



وزارة التعليم  
Ministry of Education

# كيمياء ٣

التعليم الثانوي- نظام المقررات

(مسار العلوم الطبيعية)



دليل التجارب العملية

العبيكان  
Obekon

Mc  
Graw  
Hill Education

يوزع مجاناً ولا يباع

قررت وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية  
تدريس هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

طبعة ١٤٣٧ هـ - ٢٠١٦ م

Original Title:

# Chemistry Matter and Change

By:

Dr. Thandi Buthelezi

Dr. Cheryl Wistrom

Nicholas Hainen.

Laurel Dingrando

Dinah Zike.

## كيمياء ٣

أعدت النسخة العربية: شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة

موسى عطا الله الطراونة

د. مصطفى حسن مصطفى

خليل يوسف سميرين

ناصر بن محمد بن طرجم الدوسري

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

اعتمد هذا الكتاب: اللجنة العلمية بوزارة التربية والتعليم

د. صالح بن سليمان الشايع

د. إبراهيم بن حمد الرويتع

ناصر بن عبد الله الحسيني

أحمد بن ناصر السعدون

الإشراف

د. أحمد محمد رفيع



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

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



حقوق الطبع الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل ©، ٢٠٠٨م.

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

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

## مقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل أدلة التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض) مع الكتب المطوّرة 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 المطوّرة وفقًا لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة - ومنها هذا الدليل المصاحب لكتاب كيمياء 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 كيمياء 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، والحرّة، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلًا إيجابيًا في جميع المجالات والمستويات، بدءًا بمرعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومرورًا بالتخطيط والتصميم وتنفيذ التجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

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

5	كيف تستعمل هذا الدليل؟
6	كتابة تقرير التجربة
8	أدوات المختبر
11	السلامة في المختبر
13	المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر
14	بطاقة السلامة في المختبر

### التجارب العملية

15	تجربة 1 نوى التجمد
20	تجربة 2 درجات الغليان
24	تجربة 3 حرارة التفاعل وحرارة المحلول
28	تجربة 4 حرارة احتراق مادة الشمع
33	تجربة 5 سرعة التفاعل
37	تجربة 6 مساحة السطح وسرعة التفاعل
40	تجربة 7 التفاعلات الانعكاسية
45	تجربة 8 الاتزان
50	تجربة 9 خواص الكربوهيدرات
55	تجربة 10 تفاعلات البلمرة

## كيف تستعمل هذا الدليل؟

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

### تنظيم التجارب

- المقدمة
- تأني 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
- تبين 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
- تقوم الأسئلة في هذا الجزء مدى معرفتك للمفاهيم اللازمة لتنفيذ التجربة بنجاح.
- خطوات العمل
- تخبرك خطوات العمل المرقمة كيف تقوم بالتجربة، وتقدم أحياناً ملاحظات تساعدك على أن تكون ناجحاً 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 مقترحاً أو نموذجاً لجمع بياناتك العملية. لذا، سجل بياناتك وملاحظاتك دائماً 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 تنهياً لك في هذا الجزء فرصة أيضاً 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

يقوم العلماء بالملاحظة وجمع البيانات وتحليلها، ويضعون التعميمات عندما يجرون التجارب. لذا، عليك أن تسجّل البيانات جميعها في التقرير الذي تعدّه عن أيّ 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.

**الفرضية:** صف النتائج المتوقعة للتجربة بوصفها إجابة عن المشكلة التي تدرسها، أو إجابة عن السؤال 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:** ضمّن تقريرك كافة البيانات، والجداول، والرسوم البيانية التي استعملتها للوصول إلى نتائجك.

**النتائج:** سجّل نتائجك في نهاية تقريرك، على أن تتضمن تحليلًا للبيانات التي جمعتها.

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

تحتاج النباتات جميعها إلى الماء، والمعادن، وثنائي 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 صمّم تجربة، حيث ملأ ثلاثة أوعية بكميات متساوية من التربة، وزرع نبتة بازلاء سليمة في كلّ منها. وزوّد الوعاء (A) بالسماذ (A)، والوعاء (B) بالسماذ (B)، ولم يضيف أيّ سماذ للوعاء (C)، ووضع الأوعية الثلاثة في غرفة مضاءة جيدًا، وسقى كل وعاء الكمية نفسها من الماء كل يوم مدة أسبوعين، وقاس العالم ارتفاع النباتات النامية في كلّ يوم، وحسب متوسط ارتفاع كل نبتة في كل يوم وسجّله في جدول البيانات 1، ثم مثل هذه البيانات برسم بياني.

1. ما الهدف من التجربة؟

.....  
.....

2. ما المواد التي تطلبتها هذه التجربة؟

.....

3. ما خطوات العمل في التجربة؟

.....

.....

.....

.....

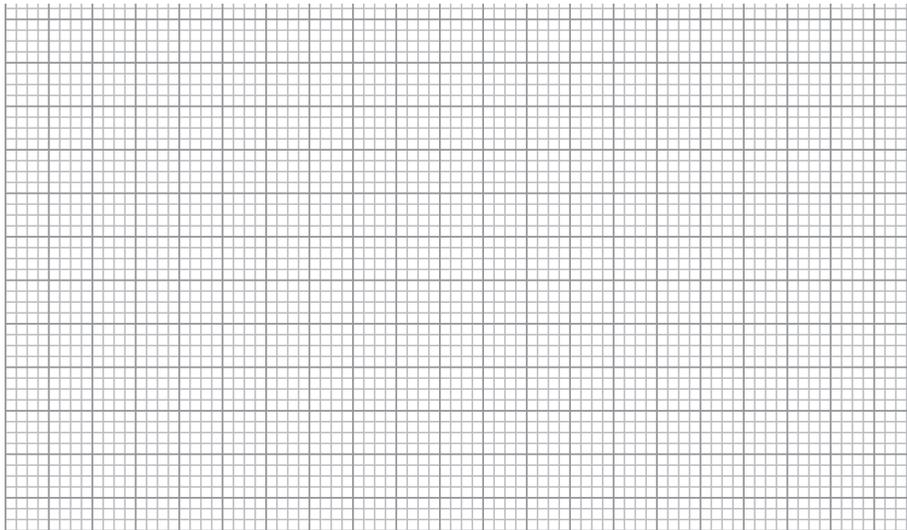
جدول البيانات 1: متوسط ارتفاع النباتات النامية (mm)										
اليوم										الوعاء
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
120	110	90	85	80	57	60	58	50	20	A
108	100	80	75	70	58	50	41	30	16	B
60	58	50	42	25	30	24	20	12	10	C

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

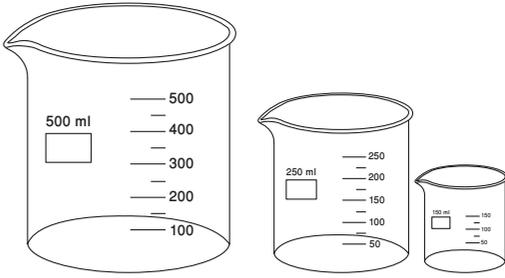
.....

.....

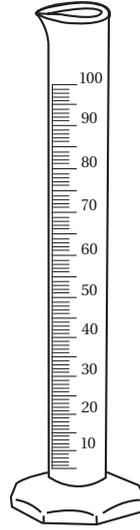
5. ارسم البيانات في الجدول 1 بيانياً، مبيّناً متوسط الارتفاع على المحور الرأسي، والأيام على المحور الأفقي، على أن تمثل بيانات كل وعاء بلون مختلف عن الآخر.



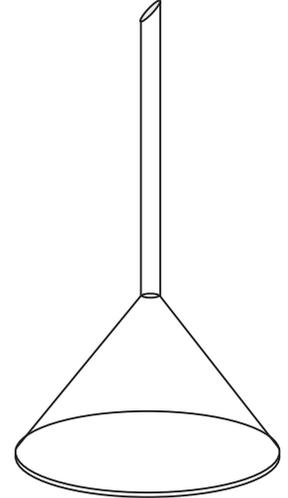
## أدوات المختبر



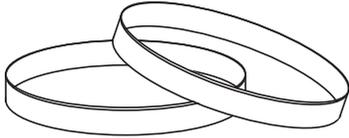
كؤوس زجاجية مدرجة



مخبار مدرج



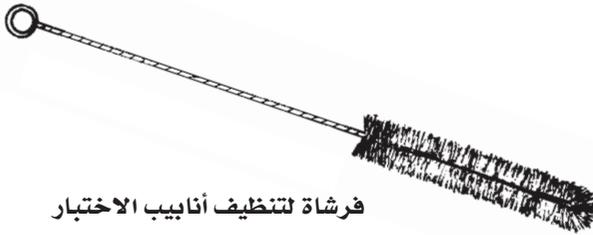
قمع زجاجي



طبق بتري



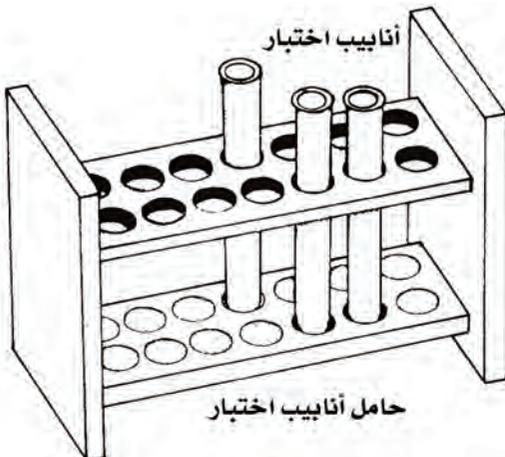
زجاجة ساعة



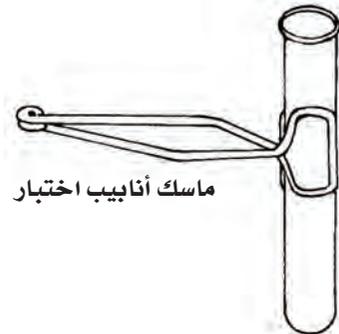
فرشاة لتنظيف أنابيب الاختبار



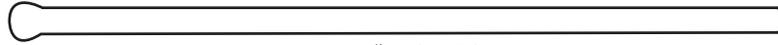
دورق مخروطي



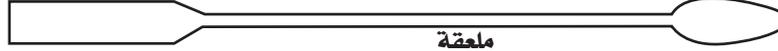
حامل أنابيب اختبار



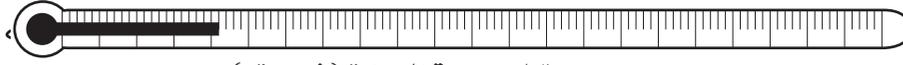
ماسك أنابيب اختبار



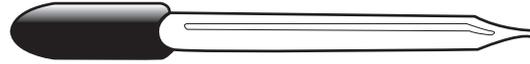
ساق زجاجية



ملعقة



مقياس درجة الحرارة (ثرمومتر)



قطارة



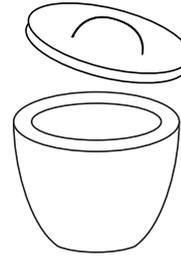
مثلث تسخين



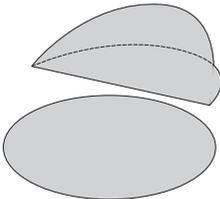
سدادة مطاطية



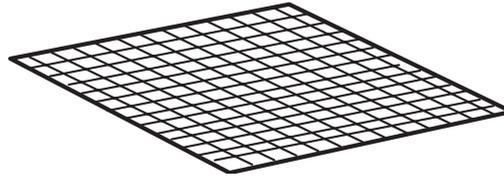
سدادة من الفلين



جفنة



ورق ترشيح



شبكة تسخين



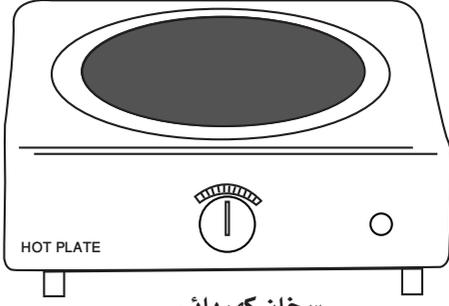
سحاحة



ماصة



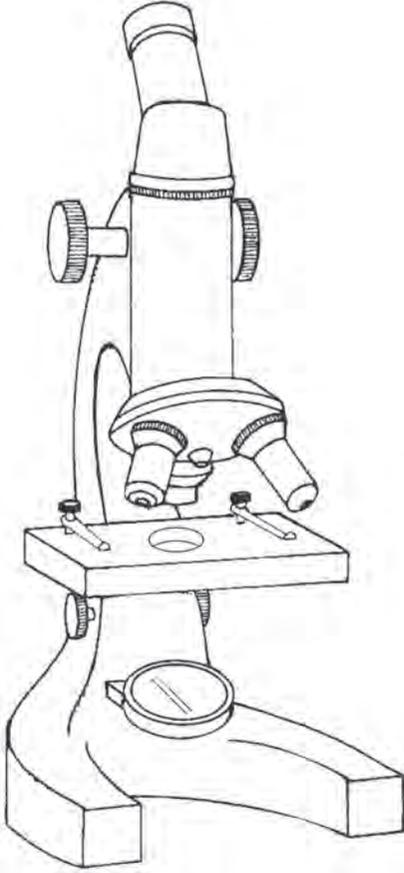
ماصة مدرجة



سخان كهربائي



ميزان رقمي



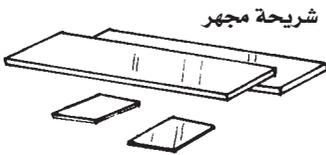
مجهر ضوئي مركب



مائدة ماصة

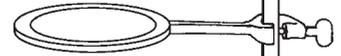


مدق (هاون)

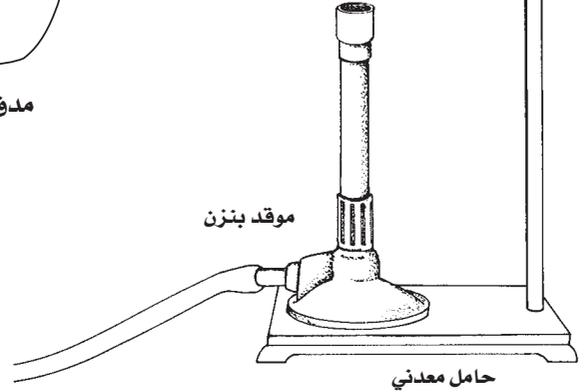


غطاء شريحة

حلقة معدنية



موقد بنزن



حامل معدني

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

1. مختبر الكيمياء مكان للعمل، فلا تقم بأيّ نشاط دون إذن معلمك. ولا تعمل أبداً بمفردك في المختبر، بل اعمل فقط عندما يكون معلمك موجوداً.
2. ادرس التجربة قبل مجيئك للمختبر، وإذا كان لديك شك في أيّ من خطوات التجربة فاطلب المساعدة من معلمك.
3. يجب ارتداء النظارة الواقية، ولبس معطف المختبر في أيّ وقتٍ 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 الحللي المدلاة، والملابس الفضفاضة. فالملابس الفضفاضة قد تشتعل، كما أنها قد تشتبك بالأدوات المخبرية وكذلك الحللي.
7. البس أحذية مغلقة تغطي القدم تماماً؛ فالأحذية المكشوفة غير مسموح بها في المختبر.
8. اعرف مكان طفاية الحريق، ورشاش الماء، ومغسلة العينين، وبطانية الحريق، وصيدلية الإسعاف الأولي. واعرف أيضاً كيف تستعمل أدوات السلامة المتوافرة.
9. أخبر معلمك فوراً بأيّ 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 أيّ كميات منها، وقرأها ثلاث مرات: قبل حمل العبوة، وأثناء حملها، وإعادتها.
11. لا ترجع المواد الكيميائية الفائضة إلى عبواتها الأصلية.

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

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

22. تخلّص 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 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 نظّف الأدوات، وأعدّها إلى أماكنها، ونظّف مكان العمل، وتأكد من إغلاق مصادر الغاز والماء، واغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.

12. لا تأخذ عبوات المواد الكيميائية إلى مكان عملك إلا إذا طلب 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 تذوق أيّ مادة كيميائية أبدًا.

15. يُمنع الأكل والشرب والعلكة في المختبر.

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

17. إذا لامست 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.

## 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 تلمس هذه المواد في المغمسة، أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات كما يرشدهك 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 قناعاً (كامامة) أو قفازات.	أخبر معلمك إذا شككت بملامستك هذه المواد. واغسل يديك جيداً.
 درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد تكونها حارة أو باردة جداً.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمل واقياً مناسباً عند العمل بها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجات التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات، الدبابيس، الأدوات الحادة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات 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 تستنشق الأبخرة أبداً، وارتد قناعاً (كامامة).	اترك منطقة الأبخرة، وأخبر معلمك فوراً.
 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 فوراً.
 المواد المهيجة	المواد التي يمكن أن تهيج الجلد والأغشية المخاطية في المجرى التنفسي.	غبار اللقاح، كرات العث، الصوف الفولاذي، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعاً (كامامة) واقياً من الغبار وقفازات. وتصرف بحذر شديد عند تعاملك مع هذه المواد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 المواد الكيميائية	المواد 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 فوراً 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 دائماً بالماء بعد الانتهاء من العمل. اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 مواد قابلة للاشتعال	قد يشعل اللهب المواد الكيميائية القابلة للاشتعال، أو الملابس الفضفاضة، أو الشعر.	الكحول، الكيروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم، الشعر، الملابس.	ابتعد عن أي لهب أو مصدر حراري عند استعمالك المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أخبر معلمك فوراً. واستعمل أدوات السلامة للوقاية من النار إذا لزم الأمر.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً يسبب حريقاً.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم حول إشعال اللهب وإطفائه.	اغسل يديك دائماً بعد الاستعمال. واذبح إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.

 غسل الأيدي بعد الانتهاء من العمل، اغسل يديك بالماء والصابون قبل رفع النظارات الواقية.	 نشاط إشعاعي يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.	 سلامة الحيوانات يشير هذا الرمز إلى الحفاظ على سلامة الطلبة والحيوانات.	 وقاية الملابس يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبقع الملابس أو تحرقها.	 سلامة العين يجب ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر دائماً.
---	--	--	--	--

## بطاقة السلامة في المختبر

الاسم : .....

التاريخ : .....

نوع التجربة : تجربة استهلاكية، 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؟ وضح.

.....  
.....  
.....

## Ice - nucleating

يتجمد الماء عادة عند درجة حرارة  $0^{\circ}\text{C}$  وتحت ضغط 1 atm، ويمكن تغيير درجة حرارة التجمد عند توافر نوى للتجمد؛ حيث تلتقط هذه النوى جزيئات الماء، وتساعد 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 أيضاً. وسوف تقوم في هذه التجربة بدراسة تأثير نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء.

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
كيف تؤثر نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء؟	<ul style="list-style-type: none"> <li>تقارن درجة حرارة تجمد الماء المقطر مع درجة حرارة تجمد ماء مقطر آخر يحتوي على نوى تجمد.</li> <li>ترسم بيانياً العلاقة بين الزمن ودرجة حرارة الماء المقطر والماء المقطر الذي يحتوي على نوى التجمد.</li> </ul>	محلول $4\text{ M CaCl}_2$ نوى تجمد بروتينية أو حبيبات لقاح أو ملح البحر ماصة سعتها 4 ml عدد (2) مخبر مدرج سعته 10 ml كأس سعتها 1000 ml قطارات صغيرة عدد (2) أنابيب اختبار عدد (7) حامل أنابيب اختبار سداة فلين عدد (3) ملصقات
		ماء مقطر ثلج مجروش حامل حلقي مشبك أنبوب اختبار عدد (2) مقياس حرارة مشابك عدد (2) ساق تحريك ملعقة ورق رسم بياني

### احتياطات السلامة

- البس النظارات الواقية وارتد معطف المختبر والقفازات دائماً.
- تخلص من النفايات حسب إرشادات معلمك.
- يجب التعامل مع المخلوقات الحية، أو المواد المستخلصة منها على أنها مواد خطيرة.
- التزم بالقواعد الصحية المناسبة عند التعامل مع نوى التجمد البروتينية. تأكد من وضع القفازات، واغسل يديك بالماء والصابون المضاد للبكتيريا.



- ما قبل التجربة**
1. اقرأ التجربة كاملةً. ما الدور الذي تلعبه أنابيب الاختبار التي تحتوي على ماء مقطر في تصميم هذه التجربة؟
  2. لماذا يعتبر استخدام حجوم متساوية من الماء في أنابيب الاختبار في الجزء الثاني (B) مهماً؟
  3. كوّن فرضية عن تأثير نوى التجمد في درجة حرارة تجمد الماء، وسجلها في المكان المخصص لذلك.

## خطوات العمل

### الجزء A

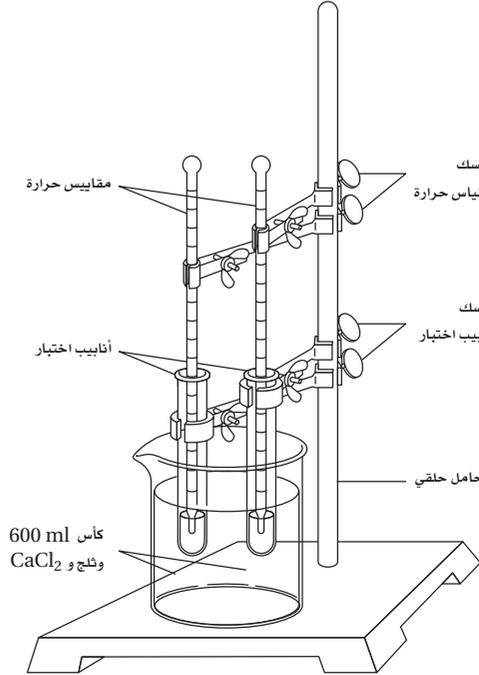
1. ضع ملصقاً على أنبوب الاختبار الذي يحتوي على نوى التجمد.
2. اسكب 10 ml من الماء المقطر في أنبوب الاختبار، وأضف إليها حبيبات (4 أو 5) من نوى التجمد باستخدام الملاعقة.
3. ضع سدادة على فوهة الأنبوب، ورجّه جيداً حتى تختلط نوى التجمد بالماء.
4. ضع 400 ml من الثلج المجروش في كأس سعته 600 ml.
5. أضف كمية كافية من محلول  $CaCl_2$  4 M حتى ينغمر الثلج. حرك المحلول الناتج باستخدام ساق التحريك، ثم قس درجة الحرارة ودونها 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 كل من الأنبوبين المسميين "ماء".
11. ضع الأنابيب الأربعة في الكأس التي تحتوي على الثلج المجروش ومحلول  $CaCl_2$ .
12. راقب أنابيب الاختبار؛ لتحديد أيّ 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 أيضاً 4 ml من الماء المقطر إلى الأنبوب المسمى "ماء".
4. ثبت 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 ملامساً لِقاع أو جوانب أنبوب الاختبار، واحرص على عدم تحريك الجهاز.

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.

5. سجل درجة حرارة أنبوب "نوى التجمد" في جدول البيانات 1 في الصف المعنون 0<sub>min</sub> ودرجة حرارة أنبوب "الماء" في جدول البيانات 2 في الصف المعنون 0<sub>min</sub>. ثم سجل درجة الحرارة في

الجزء A

الفرضية

التنظيف والتخلص من النفايات.

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

البيانات والملاحظات

درجة الحرارة الابتدائية لمحلول CaCl<sub>2</sub> 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  $\text{CaCl}_2$ ؟

2. التفكير الناقد ما الهدف من إضافة  $\text{CaCl}_2$  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 أي درجة حرارة بدأ الثلج يتكون في كلا الأنبيين؟ 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 قليلاً 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-drying). فسّر عملية التجمد الجاف.

## 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 - عند درجة الغليان - في جميع أنحاء السائل طاقة حركية كافية للتبخر. وقياس درجة الحرارة عند ضغط ثابت يمكنك تحديد درجة غليان السائل.

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
هل يمكن التمييز بين المواد من خلال درجات غليانها؟	<ul style="list-style-type: none"> <li>تسجيل بيانات درجة الحرارة، لتحديد درجة الغليان لسائلين.</li> <li>تستنتج كيف تستخدم درجات الغليان في تمييز المواد غير المعلومة.</li> </ul>	كأس سعتها 250 ml عدد (2) مقياس حرارة ثلج 150 ml سدادة مطاطية بثقبين حبيبات غليان (قطع بورسلان) أنبوب مطاطي سخان كهربائي أو بلاستيكي 600 cm حامل حلقي وماسك أنابيب اختبار عدد (2) سوائل غير معروفة

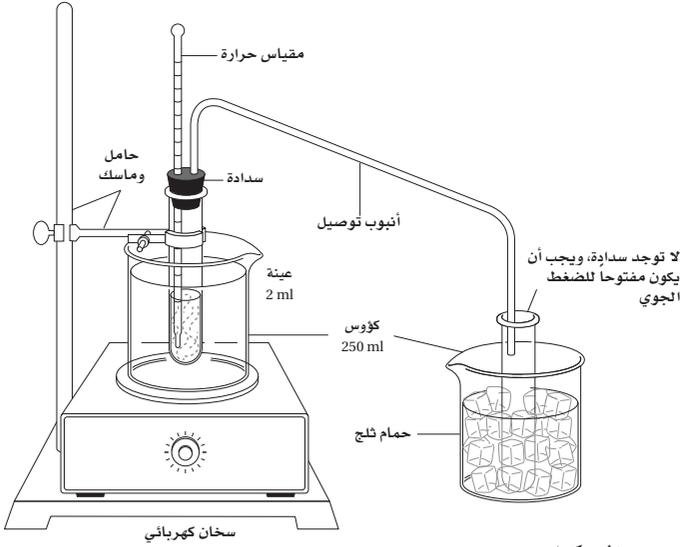
## احتياطات السلامة

- 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، وتجمّع 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 كوّن فرضية حول ما إذا كان بالإمكان استخدام درجة الغليان للتمييز بين المواد. ثم سجل فرضيتك في الصفحة التالية وبرد 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؟



الشكل A

### الفرضية

---



---



---

### التنظيف والتخلص من النفايات

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

### خطوات العمل

1. اطلب من معلمك أنبوب اختبار يحتوي على سائل غير معروف وضع فيه اثنتين من حبيبات الغليان.
  2. املأ كأساً سعتها 250 ml، إلى منتصفها، بماء الصنبور، وضعها على السخان الكهربائي.
  3. ادخل مقياس الحرارة وأنبوب التوصيل في السدادة المطاطية، وشحّم السدادة إذا كان ذلك ضرورياً. أغلق أنبوب الاختبار بالسدادة المطاطية، وعدّل موضع مستودع مقياس الحرارة بحيث يكون مغموراً 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. شغّل 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.

## 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. جمع البيانات وتحليلها احسب متوسط درجات غليان المادتين المجهولتين A و B، مستخدماً على الأقل ثلاث قراءات لكل منهما، وإذا كان الاختلاف بين أيّ 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 المعروفة، 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 إفريست (8848 m فوق سطح البحر).
2. فسّر ما يحدث في قدر الضغط، وما فائدة استخدامه؟ وما الأخطار المحتملة عند استخدامه؟

## Heats of Solution and Reaction

هناك نوعان من العمليات التي يُرافقها عادةً تغيرات في الطاقة، هما: التفاعلات الكيميائية و عملية 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 واحداً 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 ممتيهة، تنطلق الطاقة. وتكون العملية ماصة للحرارة إذا كانت الطاقة اللازمة لكسر الروابط أكبر من الطاقة المنطلقة عندما ترتبط الأيونات بجزيئات الماء. ويكون التفاعل طارداً 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.

سُتحدّد في هذه التجربة إذا كان التفاعل بين حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  وهيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  ماصاً للطاقة أو طارداً لها.

المواد والأدوات	الأهداف	المشكلة
مخبران مدرجان (10 ml، 100 ml)	• <b>تقيس</b> التغيّرات في درجة الحرارة لتفاعلات مختلفة.	كيف تتغير درجات الحرارة في أثناء حدوث التفاعلات الكيميائية وفي أثناء تكوّن المحلول؟
ثلاثة أكواب بوليسترين بلاستيكية	• <b>تميّز</b> بين التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة.	
مقياس حرارة (ثرموتر)		
ميزان رقمي		
ساعة إيقاف		
ساق تحريك زجاجية		
كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$		
حمض الكبريتيك $18\ M\ H_2SO_4$		
حمض الهيدروكلوريك $1\ M\ HCl$		
هيدروكسيد الصوديوم $1\ M\ NaOH$		

- تخلّص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.    
- قد تصبح المحاليل ساخنة جداً أو باردة جداً، فكن حذراً في أثناء تعاملك معها.    
- كل من حمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك سام ويسبب تأكل الجلد ويتفاعل مع الفلزات.
- قد تحدث انسكابات خطيرة في أثناء تخفيف الأحماض المركزة. وتذكر أن تضيف الحمض إلى الماء، ولا تضيف الماء إلى الحمض أبداً.
- البس النظارة الواقية، وارْتِدِ معطف المختبر، والقفازين دائماً.
- الزئبق الموجود في مقاييس درجات الحرارة الزئبقية سام.
- يمكن أن تُثقب أكواب البوليسترين بسهولة، مسببة انسكاب المواد الكيميائية.
- هيدروكسيد الصوديوم سام، ويسبب تآكلاً للجلد.
- كلوريد الأمونيوم قليل السُميّة.

### ما قبل التجربة

1. عرّف حرارة التفاعل.
  2. ميّز بين التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة.
  3. اقرأ التجربة كاملة، وكون فرضية حول كيفية التمييز بين التفاعلات الطاردة للحرارة والماصة لها، ثم سجّلها في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
  4. لخّص الخطوات التي ستتبعها لفحص فرضيتك.
  5. صف تغيرات درجة الحرارة المتوقعة لنظام تحدث فيه عملية طاردة للحرارة.
3. استخدم مخبراً مدرجاً 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 أيضاً.
  4. لاحظ أعلى درجة حرارة يصل إليها المحلول وسجّلها 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، وسجّل درجة الحرارة الأولية هذه في جدول البيانات 2.
3. زن 5 g من بلورات كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$  على قطعة ورق الوزن. ثم أضفها بحذر إلى الماء في الكوب، وحرّك المحلول بساق تحريك نظيف وبحذر.

### 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، وسجّل درجة الحرارة الأولية هذه في جدول البيانات 1.

4. لاحظ أدنى درجة حرارة للمحلول وسجلها.

5. تخلص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

### الفرضية

### الجزء C: حرارة التفاعل

1. استخدم مخبراً مدرجاً لقياس 20 ml من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي تركيزه 1 M. وضعه في كوب بولسترين.

2. ضع مقياس الحرارة في الكوب، ثم اقرأ درجة حرارة الحمض بعد دقيقتين، وسجل درجة الحرارة الأولية هذه في جدول البيانات 3.

3. استخدم مخبراً مدرجاً لقياس 10 ml من هيدروكسيد الصوديوم NaOH الذي تركيزه 1M، ثم أضفه بحذر إلى الحمض في كوب البولسترين. حرّك المحلول بساق تحريك بحذر أيضاً.

4. لاحظ درجة الحرارة الجديدة التي وصل إليها المحلول وسجلها.

5. تخلص من المحلول حسب توجيهات معلمك.

### البيانات والملاحظات

### التنظيف والتخلص من النفايات

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

### جدول البيانات 1

الجزء A: حرارة محلول حمض الكبريتيك °C

	درجة الحرارة الأولية للماء (°C)
	درجة حرارة الماء بعد إضافة H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (°C)
	التغير في درجة الحرارة (°C)
	طارد للحرارة أم ماصّ لها؟

### جدول البيانات 2

الجزء B: حرارة محلول كلوريد الأمونيوم °C

	درجة الحرارة الأولية للماء (°C)
	درجة حرارة الماء بعد إضافة NH <sub>4</sub> Cl (°C)
	التغير في درجة الحرارة (°C)
	طارد للحرارة أم ماصّ لها؟

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 ماص لها؟

### التحليل والاستنتاج

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

3. تفسير البيانات ما الدليل العملي الذي يوضح ما إذا كان كل تفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة؟

4. التوقع هل يختلف التغير في درجة الحرارة في الجزء A إذا استخدمت كمية الماء نفسها وكمية أقل من حمض الكبريتيك؟ فسّر 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 "الكمامة الباردة" التي تستعمل كثيراً 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؟

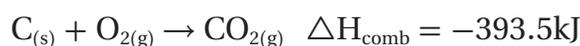
# تجربة 4

## حرارة احتراق مادة الشمع

### Heat of Combustion of Candle Wax

تعرف كمية الحرارة المنطلقة من الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة باسم حرارة الاحتراق  $\Delta H_{\text{comb}}$ ، ويمكن قياس كمية الحرارة المنطلقة بالشُّعرات أو الجولات. فالشُّعر (cal) هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء درجة سيليزية واحدة، ويعبّر 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:



حرارة الاحتراق		
$\Delta H_{\text{comb}}$ kJ/mol	الصيغة	المادة
-890.3	CH <sub>4</sub> (g)	الميثان
-2219.9	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	البروبان
-3536.1	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)	البيوتان
-5450.8	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (l)	الأكتان

يحتوي الجدول المجاور على قيم حرارة الاحتراق لبعض المواد.

ستحسب في هذه التجربة حرارة احتراق شمعة، حيث تسخن الشمعة المحترقة كمية معلومة من الماء، ويمكنك باستخدام الحرارة النوعية للماء، وكتلته، والزيادة في درجة حرارته أن تحسب كمية الحرارة المنطلقة من الشمعة المحترقة مستخدماً العلاقة الآتية: كمية الحرارة بالشُّعرات = كتلة الماء × التغير في درجة الحرارة × الحرارة النوعية للماء

حيث الحرارة النوعية للماء 1cal /g.°C

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

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
كيف تقيس الحرارة المنطلقة من شمعة محترقة وتحسب حرارة الاحتراق لمادة الشمع؟	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تقيس التغير في درجة حرارة كتلة من الماء في أثناء تفاعل احتراق.</li> <li>• تحسب كمية الحرارة المنطلقة في أثناء تفاعل احتراق.</li> <li>• تحسب الطاقة المنطلقة لكل مول من المادة المتفاعلة في أثناء تفاعل احتراق.</li> </ul>	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، وارْتِدِ معطف المختبر، والقفازين دائماً.
- 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

4. استعن بالشكل A على تجهيز الأدوات، ثم شكّل كلاً 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 وسجلها في جدول البيانات 1.
7. املاً العلبة الصغيرة إلى نصفها تقريباً بالماء المقطر.
8. قس كتلة العلبة الصغيرة والماء، وسجلها في جدول البيانات 1.

1. عرّف كل من حرارة الاحتراق والشعر.

2. اذكر العلاقة بين:

(a) الشُّعرات والجُولات.

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

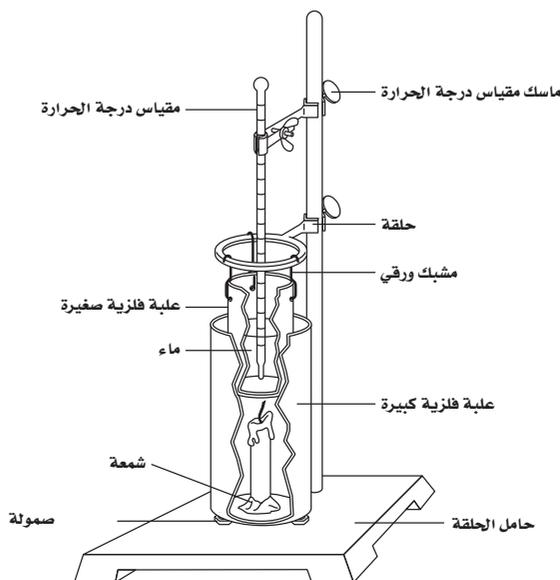
3. عرّف التفاعلات الطاردة والماصة للطاقة. ما إشارة  $\Delta H$  لتفاعل طارد للطاقة، وتفاعل ماص للطاقة؟

4. اشرح كيف تستطيع حساب حرارة الاحتراق إذا عرفت عدد الشُّعرات المنطلقة، وكتلة المادة المحترقة، والكتلة المولية للمادة؟

5. اقرأ التجربة كاملة، وكوّن فرضية عن كيفية قياس كمية الحرارة المنطلقة في تفاعل كيميائي. ثم سجّل فرضيتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.

### خطوات العمل

1. أشعل شمعة، وأنزل 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 وسجّل هذه القيمة في جدول البيانات 1.



الشكل A

9. ضع العلبة الكبيرة فوق الشمعة.

16. قس كتلة الشمعة والغطاء وسجلها في جدول البيانات 1.

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

### الفرضية

---

---

---

### التنظيف والتخلص من النفايات

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

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. سجّل درجة الحرارة الأولية للماء في جدول البيانات 1. استخدم ولاعة البيوتان لإشعال الشمعة.

12. أعد العلبة الصغيرة والماء فورًا إلى موضعيهما السابقين.

13. حرّك 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، وسجّل درجة الحرارة النهائية للماء في جدول البيانات 1.

### البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1		
المحاولة 2 (5 cm)	المحاولة 1 (3 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 المستخدمة في كل محاولة، وسجلها في جدول البيانات 1.
3. احسب التغير في درجة حرارة الماء في كل محاولة.

### التحليل والاستنتاج

1. القياس واستخدام الأرقام احسب عدد الشُّعرات 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  $\Delta H_{comb}$  للشمع بوحدة kJ/mol؟

---

---

---

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

---

---

---

8. التفكير الناقد لماذا أُجريت محاولتان؟

---

---

---

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

---

---

---

#### الكيمياء في واقع الحياة

1. اشرح لماذا يُنصح المسافرون برّاً في المناطق الباردة أن يحملوا معهم شمعة وأعواد ثقاب بوصفهما جزءاً من معدات البقاء على قيد الحياة في الحالات الطارئة.
2. تُستخدم محركات الديزل كثيراً 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؟

## The Rate of a Reaction

تبيّن المعادلة الكيميائية أنه عند حدوث تفاعل كيميائي تتحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة. ويُعبّر غالبًا عن سرعة التفاعل الكيميائي بمقدار التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة خلال الزمن. ستحسب من خلال هذه التجربة سرعة التفاعل من خلال الزمن الذي يستغرقه تفاعل كمية معينة من المغنسيوم Mg بشكل كامل مع حمض الهيدروكلوريك HCl.

المواد والأدوات	الأهداف	المشكلة
مقياس حرارة	• <b>تقيس</b> الزمن الذي يستغرقه شريط مغنسيوم	ما العلاقة بين
ساق تحريك	شريط من المغنسيوم للتفاعل بشكل كامل مع حمض HCl تحت ظروف مختلفة.	درجة الحرارة
زجاجية	• <b>تمثّل</b> البيانات بيانيًا.	وسرعة التفاعل الكيميائي؟
لهب بنزن	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	ما العلاقة
ساعة إيقاف	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	بين التركيز
مقص	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	وسرعة التفاعل الكيميائي؟
حامل حلقي	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	
حلقة حديدية	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	
شبكة تسخين	• <b>تستنتج</b> العلاقة بين سرعات التفاعل ودرجات الحرارة المختلفة والتراكيز.	

### احتياطات السلامة

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



### ما قبل التجربة

3. اقرأ التجربة كاملة. ثم ضع فرضية حول كيفية تأثير زيادة درجة الحرارة في سرعة التفاعل. وضع فرضية أخرى حول كيفية تأثير زيادة التركيز في سرعة التفاعل. سجّل فرضياتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
4. لخّص الإجراءات التي ستستخدمها لاختبار فرضياتك.

1. عرّف سرعة التفاعل.
2. اكتب المعادلة الرياضية المستخدمة لتحديد متوسط سرعة التفاعل الكيميائي. ما العوامل الثابتة؟ وما العوامل المتغيرة؟

## خطوات العمل

نظّف شريطاً من الماغنسيوم طوله 30 cm بورق الصنفرة ثم قسّمه 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، وسجّل النتيجة في جدول بيانات الجزء A.

4. ارفع مقياس الحرارة من الحمض، وضع قطعة من الماغنسيوم في الحمض. استخدم ساق التحريك لإبقاء شريط الماغنسيوم مغموراً في الحمض في أثناء التفاعل.
5. ابدأ تشغيل ساعة الإيقاف مباشرة عند ملامسة شريط الماغنسيوم للحمض، ثم قس الزمن اللازم لتفاعل الماغنسيوم مع الحمض، وسجّله.

6. قس درجة حرارة الحمض بعد انتهاء التفاعل وسجّلها.

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 مغموراً في الحمض في أثناء التفاعل.

4. ابدأ تشغيل ساعة الإيقاف مباشرة عند ملامسة شريط الماغنسيوم للحمض، وقس الزمن اللازم لتفاعل الماغنسيوم تماماً مع الحمض. سجّل زمن التفاعل في جدول بيانات الجزء B.

5. حضّر المحاليل الآتية، ثم ضع كلاً منها في أنبوب اختبار منفصل نظيف وجاف: 4.0 ml من ماء الصنبور مع 3.0 M HCl و6.0 ml و7.0 ml من ماء الصنبور مع 3.0 M HCl و3.0 ml و9.0 ml من ماء الصنبور مع 3.0 M HCl و1.0 ml.

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، وبلغ معلمك عن أي أداة أتلفت أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيداً قبل مغادرة المختبر.

البيانات والملاحظات

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

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

1. ما أهمية تنظيف شريط المغنسيوم؟

---



---

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، وسجلها في جداول البيانات الخاصة بكل جزء. لماذا تم استخدام 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 لسرعة التفاعل عند خفض درجة حرارة محلول الحمض؟ وضح ما إذا كانت سرعة التفاعل تتناسب طردياً أم عكسياً مع درجة الحرارة.

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

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

5. التوقع هل توقع أن يأخذ الرسم البياني الشكل نفسه لو كان طول شريط الماغنسيوم 6 cm بدلاً 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 المبردة أو المجمدة 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؟

## Surface Area and Reaction Rate

تعلمت سابقاً 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 تغيير مساحة السطح يتغير 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 أيضاً كيف تؤثر مجموعة من العوامل في هذه السرعة.

المواد والأدوات	الأهداف	المشكلة
خمسة أقراص فوّارة مضادة للحموضة مخبر مدرّج 25 ml ساعة إيقاف أنبوب اختبار (عدد 18) هاون حامل أنابيب اختبار ساق تحريك	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>تحديد</b> تأثير المساحة السطحية المتفاوتة في سرعة التفاعل.</li> <li>• <b>تحسب</b> سرعة التفاعل.</li> <li>• <b>تحديد</b> تأثير أكثر من عامل في سرعة التفاعل.</li> </ul>	<p>ما تأثير مساحة السطح في سرعة التفاعل؟ وما تأثير كل من المساحة السطحية ودرجة الحرارة معاً في هذه السرعة؟</p>

### احتياطات السلامة

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



### ما قبل التجربة

1. لخص نظرية التصادم، وبيّن كيف تؤثر مساحة السطح في سرعة التفاعل؟
2. اقرأ التجربة كاملة، ثم ضع فرضية حول كيفية تأثير زيادة مساحة السطح في سرعة التفاعل، وفرضية أخرى حول كيفية توقع سرعة التفاعل، وسجل الفرضيات في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
3. لخص 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 جزءاً واحداً 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 فوراً. 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 2 - 4 مع قطعة أخرى من القرص الفوّار.
6. خذ قطعة أخرى من القرص، وقسّمها إلى أجزاء صغيرة. وكرّر الخطوات 2 - 5.
7. استخدم الهاون والمدق لطحن قطعة القرص الفوّار وتحويلها إلى مسحوق. وكرّر الخطوات 2 - 5.
8. كرّر الخطوات 2 - 7 باستخدام الماء البارد.
9. كرّر الخطوات 2 - 7 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 أتلفت أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيداً قبل مغادرة المختبر.

## البيانات والملاحظات

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

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 تلخص 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 نظرية التصادم الزمن 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؟

## Reversible Reactions

لا تتحول المواد المتفاعلة جميعها إلى مواد ناتجة في بعض التفاعلات الكيميائية، ويعود ذلك إلى أن المواد الناتجة تتفاعل معاً 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 لوتشاتيليه (Lechâtelier) على أنه "إذا تعرض نظام في حالة اتزان إلى اضطراب ما فإن اتجاه الاتزان يتحوّل بحيث يتخلص من الاضطراب أو يقلل 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.

المواد والأدوات	المشكلة
كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$	كيف يؤثر تغير
محلول كلوريد الحديد III	تركيز مادة متفاعلة
وثيوسيانات البوتاسيوم.	أو ناتجة في نظام في
محلول الأمونيا (هيدروكسيد	حالة اتزان؟
الأمونيوم وفينولفثالين).	<b>الهدف</b>
مخبر مدرج سعته 10 ml	تحديد الاتجاه الذي
أنابيب اختبار (عدد 9)	سينزاح فيه الاتزان
ماصات (عدد 2)	عند حدوث تغير في
حامل أنابيب اختبار	التركيز.

### احتياطات السلامة

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



## ما قبل التجربة

3. أضف إلى الأنبوب الثاني 1 ml من محلول كلوريد الحديد III الذي تركيزه 0.1 M، ولاحظ تغير اللون وسجّله في جدول البيانات 1.
4. استخدم الأنبوب الثالث بوصفه عاملاً ضابطاً، ولاحظ تغير لون المحلول، وسجّله.

## 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. سجّل ملاحظتك في جدول البيانات 1.

2. ضع 2 ml من محلول كلوريد الكوبالت II الذي تركيزه 0.1 M في أنبوب آخر نظيف وجاف.
3. ضع 2 ml من محلول كلوريد الكوبالت II الذي تركيزه 0.1 M في أنبوب ثالث نظيف وجاف.
  - a. أضف 1.5 g تقريباً من كلوريد الأمونيوم إلى الأنبوب الثالث.
  - b. قارن بين ألوان محتويات الأنبوبين الثاني والثالث، وسجّل ملاحظتك 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. سجّل ملاحظتك في جدول البيانات 1.

1. عرّف مبدأ لوتشاتلييه Lechâtelier.

2. في أي اتجاه سينزاح التفاعل إذا زاد تركيز إحدى المواد المتفاعلة؟
3. في أي اتجاه سينزاح التفاعل إذا قلّ تركيز إحدى المواد المتفاعلة؟

4. اقرأ التجربة كاملة، ثم كوّن فرضية حول كيف يؤثر الاضطراب الواقع على نظام في حالة اتزان في تغير حالة هذا النظام. سجّل 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 سجّل ملاحظتك 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، وسجّل ملاحظتك 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، وسجّله في جدول البيانات 1.

1. تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.
3. اغسل يديك جيداً 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 التغيير في تركيزه مسؤولاً عن إزاحة اتجاه الاتزان في الخطوة 1 من الجزء A؟

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

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

d. ما الأيون الذي كان التغيير 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؟

---

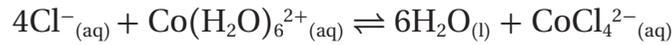
---

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:



(أرجواني)

(أزرق)

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

a.  $\text{Cl}^-$

b.  $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$

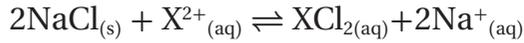
c.  $\text{CoCl}_4^{2-}$

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؟ فسّر إجابتك.

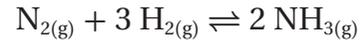
#### الكيمياء في واقع الحياة

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



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

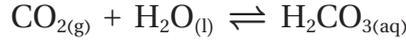
1. في طريقة هابر، يخلط النيتروجين مع الهيدروجين لتكوين الأمونيا وفقاً للتفاعل الآتي:



فسّر أثر زيادة الضغط في كمية الأمونيا الناتجة.

## Equilibrium

يسمى التفاعل الكيميائي الذي تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المواد المتفاعلة الأصلية التفاعل 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 ليكون الماء وثاني أكسيد الكربون. وعند الوصول إلى حالة الاتزان تبقى تراكيز ثاني أكسيد الكربون والماء وحمض الكربونيك ثابتة لا تتغير. ويمكن كتابة التفاعل الكلي على النحو الآتي:



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 مقياساً 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.

## المواد والأدوات

## الأهداف

## المشكلة

قارورة مشروب غازي (عدد 2)، إحداها مبردة جداً، والأخرى عند درجة حرارة الغرفة.  
أربعة أنابيب اختبار مع حامل أنابيب اختبار  
سدادة مطاطية  
مشبك أنبوب اختبار  
موقد بنزن

مخبر مدرج سعته 10 ml

ورقة قياس pH أو جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH

محلول كبريتات النحاس  $0.5 M CuSO_4 II$

محلول كربونات الصوديوم  $0.5 M Na_2CO_3$

حمض الهيدروكلوريك  $1.0 M HCl$

- كيف يؤثر أي اضطراب في نظام في حالة اتزان؟
- تحلل نظاماً في حالة اتزان.
- تصف أثر الاضطراب في نظام متزن.
- تقارن بين نظام متزن وتفاعل يستمر حتى نهايته.

- البس النظارة الواقية وارتدِ معطف المختبر والقفازين دائماً.
- تخلص من نفايات المواد الكيميائية حسب توجيهات المعلم.
- كن حذرًا عند تعاملك مع المواد 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. 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. وكون فرضية ثانية عن المادة التي يمكن إزالتها من هذا التفاعل لمنع حدوث الاتزان. سجّل فرضياتك في الصفحة التالية في المكان المخصص لذلك.
  4. اكتب معادلة عامة تظهر العلاقة بين النواتج والمواد المتفاعلة في نظام متزن.
  5. اكتب معادلة عامة تبيّن العلاقة بين النواتج والمواد المتفاعلة في تفاعل غير متزن بسبب تكوّن راسب.
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 سجّل هذه القيم في جدول البيانات 1.
  6. سخّن بحذر أنبوب الاختبار الذي يحتوي على مشروب غازي مبرد حتى يغلي، ثم اترك محتوياته تبرد حتى تصبح في درجة حرارة الغرفة مرة أخرى، وافحص pH للمشروب، وسجّل 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 بالسداد المطاطية ورجه جيداً.
2. اترك الأنبوب دون تحريك حتى يصبح السائل طافياً فوق المادة الصلبة (الراسب) التي في قعر الأنبوب صافياً.

### 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 غطاء القارورتين، ولاحظ ما يحدث عند ذلك.

## الجزء C: تكوُّن الغاز

## التنظيف والتخلص من النفايات

1. اسكب 5 ml تقريباً من محلول كربونات الصوديوم في أنبوب اختبار نظيف، وأضف إليه 5 ml من محلول حمض الهيدروكلوريك ببطء.
2. لاحظ التفاعل الناتج.
1. تخلص من المواد حسب توجيهات معلمك.
2. أعد أدوات المختبر إلى أماكنها.
3. بلغ معلمك إذا أتلقت أي أداة أو كُسرت.
4. اغسل يديك جيداً قبل مغادرة المختبر.

## الفرضيات

---

---

---

## البيانات والملاحظات

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

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

---

---

2. صف ما يحدث عند فتح غطاء قارورتَي المشروب الغازي قليلاً، ثم إزالتهما تماماً.

---

---

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

---

---

## التحليل والاستنتاج

### الجزء A: الاتزان

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

---

2. الملاحظة والاستنتاج صِف 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 نتائجك فرضيتك؟ ما مصادر الخطأ التي قد تكون في التجربة؟

### الجزء B: تكوّن راسب

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

---

2. الملاحظة والاستنتاج صِف مظهر الراسب المتكوّن. ما الصيغة الكيميائية لهذه المادة المترسبة؟

---

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

## الجزء C: تكوّن الغاز

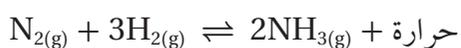
1. **الملاحظة والاستنتاج** ما الدليل الذي يشير إلى حدوث تفاعل عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى محلول كربونات الصوديوم؟

2. **التوقع** اكتب معادلة موازنة 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

لوتشاتليه لتوضح كيف يمكن تغيير اتجاه الاتزان، بحيث يتحد النيتروجين الجوي مع الهيدروجين لإنتاج الأمونيا وفقاً للمعادلة الآتية:



1. اشرح لماذا يكتب على ملصق علب المشروبات الغازية "ينصح باستخدامها وفق تاريخ محدد".
2. اكتشف فريتز هابر في بدايات القرن العشرين عملية لتثبيت النيتروجين الحر، وتحويله إلى مركبات نيتروجينية مثل الأمونيا. استخدم مبدأ

## The Characterization of Carbohydrates

تكون الكربوهيدرات إما ألدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو كيتونات، أو مركبات تؤدي إلى تكوين الألدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو الكيتونات في أثناء عملية التمييه. وللكربوهيدرات أهمية كبيرة لكل من النباتات والحيوانات. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من نصف ذرات الكربون في المركبات العضوية توجد في مركبات الكربوهيدرات. تتكون الكربوهيدرات بصورة رئيسية في النباتات التي تحتوي على الكلوروفيل في أثناء عملية تسمى التمثيل الضوئي. وتنتج النباتات الكربوهيدرات في صورة نشا على أنه مخزون للطاقة، في صورة مادة السليلوز لبناء هيكلها. ويعد كل من النشا والسليلوز بوليمرات تتكون من وحدات الجلوكوز.

وتصنف الكربوهيدرات على أساس النواتج التي تكونها في أثناء عملية التمييه. السكريات الأحادية أو البسيطة لا تتحلل إلى سكريات أبسط منها في أثناء عملية التمييه. ومنها الجلوكوز والفركتوز. وتتكون السكريات الثنائية من وحدتين من السكريات الأحادية تنتج عنها في أثناء تحللها في الماء. ومنها اللاكتوز والمالتوز والسكروز. والسكريات عديدة السكر عبارة عن بوليمرات من وحدات من السكريات الأحادية، وتنتج العديد من السكريات الأحادية في أثناء تحللها في الماء. ومنها النشا والجلالاكوجين والسليلوز.

كما يمكن تصنيف السكريات إلى سكريات مختزلة أو غير مختزلة اعتماداً على قابليتها للأكسدة. فالسكر المختزل يتأكسد بسهولة، أما السكر غير المختزل فلا يتأكسد مطلقاً. ويستعمل مصطلح مختزل في تصنيف السكريات؛ لأن هذه المركبات الكيميائية تختزل مركبات أخرى في تفاعلاتها. والاختبار الكيميائي الشائع للتمييز بين السكريات المختزلة والسكريات غير المختزلة هو اختبار محلول بندكت. وفي هذا الاختبار يتم اختزال أيونات النحاس II إلى فلز النحاس إذا كان السكر المختزل موجوداً.

المشكلة	الأهداف	المواد والأدوات
كيف تستعمل اختبار الألوان للتمييز بين السكريات المختزلة والسكريات غير المختزلة؟	• تمييز بين السكريات المختزلة والسكريات غير المختزلة باستعمال اختبار الألوان.	(20 ml) من محلول الجلوكوز 2 % (20 ml) من محلول السكروز 2 % (20 ml) من محلول الفركتوز 2 % (20 ml) من محلول النشا 2 %
وكيف يمكنك تحويل السكر غير المختزل إلى سكر مختزل في أثناء عملية التمييه؟	• تحوّل السكريات غير المختزلة إلى سكريات مختزلة.	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 - مخبر مدرج 10 ml أنابيب اختبار (10) - حامل أنابيب اختبار ساق تحريك - قطارة - ملاقط كؤوس



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

### ما قبل التجربة

3. ضع 5 ml من محاليل الجلوكوز والفركتوز والسكروز والنشأ في أنابيب الاختبار المرقمة من 1 إلى 4، وأضف إلى كل أنبوب اختبار 4 ml من محلول بندكت، ورج كل أنبوب منها حتى يمتزج المحلولان جيداً. ثم 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 تكوّن رواسب. يحتوي محلول بندكت على عامل مؤكسد سيتفاعل مع السكريات المختزلة مكوناً راسباً أحمر، أو بنيّاً، أو أخضر، أو أصفر. إن 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 تكوّن راسب هو دليل على أن نتيجة الاختبار سلبية.

5. ضع 10 ml من محلول السكروز ومثلها من محلول النشأ في أنبوبي الاختبار 5 و 6. وأضف قطرتين من حمض الكبريتيك المركز إلى كل أنبوب، وحركه حتى يمتزج المحلولان جيداً. ثم ضع الأنبوبين في حمام الماء الساخن وسخنهما مدة 3 دقائق ويمكن تسخين الأنبوبين معاً؟

6. بعد 3 دقائق من فترة التسخين، أضف بحدز 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.

1. ما الأقسام الرئيسية الثلاثة للكربوهيدرات؟

2. ما الذي يمكن تعلمه عن السكريات عند تنفيذ اختبار محلول بندكت؟

3. متى تقوم بعملية التميّه للسليولوز؟ وما النتائج المتوقعة لعملية التميّه؟

4. اقرأ التجربة كاملةً، ثم ضع فرضية حول ما يحدث عند خلط السكريات الأربعة بمحلول بندكت، وسجل فرضيتك في الصفحة التالية.

### 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 - نشأ

أنبوب الاختبار 5: 5 - سكروز

أنبوب الاختبار 6: 6 - نشأ

أنبوب الاختبار 7: 7 - سكروز

أنبوب الاختبار 8: 8 - نشأ

## الفرضية

فإذا غيّر المحلول لون ورقة تباع الشمس إلى اللون الأزرق، كان المحلول قاعدياً، أما إذا بقيت الورقة حمراء فأضف قطرة من محلول NaOH، وحرك المحلول مع إضافة قطرة في كل مرة حتى يصبح المحلول قاعدياً، وذلك بفحصه بورقة تباع الشمس الحمراء؟

## التنظيف والتخلص من النفايات

1. أطفئ السخان الكهربائي، ودعه يبرد.
2. استخدم ملاقط حمل الكؤوس لرفع الكأس من فوق السخان الكهربائي، ودعه يبرد قبل تفريغ محتوياتها.
3. ضع المواد الكيميائية المستعملة 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.

7. وعندما يصبح المحلولان قاعديين ضع 5 ml من محلول السكر في أنبوب الاختبار 7، و 5 ml من محلول النشا في أنبوب الاختبار 8. وأضف 4 ml من محلول بندكت إلى كل أنبوب اختبار، وحركه أو رجه جيداً حتى يختلط المحلولان بشكل كامل. ضع الأنبوبين في حمام ماء يغلي، وأخرجهما من الحمام بعد 5 دقائق من التسخين، وضعهما على حامل أنابيب الاختبار حتى يبردا. وسجل ملاحظاتك في جدول البيانات 3.

## البيانات والملاحظات

جدول البيانات 1: اختبار بندكت		
الملاحظات	حجم محلول بندكت (ml)	
		السكر
		النشا
		السكروز
		الجلوكوز
		الفركتوز

جدول البيانات 2: التميّه			
كمية NaOH (عدد القطرات)	كمية حمض الكبريتيك المركز (عدد القطرات)	حجم المحلول (ml)	
			السكر
			السكروز
			النشا

جدول البيانات 3: اختبار بندكت للمحاليل المتميهة		
الملاحظات	حجم محلول بندكت (ml)	
		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. استخلص النتائج اكتب معادلة كيميائية بالكلمات لوصف ما حدث خلال تمييه 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

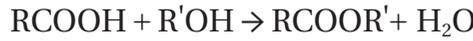
1. لماذا تستعمل اختبار الألوان للتمييز بين أنواع السكريات؟
2. عند وضع قطعة من المعكرونة النيئة في فمك لا تلاحظ سوى طعم بسيط، ومع ذلك، فكلما طالت فترة بقاء المعكرونة في فمك ازداد الطعم حلاوة. فسّر ما يحدث.

## 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 نقوم 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.

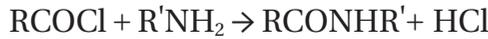


إذا كان الحمض الكربوكسيلي حمضاً ثنائياً الكربوكسيل، وإذا كان الكحول يتضمن مجموعتي هيدروكسيل وظيفية (ثنائي-diol)، فسيكون البوليستر الناتج:

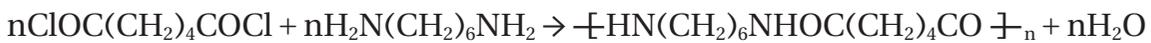


ولتحضير البوليستر ستقوم بإجراء التفاعل بين جلايكول إيثيلين ديول، مع أنهيدريد الفثاليك anhydride phthalic. وستفاعل أنهيدريد الفثاليك في هذه التجربة بشكل مماثل لتفاعل حمض الفثاليك (1، 2-بنزين حمض ثنائي الكربوكسيل)، مكوناً البوليستر. وتقابل جزيئات حمض الفثاليك وإيثيلين جلايكول الوحدات A و B في سلسلة البوليمر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

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



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 أيضاً باسم 6، 1-ثنائي أمينوهكسان. وبسبب وجود طرفين نشيطين لدى كل مونومر فإنه ينتج سلسلة طويلة تتكون من وحدات متكررة بشكل متناوب:



## المشكلة

كيف تحضر البوليستر وعديد الأמיד؟

## المواد والأدوات

سلك نحاس	أنهيدريد الفثاليك 2 g
أنبوب اختبار	إيثانوات الصوديوم 0.1 g
حامل أنابيب اختبار	جلايكول الإيثيلين 1 ml
مخبر مدرج 10 ml	25 ml كلوريد الأديبويل في هكسان حلقي 5 %
مخبر مدرج 50 ml	10 ml محلول إيثانول في الماء 50 %
كؤوس مدرجة 50 ml عدد 2	25 ml محلول مائي من سداسي ميثيلين ثنائي الأمين 5 %
حامل حلقة	1 ml هيدروكسيد الصوديوم 20 % NaOH
ملقط	مقصات
لهب بنزن	
ولاعة أو أعواد ثقاب	
ميزان	
أوراق وزن عدد 2	

## الأهداف

- تحضر بوليستر من أنهيدريد الفثاليك وإيثيلين جلایكول.
- تحضر عديد الأמיד من كلوريد الأديبويل وسداسي ميثيلين ثنائي الأمين.

## احتياطات السلامة

- ارتد النظارة الواقية والبس القفازين ومعطف المختبر دائماً.
- 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

4. ثبت أنبوب الاختبار بالملقط على الحامل الحلقي، وسخنه بلطف بلهب بنزن حتى يقترب المخروط من الغليان. استمر في تسخين المخروط 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 مخبرًا 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 المخبر 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.

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.



## 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 مخبرًا مدرجًا سعته 10 ml لقياس 1 ml من جلايكول الإيثيلين، ثم ضعها في أنبوب الاختبار. وسجل الكمية المستعملة في جدول البيانات رقم 1، ورج الأنبوب بلطف لمزج المحتويات.

5. استعمال 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 المخروط المتبقي بسرعة بساق التحريك لتكوين كمية إضافية من البوليمر، وأفرغ السائل المتبقي في وعاء النفايات.

### 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.
7. اغسل المادة الصلبة الناتجة بـ 10 ml من محلول الإيثانول 50% . استخدم المخبر 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.

### 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)	

2. صف مظهر النايلون.

---

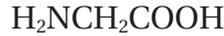


---

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.



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

3. إذا كانت الكتلة الجزيئية لأحد ألياف النايلون تساوي 12000 amu تقريباً، فما عدد وحدات المونومر المكونة له؟

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؟