في التقرير الذي تعدّه عـن أيِّ تجربة عملية، وأن يكون ذلك بأسـلوب منظَّم ومنطقي؛ حتى يسهل تحليلها. وغالبًا ما تستعمل الجداول والرسوم البيانية لهذا الغرض.

العنوان: يجب أن يصف العنوان موضوع التقرير بوضوح.

الفرضية: صـف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشـكلة التي تدرسـها، أو إجابة عن السـؤال الذي تبحث عنه.

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

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

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

النتائج: سجِّل نتائجك في نهاية تقريرك، على أن تتضمّن تحليلاً للبيانات التي جمعتها.

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

تحتـاج النباتات جميعها إلى الماء، والمعادن، وثاني أكسـيد الكربون، والضـوء ومكان لتعيش فيه، فإذا لم تتوافر هذه المتطلبات؛ فإن النباتات لا تنمو بشـكل سـليم. أراد أحد العلماء اختبار فاعلية الأسـمدة المختلفة في تزويد النباتات بالمعادن اللازمة، ولاختبار هذه الفكرة صمَّم تجربة، حيث ملأ ثلاثة أوعية بكميات متساوية من التربة، وزرع نبتـة بـازلاء سـليمة في كلٍّ منها. وزوَّد الوعاء (A) بالسـماد (A)، والوعاء (B) بالسـماد (B)، ولم يضف أيَّ سـماد للوعـاء (C)، ووضـع الأوعية الثلاثة في غرفـة مضاءة جيدًا، وسـقى كل وعاء الكمية نفسـها من الماء كل يوم مدة أسـبوعين، وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كلِّ يوم، وحسـب متوسـط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسجّله في **جدول البيانات 1**، ثم مثَّل هذه البيانات برسم بياني.

1. ما الهدف من التجربة؟

.....

.....

2. ما المواد التي تطلبتها هذه التجربة؟

.....

3. ما خطوات العمل في التجربة؟

.....

.....

.....

.....

جدول البيانات 1 ، متوسط ارتفاع النباتات النامية (mm)

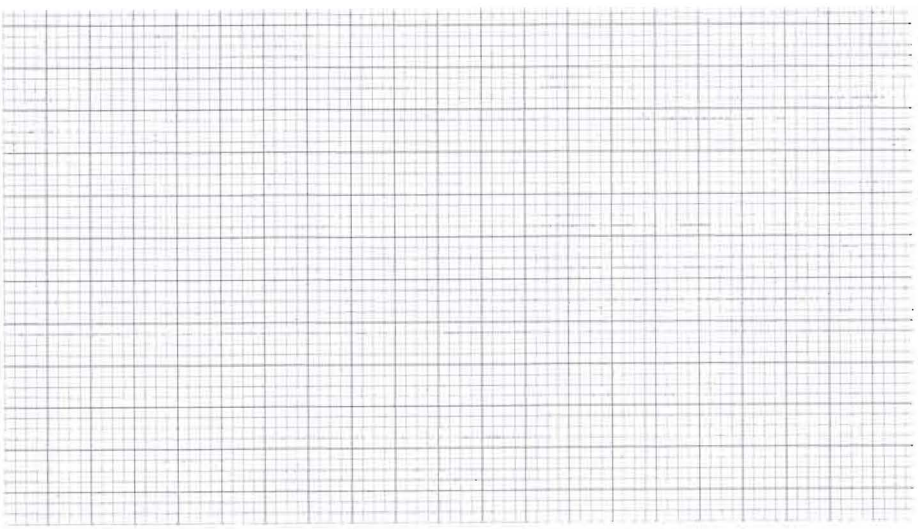
الوعاء	اليوم									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	50	58	60	57	80	85	90	110	120
B	16	30	41	50	58	70	75	80	100	108
C	10	12	20	24	30	25	42	50	58	60

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

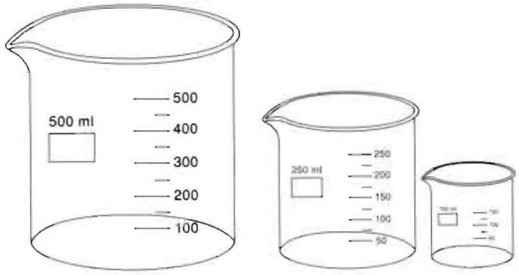
.....

.....

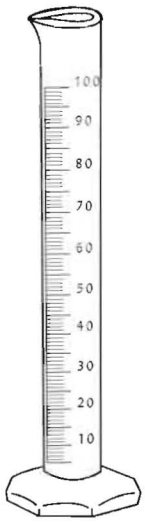
5. ارسم البيانات في **الجدول 1** بيانيًّا، مبينًا متوسط الارتفاع على المحور الرأسي، والأيام على المحور الأفقي، على أن تمثل بيانات كل وعاء بلون مختلف عن الآخر.



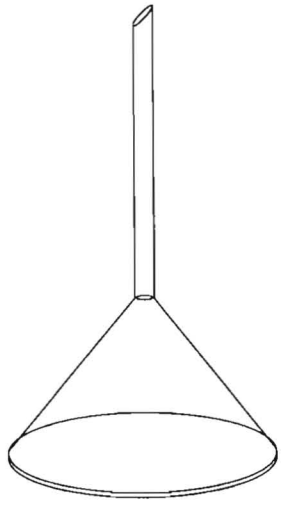
أدوات المختبـــــــــر



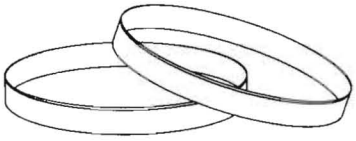
كؤوس زجاجية مدرّجة



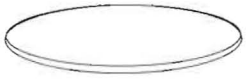
مخبار مدرج



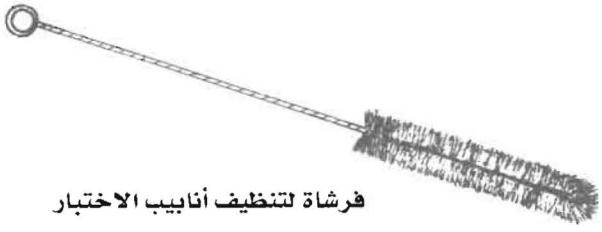
قمع زجاجي



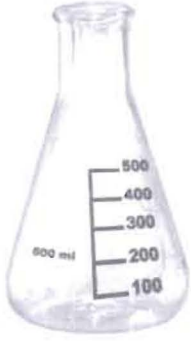
طبق بتري



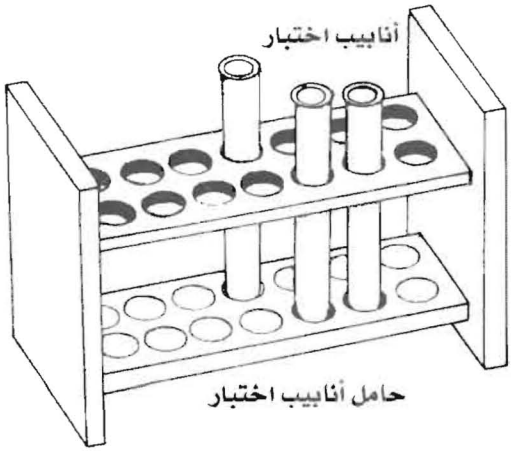
زجاجة ساعة



فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار

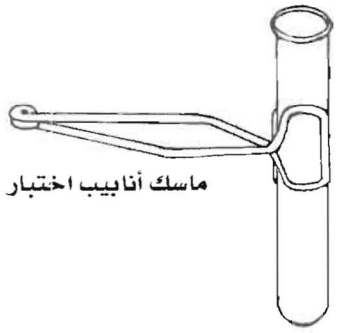


دورق مخروطي

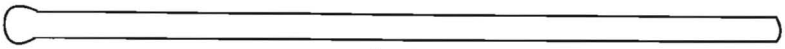


أنابيب اختبار

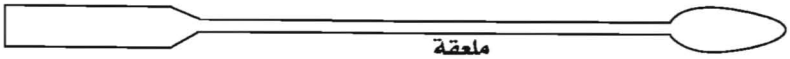
حامل أنابيب اختبار



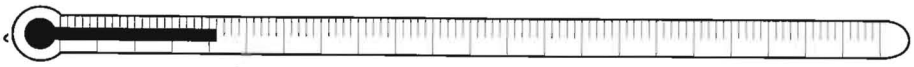
ماسك أنابيب اختبار



ساق زجاجية



ملعقة



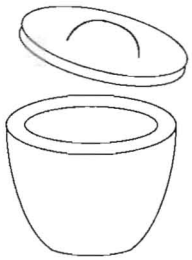
مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)

قطّارة

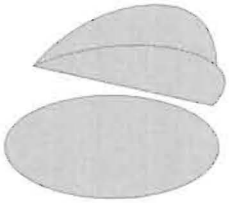
مثلث تسخين

سدادة مطاطية

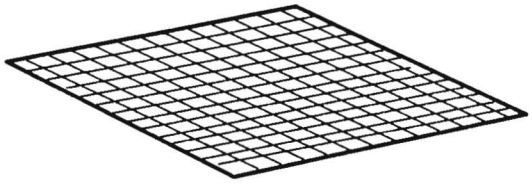
سدادة من الفلين



جفنة



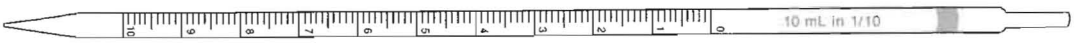
ورق ترشيح



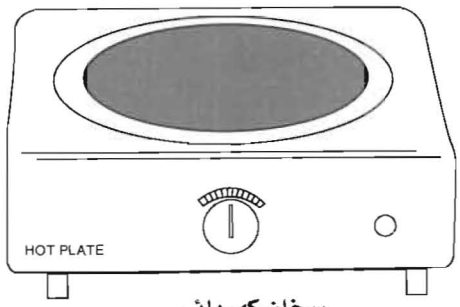
شبكة تسخين

سحاحة

ماصة

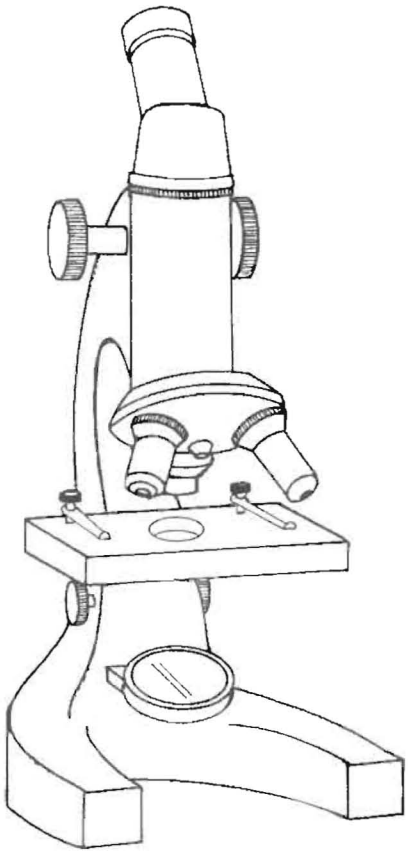


ماصة مدرجة



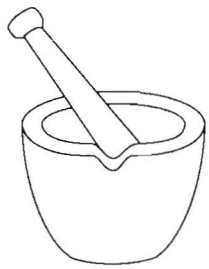
سخان كهربائي

ميزان رقمي

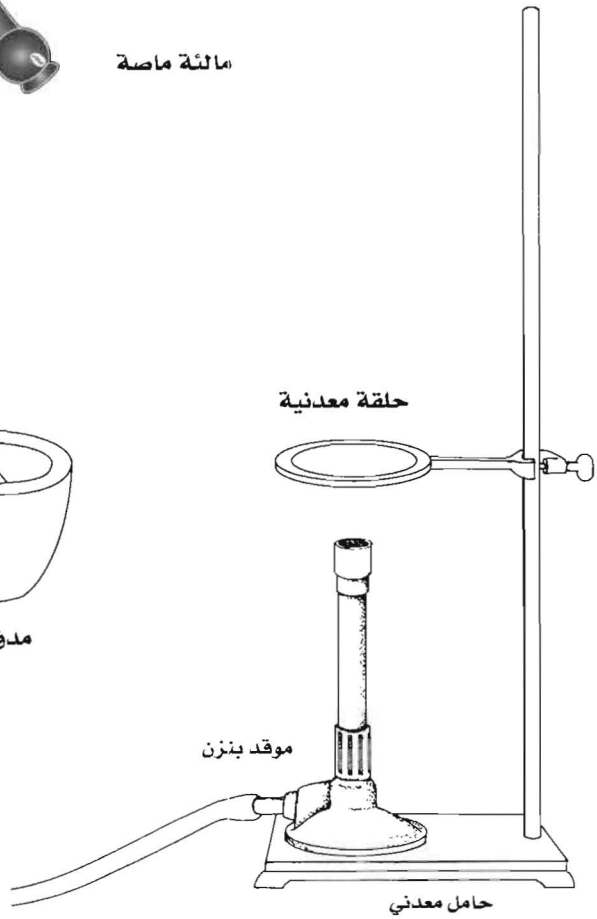


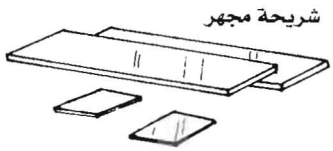
مجهر ضوئي مركب

مالئة ماصة



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، إلَّا 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 بأيِّ نشاط دون إذن معلمك. ولا تعمل أبدًا بمفردك في المختبر، بل اعمل فقط عندما يكون معلمك موجودًا.
2. ادرس التجربة قبل مجيئك للمختبر، وإذا كان لديك شك في أيٍّ من خطوات التجربة فاطلب المساعدة من معلمك.
3. يجب ارتداء النظارة الواقية، ولبس معطف المختبر في أيِّ وقتٍ تعمل فيه في المختبر. كما يجب ارتداء القفازات كل مرة تستعمل فيها المواد الكيميائية؛ لأنها تسبب التهيّج، وقد يمتصها الجلد.
4. يجب عدم وضع عدسات لاصقة في المختبر، حتى لو كنت تلبس نظارات واقية؛ فالعدسات تمتص الأبخرة، ويصعب إزالتها في الحالات الطارئة.
5. يجب ربط الشعر الطويل للخلف لتجنب اشتعاله.
6. تجنب لبس الحلي المدلاة، والملابس الفضفاضة. فالملابس الفضفاضة قد تشتعل، كما أنها قد تشتبك بالأدوات المختبرية وكذلك الحلي.
7. البس أحذية مغلقة تغطي القدم تماما؛ 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 بأيِّ حادث، أو إصابة، أو خطأ في العمل، أو تلف أداة من الأدوات.
10. تعامل مع المواد الكيميائية بحذر، وتفحص بطاقات المعلومات التي على العبوات قبل أخذ أيِّ كميات منها، واقرأها ثلاث مرات: قبل حمل العبوة، وأثناء حملها، وإعادتها.
11. لا ترجع المواد الكيميائية الفائضة إلى عبواتها الأصلية.

12. لا تأخذ عبوات المواد الكيميائية إلى مكان عملك إلَّا إذا طُلب منك 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 قليلًا منها في كأس.

14. لا تتذوق أيَّ مادة كيميائية أبدًا.

15. يُمنع الأكل والشرب والعلكة في المختبر.

16. استعمل مالئة الماصة عند سحب المواد الكيميائية، ولا تسحبها بفمك أبدًا.

17. إذا لامسَتْ مادة كيميائية عينيك أو جلدك فاغسلها مباشرة بكميات وفيرة 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 أيّ 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. تخلَّص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يوجهك معلمك.

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

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

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر

رموز السلامة ودلالاتها	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المواد	خطوات التخلص من المواد.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تلق هذه المواد في المغسلة، أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات كما يرشدك معلمك.
المواد البيولوجية	المخلوقات الحية أو المواد الحيوية الأخرى التي قد تكون ضارة بالإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعًا (كمامة) أو قفازات.	أخبر معلمك إذا شككت بملامستك هذه المواد. واغسل يديك جيدًا.
درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد لكونها حارة أو باردة جدًا.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمل واقيًا مناسبًا عند العمل بها.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات، الدبابيس، الأدوات الحادة، 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 تستنشق الأبخرة أبدًا، وارتد قناعًا (كمامة).	اترك منطقة الأبخرة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	التأريض غير الصحيح، انسكاب السوائل، التلامس الكهربائي، أسلاك مكشوفة.	تحقق من التوصيلات مع معلمك. وافحص وضع الأسلاك والجهاز.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، وأخبر معلمك فورًا.
المواد المهيّجة	المواد التي يمكن أن تهيج الجلد والأغشية المخاطية في المجرى التنفسي.	غبار اللقاح، كرات العث، الصوف الفولاذ، 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	المود الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين، الأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	امسح المنطقة المتأثرة فورًا بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	المواد التي قد تكون سامة، إذا لمست أو استنشقت، أو ابتلعت.	الزئبق، الكيروسين، برمنجنات البوتاسيوم، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك دائمًا بالماء بعد الإنتهاء من العمل. اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	قد يشعل اللهب المواد الكيميائية القابلة للاشتعال، أو الملابس الفضفاضة، أو الشعر.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم، الشعر، الملابس.	ابتعد عن أي لهب أو مصدر حراري عند استعمالك المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أخبر معلمك فورًا. واستعمل أدوات السلامة للوقاية من النار إذا لزم الأمر.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبّب حريقًا.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم حول إشعال اللهب وإطفائه.	اغسل يديك دائمًا بعد الاستعمال. واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.

سلامة العين

يجب وارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر دائمًا.

وقاية الملابس

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

سلامة الحيوانات

يشير هذا الرمز إلى الحفاظ على سلامة الطلبة والحيوانات.

نشاط إشعاعي

يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.

غسل الأيدي

بعد الانتهاء من العمل، اغسل يديك بالماء والصابون قبل رفع النظارات الواقية.

بطاقة السلامة في المختبر

الاسم : .....

التاريخ : .....

نـــوع التجربة : تجربة استهلالية، تجربة، مختبر الكيمياء

عنوان التجربة : .....

اقرأ التجربة كاملة، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

1. ما الهدف من الاستقصاء؟

.....

.....

.....

2. هل ستعمل مع زميل أو ضمن مجموعة؟ مع زميل ، ضمن 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؟ وضِّح.

.....

.....

.....

تجربة 1

نوى التجمد

Ice - nucleating

يتجمد الماء عادة عند درجة حرارة 0°C وتحت ضغط 1 atm ، ويمكن تغيير درجة حرارة التجمد عند توافر نوى للتجمد؛ حيث تلتقط هذه النوى جزيئات الماء، وتساعدها على التجمد. يمكن استخلاص نوى التجمد البروتينية من أحد أنواع البكتيريا (Pseudomonas Syringae) التي تتواجد على العشب والأشجار ونباتات أخرى، كما تستخدم حبيبات اللقاح أو ملح البحر أو الرمال أو الغبار كنوى للتجمد أيضًا. وسوف تقوم في هذه التجربة بدراسة تأثير نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء.

المشكلة

كيف تؤثر نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء؟

الأهداف

- **تقارن** درجة حرارة تجمد الماء المقطر مع درجة حرارة تجمد ماء مقطر آخر يحتوي على نوى تجمد.
- **ترسم** بيانيًّا العلاقة بين الزمن ودرجة حرارة الماء المقطر والماء المقطر الذي يحتوي على نوى التجمد.

المواد والأدوات

محلول $4\ M\ CaCl_2$	ماء مقطر
نوى تجمد بروتينية أو حبيبات لقاح أو ملح البحر	ثلج مجروش
ماصة سعتها 4 ml عدد (2)	حامل حلقي
مخبار مدرج سعته 10 ml	مشبك أنبوب اختبار عدد (2)
كأس سعتها 1000 ml	مقياس حرارة
قطارات صغيرة عدد (2)	مشابك عدد (2)
أنابيب اختبار عدد (7)	ساق تحريك
حامل أنابيب اختبار	ملعقة
سدادة فلين عدد (3)	ورق رسم بياني
ملصقات	

احتياطات السلامة

- **البسِ النظارات الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **تخلص من النفايات حسب إرشادات معلمك.**
- **يجب التعامل مع المخلوقات الحية، أو المواد المستخلصة منها على أنها موادُّ خطرة.**
- **التزم بالقواعد الصحية المناسبة عند التعامل مع نوى التجمد البروتينية. تأكد من وضع القفازات، واغسل يديك بالماء والصابون المضادِّ للبكتيريا.**

ما قبل التجربة

1. اقرأ التجربة كاملةً. ما الدور الذي تلعبه أنابيب الاختبار التي تحتوي على ماءٍ مقطّر في تصميم هذه التجربة؟
2. لماذا يعتبر استخدام حجوم متساوية من الماء في أنابيب الاختبار في الجزء الثاني (B) مهمًّا؟
3. كوِّن فرضية عن تأثير نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء، وسجِّلها في الصفحة التالية.

خطوات العمل

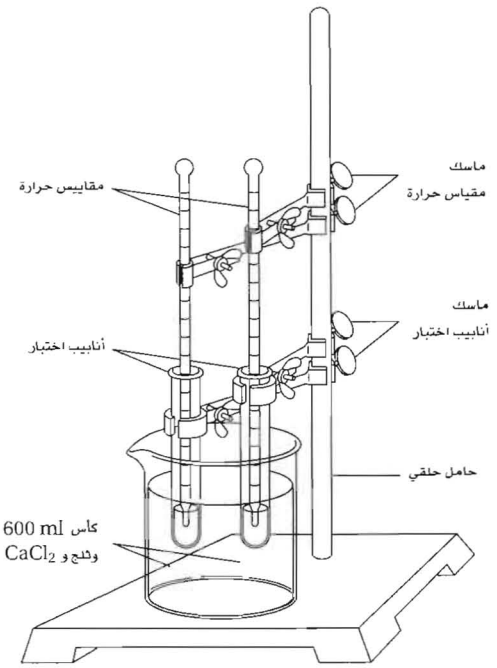
الجزء A

1. ضع ملصقًا على أنبوب الاختبار الذي يحتوي على نوى التجمد.
2. اسكب 10 ml من الماء المقطر في أنبوب الاختبار، وأضف إليها حبيبات (4 أو 5) من نوى التجمد باستخدام الملعقة.
3. ضع سدادة على فوهة الأنبوب، ورُجّه جيدًا حتى تختلط نوى التجمد بالماء.
4. ضع 400 ml من الثلج المجروش في كأس سعتها 600 ml.
5. أضف كمية كافية من محلول $4\ M\ CaCl_2$ حتى ينغمر الثلج. حرك المحلول الناتج باستخدام ساق التحريك، ثم قس درجة الحرارة ودوِّنها في جدول الملاحظات والبيانات.
6. اكتب على أنبوبي اختبار "نوى التجمد"، وعلى أنبوبي اختبار آخرين "ماء".
7. اسحب باستخدام قطارة نظيفة كمية من محلول نوى التجمد.
8. ضع نقطة واحدة في كل من الأنبوبين المسميين "نوى التجمد"، واحتفظ ببقية المحلول؛ لاستعماله في الجزء B.
9. اسحب باستخدام قطارة نظيفة كمية من الماء المقطر.
10. ضع نقطة ماء واحدة فقط في كلٍّ من الأنبوبين المسميين "ماء".
11. ضع الأنابيب الأربعة في الكأس التي تحتوي على الثلج المجروش ومحلول $CaCl_2$.
12. راقب أنابيب الاختبار؛ لتحديد أيِّ الأنابيب تتكون فيها بلورات الثلج أسرع؟
13. ارفع الأنابيب من المحلول، واحتفظ بحوض التبريد للجزء B.

الجزء B

1. اكتب على أنبوب اختبار "نوى التجمد" وعلى أنبوب اختبار آخر "ماء".
2. أضف باستخدام الماصة 4 ml من محلول نوى التجمد المحضر في الجزء A إلى أنبوب الاختبار المسمى "نوى التجمد".
3. أضف باستخدام ماصة نظيفة أيضًا 4 ml من الماء المقطر إلى الأنبوب المسمى "ماء".
4. ثبِّت أنابيب الاختبار ومقياس الحرارة في الكأس التي تحتوي على الثلج ومحلول $CaCl_2$، كما هو موضح في الشكل A.

الشكل A



تأكد أن مستودع مقياس الحرارة مغمور في السائل، وليس ملامسًا لقاع أو جوانب أنبوب الاختبار، واحرص على عدم تحريك الجهاز.

5. سجل درجة حرارة أنبوب "نوى التجمد" في **جدول البيانات 1** في الصف المعنون 0_{min} ودرجة حرارة أنبوب "الماء" في **جدول البيانات 2** في الصف المعنون 0_{min}. ثم سجل درجة الحرارة في جدول البيانات الخاص بكل مادة كل 4 min لمدة 60 min. وكذلك سجل الحالة الفيزيائية لمكونات كل أنبوب: سائل، أو صلب، أو مخلوط من الصلب والسائل.

الجزء A

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات.

1. تخلص من النفايات باتباع إرشادات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها.
3. اغسل يديك جيدًا بالصابون المضادِّ للبكتيريا قبل مغادرتك المختبر.

البيانات والملاحظات

درجة الحرارة الابتدائية لمحلول $CaCl_2$ والماء(°C) = ...

جدول البيانات 1 ، نوى التجمد

الزمن (min)	درجة الحرارة °C	التغير في درجة الحرارة °C	الحالة الفيزيائية	الزمن (min)	درجة الحرارة °C	التغير في درجة الحرارة °C	الحالة الفيزيائية
0				32			
4				36			
8				40			
12				44			
16				48			
20				52			
24				56			
28				60			

جدول البيانات 2، الماء							
الزمن (min)	درجة الحرارة °C	التغير في درجة الحرارة °C	الحالة الفيزيائية	الزمن (min)	درجة الحرارة °C	التغير في درجة الحرارة °C	الحالة الفيزيائية
0				32			
4				36			
8				40			
12				44			
16				48			
20				52			
24				56			
28				60			

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** ما درجة حرارة مخلوط الثلج و $CaCl_2$؟

2. **التفكير الناقد** ما الهدف من إضافة $CaCl_2$ إلى الثلج؟ (ملاحظة: ما درجة حرارة مخلوط الماء والثلج؟).

الجزء B

3. **عمل الرسوم البيانية واستخدامها** ارسم رسمًا بيانيًا يمثل الزمن مقابل درجة الحرارة لكلا المحلولين: (نوى التجمد والماء) على ورقة الرسم البياني نفسها.

4. **اكتساب وتحليل المعلومات** عند أيِّ درجة حرارة بدأ الثلج يتكون في كلا الأنبوبين؟ كيف أثرت نوى التجمد في درجة الحرارة التي بدأ عندها تجمد الماء؟

5. **استخلاص النتائج** لماذا بدأت قطرات الماء في التجمد في إحدى مجموعات أنابيب الاختبار قبل قطرات الماء في المجموعة الأخرى من الأنابيب؟

6. **تحليل الخطأ** ما مصادر الخطأ التي ظهرت في هذه التجربة؟

1. عندما تتجمد المحاصيل تقوم بلورات الثلج المتكونة بإتلاف جدران خلايا النبات، ومن ثم تدمر خلاياها. فسّر كيف يساعد إزالة نوى التجمد البروتينية من فوق سطح النباتات على عدم تدمير خلاياها؟

2. تستعمل آلة صنع الثلج Snowmaking الحديثة نوى التجمد البروتينية المشتقة من البكتيريا؛ حيث يساعد البروتين المزيد من قطرات الماء على التجمد قبل أن تصل إلى الأرض حتى لو كانت درجة حرارة الهواء أعلى قليلًا من درجة تجمد الماء العادي. عادةً تجمد نوى التجمد البروتينية التي تستخدم في صنع الثلج قبل شحنها إلى حلبات (منحدرات) التزلج من خلال عملية التجمد الجاف (Freeze-druing). فسّر عملية التجمد الجاف.

تجربة 2 درجات الغليان

Boiling Points

تركز نظرية الحركة الجزيئية على قوى التجاذب بين الجسيمات في تفسير سلوك السوائل؛ حيث تسبب قطبية الجزيئات وحجمها اختلافًا في درجات الغليان. ويحدث الغليان عندما يتساوى ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي الخارجي. وللجزيئات ـ عند درجة الغليان ـ في جميع أنحاء السائل طاقة حركية كافية للتبخر. وبقياس درجة الحرارة عند ضغط ثابت يمكنك تحديد درجة غليان السائل.

المشكلة

هل يمكن التمييز بين المواد من خلال درجات غليانها ؟

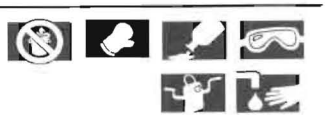
الأهداف

- **تسجل** بيانات درجة الحرارة، لتحديد درجة الغليان لسائلين.
- **تستنتج** كيف تستخدم درجات الغليان في تمييز الموادّ غير المعلومة.

المواد والأدوات

كأس سعتها 250 ml عدد (2)
ثلج
150 ml
حبيبات غليان (قطع بورسلان)
سخان كهربائي
حامل حلقي وماسك
أنابيب اختبار عدد (2)
سوائل غير معروفة
مقياس حرارة
سدادة مطاطية بثقبين
أنبوب مطاطي
أو بلاستيكي 600 cm

احتياطات السلامة



- **البس النظارات الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **يجب أن يكون الجهاز مفتوحًا؛ حتى لا ينضغط الغاز في داخله.**
- **احرص على أن تكثف الغازات والأبخرة الناتجة، وتجمَّع في أنبوب اختبار مغمور في ثلج وماء.**
- **استخدم السخان الكهربائي وليس اللهب المباشر؛ لأن هذه السوائل قد تكون قابلة للاشتعال.**
- **نفذ هذه التجربة في مكان جيد التهوية.**

ما قبل التجربة

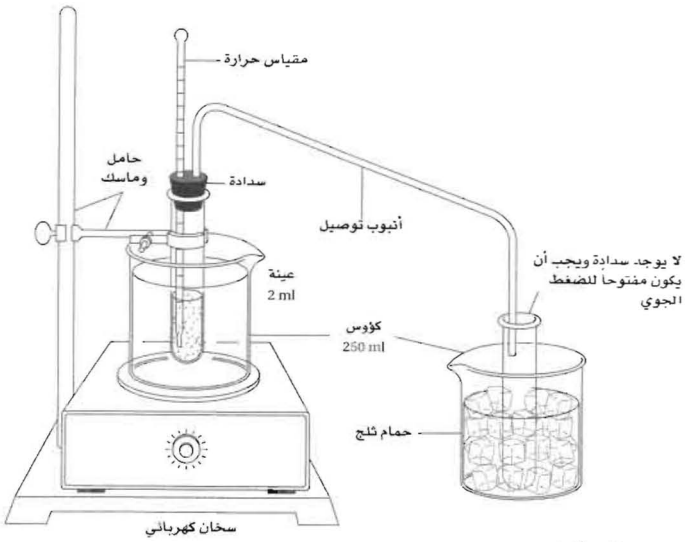
1. اقرأ التجربة كاملةً، ثم كوِّن فرضية حول ما إذا كان بالإمكان استخدام درجة الغليان للتمييز بين المواد. ثم سجل فرضيتك في الصحفة التالية وبرر توقعاتك.
2. توقع ما إذا كانت درجات غليان السوائل التي تم اختبارها أكثر أم أقل من درجة غليان الماء. برر توقعاتك.
3. ما تأثير زيادة الحرارة على الطاقة الحركية للسائل؟
4. ما المقصود بدرجة الغليان؟
5. ما المتغيران اللذان يسببان اختلافًا في درجات غليان المواد؟

خطوات العمل

1. اطلب من معلمك أنبوب اختبار يحتوي على سائل غير معروف وضع فيه اثنتين من حبيبات الغليان.
2. املأ كأسًا سعتها 250 ml، إلى منتصفها، بماء الصنبور، وضعها على السخان الكهربائي.
3. ادخل مقياس الحرارة وأنبوب التوصيل في السدادة المطاطية، وشحِّم السدادة إذا كان ذلك ضروريًّا. أغلق أنبوب الاختبار بالسدادة المطاطية، وعدِّل موضع مستودع مقياس الحرارة بحيث يكون مغمورًا في السائل، دون أن يلمس قاع الأنبوب.
4. ثبت الأنبوب على الحامل الحلقي، بحيث ينغمر داخل الحمام المائي دون أن يلمس قاع الكأس كما في الشكل A.
5. ضع كمية كافية من الثلج في كأس سعتها 250 ml حتى منتصفها، ثم ضع أنبوب الاختبار الثاني في حمام الثلج. أدخل طرف أنبوب التوصيل في أنبوب الاختبار. تأكد أن هذا الطرف من أنبوب التوصيل مفتوح للهواء الجوي.

تحذير: لا تستخدم السدادة المطاطية في إغلاق أنبوب الاختبار المغمور بالثلج.

6. شغِّل السخان الكهربائي، وسخن حمام الماء ببطء، وعندما يبدأ السائل في الغليان سجل درجة غليانه في **جدول البيانات 1**. يجب أن يكون هناك تدفق ثابت من الفقاعات. سجل درجة الحرارة لأقرب منزلة عشرية واحدة.
7. أطفئ السخان الكهربائي، واترك الجهاز يبرد.



الشكل A

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد أنابيب الاختبار جميعها إلى معلمك.
2. نظف أدوات المختبر جميعها، وأعدها إلى أماكنها.

البيانات والملاحظات

3. سجل درجة غليان السائل المجهول في **جدول البيانات 1**.

4. سيقوم معلمك بعمل جدول للبيانات التي يتم جمعها من كل المجموعات للعينتين المجهولتين A و B.

جدول بيانات 1			
المادة غير المعلومة A	**درجة الغليان (°C)**	**المادة غير المعلومة B**	**درجة الغليان °C**
المجموعة 1		المجموعة 1	
المجموعة 2		المجموعة 2	
المجموعة 3		المجموعة 3	
المجموعة 4		المجموعة 4	
المجموعة 5		المجموعة 5	
المتوسط		المتوسط	

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** فسر مسار انتقال الحرارة من السخان الكهربائي إلى السائل غير المعلوم.

2. **تطبيق المفاهيم** ما الضغط الخارجي في هذه التجربة؟

3. **جمْع البيانات وتحليلها** احسب متوسط درجات غليان المادتين المجهولتين A و B، مستخدمًا على الأقل ثلاث قراءات لكل منهما، وإذا كان الاختلاف بين أيِّ درجة مسجلة، والمتوسط العام أكثر من درجتين احذف هذه القراءة، ثم احسب المتوسط مرة أخرى.

4. **قارن** بين متوسط درجات غليان المادتين المجهولتين A و B، والبيانات المرجعية التي يزودك بها معلمك. حدّد السوائل غير المعلومة، ما الفرق بين درجات الغليان الحقيقية للسوائل ودرجات الغليان التجريبية؟

5. **تحليل الخطأ** الخطأ في القياسات هو الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة التجريبية لها. احسب الخطأ لمتوسط درجة الغليان لكل مادة. هل كانت القياسات دقيقة لدرجة يمكن الاعتماد عليها لتأكيد الفرضية؟ اكتب مصادر الخطأ المحتملة.

الكيمياء في واقع الحياة

1. كيف تتغير درجة الغليان لو أجريت هذه التجربة عند البحر الميت (394 m تحت سطح البحر)، أو قمة إفرست (8848 m فوق سطح البحر).

2. فسّر ما يحدث في قِدر الضغط، وما فائدة استخدامه؟ وما الأخطار المحتملة عند استخدامه؟

تجربة 3

حرارة التفاعل وحرارة المحلول

Heats of Solution and Reaction

هناك نوعان من العمليات التي يُرافقها عادةً تغيرات في الطاقة، هما: التفاعلات الكيميائية وعملية الإذابة. وتعرّف حرارة التفاعل بأنها الطاقة الإجمالية الممتصة أو المنطلقة في أثناء حدوث التفاعل الكيميائي. بينما تعرف حرارة المحلول بأنها الطاقة الإجمالية الممتصة أو المنطلقة في أثناء تكوّن المحلول. وكل من حرارة التفاعل وحرارة المحلول عبارة عن الفرق بين الطاقة الممتصة لتكسير الروابط والطاقة المنطلقة عند تكوين روابط جديدة. ستتقصى في هذه التجربة مثالين عن حرارة المحلول، ومثالاً واحدًا عن حرارة التفاعل.

المثال الأول لحرارة المحلول هو الحرارة الناتجة عن إضافة حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركّز إلى الماء. والمثال الثاني هو إذابة المركب الأيوني كلوريد الأمونيوم NH_4Cl في الماء.

نحتاج- عند إذابة مركب أيوني في الماء- إلى طاقة لكسر الروابط الأيونية في البلورة. وعندما تنجذب الأيونات إلى جزيئات الماء وتصبح متميهة، تنطلق الطاقة. وتكون العملية ماصّة للحرارة إذا كانت الطاقة اللازمة لكسر الروابط أكبر من الطاقة المنطلقة عندما ترتبط الأيونات بجزيئات الماء. ويكون التفاعل طاردًا للحرارة إذا كانت الطاقة اللازمة لكسر الروابط أقل من الطاقة المنطلقة عندما ترتبط الأيونات بجزيئات الماء. ويعد التفاعل بين حمض وقاعدة مثالاً على تفاعل كيميائي يمكن قياس التغير في الطاقة عند حدوثه.

ستُحدِّد في هذه التجربة إذا كان التفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ماصًّا للطاقة أو طاردًا لها.

المشكلة

كيف تتغير درجات الحرارة في أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية وفي أثناء تكوّن المحلول؟

الأهداف

- **تقيس** التغيّرات في درجة الحرارة لتفاعلات مختلفة.
- **تميّز** بين التفاعلات الطاردة والماصّة للحرارة.

المواد والأدوات

كلوريد الأمونيوم NH_4Cl

حمض الكبريتيك $18\ M\ H_2SO_4$

حمض الهيدروكلوريك $1M\ HCl$

هيدروكسيد الصوديوم $1M\ NaOH$

مخباران مدرجان (100 ml، 10 ml)

ثلاثة أكواب بوليسترين بلاستيكية

مقياس حرارة (ثرمومتر)

ميزان رقمي

ساعة إيقاف

ساق تحريك زجاجية

- تخلَّص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.
- قد تصبح المحاليل ساخنة جدًّا أو باردة جدًّا، فكن حذرًا في أثناء تعاملك معها.
- كل من حمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك سام ويسبب تآكل الجلد ويتفاعل مع الفلزات.
- قد تحدث انسكابات خطيرة في أثناء تخفيف الأحماض المركزة. وتذكر أن تضيف الحمض إلى الماء، ولا تضف الماء إلى الحمض أبدًا.
- البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر، والقفازين دائمًا.
- الزئبق الموجود في مقاييس درجات الحرارة الزئبقية سام.
- يمكن أن تُثقب أكواب البوليسترين بسهولة، مسببة انسكاب المواد الكيميائية.
- هيدروكسيد الصوديوم سامّ، ويسبب تآكلًا للجلد.
- كلوريد الأمونيوم قليل السُّميّة.

ما قبل التجربة

1. عرِّف حرارة التفاعل.
2. ميّز بين التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة.
3. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية حول كيفية التمييز بين التفاعلات الطاردة للحرارة والماصة لها، ثم سجّلها في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
4. لخِّص الخطوات التي ستتبعها لفحص فرضيتك.
5. صف تغيرات درجة الحرارة المتوقعة لنظام تحدث فيه عملية طاردة للحرارة.

خطوات العمل

الجزء A: حرارة محلول حمض الكبريتيك

1. ضع 45 ml من الماء في كوب بوليسترين.
2. ضع مقياس الحرارة في الماء داخل الكوب، ثم اقرأ درجة حرارة الماء بعد دقيقتين، وسجِّل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 1**.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 8.0 ml من محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 الذي تركيزه 18 M، واسكبه فوق الماء في الكوب بحذر. حرّك المحلول بساق تحريك بحذر أيضًا.
4. لاحظ أعلى درجة حرارة يصل إليها المحلول وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.
5. تخلّص من محلول الحمض حسب توجيهات معلمك.

الجزء B: حرارة محلول كلوريد الأمونيوم

1. ضع 30 ml من الماء في كوب بوليسترين.
2. ضع مقياس الحرارة في الماء داخل الكوب، ثم اقرأ درجة حرارة الماء بعد دقيقتين، وسجِّل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 2**.
3. زِن 5 g من بلورات كلوريد الأمونيوم NH_4Cl على قطعة ورق الوزن. ثم أضفها بحذر إلى الماء في الكوب، وحرِّك المحلول بساق تحريك نظيف وبحذر.

4. لاحظ أدنى درجة حرارة للمحلول وسجِّلها.
5. تخلّص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

الجزء C: حرارة التفاعل

1. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 20 ml من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي تركيزه 1 M. وضعه في كوب بولستيرين.
2. ضع مقياس الحرارة في الكوب، ثم اقرأ درجة حرارة الحمض بعد دقيقتين، وسجّل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 3**.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 10 ml من هيدروكسيد الصوديوم NaOH الذي تركيزه 1M، ثم أضفه بحذر إلى الحمض في كوب البولستيرين. حرِّك المحلول بساق تحريك بحذر أيضاً.
4. لاحظ درجة الحرارة الجديدة التي وصل إليها المحلول وسجِّلها.
5. تخلّص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
الجزء A: حرارة محلول حمض الكبريتيك $^{\circ}C$	
درجة الحرارة الأولية للماء ($^{\circ}C$)	
درجة حرارة الماء بعد إضافة H_2SO_4 ($^{\circ}C$)	
التغير في درجة الحرارة ($^{\circ}C$)	
طارد للحرارة أم ماصّ لها؟	

جدول البيانات 2	
الجزء B: حرارة محلول كلوريد الأمونيوم $^{\circ}C$	
درجة الحرارة الأولية للماء ($^{\circ}C$)	
درجة حرارة الماء بعد إضافة NH_4Cl ($^{\circ}C$)	
التغير في درجة الحرارة ($^{\circ}C$)	
طارد للحرارة أم ماصّ لها؟	

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

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

جدول البيانات 3	
الجزء C: حرارة التفاعل °C	
درجة الحرارة الأولية للحمض (°C)	
درجة الحرارة بعد إضافة NaOH (°C)	
التغير في درجة الحرارة (°C)	
طارد للحرارة أم ماصّ لها؟	

التحليل والاستنتاج

1. **استخدام الأرقام** احسب التغيرات في درجات الحرارة للعمليات الثلاث، وسجِّلها في جداول البيانات.
2. **الملاحظة والاستنتاج** ما الملاحظة التي مكّنتك من المقارنة بين انتقال الحرارة في العمليات الثلاث؟

3. **تفسير البيانات** ما الدليل العملي الذي يوضح ما إذا كان كل تفاعل طاردًا أو ماصًّا للحرارة؟

4. **التوقع** هل يختلف التغير في درجة الحرارة في الجزء A إذا استخدمت كمية الماء نفسها وكمية أقل من حمض الكبريتيك؟ فسِّر إجابتك.

5. **استخلاص النتائج** احتجنا في الجزء B إلى الطاقة لكسر الروابط الأيونية في البلورة، وعندما ارتبطت الأيونات في جزيئات الماء وتميّهت انطلقت هذه الطاقة. اشرح كيف يمكنك استنتاج أن الطاقة التي استخدمت لكسر الروابط أكبر من الطاقة المنطلقة عند ارتباط الأيونات في جزيئات الماء؟

6. **تحليل الخطأ** هل كان من الضروري قياس كميات المواد المتفاعلة ودرجات الحرارة بدقة لاختبار فرضيتك في هذه التجربة ؟ فسّر إجابتك.

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح كيف تعمل "الكمّادة الباردة" التي تستعمل كثيرًا في الحالات الطارئة، أو عند إصابة الرياضيين أو إصابات العمل؟
2. احتراق الوقود تفاعل طارد للحرارة. اشرح كيف تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة عن هذا النوع من التفاعلات لبذل شغل مفيد؟
3. اشرح لماذا لا تكون عملية تكييف المنازل والمكاتب باستخدام تفاعل ماص للحرارة طريقة عملية؟

تجربة 4

حرارة احتراق مادة الشمع

Heat of Combustion of Candle Wax

تعرف كمية الحرارة المنطلقة من الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة باسم حرارة الاحتراق $\triangle H_{comb}$ ، ويمكن قياس كمية الحرارة المنطلقة بالسُّعرات أو الجولات. فالسُّعر (cal) هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء درجة سيليزية واحدة، ويعبَّر عن وحدة الحرارة في النظام الدولي للوحدات بالجول J الذي يساوي 4.184 cal.

إذا احترقت عينة من الكربون النقي مع وجود الأكسجين يحدث التفاعل الآتي:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \triangle H_{comb} = -393.5kJ$$

يحتوي الجدول المجاور على قيم حرارة الاحتراق لبعض المواد.

حرارة الاحتراق		
المادة	الصيغة	$\triangle H_{comb}$ kJ/mol
الميثان	$CH_{4\,(g)}$	−890.3
البروبان	$C_3H_{8\,(g)}$	−2219.9
البيوتان	$C_4H_{10\,(g)}$	−3536.1
الأكتان	$C_8H_{18\,(l)}$	−5450.8

ستحسب في هذه التجربة حرارة احتراق شمعة، حيث تسخّن الشمعة المحترقة كمية معلومة من الماء، ويمكنك باستخدام الحرارة النوعية للماء، وكتلته، والزيادة في درجة حرارته أن تحسب كمية الحرارة المنطلقة من الشمعة المحترقة مستخدمًا العلاقة الآتية:

كمية الحرارة بالسُّعرات = كتلة الماء × التغير في درجة الحرارة × الحرارة النوعية للماء

حيث الحرارة النوعية للماء $1cal/g.^{\circ}C$.

ثم يمكنك حساب كمية الحرارة المنطلقة لكل جرام من الشمع، وضربها في الكتلة المولية لمادة الشمع لتحصل على حرارة الاحتراق $\triangle H_{comb}$ بوحدة kJ/mol .

المشكلة

كيف تقيس الحرارة المنطلقة من شمعة محترقة وتحسب حرارة الاحتراق لمادة الشمع؟

الأهداف

- **تقيس** التغير في درجة حرارة كتلة من الماء في أثناء تفاعل احتراق.
- **تحسب** كمية الحرارة المنطلقة في أثناء تفاعل احتراق.
- **تحسب** الطاقة المنطلقة لكل مول من المادة المتفاعلة في أثناء تفاعل احتراق.

المواد والأدوات

شمعة
علبة فلزية صغيرة
علبة فلزية كبيرة مفتوحة الطرفين
4 صمولات فولاذية ($\frac{1}{2}$ بوصة)
ميزان رقمي
مسطرة مترية
مشابك ورق (عدد 3)
ولاعة البيوتان (ولاعة غاز طويلة)
حلقة وحامل حلقة
ثرمومتر وماسك ثرمومتر
ساق تحريك زجاجية
قلم تخطيط

- البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر، والقفازين دائمًا.
- تخلص من نفايات الشمع حسب توجيهات معلمك.
- بعض الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.
- قد يحرق اللهب الشعر والملابس الفضفاضة.
- الزئبق الموجود في مقاييس درجات الحرارة الزئبقية مادة سامة.

ما قبل التجربة

1. عرِّف كلًّ من حرارة الاحتراق والسُّعر.
2. اذكر العلاقة بين:

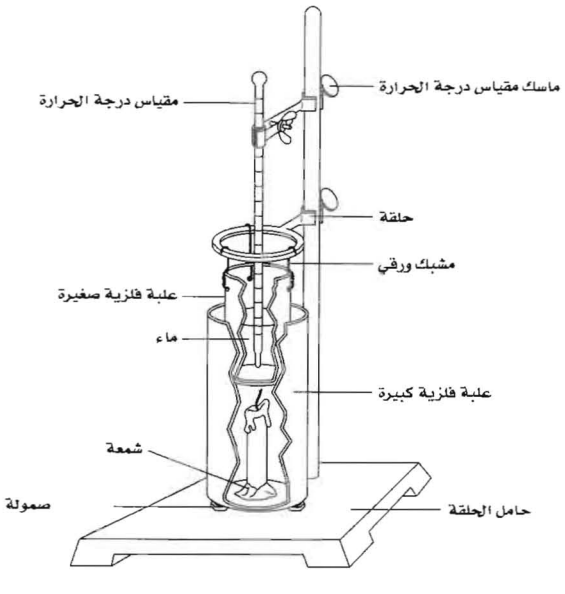
(a) السُّعرات والجُولات.

(b) السُّعرات، وكتلة الماء، والتغير في درجة الحرارة، والحرارة النوعية.

3. عرِّف التفاعلات الطاردة والماصّة للطاقة. ما إشارة $\triangle H$ لتفاعل طارد للطاقة، وتفاعل ماص للطاقة؟
4. اشرح كيف تستطيع حساب حرارة الاحتراق إذا عرفت عدد السُّعرات المنطلقة، وكتلة المادة المحترقة، والكتلة المولية للمادة؟
5. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية عن كيفية قياس كمية الحرارة المنطلقة في تفاعل كيميائي. ثم سجِّل فرضيتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

1. أشعل شمعة، وأَنزل بضع قطرات من الشمع المنصهر على غطاء علبة، ثم ثبت الشمعة على الغطاء، وأطفئ الشمعة.
2. استخدم قلم التخطيط لوضع خط على بعد 3 cm تحت قمة الشمع في الشمعة.
3. حدد كتلة الشمعة والغطاء وسجِّل هذه القيمة في **جدول البيانات 1**.
4. استعن **بالشكل A** على تجهيز الأدوات، ثم شكّل كلًّا من مشابك الورق الثلاثة على شكل الحرف S، واستخدمها لتعليق العلبة الصغيرة على حلقة الحامل.
5. ضع الشمعة تحت العلبة الصغيرة بحيث يكون قعر العلبة على ارتفاع (4 –5 cm) من قمة الشمعة غير المشتعلة.
6. قس كتلة العلبة الصغيرة وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.
7. املأ العلبة الصغيرة إلى نصفها تقريبًا بالماء المقطر.
8. قس كتلة العلبة الصغيرة والماء، وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.



الشكل A

9. ضع العلبة الكبيرة فوق الشمعة.

10. ارفع العلبة الكبيرة عن قاعدة حامل الحلقة وضع الصمولات الأربع على أبعاد متساوية تحت العلبة؛ حتى يتمكن الهواء اللازم لاحتراق الشمعة من الدخول حول قاعدة العلبة.

11. سجِّل درجة الحرارة الأولية للماء في **جدول البيانات 1**. استخدم ولاعة البيوتان لإشعال الشمعة.

12. أعد العلبة الصغيرة والماء فورًا إلى موضعيهما السابقين.

13. حرِّك الماء بلطف مستخدمًا ساق التحريك الزجاجية في أثناء تسخين الشمعة للماء.

14. دع الشمعة تحترق حتى يتم استهلاك الشمع إلى العلامة 3 cm التي وُضعت في **الخطوة 2**.

15. أطفئ الشمعة، وسجِّل درجة الحرارة النهائية للماء في **جدول البيانات 1**.

16. قس كتلة الشمعة والغطاء وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.

17. كرِّر الخطوات 16 - 2، مع جعل الخط على بعد 5 cm تحت قمة الشمعة.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أعد الأدوات المختبرية إلى أماكنها.
2. بلّغ عن أي أداة أُتلفت أو كُسرت.
3. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
	المحاولة 1 (3 cm)	**المحاولة** 2 (5 cm)
الكتلة الأولية للشمعة (g)		
الكتلة النهائية للشمعة (g)		
الكتلة المحترقة من الشمعة (g)		
كتلة العلبة الصغيرة والماء (g)		
كتلة العلبة الصغيرة فارغة (g)		
كتلة الماء (g)		
درجة الحرارة النهائية للماء (°C)		
درجة الحرارة الأولية للماء (°C)		
التغير في درجة حرارة الماء (°C)		

1. احسب الكتلة المحترقة من الشمعة في كل محاولة وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.
2. احسب كتلة الماء المستخدمة في كل محاولة، وسجِّلها في **جدول البيانات 1**.
3. احسب التغير في درجة حرارة الماء في كل محاولة.

التحليل والاستنتاج

1. **القياس واستخدام الأرقام** احسب عدد السُّعرات الحرارية التي امتصها الماء في كل محاولة.

2. **القياس واستخدام الأرقام** احسب الحرارة المنطلقة لكل جرام من الشمع المحترق في كل محاولة.

3. **القياس واستخدام الأرقام** إذا افترضنا أن الصيغة الكيميائية للشمع هي $C_{32}H_{66}$ فاحسب الكتلة المولية للشمع.

4. **تطبيق المفاهيم** اكتب معادلة احتراق مول واحد من الشمع $C_{32}H_{66}$.

5. **القياس واستخدام الأرقام** احسب الحرارة المنطلقة من الشمع $C_{32}H_{66}$ في كل محاولة بوحدة kcal /mol.

6. **القياس واستخدام الأرقام** حوّل kcal /mol إلى kJ /mol لكل محاولة. ما قيمة $\triangle H_{comb}$ للشمع بوحدة kJ /mol؟

7. **استخلاص النتائج** قارن بين حرارة الاحتراق التي حصلت عليها بالقيم الموجودة في الجدول صفحة 28. فسّر أي نمط تلاحظه.

8. **التفكير الناقد** لماذا أُجرِيَت محاولتان؟

9. **تحليل الخطأ** فسّر المصادر المحتملة للخطأ في هذه التجربة.

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح لماذا يُنصح المسافرون برًّا في المناطق الباردة أن يحملوا معهم شمعة وأعواد ثقاب بوصفهما جزءًا من معدات البقاء على قيد الحياة في الحالات الطارئة.

2. تُستخدم محركات الديزل كثيرًا في الشاحنات الكبيرة والمعدات الثقيلة؛ لأن وقود الديزل ينتج حرارة أكثر مما ينتجه البنزين. إلام يشير هذا عن طبيعة جزيئات وقود الديزل بالمقارنة بجزيئات البنزين؟

تجربة 5 سرعة التفاعل

The Rate of a Reaction

تبيِّـن المعادلـة الكيميائية أنه عند حـدوث تفاعل كيميائي تتحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة. ويُعبّر غالبًا عن سـرعة التفاعل الكيميائي بمقدار التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال الزمن. ستحسب من خلال هذه التجربة سرعة التفاعل من خلال الزمن الذي يسـتغرقه تفاعل كمية معينة من الماغنسـيوم Mg بشكل كامل مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

المشكلة

ما العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعل الكيميائي؟

ما العلاقة بين التركيز وسرعة التفاعل الكيميائي؟

الأهداف

- **تقيس** الزمـن الـذي يسـتغرقه شـريط من الماغنسيوم للتفاعل بشـكل كامل مع حمـض HCl تحت ظروف مختلفة.
- **تمثّل** البيانات بيانيًّا.
- **تستنتـج** العلاقة بين سـرعات التفاعـل ودرجـات الحـرارة المختلفة والتراكيز.

المواد والأدوات

شريط ماغنسيوم	مقياس حرارة
ورق صنفرة	سـاق تحريـك
حمض الهيدروكلوريك 1M HCl	زجاجية
حمض الهيدروكلوريك 3M HCl	لهب بنزن
ثلج	ساعة إيقاف
أنابيب اختبار (عدد 8)	مقص
أربعـة كؤوس مدرجة سـعة كل منها 250 ml	حامل حلقي
مخبار مدرج سعته 10 ml	حلقة حديدية
	شبكة تسخين

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **بعض الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.**
- **حمض الهيدروكلوريك مادة سامة، وحارقة للجلد، وتتفاعل مع الفلزات.**
- **قد يحرق اللهب الشعر والملابس الفضفاضة.**

ما قبل التجربة

1. عرِّف سرعة التفاعل.
2. اكتب المعادلة الرياضية المستخدمة لتحديد متوسط سـرعة التفاعل الكيميائـي. ما العوامـل الثابتة؟ وما العوامل المتغيرة؟
3. اقـرأ التجربة كاملة. ثم ضـع فرضية حول كيفية تأثير زيادة درجة الحرارة في سرعة التفاعل. وضع فرضية أخـرى حـول كيفيـة تأثيـر زيـادة التركيز في سـرعة التفاعـل. سـجِّل فرضياتك فـي الصفحـة التالية في المكان المخصص لذلك.
4. لخِّص الإجراءات التي ستستخدمها لاختبار فرضياتك.

خطوات العمل

نظِّف شريطًا من الماغنسيوم طوله 30 cm بورق الصنفرة ثم قسِّمه إلى قطع متساوية طول كل منها 3 cm.

الجزء A : تأثير درجة الحرارة

1. ضع 10 ml من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 1.0 M في أنبوب اختبار نظيف وجاف.
2. ضع أنبوب الاختبار في كأس تحتوي على 150 ml من ماء وثلج.
3. انتظر 3 دقائق ثم قس درجة حرارة الحمض، وسجِّل النتيجة في **جدول بيانات الجزء A**.
4. ارفع مقياس الحرارة من الحمض، وضع قطعة من الماغنسيوم في الحمض. استخدم ساق التحريك لإبقاء شريط الماغنسيوم مغمورًا في الحمض في أثناء التفاعل.
5. ابدأ تشغيل ساعة الإيقاف مباشرةً عند ملامسة شريط الماغنسيوم للحمض، ثم قِس الزمن اللازم لتفاعل الماغنسيوم مع الحمض، وسجِّله.
6. قس درجة حرارة الحمض بعد انتهاء التفاعل وسجِّلها.
7. كرر التجربة عند درجات الحرارة الآتية: 25 °C , 50 °C , 100 °C.

الجزء B : تأثير التركيز

1. ضع 10 ml من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 3 M في أنبوب اختبار نظيف وجاف.
2. ضع أنبوب الاختبار في كأس تحتوي على 150 ml من ماء الصنبور.
3. انتظر 3 دقائق، ثم ضع قطعة من الماغنسيوم في الحمض. استخدم ساق التحريك لإبقاء شريط الماغنسيوم مغمورًا في الحمض في أثناء التفاعل.
4. ابدأ تشغيل ساعة الإيقاف مباشرة عند ملامسة شريط الماغنسيوم للحمض، وقس الزمن اللازم لتفاعل الماغنسيوم تمامًا مع الحمض. سجِّل زمن التفاعل في **جدول بيانات الجزء B**.
5. حضِّر المحاليل الآتية، ثم ضع كلًّا منها في أنبوب اختبار منفصل نظيف وجاف: 4.0 ml من ماء الصنبور مع 6.0 ml 3.0 M HCl و7.0 ml من ماء الصنبور مع 3.0 ml 3.0 M HCl و9.0 ml من ماء الصنبور مع 1.0 ml 3.0 M HCl.
6. ضع الأنابيب جميعها في كأس تحتوي على 150 ml من ماء الصنبور.
7. أعد الخطوات 3 و4 لكل أنبوب اختبار.

الفرضيات

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تأكد من إغلاق لهب بنزن.
2. تخلص من المواد حسب توجيهات معلمك.
3. أعد الأدوات والمواد إلى أماكنها، وبلِّغ معلمك عن أي أداة أُتلفت أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول بيانات الجزء A					
أنبوب الاختبار	درجة الحرارة الابتدائية (°C)	درجة الحرارة النهائية (°C)	معدل درجة الحرارة (°C)	زمن التفاعل (s)	سرعة التفاعل
1					
2					
3					
4					

جدول بيانات الجزء B			
أنبوب الاختبار	الحمض	زمن التفاعل (s)	سرعة التفاعل
1	10 ml 3.0M HCl و 0.0 ml ماء		
2	6.0 ml 3.0M HCl و 4.0 ml ماء		
3	3.0 ml 3.0M HCl و 7.0 ml ماء		
4	1.0 ml 3.0M HCl و 9.0 ml ماء		

1. ما أهمية تنظيف شريط الماغنسيوم؟

2. لماذا كانت قيم الحجم والمولارية للحمض واحدة في محاولات الجزء A جميعها؟

3. ما تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل؟

4. لماذا نُفِّذت محاولات الجزء B داخل كأس تحتوي على الماء؟

5. ما تأثير التركيز في سرعة التفاعل؟

التحليل والاستنتاج

1. **استخدام الأرقام** لأن كتلة الماغنسيوم هي نفسها في كل تفاعل فإنه يمكنك افتراض أن التغير في الكمية يساوي 1. لذلك احسب سرعة التفاعل بقسمة 1 على زمن التفاعل، ثم احسب متوسط درجة الحرارة وسرعة التفاعل لكل أنبوب في الجزء A، وسرعة التفاعل لكل أنبوب في الجزء B، وسجِّلها في جداول البيانات الخاصة بكل جزء. لماذا تم استخدام متوسط درجة الحرارة في الجزء A ؟

2. **الملاحظات والاستنتاج** هل قلَّت سرعة التفاعل أم زادت أم بقيت ثابتة، عند زيادة درجة حرارة محلول الحمض؟ ما الذي يحدث لسرعة التفاعل عند خفض درجة حرارة محلول الحمض؟ وضّح ما إذا كانت سرعة التفاعل تتناسب طرديًّا أم عكسيًّا مع درجة الحرارة.

3. **تمثيل البيانات** استعن بالبيانات التي سجلتها في الجزء A لرسم العلاقة بين درجة الحرارة والزمن، ثم مثِّل العلاقة بين التركيز والزمن، مستعيناً بالبيانات التي حصلت عليها في الجزء B.
هل دعمت النتائج فرضيتك ؟ فسّر إجابتك.

4. **التوقع** هل توقعت أن سرعة التفاعل في الجزء A ستزداد عند زيادة تركيز الحمض؟ فسر ذلك.

5. **التوقع** هل توقعت أن يأخذ الرسم البياني الشكل نفسه لو كان طول شريط الماغنسيوم 6 cm بدلًا من 3 cm ؟

6. **تحليل الخطأ** ماذا كنت تفعل لتحسين دقة القياسات؟

الكيمياء في واقع الحياة

1. ما تأثير الأمطار الحمضية على سرعة تآكل الفلزات المستخدمة في المباني والسيارات والآثار القديمة؟ كيف يمكن أن نتحكم في تركيز الحمض في المطر، ومن ثم ضبط سرعة التآكل؟
2. اشرح لماذا لا تفسد الأطعمة المبرَّدة أو المجمَّدة بسرعة مثل غيرها من الأغذية التي تُترك عند درجة حرارة الغرفة؟
3. كانت عمليات إنتاج الأوزون ونفاده في طبقة الأوزون الموجودة في غلاف الأرض ثابتة لقرون عدة. اشرح لماذا أصبح استنفاد الأوزون في العقود الأخيرة أسرع من تكونه؟

تجربة 6

مساحة السطح وسرعة التفاعل

Surface Area and Reaction Rate

تعلمت سابقًا أن درجة الحرارة والتركيز يؤثران في سرعة التفاعل. إلا أن هناك عاملاً آخر يؤثر في سرعة التفاعل وهو مساحة سطح المواد المتفاعلة. فلبدء التفاعل الكيميائي لا بد من تصادم جزيئات المواد المتفاعلة بعضها ببعض، وعند تغيُّر مساحة السطح يتغيَّر معدل الاصطدامات، ومن ثم تتأثر سرعة التفاعل، فكلما زادت المساحة السطحية زاد عدد الاصطدامات. ستدرس في هذه التجربة تأثير مساحة السطح في سرعة التفاعل، وستحدد أيضًا كيف تؤثر مجموعة من العوامل في هذه السرعة.

المشكلة

ما تأثير مساحة السطح في سرعة التفاعل؟ وما تأثير كل من المساحة السطحية ودرجة الحرارة معًا في هذه السرعة ؟

الأهداف

- **تحدد** تأثير المساحة السطحية المتفاوتة في سرعة التفاعل.
- **تحسب** سرعة التفاعل.
- **تحدد** تأثير أكثر من عامل في سرعة التفاعل.

المواد والأدوات

خمسة أقراص فوّارة مضادة للحموضة

مخبار مدرّج 25 ml

ساعة إيقاف

أنبوب اختبار (عدد 18)

هاون

حامل أنابيب اختبار

ساق تحريك

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتد معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **بعض الأجسام الساخنة لا تبدو ساخنة.**
- **لا تتذوق أي مادة تستعمل في المختبر أبدًا.**

ما قبل التجربة

1. لخّص نظرية التصادم، وبيِّن كيف تؤثر مساحة السطح في سرعة التفاعل؟
2. اقرأ التجربة كاملة، ثم ضع فرضية حول كيفية تأثر زيادة مساحة السطح في سرعة التفاعل، وفرضية أخرى حول كيفية توقع سرعة التفاعل، وسجّل الفرضيات في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
3. لخّص الإجراءات التي ستتبعها في اختبار الفرضيات التي وضعتها.
4. ما العوامل الثابتة في هذه التجربة؟

خطوات العمل

1. قسّم كل قرص من الأقراص الخمسة الفوّارة إلى أربعة أجزاء متساوية، حيث تستخدم جزءًا واحدًا منها في كل محاولة.
2. خذ 15 ml من ماء الصنبور عند درجة حرارة الغرفة، وفرّغها في أنبوب اختبار.
3. ضع قطعة من القرص الفوّار في الأنبوب وابدأ حساب الوقت فورًا. استمر في تحريك محتويات الأنبوب في أثناء التفاعل.
4. احسب الزمن المستغرق حتى نهاية التفاعل، وسجّله في **جدول البيانات 1**.
5. وللمحاولة مرة أخرى، كرّر الخطوات 4 – 2 مع قطعة أخرى من القرص الفوار.
6. خذ قطعة أخرى من القرص، وقسّمها إلى أجزاء صغيرة. وكرر الخطوات 5 – 2.
7. استخدم الهاون والمدق لطحن قطعة القرص الفوار وتحويلها إلى مسحوق. وكرر الخطوات 5 – 2.
8. كرّر الخطوات 7 – 2 باستخدام الماء البارد.
9. كرّر الخطوات 7 – 2 باستخدام الماء الدافئ.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من الفضلات

1. تخلص من المحاليل في شبكة الصرف الصحي.
2. اغسل جميع أنابيب الاختبار وساق التحريك.
3. أعد الأدوات جميعها إلى أماكنها، وأبلغ معلمك عن أي أداة أُتلفت أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1

الزمن (ث)				
حجم الجُسيمات	رقم المحاولة	درجة حرارة الماء		
		عند درجة حرارة الغرفة	بارد	دافئ
قطعة واحدة	1			
	2			
	متوسط الزمن			
عدة قطع	1			
	2			
	متوسط الزمن			
مسحوق	1			
	2			
	متوسط الزمن			

التحليل والاستنتاج

1. **استخدام الأرقام** احسب متوسط الزمن لكل محاولتين، وسجّله في **جدول البيانات 1**؟

2. **الملاحظة** ما الأدلة التي تشير إلى حدوث التفاعل ؟

3. **الاستنتاج** ما العلاقة بين الزمن المستغرق لحدوث التفاعل وسرعة التفاعل؟

4. **استخلاص النتائج** اكتب فقرة تلخّص فيها نتائج التجربة.

5. **التوقع** هل يمكن توقع سرعة التفاعل بدقة عندما يؤثر أكثر من عامل في سرعته؟ فسر إجابتك.

6. **استخلاص النتائج** كيف يمكن أن تفسّر نظريةُ التصادم الزمنَ المستغرق لحدوث التفاعل؟

7. **تحليل الخطأ** هل تم دعم فرضيتك؟ فسّر ذلك. وما الذي يمكن أن تفعله لتحسين دقة توقعاتك؟

الكيمياء في واقع الحياة

1. لماذا يساعد طلاء الأجسام الفلزية التي تحتوي على الحديد على منع تكوّن الصدأ؟

2. كيف يمكن الترويج لبيع منتج مصمّم لمعادلة حموضة المعدة اعتمادًا على اختلاف حجم جسيمات المواد المتفاعلة؟

تجربة 7

التفاعلات الانعكاسية

Reversible Reactions

لا تتحـول المـواد المتفاعلـة جميعها إلى مواد ناتجة في بعـض التفاعلات الكيميائية، ويعود ذلك إلـى أن المواد الناتجة تتفاعل معًا لإعادة تكوين المواد المتفاعلة من خلال التفاعل في الاتجاه العكسي.

وعندما تتساوى سرعة التفاعل الأمامي وسرعة التفاعل العكسي يكون النظام في حالة اتزان، وعندها يستمر التفاعل في الاتجاهين الأمامي والعكسي بالسرعة نفسها. وهذا هو سبب عدم تغير تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان.

ينص مبدأ لوتشاتلييه (Lechâtelier) على أنه "إذا تعرض نظام في حالة اتزان إلى اضطراب ما فإن اتجاه الاتزان يتحوّل بحيث يتخلص من الاضطراب أو يقلُّ أثره". ومن الأمثلة على الاضطراب تغير التركيز. في هذه التجربة ستلاحظ كيف يؤدي التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة إلى إيجاد حالة اتزان جديدة.

المشكلة

كيف يؤثر تغير تركيز مادة متفاعلة أو ناتجة في نظام في حالة اتزان؟

الهدف

تحدّد الاتجاه الذي سينزاح فيه الاتزان عند حدوث تغير في التركيز.

المواد والأدوات

حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 12 M

حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 6 M

كلوريد الحديد III $FeCl_3$ تركيزه 0.1 M

ثيوسيانات البوتاسيوم KSCN تركيزه 0.1 M

كلوريد الكوبالت II $CoCl_2$ تركيزه 0.1 M

محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl المشبع

محلول كلوريد الصوديوم NaCl المشبع

كلوريد الأمونيوم NH_4Cl

محلـول كلـوريد الحـديد III وثيوسيانات البوتاسيوم.

محلول الأمونيا (هيدروكسـيد الأمونيوم وفينولفثالين).

مخبار مدرج سعته 10 ml

أنابيب اختبار (عدد 9)

ماصات (عدد 2)

حامل أنابيب اختبار

احتياطات السلامة

- **البس النظارة الواقية، وارتدِ معطف المختبر والقفازين دائمًا.**
- **كلوريد الأمونيوم قليل السُّمّيّة عند تناوله عن طريق الفم.**
- **كلوريد الحديد III مادة سامة ومهيجة للجلد.**
- **ثيوسيانات البوتاسيوم، وكلوريد الكوبلت II، وحمض الهيدروكلوريك جميعها مواد سامّة.**
- **حمض الهيدروكلوريك مادة حارقة للجلد وتتفاعل مع الفلزات.**
- **الأمونيا مهيِّجة للجهاز التنفسي.**

ما قبل التجربة

1. عرِّف مبدأ لوتشاتلييه Lechâtelier .
2. في أي اتجاه سينزاح التفاعل إذا زاد تركيز إحدى المواد المتفاعلة؟
3. في أي اتجاه سينزاح التفاعل إذا قلَّ تركيز إحدى المواد المتفاعلة؟
4. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوِّن فرضية حول كيف يؤثر الاضطراب الواقع على نظام في حالة اتزان في تغير حالة هذا النظام. سجِّل فرضيتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.

خطوات العمل

الجزء A: محلول الكلوريد

1. ضع 3 ml من محلول كلوريد الصوديوم المشبع في أنبوب اختبار نظيف، وأضف إليه 6 قطرات من 12 M حمض الهيدروكلوريك. ثم سجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.
2. ضع 3 ml من محلول كلوريد الأمونيوم المشبع في أنبوب اختبار آخر، وأضف إليه 6 قطرات من 12 M حمض الهيدروكلوريك، وسجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

الجزء B: محلول كلوريد الحديد III ومحلول ثيوسيانات البوتاسيوم.

1. ضع 5 ml من محلول كلوريد الحديد III وثيوسيانات البوتاسيوم في كل أنبوب من الأنابيب الثلاثة.
2. أضف إلى الأنبوب الأول 1 ml من محلول ثيوسيانات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.1 M، ولاحظ تغير اللون، وسجِّله في **جدول البيانات 1**.
3. أضف إلى الأنبوب الثاني 1 ml من محلول كلوريد الحديد III الذي تركيزه 0.1 M، ولاحظ تغير اللون وسجِّله في **جدول البيانات 1**.
4. استخدم الأنبوب الثالث بوصفه عاملاً ضابطًا، ولاحظ تغير لون المحلول، وسجِّله.

الجزء C: محلول كلوريد الكوبالت

1. ضع 2 ml من محلول كلوريد الكوبالت III الذي تركيزه 0.1 M في أنبوب اختبار نظيف.
   a. أضف إليه 3 ml من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 12 M.
   b. أضف بعض قطرات الماء بحذر حتى يعود المحلول إلى لونه الأصلي.
   c. سجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.
2. ضع 2 ml من محلول كلوريد الكوبلت II الذي تركيزه 0.1 M في أنبوب آخر نظيف وجاف.
3. ضع 2 ml من محلول كلوريد الكوبلت II الذي تركيزه 0.1 M في أنبوب ثالث نظيف وجاف.
   a. أضف 1.5 g تقريبًا من كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الثالث.
   b. قارن بين ألوان محتويات الأنبوبين الثاني والثالث، وسجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

الجزء D: محلول الأمونيا

1. ضع 5 ml من محلول الأمونيا في أنبوب اختبار نظيف.
   a. أضف إلى المحلول 10 قطرات من حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 6 M، وحركه.
   b. سجِّل ملاحظاتك في **جدول البيانات 1**.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.
3. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1	
رقم الخطوة	الملاحظة
الجزء A: 1	
2	
الجزء B: 2	
3	
4	
الجزء C: 1	
3	
الجزء D: 1	

التحليل والاستنتاج

1. جمع البيانات وتفسيرها

a. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 1 من الجزء A؟

_____

b. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 2 من جزء A؟

_____

c. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 2 من جزء B؟

_____

d. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 3 من الجزء B؟

_____

2. **الملاحظات والاستنتاج** وضح معنى مصطلح العامل الضابط الذي استخدم في الخطوة 4 من الجزء B.

3. **جمع البيانات وتفسيرها**

a. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 1 من الجزء C؟

b. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن تغير اتجاه الاتزان في الخطوة 3 من الجزء C؟

c. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن اتجاه الاتزان في الخطوة 1 من الجزء D؟

4. **استخلاص النتائج** يمكن التعبير عن الاتزان في محلول كلوريد الكوبالت بالمعادلة الآتية:

$$4Cl^-_{(aq)} + Co(H_2O)_6{}^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons 6H_2O_{(l)} + CoCl_4{}^{2-}_{(aq)}$$

(أزرق) (أرجواني)

فسّر ما يحدث لتركيز كل من الأيونات الآتية عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى المحلول.

a. Cl^-

b. $Co(H_2O)_6{}^{2+}$

c. $CoCl_4{}^{2-}$

5. **التوقع** توقع أثر إضافة هيدروكسيد الصوديوم بدلاً من حمض الهيدروكلوريك إلى محلول مشبع من كلوريد الصوديوم (انظر الجزء A، الخطوة 1).

6. **تحليل الخطأ** ما مدى صحة ودقة العوامل في هذه التجربة؟ فسِّر إجابتك.

الكيمياء في واقع الحياة

1. في طريقة هابر، يخلط النيتروجين مع الهيدروجين لتكوين الأمونيا وفقًا للتفاعل الآتي:

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3(g)}$$

فسّر أثر زيادة الضغط في كمية الأمونيا الناتجة.

2. تُستخدم عملية التبادل الأيوني لمعالجة عُسر الماء وفق المعادلة الآتية:

$$2NaCl_{(s)} + X^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons XCl_{2(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)}$$

يحتوي الماء المعالج بهذه الطريقة على أيونات صوديوم زائدة. اشرح لماذا يجب ألّا يشرب الأشخاص الذين يعانون من ضغط الدم العالي المياه المعالجة بطريقة التبادل الأيوني.

تجربة 8 الاتزان

Equilibrium

يسمّى التفاعل الكيميائي الذي تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المواد المتفاعلة الأصلية التفاعلَ الانعكاسي. ومن ذلك المشروب الغازي الذي يتكون من مخلوط غاز ثاني أكسيد الكربون والماء؛ إذ يتفاعلان ليكونا حمض الكربونيك H_2CO_3، الذي ما يلبث أن يتحلل مرة أخرى ليكوِّن الماء وثاني أكسيد الكربون. وعند الوصول إلى حالة الاتزان تبقى تراكيز ثاني أكسيد الكربون والماء وحمض الكربونيك ثابتة لا تتغير. ويمكن كتابة التفاعل الكليِّ على النحو الآتي:

$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$$

تكون التفاعلات الكيميائية الانعكاسية في حالة اتزان ديناميكي؛ وذلك لأن التفاعل الأمامي يحدث بالسرعة نفسها التي يحدث بها التفاعل العكسي. كما يمكن تغير اتجاه النظام الموجود في حالة الاتزان في اتجاه المواد المتفاعلة أو النواتج عند تعرضه لاضطراب ما. وتعد التغيرات في التركيز، أو درجة الحرارة ، أو الضغط أمثلة على الاضطرابات التي يتعرض لها النظام.

كيف يمكنك معرفة ما إذا كان التفاعل يميل نحو النواتج أو المواد المتفاعلة عند حالة الاتزان؟ تعتمد الإجابة على التفاعل؛ ففي حالة تفاعل المشروب الغازي تعد قيمة pH مقياسًا لكمية الحمض الموجود في المحلول، فكلما قلت قيمة pH زادت كمية الحمض في المحلول.

ماذا يحدث لتفاعل في حالة اتزان إذا أزيلت منه إحدى النواتج؟ يستمر التفاعل في تكوين الناتج؛ لأن الناتج غير موجود، لذا لا يحدث تفاعل عكسي.

المشكلة

كيف يؤثر أي اضطراب في نظام في حالة اتزان؟

الأهداف

- **تحلل** نظامًا في حالة اتزان.
- **تصف** أثر الاضطراب في نظام متزن.
- **تقارن** بين نظام متزن وتفاعل يستمر حتى نهايته.

المواد والأدوات

قارورة مشروب غازي (عدد 2)، إحداهما مبردة جدًّا، والأخرى عند درجة حرارة الغرفة.

أربعة أنابيب اختبار مع حامل أنابيب اختبار

سدادة مطاطية

مشبك أنبوب اختبار

موقد بنزن

مخبار مدرج سعته 10 ml

ورقة قياس pH أو جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH

محلول كبريتات النحاس II 0.5 M $CuSO_4$

محلول كربونات الصوديوم 0.5 M Na_2CO_3

حمض الهيدروكلوريك 1.0 M HCl

- البس النظارة الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازين دائمًا.
- تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات المعلم.
- كن حذرًا عند تعاملك مع المواد الساخنة.
- كبريتات النحاس II مادة مهيِّجة للجلد وسامَّة.
- حمض الهيدروكلوريك مادة حارقة للجلد وسامة ويتفاعل مع الفلزات.
- كن حذرًا عند استخدام موقد بنزن .
- وجِّه فوَّهة أنبوب الاختبار بعيدًا عنك وعن الآخرين في أثناء التسخين.

ما قبل التجربة

1. ما المقصود بالاتزان الكيميائي؟
2. قارن بين التفاعل الانعكاسي والتفاعل غير الانعكاسي.
3. اقرأ التجربة كاملةً، ثم اكتب فرضية حول كيف يمكن التأثير في مشروب غازي لتغيير اتجاه الاتزان. وكوّن فرضية ثانية عن المادة التي يمكن إزالتها من هذا التفاعل لمنع حدوث الاتزان. سجِّل فرضياتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
4. اكتب معادلة عامّة تظهر العلاقة بين النواتج والمواد المتفاعلة في نظام متزن.
5. اكتب معادلة عامّة تبيِّن العلاقة بين النواتج والمواد المتفاعلة في تفاعل غير متزن بسبب تكوُّن راسب.

خطوات العمل

الجزء A: الاتزان

1. لاحظ محتويات قارورة مشروب غازي غير مفتوحة عند درجة حرارة الغرفة.
2. لاحظ محتويات قارورة مشروب غازي غير مفتوحة ومبردة.
3. انزع غطاءي القارورتين، ولاحظ ما يحدث عند ذلك.
4. اسكب 5 ml من مشروب غازي عند درجة حرارة الغرفة في أنبوب اختبار نظيف وجاف، ثم اسكب 5 ml من مشروب غازي مبرد في أنبوب اختبار آخر نظيف وجاف.
5. افحص قيمة pH للمشروب الغازي في كل أنبوب اختبار بعد دقيقتين، ثم سجِّل هذه القيم في **جدول البيانات 1**.
6. سخِّن بحذر أنبوب الاختبار الذي يحتوي على مشروب غازي مبرّد حتى يغلي، ثم اترك محتوياته تبرد حتى تصبح في درجة حرارة الغرفة مرة أخرى، وافحص pH للمشروب، وسجِّل ذلك في **جدول البيانات 1**.

الجزء B: تكون راسب

1. اسكب 5 ml من محلول كبريتات النحاس II في أنبوب اختبار نظيف، وأضف إليه 5 ml من محلول كربونات الصوديوم. ثم أحكم إغلاق الأنبوب بالسدادة المطاطية ورجه جيدًا.
2. اترك الأنبوب دون تحريك حتى يصبح السائل طافيًا فوق المادة الصلبة (الراسب) التي في قعر الأنبوب صافيًا.

الجزء C: تكوُّن الغاز

1. اسكب 5 ml تقريبًا من محلول كربونات الصوديوم في أنبوب اختبار نظيف، وأضف إليه 5 ml من محلول حمض الهيدروكلوريك ببطء.
2. لاحظ التفاعل الناتج.

الفرضيات

_____

_____

_____

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
	قارورة الصودا المبردة	قارورة الصودا عند درجة حرارة الغرفة
قيمة pH الابتدائية		
قيمة pH بعد التسخين		

1. قارن بين مظهر محتويات قارورتي المشروب الغازي غير المفتوحتين.

_____

_____

2. صف ما يحدث عند فتح غطاءي قارورتي المشروب الغازي قليلًا، ثم إزالتهما تمامًا.

_____

_____

3. صف لون محلول كربونات الصوديوم ولون محلول كبريتات النحاس II.

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من المواد حسب توجيهات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.
3. بلغ معلمك إذا أُتلفت أي أداة أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

التحليل والاستنتاج

الجزء A: الاتزان

1. **الملاحظة والاستنتاج** صِف الدليل الذي يشير إلى وجود الاتزان في قارورة المشروب الغازي غير المفتوحة.

2. **الملاحظة والاستنتاج** صف الاضطراب الذي يغير اتجاه الاتزان عند فتح قارورة المشروب الغازي.

3. **جمع البيانات وتفسيرها** احسب قيمة pH لمشروب غازي قبل التسخين وبعده.

4. **الملاحظة والاستنتاج** صِف مظهر المشروب الغازي عند تسخينه.

5. **الملاحظة والاستنتاج** صِف الاضطراب الذي يؤدي إلى تغير اتجاه الاتزان عند تسخين قارورة المشروب الغازي.

6. **الملاحظة والاستنتاج** ما الغاز الذي تحرّر في أثناء تسخين قارورة المشروب الغازي؟

7. **استخلاص النتائج** اكتب معادلة موزونة تبين التفاعل الذي يحدث عند تسخين قارورة المشروب الغازي.

8. **تحليل الخطأ** هل تعزز نتائجُك فرضيتَك؟ ما مصادر الخطأ التي قد تكون في التجربة؟

الجزء B: تكوّن راسب

9. **التوقع** اكتب معادلة موزونة لتفاعل محلول كربونات الصوديوم مع محلول كبريتات النحاس II.

10. **الملاحظة والاستنتاج** صِفْ مظهر الراسب المتكوّن. ما الصيغة الكيميائية لهذه المادة المترسبة؟

11. **استخلاص النتائج** اشرح لماذا يكون تفاعل كربونات الصوديوم مع كبريتات النحاس II في اتجاه واحد؟

الجزء C: تكوّن الغاز

1. **الملاحظة والاستنتاج** ما الدليل الذي يشير إلى حدوث تفاعل عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى محلول كربونات الصوديوم؟

2. **التوقع** اكتب معادلة موزونة لتفاعل محلول كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك.

3. **استخلاص النتائج** اشرح لماذا يكون تفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك في اتجاه واحد؟

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح لماذا يكتب على ملصق علب المشروبات الغازية "ينصح باستخدامها وفق تاريخ محدّد".
2. اكتشف فريتز هابر في بدايات القرن العشرين عملية لتثبيت النيتروجين الحر، وتحويله إلى مركبات نيتروجينية مثل الأمونيا. استخدم مبدأ لوتشاتلييه لتوضح كيف يمكن تغيير اتجاه الاتزان، بحيث يتحد النيتروجين الجوي مع الهيدروجين لإنتاج الأمونيا وفقًا للمعادلة الآتية:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + \text{حرارة}$$

تجربة 9

خواص الكربوهيدرات

The Characterization of Carbohydrates

تكـون الكربوهيدرات إما ألدهيدات عديدة الهيدروكسـيل أو كيتونات، أو مركبات تـؤدي إلى تكوين الألدهيدات عديـدة الهيدروكسـيل أو الكيتونات في أثناء عملية التميه. وللكربوهيدرات أهميـة كبيرة لكل من النباتات والحيوانات. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من نصف ذرات الكربون في المركبات العضوية توجد في مركبات الكربوهيدرات. تتكون الكربوهيدرات بصورة رئيسـية في النباتات التي تحتوي على الكلوروفيل في أثناء عملية تسـمى التمثيل الضوئي. وتنتج النباتات الكربوهيدرات في صورة نشا على أنه مخزون للطاقة، في صورة مادة السليلوز لبناء هياكلها. ويعد كل من النشا والسليلوز بوليمرات تتكون من وحدات الجلوكوز.

وتصنـف الكربوهيدرات على أسـاس النواتـج التي تكونها في أثناء عملية التميه. السـكريات الأحادية أو البسـيطة لا تتحلل إلى سـكريات أبسـط منها في أثنـاء عملية التميه. ومنهـا الجلوكوز والفركتوز. وتتكون السـكريات الثنائية من وحدتين من السكريات الأحادية تنتج عنها في أثناء تحللها في الماء. ومنها اللاكتوز والمالتوز والسكروز. والسكريات عديدة التسـكر عبارة عن بوليمرات من وحدات من السـكريات الأحادية، وتنتج العديد من السكريات الأحادية في أثناء تحللها في الماء. ومنها النشا والجلايكوجين والسليلوز.

كما يمكن تصنيف السكريات إلى سكريات مختزلة أو غير مختزلة اعتمادًا على قابليتها للأكسدة. فالسكر المختزل يتأكسد بسهولة، أما السكر غير المختزل فلا يتأكسد مطلقًا. ويستعمل مصطلح مختزل في تصنيف السكريات؛ لأن هذه المركبات الكيميائية تَختزِلُ مركبات أخرى في تفاعلاتها. والاختبار الكيميائي الشـائع للتمييز بين السـكريات المختزلة والسـكريات غير المختزلَة هو اختبار محلول بندكت. وفي هذا الاختبار يتم اختزال أيونات النحاس II إلى فلز النحاس إذا كان السكر المختزل موجودًا.

المشكلة

كيف تستعمل اختبار الألوان للتمييز بين السكريات المختزلة وغير المختزلة؟

وكيف يمكنك تحويل السكر غير المختزل إلى سكر مختزل في أثناء عملية التميه؟

الأهداف

- **تميّز** بين السكريات المختزلة والسكريات غير المختزلة باستعمال اختبار الألوان.
- **تحوّل** السكريات غير المختزلة إلى سكريات مختزلة.

المواد والأدوات

(20 ml) من محلول الجلوكوز 2 %

(20 ml) من محلول السكروز 2 %

(20 ml) من محلول الفركتوز 2 %

(20 ml) من محلول النشا 2 %

محلول بندكت (30 ml) - حمض الكبريتيك المركز (1ml)

6 M هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) (5 ml)

ورق تباع الشمس الأحمر - حبيبات غليان - سخان كهربائي

كأس مدرجة 250 ml - مخبار مدرج 10 ml

أنابيب اختبار (10) - حامل أنابيب اختبار

ساق تحريك - قطارة - ملاقط كؤوس

- ارتد النظارة الواقية، والبس معطف المختبر، والقفازين دائمًا.
- عدم تناول أو تذوق أي مواد تستعمل في المختبر.
- بعض الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.

ما قبل التجربة

1. ما الأقسام الرئيسية الثلاثة للكربوهيدرات؟
2. ما الذي يمكن تعلمه عن السكريات عند تنفيذ اختبار محلول بندكت؟
3. متى تقوم بعملية التميه للسليلوز؟ وما النتائج المتوقعة لعملية التميه؟
4. اقرأ التجربة كاملةً، ثم ضع فرضية حول ما يحدث عند خلط السكريات الأربعة بمحلول بندكت، وسجل فرضيتك في العمود.

خطوات العمل

1. قم بإعداد حمام ماء ساخن بإضافة 150 ml من الماء إلى كأس سعتها 250 ml. أضف حبيبات الغليان إلى الماء وضع الكأس على السخان الكهربائي، وسخن الماء حتى يبدأ في الغليان.
2. عنون أنابيب الاختبار الثمانية كما يلي:

أنبوب الاختبار 1: 1 – جلوكوز

أنبوب الاختبار 2: 2 – فركتوز

أنبوب الاختبار 3: 3 – سكروز

أنبوب الاختبار 4: 4 – نشا

أنبوب الاختبار 5: 5 – سكروز

أنبوب الاختبار 6: 6 – نشا

أنبوب الاختبار 7: 7 – سكروز

أنبوب الاختبار 8: 8 – نشا

3. ضع 5 ml من محاليل الجلوكوز والفركتوز والسكروز والنشا في أنابيب الاختبار المرقمة من 1 إلى 4، وأضف إلى كل أنبوب اختبار 4 ml من محلول بندكت، ورجّ كل أنبوب منها حتى يمتزج المحلولان جيدًا. ثّم ضع محلول كل أنبوب في حمام الماء الساخن، وسخنه مدة 5 دقائق. يمكن تسخين الأنابيب الأربعة في الوقت نفسه.
4. ارفع أنابيب الاختبار من الحمام المائي بعد مضي 5 دقائق من بدء التسخين، وضعها على حامل الأنابيب حتى تبرد. وسجل ملاحظاتك في **جدول البيانات رقم 1**. لاحظ أي تغير في اللون أو تكوُّن رواسب. يحتوي محلول بندكت على عامل مؤكسد سيتفاعل مع السكريات المختزلة مكونًا راسبًا أحمر، أو بنيًّا، أو أخضر، أو أصفر. إنّ تكوّن راسب بأي من هذه الألوان يعني أن نتيجة الاختبار إيجابية، ودليل على وجود السكريات المختزلة، وإن عدم تكون أي من هذه الألوان أو عدم تكوُّن راسب هو دليل على أن نتيجة الاختبار سلبية.
5. ضع 10 ml من محلول السكروز ومثلها من محلول النشا في أنبوبي الاختبار 5 و 6. وأضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز إلى كل أنبوب، وحركه حتى يمتزج المحلولان جيدًا. ثم ضع الأنبوبين في حمام الماء الساخن وسخنهما مدة 3 دقائق ويمكن تسخين الأنبوبين معًا؟
6. بعد 3 دقائق من فترة التسخين، أضف بحذر 15 قطرة من محلول NaOH بتركيز 6 M إلى كل أنبوب اختبار، ثم حركه مستعملاً ساق التحريك. وافحص قطرة من كل أنبوب بواسطة ورق تباع الشمس الأحمر، وسجل ملاحظاتك في **جدول البيانات 2**.

فـإذا غيّر المحلول لون ورقة تباع الشـمس إلى اللون الأزرق، كان المحلـول قاعديًـا، أمـا إذا بقيت الورقة حمـراء فأضـف قطرة مـن محلـول NaOH، وحرك المحلـول مـع إضافة قطرة فـي كل مرة حتـى يصبح المحلول قاعديًّا، وذلك بفحصه بورقة تباع الشـمس الحمراء؟

7. وعندمـا يصبح المحلـولان قاعديين ضـع 5 ml من محلول السـكروز في أنبوب الاختبار 7، و 5 ml من محلول النشـا فـي أنبوب الاختبـار 8. وأضف 4 ml مـن محلول بندكت إلى كل أنبوب اختبار، وحركه أو رجه جيدًا حتى يختلط المحلولان بشكل كامل. ضع الأنبوبين في حمام ماء يغلي، وأخرجهما من الحمام بعـد 5 دقائـق مـن التسـخين، وضعهمـا علـى حامل أنابيـب الاختبار حتى يبردا. وسـجل ملاحظاتك في **جدول البيانات 3**.

الفرضية

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أطفئ السخان الكهربائي، ودعه يبرد.
2. اسـتخدم ملاقط حمل الكؤوس لرفع الكأس من فوق السخان الكهربائي، ودعها تبرد قبل تفريغ محتوياتها .
3. ضـع المـواد الكيميائية المسـتعملة جميعها في وعاء النفايات الخاص بذلك.
4. أعد جميع الأدوات إلى أماكنها الصحيحة.
5. نظف مكان العمل، ثم اغسل يديك بالماء والصابون أو بمادة مطهرة قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1 : اختبار بندكت

	حجم محلول بندكت (ml)	الملاحظات
السكر		
النشا		
السكروز		
الجلوكوز		
الفركتوز		

جدول البيانات 2 : التميه

	حجم المحلول (ml)	كمية حمض الكبريتيك المركز (عدد القطرات)	كمية NaOH (عدد القطرات)
السكر			
السكروز			
النشا			

جدول البيانات 3: اختبار بندكت للمحاليل المتميهة		
	حجم محلول بندكت (ml)	**الملاحظات**
السكر		
النشا		
السكروز		

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** أي المحاليل التي فُحصت تحتوي على سكر مختزل، وأيها يحتوي على سكر غير مختزل؟

2. **المقارنة** ما الاختلافات التي لوحظت على السكريات المختزلة وغير المختزلة؟

3. **استخلاص النتائج** اكتب معادلة كيميائية بالكلمات لوصف ما حدث خلال تميه النشا.

4. **التفكير الناقد** هل وجدت السكريات المختزلة في محلول النشا عند اختباره باستعمال اختبار بندكت؟ وهل كانت هذه النتيجة متوقعة؟

5. **التفكير الناقد** هل وجدت السكريات المختزلة في محلول السكروز عند اختباره باستعمال اختبار بندكت؟ وهل كانت هذه النتيجة متوقعة؟

6. **تحليل الخطأ** ما مصادر الخطأ المحتملة التي يمكن أن تؤدي إلى نتائج غير متوقعة؟

_____

_____

الكيمياء في واقع الحياة

1. لماذا تستعمل اختبار الألوان للتمييز بين أنواع السكريات؟

2. عند وضع قطعة من المعكرونة النيئة في فمك لا تلاحظ سوى طعم بسيط، ومع ذلك، فكلما طالت فترة بقاء المعكرونة في فمك ازداد الطعم حلاوة. فسّر ما يحدث.

تجربة 10 تفاعلات البلمرة

Polymerization Reactions

البوليمرات أمثلة على المركبات العضوية. إن الفرق الرئيسي بين البوليمرات والمركبات العضوية الأخرى هو حجم جزيئات البوليمر. ففي حين أن الكتلة الجزيئية لمعظم المركبات العضوية ليست سوى بضع مئات من وحدات الكتل الذرية amu (كتلة ذرة الهيدروجين 1 amu). وتتراوح الكتل الجزيئية لجزيئات البوليمر بين آلاف وملايين وحدات الكتل الذرية. وتشمل البوليمرات الصناعية المواد البلاستيكية والألياف الصناعية، ومنها النايلون والبوليستر، في حين تشمل البوليمرات الطبيعية البروتينات والأحماض النووية والسكريات والمطاط. ويمكن الحصول على الحجم الكبير لجزيء البوليمر بربط عدد من الجزيئات الصغيرة بشكل متكرر، وتسمى هذه الجزيئات بالمونومرات.

ويمكن تحضير البوليمرات من تكرار وحدات كثيرة من المونومر نفسه، ويمكن تمثيلها بالسلسلة -A-A-A-A-. وتحتوي بوليمرات أخرى على سلاسل تتكون من اثنين من المونومرات المختلفة تترتب في نمط متناوب. ويمكن تمثيل هذا التسلسل بـ -A-B-A-B-A-B-.

سوف تقوم في الجزء الأول من هذه التجربة بتحضير البوليستر، وهو بوليمر يتضمن العديد من مجموعات الإستر الوظيفية. ومن تقنيات تحضير الإستر إجراء التفاعل بين حمض كربوكسيلي والكحول.

$$RCOOH + R'OH \rightarrow RCOOR' + H_2O$$

إذا كان الحمض الكربوكسيلي حمضًا ثنائي الكربوكسيل، وإذا كان الكحول يتضمن مجموعتي هيدروكسيل وظيفية (ثنائي-diol)، فسيكون البوليستر الناتج:

$$nHOOC—R—COOH + nHO—R'—OH \rightarrow \left[OOC—R—COO—R' \right]_n + nH_2O$$

ولتحضير البوليستر ستقوم بإجراء التفاعل بين جلايكول إيثيلين ديول، مع أنهيدريد الفثاليك anhydride phthalic. وسيتفاعل أنهيدريد الفثاليك في هذه التجربة بشكل مماثل لتفاعل حمض الفثاليك (1، 2 - بنزين حمض ثنائي الكربوكسيل)، مكونًا البوليستر. وتقابل جزيئات حمض الفثاليك وإيثيلين جلايكول الوحدات A و B في سلسلة البوليمر A-B:

أنهيدريد الفثاليك + جلايكول إيثيلين ← بوليستر.

وستقوم في الجزء الثاني من هذه التجربة بتحضير النايلون، الذي يمثل بولي أميد مع العديد من مجموعات الأميد الوظيفية. والطريقة الشائعة لتحضير الأميدات هي التفاعل بين كلوريد الحمض الكربوكسيلي مع الأمين، على النحو الآتي:

$$RCOCl + R'NH_2 \rightarrow RCONHR' + HCl$$

ولتحضير النايلون سوف تقوم بإجراء التفاعل بين كلوريد الأديبويل، وهو مركب يتكون من مجموعتين وظيفيتين من الكربونيل - الهالوجين، مع سداسي ميثيلين ثنائي الأمين، وهو مركب يتكون من مجموعتين وظيفيتين من الأمين. ويعرف أيضًا باسم 1، 6 - ثنائي أمينوهكسان. وبسبب وجود طرفين نشيطين لدى كل مونومر فإنه ينتج سلسلة طويلة تتكون من وحدات متكررة بشكل متناوب:

$$nClOC(CH_2)_4COCl + nH_2N(CH_2)_6NH_2 \rightarrow \left[HN(CH_2)_6NHOC(CH_2)_4CO \right]_n + nH_2O$$

المشكلة

كيف تحضر البوليستر وعديد الأميد؟

الأهداف

- **تحضر** بوليستر من أنهيدريد الفثاليك وإيثيلين جلايكول.
- **تحضر** عديد الأميد من كلوريد الأديبويل وسداسي ميثيلين ثنائي الأمين.

المواد والأدوات

أنهيدريد الفثاليك 2 g

إيثانوات الصوديوم 0.1 g

جلايكول الإيثيلين 1 ml

25 ml كلوريد الأديبويل في هكسان حلقي 5 %

10 ml محلول إيثانول في الماء 50 %

25 ml محلول مائي من سداسي ميثيلين ثنائي الأمين 5 %

1 ml هيدروكسيد الصوديوم NaOH 20 %

مقصات

سلك نحاس

أنبوب اختبار

حامل أنابيب اختبار

مخبار مدرج 10 ml

مخبار مدرج 50 ml

كؤوس مدرجة 50 ml عدد 2

حامل حلقة

ملقط

لهب بنزن

ولاعة أو أعواد ثقاب

ميزان

أوراق وزن عدد 2

احتياطات السلامة

- ارتد النظارة الواقية والبس القفازين ومعطف المختبر دائمًا.
- تجنب ملامسة الجلد هيدروكسيد الصوديوم، أو أنهيدريد الفثاليك، أو كلوريد الأديبويل، أو سداسي ميثيلين ثنائي الأمين.
- احمل النايلون بحذر شديد؛ لأن أي فقاعة صغيرة تحتوي على سائل قد تنفجر وتتطاير على الجلد والملابس.
- لا تستعمل الأدوات المكسورة أو التي فيها خلل للتسخين.
- بعض الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.
- أغلق لهب بنزن عند عدم استعماله.
- تجنب تنفس بخار إيثانوات الصوديوم لأنها تؤثر في الجهاز التنفسي.
- قم بإجراء هذه التجربة في غرفة الأبخرة.

ما قبل التجربة

1. اقرأ التجربة كاملة، واكتب فرضية حول عدد المجموعات الوظيفية الموجودة في كل مونومر ونوعها، ثم اكتب فرضية ثانية حول نوع البوليمر وكيفية ارتباط المونومرات معًا. سجل الفرضيات في المكان المخصص لذلك.
2. اكتب الصيغة البنائية للبوليمر الذي ستحضره من تفاعل أنهيدريد الفثاليك وجلايكول الإيثيلين.
3. هل يمكن تكوّن بوليستر من تفاعل الجزيئين أدناه؟ إذا كان ذلك ممكنًا، فاكتب الصيغة البنائية له. أما إذا لم يكن ذلك ممكنًا ففسر إجابتك.

H_3COH H_3CCOOH

خطوات العمل

الجزء A: تحضير البوليستر

1. استعمل الميزان لقياس كتلة ورقة الوزن الأولى، وسجل هذه القيمة في **جدول البيانات رقم 1**. ضع 2.0 g من أنهيدريد الفثاليك على ورقة الوزن وسجل الكتلة الكلية في **جدول البيانات رقم 1**. احسب كتلة أنهيدريد الفثاليك، وسجل هذه القيمة. ضع مادة أنهيدريد الفثاليك في أنبوب اختبار نظيف.
2. استعمل الميزان لقياس كتلة ورقة الوزن الثانية. وسجل هذه القيمة في **جدول البيانات رقم 1**. ثم ضع 1.0 g من إيثانوات الصوديوم على ورقة الوزن، وسجل الكتلة الكلية. احسب كتلة إيثانوات الصوديوم وسجل هذه القيمة في جدول البيانات رقم 1. ضع إيثانوات الصوديوم في أنبوب الاختبار الذي يحتوي على أنهيدريد الفثاليك.
3. استعمل مخبارًا مدرجًا سعته 10 ml لقياس 1ml من جلايكول الإيثيلين، ثم ضعها في أنبوب الاختبار. وسجل الكمية المستعملة في **جدول البيانات رقم 1**، ورج الأنبوب بلطف لمزج المحتويات.
4. ثبت أنبوب الاختبار بالملقط على الحامل الحلقي، وسخنه بلطف بلهب بنزن حتى يقترب المخلوط من الغليان. استمر في تسخين المخلوط بلطف مدة 5 دقائق.
5. أطفئ لهب بنزن بعد انتهاء فترة دقائق التسخين الخمس، واترك أنبوب الاختبار يبرد ويصبح عند درجة حرارة الغرفة. افحص هشاشة البوليمر ولزوجته بساق التحريك، وسجل ملاحظاتك.

الجزء B: تحضير النايلون

1. استعمل مخبارًا مدرجًا سعته 50 ml لقياس 25 ml من محلول كلوريد الأديبويل في الهكسان الحلقي، وضع المحلول في كأس مدرجة سعتها 150 ml. سجل الحجم في **جدول البيانات رقم 2**.
2. نظف المخبار المدرج واستعمله لقياس 25 ml من محلول سداسي ميثيلين ثنائي الأمين. وضع المحلول في كأس مدرجة جديدة سعتها 150 ml. وسجل الكمية المستعملة في جدول البيانات رقم 2. ثم أضف 10 قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم 20 % إلى الكأس، ورجها بلطف. سجل عدد القطرات التي استعملت.
3. اسكب محلول كلورايد الأديبويل بلطف على جدار الكأس الداخلي التي تحتوي على سداسي ميثيلين ثنائي أمين، وذلك بإمالة الكأس التي تحوي سداسي ميثيلين ثنائي الأمين، وسكب محلول كلورايد الأديبويل على جدار الكأس بلطف. وإذا حدث ذلك بلطف فستلاحظ تكون طبقتين.
4. سيبدأ فورًا تكوّن البوليمر عند التقاء الطبقتين. استعمل سلك نحاس يحتوي على خطاف في نهايته لسحب البوليمر المتكون على جدار الكأس بلطف، ثم ضع السلك في مركز البوليمر واسحبه بلطف إلى أعلى ليستمر تكون البوليمر والحصول على حبل طويل.

5. استعمل المقص لتقطيع البوليمر عند التقاء سطح السائلين. وضع الحبل في كأس سعتها 150 ml ، واغسله بالماء عدة مرات. ثم ارفعه وضعه على مناشف ورقية، واتركه حتى يجف.

6. حرك المخلوط المتبقي بسرعة بساق التحريك لتكوين كمية إضافية من البوليمر، وأفرغ السائل المتبقي في وعاء النفايات.

7. اغسل المادة الصلبة الناتجة بـ 10 ml من محلول الإيثانول 50 % . استخدم المخبار المدرج لقياس كمية الإيثانول، تخلص من السوائل في وعاء النفايات.

8. اغسل المادة الصلبة الناتجة بالماء، ثم ارفعها من الكأس بساق التحريك. وضع المادة الصلبة على ورق التنشيف، ودعها تجف. تفحص عينات النايلون عندما تجف، وسجل ملاحظاتك.

الفرضية

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. أطفئ لهب بنزن، ودع الأشياء الساخنة تبرد.
2. ضع المواد الكيميائية جميعها في وعاء النفايات الخاصة بها.
3. ضع الأدوات جميعها في أماكنها المناسبة.
4. نظف مكان العمل واغسل يديك بالماء والصابون أو بمواد التنظيف الأخرى قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1 : تحضير البوليستر	
كتلة ورقة الوزن (g)	
كتلة أنهيدريد الفثاليك وورقة الوزن (g)	
كتلة أنهيدريد الفثاليك (g)	
كتلة ورقة الوزن (g)	
كتلة أسيتات الصوديوم وورقة الوزن (g)	
كتلة أسيتات الصوديوم (g)	
حجم جلايكول الإيثيلين (ml)	

1. صف لزوجة البوليمر المحضر وهشاشته.

_____

_____

_____

جدول البيانات 2، تحضير النايلون	
حجم محلول أديبول كلوريد (ml)	
حجم سداسي ميثيلين ثنائي أمين (ml)	
حجم محلول NaOH (عدد القطرات)	

1. صف مظهر النايلون.

_____

_____

التحليل والاستنتاج

1. **المقارنة** قارن بين مظهر البوليستر ومظهر النايلون.

_____

2. **التوقع** الأحماض الأمينية هي وحدات المونومر التي يتكون منها البروتين. إن التفاعل الذي يحدث بين الأحماض الأمينية لتكوين البروتين يشبه التفاعل المستعمل في تحضير النايلون. ويظهر أدناه اثنان من الأحماض الأمينية. توقع التركيب البنائي للجزيء الذي سينتج عن تفاعل هذه الأحماض.

H_2NCH_2COOH $H_2NCH(CH_3)COOH$

_____

3. **استخلاص النتائج** ماذا تتوقع أن يحدث للبوليمر إذا سخنته؟ ماذا تتوقع أن يحدث للزوجة البوليمر إذا سخن بشدة أو فترة زمنية طويلة؟

_____

4. **تحليل الخطأ** ما مصادر الخطأ التي قد تؤدي إلى نتائج غير متوقعة؟

_____

الكيمياء في واقع الحياة

1. لماذا لا يصلح البوليستر الذي تم تحضيره لصناعة الجوارب كما هو الحال مع خيوط النايلون؟
2. هل تفضل تخزين الحليب في وعاء مصنوع من بوليمر أو من زجاج؟ ولماذا؟
3. إذا كانت الكتلة الجزيئية لأحد ألياف النايلون تساوي 12000 amu تقريبًا، فما عدد وحدات المونومر المكونة له؟