KINGDOM OF BAHRAIN

Ministry of Education

مَمْلَكَةُ البَحْرَيْن

وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيم

كيم 214 / كيم 216

كراسة التجارب العملية

2030 البحرين BAHRAIN

العبيكان Obeikan

كيم 214 / كيم 216

قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين اعتماد هذه الكراسة لتدريس الكيمياء 3 بمدارسها الثانوية

إدارة سياسات وتطوير المناهج

الكيمياء 3

للمرحلة الثانوية

كراسة التجارب العملية

الطبعة الثالثة
1444هـ - 2022م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

العبيكان Obeikan

Mc Graw Hill Education

المراجعة والتطوير

فريق متخصّص من وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين.

www.macmillanmh.com

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 ©2008م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل ©2008م/1429هـ.

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 كراسات 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 هذه الكراسة المصاحبة لكتاب الكيمياء ٣ للمرحلة الثانوية – 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 تهدف هذه الكراسة العملية إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات، والأجهزة في مختبر الكيمياء.

وتتضمن الكراسة 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 هذه الكراسة 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 هذه الكراسة؟ 5

كتابة تقرير التجربة 6

أدوات المختبر 8

السلامة في المختبر 11

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر 13

بطاقة إجراءات السلامة في المختبر 14

التجـارب العملية

تجربة 1 الانخفاض في درجة التجمد 15

تجربة 2 حرارة التفاعل وحرارة المحلول 19

تجربة 3 حرارة احتراق مادة الشمع 23

تجربة 4 سرعة التفاعل 28

تجربة 5 التفاعلات الانعكاسية 32

تجربة 6 الاتزان 36

كيف تستعمل هذه الكراسة؟

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

تنظيم التجارب

- **المقدمة** يأتي بعد عنوان التجربة ورقمها مقدمة تناقش 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 المختبر** تُقوِّم الأسئلة في هذا الجزء مدى معرفتك للمفاهيم المهمة واللازمة لإنجاز التجربة بنجاح.
- **الخطوات** 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.
- **الفرضيات** 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 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.
- **واقع الكيمياء في 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

يقوم العلماء بالملاحظة وجمع البيانات وتحليلها، ويضعون التعميمات عندما يجرون التجارب. لذا عليك أن تسجل البيانات جميعها في التقرير الذي تعده عن أي تجربة عملية، وأن يكون ذلك بأسلوب منظم ومنطقي؛ حتى يسهل تحليلها. وغالبًا ما تستعمل الجداول والرسوم البيانية لهذا الغرض.

العنوان: يجب أن يصف العنوان موضوع التقرير بوضوح.

الفرضيات: صف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشكلة التي تدرسها، أو إجابة عن السؤال الذي تبحث عنه.

المواد: 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.

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 أكسيد الكربون، والضوء ومكان لتعيش فيه. فإذا لم تتوافر هذه المتطلبات فإن النباتات لا تنمو بشكل سليم. أراد أحد العلماء اختبار فاعلية الأسمدة المختلفة في تزويد النباتات بالمعادن اللازمة. ولاختبار هذه الفكرة صمم تجربة، حيث ملأ ثلاثة أوعية بكميات متساوية من التربة، وزرع نبتة بازلاء سليمة في كل منها. وزود الوعاء (A) بالسماد (A)، والوعاء (B) بالسماد (B)، ولم يضف أي سماد للوعاء (C)، ووضع الأوعية الثلاثة في غرفة مضاءة جيدًا، وسقى كل وعاء الكمية نفسها من الماء كل يوم لمدة أسبوعين. وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كل يوم، وحسب متوسط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسجله 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؟

.....

.....

.....

.....

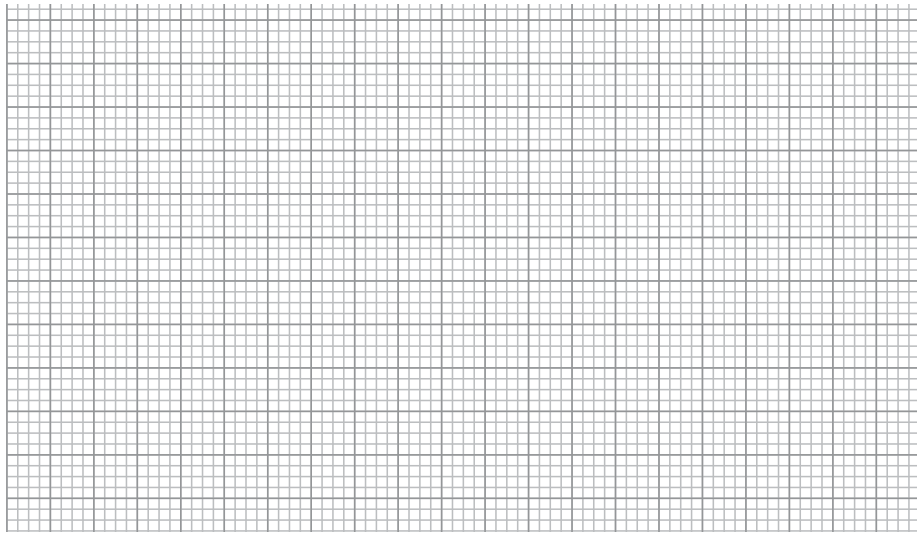
جدول البيانات 1 : متوسط ارتفاع النباتات النامية (mm)										
الوعـاء	اليوم									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	50	58	60	57	80	85	90	110	120
B	16	30	41	50	58	70	75	80	100	108
C	10	12	20	24	30	25	42	50	58	60

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

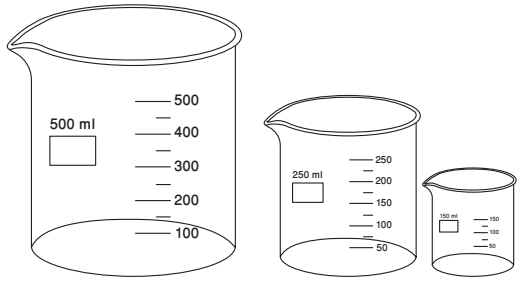
.....

.....

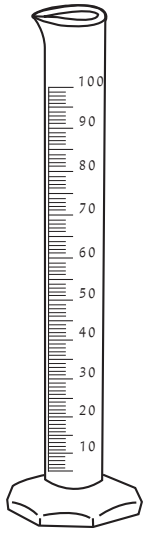
5. ارسـم البيانـات في **الجدول رقـم 1** بيانيًّا، مبينًا متوسـط الارتفاع على المحور الرأسـي، والأيام على المحور الأفقي، على أن تمثل بيانات كل وعاء بلون مختلف عن الآخر.



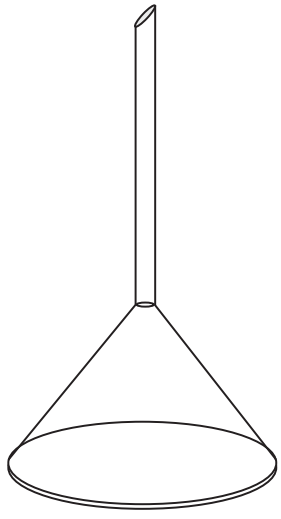
أدوات المختبـــــــــــر



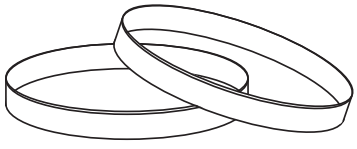
كؤوس زجاجية مدرّجة



مخبار مدرج

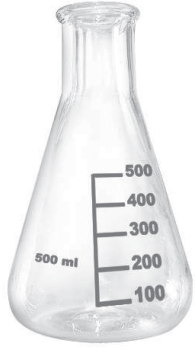


قِمع زجاجي

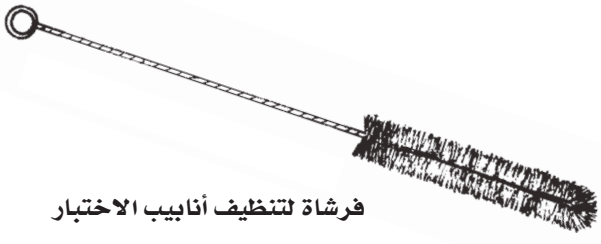


طبق بتري

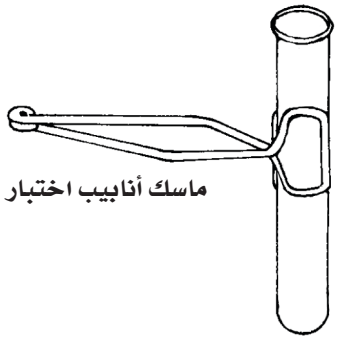
زجاجة ساعة



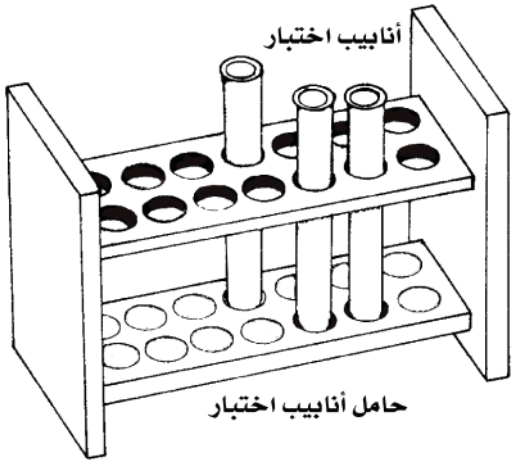
دورق مخروطي



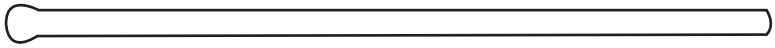
فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار



ماسك أنابيب اختبار

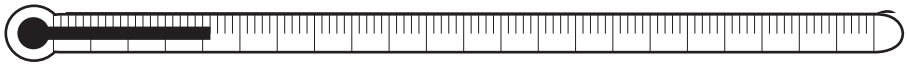


حامل أنابيب اختبار

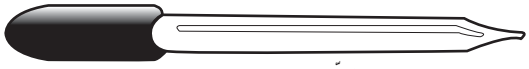


ساق زجاجية

ملعقة



مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)

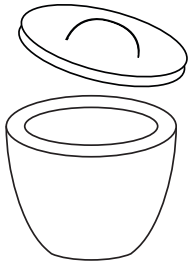


قطّارة

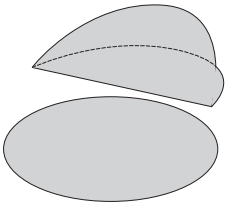
مثلث تسخين

سدادة مطاطية

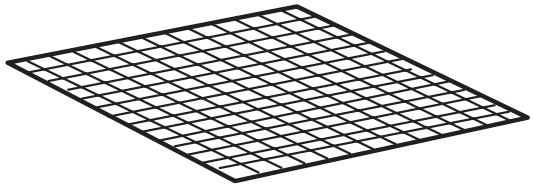
سدادة من الفلين



جفنة

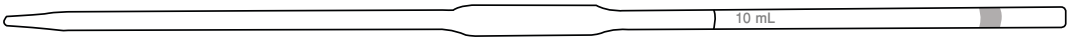


ورق ترشيح

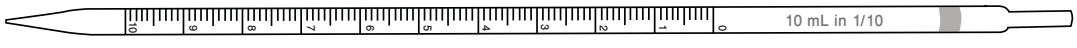


شبكة تسخين

سحاحة

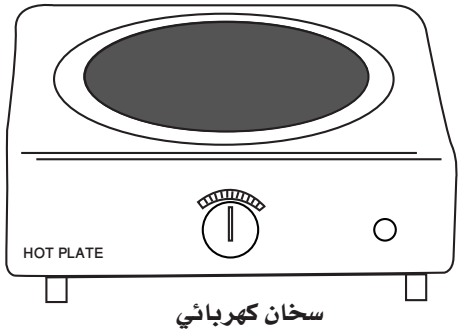


ماصة

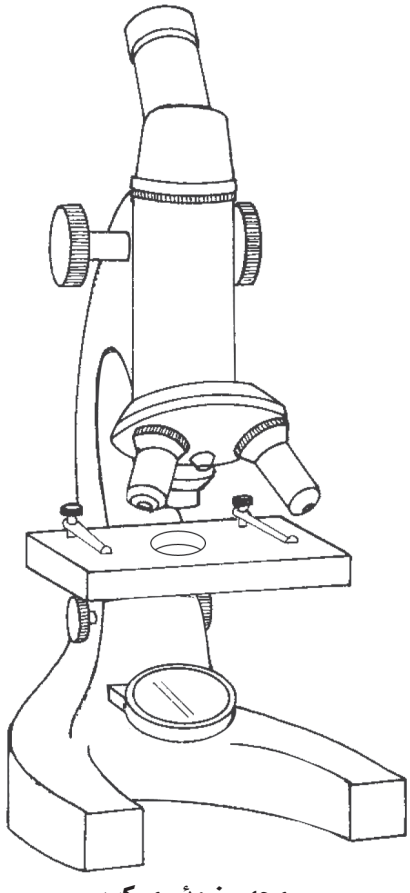


ماصة مدرجة

ميزان رقمي

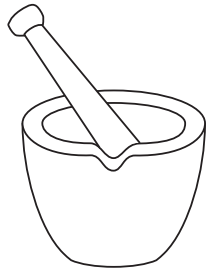


سخان كهربائي



مجهر ضوئي مركب

مالئة ماصة

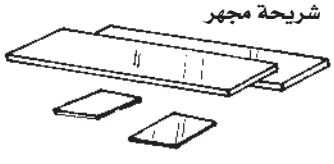


مدق (هاون)

حلقة معدنية

موقد بنزن

حامل معدني



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 هذه الكراسة، 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 للمختبر. وإذا كان لديك شك في أي من خطوات التجربة فاطلب المساعدة من معلمك.
3. يجب ارتداء النظارات الواقية، ولبس معطف المختبر في أي وقت تعمل فيه في المختبر. كما يجب ارتداء القفازات كل مرة تستعمل فيها المواد الكيميائية؛ لأنها تسبب التهيج، 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 بأي 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 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 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 توجه 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. تعرف 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 نظف الأدوات، وأعدها إلى أماكنها، ونظف مكان العمل، وتأكد من إغلاق مصادر الغاز والماء، واغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها 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) وقفازات.	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 طلباً 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 ارشادات استعمالها	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
الأبخرة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة	الأمونيا، الأستون، 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، الصوف والفولاذ، 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 اكسيد 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 ابتلعت 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 الكيماويات يسهل اشتعالها بواسطة 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 للإشتعال.	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.

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 إجراءات السلامة في المختبر

الاســم : .....

التاريخ : .....

نـــوع التجربة : نشاط استهلالي، المختبر الصغير، مختبر الكيمياء

عنوان التجربة : .....

اقرأ التجربة كاملةً، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

1. ما الهدف من الاستقصاء؟

.....

.....

.....

2. هل ستعمل مع زميل أو ضمن مجموعة؟

3. هل خطوات العمل من تصميمك الخاص؟ نعم أو 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.

.....

.....

.....

الانخفاض في درجة التجمد

Freezing Point Depression

ذوبان مذاب في مذيب يغير العديد من خواص المذيب بما فيها درجة التجمد، ودرجة الغليان، والضغط البخاري. تسمى هذه التغيرات في الخواص الفيزيائية للمذيب، والناتجة من إضافة مذاب بالخواص الجامعة. سيتم في هذه التجربة البحث في الانخفاض في درجة التجمد كخاصية جامعة.

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
ما ثابت الانخفاض في درجة التجمد للنفثالين؟	• **ترسم** تستعمل الرسوم البيانية لمعرفة درجة تجمد النفثالين. • **تقيس** تستعمل الأرقام لتحديد ثابت الانخفاض في درجة تجمد النفثالين.	نفثالين 4،1- ثنائي كلوروالبنزين أسيتون كأس سعتها 600ml سخان كهربائي أنبوب اختبار كبير مع سدادة مطاطية بفتحتين مقياس درجة حرارة (ثيرموميتر) سلك للتحريك حامل ثلاثي القاعدة ومشبك معدني ماسك كاس ميزان رقمي ماسك أنبوب اختبار.

احتياطات السلامة

- **ضع النظارات الواقية والبس معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **تجنب استنشاق الأبخرة الكيميائية.**
- **تخلص من المواد الكيميائية حسب إرشادات معلمك.**
- **الأستيون قابل للاشتعال وهو نسبيًا سام في حالة ابتلاعه او استنشاقه.**
- **النفثالين متوسط السمية في حالة ابتلاعه او استنشاقه او وقوعه على الجلد.**
- **4،1- ثنائي كلوروالبنزين مهيج للعين والجلد، والجهاز التنفسي، وهو سام في حالة ابتلاعه.**

ما قبل التجربة

يعطي ثابت الانخفاض في درجة التجمد K_f بالمعادلة الآتية: $\Delta T_f = K_f m'$

حيث T_f تمثل التغير في درجة التجمد بوحدة °C، ويمثل K_f ثابت الانخفاض في درجة التجمد بوحدة °C.kg/mol وتمثل m' المولالية بوحدة mol/kg.

1. اقرأ التجربه كاملة واستعمل 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 500 g من الكافيين؟

2. ما كتلة كمية من الماء بوحدة kg حجمها 250ml إذا كانت كثافتها 1.0kg/L ؟

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

4. يتجمد المحلول في السؤال 3 عند درجة حرارة 0.192°C – ، حيث إن الماء يتجمد عادة عند 0°C ، فهذا يعني أن درجة التجمد انخفضت بمقدار0.192°C. لذلك، فإن مقدار $\Delta T_f = -0.192°C$ ، فما مقدار ثابت انخفاض درجة تجمد الماء K_f؟

خطوات العمل

الجزء A

1. أضـف 400 ml ماء إلى كأس سـعتها 600 ml، ثم سخن الماء باستعمال سخان كهربائي حتى الغليان. **تحذير: يمكن أن يسـبب السـخان الكهربائي والماء المغلي الحروق.**
2. اقـرأ تعليمـات السـلامة المختبريـة فـي بدايـة هـذه الكراسـة قبـل إدخـال مقيـاس الحـرارة (**الثرموميتر**) فـي إحدى ثقوب السـدادة المطاطية. **تحذيـر: اقـرأ التعليمـات، وتأكد من طرق تشـحيم مقيـاس الحـرارة بالجليسـيرول قبـل إدخالـه فـي السـدادة. لا تحـاول إدخـال المقيـاس بقـوة حيـث يمكـن أن ينكسـر فـي يـدك، وإذا واجهـت بعـض الصعوبات فاطلب المساعدة من معلمك.**
3. أدخـل سـلك التحريك في الفتحـة الثانية للسـدادة المطاطية. ثم ضع السدادة مع ما فيها جانبًا.
4. قـس كتلة أنبـوب الاختبار لأقرب 0.01 g وسـجل القيمة في **جدول البيانات 1**.
5. أضـف 10 g مـن النفثالين إلـى أنبـوب الاختبار ثم قـس كتلـة النفثالين مـع أنبـوب الاختبار، وسـجل القيمة في **جدول البيانات 1**. احسـب كتلة النفثالين وسجل القيمة في **جدول البيانات 1**.
6. علـق أنبـوب الاختبـار بصـورة عمودية باسـتعمال ماسـك أنابيـب الاختبـار داخل حوض مـاء مغلي، وتأكـد مـن أن جميـع كميـة النفثالين تحت سـطح الماء المغلي، وعندما ينصهر النفثالين ضع السدادة المطاطية مع محتوياتها على فوهة أنبوب الاختبار. **تحذيـر: يمكـن أن يكـون أنبـوب الاختبار سـاخنًا.** يجـب أن يكـون مقيـاس الحـرارة داخـل النفثالين وحلقـة سـلك التحريـك حـول مسـتودع مقيـاس الحرارة. حرك سلك التحريك إلى الأعلى والأسفل لتحرك محتويـات الأنبوب. حرك النفثالين في أثناء تسخينه حتى ينصهر كليًا.
7. ارفـع أنبـوب الاختبـار مـن حـوض المـاء المغلي عـن طريـق تغيـر موقـع ماسـك أنبـوب الاختبـار بحيـث لا يصبـح الأنبـوب فـوق الـكأس. **تحذيـر: قد يكون ماسـك أنبـوب الاختبار سـاخنًا.** راقـب درجـة حـرارة النفثاليـن فـي أثنـاء تبريـده، واسـتمر في تحريك النفثالين في أثناء تبريده للتأكد من أن درجة الحرارة ثابتة في أثناء ذلك.
8. عندمـا تصل درجـة حـرارة النفثاليـن المنصهر إلى 90 °C، ابـدأ بتسـجيل الزمـن المنقضـي ودرجـة الحرارة في **جدول البيانات 2**. ستكون أولى بيانات **جدول البيانات 2** هي درجة الحرارة 90 °C والزمن المنقضي 0 ثانية. سجل القياسات كل 30 s وسجل درجات الحرارة كلها لأقرب 0.1 °C.
9. ولتحديد درجة التجمد بدقة، يجب ملاحظة منحنى التبريد أعلى وأسـفل درجة التجمد. ولذلك، يجب الاسـتمرار فـي تسـجيل درجـة الحـرارة حتـى بعد تجمـد النفثالين. توقـف عن أخذ القياسـات عندما تصبح درجة الحرارة أقل من 70 °C.

الجزء B

1. عـدل موقع ماسـك أنبـوب الاختبار بحيـث ينغمر أنبوب الاختبار وما يحتويه من نفثالين صلب جزئيًا في الماء الساخن. سخن أنبوب الاختبار حتى ينصهر النفثالين وتستطيع إزالة السدادة، ومقياس الحرارة. **تحذيـر: قـد يكـون كل مـن مقيـاس الحـرارة وأنبـوب الاختبـار وسـلك التحريـك سـاخنًا.** لا تـرم النفثالين، بل قم بإزالـة النفثالين العالق على السـدادة ومقياس الحرارة وسلك التحريك بواسطة غسله بالأسيتون.
2. قس كتلة أنبـوب الاختبار مـع النفثالين مرة أخرى، ثم احسب كتلة النفثالين المتبقية في أنبوب الاختبار وسجل هذه القيم في **جدول البيانات 1**.
3. أضـف 1.0 g تقريبا من 1، 4- ثنائـي كلوروالبنزين إلـى أنبـوب الاختبار ثم قـس كتلة أنبـوب الاختبار ومحتوياته، ثم احسب كتلة 1، 4- ثنائي كلوروالبنزين المضافة. سـجل هـذه القيم في **جـدول البيانات 1**.

1. تأكد من جفاف كل من السدادة ومقياس درجة الحرارة (الثرموميتر) وسلك التحريك وخلوها من الأستيون.
2. كرر الخطوتين من 2 إلى 3 من الجزء A
3. كرر الخطوتين 6 إلى 9 من الجزء A

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من النفايات حسب إرشادات معلمك.
2. نظف 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 كلوروالبنزين 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. ارسـم بيانًيا العلاقة بين درجة الحرارة (محور الصادات)، والزمن (محور السـينات) لتبريد النفثالين باستعمال ورق رسم بياني وبياناتك من الجزء A . لا تصل النقاط بعضها ببعض، وسمي هذا الرسم منحنى تبريد النفثالين النقي.
2. يجـب أن يظهر الرسـم في السـؤال الأول 3 مناطق متميزة يختلـف بعضها عن بعض بتغير ميـل الخط الذي يمر من خلال النقاط. ارسـم أفضل خط مسـتقيم يمر خلال النقاط في كل منطقة. سـتكون النقاط التي يتقاطع عندها أفضل الخطوط أفضل تقدير لدرجة تجمد النفثالين. سجل تقديرك لدرجة التجمد للنفثالين على الخط أدناه.

3. ارسـم بيانيًـا العلاقـة بيـن درجـة الحرارة (محـور الصـادات) والزمـن (محور السـينات) لتبريـد محلـول النفثالين و1،4- ثنائي كلوروالبنزين باستعمال ورق الرسم البياني وبياناتك من **الجزء B**. لا تصل النقاط بعضها ببعض. سـمي هـذا الرسـم منحنى تبريـد محلـول النفثاليـن و1،4- ثنائـي كلوروالبنزين. حـدد درجة تجمـد المحلول في **الجزء B** باتباع إرشادات السؤال 2. وسجل تقديرك لدرجة تجمد محلول النفثالين و1،4- ثنائي كلوروالبنزين على الخط أدناه.

حلل واستنتج

1. قياس الأرقام واستعمالها

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

---

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

---

c. ما هي مولالية 1،4- ثنائي كلوروالبنزين في النفثالين؟

---

d. ارمـز لدرجـة التجمـد للنفثاليـن النقـي من **الجـزء A** بالرمـز T_A وارمـز لدرجة التجمـد لمحلـول 1،4- ثنائي كلوروالبنزين من **الجزء B** بالرمز T_B، ثم اقسم الفرق بين درجتي التجمد على مولالية 1،4-ثنائي كلوروالبنزين للحصول على ثابت انخفاض درجة التجمد K_f للنفثالين.

---

2. **تحليل الخطأ** قارن بين ثابت الانخفاض في درجة التجمد الذي تم حسـابه في هذا النشـاط مع القيمة الحقيقية، ثم عدد مصادر الخطأ الممكنة، وفسر كيف يمكن لهذه الأخطاء أن تؤثر في النتائج.

الكيمياء في واقع الحياة

1. لماذا يجب أن يخلط الماء مع مادة مضادة للتجمد في مشعاع (مبرد السيارة) في الشتاء؟	**2.** فسّـر كيف تسـاعد إضافة الملح على الطرقات في الشتاء على منع تكون الثلج؟

حرارة التفاعل وحرارة المحلول

Heats of Solution and Reaction

تعّرف حرارة التفاعل بأنها الطاقة الإجمالية الممتصة أو المنطلقة عند حدوث التفاعل الكيميائي. وتعرف حرارة المحلول بأنها الطاقة الإجمالية الممتصة أو المنطلقة عند تكون 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 المنقولة عند إضافة حمض الكبريتيك H_2SO_4 المركّز إلى الماء. والمثال الثاني هو إذابة المركب الأيوني كلوريد الأمونيوم NH_4Cl في الماء.

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

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
كيف تتغير درجات الحرارة عند حدوث التفاعلات الكيميائية وتكوّن المحاليل؟	• **تقيس** التغيرات في درجة الحرارة لعمليات مختلفة. • **تميّز** بين التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة.	كلوريد الأمونيوم NH_4Cl حمض الكبريتيك $18M\ H_2SO_4$ حمض الهيدروكلوريك $1M\ HCl$ هيدروكسيد الصوديوم $1M\ NaOH$ مخبار مدرج سعة 10 ml مخبار مدرج سعة 100 ml أكواب بوليستيرين عدد (3) مقياس حرارة (ثرموميتر) ميزان رقمي جهاز توقيت ساق تحريك زجاجية

احتياطات السلامة

- **تخلص من النفايات الكيميائية حسب توجيهات معلمك.**
- **قد تصبح المحاليل حارة جدًا أو باردة جدًا، فكن حذرًا في أثناء تعاملك معها.**
- **حمضا الكبريتيك والهيدروكلوريك سامان ويسببان تآكل الجلد ويتفاعلان مع الفلزات.**
- **قد تحدث انسكابات خطيرة في أثناء تخفيف الأحماض المركزة.**
- **تذكر بأن تضيف الحمض إلى الماء، ولا تضف الماء إلى الحمض أبدًا.**
- **هيدروكسيد الصوديوم سامّ ويسبب تآكلاً للجلد.**
- **كلوريد الأمونيوم قليل السُّميّة.**
- **ضع دائمًا النظارات الواقية، والبس معطف المختبر، والقفازات.**
- **الزئبق الموجود في مقاييس درجات الحرارة الزئبقية سام.**
- **يمكن أن تُثقب أكواب البولستيرين بسهولة.**

ما قبل التجربة

1. عرف حرارة التفاعل.
2. ميّز بين التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة.
3. اقـرأ التجربـة المختبرية كامـلاً. كـوّن فرضية حول كيفيـة التمييـز بيـن التفاعـلات الطـاردة للحـرارة والماصة لها. سجل فرضيتك.
4. لخص الخطوات التي ستتبعها لفحص فرضيتك.
5. صـف تغيـرات درجـات الحـرارة المتوقعـة لنظـام تحدث فيه عملية طاردة للحرارة.

خطوات العمل

الجزء A: حرارة ذوبان حمض الكبريتيك

1. قس 45 ml من الماء، وضعه في كوب رغوة.
2. ضـع مقيـاس الحـرارة فـي المـاء داخـل الكـوب. اقـرأ درجة حرارة المـاء بعد دقيقتين. سـجل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 1**.
3. اسـتعمل مخبـارًا مدرجًـا لقيـاس 8.0 ml مـن H_2SO_4. ضـع الــ H_2SO_4 فـوق الماء فـي الكوب بحذر. حرك المحلول بساق تحريك بحذر أيضًا.
4. لاحـظ أعلـى درجـة حـرارة يصـل إليهـا المحلول وسجلها.
5. تخلـص مـن محلـول الحمـض حسـب توجيهات معلمك.

الجزء B: حرارة ذوبان كلوريد الأمونيوم

1. قس 30 ml من الماء. وضعها في كوب رغوة.
2. ضـع مقيـاس الحـرارة فـي المـاء داخـل الكـوب. اقـرأ درجة حرارة المـاء بعد دقيقتين. سـجل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 2**.
3. زنّ 5 g من بلورات كلوريد الأمونيوم NH_4Cl على قطعـة ورق الوزن. أضف كلوريـد الأمونيوم بحذر إلى الماء في كوب الرغوة. وحرك المحلول بسـاق تحريك نظيف وبحذر.
4. لاحظ أدنى درجة حرارة للمحلول وسجلها.
5. تخلص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

الجزء C: حرارة التفاعل

1. اسـتعمل مخبـارًا مدرجًـا لقيـاس 20 ml من HCl تركيزه 1 M. ضع الحمض في كوب رغوة.
2. ضـع مقياس الحرارة في كوب الحمض. اقرأ درجة حرارة الحمض بعد دقيقتين. سـجل درجة الحرارة الأولية هذه في **جدول البيانات 3**.
3. اسـتعمل مخبـارًا مدرجًـا لقياس 10 ml من NaOH تركيزه 1M. أضف محلول هيدروكسـيد الصوديوم NaOH بحذر إلى الحمض في كوب الرغوة. حرك المحلول بساق تحريك بحذر.
4. لاحـظ درجـة الحـرارة الجديـدة التي وصـل إليها المحلول وسجلها.
5. تخلص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص مـن النفايـات الكيميائية حسـب توجيهات معلمك.
2. ارجع الأدوات المختبرية إلى أماكنها.
3. بلّغ عن أية أدوات تالفة أو مكسورة.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

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

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

جدول البيانات 3	
الجزء C: حرارة التفاعل $^{\circ}C$	
درجة حرارة الحمض الأولية	
درجة الحرارة بعد إضافة NaOH	
التغير في درجة الحرارة	
طارد للحرارة أم ماصّ لها	

حلل واستنتج

1. **استخدام الأرقام** احسب التغيرات في درجات الحرارة للعمليات الثلاث وسجلها 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 يدل على ما إذا كان كل تفاعل طاردًا للحرارة أو ماصًّا لها؟

_____

4. **عمل توقع** هل سيختلف التغير في درجة الحرارة في الجزء A إذا استعملت كمية الماء نفسها واستعملت كمية أقل من حمض الكبريتيك؟ اشرح.

5. **استخلاص النتائج** ، احتجنا إلى الطاقة لكسر الروابط الأيونية في البلورة في الجزء B، وعندما انجذبت الأيونات إلى جزيئات الماء وتميهة، انطلقت الطاقة. اشـرح كيف يمكنك اسـتنتاج الطاقة التي اسـتعملت لكسر الروابط أكبر من الطاقة المنطلقة عند انجذاب الأيونات إلى الماء.

6. **تحليـل الخطـأ** هل كان من الضروري قياس كميات المـواد المتفاعلة ودرجات الحرارة بدقة؛ لاختبار فرضيتك في هذه التجربة ؟ فسّر إجابتك.

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشـرح كيف تعمل "الكمّادة الباردة" التي تستعمل كثيرًا في حالات الطوارئ.
2. يعد احتراق الوقود تفاعلًا طاردًا للحرارة. اشـرح كيف تسـتعمل الطاقة الحرارية في هـذا النوع من التفاعل للقيام بشغل مفيد.
3. اشـرح لمـاذا لا تكـون عمليـة تكييـف المنـازل، والمكاتب باسـتعمال تفاعل ماص للحرارة طريقة علمية.

حرارة احتراق مادة الشمع

Heat of Combustion of Candle Wax

تعـرف كمية الحـرارة المنطلقة من الاحتـراق الكامل لمول واحد من المادة باسـم حرارة الاحتـراق $\triangle H_{comb}$ ، ويمكن قيـاس كميـة الحـرارة المنطلقـة بالسـعرات أو الجـولات. فالسـعر (cal) هو كميـة الحـرارة اللازمة لرفع درجـة حرارة جـرام واحـد 1 g من الماء درجة سـيليزية واحدة، كما أن وحـدة النظام الدولي للحرارة هي الجول J . ويسـاوي الجول الواحد 4.184 cal . إذا احترقت عينة من الكربون النقي بوجود 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

ستحسـب في هـذه التجربة حـرارة احتـراق الوقود الموجود في شـمعة. ستسـخن الشـمعة المحترقة كمية معلومة من الماء، وباسـتعمال الحرارة النوعية للماء، وكتلة الماء، والزيادة في درجة الحرارة، يمكنك أن تحسب كميـة الحـرارة المنطلقة من الشـمعة المحترقة مسـتعملًا العلاقـة الآتية:

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

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

وبعد ذلك يمكنك حساب كمية الحرارة المنطلقة لكل جرام من الشمع ثم تضرب بالكتلة المولية لمادة الشمع لتحصل على حرارة الاحتراق $\triangle H_{comb}$ بوحدات kJ /mol .

المشكلة

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

الأهداف

- **تقيس** التغير في درجة حرارة كتلـة من الماء فـي أثناء تفاعل احتراق.
- **تحسب** كمية الحرارة المنطلقة في أثناء تفاعل احتراق.
- **تحسب** الطاقـة المنطلقة لكل مول مـن المـادة المتفاعلة في أثناء تفاعل احتراق.

المواد والأدوات

شمعة
علبة معدنية صغيرة
علبة معدنية كبيرة
4 حلقات فولاذية قياس $\frac{1}{2}$ بوصة
ثرمومتر
ميزان رقمي
قلم تخطيط
مسطرة مترية
مشابك ورق عدد 3
أعواد ثقاب.
حامل حلقة
حلقة
ماسك ثرمومتر
ساق تحريك زجاجي

احتياطات السلامة

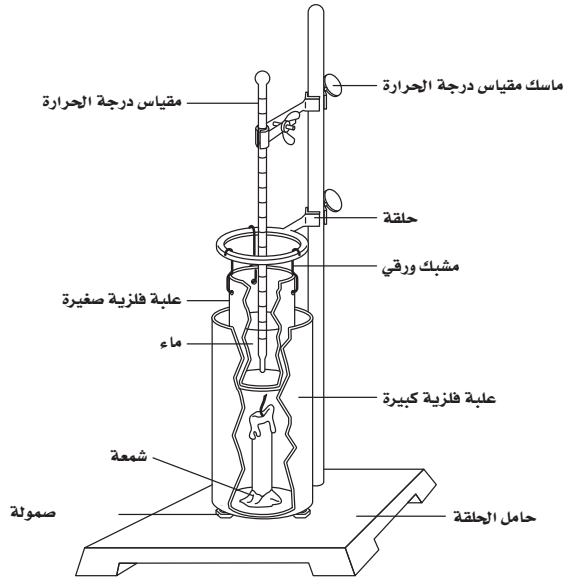
- **ضع النظارات الواقية، والبس معطف المختبر، والقفازات دائمًا.**
- **تخلص من النفايات الشمع حسب توجيهات معلمك.**
- **الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.**
- **اللهب المكشوف قد يشعل الملابس أو الشعر.**
- **الزئبق الموجود في مقاييس درجات الحرارة الزئبقية مادة سامة.**

ما قبل التجربة

1. عرف كل من حرارة الاحتراق والسعر.
2. اذكر العلاقة بين:
   (a) السعرات والجولات.
   (b) السـعرات، وكتلـة المـاء، والتغيـر فـي درجـة الحرارة، والحرارة النوعية.
3. عـرف التفاعـلات الطـاردة والماصّـة للحـرارة. ما إشـارة $\triangle H$ لتفاعل طارد للحـرارة؟ وتفاعل ماص للحرارة؟
4. اشـرح كيـف تسـتطيع حسـاب حـرارة الاحتـراق إذا عرفـت عـدد السـعرات المنطلقة، وكتلـة المادة المحترقة، والكتلة المولية للمادة.
5. اقرأ التجربة المختبرية كاملة. كوّن فرضية عن كيفية قيـاس كمية الحـرارة المنطلقة في تفاعـل كيميائي. سجل فرضيتك.

خطوات العمل

1. أشـعل شـمعة، واجعـل بضـع قطـرات من الشـمع المنصهـر تقطـر علـى غطـاء علبـة. ألصق الشـمعة بالغطاء بينما الشمع سائلًا وأطفئ الشمعة.
2. اسـتعمل قلم التخطيط؛ لوضع خط على بعد 3 cm تحت قمة الشمع في الشمعة.
3. حدد كتلة الشـمعة والغطاء وسـجل هـذه القيمة في **جدول البيانات 1**.
4. اسـتعن **بالشـكل A** عندمـا تجهـز الأدوات. شـكّل كل مـن مشـابك الـورق الثلاثة على شـكل الحرف S، واسـتعملها لتعليـق العلبـة الصغيـرة على حلقة الحامل.
5. ضع الشـمعة تحت العلبة الصغيرة بحيث يكون قعر العلبة على ارتفاع 4 cm أو 5 cm من قمة الشـمعة غير المشتعلة.
6. قس كتلة العلبة وسجلها في **جدول البيانات 1**.
7. املأ العلبة حتى نصفها تقريبًا بالماء المقطر.
8. قس كتلة العلبة والماء وسجلها في **جدول البيانات 1**.



الشكل A

9. ضع الشمعة داخل العلبة الكبيرة.
10. ارفع العلبـة الكبيرة عن قاعدة حامـل الحلقة وضع الصواميـل الأربع على أبعاد متسـاوية تحت العلبة. حتـى يتمكـن الهـواء اللازم لاحتـراق الشـمعة من الدخول حول قاعدة العلبة.
11. سـجل درجـة الحـرارة الأوليـة للمـاء فـي **جـدول البيانـات 1**. اسـتعمل ولاعـة البيوتـان لإشـعال الشمعة.
12. أعـد العلبـة الصغيـرة والمـاء فـورًا إلـى موضعهما السابق.

13. حرك الماء بلطف مستعملًا ساق التحريك الزجاجي بينما تسخن الشمعة الماء.

14. دع الشـمعة تحترق حتى يتم اسـتهلاك الشـمع إلى علامة 3 cm التي وضعت في **الخطوة 2**.

15. أطفئ الشـمعة وسـجل درجة الحرارة النهائية للماء في **جدول البيانات 1**.

16. قـس كتلـة الشـمعة والغطـاء وسـجلها فـي **جدول البيانات 1**.

17. كـرر الخطـوات مـن 2 إلـى 16، ولكن هـذه المرة اجعل الخط على بعد 5 cm تحت قمة الشمعة.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. ارجع الأدوات المختبرية إلى أماكنها.

2. بلّغ عن أيّة أدوات تالفة أو مكسورة.

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 وسجلها في **جدول البيانات 1**.

2. احسب كتلة الماء المستعملة في كل محاولة وسجلها في **جدول البيانات 1**.

3. احسب التغير في درجة حرارة الماء في كل محاولة.

حلل واستنتج

1. **القياس واستعمال الأرقام** احسب عدد السعرات الحرارية التي امتصها الماء في كل محاولة.

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

3. **القياس واستعمال الأرقام** افرض أن الصيغة الكيميائية للشـمع الموجود في الشـمعة هي $C_{32}H_{66}$ احسـب الكتلة المولية للشمع.

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

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

6. **القياس واستعمال الأرقام** حوّل عدد kcal /mol إلى kJ /mol لكل محاولة. ما قيمة $\triangle H_{com}$ للشـمع بوحدة kJ /mol؟

7. **استخلاص النتائج** قـارن بين حرارة الاحتراق التي حصلت عليها بالقيم الموجودة في الجدول صفحة 23. فسّـر أي تدرج تلاحظه.

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

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

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشـرح لمـاذا يُنصـح المسـافرون بالسـيارة فـي المناطـق البـاردة أن يحملوا معهم شـمعة وأعواد ثقـاب كجزء من معدات البقاء على قيد الحياة في الحالات الطارئة.

2. تسـتعمل محـركات الديـزل كثيـرًا في الشـاحنات الكبيـرة والمعـدات الثقيلـة؛ لأن وقـود الديـزل ينتـج حـرارة أكثر لكل لتـر مما ينتجـه البنزين. الى ماذا يشـير هذا حـول طبيعة جزيئات وقـود الديزل بالمقارنة مع جزيئات البنزين؟

سرعة التفاعل

The Rate of a Reaction

تبيـن 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 وحدة الزمن. ستحسب من خلال هذه التجربة سرعة التفاعل من خلال الزمن الذي يستغرقه تفاعل كمية معينة من الماغنيسيوم بشكل كامل مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

المشكلة

ما العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعل الكيميائي؟

ما العلاقة بين التركيز وسرعة التفاعل الكيميائي؟

الأهداف

- **تقيس** الزمن الذي يستغرقه شريط من الماغنيسيوم للتفاعل بشكل كامل مع حمض HCl تحت ظروف مختلفة.
- **تمثل** البيانات بيانيًا.
- **تستنتج** العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة والتراكيز المختلفة.

المواد والأدوات

شريط ماغنيسيوم
ورق صنفرة
حمض الهيدروكلوريك 1M HCl
حمض الهيدروكلوريك 3M HCl
ثلج
أنبوب اختبار عدد (8)
كأس مدرجة 250 ml عدد (4)
مخبار مدرج 10 ml
مقياس حرارة (ثيرموميتر)
ساق تحريك زجاجي
لهب بنزن
ساعة توقيت
مقصات
حامل حلقي
دائرة معدنية
شبكة تسخين

احتياطات السلامة

- **ضع النظارات الواقية والبس معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **الأجسام الساخنة قد لا تبدو ساخنة.**
- **حمض الهيدروكلوريك مادة سامة، وحارقة للجلد، وتتفاعل مع الفلزات.**
- **اللهب قد يحرق الشعر والملابس الفضفاضة.**

ما قبل التجربة

1. عرف سرعة التفاعل.
2. اكتب المعادلة الرياضية المستعملة لتحديد معدل سرعة التفاعل الكيميائي. ما العوامل الثابتة؟ وما العوامل المتغيرة؟
3. اقـرأ كراسـة التجارب العملية. ضـع فرضية حول كيفية تأثير زيادة درجة الحرارة على سـرعة التفاعل. وضع فرضية أخرى حول كيفية تأثير زيادة التركيز على سرعة التفاعل. سجل فرضياتك.
4. لخص الإجراءات التي ستستعملها لاختبار فرضياتك.

خطوات العمل

نظف شريطًا من الماغنيسيوم طوله 30 cm بورق الصنفرة ثم اقسمه إلى قطع متساوية طول كل منها 3 cm.

الجزء A : تأثير درجة الحرارة

1. ضـع 10 ml مـن حمـض الهيدروكلوريـك تركيزه 1.0 M في أنبوب اختبار نظيف وجاف.
2. 2. ضـع أنبوب الاختبار فـي كأس مدرجة حجمها 250 ml تحتوي على ماء وثلج 150 ml.
3. انتظر 3 min ثم قس درجة حرارة الحمض وسجل النتيجة في **جدول بيانات الجزء A**.
4. ارفـع مقياس الحرارة من الحمـض وضع قطعة من الماغنيسيوم في الحمض.
   استعمل سـاق التحريك لإبقاء شـريط الماغنيسيوم مغمورًا في أثناء التفاعل.
5. ابـدأ بتشـغيل سـاعة التوقف مباشـرةً عند ملامسـة شـريط الماغنيسـيوم للحمـض، قس الزمـن اللازم لتفاعل الماغنيسيوم مع الحمض، وسجله.
6. قـس درجـة حـرارة الحمـض بعـد انتهـاء التفاعـل وسجلها.
7. أعد ضبط سخان الحمام المائي، وكرر التجربة عند درجات الحرارة الآتية 100 °C , 50 °C , 25 °C.

الجزء B : تأثير التركيز

1. ضـع 10 ml مـن حمـض الهيدروكلوريـك تركيزه 3 M في أنبوب اختبار نظيف وجاف.
2. ضـع أنبـوب الاختبـار فـي كأس مدرجـة سـعتها 250 ml، تحتوي على 150 ml من ماء الصنبور.
3. انتظـر 3 min، وضـع قطعـة مـن الماغنيسـيوم في الحمـض. اسـتعمل سـاق التحريـك لإبقاء شـريط الماغنيسيوم مغمورًا في أثناء التفاعل.
4. ابـدأ بتشـغيل سـاعة التوقيت مباشـرة عند ملامسـة شـريط الماغنيسـيوم للحمض، وقس الزمن اللازم لتفاعل الماغنيسيوم تمامًا مع الحمض. سجل زمن التفاعل في **جدول بيانات الجزء B**.
5. حضـر المحاليل الآتية، ثم ضـع كل منها في أنبوب اختبـار منفصـل نظيـف وجـاف: 4.0 ml مـن مـاء الصنبور و6.0 ml من 3.0 M HCl و 7.0 ml ماء الصنبـور و3.0 ml من 3.0 M HCl و 9.0 ml من ماء الصنبور و 1.0 ml من 3.0 M HCl.
6. ضـع الأنابيـب جميعها فـي كأس مدرجـة حجمها 250 ml وتحتوي 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. يجب التخلص المواد حسب توجيهات المعلم.
3. ارجع الأدوات والمواد إلـى أماكنها، واكتب تقريرًا عن أي أداة تم إتلافها أو كسرها.
4. اغسل يديك جيدًا قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

جدول بيانات الجزء A					
انبوبة 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			
انبوبة الاختبار	الحمض	زمن التفاعل (ء)	سرعة التفاعل
1	10 ml من 3.0M HCl و 0.0 ml ماء		
2	6.0 ml من 3.0 M HCl و 4.0 ml ماء		
3	3.0 ml من 3.0 M HCl و 7.0 ml ماء		
4	1.0 ml من 3.0 M HCl و 9.0 ml ماء		

1. لماذا يعد من الضروري تنظيف شريط الماغنيسيوم؟

2. لماذا كانت قيم حجم ومولارية الحمض نفسها في جميع المحاولات في الجزء A؟

3. ما تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل؟

4. لماذا نُفذت محاولات الجزء B في داخل كأس يحتوي على الماء؟

5. ما تأثير التركيز على سرعة التفاعل؟

حلل واستنتج

1. **استخـدام الأرقام** بما أن كتلة الماغنيسـيوم نفسـها في كل تفاعـل. افترض أن التغير في الكمية يسـاوي1، لذلك، احسـب سـرعة التفاعل بقسمة 1 على زمن التفاعل. احسب متوسـط درجة الحرارة وسرعة التفاعل لكل أنبوب في الجزء A، وسرعة التفاعل لكل أنبوب في الجزء B، وسجلها في جداول البيانات الملحقة بكل جزء. لماذا استعمل متوسط درجة الحرارة في الجزء A ؟

2. **الملاحظات والاستنتاج** هل قلت سرعة التفاعل أم زادت أم بقيت ثابتة، عند زيادة درجة حرارة محلول الحمض؟ ما الذي يحدث لسـرعة التفاعل عند خفض درجة حرارة محلول الحمض؟ فسـر هل تتناسـب سرعة التفاعل طرديًا أم عكسيًا مع درجة الحرارة.

3. **رسم البيانات** ارسـم العلاقة بين درجة الحرارة والزمن على ورقة الرسـم البياني مستعملًا البيانات من الجزء A، ثم ارسم العلاقة بين التركيز والزمن، باستعمال بيانات الجزء B.
هل دعمت النتائج فرضيتك ؟ فسّر.

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

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

6. **تحليل الأخطاء** ما الذي كان يمكنك القيام به لتحسين دقة القياسات؟

الكيمياء في واقع الحياة

1. ما تأثير الأمطار الحمضية على سـرعة تآكل المعادن المستعملة في المباني والسيارات والآثار القديمة؟ كيف يمكن أن نتحكم في تركيز الحمـض في المطـر، وبالتالي ضبط سرعة التآكل؟
2. اشرح لماذا لا تفسد الأطعمة المبردة أو المجمدة بسرعة مثل تلك الأغذية التي تترك عند درجة حرارة الغرفة؟
3. كانـت عمليات انتـاج الأوزون ونفاذه فـي طبقة الاوزون الموجـودة في غـلاف الأرض ثابتـة لقرون عدة. اشـرح لمـاذا أصبح اسـتنفاذ الأوزون في العقود الأخيرة أسـرع من تكونه.

التفاعلات الانعكاسية

Reversible Reactions

لا تتحول المواد المتفاعلة جميعها الى مواد ناتجة في بعض التفاعلات الكيميائية، ويعود ذلك إلى 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 لوتشاتليه (Lechâtelier): على أنه "إذا تعرض نظام في حالة اتزان إلى اضطراب ما، فإن الاتزان يُحوِّل اتجاهه بحيث يتخلص من الاضطراب أو التقليل من أثره". ومن الامثلة على ذلك تغير التركيز. في هذه التجربة ستلاحظ كيف أن التغير في تركيز المواد المتفاعلة او الناتجة سيؤدي إلى إيجاد حالة اتزان جديدة.

المشكلة

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

الهدف

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

المواد والأدوات

حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 12 M
حمض الهيدروكلوريك HClتركيزه 6 M
كلوريد الحديد lll $FeCl_3$ تركيزه 0.1 M
ثيوسيانات البوتاسيوم KSCN تركيزه 0.1 M
كلوريد الكوبلت ll $CoCl_2$ تركيزه 0.1 M
محلول كلوريد الأمونيوم المشبع NH_4Cl تركيزه 0.1 M
محلول كلوريد الصوديوم المشبع NaCl
كلوريد الأمونيوم NH_4Cl
محلول كلوريد الحديد lll وثيوسيانات البوتاسيوم.
محلول الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيوم) وفينول فيثالين.
مخبار مدرج سعته 10 m
أنابيب اختبار (عدد 9)
ماصات (عدد 2)
حامل أنابيب اختبار

احتياطات السلامة

- **ضع النظارات الواقية، والبس معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **يُعد كلوريد الأمونيوم سامًا بشكل خفيف عند تناوله عن طريق الفم.**
- **يُعد كلوريد الحديديك مادة مثيرة ومهيجة للجلد.**
- **ثيوسيانات البوتاسيوم، وكلوريد الكوبلت ll وحمض الهيدروكلوريك جميعها مواد سامة.**
- **حمض الهيدروكلوريك مادة حارقة للجلد وتتفاعل مع المواد المعدنية.**
- **الأمونيا مهيجة للجهاز التنفسي.**

ما قبل التجربة

1. عرف مبدأ لوتشاتيليه Lechâtelier
2. فـي أي اتجـاه سـينزاح التفاعـل إذا زاد تركيـز أحد المواد المتفاعلة؟
3. فـي أي اتجـاه سـينزاح التفاعـل إذا قـل تركيز أحد المواد المتفاعلة؟
4. اقـرأ التجربة المخبرية كاملة، ثـم كوِّن فرضية حول كيف سـيؤثر الاضطراب الواقـع على نظام في حالة اتزان في تغير حالة هذا النظام. سـجل فرضيتك في العمود المقابل.

خطوات العمل

الجزء A: محلول الكلوريد

1. ضـع 3 ml من محلـول كلوريد الصوديوم المشـبع فـي أنبوب اختبار نظيف، وأضف إليه 6 قطرات من 12 M حمض الهيدروكلوريك. سجل ملاحظاتك في **جدول البيانات (1)**.
2. ضع 3 ml من محلول كلوريد الأمونيوم المشبع في أنبـوب اختبار آخر واضف آلية 6 قطرات من 12 M حمـض الهيدروكلوريـك وسـجل ملاحظاتـك في **جدول البيانات (1)**.

الجزء B: محاليل كلوريد الحديد lll وثيوسيانات البوتاسيوم.

1. ضـع 5 ml من محلول كلوريد الحديد lll ومحلول ثيوسـيانات البوتاسـيوم فـي كل مـن ثـلاث أنابيب اختبار نظيفة.
2. أضـف إلـى الأنبـوب الأول 1 ml مـن محلـول ثيوسيانات البوتاسيوم تركيزه 0.1 M، ولاحظ تغير اللون وسجله في **جدول البيانات (1)**.
3. أضف إلى الأنبوب الثاني 1 ml من محلول كلوريد الحديـد lll بتركيـز 0.1 M، ولاحـظ تغيـر اللـون وسجله في **جدول البيانات (1)**.
4. اسـتعمل الأنبوب الثالـث كمتغير ضابـط، ولاحظ تغير لون المحلول وسجله.

الجزء C: محلول كلوريد الكوبلت

1. ضـع 2 ml من محلول كلوريـد الكوبلت lll بتركيز 0.1 M في أنبوب اختبار نظيف.
   a. أضـف إليها 3 ml من حمض الهيدروكلوريك بتركيز 12 M.
   b. أضـف بعض قطرات الماء بحـذر إلى أن يعود لون المحلول إلى لونه الأصلي.
   c. سجل ملاحظاتك في **جدول البيانات (1)**.
2. ضـع 2 ml من محلـول كلوريد الكوبلـت ll بتركيز 0.1 M في أنبوب آخر.
3. وضع 2 ml من محلـول كلوريد الكوبلت ll بتركيز 0.1 M في أنبوب ثالث.
   a. أضـف 1.5 g تقريبًا مـن كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الثالث.
   b. قـارن بيـن ألـوان محتويـات الأنبوبيـن الثاني والثالـث، وسـجل ملاحظاتـك فـي جـدول البيانات (1).

الجزء D: محلول الأمونيا

1. ضـع 5 ml مـن محلـول الأمونيا في أنبـوب اختبار نظيف.
   a. أضـف إلى المحلـول 10 قطـرات من حمض الهيدروكلوريك بتركز 6 M، وحرك المحلول.
   b. سجل ملاحظاتك في **جدول البيانات (1)**.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

1. تخلص من المواد الكيميائية كما يرشدك معلمك.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.
3. اغسل يديك قبل مغادرة المختبر.

الملاحظات والبيانات

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

حلل واستنتج

1. **جمع البيانات وتفسيرها**

a. ماالأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن ازاحة اتجاه الاتزان في الجزء A، الخطوة1؟

---

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

---

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

---

d. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن ازاحة اتجاه الاتزان في الجزء B، خطوة 3؟

---

2. **الملاحظة واستخلاص النتائج** وضح معنى مصطلح الضابط الذي استعمل في الجزء B، الخطوة 4.

---

3. **جمع البيانات وتفسيرها**

a. ما الأيون الذي كان التغير في تركيزه مسؤولاً عن ازاحة اتجاه الاتزان في الجزء C، الخطوة1؟

---

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

---

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

---

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

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

(أزرق) (أرجواني)

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

a. Cl^-

---

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

---

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

---

5. التوقـع توقـع أثر إضافة هيدروكسـيد الصوديوم بـدلاً من حمـض الهيدروكلوريك إلى محلول مشـبع من كلوريد الصوديوم (انظر الجزء A، الخطوة 1).

---

6. تحليل الخطأ ما مدى صحة ودقة العوامل في هذة التجربة؟ اشرح ذلك.

الكيمياء في واقع الحياة

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

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

فسّـر الأثـر الناتج عن زيـادة الضغط علـى الأمونيا الناتجة.

2. مسـتعمل عملية تبادل الأيون لتخفيف الماء العسر وفق المعادلة الآتية:

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

ويحتوي الماء المعالج بهذه الطريقة على أيونات صوديوم زائدة.

اشـرح لمـاذا يجـب ألّا يشـرب الأشـخاص الذين يعانـون مـن ضغـط الـدم العالـي الميـاه المعالجة بطريقة تبادل الأيون.

الاتزان Equilibrium

يسمى التفاعل الكيميائي الذي تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المتفاعلات الأصلية بالتفاعل الانعكاسي. ومثال ذلك، مشروب الصودا الذي يتكون من مخلوط غاز ثاني أكسيد الكربون والماء. إذ يتفاعل CO_2 مع الماء ليكونا حمض الكربونيك H_2CO_3. ويتحلل حمض الكبرونيك مرة أخرى ليكون الماء وثاني أكسيد الكربون. وعند الوصول إلى حالة الاتزان، تبقى تراكيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء وحمض الكربونيك ثابتة لا تتغير. ويمكن كتابة التفاعل الكلي 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 الطردي يحدث بالسرعة نفسها التي يحدث فيها التفاعل العكسي. كما يمكن تغير اتجاه النظام الموجود في حالة الاتزان باتجاه المتفاعلات أو النواتج عند تعرضه إلى اضطراب ما. وتعد التغيرات في التركيز، درجة الحرارة ، الضغط أمثلة على الاضطرابات التي يتعرض لها النظام.

كيف يمكنك معرفة ما إذا كان التفاعل يفضل الميل نحو النواتج أو المتفاعلات عند حالة الاتزان؟ تعتمد إجابة هذا التساؤل على التفاعل، ففي حالة تفاعل مشروب الصودا، تعد قيمة pH مقياس لكمية الحمض الموجود في المحلول، وكلما قلت pH زادت كمية الحمض في المحلول.

ماذا سيحدث لتفاعل في حالة اتزان إذا أزيلت منه إحدى النواتج؟ سيستمر التفاعل في تكوين الناتج كون الناتج غير موجود، وبالتالي لا يحدث التفاعل العكسي.

المشكلة

كيف يؤثر الاضطراب على نظام في حالة اتزان؟

الأهداف

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

المواد والأدوات

زجاجة مشروب الصودا (عدد 2)، احداهما مبردة جدًا، والأخرى عند درجة حرارة الغرفة
أنابيب اختبار (عدد 4)
حامل أنابيب اختبار
سداد 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 $1.0\ M$

احتياطات السلامة

- **ضع النظارات الواقية والبس معطف المختبر والقفازات دائمًا.**
- **تخلص من النفايات الكيميائية حسب إرشادات المعلم.**
- **اتبع تعليمات السلامة عند العمل بالمواد الساخنة.**
- **كبريتات النحاس II مادة مهيجة للجلد وسامة.**
- **حمض الهيدروكلوريك مادة حارقة للجلد وسامة ويتفاعل مع الفلزات.**
- **كن حذرًا عند استخدام موقد بنزن .**
- **وجه فوهة أنبوب الاختبار بعيدًا عنك وعن الآخرين في أثناء التسخين.**

ما قبل التجربة

1. عرف الاتزان الكيميائي.
2. قارن بين التفاعل الانعكاسي والتفاعل غير الانعكاسي.
3. اقرأ التجربة كاملةً، ثم اكتب فرضية حول كيف يمكن التأثير على مشروب الصودا لتغيير اتجاه الاتزان. وكوّن فرضية ثانية عن المادة التي يمكن إزالتها من هذا التفاعل لمنع حدوث الاتزان. سجل فرضياتك في العمود المقابل.
4. اكتب معادلة عامة تظهر العلاقة بين النواتج والمتفاعلات في نظام متزن.
5. اكتب معادلة عامة تبين العلاقة بين النواتج والمتفاعلات في تفاعل غير متزن بسبب تكون راسب.

خطوات العمل

الجزء A: الاتزان

1. لاحظ محتويات زجاجة مشروب الصودا غير المفتوحة عند درجة حرارة الغرفة.
2. لاحظ محتويات زجاجة مشروب الصودا غير المفتوحة والمبردة.
3. انزع غطائي الزجاجتين، ولاحظ ما سيحدث عند ذلك.
4. اسكب 5 ml من مشروب الصودا عند درجة حرارة الغرفة في أنبوب اختبار نظيف وجاف، ثم اسكب 5 ml من مشروب الصودا المبردة في أنبوب اختبار آخر نظيف وجاف.
5. افحص pH لمشروب الصودا في كل أنبوب اختبار بعد دقيقتين، ثم سجل هذه القيم في **جدول البيانات(1)**.
6. سخن بحذر أنبوب اختبار الذي يحتوي مشروب الصودا المبرّد حتى يغلي. ثم اترك محتويات الأنبوب تبرد حتى تصبح بدرجة حرارة الغرفة مرة أخرى، وافحص pH للمشروب وسجل ملاحظاتك 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 احكم إغلاق الأنبوب بالسدادة المطاطية ورجه جيدًا.
2. اترك الأنبوب دون تحريك حتى يصبح السائل فوق المواد الصلبة (الرواسب) التي في قعر الأنبوب صافيًا.

الجزء C: تكون 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.

الفرضية

_____

_____

_____

التنظيف والتخلص من النفايات

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

البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
	زجاجة الصودا المبردة	**زجاجة الصودا عند درجة حرارة الغرفة**
pH الإبتدائية		
pH بعد التسخين		

1. قارن بين مظهر محتويات زجاجتي الصودا غير المفتوحتين.

2. صف ما سيحدث عند إرخاء أغطية زجاجتي الصودا ومن ثم إزالتهما كليًا (فتحها).

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

حلل واستنتج

الجزء A: الاتزان

1. **الملاحظة والاستنتاج** صف الدليل الذي يشير إلى وجود الاتزان في زجاجة الصودا غير المفتوحة.

2. **الملاحظة والاستنتاج** صف الجهد الذي يغير اتجاه الاتزان عند فتح زجاجة الصودا.

3. **جمع البيانات وتفسيرها** احسبpH لمشروب الصودا قبل التسخين وبعده.

4. **الملاحظة والاستنتاج** صف مظهر مشروب الصودا عند تسخينه.

5. **الملاحظة والاستنتاج** صف الجهد الذي يؤدي إلى تغير اتجاه الاتزان عند تسخين زجاجة الصودا.

6. **الملاحظة والاستنتاج** ما الغاز الذي تحرر في أثناء تسخين زجاجة الصودا؟

---

7. **استخلاص النتائج** اكتب معادلة موزونة تبين التفاعل الذي يحدث عند تسخين زجاجة الصودا.

---

8. **تحليل الخطأ** هل تعزز نتائجك فرضيتك؟ ما مصادر الخطأ التي تكون قد وجدت في التجربة؟

الجزء B: تكوّن راسب

9. **التوقع** اكتب معادلة موزونة لتفاعل محلول كربونات الصوديوم مع محلول كبريتات النحاس II عند خلط بعضهما ببعض.

---

10. **الملاحظة والاستنتاج** صف مظهر الراسب المتكوّن، وما الصيغة الكيميائية لهذه المادة المترسبة؟

---

11. **استخلاص النتائج** اشرح لماذا يُستكمل التفاعل بين كربونات الصوديوم وكبريتات النحاس II.

الجزء C: تكوين الغاز

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

---

13. **التوقع** اكتب معادلة موزونة لتفاعل محلول كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك عند خلط بعضهما ببعض.

---

14. **استخلاص النتائج** اشرح لماذا يكون تفاعل كربونات الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك في اتجاه واحد؟.

الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح لماذا يكتب على ملصق زجاجات المشروبات الغازية الكربونية "ينصح باستخدامها وفق تاريخ محدد".
2. اكتشف فريتز هابر في بداية التسعينات، عملية لتثبيت النيتروجين الحر، وتحويله إلى مركبات نيتروجينية مثل الأمونيا. استعمل مبدأ لوتاتشلية لتوضح كيف يمكن تغيير اتجاه الاتزان، بحيث يتحد نيتروجين الجوي مع الهيدروجين لإنتاج الأمونيا وفقًا للمعادلة الآتية:

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

Mc Graw Hill Education

التعليم
مستقبل البحرين