



الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم



2022-2023

الكيمياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة



الصف
12
متقدم

Mc
Graw
Hill

McGraw-Hill Education

الكيمياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للف 12 المتقدم

مجلد 3



FM. Front Matter, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017

7. Hydrocarbons, Chapter 21, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017

8. Substituted Hydrocarbons and Their Reactions, Chapter 22, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017

9. The Chemistry of Life, Chapter 23, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017

EM. End Matter, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017

صورة الغلاف: Sanjatosi/Shutterstock.com

mheducation.com/prek-12



جميع الحقوق محفوظة © للعام 2021 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education. بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعت له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

النسخة الإلكترونية

طُبِعَ في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-1-39-891226-7 (نسخة الطالب)
MHID: 1-39-891226-3 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-39-891228-1 (نسخة المعلم)
MHID: 1-39-891228-X (نسخة المعلم)

رقم النشر الدولي: 978-1-39-891222-9 (نسخة الطالب)
MHID: 1-39-891222-0 (نسخة الطالب)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 XXX 22 21 20 19 18 17

مُلخص المحتويات

- 1 الطاقة والتغيرات الكيميائية
- 2 الاتزان الكيميائي
- 3 الأحماض والقواعد
- 4 تفاعلات الأكسدة والاختزال
- 5 الكيمياء الكهربائية
- 6 الكيمياء النووية
- 7 الهيدروكربونات
- 8 مشتقات المركّبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها
- 9 كيمياء الحياة

مصادر الطالب

يتم تعريف المحتوى على تطبيق التعلم الذكي



238	الهيدروكربونات
238	التجربة الاستهلاكية كيف يمكنك أن تصنع نموذجاً للهيدروكربونات البسيطة؟
240	القسم 1 مقدمة إلى الهيدروكربونات
246	القسم 2 الألكانات
255	القسم 3 الألكينات والألكاينات
259	تجربة مصفّرة تصنيع وملاحظة الإيثان
261	القسم 4 أيزومرات الهيدروكربونات
264	مختبر تحليل البيانات تفسير البيانات
266	القسم 5 الهيدروكربونات الأروماتية
271	كيف تعمل؟ من مخلفات الحيوانات إلى طاقة: كيف يعمل جهاز هضم الميثان
272	مختبر الكيمياء الأدلة الجناشئة: تحليل الغازات الهيدروكربونية المستخدمة في موقد بنزن

280	مشتقات المَرَكَبَات الهيدروكربونية وتفاعلاتها
280	التجربة الاستهلاكية كيف تصنع الصلصال المرن؟
282	القسم 1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل
288	القسم 2 الكحولات والإثيرات والأمينات
292	القسم 3 مركبات الكربونيل
296	تجربة مصفّرة صنع إستر
298	القسم 4 تفاعلات أخرى للمَرَكَبَات العضوية
301	مختبر تحليل البيانات تفسير البيانات
305	القسم 5 البوليمرات
311	الكيمياء في الحياة اليومية النوم: السعادة والألم
312	مختبر الكيمياء مقياس صغير: ملاحظة خصائص الكحولات

كتيب العناصر EH-1

EH-4	الهيدروجين
EH-6	المجموعة الأولى: الفلزات القلوية
EH-10	المجموعة الثانية: الفلزات القلوية الأرضية
EH-16	المجموعات 3-12: العناصر الانتقالية
EH-22	المجموعة 13: مجموعة البورون
EH-26	المجموعة 14: مجموعة الكربون
EH-32	المجموعة 15: مجموعة النيتروجين
EH-36	المجموعة 16: مجموعة الأكسجين
EH-40	المجموعة 17: مجموعة الهالوجينات
EH-44	المجموعة 18: الغازات النبيلة

كتيب الرياضيات MH-2

MH-2	الترميز العلمي
MH-4	عمليات باستخدام الترميز العلمي
MH-5	الجدور التربيعية والتكعيبية
MH-6	أرقام معنوية
MH-10	حل المعادلات الجبرية
MH-12	تحليل الأبعاد
MH-13	تحويل الوحدة
MH-15	رسم رسوم بيانية خطية
MH-17	استخدام الرسوم البيانية الخطية
MH-20	النسب والكسور والنسب المئوية
MH-21	عمليات تتعلق بالكسور
MH-22	اللوغاريتمات ومقابل اللوغاريتمات

جداول مرجعية RT-2

RT-2	مفاتيح الألوان	R-1
RT-2	الرموز والاختصارات	R-2
RT-3	ثابت حاصل الإذابة	R-3
RT-3	الثوابت الفيزيائية	R-4
RT-4	أسماء وشحنات الأيونات متعددة الذرات	R-5
RT-4	ثوابت التأين	R-6
RT-5	خصائص العناصر	R-7
RT-8	قواعد الذائبة	R-8
RT-9	قيم الحرارة النوعية	R-9
RT-9	ثوابت الانخفاض في درجة التجمد المولالي والارتفاع في درجة الغليان	R-10
RT-9	قيم حرارة التكوين	R-11
RT-10	رموز السلامة	R-12

مسائل إضافية للتدريب SPP-8

إجابات مختارة SS-7

موارد العلوم SR-1

الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسية تختلف المركبات العضوية التي يُطلق عليها اسم مواد هيدروكربونية باختلاف أنواع الروابط بها.

الأقسام

- 1 مقدمة للهيدروكربونات
 - 2 الألكانات
 - 3 الألكينات والألكاينات
 - 4 أيزومرات الهيدروكربونات
 - 5 الهيدروكربونات الأروماتية
- ## التجربة الاستهلاكية

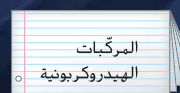
كيف يمكنك إنشاء نموذج بسيط للهيدروكربونات؟

إنّ الهيدروكربونات مكوّنة من ذرات الهيدروجين وذرات الكربون. تذكر أن الكربون لديه أربعة إلكترونات تكافؤ، ويمكنه تشكيل أربع روابط تساهمية. في هذه التجربة، ستقوم بإنشاء نماذج من الهيدروكربونات التي لها ذرتان، وثلاث وأربع وخمس ذرات كربون.

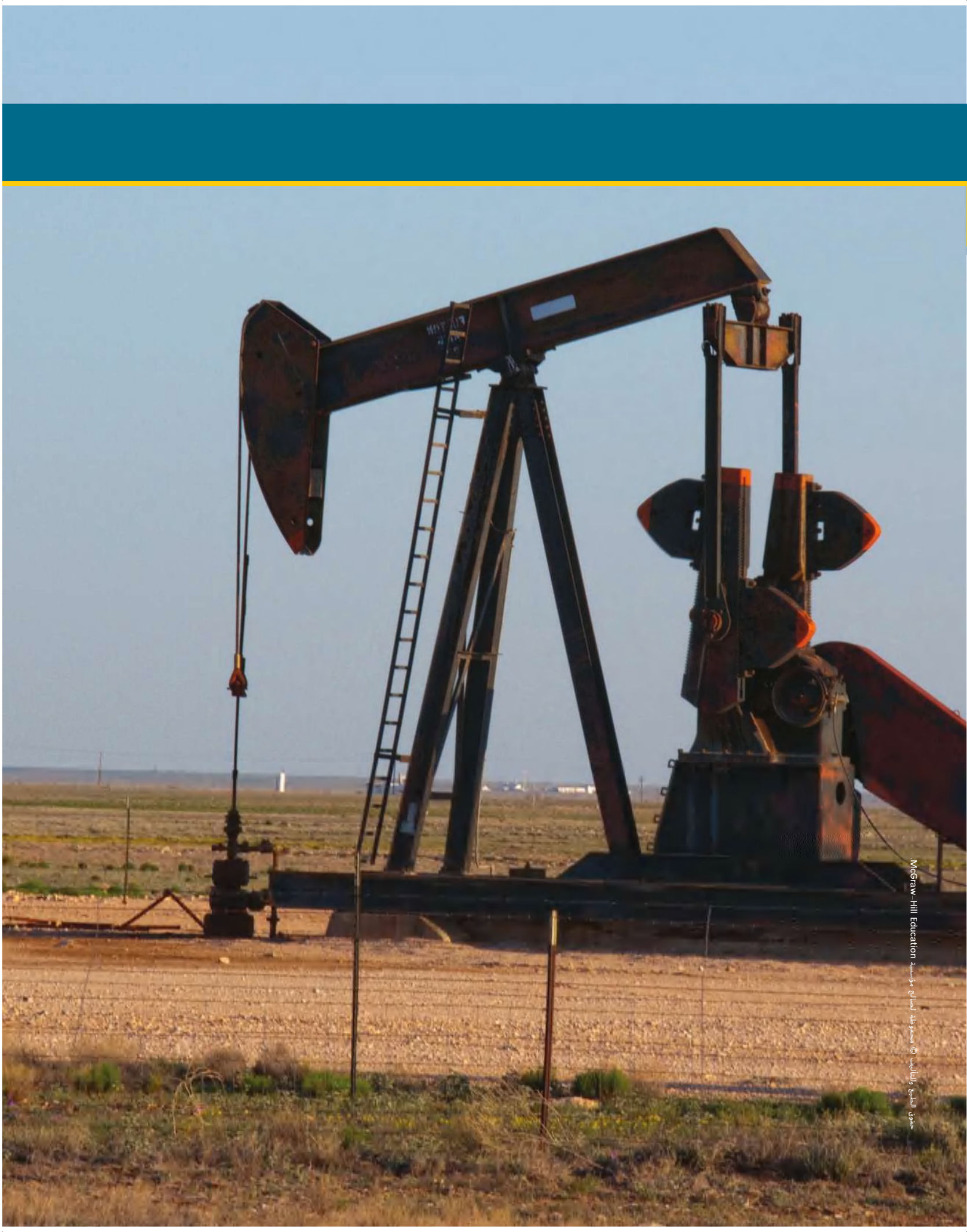
مطويات
منظم الدراسة

المركبات الهيدروكربونية

أنشء مطوية. سمّه كما هو مبين. استخدمها لمساعدتك على تنظيم المعلومات حول المركّبات الهيدروكربونية.



إنّ النفط هو المصدر الرئيس للمواد الهيدروكربونية. تستخدم الهيدروكربونات كوقود وهي المواد الخام لمنتجات مثل المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمذيبات والمواد الكيميائية الصناعية.



مقدمة حول الهيدروكربونات

القسم 1

الفكرة الرئيسية إنّ الهيدروكربونات هي مركبات عضوية تحتوي على الكربون الذي يوفر مصدرًا للطاقة وللمواد الخام.

الكيمياء في حياتك
إذا كنت قد ركبت في سيارة أو حافلة، تكون قد استخدمت الهيدروكربونات. إنّ الجازولين والديزل المستخدمان في السيارات والشاحنات والحافلات هما من الهيدروكربونات.

المركبات العضوية

أيقن علماء الكيمياء في بدايات القرن التاسع عشر أنّ الكائنات الحية، مثل النباتات والباندا الظاهرة في الشكل 1، تقوم بإنتاج مجموعة متنوعة هائلة من مركبات الكربون. أطلق علماء الكيمياء على هذه المركبات اسم المركبات العضوية لأنّ الكائنات الحية هي التي أنتجتها.

النظرية الحيوية بعد قبول النظرية الذرية لدالتون في أوائل القرن التاسع عشر، أدرك علماء الكيمياء أنّ المركبات، بما في ذلك تلك التي أنتجتها الكائنات الحية، تكونت من ترتيبات الذرات التي ارتبطت معًا لتكوّن تركيبات معينة. وتمكنوا بهذا من تركيب العديد من المواد الجديدة والمفيدة. مع ذلك، لم يكن العلماء قادرين على تركيب المركبات العضوية. توّصل العديد من العلماء إلى استنتاج غير صحيح من أنهم لم يتمكنوا من تركيب المركبات العضوية بسبب طبيعتها الحيوية. ووفقًا للنظرية الحيوية، تمتلك الكائنات الحية "قوة حيوية" غامضة تمكنها من تركيب مركبات الكربون.

دحض النظرية الحيوية لقد كان الكيميائي الألماني فريدريك فولر (1800-1882) أول عالم يدرك أنه قام بإنتاج مركب عضوي، يسمى يوريا، عن طريق التركيب في المختبر. لم تقم تجربة فولر بدحض فكرة النظرية الحيوية على الفور، لكنّها دفعت بسلسلة من تجارب مماثلة قام بها علماء كيمياء آخرون في أوروبا. في نهاية المطاف، تم دحض فكرة أنّ تركيب المركبات العضوية يتطلب قوة حيوية وأدرك العلماء أنه يمكن تركيب المركبات العضوية في المختبر.

الأسئلة الرئيسية

- ما المقصود بالمصطلحين: مركب عضوي و كيمياء عضوية؟
- كيف يتم تحديد الهيدروكربونات والنماذج المستخدمة في تمثيلها؟
- كيف يتم التمييز بين الهيدروكربونات المشبعة والهيدروكربونات غير المشبعة؟
- ما مصادر الحصول على الهيدروكربونات وكيف يتم فصلها؟

مفردات للمراجعة

الكائنات الحية الدقيقة

microorganism: هي الكائنات الصغيرة، مثل البكتيريا أو الأوليات، والتي لا يمكن رؤيتها من دون المجهر

مفردات جديدة

مركب عضوي organic compound
هيدروكربون hydrocarbon
هيدروكربون مشبع saturated hydrocarbon
هيدروكربون غير مشبع unsaturated hydrocarbon
تقطير التجزيئي fractional distillation
تكسير cracking



■ الشكل 1 تحتوي الكائنات الحية على مجموعة متنوعة من المركبات العضوية كما أنها تتكون من هذه المركبات العضوية وتقوم بإنتاجها.

حدّد اثنين من المركبات العضوية التي قمت بدراستها في مادة العلوم سابقًا.

■ الشكل 2 يقع الكربون في المجموعة 14 من الجدول الدوري. ويمكنه أن يرتبط مع أربعة عناصر أخرى ويكون الآلاف من المركبات المختلفة.

14
Carbon 6 C 12.011
Silicon 14 Si 28.086
Germanium 32 Ge 72.61
Tin 50 Sn 118.710
Lead 82 Pb 207.2

الكيمياء العضوية يتم استخدام عبارة **مركب عضوي** لكافة المركبات التي تحتوي على الكربون، مع استثناء أساسي لمركبات أكاسيد الكربون، والكربيد، والكربونات، لكونها تعتبر غير عضوية. ولأن هناك الكثير من المركبات العضوية، فقد تم تخصيص فرع كامل من الكيمياء، يسمى الكيمياء العضوية، مخصص لدراساتها. تذكر أن الكربون هو عنصر في مجموعة 14 من الجدول الدوري، كما هو مبين في الشكل 2. يقوم الكربون ذو الترتيب الإلكتروني $1s^2 2s^2 2p^2$ ، بشكل شبه دائم بمشاركة إلكتروناته، مكونًا أربع روابط تساهمية. في المركبات العضوية، ترتبط ذرات الكربون مع ذرات الهيدروجين أو مع ذرات العناصر الأخرى القريبة من الكربون في الجدول الدوري، خاصةً النيتروجين، والأكسجين والكبريت والفوسفور، والهالوجينات. إن الأمر الأكثر أهمية، هو أن ذرات الكربون ترتبط أيضًا مع ذرات الكربون الأخرى مكونة سلاسل من ذرتي كربون إلى ملايين الذرات. أيضًا، نظرًا لكون الكربون يكون أربعة روابط، فإنه بذلك يكون تركيبات مستقيمة، وتركيبات ذات سلاسل متفرعة، وتركيبات حلقة، وحتى تركيبات شبيهة بالأقفاص. ومع كل احتمالات الربط هذه، فقد حدد علماء الكيمياء الملايين من المركبات العضوية المختلفة ويقومون بتركيب المزيد كل يوم.

■ **التأكد من فهم النص** اشرح السبب في تكوين الكربون للعديد من المركبات.

الهيدروكربونات

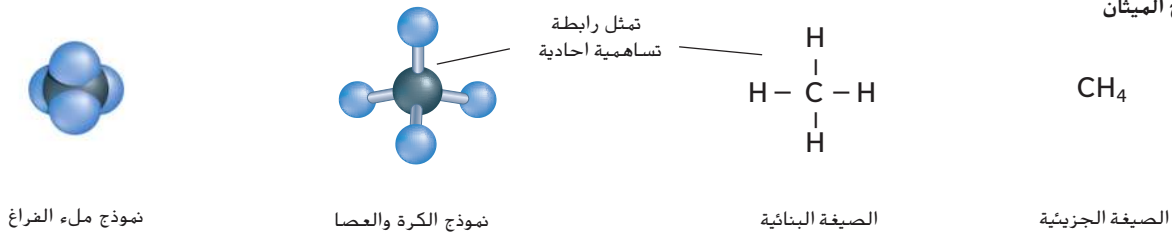
إن أبسط المركبات العضوية هي **الهيدروكربونات**، مركبات تحتوي فقط على العنصرين الكربون والهيدروجين. كم عدد المركبات المختلفة التي يمكن أن يكونها عنصرين برأيك؟ قد يتبادر إلى ذهنك أنه لا يمكن تكوين إلا عدد قليل من المركبات. إلا أنه، يوجد الآلاف من الهيدروكربونات، التي تحتوي كل منها على العنصرين الكربون والهيدروجين فقط. يتكون أبسط هيدروكربون، CH_4 ، من ذرة كربون مرتبطة مع أربع ذرات هيدروجين. تسمى هذه المادة الميثان، وهي وقود ممتاز ويعتبر المكون الرئيس للغاز الطبيعي، كما هو مبين في الشكل 3.

■ **التأكد من فهم النص** اذكر استخدامين لغاز الميثان أو الغاز الطبيعي في منزلك أو في مجتمعك.

■ الشكل 3 الميثان—مادة هيدروكربونية موجودة في الغاز الطبيعي—إنه الهيدروكربون ذو التركيب الأبسط. **حدد** بالإضافة إلى الهيدروجين، ما العناصر الأخرى التي ترتبط بسهولة مع الكربون؟



نماذج الميثان



■ **الشكل 4** يستخدم علماء الكيمياء أربعة نماذج مختلفة لتمثيل جزيء الميثان (CH_4). انظر إلى الجداول المرجعية في موارد الطالب للحصول على رمز لون الذرة.

النماذج والهيدروكربونات يمثل علماء الكيمياء الجزيئات العضوية بأساليب متنوعة. يظهر الشكل 4 أربع طرق مختلفة لتمثيل جزيء الميثان. يتم تمثيل الروابط التساهمية بخط مستقيم أحادي يدل على اثنين من الإلكترونات المشتركة. في معظم الأحيان، يستخدم علماء الكيمياء نوع النموذج الذي يظهر بشكل أفضل المعلومات التي يرغبون في تسليط الضوء عليها. يبين الشكل 4، أنَّ الصيغ الجزيئية لا تعطي أي معلومات حول هندسة الجزيء. وتظهر الصيغة البنائية الترتيب العام للذرات في الجزيء لكنها لا تظهر التشكيل ثلاثي الأبعاد بدقة. يظهر نموذج الكرة والعصا هندسة الجزيء بشكل واضح، لكنَّ نموذج ملء الفراغ يعطي صورة أكثر واقعية لما قد يبدو عليه الجزيء عند رؤيته. أثناء النظر إلى النماذج، ضع في الاعتبار أن الذرات تظل متقاربة بسبب روابط مشاركة الإلكترونات.

روابط الكربون-الكربون المتعددة يمكن لذرات الكربون أن يرتبط بعضها مع بعض، ليس فقط عن طريق روابط تساهمية أحادية ولكن أيضًا عن طريق الروابط التساهمية الثنائية والثلاثية، كما هو مبين في الشكل 5. تذكر أنه في الرابطة الثنائية، تقوم الذرات بمشاركة اثنين من أزواج الإلكترونات؛ في الرابطة الثلاثية، تقوم الذرات بمشاركة ثلاثة أزواج من الإلكترونات.

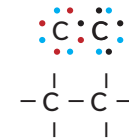
في القرن التاسع عشر، قبل أن يفهم علماء الكيمياء الروابط وتركيب المواد العضوية، قاموا بالتجربة على الهيدروكربونات التي تم الحصول عليها من تسخين الدهون الحيوانية والزيوت النباتية. وقاموا بتصنيف هذه الهيدروكربونات وفقًا لاختبار كيميائي قاموا فيه بخلط كل هيدروكربون مع البروم ثم قاموا بقياس كمية البروم التي تفاعلت مع الهيدروكربونات. قد تتفاعل بعض الهيدروكربونات مع كمية صغيرة من البروم، والبعض الآخر قد يتفاعل مع كمية أكبر، مع احتمال عدم تفاعل بعضها مع أي كمية من البروم. قام علماء الكيمياء بتسمية الهيدروكربونات التي تفاعلت مع البروم بالهيدروكربونات غير المشبعة بطريقة مماثلة لقدرة محلول مائي غير مشبع لإذابة مقدار أكبر من المذاب. واعتبرت الهيدروكربونات التي لم تتفاعل مع البروم بأنها هيدروكربونات مشبعة.

يمكن لعلماء الكيمياء في يومنا هذا أن يشرحوا النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها قبل 170 عامًا. فالهيدروكربونات التي تفاعلت مع البروم لها روابط تساهمية ثنائية أو ثلاثية. أما المركبات التي لم تتفاعل مع البروم فإنَّ لها روابط تساهمية أحادية فقط. إنَّ الهيدروكربون الذي لديه روابط أحادية فقط، يعرف اليوم باسم **الهيدروكربون المشبع**. أما الهيدروكربون الذي يكون له على الأقل رابطة ثنائية أو رابطة ثلاثية بين ذرات الكربون، فهو يعرف باسم **الهيدروكربون غير المشبع** سوف تتعلم المزيد عن هذه الأنواع المختلفة من الهيدروكربونات في وقت لاحق في هذه الوحدة.

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح أصل المصطلحين: الهيدروكربونات المشبعة و الهيدروكربونات غير المشبعة.

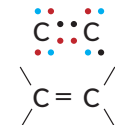
■ **الشكل 5** يمكن للكربون أن يرتبط مع ذرات كربون أخرى في روابط ثنائية وثلاثية. توضح كل من بنية لويس والصيغ البنائية هذه طريقتين للدلالة على الروابط الثنائية والثلاثية.

تشارك زوج واحد



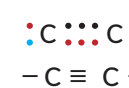
رابطة تساهمية أحادية

تشارك زوجين



رابطة تساهمية ثنائية

تشارك ثلاث أزواج



رابطة تساهمية ثلاثية

• و • = إلكترونات الكربون
• = إلكترون تابع لذرة أخرى

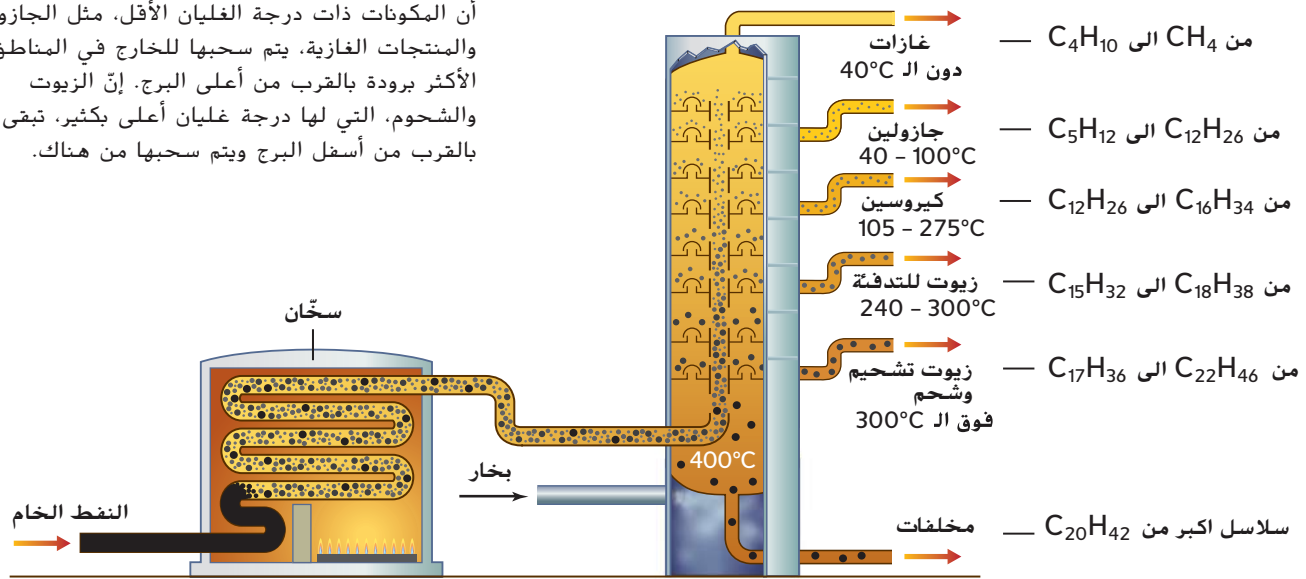
فصل الهيدروكربونات

اليوم، يتم الحصول على العديد من الهيدروكربونات من الوقود الأحفوري المسمى نفط. تكوّن النفط من بقايا الكائنات الحية الدقيقة التي عاشت في المحيطات منذ ملايين السنين. بمرور الزمن، كوّنّت هذه البقايا طبقات سميكة من الرواسب تشبه الطين في قاع المحيط. تحوّل هذا الطين بفعل الحرارة المنبعثة من باطن الأرض والضغط الهائلة للرواسب المغمورة، إلى صخور طينية غنية بالنفط والغاز الطبيعي. في أنواع معينة من التكوينات الجيولوجية، يتسرب النفط من الصخر الزيتي ويتجمّع في برك عميقة في القشرة الأرضية. إنّ الغاز الطبيعي، الذي تشكّل في نفس الوقت وبنفس الطريقة التي تكوّن بها النفط، يكون متوافراً عادةً في مواضع تجمّع النفط. يتكوّن الغاز الطبيعي أساساً من غاز الميثان، لكنه يحتوي أيضاً على كميات صغيرة من الهيدروكربونات الأخرى التي لديها ذرتين إلى أربع ذرات كربون.

التقطير التجزيئي إنّ النفط خليط معقد يحتوي على أكثر من ألف من المركبات المختلفة، ولهذا السبب، فإنّ النفط الخام، الذي يسمى أحياناً الزيت الخام، ليس له استخدام عملي يذكر. فالنفط يكون أكثر فائدة للإنسان عندما يتم فصله إلى مكونات أو أجزاء أبسط. يتم الفصل من خلال عملية تسمى **التقطير التجزيئي**، وتسمى أيضاً التجزئة. وهي تتضمن عملية غلي النفط وجمع المكونات أو الأجزاء أثناء تكثفها عند درجات حرارة مختلفة. يتم التقطير التجزيئي في برج تجزئة مماثل للبرج المبين في الشكل 6.

يتم التحكم في درجة الحرارة داخل برج التجزئة بحيث تبقى قريبة من 400 درجة سيليزية في الجزء السفلي، حيث يغلي النفط، وتقل الحرارة تدريجياً كلما اتجهنا نحو الأعلى. تنخفض درجات حرارة التكثيف (درجة الغليان) بشكل عام بانخفاض الكتلة الجزيئية. كلما تصاعد بخار الهيدروكربونات إلى أعلى برج التجزئة تتكثف ويتم سحبها إلى الخارج، كما هو مبين في الشكل 6.

■ الشكل 6 يظهر هذا الرسم التوضيحي لبرج التجزئة أن المكونات ذات درجة الغليان الأقل، مثل الجازولين والمنتجات الغازية، يتم سحبها للخارج في المناطق الأكثر برودة بالقرب من أعلى البرج. إنّ الزيوت والشحوم، التي لها درجة غليان أعلى بكثير، تبقى بالقرب من أسفل البرج ويتم سحبها من هناك.



يسخن النفط الخام داخل
السخان فيتحول إلى غازات
تتحرك نحو برج التجزئة

الكتلة الجزيئية للمركبات
الهيدروكربونية تحدد مدى
ارتفاعها داخل برج التجزئة



■ **الشكل 7** تقوم أبراج التقطير التجزيئي بفصل كميات كبيرة من النفط إلى مكونات قابلة للاستخدام. إنّ الآلاف من المنتجات التي نستخدمها في منازلنا، وفي النقل، وفي الصناعة هي من نواتج تكرير النفط.

استدلّ ما هي أنواع الانبعاثات التي يجب أن تتحكم فيها المصافي لحماية البيئة؟

الشكل 6 يعطي أيضًا أسماء المشتقات الأخرى التي يتم فصلها من النفط، بالإضافة إلى درجات غليانها، ونطاق حجم المادة الهيدروكربونية، استخداماتها الشائعة. قد تتعرف على بعض المشتقات لأنك تستخدمها كل يوم. لسوء الحظ، فإنّ أبراج التقطير التجزيئي، المبينة في **الشكل 7**، لا تنتج أجزاء الكسور المختلفة بنفس النسب المطلوبة. فعلى سبيل المثال، نادرًا ما ينتج التقطير كمية الجازولين المطلوبة. مع ذلك، فإنه ينتج كميات من الزيوت الثقيلة أكثر من متطلبات السوق.

قبل عدة سنوات، طوّر علماء كيمياء النفط والمهندسون عملية للمواءمة بين العرض والطلب. إنّ العملية التي يتم فيها تحويل المشتقات الأثقل إلى جازولين عن طريق كسر الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر تسمى **التكسير**. يتم التكسير في غياب الأكسجين وفي وجود الحفاز. بالإضافة إلى تكسير الجزيئات الهيدروكربونية الثقيلة إلى جزيئات في نطاق الحجم المطلوب للجازولين، فإنّ التكسير ينتج أيضًا مواد لصنع العديد من المنتجات المختلفة، بما في ذلك المنتجات البلاستيكية والأشرطة، والألياف الصناعية.

✓ **التأكد من فهم النص** صف العملية التي يتم فيها تكسير الهيدروكربونات ذات السلسلة الكبيرة إلى هيدروكربونات ذات سلسلة أصغر ومطلوبة بشكل أوسع.

تصنيف الجازولين لا يكون أي من المشتقات النفط مادة نقية. كما يظهر في **الشكل 6**، فالجازولين ليس مادة نقية، بل خليط من الهيدروكربونات. إنّ جزيئات الجازولين، تحتوي على روابط تساهمية أحادية وعدد ذرات الكربون في جزيئاتها تتراوح من 5-12 ذرة. مع ذلك، فإن الجازولين الذي يتم ضخه في السيارات اليوم يختلف عن الجازولين المستخدم في السيارات في أوائل القرن التاسع عشر. لقد تم تعديل الجازولين الذي يقطر من النفط عن طريق تعديل تركيبته وإضافة مواد لتحسين أدائه في محركات السيارات الحديثة وللمحد من التلوث الناتج من عوادم السيارات.

إنّ من الأهمية بمكان، أن يشتعل خليط الجازولين والهواء في اسطوانة محرك السيارة تمامًا في اللحظة المناسبة ويحترق بالتساوي. إذا ما تمّ الاشتعال في وقت مبكر جدًا أو متأخر جدًا، فسوف يتبدّد الكثير من الطاقة، وستنخفض فعالية الوقود، وسوف يتلف المحرك قبل أوانه. إنّ معظم الهيدروكربونات ذات السلاسل المستقيمة تحترق بشكل غير متساو، وتميل إلى الاشتعال بفعل الحرارة والضغط، قبل أن يصل المكبس إلى الموضع الصحيح وقبل احتراق شمعة الاحتراق. يؤدي هذا الاحتراق المبكر إلى أزيز تردد أو ضوضاء تسمى الخبط.


مَهْنٌ فِي الكيمياء

فني النفط يستخدم فني العلوم هذا أدوات لقياس وتسجيل المعلومات الفيزيائية والجيولوجية حول آبار النفط أو الغاز. فعلى سبيل المثال، يمكن لفني النفط أن يختبر عينة جيولوجية لتحديد محتويات النفط ومعدنه أو عناصر مكوناته.

■ **الشكل 8** يتم استخدام رقم الأوكتان لإعطاء تقييم لمقاومة خبط الوقود. إن رقم الأوكتان في الجازولين متوسط الدرجة المستخدم للسيارات هو 89 تقريبًا. أما رقم الأوكتان لوقود الطائرات فهو 100 تقريبًا، ورقم الأوكتان لوقود سيارات السباق هو 110 تقريبًا.



في أواخر عام 1920، تم إعداد نظام للجازولين لتحديد مقاومة الخبط، أو رقم أوكتان، مما أدى إلى انتشار رقم الأوكتان على مضخات الجازولين مثل تلك التي تظهر في الشكل 8. إن الجازولين متوسط الدرجة المستخدم اليوم له تصنيف بحوالي 89، في حين أن أرقام الجازولين الممتاز تصل إلى 91 أو أعلى. هناك عدة عوامل تحدد رقم الأوكتان الذي تحتاجه السيارة، بما في ذلك مستوى ضغط المكبس على خليط الهواء والجازولين ومستوى ارتفاع مكان قيادة السيارة.

الربط  **بـعلم الأرض** منذ العصور القديمة، وجد الناس النفط يتسرب من الشقوق في الصخور. تظهر السجلات التاريخية أن النفط قد استخدم على مدى أكثر من خمسة آلاف سنة. خلال القرن التاسع عشر، منذ دخلت الولايات المتحدة عصر الآلة وازداد عدد سكانها، ازداد أيضًا الطلب على المنتجات النفطية، الكيوسين بشكل خاص، للإضاءة ومواد تشحيم الآلات. في محاولة منه للعثور على إمدادات مضمونة للنفط، حفر إدوين دريك أول بئر للنفط في الولايات المتحدة في ولاية بنسلفانيا، في العام 1859. ازدهرت صناعة النفط لبعض الوقت، لكن عندما اخترع توماس إديسون الكهرباء في العام 1882، خشي المستثمرون أن تكون صناعة النفط إلى الزوال. إلا أن اختراع السيارات في العام 1890 أنعش هذه الصناعة على نطاق واسع.

القسم 1 مراجعة

1. الفكرة الرئيسية حدّد ثلاثة استخدامات للهيدروكربونات كمصدر للطاقة والمواد الخام.
2. اذكر اسم مركب عضوي وشرح ما الذي يدرسه عالم الكيمياء.
3. حدّد ما الذي يبرزه كل من نماذج الجزيئات الأربعة حول الجزيء.
4. قارن وقابل بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.
5. صف عملية التقطير التجزيئي.
6. استدلّ بوصف بعض منتجات الزيت بـ "الزيوت النباتية المهدرجة"، هي زيوت تفاعلت مع الهيدروجين في وجود حفاز. أنشئ فرضية لتفسير السبب في تفاعل الهيدروجين مع الزيوت.
7. فسّر البيانات ارجع إلى الشكل 6. أي من خصائص الجزيئات الهيدروكربونية ترتبط بلزوجة جزيء معين عندما يتم تبريده لتوازي درجة حرارته درجة حرارة الغرفة؟

ملخص القسم

- تحتوي المركبات العضوية على الكربون، وهو قادر على تشكيل سلاسل مستقيمة وسلاسل متفرعة.
- إنّ الهيدروكربونات مواد عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين.
- إنّ المصادر الرئيسية للهيدروكربونات هي النفط والغاز الطبيعي.
- يمكن فصل النفط إلى مكوناته عن طريق عملية التقطير التجزيئي.

الألكانات

القسم 2

الفكرة الرئيسية الألكانات هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط.

الكيمياء في حياتك
هل سبق لك ان استخدمت لهب بنزن أو موقد غاز في الخارج؟ إذا كنت قد استخدمتها، فهذا يعني أنك قد استخدمت الألكان. الغاز الطبيعي والبروبان هما النوعان الأكثر شيوعاً من الغازات في هذه التطبيقات، وكلاهما من الألكانات.

الألكانات ذات السلسلة المستقيمة

الميثان هو أصغر مركب في سلسلة هيدروكربونات معروفة باسم الألكانات. وهو يُستخدم كوقود في المنازل ومختبرات العلوم ويتكون نتيجة لحدوث العديد من العمليات الحيوية. **الألكانات** هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط بين الذرات. ابحث في القسم 1 لاستعراض النماذج المختلفة لغاز الميثان. يُبين الجدول 1 نماذج الإيثان (C_2H_6). وهو المركب الثاني في سلسلة الألكانات. يتكون الإيثان من ذرتي كربون مرتبطتين معاً برابطة أحادية وست ذرات هيدروجين تتشارك إلكترونات التكافؤ المتبقية في ذرتي الكربون. أما المركب الثالث من سلسلة الألكانات، وهو غاز البروبان. ثلاث ذرات كربون وثمان ذرات هيدروجين، لتكون صيغته الجزيئية هي C_3H_8 . أما المركب التالي في السلسلة فهو البيوتان، ولديه أربع ذرات كربون وصيغته الكيميائية هي C_4H_{10} . قارن بين الصيغ البنائية لكل من الإيثان والبروبان والبيوتان المُبيّنة في الجدول 1. يُباع البروبان، المعروف أيضاً بالرمز LP (وهو يعني البروبان المسال) كوقود للطهي والتدفئة. ويُستخدم البيوتان كوقود للقداحات الصغيرة وفي بعض المشاعل. كما أنه يُستخدم في صناعة المطاط الصناعي.

الأسئلة الرئيسية

- كيف تُسمى الألكانات من خلال صيغها البنائية؟
- كيف تُرسم الصيغ البنائية للألكانات إذا أعطيت أسماءها؟
- ما خصائص الألكانات؟

مفردات للمراجعة

الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة

والتطبيقية IUPAC: هو مجموعة دولية

تساعد على التواصل بين الكيميائيين من

خلال وضع قواعد ومعايير في مجالات

مثل التسمية والمصطلحات والأساليب

المعيارية الكيميائية

مفردات جديدة

الألكان alkane

سلسلة متجانسة homologous series

السلسلة الأم parent chain

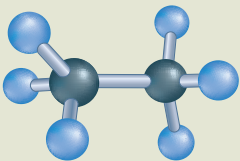
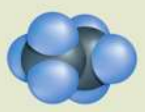
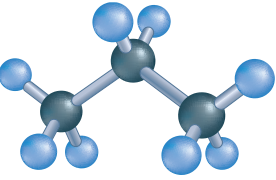

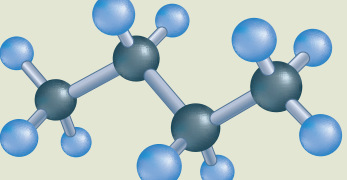
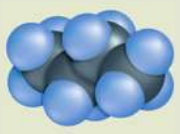
المجموعة البديلة substituent group

الهيدروكربون الحلقي

cyclic hydrocarbon

الألكان الحلقي cycloalkane

الجدول 1 الألكانات البسيطة

الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	نموذج الكرة والعصا	نموذج ملء الفراغ
الإيثان (C_2H_6)	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C - C - H \\ & \\ H & H \end{array}$		
البروبان (C_3H_8)	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H - C - C - C - H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$		
البيوتان (C_4H_{10})	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H - C - C - C - C - H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$		

الجدول 2 الألكانات العشر الأولى من سلسلة الألكانات		
الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية المكثفة
ميثان	CH ₄	CH ₄
إيثان	C ₂ H ₆	CH ₃ CH ₃
بروبان	C ₃ H ₈	CH ₃ CH ₂ CH ₃
بيوتان	C ₄ H ₁₀	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃
بنتان	C ₅ H ₁₂	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
هكسان	C ₆ H ₁₄	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
هبتان	C ₇ H ₁₆	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃
أوكتان	C ₈ H ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃
نونان	C ₉ H ₂₀	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃
ديكان	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃

تسمية الألكانات ذات السلسلة المستقيمة من المرجح أنك لاحظت حتى الآن، أن أسماء الألكانات تنتهي باللاحقة ان. كما أن الألكانات التي تحتوي على خمس ذرات كربون أو أكثر في السلسلة تُسمى بأسماء تستخدم بادئة مشتقة من الكلمة اليونانية أو اللاتينية التي تشير إلى عدد ذرات الكربون في كل سلسلة. على سبيل المثال، يحتوي البنتان على خمس ذرات كربون مثلما يحتوي الشكل الخماسي على خمسة أضلاع، ويحتوي الأوكتان على ثمان ذرات كربون مثلما يتميز الأخطبوط في الإنكليزية Octopus بثمانية مجسات. ونظرًا لأنه تمت تسمية غازات الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان قبل اكتشاف بنية الألكانات، فإن أسماءهم لا تحتوي على بادئات عددية. يوضح الجدول 2 أسماء الألكانات العشرة الأولى وصيغها البنائية. لاحظ أن البادئة التي تحتها خط تمثل عدد ذرات الكربون في الجزيء.

في الجدول 2 يمكنك أن تلاحظ أن الصيغ البنائية مكتوبة بطريقة مختلفة عن الصيغ الموجودة في الجدول 1. فهذه الصيغ، التي تُسمى الصيغ البنائية المختصرة، توفر المساحة من خلال عدم إظهار كيفية تفرع ذرات الهيدروجين من ذرات الكربون. ويمكن كتابة الصيغ المختصرة بعدة طرق. في الجدول 2، تم حذف الخطوط الفاصلة بين ذرات الكربون لتوفير المساحة.

في الجدول 2 يمكنك أن ترى أن -CH₂- تمثل وحدة متكررة في سلسلة ذرات الكربون. لاحظ، على سبيل المثال، أن البنتان يحتوي على -CH₂- واحدة زيادة عن غاز البيوتان. يمكنك كذلك اختصار الصيغ البنائية أكثر عن طريق كتابة الوحدة -CH₂- بين قوسين تليها لاحقة سفلية توضح عدد الوحدات، كما هو الحال مع الأوكتان والنونان والديكان.

ويطلق على سلسلة المركبات التي يختلف بعضها عن بعض بوحدة مكررة اسم **سلسلة متجانسة**. تحتوي السلسلة المتجانسة على علاقة عددية ثابتة بين عدد الذرات. بالنسبة للألكانات، يمكن التعبير عن العلاقة بين عدد ذرات الكربون والهيدروجين بالصيغة C_nH_{2n+2} حيث يساوي n عدد ذرات الكربون في الألكان. ومع معرفة عدد ذرات الكربون في الألكان، يمكنك كتابة الصيغة الجزيئية لأي ألكان. على سبيل المثال، الهبتان يحتوي على سبع ذرات كربون، لذلك فإن صيغته هي C₇H₂₍₇₎₊₂، أو C₇H₁₆.

✓ **التأكد من فهم النص** اكتب الصيغة الجزيئية لألكان يحتوي على 13 ذرة كربون في بنيته الجزيئية.

المفردات أصل الكلمة متجانس

في الإنكليزية homologous وهو مشتق من الكلمة اليونانية homologos وهي تعني الاتفاق

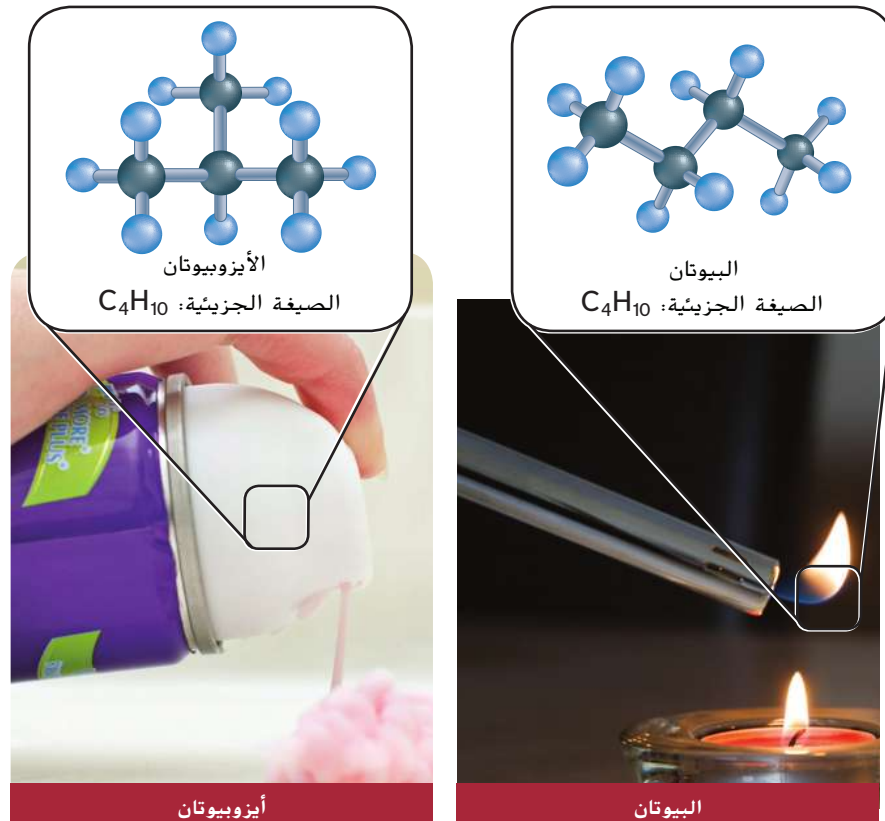
سلسلة الألكانات المتفرعة

يُطلق على الألكانات التي تمت مناقشتها حتى الآن في هذه الوحدة اسم الألكانات ذات السلاسل المستقيمة بسبب ارتباط ذرات الكربون بعضها مع بعض في خط واحد. انظر الآن إلى الصيغتين البنائيتين الموضحتين في الشكل 9. إذا قمت بإحصاء عدد ذرات الكربون والهيدروجين، فسوف تكتشف أن كلتا البنيتين لهما الصيغة الجزيئية نفسها، وهي C_4H_{10} . هل البنيتان الموضحتان في الشكل 9 تمثلان نفس المادة؟ إذا كنت تعتقد أن الصيغتين البنائيتين تمثلان مادتين مختلفتين، فأنت على صواب. تمثل البنية الموضحة على اليمين غاز البيوتان، وتمثل البنية الموضحة على اليسار ألكانًا ذا سلسلة متفرعة اسمه أيزوبيوتان - وهو مادة تختلف عن البيوتان من حيث الخصائص الكيميائية والفيزيائية. قد تكون ذرات الكربون مرتبطة بذرة كربون واحدة أو ذرتين أو ثلاث ذرات أو حتى أربع ذرات كربون أخرى. تُنتج هذه الخاصية مجموعة متنوعة من الألكانات ذات السلاسل المتفرعة.

تذكر أنه يتم استخدام غاز البيوتان في القداحات والمشاعل. بينما يُستخدم الأيزوبيوتان في كل من المبردات الآمنة بيئيًا وكمادة دافعة في منتجات مثل جل الحلاقة، كما هو مبين في الشكل 9. وبالإضافة إلى هذه الاستخدامات، يُستخدم كل من البيوتان والأيزوبيوتان كمواد خام في الكثير من العمليات الكيميائية.

✓ **التأكد من فهم النص** صفّ الفرق في الصيغ البنائية بين البيوتان والأيزوبيوتان.

مجموعات الألكيل قد لاحظت أن الألكانات ذات السلاسل المستقيمة والألكانات ذات السلاسل المتفرعة قد يكون لها الصيغة الجزيئية نفسها. وتوضح هذه الحقيقة مبدأً أساسيًا من مبادئ الكيمياء العضوية وهو: يحدد تنظيم الذرات وترتيبها في جزيء عضوي هوية هذا الجزيء. لذلك، يجب أن يصف اسم المركب العضوي التركيب البنائي للمركب بدقة.



■ **الشكل 9** البيوتان هو وقود مستخدم في القداحات. يستخدم الأيزوبيوتان كمادة دافعة في منتجات مثل جل الحلاقة.

الجدول 3 مجموعات الألكيل الشائعة

الاسم	الميثيل	الإيثيل	البروبيل	الأيزوبروبيل	البيوتيل
الصيغة البنائية المختصرة	CH_3-	CH_3CH_2-	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)-$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$
الصيغة البنائية	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$

عند تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة، يُطلق على أطول سلسلة متواصلة من ذرات الكربون اسم **السلسلة الأم**. ويُطلق على جميع السلاسل الفرعية الجانبية اسم **المجموعات البديلة** لأنها تبدو وكأنها تحل محل ذرة الهيدروجين في السلسلة المستقيمة. ويُطلق على كل مجموعة بديلة متفرعة من السلسلة الأم اسم الألكان ذو السلسلة المستقيمة التي لها عدد ذرات الكربون نفسه التي تحتوي عليها المجموعة البديلة. ويتم استبدال اللاحقة ان باللاحقة يل. ويُطلق على المجموعات البديلة اسم مجموعة الألكيل. يحتوي **الجدول 3** على عدة مجموعات ألكيل.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة لتسمية المركبات العضوية، يستخدم الكيميائيون القواعد المنهجية التالية المعتمدة من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

خطوة 1. رُقم عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة. استخدم اسم الألكان ذي السلسلة المستقيمة الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون الموجودة باسم السلسلة الأم للصيغة البنائية.

خطوة 2. رُقم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. حدد موقع ذرة الكربون الطرفية الأقرب إلى المجموعة البديلة، وسمّها الموقع 1. تسمح هذه الخطوة بإعطاء جميع مواقع المجموعات البديلة أصغر أرقام ممكنة.

خطوة 3. سمّ كل مجموعة ألكيل بديلة. ضع اسم المجموعة قبل اسم السلسلة الأم.

خطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة كسلسلة فرعية عن السلسلة الأم، استخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا) قبل اسمها للإشارة إلى عدد مرات ظهورها. ثم، استخدم رقم ذرة الكربون التي ترتبط بها كل مجموعة لتحديد موقعها.

خطوة 5. عندما ترتبط مجموعات ألكيل مختلفة بالسلسلة الأم نفسها، ضع أسمائها في الترتيب الأبجدي. لا تأخذ بعين الاعتبار البادئات (ثلاثي، رباعي وهكذا) عند تحديد الترتيب الأبجدي باللغة الانجليزية.

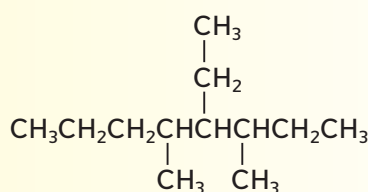
خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. لا تقم بإضافة مسافة بين اسم المجموعة البديلة واسم السلسلة الأم.

المفردات مفردات علمية

بديل

شخص أو شيء يحل محل شخص أو شيء آخر
معلم بديل شرح حصة الكيمياء بالأمس.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة
قم بتسمية الألكان المبين



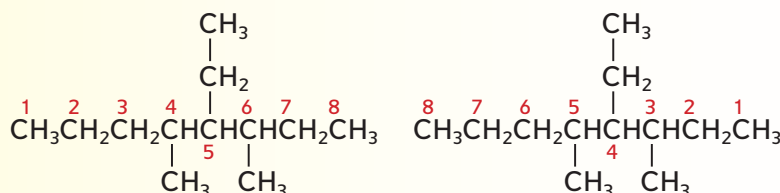
1 تحليل المسألة

لديك الصيغة البنائية. لتحديد اسم السلسلة الأم وأسماء السلاسل الفرعية ومواقعها، اتبع قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

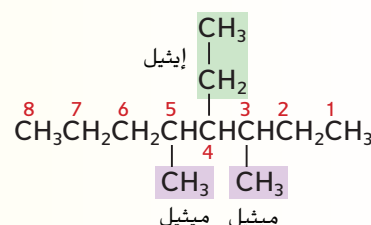
2 حساب المجهول

خطوة 1. احص عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة. بما أنه يمكن كتابة الصيغ البنائية بتوجيه السلاسل بطرق مختلفة، عليك أن تتوخى الحذر عند البحث عن أطول سلسلة كربون متواصلة. وفي هذه الحالة، من السهل إيجاد هذه السلسلة. تحتوي أطول سلسلة على ثماني ذرات كربون، وبالتالي فإن اسم السلسلة الأم هو أوكتان.

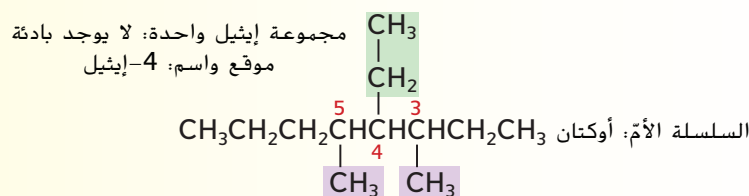
خطوة 2. رقم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. رقم السلسلة في الاتجاهين. كما هو مبين أدناه. إن الترقيم من اليسار يضع مجموعات الألكيل في المواقع 4 و5 و6. إن الترقيم من اليمين يضع مجموعات الألكيل في المواقع 3 و4 و5. وبما أن 3 و4 و5 تمثل مواقع الأرقام الأدنى، سيتم استخدامها في الاسم.



خطوة 3. سم كل مجموعة ألكيل بديلة. حدد مجموعات الألكيل المتفرعة من السلسلة الأم وقم بتسميتها. هناك مجموعات ميثيل أحادية الكربون في الموقعين 3 و5 ومجموعة إيثيل ثنائية الكربون في الموقع 4.



خطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة كسلسلة متفرعة عن السلسلة الأم، استخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا) قبل اسمها للإشارة إلى عدد مرات ظهورها. ابحث عن مجموعات الألكيل التي تكررت أكثر من مرة وقم بإحصاء عددها. حدد البادئة التي يجب استخدامها لإظهار عدد مرات ظهور كل مجموعة. في هذا المثال، ستُضاف البادئة ثنائي إلى الاسم الميثيل بسبب وجود مجموعتي ميثيل. ليس هناك حاجة إلى إضافة بادئة على مجموعة الإيثيل الوحيدة. ثم اعرض موقع كل مجموعة باستخدام العدد المناسب.



مجموعتا ميثيل: استخدم ثنائي الميثيل
الموقع والاسم: 5,3-ثنائي الميثيل

خطوة 5. عندما يكون هناك مجموعات ألكيل مختلفة مرتبطة بالسلسلة الأمّ نفسها، ضع أسماءها بحسب الترتيب الأبجدي. ضع أسماء سلاسل الألكيل الفرعية بالترتيب الأبجدي مع تجاهل البادئات. بحسب الترتيب الأبجدي، يتم وضع اسم إيثيل قبل ثنائي ميثيل.

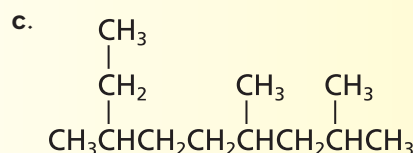
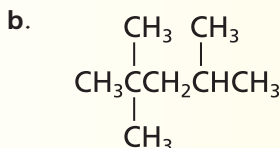
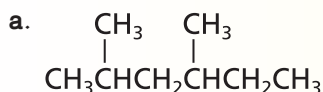
خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. اكتب اسم الصيغة البنائية، وذلك باستخدام الشرطات والفواصل بحسب الحاجة. يجب كتابة الاسم على الشكل التالي 4-إيثيل-5.3-ثنائي ميثيل أوكتان.

3 تقييم الإجابة

لقد تمّ تحديد أطول سلسلة كربون متواصلة وترقيمها بالشكل الصحيح. تمّ تعيين البادئات وأسماء مجموعات الألكيل الصحيحة لجميع السلاسل الفرعية. إنّ الترتيب الأبجدي وعلامات الترقيم صحيحان.

تطبيقات

8. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية.



9. تحدي ارسـم الصيغ البنائية للألكانات التالية.

a. 3.2-ثنائي ميثيل-5-بروبيل ديكان

b. 5.4.3-ثلاثي إيثيل أوكتان

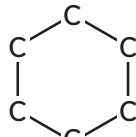
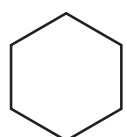
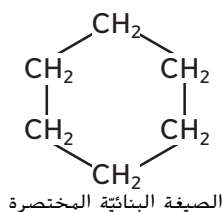
الألكانات الحلقية

أحد أسباب وجود مجموعة متنوعة من المركبات العضوية كهذه أن ذرات الكربون قد تشكل صيغ بنائية حلقية. يُسمّى المركب العضوي الذي يحتوي على حلقة هيدروكربونية **الهيدروكربون الحلقي**. وللإشارة إلى أن الهيدروكربون له صيغ بنائية حلقية، تُستخدم المفردة حلقي بعد اسم الهيدروكربون. وتسمى الهيدروكربونات الحلقية التي تحتوي على روابط أحادية فقط **الألكانات الحلقية**.

قد تحتوي الألكانات الحلقية على ثلاث أو أربع أو خمس أو ست ذرات كربون أو أكثر. يُطلق على الألكان الحلقي سداسي الكربون اسم الهكسان الحلقي. ويُستخدم الهكسان الحلقي، الذي يتم استخراجه من البترول، في مذيّبات الطلاء ومواد التلميع ولاستخراج الزيوت الأساسية المستخدمة في صناعة العطور. لاحظ أن الهكسان الحلقي (C_6H_{12}) يحتوي على ذرات هيدروجين أقل من الهكسان ذي السلسلة المستقيمة (C_6H_{14}) بمقدار ذرتين بسبب تشكيل إلكترون تكافؤ من كل ذرتي كربون لروابط بين ذرات الكربون بدلاً من الروابط بين الكربون والهيدروجين.

✓ **التأكد من فهم النص قيّم** إذا كانت المفردة حلقي موجودة بعد اسم ألكان ما، فما الذي تعرفه عن هذا الألكان؟

■ **الشكل 10** يُمكن تمثيل الهكسان الحلقي في عدة طرائق.

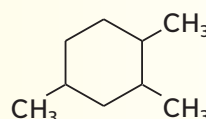


كما هو موضح في الشكل 10، تُمثّل الهيدروكربونات الحلقية مثل الهكسان الحلقي بواسطة صيغ بنائية مختصرة وهيكلية وخطية. لا تظهر الصيغ البنائية الخطية سوى الروابط بين ذرات الكربون التي يُفترض أن تكون في كل زاوية في الصيغة البنائية، ويُفترض أن تشغل ذرات الهيدروجين المواضع المتبقية في الرابطة ما لم توجد بدائل. كذلك، لا يظهر الهيدروجين في الصيغ الهيكلية.

تسمية الألكانات الحلقية البديلة على غرار الألكانات الأخرى، قد تحتوي الألكانات الحلقية على مجموعات بديلة. تتم تسمية الألكان الحلقي البديل باتباع نفس قواعد IUPAC المُستخدمة للألكانات ذات السلسلة المستقيمة، ولكن مع بعض التعديلات. في حالة الألكانات الحلقية، ليست هناك حاجة للبحث عن أطول سلسلة لأن السلسلة الحلقية تعتبر السلسلة الأم دائماً. ونظراً لأن الصيغ الحلقية لا طرف لها، فإن الترقيم يبدأ بذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة البديلة. عندما يكون هناك بديلان أو أكثر، يتم ترقيم ذرات الكربون حول السلسلة الحلقية بطريقة تعطي أصغر مجموعة ممكنة من الأرقام للبداية. إذا ارتبطت مجموعة واحدة فقط بالسلسلة الحلقية، فإن الرقم ليس ضرورياً. يوضح المثال التالي عملية تسمية ألكان حلقي.

مثال 2

تسمية الألكانات الحلقية
قم بتسمية الألكان الحلقي المجاور.



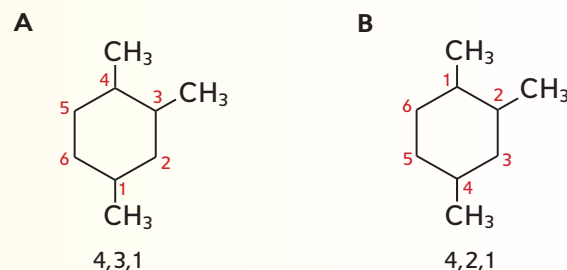
1 تحليل المسألة

لديك الصيغة البنائية. لتحديد الصيغة الحلقية الأم ومواقع المجموعات البديلة، اتبع قواعد IUPAC.

2 حساب المجهول

خطوة 1. قم بإحصاء عدد ذرات الكربون المرتبطة بالسلسلة الحلقية، واستخدم اسم الهيدروكربون ذي السلسلة الأم الحلقية. في هذه الحالة، تحتوي السلسلة الحلقية على ست ذرات كربون، وبالتالي فإن اسم السلسلة الأم هو الهكسان الحلقي.

خطوة 2. قم بترقيم السلسلة الحلقية، بدءاً من إحدى السلاسل الفرعية لـ CH_3 . ابحث عن الترقيم الذي يُعَيِّن أدنى مجموعة ممكنة من الأرقام للسلاسل الفرعية. ثمة طريقتان لترقيم السلسلة الحلقية.



يضع الترقيم من ذرة كربون في الجزء السفلي من السلسلة الحلقية مجموعات CH_3 في المواقع 1 و3 و4 في الصيغة A. بينما يضع الترقيم من ذرة الكربون بأعلى السلسلة الحلقية المجموعات في المواقع 1 و2 و4. تضع جميع أنظمة الترقيم الأخرى تضع مجموعات CH_3 في المواقع أرقام أعلى. وبالتالي فإن 1 و2 و4 تمثل أدنى أرقام المواقع وسيتم استخدامها في الاسم.

خطوة 3. قم بتسمية المجموعات البديلة. كل المجموعات البديلة الثلاثة هي مجموعات ميثيل تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون.

خطوة 4. قم بإضافة البادئة لإظهار عدد المجموعات الحالية. ثمة ثلاث مجموعات ميثيل حالية، لذلك ستقوم بإضافة البادئة ثلاثي إلى الاسم الميثيل ليصبح الاسم ثلاثي الميثيل.

خطوة 5. يمكن تجاهل الترتيب الأبجدي بسبب وجود نوع واحد فقط من المجموعة.

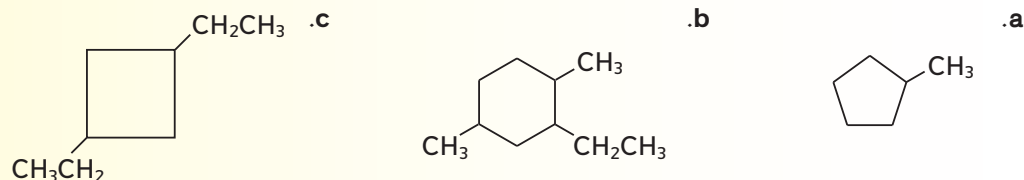
خطوة 6. قم بتجميع أجزاء الاسم باستخدام اسم الألكان الحلقي ذو السلسلة الأم. استخدام الفواصل بين الأرقام المفصولة والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم على الشكل التالي 4.2.1-ثلاثي ميثيل هكسان حلقي.

3 تقييم الإجابة

يتم ترقيم صيغة السلسلة الأم الحلقية لتعيين أدنى مجموعة ممكنة من الأرقام للمجموعات الفرعية. تشير البادئة ثلاثي إلى وجود ثلاث مجموعات ميثيل. وليس من الضروري استخدام الترتيب الأبجدي لأن جميع السلاسل الفرعية هي مجموعات ميثيل.

تطبيقات

10. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية.



11. تدريب تحفيزي ارسم الصيغ البنائية للألكانات الحلقية الآتية:

a. 1-إيثيل-3-بروبيل بنتان حلقى

b. 4.2.2.1-رباعي ميثيل هكسان حلقى

خصائص الألكانات

لقد تعلّمنا أن الصيغة البنائية للجزيء تؤثر في خصائصه. على سبيل المثال، تتميز روابط الأكسجين-الهيدروجين في جزيء الماء بأنها روابط قطبية، ولأن جزيء H-O-H له شكل هندسي منحني، فإن الجزيء نفسه يكون قطبيًا. وهكذا، يمكن لجزيئات الماء أن تشكل روابط هيدروجينية بعضها مع بعض. ونتيجة لذلك، فإن درجات غليان الماء وانصهاره أعلى بكثير مقارنة بدرجات غليان وانصهاره مواد أخرى لها نفس الكتلة والحجم الجزيئي.

ما الخصائص التي تتوقعها للألكانات؟ إن جميع الروابط في الألكانات هي بين إما ذرة كربون وذرة هيدروجين أو بين ذرتي كربون. لا يمكن أن تكون الرابطة بين ذرتين متطابقتين، مثل ذرتي الكربون، قطبية. وأيضًا، فإن روابط الكربون - الهيدروجين فيها اختلاف بسيط جدًا في السالبية الكهربائية وهي غير قطبية. وبما أن جميع الروابط في الألكانات هي روابط غير قطبية، فإن جزيئات الألكانات غير قطبية، مما يجعلها مذيبات جيدة للمواد غير القطبية الأخرى، كما هو مبين في الشكل 11.

■ الشكل 11 إن الكثير من المذيبات - المستخدمة كمذيبات للطلاء والدهان والشمع وأحبار التصوير والمواد اللاصقة وأحبار الطباعة بالضغط - تحتوي على الألكانات غير الحلقية والألكانات الحلقية.



الجدول 4 مقارنة الخصائص الفيزيائية

المادة والصفة	الماء (H ₂ O)	الميثان (CH ₄)
الكتلة الجزيئية	18 amu	16 amu
الحالة عند درجة حرارة الغرفة	سائل	غاز
درجة الغليان	100°C	-162°C
درجة الانصهار	0°C	-182°C

المطويات®

أدمج معلومات من هذا القسم في مطوبتك.

الخصائص الفيزيائية للألكانات كيف تُقارن خصائص المركبات القطبية مع خصائص المركبات غير القطبية؟ ارجع إلى الجدول 4. ولأحظ أن الكتلة الجزيئية للميثان (16 amu) قريبة من الكتلة الجزيئية للماء (18 amu). كذلك، فإن جزيئات الماء والميثان متشابهة من حيث الحجم. ومع ذلك، عند مقارنة درجة الانصهار والغليان للميثان بدرجات الانصهار والغليان للماء، يمكنك أن ترى الدليل على أن جزيئاتها تختلف اختلافاً كبيراً. في درجات الانصهار والغليان لأن جزيئات الميثان تتميز بقدرة منخفضة جداً لجذب الجزيئات مقارنة بجزيئات الماء. يمكن تفسير هذا الاختلاف في الجذب بالحقيقة التي تؤكد أن جزيئات الميثان غير قطبية ولا تشكل روابط هيدروجينية بعضها مع بعض، بينما جزيئات الماء فهي قطبية وتشكل روابط هيدروجينية. كذلك، يفسر الاختلاف في القطبية وتشكل الروابط الهيدروجينية سبب عدم قابلية امتزاج الألكانات وغيرها من الهيدروكربونات مع الماء. فإذا حاولت إذابة الألكانات، مثل زيوت التشحيم، في الماء، فإن كلا السائلين ينفصلان على الفور إلى طبقتين تقريباً. يحدث هذا الفصل لأن قوى التجاذب بين جزيئات الألكان أقوى من قوى التجاذب بين جزيئات الألكان والماء. ولذلك، فإن الألكانات تكون أكثر قابلية للذوبان في المذيبات التي تتكوّن من جزيئات غير قطبية مثل الألكانات نفسها مقارنة بعدم قابليتها للذوبان في الماء، وهو مذيب قطبي.

الخصائص الكيميائية للألكانات الخاصية الكيميائية الرئيسة للألكانات هي انخفاض في النشاطية الكيميائية. تذكر أن العديد من التفاعلات الكيميائية تحدث عند جذب مادة متفاعلة ذات شحنة كهربائية كاملة، مثل الأيون، أو ذات شحنة جزئية، مثل الجزيء القطبي، إلى مادة متفاعلة أخرى ذات شحنة مضادة. إنّ الجزيئات مثل الألكانات، التي ترتبط بها الذرات بواسطة روابط غير قطبية، ليس لديها شحنة. ونتيجة لذلك، لديها قوة جذب منخفضة للأيونات أو الجزيئات القطبية. كما يمكن عزو انخفاض قابلية التفاعل لدى الألكانات إلى روابط C – C و C – H القوية نسبياً.

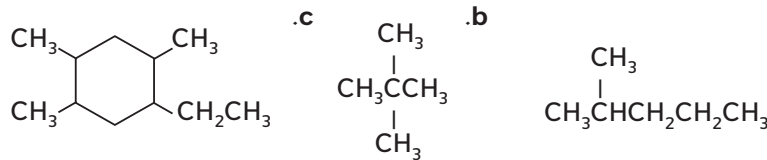
القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- تحتوي الألكانات على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- تمثّل الألكانات والمركبات العضوية الأخرى أفضل تمثيل من خلال الصيغ البنائية ويمكن تسميتها باستخدام القواعد المنهجية التي يحددها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.
- يُطلق على الألكانات التي تحتوي على حلقات الهيدروكربون اسم الألكانات الحلقية.

12. **المفكرة الرئيسة** صف الخصائص البنائية الرئيسة لجزيئات الألكانات.

13. **قم بتسمية** الصيغ التالية باستخدام قواعد IUPAC.



14. **صف** الخصائص العامة للألكانات.

15. **ارسم** الصيغ البنائية لكل مما يلي.

a. 4,3-ثنائي الإيثيل هبتان

b. 4-الأيزوبروبيل -3-ميثيل ديكان

c. 1-إيثيل -4-ميثيل هكسان حلقي

d. 2,1-ثنائي الميثيل بروبان حلقي

16. **تفسير الصيغ البنائية** لماذا يُعد الاسم 3 – بيوتيل بنتان غير صحيح؟

استناداً إلى هذا الاسم، اكتب الصيغة البنائية للمركب. ما الاسم الصحيح لـ

3-بيوتيل بنتان بحسب قواعد IUPAC؟

الألكينات والألكاينات

القسم 3

الفكرة الرئيسة إنّ الألكينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية واحدة على الأقل والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

الكيمياء في حياتك
تُنتج النباتات الإيثين كهرمون نضج طبيعي. غالباً ما تُقطف الفواكه والخضروات قبل نضوجها وتعرض للإيثين بحيث تنضج كلها في الوقت نفسه، لتأمين كفاءة عالية بالحصاد ونقل المنتجات إلى السوق.

الألكينات

تذكر أن الألكانات هي هيدروكربونات مشبعة، لأنها تحتوي على روابط تساهمية أحادية فقط بين ذرات الكربون، وأنّ الهيدروكربونات غير المشبعة تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون. يُطلق على الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون في سلسلة اسم **الألكينات**. لا يوجد ألكين يحتوي على ذرة كربون واحدة فقط، لأنّ الألكينات يجب أن تحتوي على رابطة ثنائية بين ذرات الكربون. يحتوي أبسط ألكين على ذرتي كربون يربط بينهما رابطة ثنائية. إنّ الإلكترونات الأربعة المتبقية، إلكترونين من كل ذرة كربون، يتم تقاسمها مع أربع ذرات هيدروجين لإنتاج جزيء الإيثين (C_2H_4).

تشكل الألكينات التي تحتوي على رابطة ثنائية واحدة فقط سلسلة متجانسة. تذكر من القسم السابق أن السلسلة المتجانسة لديها علاقة عددية ثابتة بين عدد الذرات. إذا ما اطلّعت على الصيغ الجزيئية للمواد المبينة في الجدول 5، فستلاحظ أن كلّاً منها يحتوي على ذرات هيدروجين تساوي مثلي عدد ذرات الكربون. إنّ الصيغة العامة لهذه السلسلة هي C_nH_{2n} . يحتوي كل ألكين على عدد ذرات هيدروجين أقل من عدد الذرات الموجودة في الألكان المقابل له بمقدار ذرتين لأن اثنين من الإلكترونات يشكلان الآن الرابطة التساهمية الثانية ولم يعودا متوفرين لربط ذرات الهيدروجين. ما هي الصيغ الجزيئية للألكينات التي تحتوي على 6 ذرات كربون والألكينات التي تحتوي على 9 ذرات كربون؟

الأسئلة الرئيسة

- كيف تُقارن خواص الألكينات والألكاينات بخواص الألكانات؟
- كيف توصف الصيغ البنائية للألكينات والألكاينات؟
- كيف تُسمى الألكينات والألكاينات بحسب صيغها البنائية؟
- كيف ترسم صيغ الألكينات والألكاينات البنائية بحسب اسمائها؟

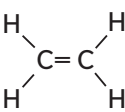
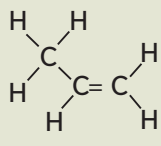
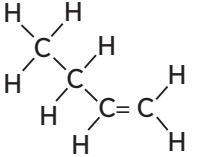
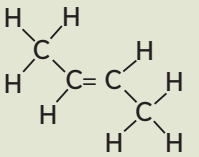
مفردات للمراجعة

الهرمون hormone: إته مادة كيميائية يفرزها جزء واحد من كائن حي وتنتقل إلى جزء آخر حيث تحدث تغييراً فسيولوجياً

مفردات جديدة

الألكين alkene
ألكاين alkyne

الجدول 5 أمثلة على الألكينات

الاسم	الإيثين	البروبين	1 - بيوتين	2 - بيوتين
الصيغة الجزيئية	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8	C_4H_8
الصيغة البنائية				
الصيغة البنائية المختصرة	$CH_2=CH_2$	$CH_3CH=CH_2$	$CH_3CH_2CH=CH_2$	$CH_3CH=CHCH_3$

تسمية الألكينات تُسمى الألكينات بالطريقة نفسها التي تُسمى بها الألكانات. تُسمى الألكينات باستبدال الحرفين الأخيرين "ان" من الألكان المقابل لها بالحرفين "ين". يُسمى الألكان الذي يحتوي على ذرتي كربون إيثان، ويُسمى الألكين الذي يحتوي على ذرتي كربون إيثين. وبالمثل، يُسمى الألكين الذي يحتوي على ثلاثة ذرات كربون "البروبين". إنَّ للإيثين والبروبين إسمين قديمين أكثر شيوعًا هما على التوالي الإثيلين والبروبيلين.

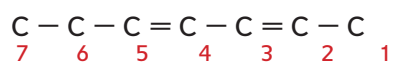
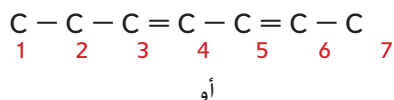
إذا ما أردنا تسمية الألكينات التي تحتوي على أربع ذرات كربون أو أكثر في السلسلة، فإنَّ من الضروري تحديد موقع الرابطة الثنائية، كما هو مبين في الشكل 12a. يتم ذلك من خلال ترقيم ذرات الكربون في السلسلة الأم، بدءًا من نهاية السلسلة، بحيث يكون للكربون الأولى في الرابطة الثنائية العدد الأصغر. ثم، يستخدم هذا العدد في الاسم. لاحظ أنَّ الصيغة البنائية الثالثة ليست "3-بيوتين" لأنها مطابقة للصيغة البنائية الأولى، "1-بيوتين". من المهم أن ندرك أن 1-بيوتين و 2-بيوتين هما مادتان مختلفتان، وأنَّ لكلٍ منهما خصائصها.

تتم تسمية الألكينات الحلقية بنفس الطريقة التي تُسمى بها الألكانات الحلقية تقريبًا. مع ذلك، يجب أن تكون ذرة الكربون رقم 1 إحدى ذرات الكربون المرتبطة برابطة ثنائية. في الشكل 12b، لاحظ الترقيم في المركب. إنَّ اسم هذا المركب هو 3.1-ثنائي ميثيل بنتين حلقية.

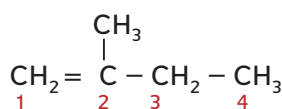
✓ **التأكد من فهم النص** استدلّ على سبب ضرورة تحديد موقع الرابطة الثنائية في اسم أحد الألكينات.

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة عند تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة، اتبع قواعد IUPAC. لكن على أن يؤخذ بالحسبان أمران. أولاً: في الألكينات، تكون السلسلة الأطول التي تحتوي على الرابطة الثنائية، هي السلسلة الأم دائمًا، سواء أكانت السلسلة الأطول بالنسبة لذرات الكربون أم لم تكن. ثانيًا: إنَّ موقع الرابطة الثنائية، وليس موقع الفروع، هو الذي يحدّد طريقة ترقيم السلسلة. يحدد العدد موقع الرابطة الثنائية، تمامًا كما هي الحال في الألكينات ذات السلاسل المستقيمة. لاحظ وجود سلسلتين من أربع ذرات كربون في الجزيء المبين في الشكل 13a لكنَّ السلسلة ذات الرابطة الثنائية هي فقط التي تستعمل كأساس للتسمية. إنَّ هذا الألكين ذا السلسلة المتفرعة هو 2-ميثيل-1-بيوتين.

يحتوي بعض الهيدروكربونات غير المشبعة على أكثر من رابطة ثنائية (أو ثلاثية) واحدة. يتم عرض عدد الروابط الثنائية في مثل هذه الجزيئات باستخدام البادئة (داي، تري، تترا وهكذا) قبل الأحرف ين. يتم ترقيم مواقع الروابط بطريقة تنتج أدنى مجموعة من الأعداد. أي نظام ترقيم قد تستخدم في المثال المبين في الشكل 13b؟ يمكن استخدام البادئة هيبتا (سباعي) لأن الجزيء يحتوي على سلسلة سباعية الكربون. كذلك يمكنك استخدام البادئة (داي) قبل ين، بحيث يُصبح الاسم هيبتاديين، لأنَّ الجزيء يحتوي على رابطتين ثنائيتين، وبإضافة الرقمين 2 و 4 لتعيين موقعي الرابطتين الثنائيتين، يُصبح الاسم 4.2-هيبتاديين.



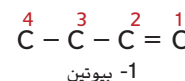
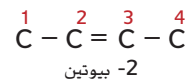
4.2-هيبتاديين



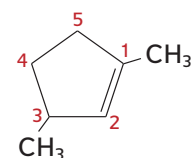
2-ميثيل-1-بيوتين

b. رابطتان ثنائيتان

a. رابطة ثنائية واحدة



a. الألكينات ذات السلاسل المستقيمة



b. الألكينات الحلقية

■ **الشكل 12** عند تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة أو المستقيمة، يجب أن تكون مرقمة باستخدام قواعد IUPAC

■ **الشكل 13** يتم ترقيم مواضع الروابط الثنائية في الألكينات بطريقة تنتج أدنى مجموعة من الأرقام. وهذا ينطبق على كل من الألكينات ذات السلاسل المتفرعة والمستقيمة.

مثال 3

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة

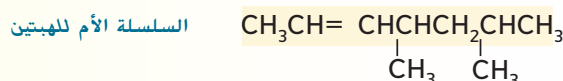
$$\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CHCH}_3$$
 قم بتسمية الألكين ذو الصيغة البنائية الآتية:

1 تحليل المسألة

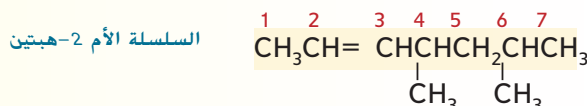
لقد أعطيت ألكين ذو سلسلة متفرعة يحتوي على رابطة ثنائية واحدة ومجموعتي ألكيل. اتبع قواعد IUPAC لتسمية المركب العضوي.

2 حساب المجهول

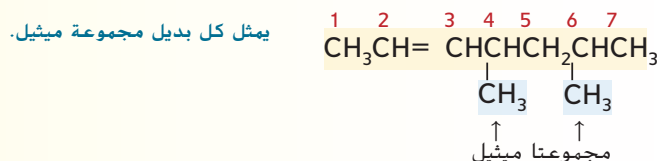
خطوة 1. إنَّ أطول سلسلة مستمرة من الكربون، تلك التي تضم الرابطة الثنائية، تحتوي على سبع ذرات من كربون. الألكان الذي يحتوي على سبع ذرات كربون هو الهبتان، لكن تم تغيير الاسم إلى الهبتين بسبب وجود رابطة ثنائية.



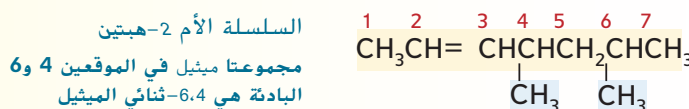
خطوة 2. قم بتقييم السلسلة لتعيين أدنى رقم للرابطة الثنائية.



خطوة 3. قم بتسمية كل بديل.



خطوة 4. حدد العدد الموجود من عناصر كل مجموعة بديلة وحدد البادئة الصحيحة لتمثيل هذا العدد. ثم، أدرج الأرقام الدالة على المواقع للحصول للحدوث على البادئة الكاملة.



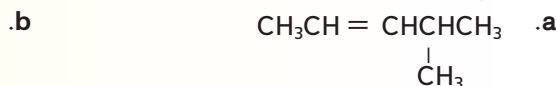
خطوة 5. ليس من الضروري ترتيب أسماء المجموعات البديلة أبجديًا، لأنها متطابقة. طبق البادئة الكاملة على اسم السلسلة الأم للألكين. استخدام الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم 6،4-ثنائي ميثيل-2-هبتين.

3 تقييم الإجابة

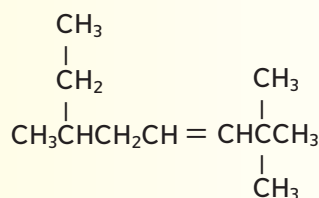
تتضمن أطول سلسلة كربون الرابطة الثنائية، أما موقع الرابطة الثنائية فلديه أدنى رقم ممكن. تحدد البادئات الصحيحة وأسماء مجموعات الألكيل فروع السلسلة.

تطبيقات

17. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية:



b.



18. تحدي ارسـم الصيغة البنائية للمركب 3،1-بنتادايين



■ **الشكل 14** يتيح استخدام الإيثين لإنضاج المحاصيل للمزارعين قطف الفواكه والخضروات قبل نضوجها. **اشرح** سبب كون استخدام الإيثين مفيداً للمزارعين.

خصائص الألكينات واستخداماتها إنّ الألكينات غير قطبية مثلها في ذلك مثل الألكانات، وبالتالي فإنّ قابلية ذوبانها في الماء منخفضة، بالإضافة للانخفاض النسبي درجة انصهارها ودرجة غليانها. مع ذلك، تُعد الألكينات أكثر تفاعلاً من الألكانات لأن الرابطة التساهمية الثانية ترفع كثافة الإلكترون بين ذرتي الكربون، مما يوفر موقعاً جيداً للتفاعل الكيميائي. تستطيع المواد المتفاعلة التي تجذب الإلكترونات سحب الإلكترونات بعيداً عن الرابطة الثنائية. إنّ العديد من الألكينات يتكوّن بشكل طبيعي في الكائنات الحية. على سبيل المثال، إنّ الإيثين هرمون تنتجه النباتات بشكل طبيعي. وهو يتسبب في نضج الفاكهة ويؤدي دوراً في تساقط الأوراق من الأشجار استعداداً لفصل الشتاء. تنضج ثمار الفاكهة المبيّنة في **الشكل 14** وغيرها من المحاصيل التي تباع في محلات البقالة بشكل غير طبيعي إثر تعرضها للإيثين. كما أنّ الإيثين مادة أولية تدخل في تركيب البولي إيثيلين البلاستيكي المُستخدم في تصنيع العديد من المنتجات، بما في ذلك الأكياس البلاستيكية والحبال وأواني الحليب. كما تدخل الألكينات الأخرى في تكوين الروائح في الليمون الأخضر والليمون الأصفر وأشجار الصنوبر.

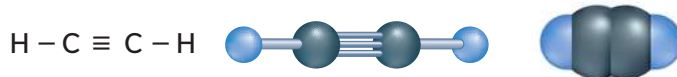
الألكينات

يُطلق إسم **الألكينات** على الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون مجمعة في سلسلة. تتضمّن الروابط الثلاثية مشاركة أزواج الإلكترونات الثلاثة. إنّ الألكين الأبسط تكويناً والأكثر استخداماً هو الإيثين (C_2H_2) الشائع والمشهور بإسم الأسيتيلين. ادرس نماذج الإيثين المبيّنة في **الشكل 15**.

تسمية الألكينات تسمّى الألكينات ذات السلاسل المستقيمة والألكينات ذات السلاسل المتفرعة بالطريقة نفسها التي تسمّى بها الألكينات، مع الفرق الوحيد الذي يتمثّل في كون اسم السلسلة الأم ينتهي بالأحرف "اين" بدلاً من "ين". ادرس الأمثلة الواردة في **الجدول 6**. تشكل الألكينات ذات الرابطة التساهمية الثلاثية سلسلة متجانسة مع الصيغة العامة C_nH_{2n-2} .

✓ **التأكد من فهم النص** استدلّ من خلال النظر إلى الروابط التي يحتوي عليها الإيثين، على سبب تفاعله الشديد مع الأكسجين.

■ **الشكل 15** تمثل نماذج الجزيئية الثلاثة هذه الإيثين.



نماذج الإيثين (الأسيتيلين)

الجدول 6 أمثلة على الألكينات			
الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الصيغة البنائية المختصرة
إيثاين	C_2H_2	$H-C \equiv C-H$	$CH \equiv CH$
بروباين	C_3H_4	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C \equiv C-C-H \\ \\ H \end{array} $	$CH \equiv CCH_3$
1-بيوتاين	C_4H_6	$ \begin{array}{c} H \quad H \\ \quad \\ H-C \equiv C-C-C-H \\ \quad \\ H \quad H \end{array} $	$CH \equiv CCH_2CH_3$
2-بيوتاين	C_4H_6	$ \begin{array}{c} H \quad \quad H \\ \quad \quad \\ H-C-C \equiv C-C-H \\ \quad \quad \\ H \quad \quad H \end{array} $	$CH_3C \equiv CCH_3$

تجربة مصفوفة

تصنيع وملاحظة الإيثاين

لماذا يستخدم الإيثاين في لحام المعادن؟

الإجراء 

- حدد احتياطات السلامة لهذه التجارب قبل البدء في العمل.
- استخدم شريطاً مطاطياً لتثبيت شريحة خشبية بطرف مسطرة طولها حوالي 40 cm، بحيث يبرز حوالي 10 cm من الشريحة عند طرف المسطرة.
- ضع 120 mL من الماء في كأس سعته 150 mL ثم أضف 5 mL من سائل الجلي. اخلط المزيج جيداً.
- استخدم ملقطاً لالتقاط قطعة من كربيد الكالسيوم (CaC_2) صغيرة بحجم حبة بازلاء. لا تلمس CaC_2 بأصابعك. **تحذير:** CaC_2 مادة آكلة؛ ففي حال لامس غبار CaC_2 جلدك، اغسله فوراً بالكثير من الماء. ضع قطعة من CaC_2 في كأس يحتوي على محلول تنظيف.

التحليل

- الاستدلال** ما الذي يمكن استدلاله حول كثافة الإيثاين بالمقارنة مع كثافة الهواء؟
- التوقع** يُنتج تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء ناتجين اثنين. أحدهما هو غاز الإيثاين (C_2H_2). ما هو الناتج الثاني؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.



■ **الشكل 16.** يتفاعل الإيثانين أو الأسيتيلين مع الأكسجين في التفاعل الكيميائي

$$2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$
 الذي يولد ما يكفي من الحرارة للحام الفلزات.

خصائص الألكاينات واستخداماتها تتميز الألكاينات بخصائص فيزيائية وكيميائية مشابهة لخصائص الألكينات. تخضع الألكاينات للعديد من التفاعلات التي تخضع لها الألكينات. مع ذلك، تكون الألكاينات عادةً أكثر نشاطاً من الألكينات لأن الروابط الثلاثية للألكاينات فيها كثافة إلكترونات أعلى مقارنة بالروابط الثنائية للألكينات. إن هذه المجموعة من الإلكترونات فعالة في تحفيز تكوين الأقطاب في الجزيئات المجاورة، مما يتسبب في شحنها بشكل غير متماثل، وبالتالي تصبح أكثر نشاطاً.

يمثل الإيثانين المعروف بالاسم الشائع الأسيتيلين، منتجاً ثانوياً لتكرير النفط، كما يتم إنتاجه أيضاً بكميات كبيرة عن طريق تفاعل كربيد الكالسيوم (CaC_2) مع الماء. عند إمداد الإيثانين بما يكفي من الأكسجين، فإنه يشتعل مولداً لهباً ساخناً كثيفاً بدرجات حرارة قد تصل إلى $3000^\circ C$. يتم استخدام لهب الأسيتيلين عادة في لحام الفلزات. كما هو مبين في الشكل 16. نظراً لكون الرابطة الثلاثية تجعل الألكاينات متفاعلة، فإن الألكاينات البسيطة مثل الإيثانين تُستخدم كمواد أولية في صناعة البلاستيك والمواد الكيميائية العضوية الأخرى المستخدمة في الصناعة.

المطويات®

أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

القسم 3 مراجعة

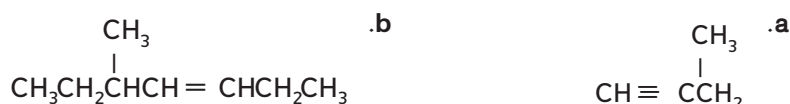
ملخص القسم

- إن الألكينات والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل، على التوالي.
- إن الألكينات والألكاينات مركبات غير قطبية ذات نشاطية أكبر من تلك التي للألكانات لكن لها خواص أخرى شبيهة بتلك التي للألكانات.

19. **المنقذة الرئيسية** صف وجه/أوجه اختلاف كل من الصيغ البنائية للألكينات والألكاينات عن الصيغ البنائية للألكانات.

20. **حدد** وجه/أوجه اختلاف الخواص الكيميائية لكل من الألكينات والألكاينات عن الخواص الكيميائية للألكانات.

21. **قم** بتسمية البنى المبينة مستخدماً قواعد IUPAC.



22. **أرسم** الصيغة البنائية لكل من 4-ميثيل-3-ينتادين و 3-2-ثنائي ميثيل-2-بيوتين.

23. **استدل** على كيفية مقارنة درجات الغليان والتجمد للألكاينات مقارنة بدرجات الغليان والتجمد للألكانات التي تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون. اشرح استنتاجك، ثم ابحث في البيانات لمعرفة ما إذا كانت تدعم فكرتك.

24. **توقع** أي ترتيب هندسي تتوقع من الروابط المحيطة بذرة كربون في كل من الألكانات والألكينات والألكاينات؟ (تلميح: يمكن استخدام نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ لتوقع الشكل).

أيزومرات الهيدروكربونات

القسم 4

الفكرة الرئيسة لبعض الهيدروكربونات الصيغة الجزيئية نفسها ولكنها تختلف من حيث التركيبات الجزيئية.

هل سبق أن قابلت توأمين متماثلين؟ التوأمان المتماثلان لهما نفس التركيب الجيني، إلا أنهما شخصان منفصلان يتمتعان بشخصيتين مختلفتين. الأيزومرات مشابهة للتوائم، إذ لديها الصيغة الجزيئية نفسها ولكنها تختلف من حيث التركيب البنائي والخصائص.

الكيمياء
في
حياتك

أيزومرات بنائية

ادرس النماذج المكونة من ثلاثة ألكانات الموجودة في الشكل 17 لتحديد أوجه الشبه والاختلاف بينها. للألكانات الثلاثة 5 ذرات كربون و 12 ذرة هيدروجين. بذلك يصبح لها الصيغة الجزيئية C_5H_{12} . على الرغم من ذلك، تمثل هذه النماذج ثلاثة ترتيبات مختلفة للذرات وثلاثة مركبات مختلفة — وهي بنتان، و 2 - ميثيل بيوتان، و 2,2 - ثنائي ميثيل البروبان. إن هذه المركبات الثلاثة هي أيزومرات. الأيزومرات هي مركبان أو أكثر من المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في الصيغة البنائية. لاحظ أن البنتان الحلقي والبنتان ليسا أيزومرين لأن الصيغة الجزيئية للبنتان الحلقي هي C_5H_{10} . ثمة فئتان رئيسيتان من الأيزومرات. يعرض الشكل 17 مركبات تُعد أمثلة على الأيزومرات البنائية. الأيزومرات البنائية لها الصيغة الكيميائية نفسها، ولكن ذراتها مرتبطة من خلال ترتيبات مختلفة. للأيزومرات البنائية خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة على الرغم من أنه لديها الصيغة نفسها. تدعم هذه الملاحظة أحد المبادئ الرئيسة للكيمياء وهو أن: بنية المادة تحدد خصائصها. كيف يرتبط اتجاه درجات الغليان للأيزومرات C_5H_{12} بصيغتها البنائية؟ كلما ازداد عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، ازداد أيضًا عدد الأيزومرات البنائية المحتملة. على سبيل المثال، هناك تسعة ألكانات لها الصيغة الجزيئية C_7H_{16} . وهناك أكثر من 300,000 أيزومر بنائي لديه الصيغة $C_{20}H_{42}$.

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن التمييز بين الفئتين الرئيسيتين من الأيزومرات — الأيزومرات البنائية والفراغية؟
- ما أوجه الاختلاف بين الأيزومرات الهندسية؟
- ما التنوع البنائي في الجزيئات التي ينتج عنها الأيزومرات الضوئية؟

مفردات للمراجعة

الإشعاع الكهرومغناطيسي

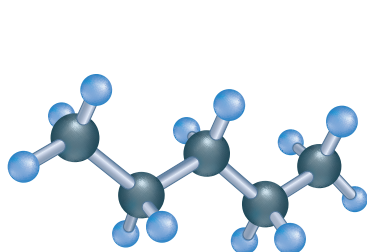
electromagnetic radiation

موجات مستعرضة تنقل الطاقة خلال الفراغ.

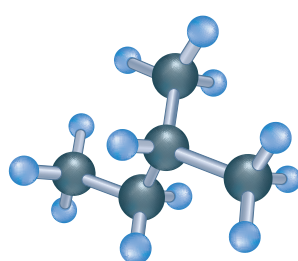
مفردات جديدة

isomer	أيزومر
structural isomer	أيزومر بنائي
stereoisomer	أيزومر فراغي
geometric isomer	أيزومر هندسي
chirality	عدم التناظر المرآتي
	كربون لا متناظر
asymmetric carbon	
optical isomer	أيزومر ضوئي
optical rotation	دوران ضوئي

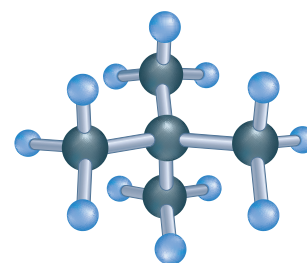
■ الشكل 17 إن هذه المركبات التي لها الصيغة الجزيئية نفسها، C_5H_{12} ، هي أيزومرات بنائية. لاحظ الاختلاف في درجات غليانها.



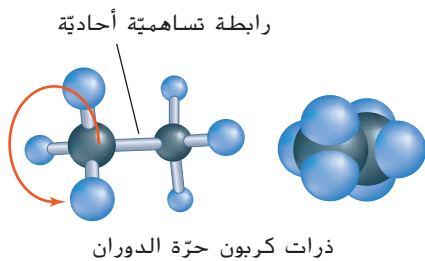
البنتان
درجة الغليان = $36^{\circ}C$



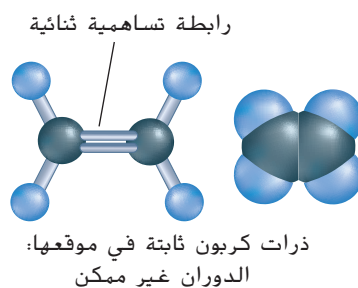
2-ميثيل بيوتان
درجة الغليان = $28^{\circ}C$



2,2-ثنائي ميثيل بروبان
درجة الغليان = $9^{\circ}C$



إيثان



إيثين

■ الشكل 18 إنّ ذرات الكربون ذات الرابطة الأحادية في الإيثان لها حرّة الدوران حول الرابطة. بينما تقاوم ذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية في الإيثين حركة الدوران. **أشرح** كيف تعتقد أن هذا الاختلاف في القدرة على الدوران من شأنه أن يؤثر على الذرات أو مجموعات الذرات المرتبطة مع ذرات الكربون ذات الرابطة الأحادية وذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية؟

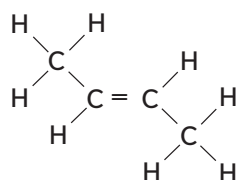
أيزومرات فراغية

تحتوي الفئة الثانية من الأيزومرات على اختلاف غير ملحوظ في الترابط. **الأيزومرات الفراغية** هي الأيزومرات التي تترايط فيها كل الذرات بالترتيب نفسه ولكنها ترتب بشكل مختلف في الفراغ. ثمة نوعان من الأيزومرات الفراغية. يحدث أحد النوعين في الألكينات التي تحتوي على روابط مزدوجة. ويمكن لذرتي كربون تربطهما رابطة أحادية أن تدورا بحرية مع بعضهما البعض. ولكن، عند وجود رابطة تساهمية ثنائية، لا تكون ذرات الكربون قادرة على الدوران، إذ تُصبح ثابتة في مكانها. كما هو مبين في الشكل 18. قارن بين تركيبي 2-بيوتين المحتملين المبينين في الشكل 19. يُشار إلى الترتيب الذي تكون فيه مجموعتي الميثيل على الجانب نفسه من الجزيء بالبادئة مع (cis). يُشار إلى الترتيب الذي تكون فيه مجموعتي الميثيل على جوانب متقابلة من الجزيء بالبادئة ضد (trans). إنّ هذين المصطلحين مُشتقان من اللغة اللاتينية، مع (cis) تعني الجهة نفسها وضد (trans) تعني الجهة المختلفة. لا يمكن أن تتحول صيغة مع (cis) - إلى - ضد (trans) بسهولة بسبب عدم قدرة ذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية على الدوران.

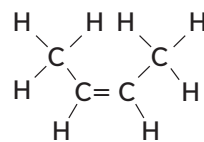
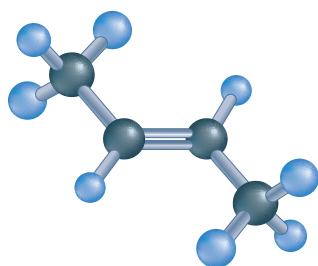
يُطلق على الأيزومرات الناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات حول الرابطة الثنائية اسم **الأيزومرات الهندسية**. لاحظ كيف يؤثر الاختلاف في الهندسة على الخصائص الفيزيائية للأيزومرات، مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان. كذلك، تختلف الأيزومرات الهندسية في بعض الخصائص الكيميائية أيضًا. إذا كان المركب نشط بيولوجيًا، مثل العقاقير، يكون لأيزومرات مع (cis) - و ضد (trans) - تأثيرات مختلفة جدًا.

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح أوجه الاختلاف بين الأيزومرات البنائية والأيزومرات الهندسية.

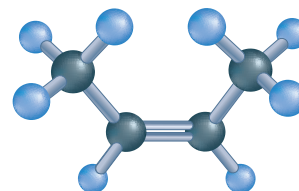
■ الشكل 19 تختلف أيزومرات 2-بيوتين في الترتيب داخل الحيز الفراغي لاثنتين من مجموعات الميثيل على الأطراف. لا يمكن لذرات كربون الرابطة الثنائية أن تدور بعضهما مع بعض، لذلك تُثبت مجموعات الميثيل في أحد هذين الترتيبين.



(C₄H₈) ضد 2-بيوتين
-106°C = درجة الانصهار
0.8°C = درجة الغليان



(C₄H₈) مع 2-بيوتين
-139°C = درجة الانصهار
3.7°C = درجة الغليان



الكيمياء في الحياة اليومية

دهون من النوع ضد (trans)



الأيزومرات في النظام الغذائي

يُطلق على الدهون ذات الأيزومرات ضد (trans) اسم الدهون ترانس. وتُصنع العديد من المواد الغذائية المعلبة باستخدام دهون ترانس لأن مدّة صلاحيتها أطول من غيرها. وتشير الدلائل إلى أن دهون ترانس تزيد من تَكَوّن نسبة الكوليسترول الضار وتقلل من نسبة الكوليسترول الصحي، مما يزيد من إمكانية الإصابة بأمراض القلب.

■ الشكل 20 يبدو انعكاس كَفَك الأيمن في المرآة تمامًا مثل انعكاس كَفَك الأيسر. ومع ذلك، عندما تضع راحتي يديك إحداها فوق الأخرى، لا تتطابق أجزاؤهما مع بعضهما.

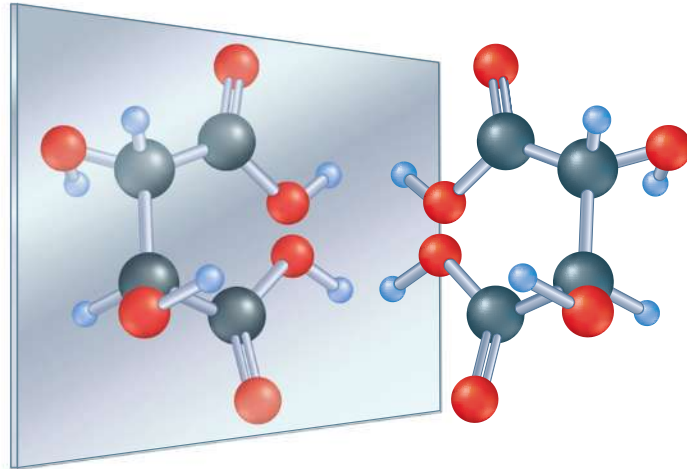


عدم التماثل المرآتي

الرابط [بمعلم الأحياء](#) في عام 1848، أعلن الكيميائي الفرنسي الشاب لويس باستور (1822-1895) عن اكتشافه أن بلورات المركب العضوي حمض الطرطريك موجودة في شكلين متماثلين. ولما كان كفا الإنسان متماثلين، وكان الواحد صورة مرآتيّة من الأخرى، كما هو مُبيّن في الشكل 20، سمّي هذين الشكلين بالشكل الأيمن والشكل الأيسر. لشكلي حمض الطرطريك الخصائص الكيميائية نفسها ودرجة الانصهار والكثافة والذوبان في الماء نفسها، إلّا أنّه لم يتمّ إنتاج سوى الشكل الأيسر باستخدام طريقة التخمير. وبالإضافة إلى ذلك، لم تكن البكتيريا قادرة على التكاثر إلّا عند تغذّيها على الشكل الأيسر كمادة غذائية.

إنّ الشكلين البلوريين لحمض الطرطريك موجودان في الترتيبين المُبيّنين في الشكل 21. يُسمّى هذين الشكلين حاليًا باسم d-حمض طرطريك و l-حمض طرطريك. ترمز الحروف d و l للبادئات اللاتينية *dextro*، التي تعني إلى اليمين، و *levo*، التي تعني إلى اليسار. يُطلق على الخاصية التي يكون فيها الجزيء في الشكلين الأيمن والأيسر اسم **عدم التماثل المرآتي**. لدى العديد من المواد الموجودة في الكائنات الحية، مثل الأحماض الأمينية التي تشكل البروتينات، عدم تماثل مرآتي. وبشكل عام، تستخدم الكائنات الحية شكل متماثل واحد فقط للمادة، لأن هذا الشكل فقط يناسب موقع الانزيم النشط.

■ الشكل 21 تمثل هذه النماذج شكلي حمض الطرطريك الذي درسه باستور. إذا انعكس نموذج من الشكل الأيمن لحمض طرطريك (d-حمض طرطريك) في المرآة، تكون صورته هي نموذج من الشكل الأيسر لحمض طرطريك (l-حمض طرطريك).



l-حمض طرطريك

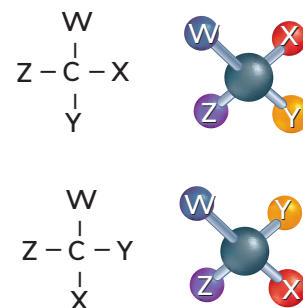
d-حمض طرطريك

أيزومرات ضوئية

أدرك علماء الكيمياء في ستينيات القرن التاسع عشر، أن عدم التماثل المرآتي يحدث عندما يحتوي أي مركب على ذرات كربون غير متماثلة. **ذرة الكربون غير المتماثلة** هي ذرة الكربون المرتبطة بأربع ذرات أو مجموعات ذرية مختلفة. يمكن دائماً ترتيب المجموعات الأربع بطريقتين مختلفتين. افترض أن المجموعات W و X و Y و Z مرتبطة بذرة الكربون نفسها الموجودة في الترتيبين المبينين في الشكل 22. لاحظ أن التركيبين مختلفان في أن المجموعتين X و Y تبادلتا موقعيهما. لا يمكنك تدوير التركيبين بأي شكل من الأشكال بحيث تجعلهما مطابقين بعضهما البعض.

الآن، لنفترض أنك أنشأت نماذج لهذين التركيبين. هل هناك أي طريقة يمكنك من تدوير أحد التراكيبن ليبدو تماماً مثل التركيب الآخر؟ (لا يهم ظهور الحروف سواء من الأمام أم من الخلف). سوف تكتشف أنه لا توجد أي وسيلة لإنجاز المهمة من دون إزالة X و Y من موقعيهما حول ذرة الكربون. ولذلك، فإن الجزيئات تختلف على الرغم من أنها تبدو إلى حد كبير متشابهة.

تمثل الأيزومرات التي تنجم عن الترتيبات المختلفة لأربع مجموعات مختلفة حول ذرة الكربون نفسها فئة أخرى من الأيزومرات الفراغية التي يُطلق عليها اسم الأيزومرات الضوئية. تحتوي **الأيزومرات الضوئية** على الخصائص الفيزيائية والكيميائية نفسها ماعداً في حالة التفاعلات الكيميائية إذ يكون عدم التماثل المرآتي مهماً، مثل تفاعل الإنزيم المحفز في الأنظمة البيولوجية. على سبيل المثال، تدمج الخلايا البشرية فقط الأحماض الأمينية من نوع (L) مع البروتينات. يكون حمض الأسكوربيك من النوع (L) فعالاً مثل فيتامين C. ويكون أيضاً عدم التماثل المرآتي من جزيء الدواء مهماً. على سبيل المثال، يكون واحداً فقط من الأيزومرات الخاصة ببعض الأدوية فعالاً أما الأيزومرات الأخرى فيمكن أن تكون ضارة.



■ الشكل 22 تمثل هذه النماذج جزيئين مختلفين. تبدلت الأماكن الخاصة بالمجموعات X و Y.

المطويات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

مختبر تحليل البيانات

استناداً إلى بيانات حقيقية* تفسير البيانات

سرعات الأكسدة		
السرعة الابتدائية للأكسدة (nmol min ⁻¹ mg protein ⁻¹)		
1,2-trans DCE	1,2-cis DCE	عامل مختزل
1.6 (1.0)	0.9 (1.0)	منظم
2.0 (1.3)	6.8 (7.6)	بيوتيرات
0.4 (0.3)	5.9 (6.6)	بروبانوات
3.8 (2.8)	8.5 (9.4)	أستيات
1.2 (0.7)	1.4 (1.6)	فورمات
4.5 (2.8)	11 (12.2)	لاكتات

تمثل القيم بين قوسين الزيادة (n ضعف) على سرعة العزل.

تم الحصول على البيانات من: دي إم دوئي وآخرون. 2005. يؤثر أيزومرات dichloroethene على الحث والنشاط وإنزيمات البيوتان الأحادية في بكتيريا الألكان المؤكسدة "بيوتانوفورا الزائفة". تطبيق علم الجراثيم البيئية. أكتوبر، 6054-6059.

ما هي سرعات الأكسدة الخاصة بأيزومرات ثنائي كلورو الإيثين؟ بيوتانوفورا الزائفة هي نوع من البكتيريا التي تستخدم بعض الألكانات والكحول والأحماض العضوية كمصادر للكربون والطاقة. تم اختبار هذه البكتيريا كعامل مساعد في تنقية المياه الجوفية من ثنائي كلورو الإيثين (DCE) الملوث. الخلائط المحتوية على عوامل اختزال متنوعة وإنزيمات البيوتان الأحادية في بيوتانوفورا الزائفة والأيزومرات المؤكسدة من ثنائي كلورو الإيثين.

البيانات والملاحظات

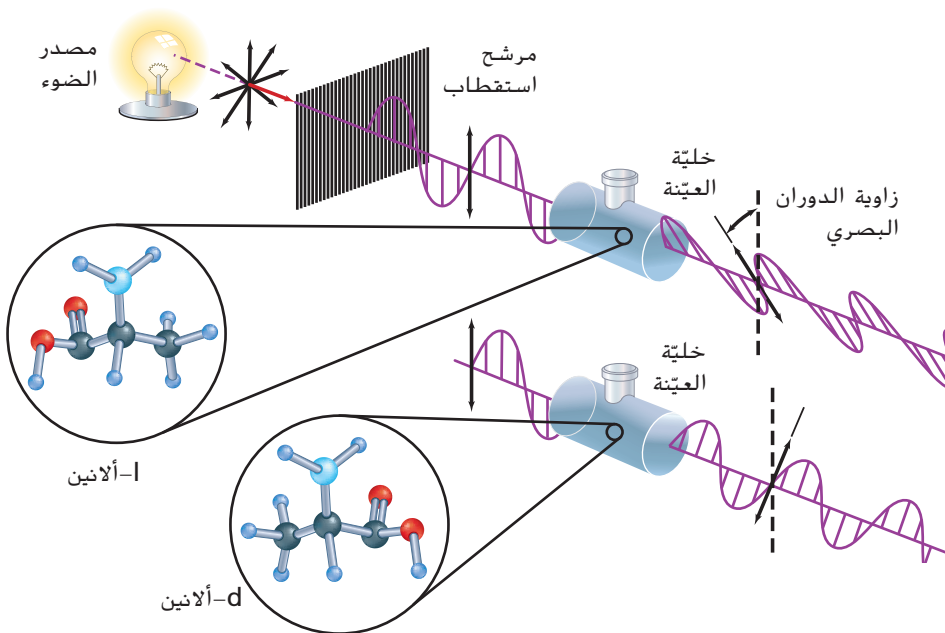
يُبين الجدول سرعة الأكسدة الخاص بكل مركب في بكتيريا بيوتانوفورا الزائفة التي تنمو في البيوتان.

التفكير الناقد

1. قارن أي العوامل المختزلة كان أكثر فائدة في أكسدة كل أيزومر؟
2. استنتج أي أيزومر متأكسد هو الأبطأ؟

الشكل 23 ينتج الضوء المستقطب

عند تمرير الضوء العادي من خلال مرشح ينقل الموجات الضوئية التي تكمن في سطح واحد فقط. هنا، تكون موجات الضوء التي تم ترشيحها في مستوى رأسي قبل أن تمر من خلال خلايا العين. يعمل الأيزومران على دوران الضوء في اتجاهات مختلفة.



الدوران الضوئي إن الإنزيمات التي يكون كلّ منها صورة مرآة للآخر تُسمّى أيزومرات

ضوئية لأنها تؤثر على الضوء الذي يمر من خلالها. عادةً، تنتقل الموجات الضوئية المرسلّة من أشعة الشمس أو من المصباح الكهربائي في كل الأسطح الممكنة. ومع ذلك، يمكن ترشيح الضوء أو عكسه بمثل هذه الطريقة بحيث تكمن جميع الموجات التي يتم تحصيلها في نفس السطح. يُطلق على هذا النوع من الضوء اسم الضوء المستقطب.

عندما يمر الضوء المستقطب من خلال محلول يحتوي على أيزومر ضوئي، يدور سطح الاستقطاب في اتجاه اليمين (في اتجاه عقارب الساعة، عند النظر باتجاه مصدر الضوء) من قبل أيزومر - d أو إلى اليسار (عكس عقارب الساعة) من قبل أيزومر - l. وينتج عن ذلك تأثير يسمى **دوران ضوئي**. ويظهر هذا التأثير في الشكل رقم 23.

يمكنك استخدام أيزومر ضوئي واحد هو l-المنثول. يحتوي هذا الأيزومر الطبيعي على نكهة نعنّاع قوية ورائحة وطعم منعشين. الصورة المعكوسة للأيزومر d-المنثول، ليس لها نفس التأثير المنعش مثل l-المنثول.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- تتكون الأيزومرات من مركّبين أو أكثر لهما الصيغة الجزيئية نفسها ولكن يختلفان في التركيب البنائي.
- تختلف الأيزومرات البنائية في ترتيب ارتباط الذرات بعضها مع بعض.
- تحتوي الأيزومرات الفراغية على جميع الذرات المرتبطة بالترتيب نفسه ولكنها مُرتّبة بشكل مختلف في الفراغ.

25. الفكرة الرئيسية ارسم جميع الأيزومرات البنائية المحتملة للألكان بالصيغة الجزيئية C_6H_{14} . اعرضها فقط في سلاسل الكربون.

26. اشرح الفرق بين الأيزومرات البنائية و الأيزومرات الفراغية.

27. ارسم التركيبات الخاصة الأيزومرين مع-3-هكسين و ضد-3-هكسين.

28. استدلال لماذا تستفيد الكائنات الحية من أحد شكلي التماثل المرآتي (الكيرالي) لجزيء المادة.

29. تقييم ينتج عن تفاعل معين 80% ضد-2-بينتين و 20%

مع-2-بينتين. ارسم تركيب هذين الإيزومرين الهندسيين، وطور فرضية لتفسير لماذا تتشكل الأيزومرات بالنسب المذكورة.

30. كوّن نماذج بدءًا من ذرة كربون واحدة، وارسم أيزومرين ضوئيين مختلفين عن طريق ربط الذرات التالية أو المجموعات بالكربون: $-CH_2CH_2CH_3$, $-H$, $-CH_3$, $-CH_2CH_3$.

الهيدروكربونات الأروماتية

القسم 5

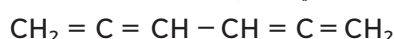
الفكرة الرئيسة إنّ الهيدروكربونات الأروماتية هي مركبات مستقرة ومتوازنة على نحو استثنائي، تتميز بتراكيب حلقية فيها إلكترونات تشاركها ذرات عديدة.

الكيمياء في حياتك
ما أوجه التشابه بين الأنسجة اللامعة والملونة وحصى تغطية الأسفلت والزيوت الأساسية الموجودة في العطور بشكل عام؟ تحتوي جميعها على هيدروكربونات أروماتية.

تركيب البنزين

تحتوي الأصباغ الطبيعية مثل تلك الموجودة في أنسجة القماش في الشكل 24، والزيوت الموجودة في العطور على صيغ بنائية ذات حلقة كربون سداسية. لقد استخدمت مركبات لها هذه التراكيب على مدى عدة قرون. بحلول منتصف القرن التاسع عشر، توصل الكيميائيون إلى فهم أساسي لتراكيب الهيدروكربونات ذات الروابط التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية. مع ذلك، فإنّ بعض التراكيب الهيدروكربونية الحلقية لا تزال لغزاً.

إنّ أبسط مثال على هذه الفئة الهيدروكربونية هو البنزين، الذي قام الفيزيائي الإنجليزي مايكل فاراداي (1867-1791) بعزله للمرة الأولى في العام 1825 عن الغازات المنبعثة عندما قام بتسخين زيت الحوت أو الفحم. على الرغم من تحديد الكيميائيين أن الصيغة الجزيئية للبنزين هي C_6H_6 ، كان صعباً بالنسبة إليهم تحديد التركيبة الهيدروكربونية التي تعطي هذه الصيغة. توصّلوا في النهاية إلى أنّ صيغة الهيدروكربون المشبع مع ذرات الكربون الستة، الهكسان، هي C_6H_{14} . بما أنّ جزيء البنزين يحتوي على عدد قليل جداً من ذرات الهيدروجين، فقد استنتج الكيميائيون أنّ هذه الذرات غير مشبعة. حيث إنّها يجب أن تحتوي على عدة روابط ثنائية أو ثلاثية أو مزيج من الاثنين معاً. واقترحوا العديد من التراكيب المختلفة، بما في ذلك هذا التركيب الذي تم اقتراحه في العام 1860.



على الرغم من أن هذا التركيب يمثل الصيغة الجزيئية C_6H_6 ، فإن هذا الهيدروكربون قد يكون غير مستقر ومتفاعلاً لأقصى درجة، ذلك بسبب روابطه الثنائية المتعددة. مع ذلك، كان البنزين خاملاً إلى حد ما، ولم يتفاعل كما تتفاعل الألكينات والألكينات عادةً. لهذا السبب، استنتج الكيميائيون أن التراكيب مثل ذلك المبين أعلاه هي خطأ.

الأسئلة الرئيسة

- كيفية المقارنة بين خصائص المركبات الهيدروكربونية الأروماتية والأليفاتية وإظهار الاختلاف بينها؟
- ما المادة المسرطنة مع بيان بعض الأمثلة عليها؟

مفردات للمراجعة

الأفلاك المهجنة hybrid orbitals:

أفلاك ذرية متعادلة تتشكل خلال الترابط عن طريق إعادة ترتيب إلكترونات التكافؤ

مفردات جديدة

مركب أروماتي

aromatic compound

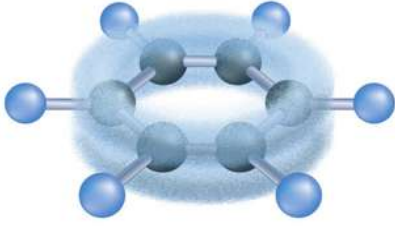
مركب أليفاتي

aliphatic compound

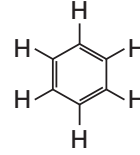


■ الشكل 24 لقد استُخدمت الأصباغ لإنتاج الأنسجة الملونة الزاهية لعدة قرون.

وضح أوجه الشبه بين الأصباغ الطبيعية والزيوت العطرية؟



■ الشكل 25 انتشرت الإلكترونات
الرابطية للبنزين بشكل متساو في شكل
دائرة ثنائية حول الحلقة بدلاً من البقاء
بالقرب من الذرات الفردية.



حلم كيكوليه في عام 1865، اقترح الكيميائي الألماني فريدريك أوغست كيكوليه (1829-1896) نوعًا مختلفًا من التركيب للبنزين—شكل سداسي يتكون من ست ذرات كربون تتناوب فيه الروابط الأحادية والثنائية. كيف يمكن مقارنة الصيغة الجزيئية لهذا التركيب مع تركيب البنزين؟

ادعى كيكوليه أنه رأى تركيب البنزين في المنام حينما غلبه النعاس أمام مدفأة في غينت، بلجيكا. وقال إنه رأى حلمًا يتعلق بأوروبروس، رمز مصري قديم لثعبان يلتهم ذيله، مما جعله يفكر في تركيب على شكل حلقة. بين التركيب المسطح والسداسي الشكل الذي اقترحه كيكوليه بعض خصائص البنزين، لكنه لم يبين عدم تفاعلية البنزين.

نموذج حديث للبنزين منذ اقتراح كيكوليه، أكدت الأبحاث أن التركيب الجزيئي للبنزين سداسي الشكل فعليًا. ومع ذلك، لم يتمكن أحد من شرح عدم تفاعلية البنزين حتى 1930، حينما اقترح لينوس بولينغ نظرية الأفلاك المهجنة. وعند تطبيق هذه النظرية على البنزين، تتنبأ هذه النظرية بأن أزواج الإلكترونات التي تشكل الروابط الثنائية في البنزين لا تقع بين اثنين فقط من ذرات الكربون المحددة كما هو الحال في الألكينات. ولكن أزواج الإلكترونات لم توضع في موضعها الصحيح، وهو ما يعني أنها مشتركة بين جميع ذرات الكربون الست في الحلقة. الشكل 25 يدل على أن هذا الموضع يجعل جزيء البنزين مستقر كيميائيًا لأنه من الصعب شد الإلكترونات المشتركة في ست نويات كربون بعيدًا مقارنةً بالإلكترونات المرتبطة بنواتين فقط. عادةً لا يتم الإشارة إلى ذرات الهيدروجين الست، ولكن من المهم تذكر أنها موجودة. وفي هذا التوضيح، ترمز الدائرة الموجودة في منتصف الشكل السداسي إلى السحابة التي شكلتها ثلاثة أزواج من الإلكترونات.



مركبات أروماتية

يُطلق على المركبات العضوية التي تحتوي على حلقات من البنزين كجزء من تركيبها اسم **المركبات الأروماتية**. استُخدم المصطلح أروماتي في الأصل لأنه تم العثور على العديد من المركبات المتعلقة بالبنزين التي تم الكشف عنها في القرن التاسع عشر في الزيوت ذات الرائحة الجذابة التي تم استخلاصها من التوابل والفواكه وغيرها من أجزاء النباتات الأخرى. ويُطلق على الهيدروكربونات مثل الألكانات والألكينات والألكاينات اسم **المركبات الأليفاتية** لتمييزها عن المركبات الأروماتية. ينحدر مصطلح الأليفاتية من الكلمة اليونانية دهن، وهي *aleiphatos*. وقد حصل الكيميائيون في وقت مبكر على المركبات الأليفاتية عن طريق تسخين الدهون الحيوانية. أذكر بعض أمثلة الدهون الحيوانية التي قد تحتوي على مركبات دهنية؟

✓ **التأكد من فهم النص** استدل لماذا لا يزال الكيميائيون يستخدمون مصطلحات المركبات الأروماتية والمركبات الأليفاتية حتى يومنا هذا.

المفردات الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام عطرية

الاستخدام العلمي: مركب عضوي
مع زيادة الاستقرار الكيميائي بسبب
عدم تموضع الإلكترونات
البنزين مركب أروماتي.

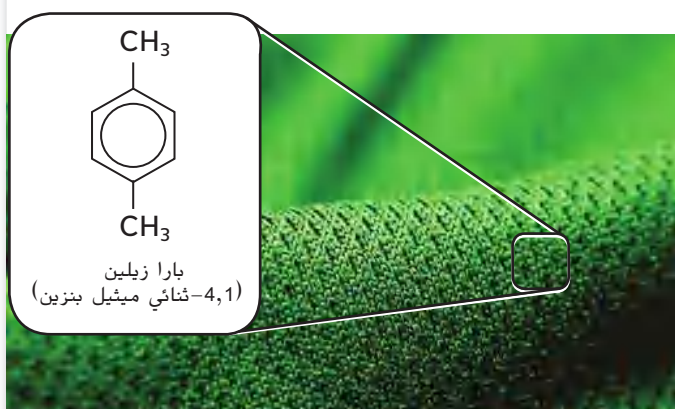
الاستخدام العام: وجود رائحة قوية
أو رائحة كريهة
كان العطر فواخًا جدًا.



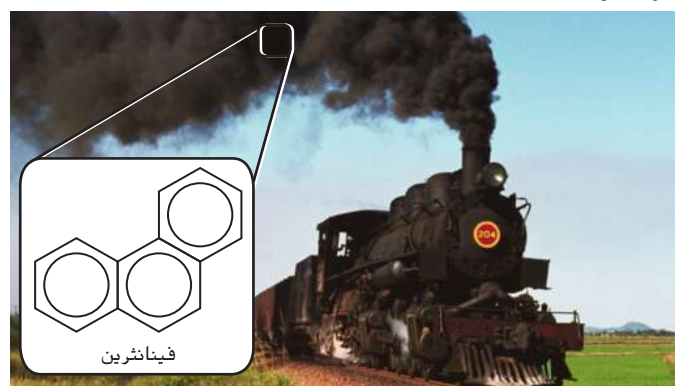
يستخدم الأنثراسين لإنتاج الأصباغ والمواد الملونة.



يستخدم النفتالين لإعداد الأصباغ وكطارد للعث.



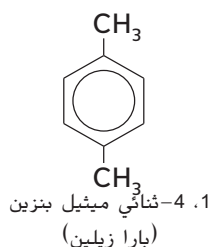
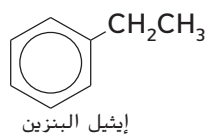
يستخدم الزيلين لصنع ألياف البوليستر والأنسجة.



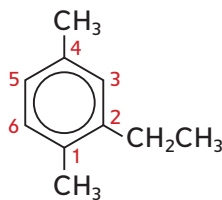
يوجد الفينانثرين في الغلاف الجوي بسبب الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية.

يعرض الشكل 26 تركيب بعض المركبات الأروماتية. لاحظ أن النفتالين يحتوي على تركيب يبدو مثل حلقتين من البنزين مرتبتي جنباً إلى جنب. النفتالين هو مثال على نظام حلقي مندمج، حيث يحتوي المركب العضوي فيه على تركيبين أو أكثر من التراكيب الحلقية بجانب مشترك. كما هو الحال في البنزين، تتشارك الإلكترونات في ذرات الكربون التي تشكل الأنظمة الحلقية.

تسمية المركبات الأروماتية مثل الهيدروكربونات الأخرى، يمكن أن تحتوي المركبات الأروماتية على مجموعات مختلفة ملتصقة بذرات الكربون الخاصة بها. على سبيل المثال، يتكون ميثيل البنزين، المعروف أيضاً باسم التولوين، من مجموعة الميثيل المرتبطة بحلقة البنزين عوضاً عن ذرة هيدروجين. كلما رأيت مجموعة بديلة مرتبطة بحلقة البنزين، تذكر أن ذرة الهيدروجين لم تعد هناك. يتم تسمية مركبات البنزين ذات المجموعات البديلة بنفس الطريقة التي تسمى بها الألكانات الحلقية. على سبيل المثال، يحتوي إيثيل البنزين على مجموعة من إيثيل مرتبطة بحلقة البنزين، و 4،1-زيلين، المعروف أيضاً باسم بارا زيلين، يحتوي أيضاً على مجموعتين من الميثيل الملتصقة في الموقعين 1 و 4.



■ الشكل 26 وُجدت الهيدروكربونات الأروماتية في البيئة بسبب الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية وتستخدم لتقديم مجموعة متنوعة من المنتجات.



2-إيثيل-4,1-ثنائي ميثيل بنزين

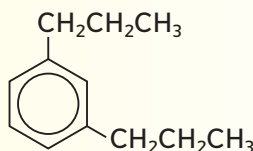
■ الشكل 27 تتم تسمية حلقات البنزين المستبدلة بنفس الطريقة التي تم تسمية الألكانات الحلقية بها.

فقط كما هو الحال مع الألكان الحلقى المستبدل، يتم ترقيم حلقات البنزين المستبدل بطريقة تعطي أقل أرقام محتملة للمجموعات البديلة، كما هو مبين في الشكل 27. فترقيم الحلقة كما هو مبين يعطي أرقام 1 و 2 و 4 للمواقع المستبدلة. لأن الإيثيل يتقدم الميثيل في الحروف الأبجدية، فتم كتابته في بداية الاسم: 2-إيثيل-4,1-ثنائي ميثيل بنزين

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح ماذا يعني وجود دائرة داخل هيكل حلقة سداسية في الشكل 27.

مثال 4

تسمية المركبات الأروماتية
قم بتسمية المركب الأروماتي المبين.

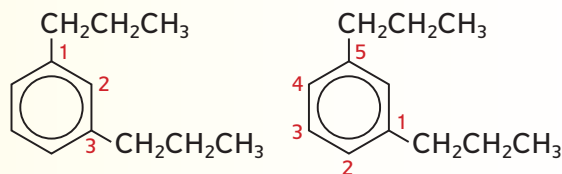


1 تحليل المسألة

يتم إعطائك مركب أروماتي. اتبع قواعد تسمية المركبات الأروماتية.

2 حساب المجهول

خطوة 1. قم بعد ذرات الكربون لإعطاء أصغر عدد ممكن.



كما ترون، فإن الرقمين 1 و 3 هما أقل من الرقمين 1 و 5. وبالتالي فإن الأرقام المستخدمة لتسمية الهيدروكربونات يجب أن تكون 1 و 3.

خطوة 2. حدد اسم المجموعات البديلة. إذا ظهر نفس المجموعة أكثر من مرة، أضف البادئة لإظهار عدد من المجموعات الحالية.

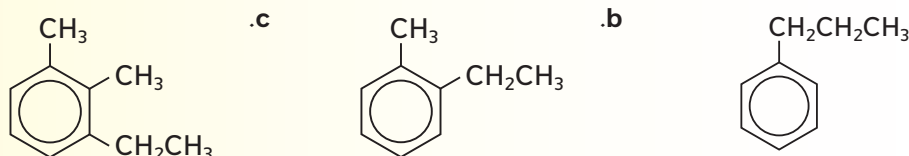
خطوة 3. ضع الاسماء معًا. رتب أسماء المجموعة البديلة أبجديًا واستخدم الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم كما يلي 3,1-ثنائي بروبييل بنزين.

3 تقييم الإجابة

تم ترقيم حلقة البنزين لإعطاء الفروع أصغر مجموعة ممكنة من الأرقام. وتم تحديد أسماء المجموعات المستبدلة بشكل صحيح.

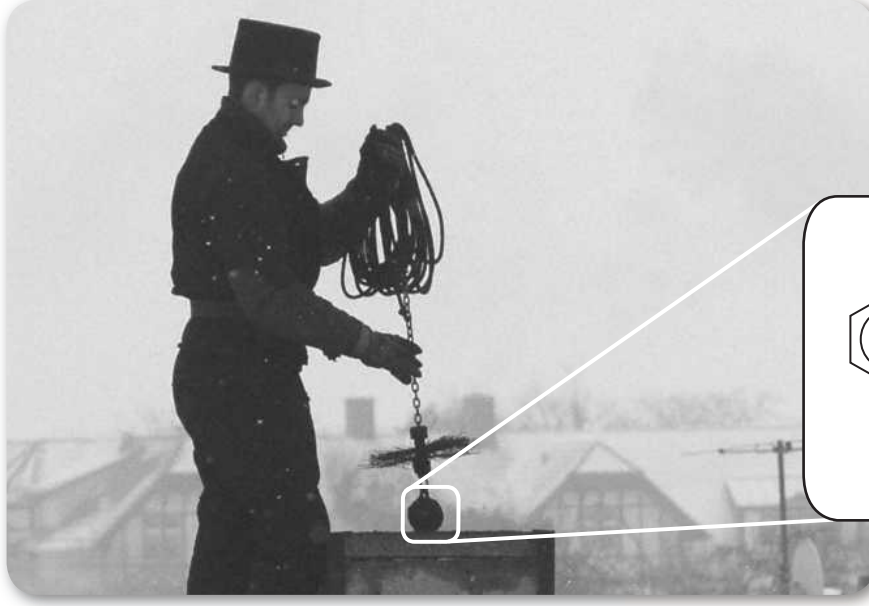
تطبيقات

31. حدد اسم المركبات التالية:



32. التحدي ارسم الصيغة البنائية 4,1-ثنائي ميثيل بنزين.

■ الشكل 28 البنزوبيرين هو مادة كيميائية تسبب السرطان توجد في السخام ودخان السجائر وعادم السيارة.



المواد المسرطنة استُخدمت العديد من المركبات الأروماتية لا سيما البنزين والتولوين والزايلين مرة واحدة عادة باسم المذيبات الصناعية والمخبرية. ومع ذلك، فقد أظهرت الاختبارات أن استخدام هذه المركبات يجب أن تكون محدودة لأنها يمكن أن تؤثر على صحة الأشخاص الذين يتعرضون لها بانتظام. وتشمل المخاطر الصحية المرتبطة بالمركبات الأروماتية أمراض الجهاز التنفسي ومشاكل الكبد وتلف الجهاز العصبي. وبعيدًا عن هذه المخاطر، فإن بعض المركبات الأروماتية هي مواد مسرطنة وهي عبارة عن مواد يمكن أن تسبب الإصابة بالسرطان.

المطويات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطوبتك.

كانت أول مادة مسرطنة معروفة مادة أروماتية اكتُشفت حوالي مطلع القرن العشرين في مدخنة السخام. كان من المعروف أن منظمي المداخن في بريطانيا العظمى يعانون من معدلات مرتفعة من مرض السرطان بشكل غير طبيعي. واكتشف العلماء أن السبب وراء الإصابة بمرض السرطان يعزى إلى البنزوبيرين والمركبات الأروماتية، كما هو مبين في الشكل 28. وهذا المركب هو منتج ثانوي من حرق خليط معقد من المواد العضوية مثل الخشب والفحم. ومن المعروف أن بعض المركبات الأروماتية الموجودة في الجازولين أيضًا هي مركبات مسببة للسرطان.

القسم 5 مراجعة

ملخص القسم

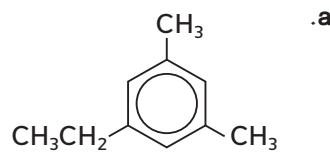
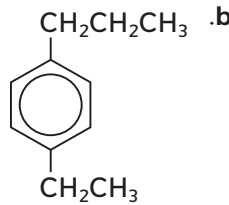
- تحتوي المركبات الهيدروكربونية الأروماتية على حلقات البنزين كجزء من تركيبها البنائي.
- تتوزع الإلكترونات في المركبات الهيدروكربونية الأروماتية بالتساوي على حلقة البنزين بأكملها.

33. **الفكرة الرئيسية** اشرح الشكل البنائي البنزين وكيف أنه يجعل الجزيء مستقرًا على نحو غير عادي.

34. **فسر** كيف تختلف المركبات الهيدروكربونية الأروماتية عن المركبات الهيدروكربونية الأليفاتية.

35. **صف** خصائص البنزين التي جعلت الكيميائيين يعتقدون أنه ليس ألكين بعدة روابط ثنائية.

36. **قم بتسمية** المركبات التالية:



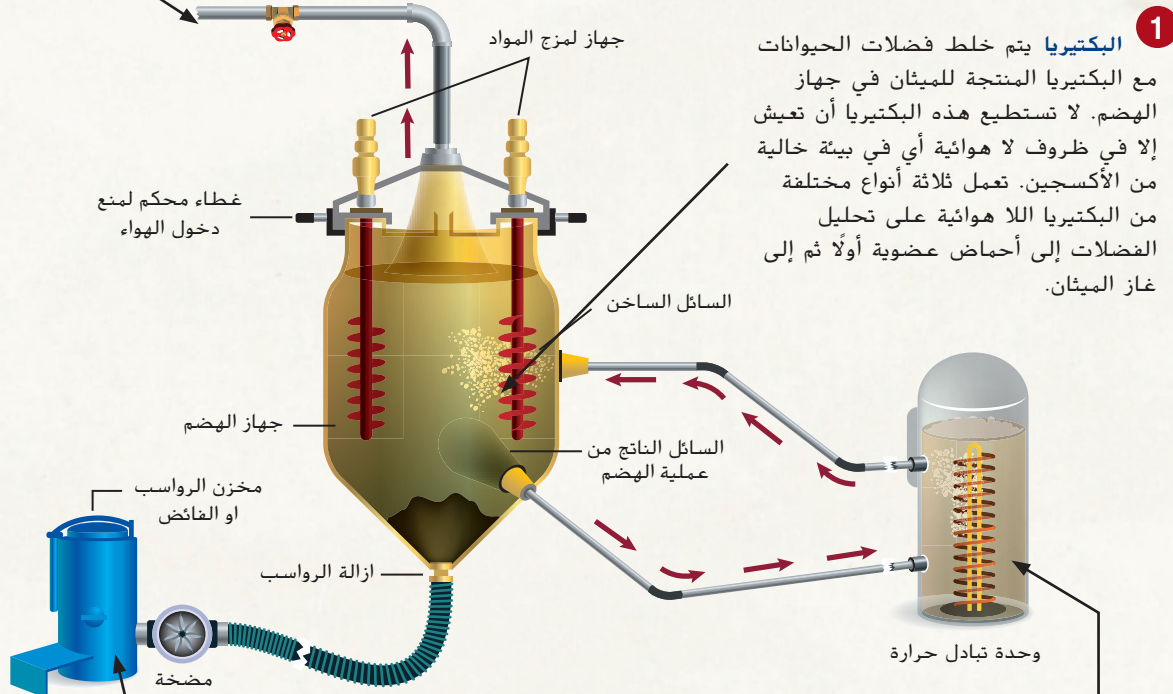
37. **اشرح** لماذا كانت العلاقة بين البنزوبيرين والسرطان علاقة هامة.

كيف تعمل؟

من مخلفات الحيوانات إلى طاقة: كيف يعمل جهاز هضم الميثان

يأمل المسؤولون في سان فرانسيسكو في أن يساهم أصحاب الحيوانات الأليفة في المدينة بفضلات حيواناتهم في مشروع تجريبي سيحوّل المواد العضوية إلى طاقة قابلة للاستخدام. يعمل جهاز هضم الميثان على تحويل فضلات الحيوانات إلى غاز بيولوجي، وهو خليط من الميثان وثنائي أكسيد الكربون. يؤدي حرق الميثان إلى توفير الطاقة للمدينة.

4 الغاز يتم جمع غاز الميثان وضغطه ويستخدم على الفور أو يتم تخزينه. يمكن استخدام الميثان لتدفئة المنازل أو توليد الكهرباء.



1 البكتيريا يتم خلط فضلات الحيوانات مع البكتيريا المنتجة للميثان في جهاز الهضم. لا تستطيع هذه البكتيريا أن تعيش إلا في ظروف لا هوائية أي في بيئة خالية من الأكسجين. تعمل ثلاثة أنواع مختلفة من البكتيريا اللا هوائية على تحليل الفضلات إلى أحماض عضوية أولاً ثم إلى غاز الميثان.

3 الرواسب لا تستطيع البكتيريا تحويل 100% من فضلات الحيوانات إلى الميثان. وتكون المادة المتبقية غير القابلة للهضم، تسمى الرواسب أو الفائض، غنية بالمواد الغذائية النباتية ويمكن استخدامها كسماد للتربة.

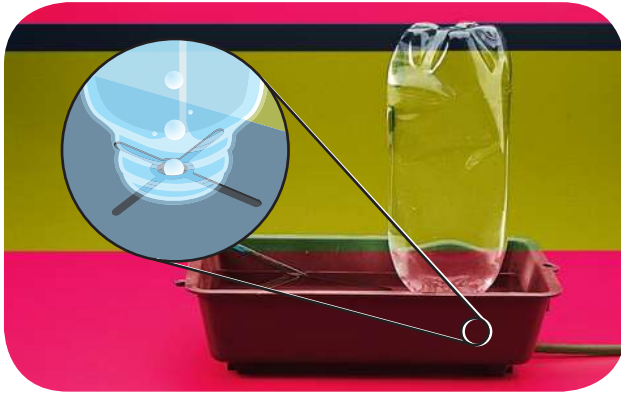
الكتابة في الكيمياء

قارن قم بإجراء بحث وأنشئ كتيبًا يقارن بين مزايا إنتاج الغاز الحيوي والطرق الأخرى التي تتبعها المؤسسات الزراعية للتخلص من فضلات الحيوانات، مثل مصانع الألبان واللحم البقري ومنتجات الدواجن.

2 درجة الحرارة كما هو الحال مع التفاعل الكيميائي، تؤثر درجة الحرارة في إنتاج الميثان. على غرار البكتيريا الموجودة في أجسامنا، تحقق البكتيريا الموجودة في جهاز الهضم أقصى فعالية بين درجتي حرارة 35°C و 37°C. وتساعد الوحدة الخارجية لتبادل الحرارة إلى جانب العزل حول غرفة جهاز الهضم في الحفاظ على ثبات درجة الحرارة وإبقائها ضمن النطاق الأمثل.

مختبر الكيمياء

الأدلة الجنائية: تحليل الغازات الهيدروكربونية المستخدمة في موقد بنزن.



الخلفية: يوجد صمام بحاجة للاستبدال في مختبر الكيمياء، ويفيد اختصاصي المختبر بأن الغاز المستخدم في داخل المختبر هو البروبان، أما مدرس الكيمياء فيقول بأن الغاز المستخدم هو الغاز الطبيعي (الميثان). استخدام الطرق العلمية لحل هذا النزاع.

السؤال: ما نوع غاز الألكان المستخدم في مختبر الكيمياء؟

المواد

حوض هوائي
مخبار مدرج
100 mL

باروميتر
ثيرموميتر

قارورة مشروب غازي بلاستيكية

سعة 1L أو 2L

أنابيب مطاطية

ميزان حساس
مناشف ورقية

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل.

2. قم بوصل الأنبوب المطاطي من مصدر الغاز إلى الحوض الهوائي، ثم املاً الحوض بماء الصنبور، وافتح صمام الغاز قليلاً لتتيح دخول كمية صغيرة من الغاز إلى الحوض لطرد الهواء خارج الأنبوب.

3. قم بقياس كتلة القارورة البلاستيكية الجافة وغطائها، ثم سجّل الكتلة، الضغط الجوي ودرجة حرارة الهواء.

4. املاً القارورة بماء الصنبور حتى تفيض للخارج، ثم أغلقها بالغطاء. في حال بقاء بعض فقاعات الهواء بداخل القارورة، انقر على القارورة بلطف على سطح مكتبك حتى يصعد كل الهواء بداخل الماء على السطح، ثم أضف المزيد من الماء، وأغلق القارورة مجدداً.

5. ضغّ الثيرموميتر في الحوض، ثم اقلب قارورة الماء المغطاة في داخل الحوض الهوائي، وإنزع غطاء القارورة بينما تظل فوهتها تحت سطح الماء. أبق فوهة القارورة فوق فتحة الغاز للحوض مباشرة.

6. افتح صمام الغاز ببطء للسماح بدخول بعض الغاز إلى داخل القارورة المقلوبة حتى تُستبدل كل الماء بداخلها، ثم أغلق الصمام فوراً. سجّل درجة حرارة الماء.

7. بينما لا تزال القارورة مقلوبة، قم بإغلاقها بالغطاء، ثم ارفع القارورة من الماء، وجفف سطحها الخارجي.

8. قم بقياس وتسجيل كتلة القارورة التي تحتوي على غاز الموقد.

9. ضع القارورة داخل خزانة الغازات، ثم شغل المروحة وانزع غطاء القارورة. قم بضغط القارورة عدة مرات لطرد الغاز من داخلها، ثم أعد ملء القارورة بالماء حتى تفيض، وحدّد حجم القارورة من خلال سكب الماء داخل المخبار المدرج المدرجة. سجّل حجم القارورة.
10. التنظيف والتخلص من النفايات نظّف مكان عملك وفقاً للتوجيهات.

التحليل والاستنتاج

1. أوجد كثافة الهواء تحت ضغط 1 atm وعند درجة حرارة 20°C هي 1.205 g/L. استخدم حجم القارورة لحساب كتلة الهواء داخل القارورة. استخدم قوانين الغاز لحساب كثافة الهواء عند درجة حرارة وضغط المختبر الذي تعمل به.
2. احسب كتلة القارورة الفارغة. احسب كتلة الغاز المُجمعة. استخدم حجم الغاز، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي مع قانون الغاز المثالي لحساب عدد مولات الغاز المُجمعة. استخدم كتلة الغاز، وعدد المولات لحساب الكتلة المولية للغاز.
3. استنتج كيف يمكن مقارنة الكتلة المولية التجريبية التي استنتجتها مع الكتل المولية لكل من غاز الميثان، والإيثان، والبروبان؟ استدلّ أي من الغازات يوجد في موقد مختبر الكيمياء.
4. حلّ الخطأ اقترح مصادر الخطأ الممكنة في تلك التجربة.

التوسع في الاستقصاء

صمّم تجربة لقياس كيفية تأثير متغير واحد مثل درجة الحرارة، أو الضغط الجوي على نتيجة تجربتك.

الفكرة الرئيسية

تختلف المركبات العضوية التي يطلق عليها اسم هيدروكربونات باختلاف أنواع الروابط بها

القسم 1 مقدمة حول الهيدروكربونات

- المفردات**
- المركب العضوي
 - هيدروكربون
 - هيدروكربون مشبع
 - هيدروكربون غير مشبع
 - التقطير التجزيئي
 - التكسير

الفكرة الرئيسية الهيدروكربونات هي المركبات العضوية التي تحتوي على الكربون الذي يوفر مصدرًا للطاقة والمواد الخام.

- المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون، وهو قادر على تشكيل سلاسل مستقيمة وسلاسل متفرعة.
- المركبات الهيدروكربونية هي مواد عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين.
- المصادر الرئيسية للمواد الهيدروكربونية هي النفط والغاز الطبيعي.
- يمكن فصل النفط إلى مركبات عن طريق عملية التقطير التجزيئي.

القسم 2 الألكانات

- المفردات**
- ألكان
 - السلسلة
 - المتجانسة
 - السلسلة الأم
 - المجموعة البديلة
 - الهيدروكربون الحلقي
 - الألكان الحلقي

الفكرة الرئيسية الألكانات هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط.

- الألكانات تحتوي على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- أفضل تمثيل للألكانات والمركبات العضوية الأخرى عن طريق الصيغ البنائية ويمكن تسميتها باستخدام القواعد المنهجية التي يحددها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).
- تسمى الألكانات التي تحتوي على هيدروكربون حلقي بالألكانات الحلقية.

القسم 3 الألكينات والألكاينات

- المفردات**
- الألكين
 - الألكاين

الفكرة الرئيسية الألكينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية على الأقل، والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

- الألكينات والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل، على التوالي.
- الألكينات والألكاينات هي مركبات غير قطبية ذات قدرة تفاعلية أكبر من الألكانات ولكن لها خصائص أخرى مماثلة لخصائص الألكانات.

القسم 4 أيزومرات الهيدروكربونات

- المفردات**
- الأيزومر
 - أيزومر بنائي
 - أيزومر فراغي
 - أيزومر هندسي
 - عدم التناظر
 - المرآتي
 - الكربون غير المتمثل
 - الأيزومر الضوئي
 - الدوران الضوئي

الفكرة الرئيسية بعض الهيدروكربونات لديها نفس الصيغة الجزيئية ولكن لديها صيغ بنائية مختلفة.

- الأيزومرات هي اثنين أو أكثر من المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكن ذات صيغ بنائية مختلفة.
- الأيزومرات البنائية تختلف في ترتيب ترابط الذرات مع بعضها البعض.
- الأيزومرات الفراغية كلها ذات ذرات مرتبطة بنفس الترتيب ولكنها ذات ترتيب مختلف في الفراغ.

القسم 5 الهيدروكربونات الأروماتية

- المفردات**
- المركب الأروماتي
 - المركب الأليفاتي

الفكرة الرئيسية الهيدروكربونات الأروماتية هي مركبات مستقرة بشكل غير عادي ذات بنية حلقية تتشارك فيها الإلكترونات بواسطة العديد من الذرات.

- الهيدروكربونات الأروماتية تحتوي على حلقات البنزين كجزء من صيغتها البنائية.
- تتوزع الإلكترونات في الهيدروكربونات الأروماتية بالتساوي في حلقة البنزين بأكملها.

القسم 1

إتقان المفاهيم

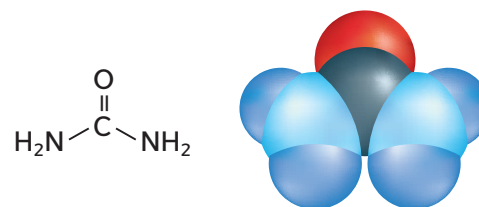
38. الكيمياء العضوية لماذا أدى اكتشاف فولر إلى تطوير مجال الكيمياء العضوية؟
39. ما السمة الرئيسة للمركب العضوي؟
40. ما خصائص ذرة الكربون التي تجعلها قادرة على تكوين مركبات عضوية كثيرة ومتنوعة؟
41. اذكر مصدرين من المصادر الطبيعية للمواد الهيدروكربونية.
42. ما الخاصية الفيزيائية للمركبات البترولية المستخدمة للفصل بينها خلال التقطير التجزيئي؟
43. وضح الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة والهيدروكربونات غير المشبعة.

إتقان حل المسائل

44. التقطير رتب المركبات المذكورة في الجدول 7 حسب الترتيب الذي تخرج به خلال تقطيرها من خليط. يبدأ الترتيب من المركب الأول بالفصل إلى المركب الأخير.

الجدول 7 درجات غليان الألكان	
المركب	درجة الغليان (C°)
هكسان	68.7
ميثان	-161.7
أوكتان	125.7
بيوتان	-0.5
بروبان	-42.1

45. كم عدد الإلكترونات المشتركة بين ذرتي الكربون في كل من روابط الكربون-الكربون التالية؟
- a. رابطة أحادية
- b. رابطة ثنائية
- c. رابطة ثلاثية



الشكل 29

46. الشكل 29 يظهر نموذجين لجزيء اليوريا، وهو الجزيء الذي قام فريدريك فولر بتصنيعه لأول مرة في عام 1828.
- a. حدد أنواع النماذج المبينة.
- b. هل اليوريا مركب عضوي أم غير عضوي؟ فسر إجابتك.
47. يتم إعداد نماذج للجزيئات باستخدام الصيغ الجزيئية والصيغ البنائية، ونماذج الكرة والعصا، ونماذج ملء الفراغ. ما مزايا وعيوب كل نموذج؟

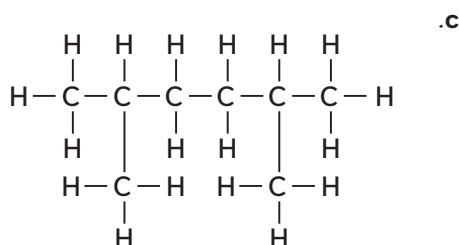
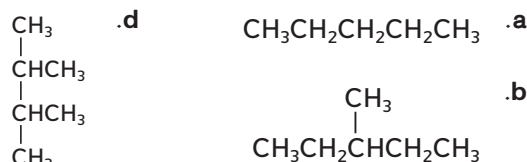
القسم 2

إتقان المفاهيم

48. صف خصائص السلاسل المتجانسة للمركبات الهيدروكربونية.
49. الوقود اذكر اسم ثلاثة ألكانات تستخدم كوقود وصف استخدام إضافي لكل منها.
50. ارسم الصيغة البنائية لكل مما يلي:
- a. الإيثان
- b. الهكسان
- c. البروبان
- d. الهبتان
51. اكتب الصيغ البنائية الموجزة للألكانات في السؤال السابق.
52. اكتب الاسم وارسم الصيغة البنائية لمجموعة الألكيل التي تتوافق مع كل من الألكانات التالية:
- a. الميثان
- b. البيوتان
- c. الأوكتان
53. كيف يمكن للصيغة البنائية للألكان الحلقي أن تختلف عن ألكان ذو سلسلة مستقيمة وألكان ذو سلسلة متفرعة؟
54. درجات التجمد والغليان استخدم الماء والميثان لشرح كيف أن التجاذب بين الجزيئات يؤثر عمومًا على درجة الغليان ودرجة التجمد للمادة.

إتقان حل المسائل

55. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية:



56. ارسم الصيغة البنائية الكاملة للمركبات الآتية:

- a. الهبتان
- b. 2-ميثيل هكسان
- c. 3,2-ثنائي ميثيل بنتان
- d. 2,2-ثنائي ميثيل بروبان
57. ارسم الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية.
- a. 2.1-ثنائي ميثيل بروبان حلقي
- b. 1.1-ثنائي إيثيل-2-ميثيل بنتان حلقي

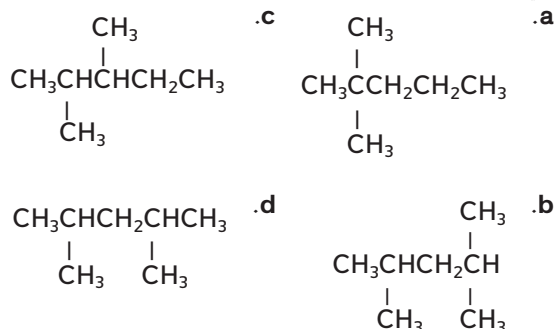
القسم 4

إتقان المفاهيم

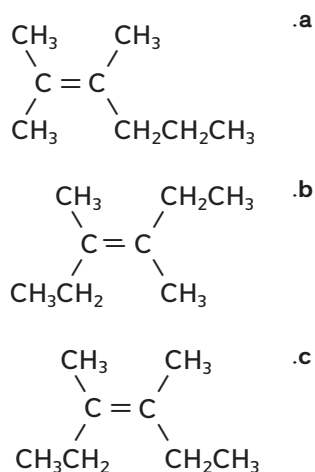
64. ما أوجه التشابه بين اثنين من الأيزومرين، وما أوجه الاختلاف؟
65. صف الفرق بين أيزومرات مع (cis) و ضد (trans) - وترانس من حيث الترتيب الهندسي.
66. ما خصائص المادة العديمة التماثل المرآتي؟
67. الضوء ما أوجه الاختلاف بين الضوء المستقطب والضوء العادي، مثل ضوء الشمس؟
68. كيف تؤثر الأيزومرات الضوئية على الضوء المستقطب؟

إتقان حل المسائل

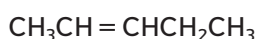
69. حدد زوج الأيزومرات من الصيغ البنائية المختصرة الواردة في المجموعة التالية:



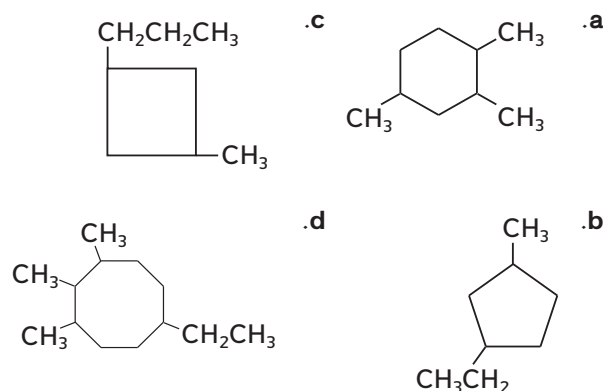
70. حدد زوج الأيزومرات الهندسية من بين مجموعة الصيغ البنائية التالية. اشرح اختياراتك. اشرح كيفية ارتباط الصيغة البنائية الثالثة مع الصيغتين الأخريتين.



71. ارسم الصيغ البنائية المختصرة لأربعة أيزومرات بنائية مختلفة للصيغة الجزيئية C_4H_8 .
72. ارسم وسمّي الأيزومرات الهندسية للجزيء الممثل في الصيغة المختصرة التالية.



58. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية:



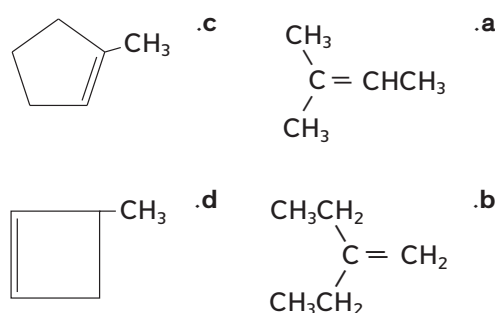
القسم 3

إتقان المفاهيم

59. اشرح أوجه اختلاف الألكينات عن الألكانات. ما أوجه اختلاف الألكينات عن كل من الألكينات والألكانات؟
60. يعتمد اسم الهيدروكربون على اسم السلسلة الأم. وضح كيف أن تحديد السلسلة الأم عند تسمية الألكينات يختلف عن نفس التحديد عند تسمية الألكانات.

إتقان حل المسائل

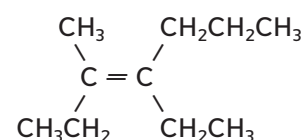
61. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية المختصرة التالية:



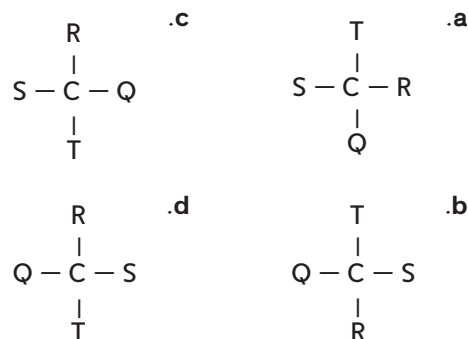
62. ارسم الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية.

- a. 4.1-ثنائي إيثيل هكسان حلقي
- b. 4.2-ثنائي ميثيل-1-أوكتين
- c. 2.2-ثنائي ميثيل-3-هكساين

63. اذكر اسم المركب الذي تمثله الصيغة البنائية المختصرة التالية:



73. ثلاثة من الهياكل البنائية التالية متماثلة تمامًا، ولكن الهيكل البنائي الرابع يمثل أيزومر ضوئي للثلاث الأخرى. حدّد الأيزومر الضوئي. وفسر السبب في اختيارك.



القسم 5

إتقان المفاهيم

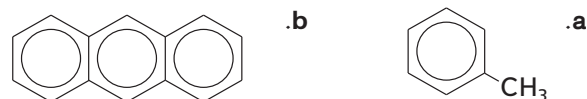
74. ما الخصائص البنائية المشتركة بين جميع الهيدروكربونات الأروماتية؟

75. ما المواد المسببة للسرطان؟

إتقان حل المسائل

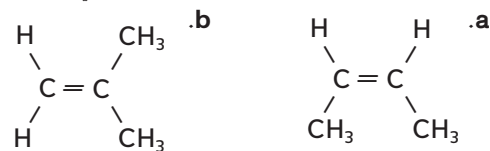
76. ارسم الصيغة البنائية لمركب 2.1-ثنائي ميثيل بنزين.

77. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية:



مراجعة عامة

78. هل الصيغ البنائية التالية تمثل نفس الجزيء؟ فسّر إجابتك.



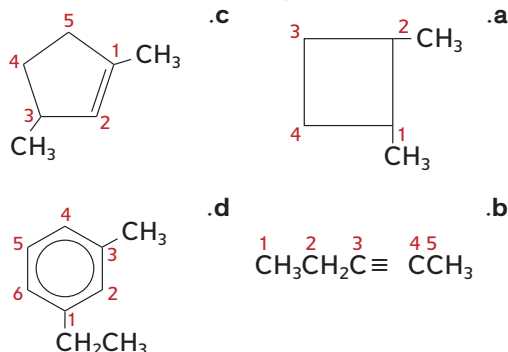
79. كم عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في جزيء الألكان الذي له تسع ذرات كربون؟ كم العدد في الألكين الذي له تسع ذرات كربون ورابطة ثنائية واحدة؟

80. الصيغة العامة للألكانات هي C_nH_{2n+2} . حدّد الصيغة العامة للألكان الحلقي.

81. التصنيع لماذا تعتبر المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة أكثر فائدة من المركبات الهيدروكربونية المشبعة كموايد أولية في الصناعات الكيميائية؟

82. هل البنتان الحلقي أيزومر للبنتان؟ فسّر إجابتك.

83. حدّد ما إذا كانت كل من الصيغ البنائية التالية تظهر الترقيم الصحيح. إذا كان الترقيم غير صحيح، فقم بإعادة رسم الصيغة البنائية بالترقيم الصحيح.



84. لماذا يستخدم علماء الكيمياء الصيغ البنائية للمركبات العضوية بدلاً من الصيغ الجزيئية، مثل C_5H_{12} ؟

85. أي مما يلي تتوقع أن يكون له خصائص فيزيائية متماثلة أكثر، زوج من الأيزومرات البنائية أم زوج من الأيزومرات الفراغية؟ علّل إجابتك.

86. فسر سبب الحاجة لترقيم الألكينات والكينات غير المتفرعة عند تسميتها بحسب IUPAC، بينما لا حاجة لذلك عند تسمية الألكانات غير المتفرعة.

87. المركب الذي يحتوي على رابطتين ثنائيتين ينتهي اسمه بالمقطع دايين. اسم الهيكل البنائي المبين هو 4.1-بنتادايين. استخدم معرفتك بقواعد التسمية IUPAC لرسم بنية 3.1-بنتادايين.



التفكير الناقد

88. حدّد أي من الاسمين التاليين لا يمكن أن يكون صحيحًا. وارسم صيغته البنائية.

a. 2-إيثيل-2-بيوتين b. 4.1-ثنائي ميثيل هكسان حلقي c. 5.1-ثنائي إيثيل بنزين

89. استدَلّ يطلق على سكر الجلوكوز في بعض الأحيان دكتوروز (dextrose) (سكر العنب). كما يعرف محلول الجلوكوز dextrorotatory. حلل المصطلح "dextrorotatory"، واقترح معنى للمصطلح.

90. فسر الرسوم العلمية ارسم بنية كيكولي للبنزين، وفسر السبب في أنها لا تمثل البنية الفعلية.

91. تعرّف على السبب والنتيجة فسر السبب في أن الألكانات، مثل الهكسان والهكسان الحلقي، فقالة في إذابة الشحوم، في حين أن الماء ليس كذلك.

الكتابة في الكيمياء

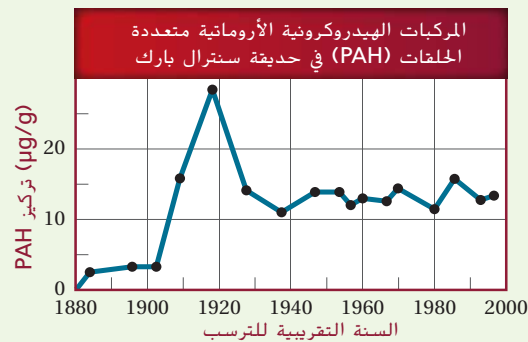
98. الجازولين كان عنصر مقاومة القرقة الرئيسي في الجازولين هو مركب رباعي إيثيل الرصاص لسنوات عديدة. ابحث للتعرف على بنية هذا المركب، وتاريخ تطوره واستخدامه، ولماذا توقف استخدامه. ابحث عما إذا كان لا يزال يستخدم كمادة مضافة للجازولين في أماكن من العالم.
99. العطور المسك المستخدم في العطور يحتوي على العديد من المركبات الكيميائية، بما في ذلك ألكانات حلقية كبيرة. ابحث واكتب تقرير قصير عن المصادر المستخدمة لمركبات المسك الطبيعية والاصطناعية في هذه المنتجات الاستهلاكية.

أحـم أسئلة حول مستند

المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات PAH توجد بشكل طبيعي، ولكن يمكن للأنشطة البشرية أن تزيد من تركيزها في البيئة. تم جمع عينات من التربة لدراسة المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات. تم تحديد متى ترسب كل مكون رئيس فيها، باستخدام النظائر المشعة لتحديد.

الشكل 30 يدل على تركيز المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات (PAH) التي تم الكشف عنها في حديقة سنترال بارك في مدينة نيويورك.

تم الحصول على البيانات من: Yan, B. et al, 2005. *Environmental Science Technology* 39 (18): 7012–7019.



■ الشكل 30

100. قارن بين متوسط تركيزات مركبات الهيدروكربون الأروماتية متعددة الحلقات قبل 1905 وبعد 1925.
101. يتم إنتاج مركبات الهيدروكربون الأروماتية متعددة الحلقات بكميات صغيرة في بعض النباتات والحيوانات، ولكن معظمها يأتي من الأنشطة البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري. استدلّ عن السبب وراء كون المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات منخفضة نسبياً في أواخر 1800 وبداية 1900.

92. فسر استخدم الجدول 8 لكتابة جملة توضح خلالها العلاقة بين عدد ذرات الكربون ودرجات الغليان للألكانات المبينة.

93. ارسم رسماً بياني للمعلومات الواردة في الجدول 8. تنبأ بدرجة الغليان ودرجة الانصهار للألكانات التي تحتوي على 11 و 12 ذرة كربون. ابحث عن القيم الفعلية وقارن بين توقعاتك وهذه الأرقام.

الجدول 8 بيانات عن الألكانات المختارة		
الاسم	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
CH ₄	-182	-162
C ₂ H ₆	-183	-89
C ₃ H ₈	-188	-42
C ₄ H ₁₀	-138	-0.5
C ₅ H ₁₂	-130	36
C ₆ H ₁₄	-95	69
C ₇ H ₁₆	-91	98
C ₈ H ₁₈	-57	126
C ₉ H ₂₀	-54	151
C ₁₀ H ₂₂	-29	174

تحدي

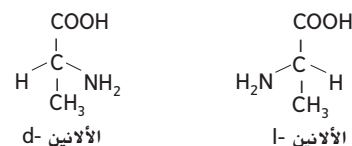
94. كربون غير متماثل العديد من المركبات العضوية لها أكثر من ذرة كربون غير متماثلة. لكل ذرة كربون غير متماثلة في مركب، قد يوجد زوج من الأيزومرات الفراغية. إجمالي عدد الأيزومرات للمركب يساوي 2^n ، حيث أن n هو عدد ذرات الكربون غير المتماثلة. ارسم البنية البنائية، وحدد عدد الأيزومرات الفراغية الممكنة لكل مركب مذكور أدناه.
- a. 5.3-ثنائي ميثيل النونان
b. 7.3-ثنائي ميثيل-5-إيثيل ديكان

مراجعة تراكمية

95. ما العنصر الذي لديه تركيب إلكتروني في حالة الاستقرار التالي: $[Ar]4s^2 3d^6$ ؟
96. ما شحنة الأيونات التي تشكلت من المجموعات التالية؟
- a. الفلزات القلوية
b. الفلزات القلوية الأرضية
c. الهالوجينات
97. اكتب المعادلات الكيميائية للاحتراق الكامل للإيثان، والإيثين، والإيثانين لتنتج ثاني أكسيد الكربون والماء.

الاختبار من متعدد

1. الألانين، مثل معظم الأحماض الأمينية، يوجد في شكلين:



تقريبًا كل الأحماض الأمينية الموجودة في الكائنات الحية هي في الشكل l. أي من المصطلحات التالية يصف بشكل أفضل كلاً من الألانين-l والألانين-d؟

- A. أيزومرات بنائية
- B. أيزومرات هندسية
- C. أيزومرات ضوئية
- D. أيزومرات فراغية

2. أي مما يلي لا يؤثر على سرعة التفاعل؟

- A. الحفازات
- B. مساحة أسطح المواد المتفاعلة
- C. تركيز المواد المتفاعلة
- D. النشاط الكيميائي للنواتج

3. ما المولالية لمحلول يحتوي على 0.25 g من ثنائي كلورو بنزين ($\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$) المذاب في 10.0 g من الهكسان الحلقي (C_6H_{12})؟

- A. 0.17 mol/kg
- B. 0.014 mol/kg
- C. 0.025 mol/kg
- D. 0.00017 mol/kg

استخدم الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة من 4 حتى 6.

بيانات عن مركبات هيدروكربونية مختلفة				
الاسم	عدد ذرات الكربون C	عدد ذرات الهيدروجين H	درجة الانصهار ($^{\circ}\text{C}$)	درجة الغليان ($^{\circ}\text{C}$)
هبتان	7	16	-90.6	98.5
1-هبتين	7	14	-119.7	93.6
1-هبتاين	7	12	-81	99.7
أوكتان	8	18	-56.8	125.6
1-أوكتين	8	16	-101.7	121.2
1-أوكتاين	8	14	-79.3	126.3

4. بناء على المعلومات الواردة في الجدول، ما نوع الهيدروكربونات التي تصبح غاز عند أقل درجة حرارة؟

- A. الألكان
- B. الألكين
- C. الألكاين
- D. الأروماتية

5. إذا كان n عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، فما الصيغة العامة للألكانات التي لها رابطة ثلاثية واحدة؟

- A. C_nH_{n+2}
- B. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- C. C_nH_{2n}
- D. $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

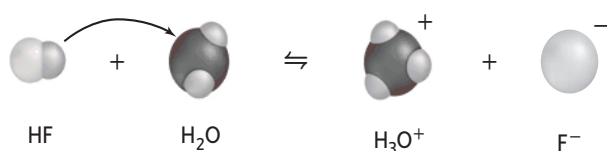
6. يمكن التوقع من الجدول أن النونان سيكون له درجة انصهار

- A. أكبر من درجة انصهار الأوكتان.
- B. أقل من درجة انصهار الهبتان.
- C. أكبر من درجة انصهار الديكان.
- D. أقل من درجة انصهار الهكسان.

7. تحت ضغط 1.00 atm وعند درجة حرارة 20°C ، يمكن إذابة 1.72 g من CO_2 في 1L من الماء. ما مقدار CO_2 الذي يمكن إذابته إذا تم رفع الضغط إلى 1.35 atm دون تغيير درجة الحرارة؟

- A. 2.32 g/L
- B. 1.27 g/L
- C. 0.785 g/L
- D. 0.431 g/L

استخدم الرسم التخطيطي للإجابة عن السؤال 8.



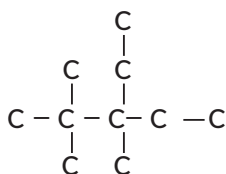
8. في التفاعل الأمامي، أي مادة حمض برونشتد-لوري؟

- A. HF
- B. H₂O
- C. H₃O⁺
- D. F⁻

9. أي مما يلي لا يصف ما يحدث عند غليان السائل؟

- A. درجة حرارة النظام ترتفع.
- B. النظام يمتص الطاقة.
- C. الضغط البخاري للسائل يساوي الضغط الجوي.
- D. السائل يدخل مرحلة الغاز.

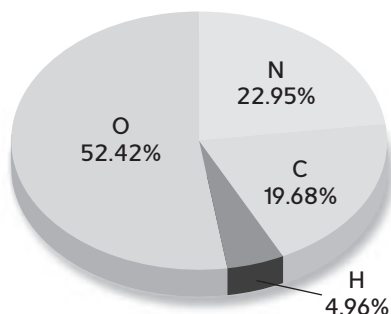
اختبار الكفاءة الدراسية (SAT) في مادة: الكيمياء



15. ما اسم المركب الذي تظهر صيغته البنائية في الأعلى؟

- A. 3.2.2-ثلاثي ميثيل-3-إيثيل بنتان
B. 3-إيثيل-4.4.3-ثلاثي ميثيل بنتان
C. 2-بيوتيل-2-إيثيل بيوتان
D. 3-إيثيل-3.2.2-ثلاثي ميثيل بنتان
E. 2,2-ثنائي ميثيل, 3-ثنائي ميثيل, 3-ميثيل بروبان

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين 16 و 17.



16. ما صيغة هذا المركب؟

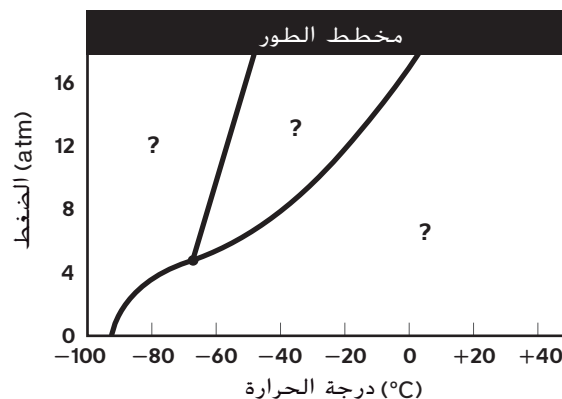
- A. $\text{C}_5\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_2$
B. $\text{C}_8\text{H}_2\text{N}_9\text{O}_{11}$
C. $\text{C}_{1.6}\text{H}_5\text{N}_{1.6}\text{O}_{3.3}$
D. CH_3NO_2
E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_5$

17. كم جرام من النيتروجين يوجد في 475 g من هذا المركب؟

- A. 33.9 g
B. 52.8 g
C. 67.9 g
D. 109 g
E. 120.0 g

أسئلة ذات إجابات قصيرة

12. استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن الأسئلة من 10 حتى 11.



10. ما حالة المادة التي تقع في درجة حرارة 80°C وضغط 10 atm؟

11. ما درجة الحرارة والضغط عندما تكون المادة في النقطة الثلاثية؟

12. صف التغيرات التي تحدث في الترتيب الجزيئي عند زيادة الضغط من 8 atm إلى 16 atm، في حين تكون درجة حرارة ثابتة عند 0°C .

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

استخدم جدول البيانات التالي للإجابة عن السؤالين 13 و 14.

بيانات تجريبية للتفاعل بين A و B		
التركيز الابتدائي (M) [A]	التركيز الابتدائي (M) [B]	السرعة الابتدائية (mol/L.s)
0.10M	0.10M	7.93
0.30M	0.10M	23.79
0.30M	0.20M	95.16

13. اوجد قيم m و n لقانون السرعة $\text{السرعة} = k[\text{A}]^m[\text{B}]^n$.

14. حدّد قيمة k في هذا التفاعل.

مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها

الفكرة الرئيسية

تنتج مركبات كيميائية عضوية متنوعة عن استبدال ذرات الهيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بالمجموعات الوظيفية المختلفة.

الأقسام

1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

2 الكحولات والإثيرات والأمينات

3 مركبات الكربونيل

4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

5 البولييمرات

التجربة الاستهلاكية

كيف تصنع الصلصال المرن؟

بالإضافة إلى الكربون والهيدروجين، تحتوي معظم المواد العضوية على عناصر أخرى تكسبها خواص مميزة. وفي هذه التجربة، ستوضح كيف تغير المجموعات الوظيفية خواص المواد من خلال عمل روابط تشابكية بين السلاسل الكربونية.

مطويات منظم الدراسة

مجموعات وظيفية

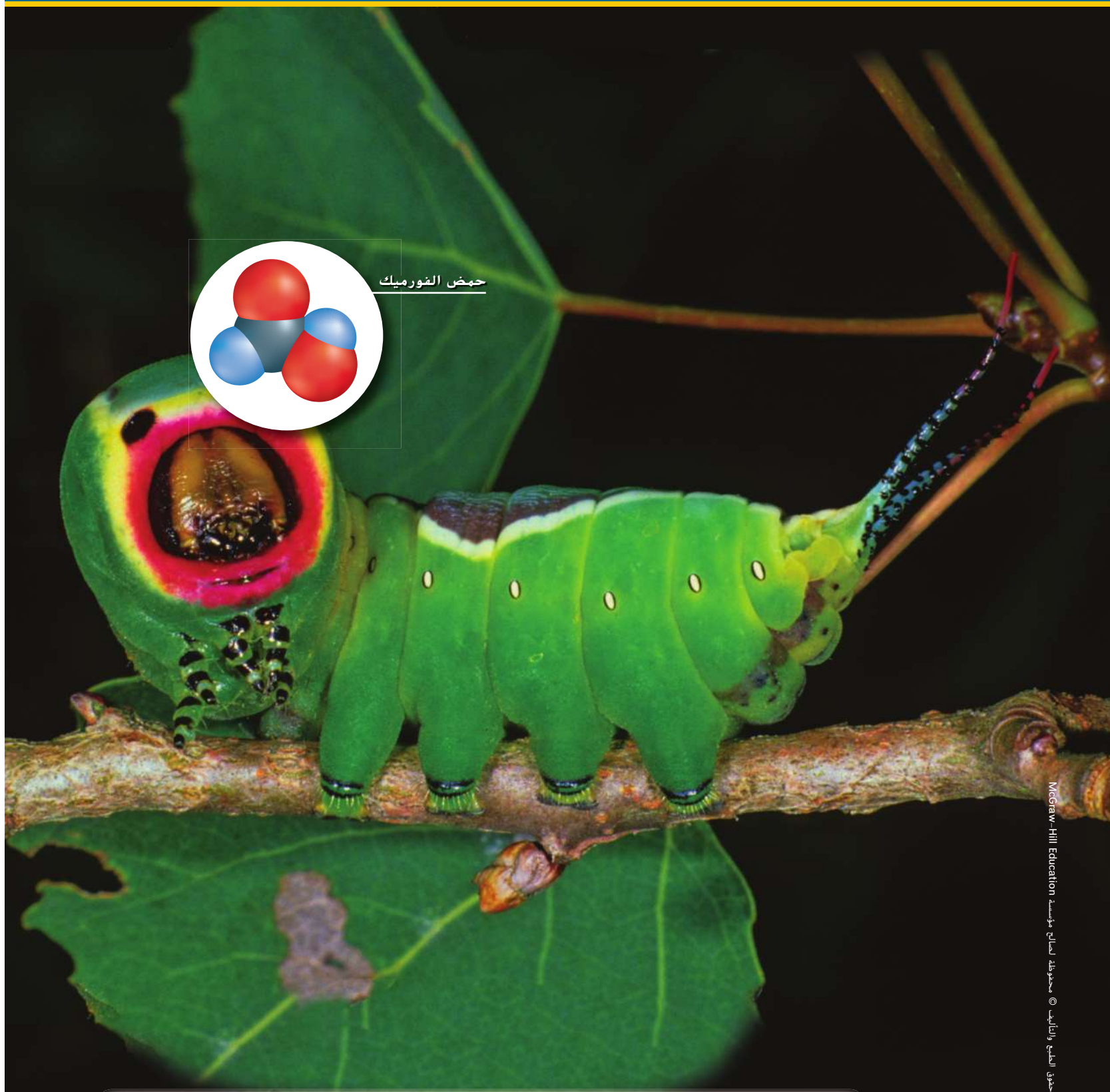
أنشئ مطوية على هيئة دفتر، ثم عنوانها كما هو موضح في الشكل. واستخدمها في تنظيم معلوماتك حول المجموعات الوظيفية في المركبات العضوية.

○	الكحول
○	الإثير
○	حمض أميني
○	الدهيد
○	كينون
○	حمض الكربوكسيليك
○	إستر
○	أميد

تقرز يرقة عثة *Cerura vinula* حمض الفورميك عندما تتعرض للتهديد. وحمض الفورميك عبارة عن مشتق هيدروكربوني، وهو نوع من المركبات يتكوّن عند استبدال ذرة هيدروجين أو أكثر في الهيدروكربون بذرات أخرى.



حمض الكبريتيك



هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

القسم 1

الفكرة الرئيسة يمكن أن تستبدل ذرة هيدروجين بذرة هالوجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.

قد يكون سبق لك وأن لعبت في فريق رياضي، أي اللاعبين تم استبداله خلال المباراة؟ على سبيل المثال، ينزل اللاعب المرحاح مكان اللاعب المتعب، وبعد التبدل تتغير معالم الفريق وأدائه.

الكيمياء في حياتك

مجموعات وظيفية

قرأت سابقاً أن ذرات الكربون في مركبات الهيدروكربونات ترتبط مع ذرات كربون أخرى أو مع ذرات الهيدروجين فقط. لكن يمكن لذرات الكربون أن تشكل روابط تساهمية قوية مع عناصر أخرى، كالأكسجين والنيتروجين والفلور والكلور والبروم واليود والكبريت والفوسفور.

وتتواجد ذرات هذه المركبات في المواد العضوية كجزء من المجموعات الوظيفية. وتُعرف **المجموعة الوظيفية** بأنها ذرة أو مجموعة من الذرات تدخل في تركيب جزئي المركب العضوي، وتتفاعل دائماً بالطريقة نفسها. وعند إضافة مجموعة وظيفية إلى الصيغة البنائية (تركيب) للمركب الهيدروكربوني تنتج مادة جديدة بخصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن خصائص المركب الهيدروكربوني الأصلي. وتحتوي كافة المواد -الطبيعية والصناعية- المبينة في **الشكل 1** على مجموعات وظيفية تكسبها خواص مميزة، كالرائحة مثلاً. ويبين **الجدول 1** بعض المجموعات الوظيفية المهمة في المركبات العضوية. وتمثل الرموز R و R' سلاسل وحلقات الكربون المرتبطة معها. وكما يمثل الرمز * ذرة هيدروجين أو سلسلة كربون أو حلقة كربونية.

وتذكر أن الرابطة الثنائية والرابطة الثلاثية التي تتكون بين ذرتي كربون تعتبر مجموعات وظيفية على الرغم من أنها تتكون من ذرات كربون وهيدروجين فقط. وبمعرفة خواص المجموعات الوظيفية، يمكنك التنبؤ بخواص المركبات العضوية التي توجد بها، حتى لو لم يسبق لك دراستها.

الأسئلة الرئيسة

- ما المجموعات الوظيفية، وما هي بعض الأمثلة عنها؟
- كيف تقارن وتقابل الصيغ البنائية لكل من هاليد الألكيل والأريل؟
- ما العوامل التي تؤثر في درجة الغليان في الهاليدات العضوية؟

مفردات للمراجعة

المركبات الأليفاتية aliphatic

compound: هيدروكربون غير عطري، مثل الألكان أو الألكين أو الألكاين

مفردات جديدة

مجموعة وظيفية

functional group

halocarbon

هالوكربون

alkyl halide

هاليد الألكيل

aryl halide

هاليد الأريل

plastic

بلاستيك

تفاعل استبدال

substitution reaction

halogenation

هلجنة



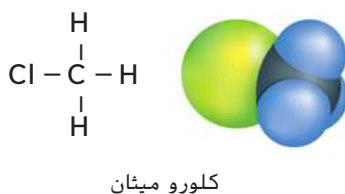
■ **الشكل 1** تحتوي كافة هذه المواد على مجموعة وظيفية واحدة على الأقل، ستدرسها في هذه الوحدة. فعلى سبيل المثال، تمتاز الفواكه والأزهار برائحة عطرية مميزة، وذلك بسبب وجود جزيئات الإستر فيها.

الجدول 1 المركبات العضوية ومجموعاتها الوظيفية		
نوع المركب	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية
هالوكربون	$R-X \text{ (X = F, Cl, Br, I)}$	هالوجين
كحول	$R-OH$	هيدروكسيل
إيثر	$R-O-R'$	إيثر
حمض أميني	$R-NH_2$	أمينو
ألدهيد	$\begin{array}{c} O \\ \\ * - C - H \end{array}$	كربونيل
كيتون	$\begin{array}{c} O \\ \\ R - C - R' \end{array}$	كربونيل
حمض كربوكسيلي	$\begin{array}{c} O \\ \\ * - C - OH \end{array}$	كربوكسيل
إستر	$\begin{array}{c} O \\ \\ * - C - O - R \end{array}$	إستر
أميد	$\begin{array}{c} O & H \\ & \\ * - C - N - R \end{array}$	أميد

المركبات العضوية المحتوية على الهالوجينات

تعتبر الهالوجينات من أبسط المجموعات الوظيفية التعويضية التي يمكن أن تحل محل ذرات الهيدروجين في الهيدروكربونات، وتعني تعويضية أنها تكون فرع من السلسلة الكربونية الرئيسة للمركب العضوي. ودرست سابقاً أن الهالوجينات هي عناصر كيميائية تقع في المجموعة 17 من الجدول الدوري الفلور والكلور والبروم واليود هي الهالوجينات. أي مركب عضوي يحتوي على بديل هالوجيني يسمى **هالوكربون**. وعندما تحل ذرة هالوجين محل ذرة هيدروجين في الألكان ينتج عن ذلك **هاليد ألكيل**، وهو مركب عضوي يحتوي على ذرة هالوجين مرتبطة برابطة تساهمية مع ذرة كربون أليفاتية. وتدخل الهالوجينات الأربعة الأولى -الفلور والكلور والبروم واليود- في تركيب الكثير من المركبات العضوية، وعلى سبيل المثال، مركب الكلوروميثان، هو هاليد ألكيل يتكون عندما تحل ذرة الكلور محل إحدى ذرات الهيدروجين الموجودة في الميثان. كما هو مبين في الشكل 2.

■ **الشكل 2** يستعمل الكلوروميثان في صناعة منتجات السيليكون، الذي يستخدم في تثبيت الأبواب والنوافذ ومنع التسريب.



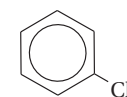
هاليد أريل هو مركب عضوي يحتوي على ذرة هالوجين مرتبطة في حلقة بنزين أو أي مجموعة أروماتية (عطرية) أخرى. ولكتابة الصيغة البنائية لهاليد الأريل، ينبغي أولاً أن تُكتب الصيغة البنائية للمركب الأروماتي، ومن ثم تُستبدل ذرة الهيدروجين بذرة هالوجين، كما بيّن **الشكل 3a**.

الربط  **بـعلم الأرض** تستخدم هاليدات الألكيل على نطاق واسع كمبردات، وحتى أواخر الثمانينات كانت تُسمى هاليدات الألكيل بمركبات الكلورو فلورو كربون (CFCs)، حيث كانت تستخدم كثيرًا في صناعة التلاجات ومكيفات الهواء. ثم تبين أنها تؤثر سلبًا في طبقة الأوزون، لذا تم الاستعاضة عن مركبات الكلورو فلورو كربون CFCs بمركبات هيدرو فلورو كربون HFCs التي تحتوي على ذرات الهيدروجين والفلور المرتبطة مع ذرات الكربون، ومن أكثرها شيوعًا هو 2.1.1- ثلاثي فلورو إيثان.

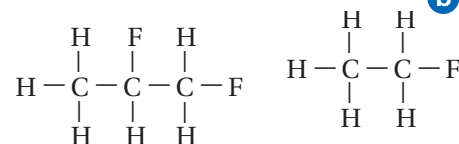
تسمية الهالوكربونات يستخدم نظام IUPAC في تسمية جزيئات المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية، وتعتمد طريقة التسمية على السلاسل الكربونية الرئيسية للألكانات المكونة لها. فالمقطع الأول في اسم هاليد الألكيل يدل على الهالوجين الموجود فيه، مع إضافة الحرف (و) في نهايته، لذلك يكون المقطع الأول للفلور هو فلورو، وللكلور هو كلورو، وللبروم هو برومو، وللبيود هو يودو، كما يظهر في **الشكل 3b**.

وفي حال وجود نوع أو أكثر من ذرات الهالوجين في الجزيء نفسه، تذكر الذرات في الاسم بحسب ترتيبها الأبجدي، كما يجب ترقيم سلسلة الكربون الرئيسية بحيث تعطى أول ذرة كربون مرتبطة بالمجموعة الوظيفية أقل رقمًا ممكنًا. لاحظ تسمية هاليد الألكيل في **الشكل 3c**. بطريقة مشابهة، ترقم حلقة البنزين في هاليد الأريل، بحيث تأخذ كل مجموعة وظيفية مرتبطة بها أقل رقم ممكن، كما يظهر في **الشكل 3d**.

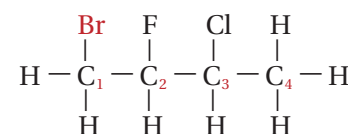
✓ **التأكد من فهم النص** استنتج لماذا يستخدم لتسمية الأريل أقل رقم ممكن للإشارة لموقع المجموعة بدلاً من استخدام أرقام عشوائية.



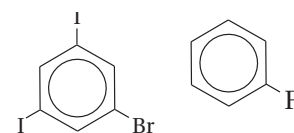
كلورو بنزين



فلورو إيثان و 2.1-ثنائي فلورو بروبان



1-برومو-3-كلورو-2-فلورو بيوتان

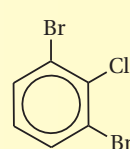
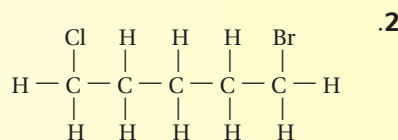
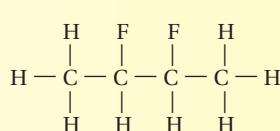


فلورو بنزين و 1-برومو - 5,3-ثنائي يودو بنزين

■ **الشكل 3** يستخدم النظام العالمي لتسمية المركبات الكيميائية IUPAC في تسمية المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية، اعتمادًا على سلاسل الكربون للألكانات المكونة لها.

تطبيقات

سمّ مركبات هاليد الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية التالية:



الجدول 2 مقارنة بين هاليدات الألكيل والألكانات الرئيسية المكونة لها

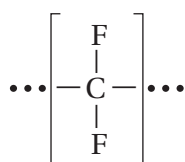
البنية	الاسم	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/mL) في الحالة السائلة
CH ₄	الميثان	162-	0.423 عند -162 °C (درجة الغليان)
CH ₃ Cl	كلوروميثان	24-	0.911 عند 25 °C (تحت ضغط)
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	بنتان	36	0.626
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ F	1-فلورو بنتان	62.8	0.791
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ Cl	1-كلورو بنتان	108	0.882
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ Br	1-برومو بنتان	130	1.218
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ I	1-يودو بنتان	155	1.516

خواص هاليدات الألكيل واستعمالاتها

عند دراستك خصائص المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية من الأسهل لك مقارنتها مع الألكانات المقابلة لها، والتي تكون تعرف خصائصها مسبقًا. لاحظ في **الجدول 2** أن كل هاليد ألكيل له درجة غليان وكثافة أعلى من الألكان الذي له ذرات الكربون نفسها. ولاحظ أيضًا زيادة كل من درجة الغليان والكثافة عند الانتقال من الفلور إلى الكلور والبروم واليود. ويرجع السبب في ذلك لأنه عند الانتقال من الفلور إلى اليود يزداد عدد الإلكترونات البعيدة عن النواة في الهالوجين. وتغير هذه الإلكترونات مكانها بسهولة ونتيجة لذلك تكون هاليدات الألكيل أقطاب مؤقتة. ولأن الأقطاب تتجاذب معًا فإن الطاقة اللازمة لفصل الجزيئات بعضها عن بعض تزداد أيضًا، وبذلك تزداد درجة الغليان بزيادة حجم ذرة الهالوجين.

✓ **التأكد من فهم النص** وضح العلاقة بين عدد الإلكترونات في الهالوجين ودرجة الغليان.

■ **الشكل 4** يتكون بوليمر PTFE من مئات الوحدات البنائية، ويستعمل كسطح غير لاصق في العديد من أدوات المطبخ، كأدوات خبز العجين.



PTFE



تطبيقات PTFE

قلما تتواجد الهاليدات العضوية في الطبيعة، على الرغم من ذلك فإن هرمونات الغدة الدرقية هي يوديد عضوي. وذرات الهالوجين المرتبطة مع الكربون أكثر نشاطًا من ذرات الهيدروجين التي حلت مكانها. ولهذا السبب تُستخدم هاليدات الألكيل كمادة أولية في الكثير من الصناعات الكيميائية، كما أنها تُستخدم كمذيبات، وفي صناعة مواد التنظيف، لأنها تذيب المركبات غير القطبية مثل الدهون والزيوت. ويظهر في **الشكل 4** أحد تطبيقات بوليمر هاليد الألكيل رباعي فلورو إيثين (PTFE)، إذ يتم تصنيع هذا النوع من البلاستيك من غاز رباعي فلورو إيثين. **والبلاستيك** هو بوليمر يمكن تسخينه وتشكيله عندما يكون مرناً نسبياً. وهناك نوع آخر من البلاستيك شائع يسمى الفينيل وهو بوليمر كلوريد الفينيل (PVC)، ويستعمل في صناعة الصفائح الرقيقة المرنة أو الصلبة، وفي مجسمات أشياء.

✓ **التأكد من فهم النص** فسر لماذا تستخدم هاليدات الألكيل غالبًا كمادة أولية في الصناعات الكيميائية بدلاً من الألكانات.

الجدول 3 تفاعلات الاستبدال

<p>مثال على تفاعل الاستبدال (الهلجنة)</p> $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ <p>إيثان كلورو إيثان</p>	<p>المعادلة العامة لتفاعل الاستبدال</p> $\text{R}-\text{CH}_3 + \text{X}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2\text{X} + \text{HX}$ <p>X: الفلور أو الكلور أو البروم</p>
<p>مثال على تفاعل هاليد ألكيل لتحضير الكحول</p> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Cl}^-$ <p>كلورو إيثان إيثانول</p>	<p>المعادلة العامة لتفاعل هاليد الألكيل لتحضير الكحول</p> $\text{R}-\text{X} + \text{OH}^- \rightarrow \text{R}-\text{OH} + \text{X}^-$ <p>هاليد ألكيل كحول</p>
<p>مثال على تفاعل هاليد ألكيل والأمونيا</p> $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HBr}$ <p>1-برومو أوكتان 1-أوكتان أمين</p>	<p>المعادلة العامة لتفاعل هاليد الألكيل مع الأمونيا</p> $\text{R}-\text{X} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{R}-\text{NH}_2 + \text{HX}$ <p>هاليد ألكيل أمين</p>

تفاعلات الاستبدال

من أين يأتي التنوع الهائل للمركبات العضوية؟ يعتبر النفط المصدر الرئيس لكافة المركبات العضوية الصناعية تقريبًا. وبين **الشكل 5** عمال حقول النفط ينقبون عن النفط، وهو وقود أحفوري يتكون في غالبته من الهيدروكربونات، وخصوصًا الألكانات. وكيف يمكن تحويل الألكانات إلى مركبات أخرى مثل هاليدات الألكيل والكحولات والأمينات؟

تعتبر تفاعلات الاستبدال الموضحة في **الجدول 3** إحدى الطرائق المتبعة في إدخال المجموعات الوظيفية على الألكانات. و**تفاعل الاستبدال** هو تفاعل تستبدل فيه ذرة أو مجموعة من الذرات من قبل ذرة أو مجموعة من الذرات الأخرى في الجزيء. ففي الألكانات يمكن أن تحل ذرات الهالوجينات -مثل الكلور والبروم- محل ذرات الهيدروجين في عملية تدعى **الهلجنة**. ويبين **الجدول 3** تفاعل هلجنة يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين من الإيثان بذرة كلور. ويظهر في **الشكل 6** هيدروكربون مهلجن آخر شائع باسم هالوثان (2-برومو-2-كلورو-1,1,1-ثلاثي فلورو إيثان)، والذي استخدم أول مرة كمخدر عام في الخمسينات. تظهر معادلات تفاعلات المركبات العضوية أحيانًا بالمعادلات العامة. ويبين **الجدول 3** المعادلة العامة لتفاعل الهلجنة، ومن الممكن أن تكون X في هذا التفاعل، كلور أو بروم أو فلور، أما اليود لا يتفاعل مع الألكانات جيدًا.

✓ **التأكد من فهم النص** ارسم الصيغة البنائية للهالوثان.



■ **الشكل 5** يقوم عمال حقول النفط هؤلاء بالتنقيب عن النفط. يمكن لحقارة نفط واحدة استخراج أكثر من 100 برميل يوميًا.

اشرح العلاقة بين النفط والمركبات العضوية الصناعية.

■ **الشكل 6** استعمل الهالوثان في الطب، كمخدر عام للمرضى الخاضعين للعمليات الجراحية، في الخمسينات.



المطويات®

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تفاعلات استبدال أخرى بعد أن تحدث هلجنة للألكان، فإن هاليد الألكيل الناتج يمكن أن يخضع لتفاعلات استبدال أخرى حيث يتم خلالها استبدال ذرة الهالوجين بذرة أو مجموعة من الذرات، فعلى سبيل المثال، عند تفاعل هاليد الألكيل مع محلول قاعدي يتم استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة هيدروكسيل ($-OH$)، ويتكون الكحول. ويبين **الجدول 3** المعادلة العامة لتفاعل هاليد الألكيل مع محلول قاعدي ومثال على ذلك.

يتفاعل هاليد الألكيل مع الأمونيا (NH_3) حيث يتم استبدال ذرة الهالوجين بمجموعة أمين ($-NH_2$)، ويتكون ألكيل أمين، ويبين **الجدول 3** المعادلة العامة للتفاعل ومثال على ذلك. كما يمكن أن يستمر الأمين الناتج في التفاعل وينتج عنه خليط من الأمينات.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- الكثير من المركبات العضوية والمتنوعة تنتج عندما تحل مجموعات وظيفية محل ذرات الهيدروجين في الهيدروكربونات.
- هاليد الألكيل هو مركب عضوي يحتوي على ذرة هالوجين أو أكثر مرتبطة مع ذرة كربون في مركب أليفاتي.

4. **المفردة الرئيسية** قارن وقابل بين هاليدات ألكيل وهاليدات أريل.

5. ارسـم الصيغة البنائية للجزيئات التالية:

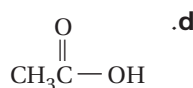
a. 2-كلورو بيوتان

b. 3.1-ثنائي فلورو هكسان

c. 1.1.1-ثلاثي كلورو بيوتان

d. 1-برومو-4-كلورو بنزين

6. عرّف المجموعة الوظيفية، وسمّ المجموعات الوظيفية الموجودة في الصيغ البنائية التالية، ثمّ سمّ المركبات العضوية التي تمثلها هذه الصيغ:

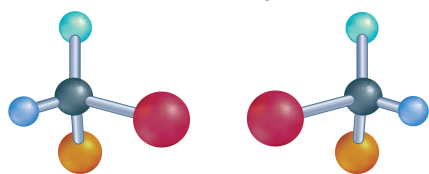


a. $CH_3CH_2CH_2OH$

b. CH_3CH_2F

c. $CH_3CH_2NH_2$

7. قيم كيف تتوقع أن تكون درجة الغليان للبروبان مقارنة مع درجة غليان 1-كلورو بروبان؟ فسّر إجابتك.



8. تفسّر الرسوم العلمية تفحص زوج

الهيدروكربونات الموضحة في الرسم، والمرتبطة مع مجموعات وظيفية مختلفة. هل تعتبر أيزومرات ضوئية؟ وضح إجابتك.

الكحولات والإثيرات والأمينات

الفكرة الرئيسة الأكسجين والنيتروجين هما اثنتين من أكثر الذرات شيوعًا في المجموعات الوظيفية العضوية.

لعلك لاحظت أن المهرضة قبل أن تقوم بإعطاء ك حقنة تقوم بمسح الجلد بالكحول. هل تعلم أن المهرضة استخدمت أحد مشتقات الهيدروكربونات؟

الكيمياء في حياتك

الكحولات

تحتوي الكثير من المركبات العضوية ذرات أكسجين مرتبطة مع ذرات كربون. ولأن ذرات الأكسجين لديها ستة إلكترونات تكافؤ، فهي تشكل على الأغلب رابطتين تساهميتين لتحصل على استقرار ثنائي. كما يمكن لذرة الأكسجين أن تشكل رابطة ثنائية مع ذرة كربون، مستبدلة ذرتي هيدروجين، أو يمكن أن تشكل رابطة أحادية مع ذرة كربون ورابطة أحادية أخرى مع ذرة أخرى، مثل الهيدروجين. وتسمى المجموعة الوظيفية المكونة من أكسجين-هيدروجين والتي ترتبط تساهميًا مع ذرة كربون **مجموعة هيدروكسيل** (OH-). والمركب العضوي الذي تستبدل فيه ذرة هيدروجين من الهيدروكربون بمجموعة هيدروكسيل يسمى **الكحول**. وبيّن الجدول 4 الصيغة العامة للكحولات، وهي ROH. ويوضح العلاقة ما بين أبسط ألكان، وهو الميثان، وبين أبسط الكحولات وهو الميثانول.

ينتج الإيثانول وثنائي أكسيد الكربون بواسطة الخميرة عند تخمير السكريات، كالموجودة في العنب، وينتج ثاني أكسيد الكربون أيضًا من تخمر عجينة الخبز. ويدخل الإيثانول في المنتجات الطبية، ويستعمل لتطهير الجلد قبل إعطاء الحقن، ويضاف إلى الجازولين لزيادة فاعليته، ويعد مادة أولية لصناعة مركبات عضوية أكثر تعقيدًا. يظهر في الشكل 7 نموذج لجزيء الإيثانول ونموذج آخر لجزيء الماء، وإذا قارنتهما ببعضهما البعض، ستلاحظ أن زاوية الرابطة التساهمية من الأكسجين في الإيثانول تساوي تقريبًا زاوية الرابطة التساهمية من الأكسجين في الماء، لذا تكون مجموعة الهيدروكسيل في جزيئات الكحولات متوسطة القطبية كما في جزيئات الماء، وكما يمكن أن تكون روابط هيدروجينية مع مجموعات هيدروكسيل في جزيئات كحول أخرى، وبسبب هذه الروابط تكون درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الهيدروكربونات المماثلة لها بالشكل والحجم.

القسم 2

الأسئلة الرئيسة

- ما المجموعات الوظيفية التي تميز كل من الكحولات والأمينات والإثيرات؟
- كيف ترسم الصيغ البنائية للكحولات والأمينات والإثيرات؟
- ما هي بعض خصائص واستخدامات الكحولات والإثيرات والأمينات؟

مفردات للمراجعة

قابل للامتزاج miscible: سائلان يذوبان في بعضهما البعض.

مفردات جديدة

مجموعة الهيدروكسيل

hydroxyl group

alcohol

كحول

ether

إثير

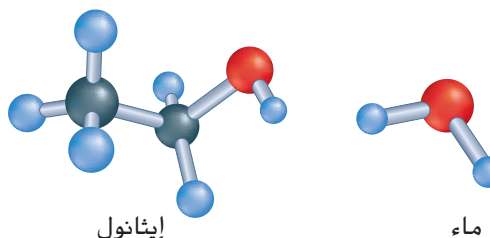
amine

أمين

جدول 4 الكحولات

أبسط الكحولات وأبسط الهيدروكربونات	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>ميثان (CH₄) الكان</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>ميثانول (CH₃OH) كحول</p>
	<p>ROH</p> <p>تمثل R سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة مع المجموعة الوظيفية</p>

■ **الشكل 7** الزاوية بين الروابط التساهمية للأكسجين تقريبًا هي نفسها في كل من الإيثانول والماء.

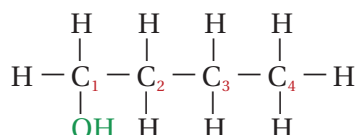


وبسبب القطبية والروابط الهيدروجينية يمتزج الإيثانول مع الماء كليًا. وبمجرد امتزاجهما يصعب فصلهما عن بعضهما البعض بصورة كاملة. وتستعمل عملية التقطير لفصل الإيثانول عن الماء، ولكن حتى بعد إتمام العملية يبقى حوالي نسبة 5% في صورة مزيج منهما.

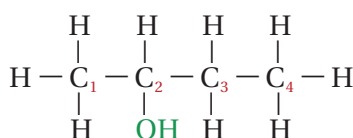
بسبب قطبية مجموعات الهيدروكسيل، فإن الكحولات تعتبر مذيبات جيدة للمركبات العضوية القطبية الأخرى. وعلى سبيل المثال، يُستعمل الميثانول وهو أبسط الكحولات في صناعة مزيلات الطلاء، ويستعمل 2-بيوتانول في صناعة الأصباغ والورنيش.

تُسمّى الكحولات بالاعتماد على الألكانات المقابلة لها، كما في هاليدات الألكيل. فمثلاً CH_4 هو ميثان و CH_3OH ميثانول و CH_3CH_3 إيثان و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ إيثانول. وتعتمد تسمية الكحولات البسيطة على عدد ذرات الكربون في سلسلة الألكان المقابل لها، وتنص قواعد التسمية بالنظام العالمي IUPAC على أن يتم تسمية الألكان أولاً، ومن ثم إضافة المقطع (-ول) للإشارة إلى وجود مجموعة الهيدروكسيل. وعندما تتكون الكحولات من ثلاث ذرات كربون أو أكثر، يجب الإشارة إلى موقع مجموعة الهيدروكسيل برقم، كما هو مبين في الشكل 8a و 8b.

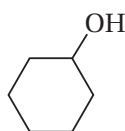
✓ **التأكد من فهم النص** وضح لماذا 4-بيوتانول و 3-بيوتانول هي أسماء غير صحيحة للمركبات في الشكل 8a و 8b.



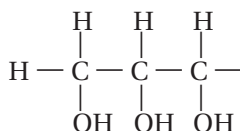
a. 1-بيوتانول



b. 2-بيوتانول



c. هكسانول حلقي



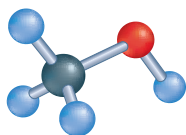
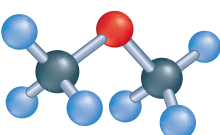
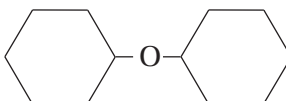
d. 3.2.1 بروبان ترايول (جليسرول)

أنظر إلى الشكل 8c. تحتوي حلقة المركب ستة ذرات كربون مع روابط أحادية، فأنت تعلم بأن الهيدروكربون الأساسي هو الهكسان الحلقي. وبسبب وجود مجموعة الهيدروكسيل، يُضاف المقطع (-ول) إلى الألكان لأنه كحول، والترقيم هنا غير مهم لأن جميع ذرات الكربون في الحلقة متكافئة، فيُسمى هكسانول حلقي، وهو مركب سام يدخل في صناعة المبيدات الحشرية. ومذيب للعديد من المواد البلاستيكية. يمكن أن تحتوي سلسلة الكربون على أكثر من مجموعة هيدروكسيل. ولتسمية هذه المركبات، يُضاف المقطع "داي" أو "تراي" في نهاية اسم الألكان ثم المقطع (-ول).

يبين الشكل 8d الصيغة البنائية للمركب 3.2.1-بروبان ترايول، واسمه الشائع "جليسرول"، وهو كحول يحتوي على أكثر من مجموعة هيدروكسيل، ويستعمل مانع للتجمد في وقود الطائرات.

✓ **التأكد من فهم النص** فسر لماذا لم تستخدم الأرقام لتسمية المركب الظاهر في الشكل 8c.

الجدول 5 الإيثرات

الصيغة العامة	الميثانول وثنائي ميثيل إيثر
ROR' تمثل R و R' سلاسل أو حلقات الكربون المرتبطة مع مجموعة وظيفية.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>الميثانول درجة الغليان = 65°C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ثنائي ميثيل إيثر درجة الغليان = -25°C</p> </div> </div>
أمثلة على الإيثرات	
$CH_3CH_2CH_2-O-CH_2CH_2CH_3$ ثنائي بروبيل إيثر	 <p>ثنائي هكسيل حلقي إيثر</p>
$CH_3CH_2-O-CH_3$ إيثيل ميثيل إيثر	$CH_3CH_2-O-CH_2CH_2CH_2CH_3$ بيوتيل إيثيل إيثر

الإيثرات

الإيثرات هي مركبات عضوية أخرى يرتبط فيها الأكسجين مع الكربون. والإيثر هو مركب عضوي يحتوي على ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتي كربون، وصيغة الإيثرات العامة ROR'. كما يظهر في **الجدول 5**. وأبسط إيثر هو الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين مع مجموعتي ميثيل. لاحظ التشابه بين الميثانول وثنائي ميثيل إيثر المبين في **الجدول 5**. استخدم المصطلح إيثر لأول مرة في الكيمياء كاسم للمركب ثنائي إيثيل إيثر، وهو مادة متطايرة سريعة الاشتعال كانت تستخدم كمخدر في العمليات الجراحية منذ العام 1842 حتى القرن العشرين. أطلق المصطلح إيثر على المركبات التي تتكون من سلسلتين هيدروكربونيتين مرتبطتان بنفس ذرة الأكسجين.

ونتيجة لعدم وجود ذرات هيدروجين مرتبطة مع ذرة الأكسجين في الإيثر، لا يمكن لجزيئاتها تكوين روابط هيدروجينية بين بعضها البعض. لذلك، يكون الإيثر أكثر قابلية للتطاير ودرجة غليانه أقل من الكحولات المساوية له في الكتلة الجزيئية والحجم، وهي أقل ذائبية في الماء من الكحولات لعدم وجود روابط هيدروجينية بين جزيئاتها، ولكن يمكن لذرة الأكسجين فيها أن تعمل كمستقبل لذرات الهيدروجين من جزيئات الماء.

✓ **التأكد من فهم النص** استدل لماذا لا يفضل استخدام ثنائي ميثيل إيثر كمادة مخدرة.

عند تسمية الإيثرات التي تحتوي سلسلتي ألكيل متماثلتين ومربطتان مع ذرة أكسجين، تسمى أولاً مجموعة الألكيل ثم تضاف الكلمة إيثر. ويبين **الجدول 5** مثالين لمركبين إيثر، يتكون كل منهما من مجموعتي ألكيل متماثلتين، وهما: ثنائي بروبيل إيثر، وثنائي هكسيل حلقي إيثر. أما إذا كانت مجموعتا الألكيل مختلفتين تذكر بحسب الترتيب الأبجدي لحروف اللغة الإنجليزية ثم تُضاف كلمة إيثر، ويحتوي **الجدول 5** على مثالين عن الإيثرات غير المتجانسة، بيوتيل إيثيل إيثر وإيثيل ميثيل إيثر.

المفردات

مفردات علمية

رابطَة Bond

لوصل أو ربط أو ضم
ترتبط ذرة الأكسجين مع ذرتي
كربون في الإيثر.

الخطوات

أدمج معلومات
من هذا القسم
في مطوبتك.

الأمينات

الأمينات تحتوي على ذرة نيتروجين واحدة أو أكثر مرتبطة مع ذرات كربون في سلاسل أليفاتية أو حلقات أروماتية ولها الصيغة العامة RNH_2 و $ArNH_2$. كما يظهر في **الجدول 6**. اشتق الكيميائيون اسم الأمينات من الأمونيا (NH_3). وتصنف الأمينات إلى أولية أو ثانوية أو ثالثية بحسب ما إذا كانت ذرة هيدروجين واحدة أو اثنتان أو ثلاثة في الأمونيا حل محلها مجموعة عضوية.

عند تسمية الأمينات يتم الإشارة إلى مجموعة الأمين (NH_2) بإضافة المقطع أمين إلى نهاية الاسم. وأحياناً يكون من الضروري الإشارة إلى موقع مجموعة الأمين برقم كما يبين **الجدول 6**. وإن كان هناك أكثر من مجموعة أمين، يستخدم المقطع "ثنائي" أو "ثلاثي" أو "رباعي" في بداية الاسم ليدل على عدد مجموعات الأمين.

يستخدم الأثيلين في صناعة الأصباغ غامقة اللون، والاسم الشائع "أثيلين" مشتق من اسم النبات الذي حصل عليه منه. كما أن الهكسيل الحلقي أمين والإيثيل أمين مهمان في إنتاج المبيدات الحشرية والبلاستيك والمستحضرات الدوائية والمطاط المستخدم في صناعة الإطارات.

ورائحة الأمينات المتطايرة كريهة وغير مقبولة للإنسان، والأمينات هي المسؤولة عن الروائح الكريهة المميزة للكائنات الميتة والمتحللة، وغالباً ما تستعمل الكلاب البوليسية المدربة هذه الروائح للاستدلال على رفات الناس الميتة بعد الكوارث، مثل التسونامي والأعاصير. وتستعمل الأمينات أيضاً في التحقيقات الجنائية.

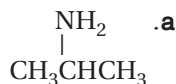
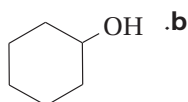
القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- تتشكل الكحولات والإثيرات والأمينات عندما يستبدل هيدروجين مجموعة وظيفية محددة في الهيدروكربونات.
- بسبب قدرتها على تشكيل روابط هيدروجينية، لدى الكحولات درجة غليان وقابلية للذوبان في الماء أعلى من بقية المركبات العضوية.

9. **الفكرة الرئيسية** حدد عنصران غالباً ما يوجدان في المجموعات الوظيفية.

10. حدد المجموعة الوظيفية الموجودة في كل من الصيغ البنائية التالية. قم بتسمية المادة المبينة في كل صيغة.



11. ارسم الصيغ البنائية لكل من:

a. 1-بروبانول

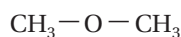
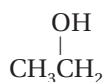
b. 3,1-بنتان ديول حلقي

c. إيثيل بروبيل إثير

d. 2,1-بروبان ثنائي أمين

12. ناقش خصائص الكحولات والإثيرات والأمينات، واعط استخداماً لكل منها.

13. حلل اعتماداً على الصيغ البنائية أدناه، أي من المركبات تتوقع أن يكون أكثر قابلية للذوبان في الماء؟ فسر إجابتك.



مرکبات الكربونيل

القسم 3

الفكرة الرئيسة تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين مرتبطة برابطة ثنائية في المجموعة الوظيفية.

الكيمياء في حياتك

هل سبق وأكلت قطعة من الحلوى بنكهة الفواكه، وبدا لك مذاقها كالفاكهة الحقيقية؟ العديد من الفواكه الطبيعية، مثل الفراولة، تحتوي عشرات المركبات العضوية التي تعطي الرائحة والنكهة المميزة للفواكه، وتوجد مجموعة الكربونيل في العديد من النكهات الصناعية الشائعة.

مركبات عضوية تحتوي مجموعة الكربونيل

يسمى الترتيب الذي ترتبط فيه ذرة أكسجين مع ذرة كربون برابطة ثنائية **مجموعة كربونيل**. وتوجد هذه المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية المعروفة مثل الألدهيدات والكيوتونات.

الألدهيدات **الألدهيد** هو مركب يتكون من سلسلة من ذرات الكربون، يوجد في نهايتها مجموعة الكربونيل التي تكون متصلة من طرف بذرة كربون، ومن الطرف الآخر بذرة هيدروجين، والصيغة العامة للألدهيدات هي CHO^* . حيث يمثل الرمز * مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين. كما يبين **الجدول 7**. وتسمى الألدهيدات بإضافة المقطع (-ال) إلى اسم الألكان الذي له عدد ذرات الكربون نفسه. على سبيل المثال، مركب الميثانال المبين في **الجدول 7** يتكون من ذرة كربون واحدة. ولأن مجموعة الكربونيل توجد دائماً في الطرف، فلا يكون هنالك داعي لاستخدام الأرقام في الاسم إلا في حال وجود تفرعات أو مجموعات وظيفية أخرى. ويعرف الميثانال بالاسم الشائع "فورمالدهيد"، والإيثانال بالاسم الشائع "أسيتالدهيد"، وغالباً ما يستخدم العلماء الأسماء الشائعة للمركبات العضوية لأنها مألوفة للكيميائيين.

الأسئلة الرئيسة

- ما الذي يميز مركبات الكربونيل المتنوعة؟
- ما خصائص المركبات التي تحتوي على مجموعة الكربونيل؟

مفردات للمراجعة

السالبية الكهربائية electronegative: تشير إلى القدرة النسبية لذرات عنصر على جذب إلكترونات الرابطة الكيميائية

مفردات جديدة

carbonyl group	مجموعة كربونيل
aldehyde	ألدهيد
ketone	كيوتون
carboxylic acid	حمض كربوكسيلي
carboxyl group	مجموعة كربوكسيل
ester	إستر
amide	أميد
condensation reaction	تفاعل تكثيف

الجدول 7 الألدهيدات

أمثلة على الألدهيدات	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>إيثانال (أسيتالدهيد)</p>	CHO^* يمثل الرمز * مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ <p>ميثانال (فورمالدهيد)</p>	
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ <p>سينمالدهيد</p>	
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ <p>بنزالدهيد</p>	
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ <p>ساليسالدهيد</p>	
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$ <p>مجموعة كربونيل</p>



■ **الشكل 9** كان يستخدم الفورمالدهيد المذاب بالماء في الماضي لحفظ العينات الحيوية، ولكن تم حظر استخدام الفورمالدهيد في السنوات الأخيرة بسبب دراسات تشير إلى أنه قد يسبب السرطان.

يكون جزيء الألدهيد قطبي ونشط، ولكن كما في الإثيرات، لا يمكن لجزيئات الألدهيد أن تشكل روابط هيدروجينية بين بعضها البعض لأنها لا تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة مع ذرة أكسجين. لذلك، درجة غليان الألدهيدات أقل من الكحولات التي تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون. وكما يمكن أن تشكل الألدهيدات روابط هيدروجينية مع ذرات الأكسجين في جزيئات الماء؛ لذلك الألدهيدات أكثر قابلية للذوبان في الماء من الألكانات، ولكن ليس بنفس درجة الكحولات والأمينات.

كان يستخدم الفورمالدهيد لحفظ أجسام الكائنات الميتة لعدة سنوات، كما يظهر في **الشكل 9**. وصناعيًا يستعمل الفورمالدهيد للتفاعل مع اليوريا لإنتاج نوع من البلاستيك المقاوم الذي يستعمل في صناعة قطع السيارات، والأزوار والأجهزة الكهربائية. كما يستعمل الفورمالدهيد في صناعة الغراء الذي يُستعمل في لصق قطع الخشب معًا. والمرغبان بنزالدهيد وساليسيلالدهيد الموضحين في **الجدول 7**. هما المسؤولين عن نكهة اللوز الطبيعية. أما رائحة القرفة ومذاقها -وهي نوع من التوابل يستخرج من شجرة استوائية- فيمكن إنتاجها تنتج بكميات كبيرة من السيئمالدهيد. كما يبين **الجدول 7**.

✓ **التأكد من فهم النص** حدد استخدامين للألدهيدات.

الكيتونات قد تقع مجموعة الكربونيل ضمن سلسلة الكربون بدلاً من نهايتها. ويتكون **الكيتون**، وهو مركب عضوي ترتبط فيه ذرة الكربون الموجود في مجموعة الكربونيل، مع ذرتي كربون أخرتين، والصيغة العامة للكيتونات موضحة في **الجدول 8**. وكما قد ترتبط ذرتا الكربون على كل من جهتي رابطة الكربونيل بذرات كربون أخرى. ومن أبسط الكيتونات وأكثرها شيوعًا الأسيتون، حيث ترتبط ذرات الكربون على طرفي مجموعة الكربونيل بذرات الهيدروجين فقط، كما يبين **الجدول 8**. وعند تسمية الكيتونات يتم إضافة المقطع (-ون) إلى اسم الألكان، ووضع رقم قبل الاسم للإشارة إلى موقع مجموعة الكربونيل، فعلى سبيل المثال، اسم الألكان بروبان يصبح بروبانون، ولا يوضع رقم قبل الاسم لأن مجموعة الكربونيل تقع فقط في المنتصف في هذه الحالة، ولكن يمكن وضع رقم 2 قبل الاسم لمزيد من التوضيح، كما يظهر في **الجدول 8**.

تتشارك الكيتونات والألدهيدات في العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية بسبب تشابه بنيتها. الكيتونات جزيئات قطبية ولكنها أقل نشاط من الألدهيدات. لهذا السبب، تعتبر الكيتونات مذيبات جيدة للمركبات العضوية متوسطة القطبية، ومنها الشموع والبلاستيك والدهان والطلاء والورنيش والغراء. وكما هو الحال في جزيئات الألدهيدات، لا يمكن لجزيئات الكيتون أن تشكل روابط هيدروجينية مع بعضها لكن يمكنها أن تشكل روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء. لذلك تعتبر الكيتونات قابلة للذوبان في الماء نسبيًا. أما الأسيتون فيذوب كليًا في الماء.

الجدول 8 الكيتونات	
الصيغة العامة	أمثلة على الكيتونات
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$ <p>تمثل R و R' سلاسل أو حلقات الكربون المرتبطة مع مجموعة وظيفية.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ <p>بروبانون (أسيتون)</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>2-بيوتانون (إيثيل ميثيل كيتون)</p> </div> </div>

الجدول 9 الأحماض الكربوكسيلية

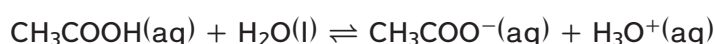
أمثلة على الأحماض الكربوكسيلية	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$ <p>حمض الميثانويك (حمض الفورميك)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ *-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ <p>يمثل الرمز * ذرة هيدروجين أو سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة بالمجموعة الوظيفية</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك)</p>	

الأحماض الكربوكسيلية

الحمض الكربوكسيلي هو مركب عضوي يحتوي على مجموعة الكربوكسيل. ومجموعة **الكربوكسيل** تتكون من مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل. والصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية موضحة في **الجدول 9**. وكما يبين الجدول حمض كربوكسيلي مألوف، هو حمض الإيثانويك، وهو الموجود في الخل. وبالرغم من وجود أسماء شائعة للأحماض الكربوكسيلية، لكن عند تسميتها بحسب نظام IUPAC، يتم إضافة المقطع (ويك) إلى نهاية اسم الألكان، وكلمة حمض إلى بداية الاسم، فحمض الأسيتيك يسمى بحسب النظام العالمي حمض الإيثانويك. وتكتب مجموعة الكربوكسيل عادةً بالصورة COOH . على سبيل المثال، يكتب حمض الإيثانويك بالصيغة CH_3COOH . ويتكون أبسط حمض كربوكسيلي من مجموعة كربوكسيل مرتبطة مع ذرة هيدروجين، HCOOH كما يبين **الجدول 9**، واسمه بحسب نظام IUPAC حمض الميثانويك، ولكن اسمه الشائع حمض الفورميك، وتنتج بعض الحشرات حمض الفورميك كوسيلة دفاعية، كما يبين **الشكل 10**.

❑ **التأكد من فهم النص** اشرح كيف اشتق اسم حمض الإيثانويك.

الأحماض الكربوكسيلية قطبية ونشطة، وتتأين في الماء بشكل ضعيف، وينتج عن تأينها أيونات الهيدرونيوم وأيونات الحمض، والتي تكون في وضع اتزان مع الماء والحمض غير المتأين. فعلى سبيل المثال يتأين حمض الإيثانويك كما في المعادلة التالية:



أيونات الهيدرونيوم أيونات الإيثانوات (الأسيتات) حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك)

يمكن أن تتأين الأحماض الكربوكسيلية في الماء، لأن ذرتي الأكسجين ذات سالبية كهربائية عالية وتجذب الإلكترونات بعيداً عن ذرة الهيدروجين في مجموعة OH - ونتيجة لذلك يمكن أن ينتقل البروتون (الهيدروجين) إلى ذرة أخرى يكون لديها زوج من الإلكترونات غير المرتبطة، مثل ذرة الأكسجين في جزيء الماء. ولأن الأحماض الكربوكسيلية تتأين في الماء، فإن محاليلها تحول لون ورقة تباع الشمس من الأزرق إلى الأحمر، كما أن لها طعم حمضي لاذع.

وتحتوي بعض الأحماض الكربوكسيلية المهمة، مثل حمض الأوكساليك وحمض الأديبيك، على مجموعتين أو أكثر من المجموعات الكربوكسيلية. والحمض الذي يحوي على مجموعتين كربوكسيليتين يسمى حمض ثنائي الكربوكسيل، وقد تحوي الأحماض الأخرى على مجموعات وظيفية إضافية مثل مجموعة الهيدروكسيل، كما في حمض اللاكتيك الموجود في اللبن. وغالباً، تكون هذه الأحماض أكثر قابلية للذوبان في الماء وأكثر حمضية من الأحماض التي تحتوي على مجموعة كربوكسيلية واحدة.

❑ **التأكد من فهم النص** قيم مستخدماً المعلومات أعلاه، اشرح لماذا تصنف الأحماض الكربوكسيلية على أنها أحماض.

■ **الشكل 10** تدافع الحشرات اللاسعة عن نفسها بإفراز مادة سامة تحتوي على حمض الفورميك.

حدّد اسماً آخرًا لحمض الفورميك.



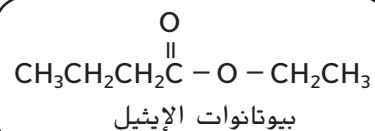
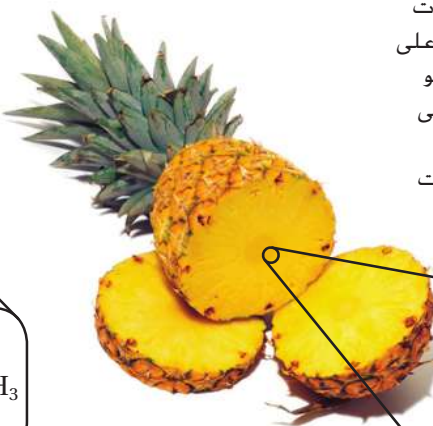
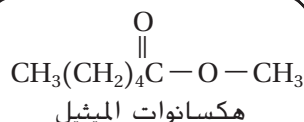
الجدول 10 الإسترات	
الصيغة العامة	مثال على الإستر
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ * - \text{C} - \text{O} - \text{R} \\ \text{مجموعة الإستر} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{مجموعة إيثانوات} \quad \text{مجموعة بروبيل} \\ \text{CH}_3 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \text{مجموعة إستر} \\ \text{إيثانوات البروبيل} \\ \text{(أستات البروبيل)} \end{array}$

المرکبات العضوية المشتقة من الأحماض الكربوكسيلية

للكثير من فئات المرکبات العضوية صيغة بنائية لحمض كربوكسيلي استبدلت فيها ذرة الهيدروجين أو مجموعة الهيدروكسيل بذرة أخرى أو مجموعة من الذرات، ومن أكثرها شيوعاً الأستر والأميدات.

الإسترات الإستر هو مرکب عضوي يحتوي على مجموعة كربوكسيل، استبدلت ذرة الهيدروجين فيها بمجموعة ألكيل، كما هو موضح في **الجدول 10**. وعند تسمية الإستر، يكتب اسم الحمض الكربوكسيلي أولاً، ثم يستبدل المقطع (ويك) بالمقطع (وات) متبوعاً بمجموعة الألكيل، كما هو موضح في **الجدول 10**. لاحظ الاسم بروبيل ينتج من الصيغة البنائية. يعتمد الاسم الظاهر في الأقواس على الاسم حمض الأسيتيك، الاسم الشائع لحمض الإيثانويك.

الإسترات هي جزيئات قطبية والعديد منها متطاير وذو رائحة عطرية. ويوجد الكثير منها في الروائح والنكهات الطبيعية للأزهار والفواكه، كما يظهر في **الشكل 11**. تنتج النكهات الطبيعية -مثل الموز والتفاح- عن خليط من جزيئات المرکبات العضوية ومنها الإستر، وبعض هذه النكهات قد يكون بسبب تركيب إستر واحد، لذا تستعمل الإسترات في النكهات والمشروبات، والعطور، والشموع المعطرة، والمواد المعطرة الأخرى.



■ **الشكل 11** الإسترات مسؤولة عن النكهات والروائح العطرية في العديد من الفواكه. وعلى سبيل المثال، المسؤول عن طعم الفواكه هو هكسانوات الميثيل، ويعزى طعم الأناناس إلى بيوتانات الإيثيل. ومعظم الروائح العطرية والنكهات الطبيعية هي خليط من الإسترات والألدهيدات والكحولات.

تجربة مصفرة

صنع إستر

كيف يمكنك تمييز الأستر؟

الإجراء 

1. اقرأ تعليمات السلامة لهذه التجربة قبل البدء في العمل.
2. حضر حمام مائي ساخن من خلال وضع 150 mL من ماء الصنبور في كأس سعته 250 mL ضع الكأس على سخان كهربائي، واضبط درجة حرارته عند المتوسط.

3. استخدم ميزان وورقة وزن لقياس 1.5 g من حمض الساليسيليك. ضع حمض الساليسليك في أنبوب اختبار وأضف إليه 3 mL من الماء المقطر بواسطة مخبر مدرج سعته 10 mL، ثم أضف 3 mL من الميثانول. واستعمل الماصة في إضافة ثلاث قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى أنبوب الاختبار. تحذير: يمكن أن يسبب حمض الكبريتيك حروقًا، وقد يشتعل بخار الميثانول ويسبب انفجارًا، لذلك احفظه بعيدًا عن اللهب. وتعامل مع المواد الكيميائية بحرص وحذر شديد.

4. عندما يصبح الماء ساخنًا، وقبل أن يغلي ضع أنبوب الاختبار في الحمام المائي مدة 5 دقائق، ثم ارفع أنبوب الاختبار من الحمام المائي باستخدام الملقط، وضعه في حامل أنابيب الاختبار لحين الحاجة له.

5. قم بوضع قطعة قطنية في طبق بترى حتى المنتصف، ثم قم بسكب محتويات أنبوب الاختبار على القطعة القطنية. سجل ملاحظاتك عن رائحة الناتج.

التحليل

1. سمِّ الاسم الشائع للإستر الذي قمت بإنتاجه هو زيت شاي كندا. قم بتسمية بعض المنتجات التي قد تحتوي على هذا الإستر.
2. قيِّم مضار وحسنات استخدام الإستر الصناعي في المنتجات الاستهلاكية مقارنة مع استخدام الإسترات الطبيعية.

الأميدات **الأميد** هو مركب عضوي يحتوي على مجموعة كربوكسيل استبدلت فيها مجموعة الهيدروكسيل (OH-) بذرة نيتروجين مرتبطة مع ذرات أخرى، والصيغة العامة للأميدات مبيّنة في **الجدول 11**. وتُسمّى الأميدات بكتابة اسم الألكان الذي له عدد ذرات الكربون نفسها، ويضاف المقطع "أميد" في نهاية الاسم، لذلك يكون اسم الأميد المبين في **الجدول 11** إيثان أميد، ولكنه يعرف بالاسم الشائع أسيتاميد المشتق من الاسم الشائع حمض الأسيتيك.

✓ **التأكد من فهم النص** كيف يختلف الأميد عن الحمض الكربوكسيلي؟

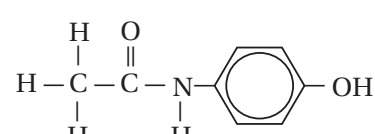
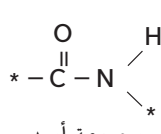
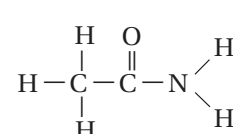
توجد المجموعة الوظيفية للأميد مكررة عدة مرات في البروتينات الطبيعية وفي بعض المواد الصناعية. لعلك تناولت مسكّنات ألم تحتوي على أسيتامينوفين بدلاً من الأسبرين، وبالنظر إلى تركيبه المبين في **الجدول 11**، لاحظ أنه يتكون من مجموعة أميد (NH-) مرتبطة مع مجموعة كربونيل ومجموعة أروماتية.

ومن أشهر الأميدات هو الكارأميد (NH₂CONH₂)، والذي يعرف بالاسم الشائع يوريا. واليوريا هو آخر نواتج عملية هضم البروتينات في الثدييات، وتوجد في الدم والصفراء والحليب عند الثدييات. وعندما تتكسر البروتينات تغادر مجموعات الأمين منها، وتحول هذه المجموعات الأمينية (NH₂) إلى جزيئات أمونيا (NH₃) وتعتبر سامة للجسم، وتحول الأمونيا السامة إلى يوريا في الكبد، وتُصقّى اليوريا خارج الدم في الكليتين، وتخرج من الجسم مع البول.

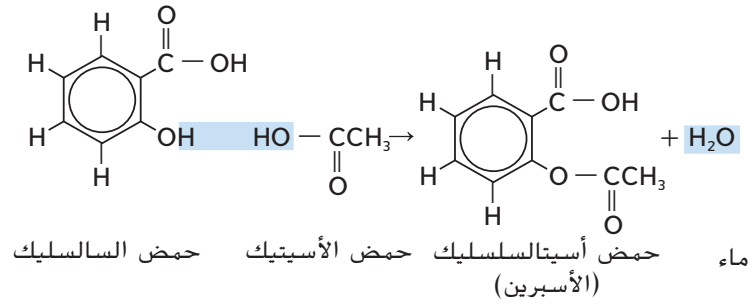
وبسبب النسبة العالية من النيتروجين في اليوريا، وسهولة تحويلها إلى أمونيا في التربة، تستعمل اليوريا كسماد تجاري. كما تستخدم اليوريا أيضًا كمصدر بروتيني للحيوانات العاشبة، مثل الماشية والأغنام، إذ تستخدم هذه الحيوانات اليوريا لإنتاج البروتين في أجسامها.

✓ **التأكد من فهم النص** حدد أحد الأميدات الموجودة في جسم الإنسان.

الجدول 11 الأميدات

أمثلة على الأميدات	الصيغة العامة
 <p>أسيتامينوفين</p>	 <p>مجموعة أميد</p>
 <p>إيثان أميد (أسيتاميد)</p>	

■ **الشكل 12** لتحضير الأسبرين. يتحد جزيئين عضويين من خلال تفاعل تكثيف لتكوين جزيء أكبر.

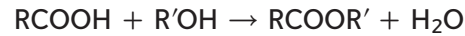


تفاعلات تكثيف

ضمت معلومات من هذا القسم في مطويتك.

تتطلب عمليات تحضير المركبات العضوية في المختبرات والعمليات الصناعية تفاعل مادتين لإنتاج مركب عضوي جديد ضخم، مثل الأسبرين المبين في **الشكل 12**. ويسمى هذا التفاعل تفاعل تكثيف.

في **تفاعل التكثيف**، يرتبط جزيئين عضويين صغيرين لتكوين جزيء عضوي أكثر تعقيدًا، ومصحوبًا بجزيء صغير كالماء. وينتج الجزيء الصغير من كلا الجزيئين المتفاعلين. وتعتبر تفاعلات التكثيف من تفاعلات الحذف، حيث ترتبط فيه ذرتين لم يسبق لهما أن ارتبطا ببعضهما البعض. ومن أكثر تفاعلات التكثيف شيوعًا، تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية مع المواد العضوية الأخرى. والطريقة الشائعة لتحضير الإستر تتضمن تفاعل تكثيف بين حمض كربوكسيلي و كحول، يمكن التعبير عن مثل هذا التفاعل بالمعادلة العامة التالية.

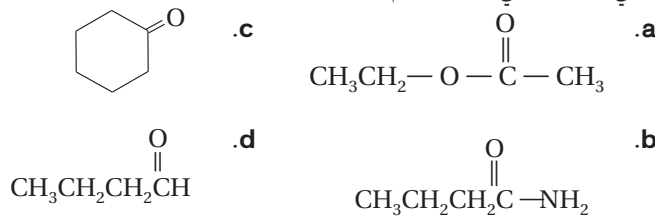


القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- مركبات الكربونيل هي مركبات عضوية تحتوي على المجموعة $\text{C}=\text{O}$.
- يوجد خمسة أصناف من المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة الكربونيل هي الألدهيدات والكيونات والأحماض الكربوكسيلية والإسترات والأميدات.

14. **التمرين الرئيسية** صنف كلاً من مركبات الكربونيل التالية إلى أحد أنواع المواد العضوية التي درستها في هذا القسم.



15. صف نواتج تفاعل التكثيف بين حمض الكربوكسيليك والكحول.

16. حدد الصيغة العامة للألكانات هي $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. استنبط صيغاً عامة لكل من الألدهيد والكيون والحمض الكربوكسيلي.

17. استدل لماذا تظهر المركبات العضوية الذائبة في الماء والتي تحتوي على مجموعات كربوكسيلية خصائص حمضية، بينما لا تظهر مركبات أخرى مشابهة لها في التركيب مثل الألدهيد هذه الخصائص.

القسم 4

الأسئلة البُنسَة

- كيف تُصنّف التفاعلات العضوية؟
- لماذا يمثّل رسم الصيغ البنائية عند كتابة معادلات تفاعلات للمركّبات العضوية أمراً مفيداً؟
- كيف يمكن أن يساعدك تصنيف تفاعل في توقّع نواتج التفاعل؟

الكيمياء في حياتك

أثناء تناولك الغذاء، قد لا يخطر ببالك
أكسدة المركبات العضوية، ولكن هذا ما
سيحدث تمامًا، حيث تقوم الخلايا بتحطيم
الطعام الذي تناولته للحصول على الطاقة
اللازمة لجسمك.

العامل الحفاز catalyst: مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي من خلال خفض طاقات التنشيط ولكنها لا تُستهلك في التفاعل

elimination reaction	تفاعل الحذف
	تفاعل نزع الهيدروجين
dehydrogenation reaction	
dehydration reaction	تفاعل نزع الماء
addition reaction	تفاعل الإضافة
	تفاعل إضافة الماء
hydration reaction	
	تفاعل الهدرجة
hydrogenation reaction	

لقد اكتشف علماء الكيمياء العضوية آلاف التفاعلات التي يمكن أن تتغير من خلالها المركّبات العضوية إلى مركّبات عضوية مختلفة. وتعتمد الصناعات الكيميائية على هذه التفاعلات لتحويل جزيئات المركّبات العضوية البسيطة الموجودة في النفط والغاز إلى جزيئات أكثر تعقيدًا ووضخمة، توجد في العديد من المنتجات المفيدة، كالأدوية والمواد الاستهلاكية. كما هو مبين في الشكل 13.

لقد قرأتُ سابقًا عن تفاعلات الاستبدال والتكثيف، يوجد نوعان مهمان آخران من التفاعلات التي يمكن من خلالها أن تتغير المركبات العضوية إلى مركبات مختلفة وهما تفاعلات الحذف وتفاعلات الإضافة.

تفاعلات الحذف إحدى الطرائق المتبعة في تغيير الألكان إلى مادة كيميائية نشطة، ألا وهي تكوين رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتي كربون، لإنتاج الألكين. ويُعرف تكوين روابط ثنائية من روابط أحادية بين ذرات الكربون باسم **تفاعل الحذف**، وهو تفاعل يمكن من خلاله إزالة مجموعة من الذرات من ذرتي كربون متجاورتين، مكونًا بذلك رابطة إضافية بينهما. عادةً ما تُكوّن الذرات التي تمت إزالتها جزيئات مستقرة، مثل H_2O أو HCl أو H_2 .

✓ **التأكد من فهم النص** عرّف تفاعل الحذف بكلماتك الخاصة.

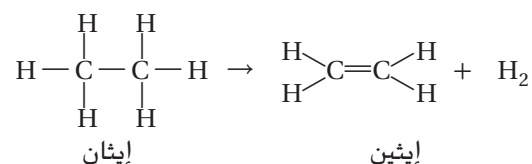


■ **الشكل 13** يُصنَّع العديد من المنتجات الاستهلاكية -مثل الأواني البلاستيكية، وألياف الحبال والملابس، والزيوت والشموع التي تستعمل في مستحضرات التجميل- من النفط والغاز الطبيعي.

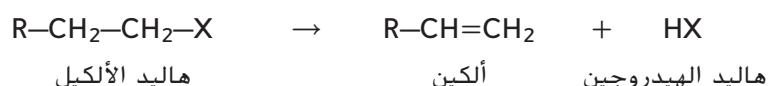
■ **الشكل 14** يصنع البولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE) من غاز الإيثين بوجود عامل حفاز. ويُستخدم البولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE) في تصنيع الأدوات الموجودة في ملاعب الأطفال، ويسهل تشكيله في أشكال متعددة، كما يسهل صباغته بالعديد من الألوان، بالإضافة إلى متانته وقدرته على تحمل الاستعمال المتكرر.



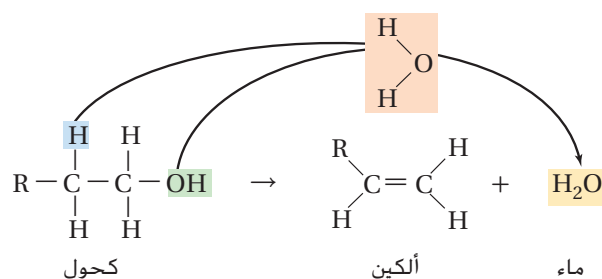
يتم إنتاج الإيثين، المادة الأولية لصناعة الأدوات الموجودة في الملاعب كما هو موضح في **الشكل 14**، من خلال إزالة ذرتي هيدروجين من الإيثان. ويُطلق على التفاعل الذي يتم فيه حذف ذرتي هيدروجين اسم **تفاعل نزع الهيدروجين**. لاحظ أن ذرتي الهيدروجين تكوّنان جزيء غاز الهيدروجين.



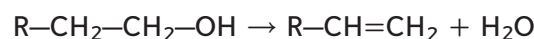
يمكن أن يخضع هاليد الألكيل لتفاعلات الحذف لإنتاج ألكين وهاليد الهيدروجين. كما هو موضح هنا.



بالمثل، يمكن أن تخضع الكحولات لتفاعلات الحذف عبر فقد ذرة هيدروجين ومجموعة هيدروكسيل لتكوين الماء، كما هو موضح أدناه. ويُعرف تفاعل الحذف الذي تتم فيه إزالة جزيئات من الماء باسم **تفاعل نزع الماء**. وفي هذا التفاعل، يتحول الكحول إلى ألكين وماء.



وتُكتب الصيغة العامة لتفاعل نزع الماء كما يلي.



الجدول 12 ملخص تفاعلات الإضافة

الألكين المتفاعل	المادة المتفاعلة بالإضافة	النتائج
$\begin{array}{c} \text{R} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{R}' \end{array}$	الماء	الكحول $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{R}' \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	الهيدروجين (الهدرجة)	الألكان $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{R}' \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	هاليد الهيدروجين	هاليد الألكيل $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{X} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{R}' \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
	الهالوجين	ثنائي هاليد الألكيل $\begin{array}{c} \text{X} \quad \text{X} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{R}' \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

تفاعلات الإضافة نوع آخر من التفاعلات العضوية تبدو وكأنها تفاعل حذف ولكن بطريقة معكوسة. ويحدث **تفاعل الإضافة** عندما تتحد الذرات الأخرى مع كل ذرة من الذرتين المرتبطتين معاً بروابط تساهمية ثنائية أو ثلاثية. تتضمن تفاعلات الإضافة عادةً ذرات الكربون المرتبطة بروابط ثنائية في الألكينات أو ذرات الكربون المرتبطة بروابط ثلاثية في الألكاينات. وتحدث تفاعلات الإضافة بسبب تميز الروابط الثنائية والثلاثية بوجود تركيز عالٍ من الإلكترونات. ولذلك تميل الجزيئات والأيونات إلى جذب الإلكترونات لتكوين روابط تستعمل فيها إلكترونات الرابطة الثنائية والثلاثية. أما تفاعلات الإضافة الأكثر شيوعاً، فهي تلك التي يتم فيها إضافة H_2O أو H_2 أو HX أو X_2 إلى الألكين، كما هو موضح في الجدول 12.

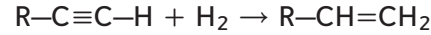
إن **تفاعل إضافة الماء**، الموضح في الجدول 12، هو تفاعل إضافة حيث تتم فيه إضافة ذرة هيدروجين ومجموعة هيدروكسيل من جزيء الماء إلى رابطة ثنائية أو ثلاثية. وتُظهر المعادلة العامة الموضحة في الجدول 12 أنّ تفاعل إضافة الماء عكس تفاعل نزع الماء.

يُطلق على التفاعل الذي يتضمن إضافة هيدروجين إلى الذرات المرتبطة برابطة ثنائية أو ثلاثية اسم **تفاعل الهدرجة**، حيث يتفاعل جزيء واحد من H_2 ليعمل على هدرجة كل رابطة ثنائية في الجزيء بشكل كامل. وعند إضافة H_2 إلى الرابطة الثنائية في الألكين، يتحول الألكين إلى ألكان.

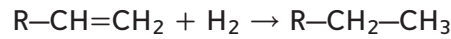
✓ **التأكد من فهم النص** حدّد التفاعل العكسي لتفاعل الهدرجة.

تحتاج غالبًا إلى العوامل الحفازة في هدرجة الألكينات، لأن طاقة تنشيط التفاعل تكون كبيرة جدًا من دونها. فتوفر العوامل الحفازة مثل مسحوق البلاتين أو البلاتيوم سطحًا يعمل على امتصاص المواد المتفاعلة ويجعل إلكتروناتها متوفرة بشكل أكبر لترتبط مع الذرات الأخرى.

تُستخدم تفاعلات الهدرجة بشكل شائع لتحويل الدهون السائلة غير المشبعة الموجودة في الزيوت النباتية مثل حبوب الصويا والذرة والبقول السوداني إلى دهون صلبة مشبعة في درجة حرارة الغرفة. وتُستخدم هذه الدهون المهدرجة لصنع السمن الصناعي والزبد الصلب. يمكن أيضًا هدرجة الألكينات لإنتاج الألكينات أو الألكانات، فيجب إضافة جزيء واحد من H_2 لكل رابطة ثلاثية بهدف تحويل الألكاين إلى ألكين، كما هو موضح في المعادلة التالية:



بعد إضافة الجزيء الأول من H_2 ، يتحول الألكاين إلى ألكين، وعند إضافة جزيء ثاني من H_2 يستمر تفاعل الهدرجة، ويتكون الألكان.



في آلية مشابهة، تُعتبر إضافة هاليدات الهيدروجين إلى الألكينات تفاعل إضافة مفيد في مجال الصناعة من أجل إنتاج هاليدات الألكيل. كما في المعادلة العامة التالية:



مختبر تحليل البيانات

استنادًا إلى بيانات حقيقية*

تفسير البيانات

بيانات زيت الكانولا				
التجربة		المحاكاة الحاسوبية		رقم التجربة
مع (cis)- حمض الأوليك (wt. %)	ضد (trans)- الأحماض الدهنية (wt. %)	مع (cis)- حمض الأوليك (wt. %)	ضد (trans)- الأحماض الدهنية (wt. %)	
70.00	5.80	69.10	4.90	1
64.00	4.61	63.75	4.79	2
67.00	4.61	68.96	4.04	3
65.00	7.10	62.80	5.99	4
66.50	5.38	68.10	4.60	5

أخذت البيانات من Izadifar, M. 2005. Application of genetic algorithm for optimization of vegetable oil hydrogenation process. *Journal of Food*

Engineering. 78 (2007) 1-8

3. اشرح سبب اعتبار التقنيات المستخدمة في هذا الاستكشاف مفيدة في عمليات التصنيع.

ما الظروف المناسبة لهدرجة زيت الكانولا؟ يُهدرج الزيت النباتي الصالح للأكل للمحافظة على نكهته وتحسين قدرته على الانصهار. وتشير الدراسات إلى ارتباط أيزومرات الأحماض الدهنية من النوع (ضد (trans)) لذا نلاحظ أن مقدار أيزومرات الأحماض الأمينية من النوع (مع (cis)) أكبر بكثير من الأيزومرات من النوع ترانس. تم استخدام النماذج الحاسوبية لمحاكاة الظروف، والتحكم في ثمانية متغيرات لتحسين نواتج الزيت المرغوب فيه إلى الحد الأقصى. تم كذلك تحديد العديد من ظروف التشغيل المثالية. وتم استخدام كمية قليلة من نبات صناعي لتأكيد نتائج المحاكاة الحاسوبية.

البيانات والملاحظات

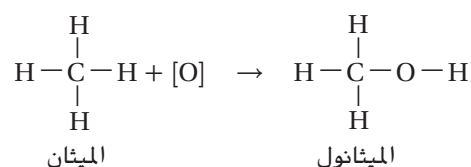
يُظهر الجدول الموجود على اليمين بعض البيانات التجريبية.

التفكير الناقد

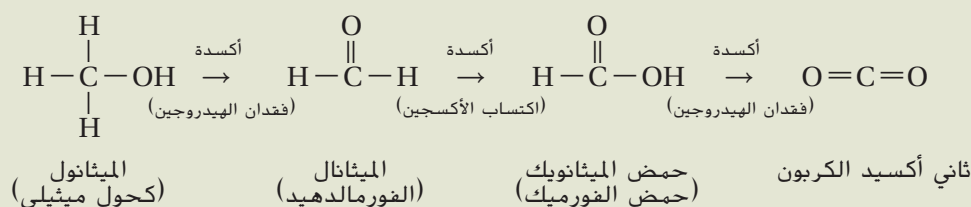
1. احسب النسبة المئوية لكل تجربة في الجدول.
2. قيم ما التجربة أو التجارب التي نتج عنها أعلى نسبة من أيزومرات (ضد (trans)) للأحماض الدهنية وأقل نسبة من أيزومرات (مع (cis)) لحمض الأوليك؟

الجدول 13 تفاعلات الأكسدة-الاختزال

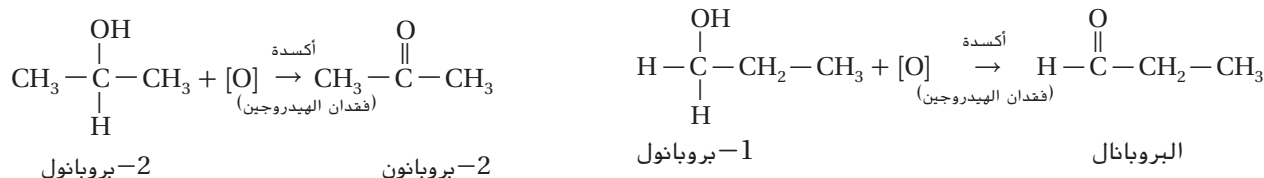
أكسدة الألكان إلى كحول



سلسلة من تفاعلات الأكسدة



أكسدة أيزومرين



تفاعلات الأكسدة-الاختزال يمكن تحويل العديد من المركبات العضوية إلى مركبات أخرى من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. على سبيل المثال، افترض أنك ترغب في تحويل الميثان، المكوّن الأساسي للغاز الطبيعي، إلى الميثانول وهو مذيب صناعي شائع ومادة خام تُستخدم في صناعة الفورمالدهيد وإستر ميثانات الميثيل إستر الميثيل. ويمكن تحويل الميثان إلى الميثانول من خلال المعادلة الموضّحة في **الجدول 13**، حيث يمثّل [O] الأكسجين من عامل مثل أكسيد النحاس (II) أو ثاني كرومات البوتاسيوم أو حمض الكبريتيك.

ماذا يحدث للميثان في هذا التفاعل؟ قبل الإجابة عن هذا السؤال ينبغي مراجعة تعريفات الأكسدة والاختزال. الأكسدة هي عملية فقد الإلكترونات، وتكون المادة متأكسدة عندما تكتسب الأكسجين أو تفقد الهيدروجين. أما الاختزال هو عملية اكتساب الإلكترونات، ويحدث للمادة اختزال عندما تفقد الأكسجين أو تكتسب الهيدروجين. لذا، يُعد الميثان متأكسداً حيث إنّه يكتسب الأكسجين ويتحوّل إلى الميثانول. بالطبع، يتضمّن تفاعل الأكسدة-الاختزال عمليّتي الأكسدة والاختزال. ويمكن وصف تفاعل الأكسدة - اختزال للمركّب العضوي اعتماداً على التغير الذي يطرأ عليه. تعتبر أكسدة الميثانول الموضّحة في **الجدول 13** أول خطوة في سلسلة من التفاعلات التي يمكن أن تُستخدم لإنتاج الألدheid، الموضّح أيضاً في **الجدول 13**. للتوضيح، تم إهمال العوامل المؤكسدة. لا يُعد تحضير الألدheid باستخدام هذه الطريقة مهمة بسيطة حيث قد تستمر الأكسدة، مكوّنة حمضاً كربوكسيليّاً.

✓ **التأكد من فهم النص** حدّد استعن بالجدول 13 في تحديد ناتجين محتملين عند استمرار أكسدة الألدheid.

الكيمياء في الحياة اليومية

مركبات هيدروكربونية أروماتية متعددة الحلقات (PAHs)



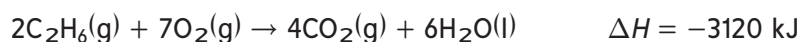
الجزيئات الحيوية

تتكوّن المركّبات الهيدروكربونية من العديد من الحلقات الأروماتية التي تُسمى المركّبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات (PAHs). وتم العثور عليها في النيازك، والمادة المحيطة بالنجوم الميتة. قام العلماء بمحاكاة ظروف الفضاء ووجدوا أنّ حوالي 10% من PAHs قد تحوّلت إلى كحولات وكيوتونات وإسترات. ويمكن استخدام هذه الجزيئات لتكوين مركّبات مهمة في الأنظمة الحيوية.

ولكن لا يمكن أكسدة جميع الكحولات إلى ألدهيدات ومن ثمّ إلى أحماض كربوكسيلية. ولفهم سبب ذلك، قارن بين أكسدة 1-بروبانول و 2-بروبانول، كما هو موضّح في **الجدول 13**. لاحظ أنّ أكسدة 2-بروبانول ينتج عنها كيتون، وليس ألدهيد. وعلى عكس الألدهيدات، تقاوم الكيتونات الأكسدة الإضافية والتحوّل إلى الأحماض الكربوكسيلية. لذا، في حين يتأكسد البروبانال المتكوّن من أكسدة 1-بروبانول لتكوين حمض البروبانويك بسهولة، لا يتفاعل 2-بروبانول المتكوّن من أكسدة 2-بروبانول لتكوين حمض كربوكسيلي.

✓ **التأكد من فهم النص** اكتب معادلة تكوّن حمض البروبانويك بالصيغ الجزيئية، بصورة مشابهة لتلك الموجودة في **الجدول 13**.

ما أهمية تفاعلات الأكسدة والاختزال؟ لقد رأيت أنّ تفاعلات الأكسدة والاختزال يمكن أن تتغيّر مجموعة وظيفية إلى أخرى. واعتمادًا على ذلك، يستعمل الكيميائيين تفاعلات الأكسدة-الاختزال العضوية، بالإضافة إلى تفاعلات الاستبدال والإضافة، لتصنيع مجموعة هائلة من المنتجات المتنوّعة المفيدة. وتعتمد كافة الأنظمة الحية، على الطاقة المنطلقة من تفاعلات الأكسدة. وكما تعتبر تفاعلات الاحتراق من أبرز تفاعلات الأكسدة-الاختزال. إذ تحترق جميع المركّبات العضوية التي تحتوي على الكربون والهيدروجين بوجود كمية وافرة من الأكسجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء. على سبيل المثال، يوصف احتراق الإيثان الطارد للحرارة العالية من خلال المعادلة الكيميائية الحرارية التالية:



ويعتمد العالم في أغلبه على احتراق المركّبات الهيدروكربونية كمصدر أساسي للطاقة. ويتضح اعتمادنا على الطاقة من تفاعلات الأكسدة للمركّبات العضوية المبينة في **الشكل 15**.

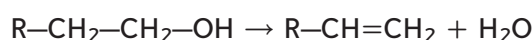
توقع نواتج التفاعلات العضوية

يمكن استخدام المعادلات العامة التي تمثّل أنواع التفاعلات العضوية التي تعلمتها، الاستبدال والحذف والإضافة والأكسدة-الاختزال والتكثيف، لتوقع نواتج التفاعلات العضوية الأخرى من الأنواع نفسها. على سبيل المثال، افترض أنّه طُلب منك توقع ناتج تفاعل الحذف الذي يكون فيه 1-بيوتانول مادة متفاعلة. وأنّ تعلم أنّ تفاعل الحذف الشائع الذي يتضمّن الكحول يكون تفاعل نزع الماء.

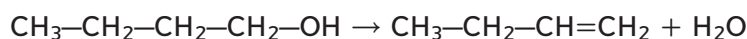
■ **الشكل 15** يعتمد الناس حول العالم على أكسدة المركّبات الهيدروكربونية للوصول إلى العمل ونقل المنتجات.



في ما يلي المعادلة العامة لحذف الماء من الكحول.



لتحديد الناتج الفعلي، ارسم أولاً الصيغة البنائية لـ 1-بيوتانول. ثم استعن بالمعادلة العامة كنموذج لمعرفة كيفية تفاعل 1-بيوتانول. يُظهر التفاعل العام إزالة OH و H. من سلسلة الكربون. وأخيراً، ارسم الصيغة البنائية للنواتج المحتملة، كما هو موضح في المعادلة التالية:



1-بيوتانول

1-بيوتين

مثال آخر، افترض أنك ترغب في توقّع ناتج التفاعل بين البنيتين الحلقي وبروميد الهيدروجين. تذكر أنّ المعادلة العامة لتفاعل الإضافة بين الألكين وهاليد الألكيل هي كما يلي:



أولاً، ارسم الصيغة البنائية للبنيتين الحلقي، وهو المادة العضوية المتفاعلة ثم أضف صيغة بروميد الهيدروجين، المادة المتفاعلة الأخرى. من المعادلة العامة، يمكنك ملاحظة مكان إضافة ذرة الهيدروجين وذرة الهالوجين على الرابطة التساهمية الثنائية لتكوين هاليد الألكيل. وأخيراً، ارسم الصيغة للناتج المحتمل. إذا كنت مصيباً، فيفترض أنك قمت بكتابة المعادلة التالية:



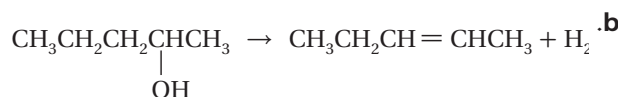
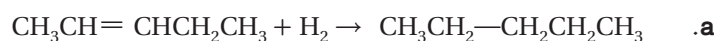
المطويات®
ضمّن معلومات من هذا القسم في مطويتك.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- يمكن تصنيف معظم تفاعلات المركّبات العضوية إلى واحدة من خمس فئات: الاستبدال والحذف والإضافة والأكسدة-الاختزال والتكثيف.
- قد تمكّنك معرفة أنواع المركّبات العضوية المتفاعلة من توقّع نواتج التفاعل.

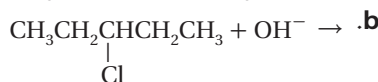
18. **الخبرة الرئيسية** صنّف كل تفاعل كاستبدال أو حذف أو إضافة أو تكثيف.



19. حدّد نوع التفاعل العضوي الذي يحقق كل من التحويلات التالية بشكل أفضل.

- a. هاليد ألكيل ← ألكين
b. ألكين ← كحول
c. كحول + حمض كربوكسيلي ← إستر
d. ألكين ← ثنائي هاليد الألكيل

20. أكمل المعادلات التالية بكتابة الصيغ البنائية للنواتج المحتملة.



21. التوقع فسّر سبب الحصول على ناتجين مختلفين عند إضافة الماء إلى 1-بيوتين. بينما يتكون ناتج واحد عند إضافة الماء إلى 2-بيوتين.

البوليمرات

القسم 5

الفكرة الرئيسية إنّ البوليمرات الصناعية هي جزيئات عضوية كبيرة مكوّنة من وحدات متكرّرة مرتبطة معًا من خلال تفاعلات الإضافة أو التكثيف.

الكيمياء في حياتك
فكّر كيف ستكون حياتك مختلفة دون أكياس الشطائر البلاستيكية، والأكواب البلاستيكية، وأقمشة النايلون والبوليستر، وألواح الفينيل المستخدمة في المباني، والوسائد الإسفنجية، إضافة إلى مجموعة أخرى متنوعة من المواد الصناعية. تشترك هذه المواد جميعها في شيء واحد على الأقل، ألا وهو أنها جميعها تتكون من بوليمرات.

عصر البوليمرات

تحتوي الأقراص المدمجة، الموضّحة في الشكل 16، على مادة البولي كربونات، وهي مادة مصنوعة من جزيئات طويلة جدًا تحتوي على مجموعات من الذرات ذات نمط تكراري منتظم. ويُعدّ هذا الجزيء مثالاً على البوليمر الصناعي. إنّ **البوليمرات** هي جزيئات كبيرة تتكوّن من العديد من الوحدات البنائية المتكرّرة. ففي الشكل 16، يُمثّل الحرف n الموجود بجانب الوحدة البنائية للبولي كربونات عدد الوحدات البنائية الموجودة في سلسلة البوليمر. وبسبب اختلاف قيم n بشكل كبير بين بوليمر وآخر، نجد أن الكتل الجزيئية للبوليمرات تتراوح ما بين أقل من 10,000 amu لتصل إلى أكثر من 1,000,000 amu. فمثلاً، تحتوي سلسلة الطلاء الموجودة على الطبقة الخارجية غير اللاصقة للمقلاة على 400 وحدة بنائية، بحيث تكون كتلتها الجزيئية تساوي 40,000 amu. قديماً، كانت استخدامات الناس مقتصرة على المواد الطبيعية فقط، مثل الصخور، والأخشاب، والفلزات، والصوف، والقطن، وذلك قبل عملية تطوير البوليمرات الصناعية. ومع بداية القرن العشرين، توافر القليل من البوليمرات الطبيعية المعالجة كيميائياً، مثل المطاط، والبلاستيك، والسيليلويد، بحيث أصبحت متاحة للاستخدام إلى جانب البوليمرات الطبيعية. والجدير بالذكر أن السيليلويد يُحضّر بوساطة معالجة السيليلوز الموجود في القطن، أو الألياف الخشبية في حمض النيتريك. أول بوليمر صناعي، تمّ تصنيعه عام 1909، سُمّي الباكلايت، وهو بلاستيك صلب وهش؛ وبسبب قدرته على مقاومة الحرارة، فإنّه لا يزال يُستخدم في أجهزة الأفران وأجهزة الوقود. ومنذ العام 1909، طُوّرت المئات من البوليمرات الصناعية الأخرى. وبسبب التوسع الهائل في نطاق استخدام البوليمرات، قد يُطلق الناس على هذا الزمن "عصر البوليمرات".

الأسئلة الرئيسية

- كيف يساعدك تصميم الرسم التخطيطي في فهم العلاقة بين البوليمر والمونومرات التي يتكوّن منها؟
- ما الذي يميّز بين تفاعلات البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكثيف؟
- كيف يُمكنك استخدام التراكيب الجزيئية ووجود المجموعات الوظيفية في توقّع خواص البوليمرات؟

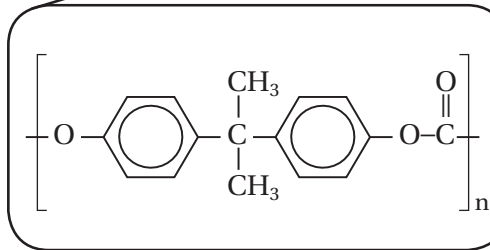
مفردات للمراجعة

الكتلة الجزيئية molecular mass: هي كتلة جزيء واحد من المادة

مفردات جديدة

البوليمر	polymer
المونومر	monomer
تفاعل البلمرة	polymerization reaction
البلمرة بالإضافة	addition polymerization
البلمرة بالتكثيف	condensation polymerization
البلاستيك الحراري	thermoplastic
المتصلب بالحرارة	thermosetting

■ الشكل 16 الأقراص المدمجة مصنوعة من مادة البولي كربونات، والتي تحتوي على سلاسل طويلة من الوحدة البنائية المبينة في هذا الشكل.



التفاعلات المستخدمة في صناعة البوليمرات

يُعدّ تصنيع البوليمرات أمرًا سهلًا نسبيًا، حيث يُمكن تصنيعها عادةً في خطوة واحدة تكون فيها المادة المتفاعلة الرئيسة عبارة عن مادة مكوّنة من جزيئات عضوية بسيطة وصغيرة تُسمى المونومرات. والمونومر هو الجزيء الذي يُصنع منه البوليمر. عند صناعة البوليمر، ترتبط المونومرات معًا واحدًا تلو الآخر في سلسلة سريعة من الخطوات. وفي العادة، يُستخدم العامل الحفاز لكي يحدث التفاعل بسرعة معقولة. ففي بعض البوليمرات، مثل ألياف البوليستر، والنايلون، يرتبط اثنان أو أكثر من المونومرات معًا في تسلسل متناوب. ويسمى التفاعل الذي ترتبط فيه المونومرات معًا لتكوين البوليمر **تفاعل البلمرة**. وتسمى مجموعة الذرات المتكررة الناتجة من ترابط المونومرات وحدة بناء البوليمر. وتتكون وحدة بناء البوليمر من اثنين من المونومرات المختلفة، والتي لها نفس المكونات.

يبين الشكل 17 ألعاب الأطفال غير القابلة للكسر المصنوعة من البولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE)، والذي تم تحضيره بوساطة بلورة الإيثين تحت ضغط معيّن. كما يُمكن صناعة جليكول الإيثيلين من الإيثين، وهو المكوّن الأولي لمادة البولي إيثيلين رباعي فتالات (PETE)، والتي يمكن تحويلها إلى زجاجات أو غزلها إلى ألياف. وعندما تكون في صورة ألياف، تسمى ألياف البوليستر.

يُسلط الشكل 18 الضوء على الأحداث البارزة في مراحل تطوّر البوليمر، والتي أدت إلى ظهور عصر البوليمرات. على الرغم من أن أول بوليمر تمت صناعته في العام 1909، إلّا أنّ صناعة البوليمرات لم تزدهر إلا بعد الحرب العالمية الثانية.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن وقابل بين المونومر والوحدة البنائية للبوليمر.



■ الشكل 17 يُعدّ البولي إيثيلين بوليمر غير سام وغير قابل للكسر، لذا يستخدم في صناعة ألعاب الأطفال.

■ الشكل 18

عصر البوليمرات

قام العلماء الذين يعملون على فهم تركيب وخواص المركبات العضوية بتطوير المركبات التي تؤثر في حياة الناس في كل مكان. وقد كانت إسهاماتهم بمثابة انطلاقة نحو عصر البوليمرات.

1909 تم تطوير أول بلاستيك مصنوع من البوليمرات الصناعية وهو الباكلايت.



1865 تم فيه تحديد تركيب البنزين. وأصبح الأساس لإنتاج المركبات الأروماتية.

1890

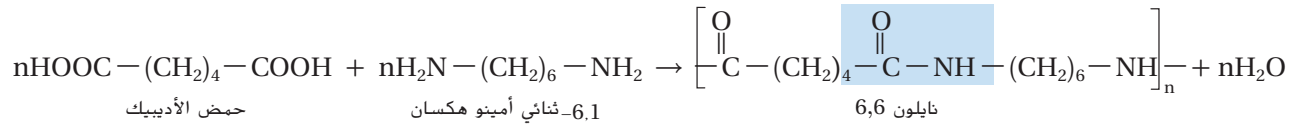
1860

1830

1899 انتشر الأسبرين بشكل واسع من قِبَل الأطباء كعلاج للألم. وسرعان ما أصبح الدواء الأكثر مبيعًا في كل أنحاء العالم.

1879 اكتُشف السكرين بطريق الصدفة بواسطة كيميائي كان يعمل على مشتقات تقطير الفحم.

في أربعينيات القرن التاسع عشر بدأ الأطباء في استخدام الإيثير كمخدر أثناء الجراحة.



■ الشكل 19 يُعدّ النايلون بوليمراً مكوّناً من خيوط رفيعة تشبه الحرير.

البلمرة بالإضافة في **البلمرة بالإضافة**، تظهر كل الذرات الموجودة في المونومرات في تركيب البوليمر الناتج. وعندما يكون الإيثين هو المونومر، ينتج عن البلمرة بالإضافة بوليمر البولي إيثيلين. فعند حدوث تفاعل البلمرة بالإضافة، تتكسر الروابط غير المشبعة، تماماً كما يحدث في تفاعلات الإضافة. لكن الاختلاف بينهما هو أنّ الجزيء المضاف هو جزيء ثانٍ من المادة نفسها، وهو الإيثين. لاحظ أنّ بوليمرات الإضافة الموجودة في **الجدول 14** في الصفحة التالية تتشابه مع البولي إيثيلين من حيث التركيب. هذا يعني أنّ التركيب الجزيئي لكل منها مطابق للبولي إيثيلين، حيث ترتبط الذرات الأخرى أو مجموعات الذرات بالسلسلة لتحل محل ذرات الهيدروجين. وتُصنّع كل هذه البوليمرات عن طريق البلمرة بالإضافة.

البلمرة بالتكثيف تحدث **البلمرة بالتكثيف** عندما تتحد المونومرات التي تحتوي على مجموعتين وظيفيتين على الأقل مع فقدان ناتج ثانوي صغير، وعادةً ما يكون الماء. ويُصنّع النايلون ونوع من الألياف المضادة للرصاص بهذه الطريقة. تم تصنيع النايلون لأول مرة عام 1931 وسرعان ما أصبح شائعاً ويعود السبب في ذلك إلى قوته والقدرة على سحبه في هيئة خيوط رفيعة تشبه الحرير. ونايلون 6,6 هو اسم أحد أنواع النايلون الذي تم تصنيعها. ويتكون أحد المونومرات من سلسلة في نهايتها ذرتين كربون، وكل واحدة منهما هي جزء من مجموعة الكربوكسيل، كما هو موضح في **الشكل 19**، والمونومر الآخر عبارة عن سلسلة فيها مجموعات أمين في كلتا النهايتين. وتخضع هذه المونومرات للبلمرة بالتكثيف وتكوّن مجموعات الأמיד التي ترتبط مع الوحدات الفرعية للبوليمر، كما هو موضح في المربع الملون في **الشكل 19**. لاحظ تكوّن جزيء واحد من الماء مقابل تكوين كل رابطة أמיד جديدة.



الجدول 14 البوليمرات الشائعة

البوليمر	التطبيقات	الوحدة البنائية
بولي كلوريد الفينيل (PVC)	الأنابيب البلاستيكية، أوراق تغليف اللحوم، مواد التنجيد، الملابس المضادة للمطر، الألواح الجانبية الخارجية المثبتة على المنازل، خراطيم الماء	$\cdots - \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} - \left[\underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} \right]_n - \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} - \cdots$ <p>بولي كلوريد الفينيل</p>
بولي أكريلونيتريل	أقمشة الملابس ومواد التنجيد والسجاد	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C} \equiv \text{N}}{\underset{ }{\text{CH}}} \right]_n$
بولي فينيلدين كلوريد	تغليف الأطعمة، الأقمشة	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{C}}} \right]_n$
بولي ميثيل ميثاكريلات	(زجاج الأكرليك) "غير قابل للكسر" للنوافذ، عدسات غير مكلفة، التحف الفنية	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}} - \overset{\text{O}-\text{CH}_3}{\overset{\text{O}}{\parallel}} \right]_n$
بولي بروبيلين (PP)	عبوات المشروبات، الحبال، الشبكات، أدوات المطبخ	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} \right]_n$
البوليستيرين (PS) وبلاستيك الستايرين	رغوة التغليف والعزل وأصص النبات وعبوات الأطعمة المخصصة للاستعمال مرة واحدة وعمل النماذج	$\left[\text{C}(\text{H})(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 \right]_n$
بولي إيثيلين رباعي فتالات (PETE)	زجاجات المشروبات الغازية، أسلاك الإطارات، الملابس، أشرطة التسجيل، الأدوات البديلة للأوعية الدموية	$\left[\text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} \right]_n$
بولي يوريثان	وسائد الأثاث الإسفنجية، الطلاء الخارجي المضاد للماء، أجزاء من الأحذية	$\left[\text{C}(=\text{O}) - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$

■ **الشكل 20** تُصنع ألواح الخشب من البلاستيك المُعاد تدويره، مثل زجاجات المشروبات الغازية وعبوات اللبن المستهلكة وغيرها من نفايات البولي إيثيلين الأخرى.



مهن في الكيمياء

كيميائي البلمرة هل تبدو لك فكرة تطوير بوليمرات فكرة جديدة وملهمة وتشكل تحديًا بالنسبة لك؟ يعمل كيميائي البلمرة على تطوير بوليمرات جديدة وعلى ابتكار استخدامات أو عمليات تصنيع للقدمة منها.

خواص البوليمرات وإعادة تدويرها

لماذا نستخدم العديد من البوليمرات المختلفة في الوقت الحالي؟ يعود أحد الأسباب إلى سهولة تصنيعها. والسبب الآخر هو أنّ المواد الأولية المُستخدمة في تصنيعها غير مكلفة. وثمة سبب آخر أكثر أهمية وهو أنّ للبوليمرات نطاقًا واسعًا من الخواص. يُمكن سحب بعض البوليمرات للحصول على ألياف فاخرة أكثر نعومة من الحرير، بينما يكون البعض الآخر قويًا كالفضولاذ. ولا تصدأ البوليمرات كما يفعل الفضولاذ، بالإضافة إلى أنّ العديد من البوليمرات تبقى مدة أطول من المواد الطبيعية مثل الأخشاب. فضلًا عن أنّ المواد البلاستيكية المُستخدمة في تصميم الأرضية الخشبية، مثل تلك المبيّنة في **الشكل 20**، غير قابلة للتآكل ولا تحتاج إلى إعادة الطلاء.

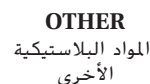
خواص البوليمرات ثمة سبب آخر يوضّح الطلب المتزايد على البوليمرات وهو سهولة تشكيلها إلى أشكال مختلفة أو سحبها لتكوين ألياف رفيعة. ولا يكون الأمر بهذه السهولة مع الفلزات والمواد الطبيعية الأخرى، حيث يجب تسخينها على درجات حرارة مرتفعة، وقد لا تنصهر على الإطلاق، أو تصبح ضعيفة للغاية كي تُستخدم في تشكيل أدوات صغيرة رفيعة.

وكما هو الحال مع كل المواد، فإن للبوليمرات خواص تميّز بها بسبب تركيبها الجزيئي، مثل البولي إيثيلين، وهو ألكان ذو سلسلة طويلة. ولهذا، فإنّ لديه ملمسًا شمعيًا ولا يذوب في الماء ولا يتفاعل ويُعتبر موصّلًا رديئًا للكهرباء. تجعله هذه الخواص مثاليًا للاستخدام في عبوات حفظ الأطعمة والمشروبات وكعوازل في الأسلاك الكهربائية وكابلات التلفاز. تنقسم البوليمرات إلى فئتين مختلفتين، بناءً على خصائص انصهارها. بوليمر **البلاستيك الحراري** هو الذي يُمكن صهره وتشكيله عدة مرات إلى أشكال ثابتة عند التبريد. يُعدّ كل من البولي إيثيلين والنايلون أمثلة على بوليمرات البلاستيك الحراري. والبوليمر **المتصلب بالحرارة** هو الذي يُمكن تشكيله عند تحضيره أول مرة، ولكن بعد التبريد، لا يُمكن إعادة صهره. يُمكن شرح هذه الخاصية من خلال حقيقة أنّ البوليمرات المتصلبة بالحرارة تبدأ في تكوين شبكات من الروابط في العديد من الاتجاهات عند تصنيعها. وحينما تبرد، تُصبح هذه البوليمرات، في الواقع، جزيئًا واحدًا كبيرًا، ويُعدّ الباكلايت مثالًا على البوليمر المتصلب بالحرارة. وبدلًا من الانصهار، يتحلّل الباكلايت عند الإفراط في تسخينه.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن وقابل بين بوليمرات البلاستيك الحراري والمتصلبة بالحرارة.

المفردات أصل الكلمة البلاستيك الحراري thermoplastic

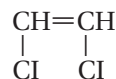
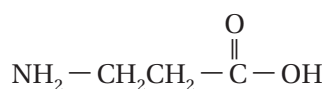
المقطع **thermo-** مشتق من الكلمة اليونانية **therme** التي تعني الحرارة؛ والمقطع **plastic** مشتق من الكلمة اليونانية **plastikos** التي تعني قولبة أو تشكيل



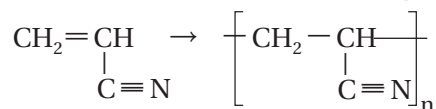
تبلغ نسبة المواد البلاستيكية المُعاد تدويرها المُستخدمة في الولايات المتحدة حاليًا حوالي 5%. الجدير بالذكر أنَّ إعادة تدوير المواد البلاستيكية صعب إلى حدٍ ما بسبب التنوُّع الضخم للبوليمرات المختلفة الموجودة في المنتجات. وعادةً يجب فرز المواد البلاستيكية وفقًا لتركيب البوليمر قبل إعادة استخدامها. كذلك، إنَّ إعادة تدوير البوليمرات المتصلبة بالحرارة أصعب مقارنةً مع بوليمرات البلاستيك الحراري لأنَّ مواد البلاستيك الحراري هي فقط التي يمكن صهرها وإعادة تشكيلها بشكلٍ متكرَّر. وقد تستغرق مهمة فصل المواد البلاستيكية وقتًا طويلًا، كما أنها مكلفة. ولهذا السبب تم تطوير الصناعات البلاستيكية من خلال توفير رموز موحدة تُشير إلى تركيب كل منتج بلاستيكي. تظهر الرموز الموحدة للمواد البلاستيكية في **الشكل 21**، وتوفِّر هذه الرموز طريقة سريعة للعاملين في مجال إعادة التدوير لتصنيف المواد البلاستيكية.

القسم 5 مراجعة

a. الاضافة **b.** التكاثف

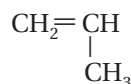


23. سَمِّ تفاعل البلمرة التالي إمَّا إضافة أو تكاثفًا. اشرح إجابتك.



24. حدّد غالبًا ما تحل البوليمرات الصناعية محل الأحجار والأخشاب والفلزات والصوف والقطن في العديد من التطبيقات. حدّد بعض مزايا وعيوب استخدام المواد المُصنَّعة بدلًا من المواد الطبيعية.

25. توقّع الخواص الفيزيائية للبوليمر المصنوع من المونومر التالي متطرقاً إلى الذائبة في الماء والتوصيل الكهربائي والملمس والنشاط الكيميائي. هل تعتقد أنه سيكون بوليمر من نوع البلاستيك الحراري أم متصلباً بالحرارة؟ اذكر أسباب توقعاتك.



ملخص القسم

- إنّ البوليمرات جزيئات ضخمة تكوّنت عن طريق اتحاد جزيئات أصغر تُسمى مونومرات.
- يتم تصنيع البوليمرات من خلال تفاعلات التكثيف أو الإضافة.
- يُمكن استخدام المجموعات الوظيفية الموجودة في البوليمرات لتوقع خواص البوليمر.

الكيمياء في الحياة اليومية



الشكل 1 يحتوي الثوم الطازج على مادة كيميائية مسببة للألم كوسيلة دفاعية ضد مفترساتها.

كما ينشط الأليسين الخلايا العصبية. ويعمل الأليسين بشكل فعال على زوج من بروتينات القناة الأيونية يطلق عليهما TRPA1 وTRPV1. وعند وجود مادة الأليسين الكيميائية، تسمح هذه القنوات للأيونات بالدخول للخلية العصبية. فترسل الشحنات الكهربائية الزائدة في الخلية العصبية إلى الدماغ. حيث يفسرها على أنها إحساس بالاحراق.

التقصي عن مستقبلات الألم في حين أنه من المثير معرفة سبب الإحساس بالألم عند تذوق الثوم، إلا أن فهم كيفية تسبب الأليسين بإحساس الألم أكثر إثارة وفائدة. يأمل الباحثون في أن يصلوا إلى فهم أعمق لكيفية عمل هذه المستقبلات من أجل اكتشاف طرائق جديدة للتحكم بالألم المزمن عند المرضى.

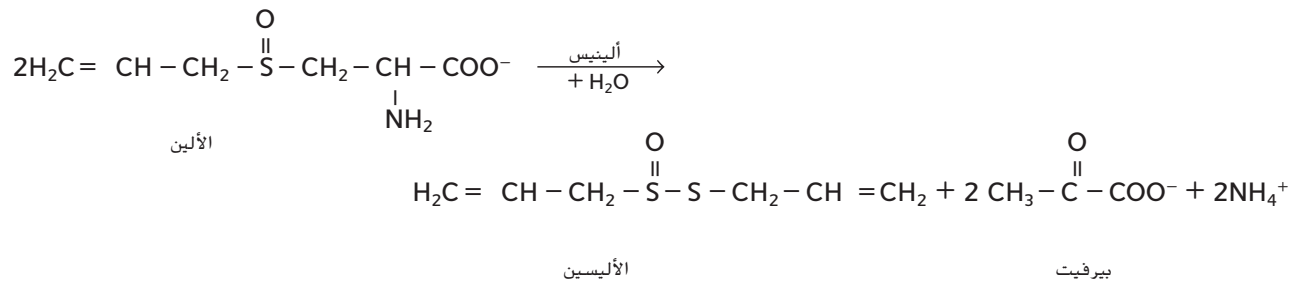
الثوم: السعادة والألم

هل تعرف أن نكهتي الثوم الطازجة والمطبوخة مختلفتان تمامًا؟ يحتوي الثوم الطازج، كما هو موضح في **الشكل 1**، على مواد تسبب إحساسًا بالاحراق في فمك. إلا أن الثوم المطبوخ لا يسبب الإحساس هذا، ويرجع السبب في ذلك إلى التفاعلات الكيميائية.

عند طحن الثوم الطازج أو تقطيعه أو سحقه، ينتج مادة كيميائية تدعى الأليسين، كما هو موضح في **الشكل 2**. وإنتاج الأليسين آلية دفاع كيميائية لنبات الثوم ضد المخلوقات الحية الأخرى. الأليسين مركب غير مستقر يتحول إلى مركبات أخرى مع الوقت أو عند تسخين الثوم أو طبخه، مما يفسر سبب عدم الإحساس الحارق في الفم عند تناول الثوم المطبوخ.

الإحساس بارتفاع درجة الحرارة والألم

العصبية الموجودة في الجلد درجة الحرارة والألم، بما في ذلك الجلد الموجود داخل فمك، وتحتوي هذه الخلايا العصبية جزيئات مُستشعرة للحرارة أعلى أسطحها، والتي تدعى قنوات الاستقبال الناقلة للأيون (TRP). وتنشط قنوات TRP عند اختلاف درجة الحرارة. على سبيل المثال، عندما يلمس المرء شيئًا ساخنًا، تفتح بعض القنوات الأيونية لـ TRP وتسمح لأيونات الكالسيوم المشحونة بالدخول للخلية العصبية. وهذا يزيد الشحنة داخل الخلية العصبية. وعند زيادة الشحنة بما فيه الكفاية، تُرسل إشارة كهربائية للدماغ. تُفسر على أنها إحساس بالحرارة.



الكتابة في الكيمياء

ابحث وأعد ملصقًا يعرض التفاعلات الكيميائية الأخرى في النباتات.

الشكل 2 عند تقطيع الثوم أو سحقه، تنتج مادة الألين مع أنزيم الأليسين مادة الأليسين. عند تذوقك للثوم الطازج، تحدث الخلايا العصبية الموجودة في فمك إشارة كهربائية ترسلها إلى الدماغ. ويفسر الدماغ الإشارة الكهربائية على أنها إحساس حارق.

ملاحظة خصائص الكحولات



الخلفية النظرية: الكحولات مركبات عضوية تحتوي على المجموعة الوظيفية (OH-). ويشير الاختلاف في سرعة تبخر الكحولات إلى تفاوت قوى الترابط بين جزيئات الكحولات. وتبخر السائل عملية ماصة للحرارة، لذا عندما تتبخر المادة فإنها تمتص الطاقة من البيئة المحيطة؛ وهذا يعني أن درجة الحرارة سوف تنخفض خلال حدوث التبخر.

السؤال: كيف تختلف القوى بين الجزيئية في ثلاث أنواع من الكحولات؟

المواد والأدوات

- ثيرموميتر
- ساعة توقيت
- مناديل ناعمة
- سلك ربط أو مطاطة
- ماصة (عدد 5)
- ميثانول
- إيثانول (95%)
- 2-بروبانول (99%)
- قطعة من الورق المقوى

احتياطات السلامة



تحذير: الكحولات مواد قابلة للاشتعال. أبقِ السوائل والأبخرة بعيدة عن ألسنة اللهب المشتعلة والشرر.

خطوات العمل

- كرّر الخطوات من 5-8 لكل كحول من الكحولات الثلاثة: الميثانول والإيثانول و 2-بروبانول.
- احصل على درجة حرارة الغرفة ومقدار الرطوبة من معلمك.
- التنظيف والتخلص من النفايات ضع المناديل المستخدمة في سلة المهملات. ويمكن إعادة استخدام الماصات بعد غسلها وتنشيفها.
- التحليل والاستنتاج**
 - الملاحظة والاستنتاج** ما الذي يمكن استنتاجه من العلاقة بين انتقال الحرارة والتغيرات في درجة الحرارة التي لاحظتها؟
 - قيم** إذا كان المحتوى الحراري المولي للتبخّر (kJ/mol) للكحولات الثلاث عند درجة 25°C هو: الميثانول 37.4، والإيثانول 42.3، و 2-بروبانول 45.4. ما الذي يمكنك استنتاجه حول القوة النسبية للقوى بين الجزيئية الموجودة في الكحولات الثلاثة؟
 - قارن** قارن بين الحجم الجزيئي للكحول من حيث عدد ذرات الكربون في سلسلة الكربون وسرعة تبخر الكحول.
 - الملاحظة والاستنتاج** قارن بياناتك مع بيانات زملائك. واستنتج سبب اختلافها.
 - تحليل الخطأ** حدّد مكان وقوع الأخطاء في إجراءاتك.

التوسع في الاستقصاء

تصميم تجربة اقترح طريقة لجعل هذه التجربة أكثر دقة وضبط من حيث الكمية، وصمّم تجربة باستخدام طريقتك الجديدة.

- ناقش إرشادات الأمن والسلامة لهذا التجربة قبل بدء العمل.
- ارسم جدولاً لتسجيل البيانات.
- اقطع خمس شرائط من المناديل بعرض 2 cm وطول 6 cm.
- ضع الثيرموميتر على منشفة مطوية موضوعة على سطح طاولة بحيث يكون مستودعه على الطاولة، والمقياس نفسه يمتد خارج الطاولة. تأكد أنه لا يمكن للثيرموميتر الوقوع من على الطاولة.
- لفّ شريط منديل حول مستودع مقياس الحرارة، واربطها بسلك الربط.
- اطلب إلى أحد الطلاب ضبط ساعة الايقاف وقراءة الثيرموميتر، وإلى طالب آخر أن يضيف السوائل المراد اختبارها باستخدام الماصة.
- عندما يصبح كلاهما جاهزين، أضف ما يكفي من السائل على المنديل حتى يتشبع تماماً. وفي نفس الوقت، يبدأ الشخص الثاني في تشغيل ساعة التوقيت، ويقرأ درجة الحرارة ويسجلها في جدول البيانات.
- استخدم قطعة الورق المقوى لتحريك الهواء حول قطعة المنديل التي تغلف مستودع الثيرموميتر. ثم اقرأ وسجل درجة الحرارة النهائية بعد دقيقة واحدة في جدول البيانات.

دليل الدراسة

الوحدة 9

الفكرة الرئيسية

استبدال المجموعات الوظيفية المختلفة لذرات الهيدروجين في الهيدروكربونات يظهر في المجموعة المتنوعة للمركبات العضوية.

القسم 1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

المفردات	
functional group	المجموعة الوظيفية
halocarbon	الهالوكربون
alkyl halide	هاليدات الألكيل
aryl halide	هاليدات الأريل
plastic	البلاستيك
substitution reaction	تفاعل استبدال
halogenation	هالجنة

المفردة الرئيسية يمكن لذرة الهالوجين أن تحل محل ذرة الهيدروجين في بعض المواد الهيدروكربونية.

- استبدال المجموعات الوظيفية المختلفة للهيدروجين في الهيدروكربونات يُنشئ تنوع واسع للمركبات العضوية.
- هاليد الألكيل مركب عضوي يحتوي على واحد أو أكثر من ذرات الهالوجين المرتبطة بذرة الكربون في مركب أليفاتي.

القسم 2 الكحولات والإثيرات والأمينات

المفردات	
hydroxyl group	مجموعة الهيدروكسيل
alcohol	كحول
ether	إثير
amine	أمين

المفردة الرئيسية بعد الأكسجين والنيتروجين الذرات الأكثر شيوعاً الموجودة في المجموعات الوظيفية العضوية.

- يتشكل الكحول والإسترات والأمينات عند استبدال المجموعات الوظيفية المحددة بالهيدروجين في الهيدروكربونات.
- لأنها تشكل روابط هيدروجينية بسهولة، يكون للكحولات أعلى درجة غليان وأعلى قابلية للذوبان في الماء من المركبات العضوية الأخرى.

القسم 3 مركبات الكربونيل

المفردات	
carbonyl group	مجموعة كربونيل
aldehyde	ألدهيد
ketone	كيتون
carboxylic acid	حمض كربوكسيلي
carboxyl group	مجموعة كربوكسيل
ester	إستر
amide	أميد
condensation reaction	تفاعل التكثيف

المفردة الرئيسية تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين مرتبطة برابطة ثنائية مع ذرة كربون في المجموعة الوظيفية.

- تعد مركبات الكربونيل هي المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة $C=O$
- تحتوي خمس فئات هامة من المركبات العضوية على مركبات الكربونيل وهي الألدهيدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

القسم 4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

المفردات	
elimination reaction	تفاعل الحذف
dehydrogenation reaction	الهيدروجين
dehydration reaction	تفاعل نزع الماء
addition reaction	تفاعل الإضافة
hydration reaction	تفاعل إضافة الماء
hydrogenation reaction	تفاعل الهدرجة

المفردة الرئيسية تصنيف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية يجعل التنبؤ بنواتج التفاعل أسهل بكثير.

- يمكن تصنيف معظم تفاعلات المركبات العضوية كواحدة من خمس فئات وهي: الاستبدال، والحذف، والإضافة، والأكسدة والاختزال، والتكثيف.
- يمكنك معرفة أنواع المركبات العضوية المتفاعلة من التنبؤ بنواتج التفاعل.

القسم 5 البولييمرات

المفردات	
polymer	البوليمر
monomer	المونومر
polymerization reaction	تفاعل البلمرة
addition polymerization	البلمرة بالإضافة
condensation polymerization	البلمرة بالتكثيف
thermoplastic	البلاستيك الحراري
thermosetting	المتصلب بالحرارة

المفردة الرئيسية تعد البولييمرات الصناعية هي الجزيئات العضوية الكبيرة التي تتكون من وحدات مرتبطة معاً عن طريق تفاعل الإضافة أو التكثيف.

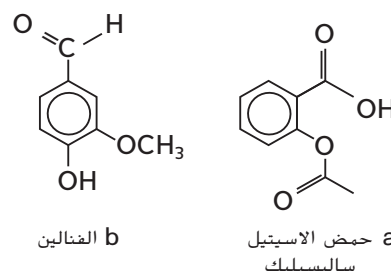
- تعد البولييمرات بأنها جزيئات كبيرة تشكلت من خلال دمج جزيئات أصغر تسمى المونومر.
- تم تجميع البولييمرات من خلال تفاعل الإضافة أو التكثيف.
- يمكن استخدام المجموعات الوظيفية الموجودة في البولييمرات للتنبؤ بخصائص البوليمر.

القسم 1

إتقان المفاهيم

26. ما المجموعة الوظيفية؟
27. صف وقارن بين الصيغ البنائية لهاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.
28. ما المادة الكيميائية التي ستستخدمها لتحويل غاز الميثان إلى بروموميثان؟
29. سمّ الأُمينات التي تمثلها الصيغ الآتية:
a. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
b. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_2\text{NH}_2$
c. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$
d. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_2\text{NH}_2$
30. فسر لماذا تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل كلما اتجهنا إلى الأسفل في مجموعة الهالوجينات في الجدول الدوري، من الفلور حتى اليود.

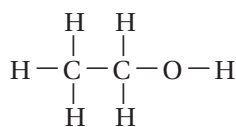
إتقان حل المسائل



31. اذكر الاسم والصيغة العامة لكل مجموعة من المجموعات الوظيفية المرتبطة بحلقات البنزين الموضحة في الشكل (22).
32. ارسم الصيغ البنائية لكل من هاليدات الألكيل والأريل التالية:
a. كلورو بنزين
b. 1-برومو-4-كلورو هكسان
c. 3-يودو-1-ثنائي فلورو هكسان حلقي
d. 3-ثنائي برومو بنزين
e. 2,2,1,1-رباعي فلورو إيثان
33. هاليد الكيل اسمه: 1-برومو-4-كلورو هكسان
a. ارسم صيغته البنائية
b. هل يحتوي المركب على أيزومرات ضوئية؟
c. إذا كان المركب يحتوي على أيزومرات ضوئية؛ حدد ذرة الكربون الفعالة ضوئياً (غير المتماثلة).
34. ارسم وسم جميع الصيغ البنائية الممكنة لهاليد الألكيل الذي له الصيغة الجزيئية $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Br}_2$ والذي لا يوجد فيه تفرعات.
35. سم صيغة بنائية واحدة لأيزومر ينتج عن تغيير موقع ذرة أو أكثر من ذرات الهالوجين في كل من هاليدات الألكيل التالية:
a. 2-كلورو بنتان
b. 1,1-ثنائي فلورو بروبان
c. 3,1-ثنائي برومو بنتان حلقي
d. 1-برومو-2-كلورو إيثان

القسم 2

إتقان المفاهيم



الشكل 23

36. ما اسم المركب الظاهر في الشكل 23؟ وما نوع الروابط بين جزيئاته؟
37. **التطبيقات العملية:** سم كحول أو أمين أو إيثر واحد يتم استخدامه لكل من الأغراض التالية:
a. مطهر
b. مذيب للطلاء
c. مضاد للتجمد
d. مخدر
e. إنتاج الصبغات
38. فسر لما ستكون قابلية الذوبان لجزيء الكحول في الماء دائماً أكبر منها لجزيء الإيثر الذي يمتلك كتلة جزيئية مماثلة.
39. فسر لماذا يمتلك الإيثانول درجة غليان أعلى بكثير من الإيثيل أمين، على الرغم من أن كتلتيهما الجزيئية متساوية تقريباً.

إتقان حل المسائل

40. سم إيثر واحدًا يكون أيزومر بنائي لكل من الكحولات التالية:
a. 1-بيوتانول
b. 2-هكسانول
41. ارسم الصيغة البنائية لكل مما يلي:
a. 2,1-بروبان دايل
b. 2-أمينو هكسان
c. ثنائي أيزوبروبيل إيثر
d. 2-ميثيل-1-بيوتانول
e. بيوتيل بنتيل إيثر
f. بيوتيل حلقي ميثيل إيثر
g. 3,1-ثنائي أمينو بيوتان
h. بنتانول حلقي

القسم 3

إتقان المفاهيم

42. ارسم الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية:
a. ألدهيد
b. كيتون
c. حمض كربوكسيلي
d. إستر
e. أميد
43. **الاستخدامات الشائعة:** سمّ الألدهيد أو الكيتون أو الحمض الكربوكسيلي أو الإستر أو الأميد المستخدم لكل من الأغراض التالية:
a. الحفاظ على العينات البيولوجية
b. المذيبات في طلاء الأظافر
c. حمض في الخل
d. النكهات في الأطعمة والمشروبات
44. ما نوع التفاعل المستخدم لإنتاج الأسبرين من حمض الساليسيليك وحمض الأسيتيك؟

إتقان حل المسائل

45. ارسم الصيغة البنائية لكل من مركبات الكربونيل الآتية:

a. 2,2-ثنائي كلورو-3-بنتانول

b. 4-ميثيل بنتانال

c. هكسانوات الأيزوبروبيل

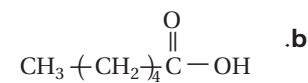
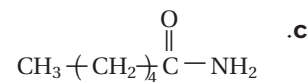
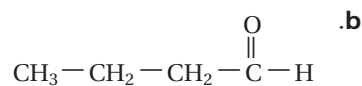
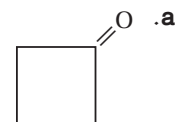
d. أوكتان أميد

e. 3-فلورو-2-ميثيل حمض البيوتانويك

f. بنتانال حلقي

g. ميثانوات الهكسيل

46. سمّ مركبات الكربونيل الآتية:



القسم 4

إتقان المفاهيم

47. تحضير المركبات العضوية: ما المادة الأولية التي منها

يمكن تحضير معظم المركبات العضوية؟

48. فسر أهمية تصنيف التفاعلات الكيميائية.

49. أكتب نوع التفاعل الكيميائي اللازم لإجراء كل من التغييرات التالية:

a. ألكين ← ألكان

b. هاليدات الألكيل ← الكحول

b. هاليدات الألكيل ← ألكين

d. أمين + حمض كروكسيل ← أميد

e. الكحول ← هاليدات الألكيل

f. ألكين ← الكحول

إتقان حل المسائل

50. صنف كل من التفاعلات العضوية الآتية من حيث كونها استبدال، أو إضافة، أو حذف أو أكسدة واختزال، أو تكثيف.

a. 2-بيوتين + هيدوجين ← بيوتان

b. بروبان + فلور ← 2-فلورو بروبان + فلوريد الهيدروجين

c. 2-بروبانول ← بروبين + ماء

d. بيوتين حلقي + ماء ← بيوتانول حلقي

51. استخدم الصيغ البنائية لكتابة معادلات للتفاعلات الآتية:

a. تفاعل استبدال بين 2-كلورو بروبان والماء لتكوين 2-بروبانول وكلوريد الهيدروجين

b. تفاعل إضافة بين 3-هكسين والكلور لتكوين 3,4-ثنائي كلورو هكسان.

52. ما نوع التفاعل الذي يحول الكحول إلى كل من أنواع المركبات الآتية:

a. إستر

b. هاليد الألكيل

c. ألكين

d. ألدهيد

53. استخدم الصيغ البنائية من أجل كتابة معادلة تفاعل التكثيف بين الإيثانول وحمض البروبانويك.

القسم 5

إتقان المفاهيم

54. فسر الفرق بين البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكثيف.

55. أي نوع من البوليمر أسهل في إعادة تدويره، المتصلب الحراري أم البلاستيك الحراري؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

56. تصنيع البوليمرات: ما المونمرات التي تتفاعل لتشكل كل من البوليمرات التالية؟

a. بولي إيثيلين

b. بولي فينيل كلوريد (PVC)

c. بولي رباعي فلورو إيثيلين (PTFE)

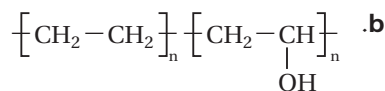
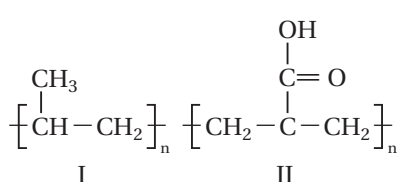
57. سمّ البوليمرات المصنوعة من المونومرات الآتية:

a. $\text{H}_2\text{C} = \text{CHCl}$

b. $\text{CCl}_2 = \text{CH}_2$

58. حدد البوليمر في كل من الأزواج الذي تتوقع أنه يمتلك قابلية ذوبان أعلى في الماء.

a.



59. ارسم الصيغ البنائية للبوليمرات التالية، ثم قرر ما إذا كان قد

تم تصنيع كل منها عن طريق البلمرة بالإضافة أم بالتكثيف.

a. النايلون

c. البولي يور إيثان

b. البولي أكريلونيتريل

d. البولي بروبيلين

60. الهرمونات البشرية: أي من الهالوجينات تم العثور عليها

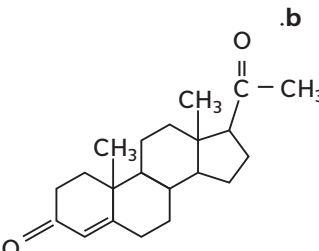
في الهرمونات التي تنتجها الغدة الدرقية للإنسان الطبيعي؟

مراجعة عامة

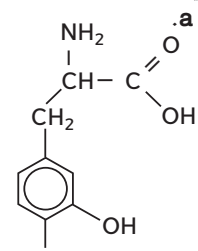
61. صف خصائص الأحماض الكربوكسيلية.
62. ارسـم الصيغ البنائية للمركبات الآتية:
 - a. بيوتانون
 - b. بروبانال
 - c. حمض الهكسانويك
 - d. هيبـتاناميد
63. سَمِّ نوع المركب العضوي الناتج عن كل من التفاعلات التالية:
 - a. الحذف من الكحول
 - c. إضافة كلوريد الهيدروجين إلى ألكين
 - c. إضافة الماء إلى ألكين
 - d. استبدال مجموعة الهيدروكسيل بذرة الهالوجين
64. أذكر استخدامين لكل من البوليمرات الآتية:
 - a. البولي بروبيلين
 - b. البولي يور إيثان
 - c. بولي رباعي فلورو إيثيلين
 - d. بولي فـينيل كلوريد
65. ارسـم وسَمِّ صيغ المركبات العضوية الناتجة عن تفاعل الإيثين مع كل من المواد الآتية:
 - a. الماء
 - b. الهيدروجين
 - c. كلوريد الهيدروجين
 - d. الفلور
66. **قوة دفع آمنة على البيئة** تحل مركبات الهيدرو فلور ألكانات (HFAs) محل مركبات الكلوروفلوروكربون في بخاخات معالجة الربو والأمراض التنفسية، وذلك بسبب ضرر مركبات الكلوروفلوروكربون لطبقة الأوزون. ارسـم تركيبات الهيدرو فلورو الكانات المدرجة أدناه.
 - a. 3,3,3,2,1,1,1-سباعي فلورو بروبان
 - b. 2,1,1,1-رباعي فلورو إيثان

التفكير الناقد

67. **فسّر الصور والرسومات العلمية:** أنشئ قائمة في جميع المجموعات الوظيفية في كل من الجزيئات العضوية المعقدة الآتية:



بروجيسترون



ليفادوا

68. **قيم:** حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) ذو قابلية عالية للذوبان في الماء. ولكن تتكون في الطبيعة أحماض كربوكسيلية ذات سلسلة كربون طويلة، مثل حمض البالمتيك ($(CH_3(CH_2)_{14}COOH)$)، لكنه غير قابل للذوبان في الماء. فسر ذلك.

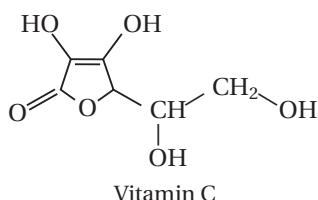
69. **تواصل:** اكتب الصيغ البنائية لكل الأيزومرات البنائية لكل من الصيغ الجزيئية التالية، وسَمِّ كل منها.

$C_2H_4Cl_2$

b.

C_3H_8O

a.



الشكل 24

70. **فسّر الصور والرسوم العلمية:** تتطلب خلايا الإنسان فيتامين C لكي تصنع المواد المكونة للنسيج الضام مثل تلك الموجودة في الأربطة. اكتب قائمة بأسماء المجموعات الوظيفية الموجودة في الجزيء C الموضح في الشكل 24.
71. **حدد:** ارسـم الصيغة البائية لجزيء عضوي مكون من أربع ذرات كربون وينتمي لكل من الأنواع التالية:

a. إستر

a. ألدهيد

c. إيثر

d. كحول
72. **التنبؤ:** يصف تفاعل الهلجنة الأحادي تفاعل الاستبدال الذي يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين واحدة بذرة من الهالوجين. بينما يصف تفاعل الهلجنة الثنائي تفاعل الاستبدال الذي يتم فيه استبدال ذرتين هيدروجين بذرتين هالوجين.
 - a. ارسـم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الأحادي ما بين البنتان والكلور Cl_2 .
 - b. ارسـم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الثنائي ما بين البنتان والكلور Cl_2 .

جدول 15 قابلية ذوبان الكحول في الماء (H ₂ O g 100/mol)		
الاسم	كحول	قابلية الذوبان
الميثانول	CH ₃ OH	عالية
إيثانول	C ₂ H ₅ OH	عالية
بروبانول	C ₃ H ₇ OH	عالية
بيوتانول	C ₄ H ₉ OH	0.11
بنتانول	C ₅ H ₁₁ OH	0.030
هكسانول	C ₆ H ₁₃ OH	0.0058
هبتانول	C ₇ H ₁₅ OH	0.0008

73. **قيم:** ادرس الجدول 15 لمقارنة بين بعض الكحولات وقابلية ذوبانها في الماء. استخدم الجدول للإجابة على الأسئلة الآتية:
 - a. ما نوع الرابطة المتكونة بين مجموعة OH في الكحول والماء؟
 - b. استعن بالبيانات الموجودة في الجدول لمعرفة العلاقة بين قابلية الذوبان في الماء وحجم الكحول.
 - c. ضع تفسيرًا للعلاقة التي ذكرتها في الجزء b.

الكتابة في الكيمياء

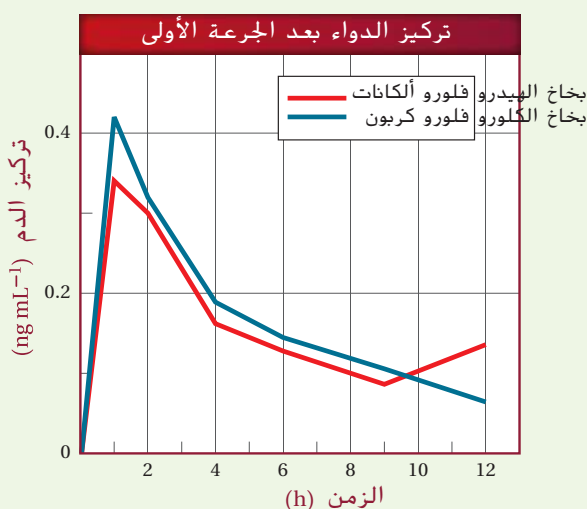
82. **المنظور التاريخي:** اكتب قصة قصيرة تصف كيف كانت ستختلف حياتك إذا كنت تعيش في بدايات القرن التاسع عشر، وقبل تطوير البوليمرات الصناعية.

DBQ أسئلة حول المستندات

قوة دفع الدواء: تحتوي العديد من الأدوية المستخدمة لعلاج الربو على مركبات الكلوروفلوروكربون. وبسبب ذلك، دعا بروتوكول مونتريال لفرض حظر على استعمال مركبات الكلوروفلوروكربون كمواد دافعة في الأدوية بحلول عام 2008. واستبدالها بمواد الهيدروفلورو الكان، ووجد أن اثنين من هيدرو فلورو الألكانات (HFA's) غير فعالة في توصيل أدوية الربو إلى الرئتين. وكما يلزم تخفيض جرعة الدواء إلى النصف عند استعمال مركبات الهيدرو فلورو الكانات.

يوضح الشكل 26 التركيز بعد جرعة واحدة من دواء بيكلوميثازون في دم المتطوعين باستخدام بخاخات مركبات الكلوروفلوروكربون أو بخاخات الهيدرو فلورو كربونات من أجل الاستنشاق.

تم الحصول على البيانات من: أندرسون، بي جاي 2006. صدر: مجلة العناية الحرجة والغلبية الرئوية، 93-120.89



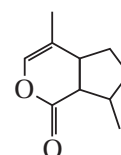
الشكل 26

83. بعد إعطاء جرعة واحدة من دواء بيكلوميثازون، أي البخاخات أدت إلى إعطاء أعلى تركيز للدواء في الدم. هل مركبات الكلوروفلوروكربون أم هيدرو فلورو الكانات؟
84. متى يصل الدواء إلى أعلى تركيز له؟
85. نحتاج إلى نصف الكمية من العلاج عند استعمال الهيدرو فلورو الكانات مقارنة مع الكلورو فلورو كربونات لكي يكون التركيز نفسه في الدم. استنتج مزايا استخدام أقل جرعة من الدواء للحصول على نتائج مماثلة.

74. **حدد:** يتم تصنيع معظم الجزيئات العضوية المفيدة من المواد الخام بخطوات عديدة، وهذا يسمى التحضير متعدد الخطوات. ضع أسماً لأنواع التفاعلات أو العمليات التي تحدث في كل خطوة في التحضير متعدد الخطوات أدناه.

البتترول ← الإيثان ← كلوريد الإيثيل ← الإيثين ← الإيثانول ← حمض الإيثانويك (الأسيتيك)

تحذّر



الشكل 25

75. **الفيرومونات الحيوانية:** يحتوي النعناع البري على مادة كيميائية عضوية تعرف باسم النيبيتالكتون، كما هو موضح في الشكل رقم 25، والتي يعتقد أنها تحاكي فيرومونات القطط. وتقوم القطط بالاحتكاك به، والتدحرج فوقه، وخربشته، ومضغه، ولعقه. والقفز من عليه. ثم الخرخرة بصوت عال، والتذمر، والمواء لعدة دقائق قبل أن تفقد اهتمامها به. تحتاج القططة إلى ما يصل إلى ساعتين من أجل "إعادة الاهتمام"، ومن ثم يكون لها نفس رد الفعل مع النعناع البري.
- a. ما نوع المركب العضوي للنيبيتالكتون؟
- b. ارسم الصيغة التركيبية للنيبيتالكتون على ورقة ومن ثم ارسم جميع ذرات الهيدروجين غير الظاهرة. تذكر أن ذرات الكربون يجب أن تحتوي على أربعة روابط حتى تستقر.
- c. اكتب الصيغة الجزيئية للنيبيتالكتون.

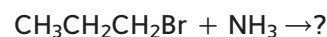
مراجعة تراكمية

76. فسر السبب من وراء انخفاض تركيز الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية في نفس الوقت تقريباً من كل عام.
77. لماذا تعد هذه الخصائص من خصائص الفلزات الانتقالية؟
- a. اختلاف شحنة الأيونات.
- b. العديد منها مواد صلبة ملونة.
- c. العديد منها صلبة وقاسية.
78. حدد عدد الذرات في كل من:
- a. 56.1 g Al
- b. 2 mol C
79. ما الخطوة المحددة للتفاعل؟
80. وفقاً لمبدأ لوشاتيليه، كيف لزيادة حجم وعاء التفاعل أن يؤثر على حالة الاتزان $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ؟
81. قارن بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

تدريب تراكمي على الاختبار المعياري

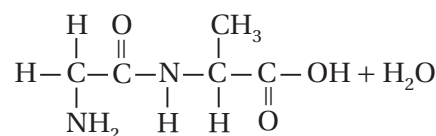
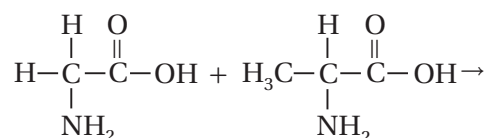
الاختبار من متعدد

1. ما نواتج التفاعل التالي:



- A. H_2O و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2\text{Br}$
 B. Br_2 و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3$
 C. HBr و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
 D. NH_2Br و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

2. ما نوع هذا التفاعل؟



- A. الاستبدال
 B. التكثيف
 C. الإضافة
 D. الحذف

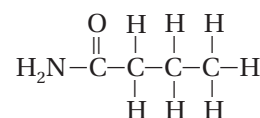
3. ما أعداد الأكسدة للعناصر في CuSO_4 ؟

- A. $2- = \text{O}$, $6+ = \text{S}$, $2+ = \text{Cu}$
 B. $2- = \text{O}$, $5+ = \text{S}$, $3+ = \text{Cu}$
 C. $1- = \text{O}$, $2+ = \text{S}$, $2+ = \text{Cu}$
 D. $2- = \text{O}$, $0 = \text{S}$, $2+ = \text{Cu}$

4. يعد تآكل أو صدأ الحديد نموذجاً لخلية جلفانية تحدث بشكل طبيعي. لمنع التآكل، يعلق فلز آخر (متآكل) بالحديد المعرض للصدأ، يجب أن يكون هذا الفلز المتآكل:

- A. أكثر عرضة للاختزال من الحديد.
 B. أكثر جهد اختزال من الحديد.
 C. مسامي وقابل للإزالة أكثر من الحديد.
 D. أكثر فقداً للإلكترونات بسهولة من الحديد.

5. ما نوع المركب الذي يمثله هذا الجزيء؟

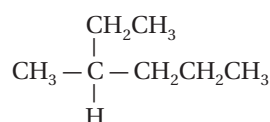


- A. أمين
 B. أميد
 C. إستر
 D. إيثر

6. يعد حمض السكسينيك ثنائي البروتون ($\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$) جزءاً مهماً من عملية تحويل الجلوكوز إلى طاقة في جسم الإنسان. ما تعبير K_a للتأين الثاني لحمض السكسينيك؟

- A. $[\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4] / [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_4^-] = K_a$
 B. $[\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_4^-] / [\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4^{2-}] = K_a$
 C. $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_4^-] / [\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4] = K_a$
 D. $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4^{2-}] / [\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4] = K_a$

7. استخدم الشكل بالأسفل للإجابة عن السؤال 7.



7. ما الاسم الصحيح لهذا المركب؟

- A. 3-ميثيل هكسان
 B. 2-إيثيل بنتان
 C. 2-بروبيل بيوتان
 D. 1-إيثيل -1-بيوتان

8. شريط من الفلز X تم غمره في محلول من X^+ الذي تركيزه 1M. عندما يتم توصيل نصف هذه الخلية إلى قطب هيدروجين قياسي؛ فإن الفولتميتر يقوم بقراءة جهد اختزال موجب. ما الذي ينطبق على القطب X؟

- A. إنه يستقبل الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات H^+ .
 B. يحدث له أكسدة.
 C. إنه يضيف أيونات موجبة X^+ إلى محلوله.
 D. إنه يمثل قطباً موجباً في الخلية.

9. ما كتلة وحدة صيغة من سداسي فلورو سيليكات الباريوم (BaSiF_6)؟

- A. $4.64 \times 10^{-22} \text{ g}$
 B. $1.68 \times 10^{-26} \text{ g}$
 C. $2.16 \times 10^{-21} \text{ g}$
 D. $6.02 \times 10^{-23} \text{ g}$

10. ما نوع المركب الذي يستقبل أيونات الهيدروجين H^+ ؟

- A. حمض أرهينيوس
 B. قاعدة أرهينيوس
 C. حمض برونشيد-لوري
 D. قاعدة برونشيد-لوري

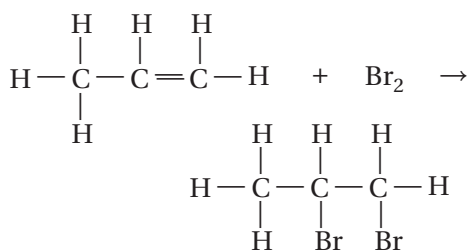
11. ما المشتقات الهيدروكربونية التي لها الصيغة العامة R-OH ؟

- A. كحول
 B. أمين
 C. كيتون
 D. حمض كربوكسيلي

اختبار الكفاءة الدراسية (SAT) في مادة: الكيمياء

16. لطلاع ملعقة حديد بالفضة باستخدام التيار الكهربائي:
A. يجب أن يكون قطب الفضة أكبر كتلة من الملعقة.
B. يجب أن تكون الملعقة بمثابة القطب الموجب في الخلية.
C. يجب توصيل التيار الكهربائي إلى الملعقة.
D. يجب أن تكون أيونات الحديد موجودة في محلول الخلية.
E. يجب أن الكاثود في الخلية قطب من الفضة.

17. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟



- A.** التكثيف
B. الهدرجة
C. التيلمر
D. الهلجنة
E. إضافة الماء

استخدم الجدول بالأسفل للإجابة عن السؤال 18.

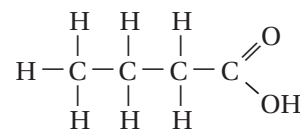
البيانات التجريبية من أجل $A + B \rightarrow C$			
الزمن	$[A]M$	$[B]M$	$[C]M$
0.00 sec	0.35	0.50	0.00
5.00 sec	0.15	0.30	0.40

18. ما سرعة هذا التفاعل من حيث الناتج المتكون /mol (L.s)؟

- A.** 0.40 mol/(L.s)
B. 0.85 mol/(L.s)
C. 0.08 mol/(L.s)
D. 0.17 mol/(L.s)
E. 0.93 mol/(L.s)

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم الشكل بالأسفل للإجابة عن السؤالين 12 و 13.

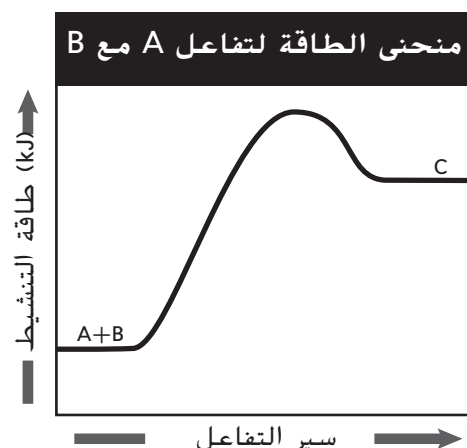


12. ما المجموعة الوظيفية الموجودة في هذا المركب؟

13. اذكر اسم المركب.

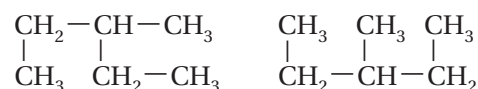
أسئلة ذات إجابات مفتوحة

استخدم الرسم بالأسفل للإجابة عن السؤال 14.



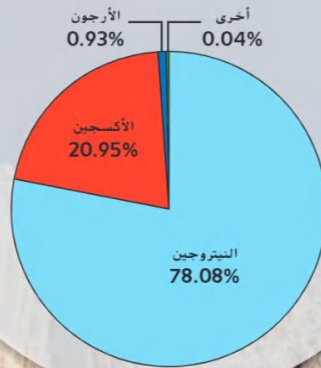
14. ناقش التفاعل الذي تكون نتائجه في صورة المنحنى البياني المبين أعلاه.

استخدم الشكل بالأسفل للإجابة عن السؤال 15.

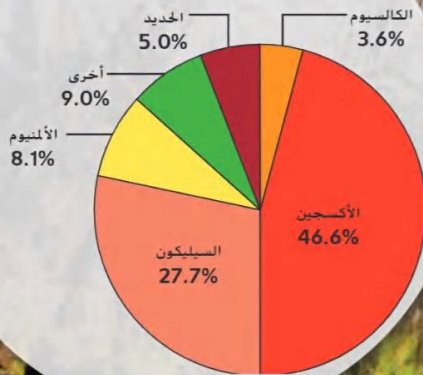


15. الصيغتان البنائيتان أعلاه لهما الصيغة الجزيئية C_6H_{14} . هل هما أيزومران؟ فسر اجابتك.

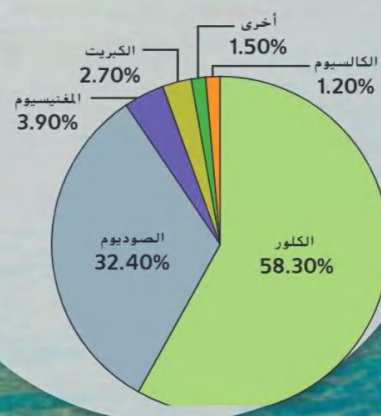
العناصر في الغلاف الجوي لكوكب الأرض



العناصر في قشرة الأرض



العناصر الذائبة في محيطات الأرض



جدول المحتويات

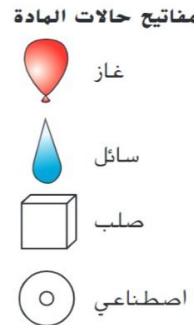
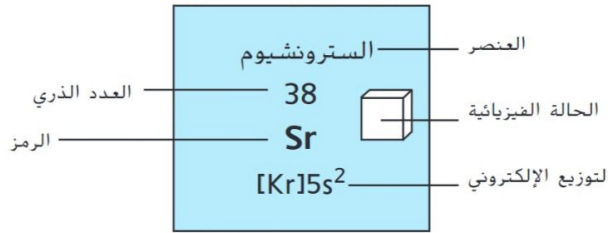
طريقة تنظيم هذا الكتيب

ينقسم كتيب العناصر إلى 10 أقسام: الهيدروجين والمجموعات 18 و 17، 16، 15، 14، 13، 12-3، 2، 1. سوف تتعرف على الخصائص الفيزيائية والذرية والتفاعلات العامة والاختبارات التحليلية والتطبيقات العملية على العناصر من الحياة اليومية في كل قسم. ستقوم الأسئلة الواردة في نهاية كل قسم استيعابك للعناصر.

EH-26	المجموعة 14: مجموعة الكربون.	EH-4	الهيدروجين
EH-32	المجموعة 15: مجموعة النيتروجين.	EH-6	المجموعة الأولى: الفلزات القلوية.
EH-36	المجموعة 16: مجموعة الأكسجين.	EH-10	المجموعة الثانية: الفلزات القلوية الأرضية.
EH-40	المجموعة 17: مجموعة الهالوجينات.	EH-16	المجموعات 3-12: العناصر الانتقالية.
EH-44	المجموعة 18: الغازات النبيلة.	EH-22	المجموعة 13: مجموعة البورون.

كيفية استخدام مربعات العناصر

يحتوي كل مربع من مربعات العناصر في الجدول الدوري على معلومات مفيدة. في كتيب العناصر، فكل مربع يحتوي على اسم عنصر ورمزه وعدده الذري وتوزيعه الإلكتروني. وحالة العنصر عند 1 atm ودرجة حرارة 25°C. وفيما يلي توضيح لمربع من الجدول الدوري.



كيفية استخدام كتيب العناصر

الكتيب
العناصر

عندما تقرأ كتيب العناصر، عليك أن تقرأه لتحصيل المعلومات. إليك بعض الأدوات المتوفرة بكتيب العناصر لمساعدتك في الوصول لتلك المعلومات.

تعرف على المكان المناسب للمجموعة في الجدول الدوري.

تعرف على الخصائص الفيزيائية والخصائص الذرية للعناصر في المجموعات.

لخص التفاعلات الشائعة للعناصر ضمن المجموعة.

تعرف على العناصر من خلال الاختبارات التحليلية.

المجموعة الثانية، الفلزات القلوية الأرضية

الخصائص الفيزيائية

• تتغير مع زيادة العدد الذري (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري.

• مع زيادة الكتلة الذرية (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري، تتغير الخصائص الفيزيائية (مثل نقطة الانصهار، نقطة الغليان، الكثافة، إلخ).

• تتغير الخصائص الكيميائية (مثل النشاط الكيميائي، التفاعل مع الماء، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

• تتغير الخصائص الذرية (مثل الطاقة الأيونية، نصف القطر، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

حقائق عن العناصر

الخصائص الذرية

• كل عنصر في الجدول الدوري له خصائص ذرية محددة (مثل العدد الذري، الوزن الذري، إلخ).

• تتغير الخصائص الذرية مع زيادة العدد الذري.

• تتغير الخصائص الكيميائية مع زيادة العدد الذري.

• تتغير الخصائص الفيزيائية مع زيادة العدد الذري.

الاختبارات التحليلية

• اختبار الفلame: يُستخدم لتحديد العناصر الموجودة في عينة ما.

• اختبار الترسيب: يُستخدم لتحديد العناصر الموجودة في عينة ما.

• اختبار الغاز: يُستخدم لتحديد العناصر الموجودة في عينة ما.

• اختبار المحلول: يُستخدم لتحديد العناصر الموجودة في عينة ما.

المصدر: كتيب العناصر، صفحة EH-10-EH-11

المجموعة الثانية، الفلزات القلوية الأرضية

الخصائص الفيزيائية

• تتغير مع زيادة العدد الذري (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري.

• مع زيادة الكتلة الذرية (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري، تتغير الخصائص الفيزيائية (مثل نقطة الانصهار، نقطة الغليان، الكثافة، إلخ).

• تتغير الخصائص الكيميائية (مثل النشاط الكيميائي، التفاعل مع الماء، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

• تتغير الخصائص الذرية (مثل الطاقة الأيونية، نصف القطر، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

التطبيقات العملية من الحياة اليومية

الخصائص الفيزيائية

• تتغير مع زيادة العدد الذري (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري.

• مع زيادة الكتلة الذرية (زيادة الوزن الجزيئي) من أعلى إلى أسفل في الجدول الدوري، تتغير الخصائص الفيزيائية (مثل نقطة الانصهار، نقطة الغليان، الكثافة، إلخ).

• تتغير الخصائص الكيميائية (مثل النشاط الكيميائي، التفاعل مع الماء، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

• تتغير الخصائص الذرية (مثل الطاقة الأيونية، نصف القطر، إلخ) مع زيادة العدد الذري.

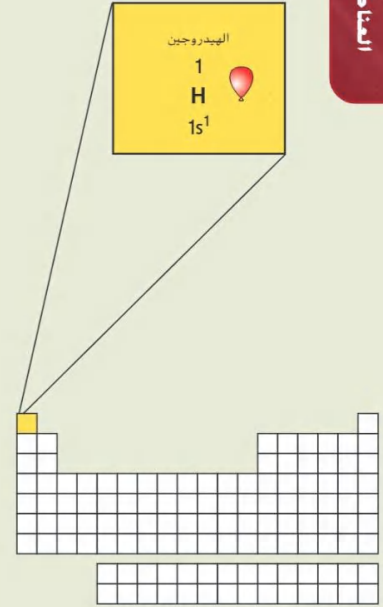
المصدر: كتيب العناصر، صفحة EH-14-EH-15

كتيب العناصر EH-3

الخصائص الفيزيائية والذرية

- في وجود درجة حرارة وضغط ثابتين، تكون كثافة غاز الهيدروجين (H_2) أقل من أي غاز.
- في الضغوط العالية جدًا، مثل المناطق الداخلية من كوكب المشتري، قد يوجد الهيدروجين في حالة فلزية صلبة.
- يوجد الهيدروجين في المجموعة الأولى لأنه لديه إلكترون تكافؤ واحد.
- يتشارك الهيدروجين في بعض الخصائص مع فلزات المجموعة الأولى. ويمكن أن يفقد إلكترونًا ليشكل أيون الهيدروجين (H^+).
- يتشارك الهيدروجين أيضًا في بعض الخصائص مع لافلزات المجموعة 17. ويمكنه اكتساب إلكترون ليشكل أيون هيدريد (H^-).
- توجد ثلاثة نظائر شائعة للهيدروجين: البروتوم وهو النظير الأكثر شهرة، لديه بروتون واحد وإلكترون واحد ولا توجد نيوترونات. الديوتيريوم ويطلق عليه أيضًا اسم الهيدروجين الثقيل، لديه بروتون واحد ونيوترون واحد وإلكترون واحد. التريتيوم وهو مشع، لديه بروتون واحد ونيوترونين وإلكترون واحد.

الخصائص الفيزيائية والذرية للهيدروجين	
درجة الانصهار	$-259^\circ C$
درجة الغليان	$-253^\circ C$
الكثافة	$8.24 \times 10^{-5} \text{ g/mL}$
نصف القطر الذري	78 pm
طاقة التأين الأولى	1312 kJ/mol
سالمية كهربائية	2.20 وحدة بولينج



الاختبارات التحليلية

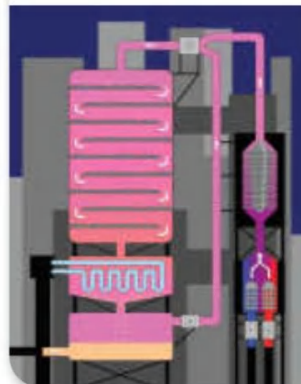
الرقم الهيدروجيني (pH) هو قياس تركيز أيون الهيدروجين (H^+) بالمخاليل المائية. عند التعبير عن تركيز أيون الهيدروجين بوحدة mol/L، فيكون الرقم الهيدروجيني عبارة عن لوغاريتم سالب لتركيز أيون الهيدروجين، $-\log[H^+]$. على سبيل المثال، إذا كان تركيز أيون الهيدروجين هو $1 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ فيكون الرقم الهيدروجيني (pH) هو 2.



بعض المواد المنزلية الشائعة هي مواد قاعدية أو حمضية. بحسب تركيزات أيون الهيدروجين H^+ بها، كلما زاد تركيز H^+ ، قل الرقم الهيدروجيني.

التفاعلات الشائعة

- عند اشتعال الهيدروجين، يتفاعل مع الأكسجين لتكوين الماء.
مثال: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$
- يتفاعل الهيدروجين مع الكبريت لتكوين كبريتيد الهيدروجين.
مثال: $H_2(g) + S(g) \rightarrow H_2S(g)$
- يتفاعل الهيدروجين مع النيتروجين في درجات الحرارة والضغط العالية لتكوين الأمونيا.
عامل حفاز
مثال: $3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$



غاز الهيدروجين الموجود في الأنابيب الأصفر وغاز النيتروجين في الأنابيب الأزرق تم خلطهما، ثم ضغطهما تحت ضغط عال ودرجة حرارة مرتفعة لتكوين أمونيا سائلة في الأنابيب البرتقالي الموجود في الناحية السفلية اليمنى.



تألف السحابة الملونة التي تشكل هذا السديم من غاز الهيدروجين.

هيدروجين

1

H

1s¹

تحديد الهيدروجين في النجوم

التحليل الطيفي عبارة عن دراسة الخطوط الطيفية الموجودة في طيف كهرومغناطيسي. والخطوط الملونة في طيف الانبعاث تمثل انبعاث الطاقة. كيف يعرف العلماء أن أكثر من 90% من الذرات الموجودة في الكون هي ذرات هيدروجين؟ من خلال تحليل أطراف انبعاث الضوء الصادرة عن النجوم أو المجرات. يمكن للفلكيين تحديد الهيدروجين، حيث يتكون طيف الهيدروجين من أربعة خطوط ملونة متباينة ذات أطوال موجية مختلفة. وتظهر تلك الخطوط عندما تتحرك الإلكترونات الموجودة في الغاز إلى مستويات طاقة مختلفة في الذرة عن طريق امتصاص الطاقة ومن ثم إطلاقها. ويمكن تحديد كل عنصر عن طريق أنماط مميزة من الخطوط الطيفية.

خلايا وقود الهيدروجين

تنتج خلايا وقود الهيدروجين الكهرباء من خلال الجمع بين الهيدروجين (H₂) والأكسجين (O₂) دون حدوث عملية احتراق. ولا ينتج عن هذه العملية سوى الماء والحرارة. ومن بين نماذج الشرح الحالية التي تستخدم

خلايا وقود الهيدروجين كمصدر للطاقة: أجهزة الحاسب الآلي المحمولة والسيارات والحافلات الصغوف الدراسية والآلات الموسيقية. في المستقبل، قد يكون من الممكن استخدام وعاء بحجم القلم مملوء بغاز الهيدروجين لتشغيل حاسب آلي محمول. أو، ربما تقود سيارة ذات خلية وقود إلى محطة تعبئة ومن ثم ملء اسطوانة الغاز ذات الضغط العالي بغاز الهيدروجين.

مراجعة

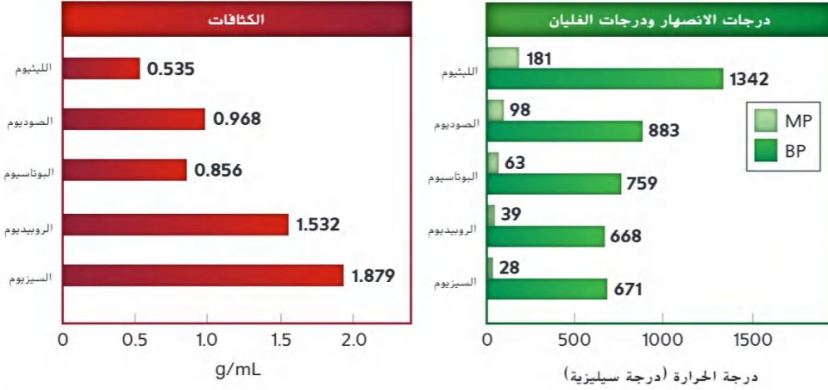
5. استدلّ يمكن أن يكتسب الهيدروجين إلكترونًا واحدًا للوصول إلى توزيع إلكتروني مستقر. لماذا لم يوضع الهيدروجين مع عناصر المجموعة 17 التي لها الطبيعة نفسها؟
6. طبق تركيز أيون الهيدروجين في محلول هو $3.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$. حدد ما إذا كان هذا المحلول حمضياً أم قاعدياً. ما الرقم الهيدروجيني لهذا المحلول؟

1. قارن وقابل نظائر الهيدروجين.
2. اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل بين غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين في خلية وقود.
3. وضح ما يحدث عندما يتفاعل الهيدروجين مع عنصر لافلزي.
4. قيم ميزة واحدة وعيب واحد على الأقل لخلايا وقود الهيدروجين مقارنة بمحركات البنزين التقليدية.

المجموعة الأولى: الفلزات القلوية

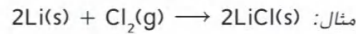
الخصائص الفيزيائية

- تتمتع الفلزات القلوية النقية بمظهر فضي فلزي.
- تكون الفلزات القلوية الصلبة لينة بما يكفي لقطع بسكين.
- معظم الفلزات القلوية لها كثافات منخفضة مقارنة بالحالة الصلبة لعناصر المجموعات الأخرى.
- فلزات الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم أقل كثافة من الماء.
- للفلزات القلوية درجات انصهار منخفضة، مقارنة بالفلزات الأخرى، كالفضة أو الذهب.



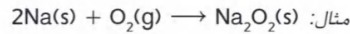
التفاعلات الشائعة

- يتفاعل الصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والسيوم بشدة مع الهالوجينات لتكوين أملاح، مثل كلوريد الليثيوم.

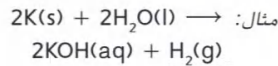


- يتفاعل الليثيوم (Li) و الصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والروبيديوم (Rb) والسيوم (Cs) مع الأكسجين لتكوين الأكاسيد (X_2O)، أو البيروكسيدات (X_2O_2)، أو فوق الأكاسيد (XO_2).

على سبيل المثال، يتفاعل الصوديوم مع الأكسجين لتكوين بيروكسيد الصوديوم.



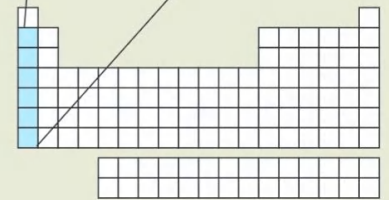
- يتفاعل الليثيوم (Li) و الصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والروبيديوم (Rb) والسيوم (Cs) بشدة مع الماء لتكوين هيدروكسيدات الفلزات، مثل هيدروكسيد البوتاسيوم وغاز الهيدروجين.



يتفاعل البوتاسيوم بشدة مع الماء وينتج عن هذا التفاعل حرارة كافية لإشعال غاز الهيدروجين الناتج.



الليثيوم 3 Li [He]2s ¹
الصوديوم 11 Na [Ne]3s ¹
البوتاسيوم 19 K [Ar]4s ¹
الروبيديوم 37 Rb [Kr]5s ¹
السيوم 55 Cs [Xe]6s ¹
الفرانسيوم 87 Fr [Rn]7s ¹

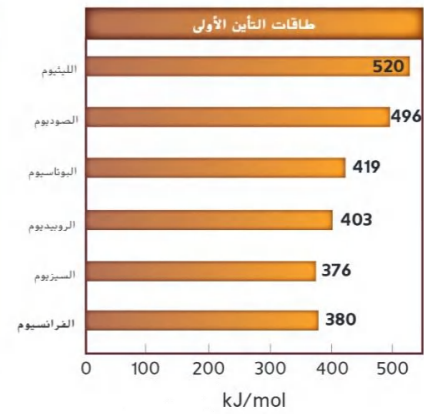
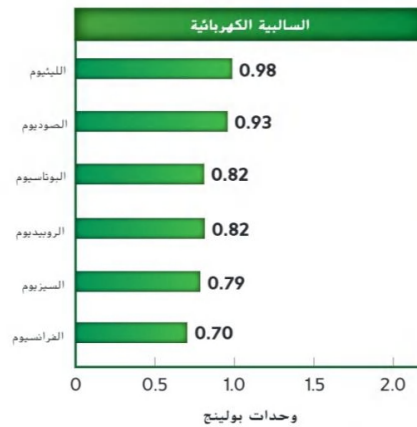


العناصر

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
Li 152	Li^{1+} 76
Na 186	Na^{1+} 102
K 227	K^{1+} 138
Rb 248	Rb^{1+} 152
Cs 265	Cs^{1+} 167
Fr 270	Fr^{1+} 180

الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة الأولى لديه إلكترون تكافؤ واحد وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^1 .
- تتعد عناصر المجموعة الأولى إلكترونات التكافؤ الخاصة بها لتكوين أيونات بشحنة موجبة قدرها +1.
- بالانتقال لأسفل عبر العناصر في المجموعة الأولى، يزيد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني.
- تقل السالبية الكهربائية بالانتقال لأسفل عبر عناصر المجموعة الأولى.
- الفلزات القلوية سريعة التفاعل لدرجة أنها لا توجد في الطبيعة كفلزات حرة.
- جميع الفلزات القلوية لها نظير واحد مشع على الأقل.
- خصائص الفرانسيوم غير معروفة، لأنه نادر ويتحلل بسرعة.



الاختبارات التحليلية

يمكن إجراء تحديد نوعي للفلزات القلوية باختبارات اللهب. يبعث الليثيوم لهبًا أحمر. بينما الصوديوم ينتج عنه لهبًا برتقاليًا. أما البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم فينتج عنها ألجنة لهب بنفسجية.



السيزيوم



الروبيديوم



البوتاسيوم



الصوديوم



الليثيوم

البطاريات الصديقة للبيئة

يُومًا ما، قد تعمل السيارات الكهربائية ببطاريات أيون الليثيوم خفيفة الوزن. حيث تتمتع بطاريات الليثيوم بالعديد من المزايا مقارنة ببطاريات الرصاص الحمضية. لا تحتوي بطاريات الليثيوم على فلزات سامة أو أحماض تسبب التآكل. خلافاً لبطاريات الرصاص الحمضية، مما يجعلها أكثر أماناً بالنسبة للبيئة. كما أن خفة وزن البطاريات بمثابة ميزة للسيارات الكهربائية. ومع ذلك، فإن هناك بعض العيوب التي تعترض بطاريات الليثيوم. ويعكف الباحثون حالياً على إيجاد طرق لصناعة بطاريات ليثيوم سريعة الشحن. كما أن التكلفة الباهظة تعد إحدى مساوئها. في الوقت الراهن، تُستخدم بطاريات الليثيوم في تطبيقات عملية صغيرة، مثل أجهزة الحاسب الآلي المحمولة، لكن ينبغي أن تكون أقل تكلفة قبل استعمالها بشكل روتيني في التطبيقات العملية التي تتطلب طاقة كبيرة، مثل السيارات الكهربائية أو الهجينة.

الليثيوم
3
Li
[He]2s¹



تستخدم جوالي المريخ المعروفان باسم سبيريت (Spirit) وأوبورتوني (Opportunity) الطاقة الشمسية لإعادة شحن بطاريات أيون الليثيوم.

محتوى الصوديوم الموجود في بعض الأطعمة الشائعة

محتوى الصوديوم للوجبة (mg)	الطعام	
1310	الشطائر التابعة لغاشية الوجبات السريعة مع لحم بارد	عالية الصوديوم
1106	شورية الدجاج بالنودلز المعلبة	
1080	بسكويت الوجبات السريعة مع البيض والتفاح	
851	الجبن القريش	
833	الخلل	
740	تشيز برجر الوجبات السريعة	
571	ذرة معلبة	
513	هوت دوغ (التفاح) لحم البقر	قليلة الصوديوم
484	فيليه السمك المقلّي	
133	خبز القمح	
132	زبادي الفواكه قليل الدسم	
119	سلطة الفواكه مع الجبن والبيض، بدون نوايل	
111	الكعكة الإسفنجية	
96	كعكة الشوفان	
76	جزر غير مطبوخ	
16	خوخ معلب	
2	ذرة مجمدة	

الصوديوم
11
Na
[Ne]3s¹

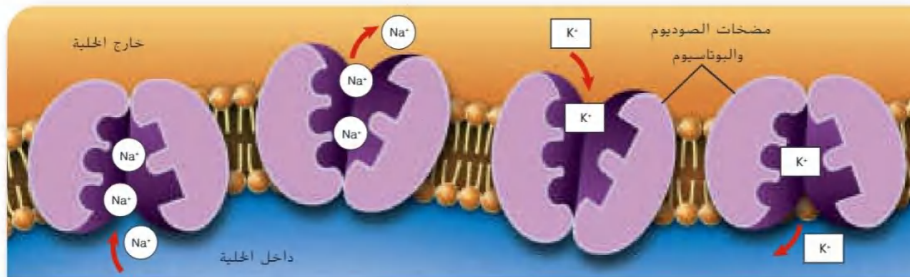


ملح الطعام والنظام الغذائي

في عام 2006، أوصت الجمعية الطبية الأمريكية بتقليل كمية الصوديوم في الأغذية المصنعة وأغذية المطاعم بمقدار النصف خلال العقد المقبل. الصوديوم ضروري للإنسان ولكن كثرته قد تساهم في ارتفاع ضغط الدم ونوبات قلبية. ومن هذا المنطلق، تنصح المبادئ التوجيهية الحالية باستهلاك أقل من 2300 mg من الصوديوم يومياً وهي كمية تعادل ملعقة صغيرة. ومع ذلك، يستهلك الأمريكيون في العادة 4000-6000 mg من الصوديوم يومياً. وتعتبر الأطعمة التي تحتوي على أكثر من 480 mg من الصوديوم لكل حصة أطعمة عالية الصوديوم. ولكي توصف الأطعمة بأنها قليلة الصوديوم، يجب أن تحتوي على 140 mg أو أقل لكل حصة. يسرد الجدول التالي بعض الأطعمة الشائعة المرتفعة أو المنخفضة في نسبة الصوديوم.

التطبيقات العملية من الحياة اليومية

العناصر كتيب



تحمل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم أيوني K^+ في الخلية لكل ثلاثة أيونات Na^+ تخرج من الخلية.

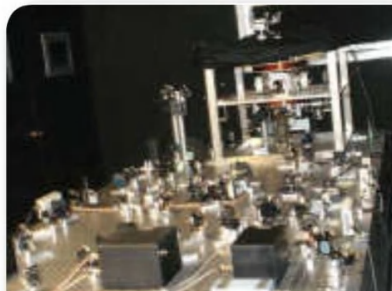
الصوديوم
11
Na
[Ne]3s¹

البوتاسيوم
19
K
[Ar]4s¹

مضخة الصوديوم والبوتاسيوم

تركيز أيون البوتاسيوم، فيكون عاليًا داخل الخلايا ومنخفضًا خارجها. في الواقع، أيونات البوتاسيوم هي الأيونات الأكثر شيوعًا داخل الخلايا الحية. لكل ثلاثة أيونات صوديوم تُضخ من الخلية، تقوم مضخات أتيباز الصوديوم/البوتاسيوم بضخ اثنين من أيونات البوتاسيوم إلى داخل الخلية. ومن ثم، تكون النتيجة النهائية هي شحنة سالبة داخل الخلية وتدرجات تركيز عبر غشاء الخلية لكل من أيونات البوتاسيوم والصوديوم.

يحتاج البشر وغيرهم من الفقاريات إلى الحفاظ على شحنة سالبة كامنة داخل خلاياهم من أجل البقاء على قيد الحياة. وتتطلب هذه العملية أيونات الصوديوم وأيونات البوتاسيوم، إنزيمًا مرتبطًا بالغشاء يسمى أتيباز الصوديوم/البوتاسيوم. يستخدم أتيباز الصوديوم/البوتاسيوم الطاقة الناتجة عن تحلل إيتبي لضخ أيونات الصوديوم خارج الخلايا وضخ أيونات البوتاسيوم إلى داخل الخلايا. ونظرًا لعمل هذه المضخة، يكون تركيز أيون الصوديوم منخفضًا داخل الخلايا وعاليًا خارجها. أما



يبلغ معدل الخطأ في ساعة السيزيوم الذرية النافورية الموجودة بمعهد الولايات المتحدة الوطني للمعايير والتكنولوجيا حوالي ثانية واحدة كل 100 مليون عام.

السيزيوم
55
Cs
[Xe]6s¹

ساعات السيزيوم الذرية

توجد إحدى الساعات الأكثر دقة في العالم بمعهد الولايات المتحدة الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST) في بولدر بولاية كولورادو. توفر ساعة السيزيوم الذرية الوقت الرسمي للولايات المتحدة. وتعتمد هذه الساعة على تردد الرنين الطبيعي لذرة السيزيوم (9,192,631,770 Hz)، الذي يحدد الثانية.

مراجعة

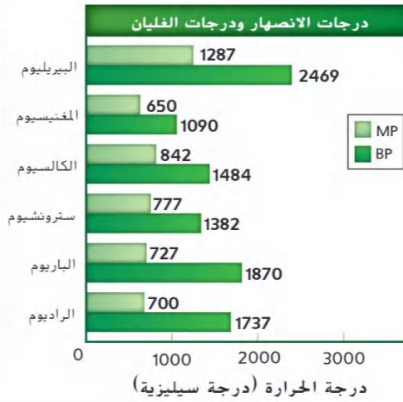
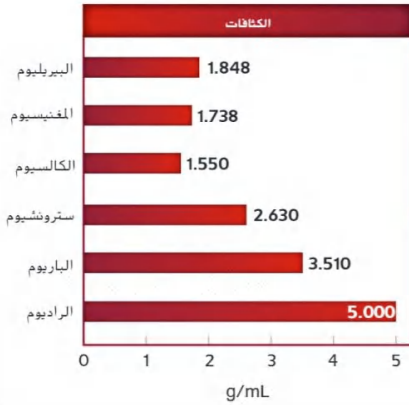
11. **حلّل** هل القطر الأيوني والذري لعنصر الليثيوم أقرب إلى الصوديوم أم إلى المغنيسيوم. الواقع في المجموعة الثانية؟ فسر إجابتك.
12. **نظّم** ارسـم جدولاً لتلخيص بيانات الخصائص الفيزيائية والذرية لعناصر المجموعة الأولى حسب الاتجاه السائد لزيادة العدد الذري.

7. **صف** الاتجاه السائد في كثافة الغازات الغلوية عند زيادة العدد الذري.
8. **قارن** بطاريات أيون الليثيوم ببطاريات الرصاص.
9. **اكتب** معادلة موازنة للتفاعل بين الليثيوم والماء.
10. **توقع** قابلية تفاعل فلز الليثيوم مع الماء.

المجموعة الثانية: الفلزات القلوية الأرضية

الخصائص الفيزيائية

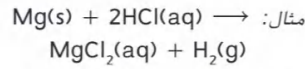
- تتمتع معظم الفلزات القلوية الأرضية بمظهر أبيض فضي فلزي. عندما تتعرض للأكسجين تتكون طبقة أكسيد رقيقة على السطح.
- تعد الفلزات القلوية الأرضية أفسى وأكثر كثافة وأقوى من العديد من عناصر المجموعة الأولى ولكنها لا تزال لينة نسبياً مقارنة بالفلزات الأخرى.
- لدى معظم الفلزات القلوية الأرضية درجات انصهار درجات غليان أعلى من الفلزات القلوية.
- بالانتقال إلى أسفل عبر المجموعة، تزيد الكثافة بوجه عام.



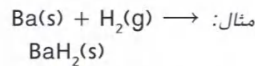
يتفاعل شريط من المغنيسيوم مع H_2O لتكوين $Mg(OH)_2$ وغاز الهيدروجين.

التفاعلات الشائعة

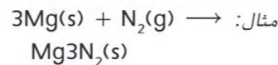
- يتفاعل المغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونشيوم (Sr) والباريوم (Ba) مع الأحماض المخففة لتكوين أملاح، مثل كلوريد المغنيسيوم وغاز الهيدروجين.



- يتفاعل المغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونشيوم (Sr) والباريوم (Ba) مع الهيدروجين لتكوين الهيدريدات، مثل هيدريد الباريوم.



- يتفاعل المغنيسيوم (Mg) والسترونشيوم (Sr) والكالسيوم (Ca) مع النيتروجين لتكوين النيتريدات، مثل نيتريد المغنيسيوم.



البيريليوم

4

Be

[He]2s²

المغنيسيوم

12

Mg

[Ne]3s²

الكالسيوم

20

Ca

[Ar]4s²

السترونشيوم

38

Sr

[Kr]5s²

الباريوم

56

Ba

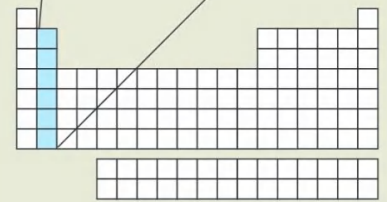
[Xe]6s²

الراديوم

88

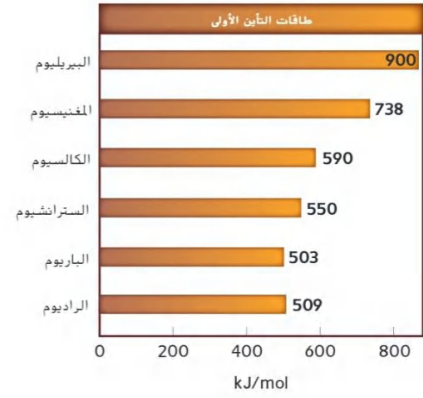
Ra

[Rn]7s²



العناصر

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
Be 112	Be ²⁺ 31
Mg 160	Mg ²⁺ 72
Ca 197	Ca ²⁺ 100
Sr 215	Sr ²⁺ 118
Ba 222	Ba ²⁺ 135
Ra 220	Ra ²⁺ 148



الاختبارات التحليلية

يمكن تحديد ثلاثة من الفلزات القلوية الأرضية عن طريق اختبار اللهب: فالكالسيوم ينتج عنه لون أحمر، في حين ينبعث من السترونشيوم لون قرمزي. أما في حالة وجود الباريوم في العينة، بإمكانه حجب ألوان اللهب في كل من الكالسيوم والسترونشيوم. لينبعث لون أصفر مخضر.



الباريوم

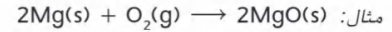


السترونشيوم



الكالسيوم

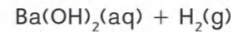
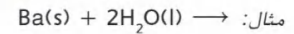
يتفاعل المغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونشيوم (Sr) والباريوم (Ba) مع الأكسجين لتكوين الأكاسيد، مثل أكسيد المغنيسيوم.



يتفاعل السترونشيوم (Sr) والباريوم (Ba) مع الأكسجين لتكوين البيروكسيدات، مثل بيروكسيد السترونشيوم.



يتفاعل المغنيسيوم (Mg) والكالسيوم (Ca) والسترونشيوم (Sr) والباريوم (Ba) مع الماء لتكوين قلويات، مثل هيدروكسيد الباريوم وغاز الهيدروجين.



يتفاعل الباريوم مع الماء لتكوين أيونات Ba²⁺ وأيونات OH⁻ وغاز الهيدروجين.



المجموعة الثانية: الفلزات القلوية الأرضية

الفلزات
القلوية



تتكون مرآة تلسكوب جيمس ويب الفضائي من 18 لوحاً من ألواح البريليوم السداسية.

البريليوم
4
Be
[He]2s²

تلسكوبات الفضاء

تتمتع سبائك البريليوم والبريليوم بخصائص تجعلها مفيدة في التطبيقات العملية بالفضاء، فهي قوية ولكنها في الوقت نفسه أخف من الألمنيوم وتتسم بكونها مستقرة ضمن نطاق واسع من درجات الحرارة. لوح تلسكوب هابل الفضائي مصنوع من البريليوم خفيف الوزن. يحمل لوح التفاعل السخانات التي تحافظ على المرآة الرئيسة في درجة حرارة ثابتة. كما يُستخدم البريليوم في بديل تلسكوب هابل وهو تلسكوب جيمس ويب الفضائي (JWST).

الأحجار الثمينة

ينتمي الزمرد ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$) وهو أحد الأحجار الكريمة الأكثر قيمة في العالم، إلى عائلة الأحجار الكريمة المعروفة باسم البريليات. البريليات هي بلورات نقية عديمة اللون. تُصبغ البريليات بعناصر أخرى لتشكل أحجاراً كريمة، مثل الزبرجد والمورجانيتي والزمرد. كما أن كميات ضئيلة من الكروم أو الفاناديوم تعطي للزمرد لونه الأخضر الفريد من نوعه.



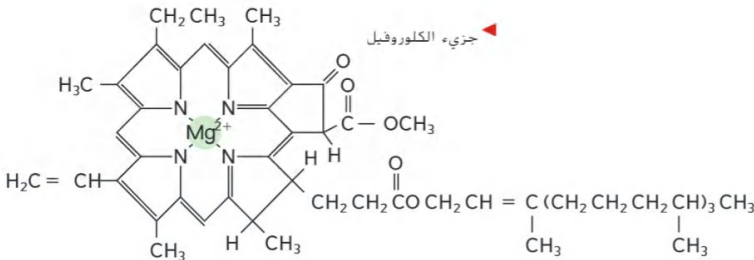
الكلوروفيل والمحاصيل الزراعية

في بدايات القرن الماضي، اكتشف الكيميائي الألماني ريتشارد فيلشتيتر أن جزيء الكلوروفيل يحتوي على أيون مغنيسيوم في مركزه. ويعتبر الكلوروفيل وهو المادة الخضراء في النباتات، المسؤول عن عمليات التمثيل الضوئي، التي تحول ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية وهذه الطاقة الكيميائية هي التي تدعم الحياة على الأرض. لاحظ في الجدول التالي أن متوسط حصاد المحاصيل الشائعة يؤدي إلى إزالة كميات كبيرة من المغنيسيوم من هكتار واحد فقط من التربة. بمجرد اكتشاف أهمية المغنيسيوم، تم إخصاب التربة التي تعاني من نقص في المغنيسيوم، مما أدى إلى زيادة كبيرة في المحاصيل. وأدى هذا الاكتشاف إلى حصول فيلشتيتر على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1915.

المغنيسيوم
12
Mg
[Ne]3s²

كمية المغنيسيوم التي أزيلت بالمحاصيل المحصودة من هكتار واحد من التربة

المحصول	كمية المغنيسيوم المأخوذة من التربة (kg)
البرسيم الحجازي	44
ذرة	58
قطن	25
برتقال	25
فول سوداني	27
أرز	15
فول صويا	27
طماطم	40
قمح	20



الباريوم
56
Ba
[Xe]6s²

السترونشيوم
38
Sr
[Kr]5s²

الكالسيوم
20
Ca
[Ar]4s²

المغنيسيوم
12
Mg
[Ne]3s²

الفلزات المستخدمة في الألعاب النارية

اللون	الفلز
أحمر	السترونشيوم والليثيوم
برتقالي	الكالسيوم
ذهب	الحديد (مع الكربون)
أصفر	الصوديوم
أبيض	مغنيسيوم ساخن أبيض أو ألومنيوم أو باريوم
أخضر	الباريوم
أزرق	نحاس
بنفسجي	خليط من السترونشيوم (أحمر) والنحاس (أزرق)
فضي	الألومنيوم أو التيتانيوم أو مسحوق المغنيسيوم أو الرقائق المصنعة منه

الألعاب النارية

المكونات الرئيسية الأربعة للألعاب النارية هي حاوية ومنصهر وشحنة متفجرة ومجّوم. تحتوي النجوم على المركبات الكيميائية اللازمة لانبعاث إضاءة بألوان براقة. تحتوي العديد من هذه المركبات على فلزات قلوية أرضية، مثل كلوريد الباريوم (BaCl_2) وكربونات السترونشيوم (SrCO_3) وكلوريد الكالسيوم (CaCl_2). ويحدد الجدول الفلزات اللازمة لجعل الألوان مرئية خلال عرض الألعاب النارية.

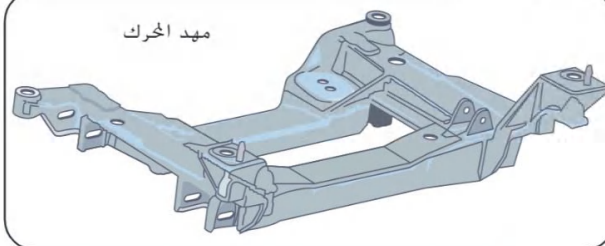


سبائك جديدة في مجال الهندسة

تستخدم سبائك المغنيسيوم عندما تكون هناك حاجة إلى مواد قوية ولكن خفيفة الوزن في الوقت نفسه، كما هو الحال في إطارات حشائش الظهر والطائرات. تتيح هذه السبائك أيضًا لمهندسي السيارات إمكانية تصميم سيارات أخف وزنًا وأكثر كفاءة في استهلاك الوقود. تحل سبيكة المغنيسيوم الجديدة، التي أدخلت في شبكة محركات بعض نماذج السيارات عام 2006، محل سبيكة الألمنيوم التقليدية. تقلل هذه السبائك كتلة حامل المحرك بحوالي الثلث، مما يؤدي إلى صناعة سيارة رشيفة وقابلة للتحكم في الوقت نفسه، وبما أنها تعد طفرة في تكنولوجيا الهندسة، يجري حاليًا تقييم السبيكة الجديدة لتستخدم في تطبيقات عملية أخرى.



حامل المحرك المصنوع من سبيكة المغنيسيوم أخف من سبيكة الألمنيوم وعلى الرغم من ذلك يتحمل درجات الحرارة العالية الصادرة عن محرك السيارة.



مهد المحرك

المجموعة الثانية: الفلزات القلوية الأرضية

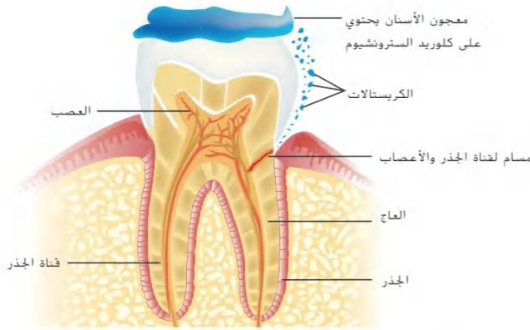
كتيب العناصر

الجبس

يُصنع اللوح الجصي من الجبس وهو فلز لين مكون من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). وتستخدم الألواح الجصية في تشييد المباني لما يوفره الجبس من حماية ضد الحرائق. كما يحتوي الجبس على كميات كبيرة من المياه في شكل بلوري والتي تتبخر عند تسخينها. بينما تظل الألواح عند درجة حرارة 100°C بعدما تتبخر كل المياه، لتحمي الإطار الخشب للمبنى. ويُعرف الجبس الذي خسر معظم مياهه بجدار الجص. وتشكل معظم المعادن معاجين عند مزجها مع الماء. فعند خلط الجص بالماء، يكون بنية بلورية صلبة. لذلك غالبا ما يُستخدم في التمام كسور العظام وصناعة القوالب.

الكالسيوم
20
Ca
[Ar]4s²

طبقة من الجص تحمي الحفريات أثناء الشحن والنقل.



بلورات متكونة من كلوريد السترونشيوم واللعاب تملأ المسام في جذر إحدى الأسنان وتمنع النفاذ إلى العصب.

السترونشيوم
38
Sr
[Kr]5s²

الأسنان الحساسة

لدى عدد كبير جدًا من الأفراد أسنان شديدة الحساسية للمس ودرجة الحرارة. تحدث الحساسية عندما يضعف عاج الأسنان وجذورها بسبب انحسار اللثة أو ترقق طبقة المينا. ويحدث هذا نتيجة لقلة تنظيف الفم، أو لتنظيف الأسنان بالفرشاة بقوة للغاية. كما هو الحال في كثير من الحالات، يؤدي ضعف جذور الأسنان إلى تمكين منبهات، مثل درجات الحرارة الباردة، من الوصول إلى العصب من خلال فتحات تسمى المسامات.

وفي هذه الحالة، تساعد معاجين الأسنان التي تحتوي على كلوريد السترونشيوم (SrCl_2) في التقليل من الحساسية، حيث يتفاعل المركب مع لعاب الشخص لتكوين بلورات تملأ المسام حتى لا تتمكن المنبهات من النفاذ إلى الأعصاب.

تظهر الأمعاء الغليظة بوضوح عبر الأشعة السينية، بعد أن تفلخت بسائل الباريوم.

الباريوم
56
Ba
[Xe]6s²

أشعة X الطبية

يستخدم الاختصاصيون في مجال الطب عنصر الباريوم لفحص الجهاز الهضمي. حيث يشرب المرضى سائل الباريوم، الذي يكسو الجهاز الهضمي وبعد ذلك تُجرى الأشعة السينية عليه. فالباريوم تقريبًا غير قابل للذوبان في الماء والأحماض تمامًا ومن ثم يظهر كلون ناصع البياض في الأشعة السينية. وهذا يتيح للأطباء واختصاصي الأشعة إمكانية تحديد مكان الأورام والقروح وأي اضطرابات أخرى في الجهاز الهضمي.



مروحة

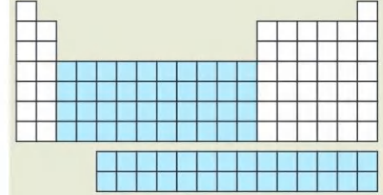
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الخصائص الفيزيائية

- تشمل العناصر الانتقالية الأساسية على أربعة سلاسل من عناصر الفئة d التي تتراوح أعدادها الذرية ما بين 21-30، 39-48، 72-80، 104-112. كما تشمل العناصر الانتقالية الداخلية على عناصر الفئة f (النادرة) في سلسلة اللانثينيدات (تتراوح أعدادها الذرية بين 57 و71) وسلسلة الأكتينيدات (تتراوح أعدادها الذرية بين 89 و103). وجميعها فلزات.
- عادة ما تكون العناصر الانتقالية موصلات جيدة للكهرباء والحرارة، شأنها في ذلك شأن العديد من الفلزات الأخرى. وهذه العناصر قابلة للسحب وهو ما يعني إمكانية تمديدها على هيئة أسلاك. كما تتميز الفلزات الانتقالية أيضًا بكونها طيبة وهو ما يعني أنها يمكن طرقها إلى صفائح رقيقة.
- بوجه عام، لدى العناصر الانتقالية كثافة عالية ودرجات انصهار عالية وضغط بخار منخفض. كما أن جميع العناصر الانتقالية هي مواد صلبة في درجة حرارة الغرفة فيما عدا الزئبق وهو سائل.
- القوة والتوفر يجعلان العناصر الانتقالية، كالحديد، موادًا جيدة في الأعمال الإنشائية.
- العديد من العناصر الانتقالية تعكس الضوء المرئي عند أطوال موجية محددة، مما يجعل بعض المركبات تظهر بألوان زاهية.
- غالبًا ما تكون العناصر الانتقالية ذات خواص بارامغناطيسية، مما يعني انجذابها إلى أي مجال مغناطيسي. تتسم ثلاثة عناصر انتقالية وهي الحديد والكوبالت والنيكل، ببارامغناطيسية عالية. ويمكن لهذه العناصر تشكيل مجالات مغناطيسية خاصة بها.



عندما تتعرض حادة الحديد لمغناطيس، تصبح مغناطيسية وتنجذب إلى المغناطيس ولبعدها البعض.



التفاعلات الشائعة

- قد تشكل معظم العناصر الانتقالية أيونات معقدة مستقرة ومركبات ذات روابط تساهمية. الأيون المعقد عبارة عن أيون يكون فيه أيون فلزي مركزي محاط بجزيئات ضعيفة الروابط أو أيونات تسمى المرتبطات.
- مثال: يعتبر الأزرق البروسي وهي صبغة زرقاء كثيفة تُستخدم في الدهانات، مركبًا ذا روابط تساهمية ويُصنع من مركب سيانيد الحديد(III) والحديد(II)، $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.
- تشكل بعض العناصر الانتقالية محاليل تسمى السبائك.
- أمثلة:
 - النحاس الأصفر عبارة عن سبيكة من النحاس والخرارصين.
 - البرونز عبارة عن سبيكة من النحاس والقصدير.
- غالبًا ما تكون العناصر الانتقالية ومركباتها مفيدة كعوامل محفزة.
- مثال: يُستخدم النيكل كعامل محفز في تحويل الدهون غير المشبعة إلى دهون مشبعة.
- يمكن أن تتفاعل العناصر الانتقالية مع الأكسجين لتكوين أكاسيد.
- مثال: في وجود الماء، يتفاعل الحديد مع الأكسجين لتكوين الصدأ. التفاعل العام هو: $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$.
- بعض العناصر الانتقالية مهمة في التفاعلات الكيميائية الحيوية.
- مثال: في بروتين الهيموجلوبين، يرتبط الحديد بـ O_2 لنقل الأكسجين من الرئتين إلى بقية الجسم.

الخصائص الذرية

- كلما كانت هناك إلكترونات مفردة أكثر في المستوى الثانوي d، زادت الصلابة ودرجتا الانصهار والغليان. تسبب الإلكترونات المفردة في المستويين الثانويين d و f الخاصية البارامغناطيسية.
- بالنسبة للعناصر الانتقالية، هناك اختلاف بسيط في الحجم الذري والسالبية الكهربائية وطاقة التأين عبر فترة زمنية بسبب التدريع. تحمي الإلكترونات المستوى الثانوي d للإلكترونات الخارجية من الزيادة في الشحنة النووية أثناء زيادة العدد الذري. وعلى الرغم من أن عدد البروتونات في النواة يزيد عبر فترة زمنية، إلا أن الإلكترونات الخارجية في كل ذرة تتعرض لشحنة نووية مماثلة.
- قد تفقد العناصر الانتقالية إلكترونات المستوى الثانوي s وتشكل أيونات بشحنة +1 و/أو +2. نظراً لأن إلكترونات المستويين الثانويين s و d ذات معدل متقارب في الطاقة، يمكن أن تشكل العديد من العناصر الانتقالية أيونات بشحنة قدرها +3 أو أعلى.
- المركبات التي تحتوي على عناصر انتقالية ذات مستويات ثانوية d مملوءة جزئياً تمتص أطوال موجية محددة من الضوء المرئي، مما يجعل المركبات تظهر بألوان زاهية.

أعداد الأكسدة للصف الأول من العناصر الانتقالية							
0				+3			سكندיום (Sc)
0			+2	+3	+4		تيتانيوم (Ti)
0	+1	+2	+3	+4	+5		فناديوم (V)
0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	كروم (Cr)
0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	منجنيز (Mn)
0	+1	+2	+3	+4		+6	حديد (Fe)
0	+1	+2	+3	+4	+5		كوبالت (Co)
0	+1	+2	+3	+4			نيكل (Ni)
0	+1	+2	+3				نحاس (Cu)
0		+2					خارصين (Zn)

الاختبارات التحليلية

لاحظ المركبات الملونة للفلزات الانتقالية في الصورة. تمتص هذه المركبات أطوالاً موجية مختلفة من الضوء، لذا يعتمد اللون الذي تراه على انعكاس الأطوال الموجية للضوء، حيث يتم امتصاص الأطوال الموجية الأقل. يستخدم التحليل الطيفي المرئي امتصاص الضوء عند أطوال موجية محددة لقياس تركيز المركبات الملونة في المحلول، حيث ترتبط كمية الضوء الممتصة عند أطوال موجية محددة بتركيز المركب في العينة. وبما أن العديد من مركبات العناصر الانتقالية ملونة، يمكن استخدام هذه التقنية في تحليل العناصر الانتقالية.



تكون مركبات الفلزات الانتقالية ملونة بسبب مستويات d الثانوية المملوءة جزئياً بالإلكترونات، حيث يمكن للإلكترونات في هذه المستويات الثانوية امتصاص الضوء المرئي لأطوال موجية محددة. بينما لا تظهر المركبات ذات مستويات d الثانوية الفارغة أو المملوءة بالإلكترونات بألوان زاهية.



اختيرت ألواح التيتانيوم التي تغطي السطح الخارجي لمتحف غوغنهايم في بلباو، إسبانيا وفق الخصائص الفيزيائية للفلز.

التيتانيوم
22
Ti
[Ar]3d²4s²

أخف وزناً ولكن أقوى من الصلب

الأسطح المنحنية لمتحف غوغنهايم في بلباو، إسبانيا، مغطاة بألواح من التيتانيوم بطول 32,000 m² وسُمك 0.4 mm. تُضفي الخصائص الانعكاسية للتيتانيوم على البناء نظرة مبهجة دائمة التغيير. يعتبر التيتانيوم أيضاً أقوى بثلاثة أضعاف من الفولاذ، كما أنه أكثر مقاومة للعوامل الجوية ووزنه أقل من الصلب.

البلاتين

78

Pt

[Xe]4f¹⁴5d⁹6s¹

التنجست

74

W

[Xe]4f¹⁴5d⁴6s²

الكوبالت

27

Co

[Ar]3d⁷4s²

المنجنيز

25

Mn

[Ar]3d⁵4s²

الكروم

24

Cr

[Ar]3d⁵4s¹

المواد الاستراتيجية والمهمة

تلعب الفلزات الانتقالية، مثل الكروم والمنجنيز والكوبالت والبلاتين، دوراً حيوياً في اقتصاد العديد من الدول. نظراً لجلالات استخداماتها الواسعة وبما أن الإقبال على استخدام الفلزات الانتقالية أخذ في الزيادة، فإن الطلب يرتفع هو الآخر على هذه المواد الثمينة. توجد الخامات التي تحتوي على الفلزات الانتقالية في جميع أنحاء العالم.

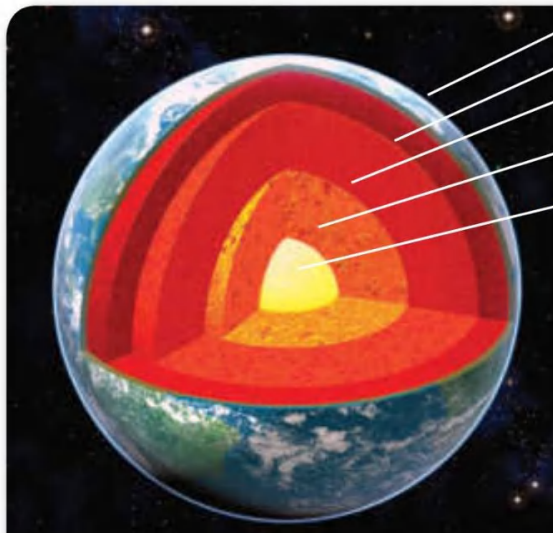
أماكن تواجد بعض الفلزات الاستراتيجية



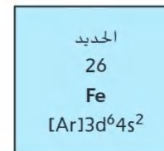
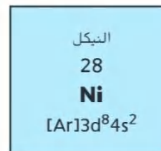
في الوقت الراهن، تستورد الولايات المتحدة أكثر من 60 مادة تُصنَّف على أنها "استراتيجية ومهمة" لأن الصناعة والجيش يعتمدان على هذه المواد.

التطبيقات العملية في الحياة اليومية

العناصر
كتيب



القشرة الخارجية
الوشاح الخارجي
الوشاح الداخلي
اللب الخارجي (الحديد والنيكل)
اللب الداخلي (الحديد)



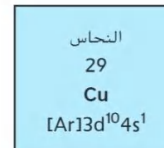
لب الأرض المكوّن من الحديد

لب الأرض هو كرة من حديد صلب بحجم القمر. وهناك لب خارجي سائل، يحيط بالنواة الداخلية. يحتوي على سبائك من النيكل والحديد. ويعتقد العلماء أن لب الحديد تشكل عندما أدت اصطدامات متعددة خلال تاريخ الأرض المبكر إلى حرارة كافية لإذابة الفلزات. ومن ثم استقرت المواد الأكثر كثافة، في حالة الانصهار، بما في ذلك الحديد والنيكل، في مركز الأرض وأصبحت تلك المواد لب الأرض. بينما بقيت المواد الأقل كثافة على السطح. وبعد برودة الأرض، تعززت الطبقات الخارجية، مكونة القشرة الأرضية وغطاء القشرة.

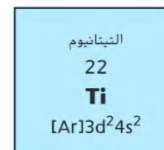
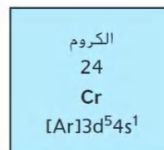
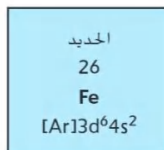
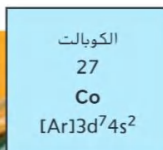
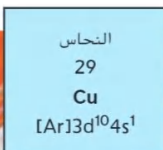
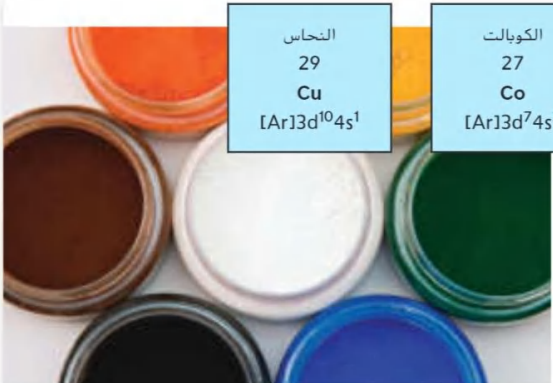
وعن طريق القشرة الأرضية وغطاء القشرة تم عزل لب الحديد الساخن

رقائق النحاس

لسنوات عديدة، استُخدم الألمنيوم لصناعة رقائق الحاسب الآلي. على الرغم من أن النحاس موصل للكهرباء أفضل من الألمنيوم، إلا أنه لم يكن كذلك حتى أواخر تسعينيات القرن العشرين، حيث أجهت التكنولوجيا إلى استخدام النحاس في الرقائق. وبدمجه في أسلاك نحاسية ذات حجم صغير للغاية، أدى هذا إلى جعل الرقائق النحاسية أصغر وأسرع بمقدار 25-30 ضعفًا من أنواع الرقائق الأخرى. ولجعل الأسلاك بهذا الصغر، يجب أن يكون النحاس نقيًا بنسبة تتراوح ما بين 99.999% و99.9999%. تعد رقائق النحاس جزءًا من لوحات الدوائر المستخدمة في الألعاب المحمولة وأجهزة الحاسب الآلي والأجهزة الإلكترونية الأخرى.



لصناعة رقاقة نحاس، يتم أولاً تعطية طبقة من التنتالوم بغواص من السيليكون، ثم يُرشب النحاس باستخدام عملية تفرغ.



أصباغ الدهانات

تُعرف الدهانات بأنها مزيج من جزيئات الصبغة في قاعدة سائلة. وبمجرد أن يتبخر السائل، تغطي جزيئات الصبغة السطح المطلي. وغالبًا ما تُستخدم العناصر الانتقالية ومركباتها كأصباغ دهانات، حيث تُستخدم أكاسيد الحديد كأصباغ حمراء وصفراء وبنيّة، بينما ينتج عن مركبات الكروم والنحاس والكوبالت أصباغ خضراء وزرقاء. وكثيرًا ما يُستخدم ثاني أكسيد التيتانيوم كدهان أبيض.

يمكن للفنانين صنع دهاناتهم الخاصة عن طريق خلط أصباغ جافة في قاعدة سائلة، مثل الزيت، أو عصارة الشجر، أو حتى صفار البيض.

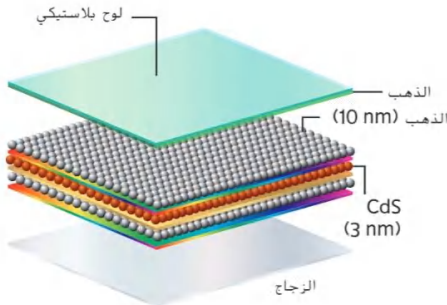
التذهيب

إن طلاء شيء عادي برفائق الذهب أو ورق الذهب يجعل ذلك الشيء وكأنه مصنوع من الذهب الخالص. وقد استُخدمت هذه العملية، التي يطلق عليها التذهيب، منذ أكثر من 5000 عام. لصناعة رقائق من الذهب، يتم طرق الذهب حتى يصبح رقيقًا جدًا ومن ثم يُطلق على الصفائح الأكثر رقة ورق الذهب وقد يصل سمكها إلى 0.1 mm. ويحتاج التعامل مع صفائح بهذه الرقة إلى مهارة عالية وفرشاة طلاء خاصة ولكن النتائج تكون مذهلة.

صنع نابوت الملك ثوت عتخ آمون المصري من الخشب المغطى برفائق الذهب. وقد دام لأكثر من 3000 عام.



الذهب
79
Au
[Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s¹



هذا المستشعر الذي يعمل باللمس مصنوع من جسيمات نانوية من الذهب وكبريتيد الكاديوم.

الذهب
79
Au
[Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s¹

الكاديوم
48
Cd
[Kr]4d¹⁰5s²

مستشعرات تعمل باللمس لأصابع الروبوتات

تخيل جراحا يستعين برؤيت لإجراء عملية جراحية. في المستقبل، قد يكون من الممكن للجراح أن يشعر بما يحدث أثناء قيام الروبوت بخياطة مجهرية. قد تستخدم الروبوتات في المستقبل مستشعرات رقيقة شفافة لحاكة الشعور الإنساني باللمس. وتعتمد هذه المستشعرات على قاعدة زجاجية مصنوعة من طبقات متبادلة من الجسيمات النانوية من الذهب وكبريتيد الكاديوم مفصولة بطبقات من البلاستيك. مع العلم أن سمك المستشعر بالكامل هو 100 nm فقط ويعمل عن طريق بث إشارة استضاءة كهربائية وتيار كهربائي عند لمس مناطق من أجهزة الاستشعار.

الكاديوم
48
Cd
[Kr]4d¹⁰5s²

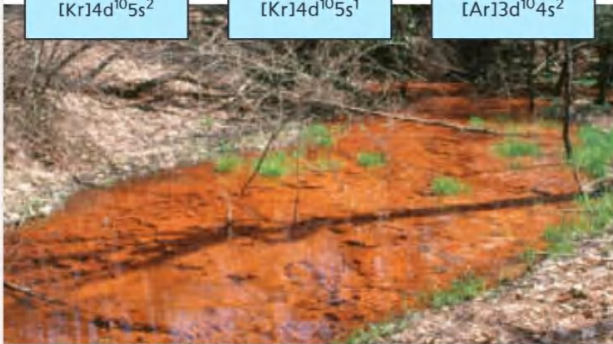
الفضة
47
Ag
[Kr]4d¹⁰5s¹

الغارصين
30
Zn
[Ar]3d¹⁰4s²

النحاس
29
Cu
[Ar]3d¹⁰4s¹

الحديد
26
Fe
[Ar]3d⁶4s²

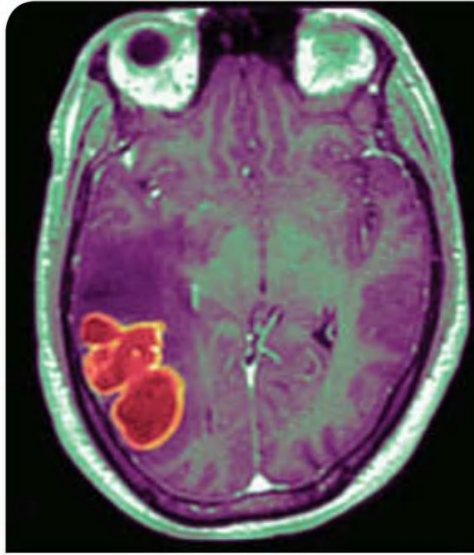
المنجنيز
25
Mn
[Ar]3d⁵4s²



قد يؤدي صرف أحماض المناجم والتي لم تتم معالجتها إلى تلوث المجاري المائية بتركيزات ضارة من الفلزات الانتقالية. يأتي اللون الأحمر والبرتقالي بالمياه من مركبات الحديد.

المعالجة الحيوية للمخلفات الحمضية الناجمة عن عمليات التعدين

قد ينتج عن عمليات التعدين مياه صرف حمضية تحتوي على مستويات ضارة من فلزات الانتفال الذائبة، بما في ذلك المنجنيز والحديد والنحاس والغارصين والفضة والكاديوم. تستخدم إحدى طرق العلاج بكتريا لاهوائية طبيعية لإزالة جميع الأكسجين. بعد ذلك، تحوّل البكتريا المختزلة للكبريت حامض الكبريتيك الموجود في نفايات التعدين إلى كبريتيد. يتفاعل الكبريتيد مع الفلزات في مياه الصرف لتكوين كبريتيدات تلك الفلزات والتي بعد ذلك يمكن استردادها ومعالجتها لأغراض تجارية.



الجادولينيوم
64
Gd
 $[Xe]4f^7 5d^1 6s^2$

التصوير بالرنين المغناطيسي

عوامل تباين الجادولينيوم هي مركبات تعزز الاختلافات بين الأنسجة الطبيعية والأنسجة غير الطبيعية، كالأورام. في عمليات الفحص بأشعة الرنين المغناطيسي، يتم حقن مركبات الجادولينيوم مباشرة إلى مجرى الدم قبل إجراء الرنين المغناطيسي. والفكرة من استخدامها أن الأورام تتراكم عليها مركبات الجادولينيوم أكثر من الأنسجة الطبيعية ومن ثم يعزز الجادولينيوم صورة أشعة الرنين المغناطيسي لأنه ذو نفاذية مغناطيسية. ومن هذا المنطلق، يستخدم التصوير بالرنين المغناطيسي مجالاً مغناطيسياً قوياً وموجات راديو لتحفيز جزيئات الماء إلى حالة مثارة. وتتشكل صورة الرنين المغناطيسي عندما تسترخي جزيئات الماء مرة أخرى عائدةً إلى حالتها الطبيعية. حيث يُسرّع الجادولينيوم من معدل الاسترخاء، مما يحسن التباين بين الأنسجة الطبيعية وغير الطبيعية.

تظهر أشعة الرنين المغناطيسي هذه خراجاً (رقعة حمراء) يسبب نوبات لدى المريض.

إعادة تنظيم الجدول الدوري

تمثل الأكتينيدات صفّاً من العناصر المشعة بدءاً بالثوريوم وانتهاءً باللورانشيوم. ولم يُفصل بينهما دائماً في صفّها ضمن الجدول الدوري. في الأصل، كانت تقع الأكتينيدات ضمن الفئة d بعد الأكتينيوم. في عام 1944، اقترح جلين سيبورج إعادة تنظيم الجدول الدوري ليعكس ما قد عرفه بشأن كيمياء عناصر الأكتينيدات، حيث وضع عناصر سلسلة الأكتينيدات في صفّها تحت سلسلة اللانثانيدات مباشرة. وقد لعب سيبورج دوراً كبيراً في اكتشاف البلوتونيوم عام 1941. ومن خلال إعادة تنظيمه للجدول الدوري، تمكن هو وزملاؤه من التنبؤ بالخصائص المحتملة للعناصر الجديدة وسهّل اصطناع تسعة عناصر إضافية بعد اليورانيوم.

اللورانشيوم
103
Lr
 $[Rn]5f^{14} 6d^1 7s^2$

الثوريوم
90
Th
 $[Rn]6d^2 7s^2$



فاز سيبورج بجائزة نوبل في الكيمياء عام 1951 عن عمله هذا. وسُمي العنصر 106، السيبورجسيوم، على اسمه تكريماً له.

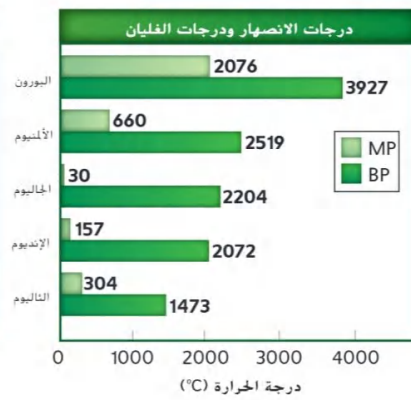
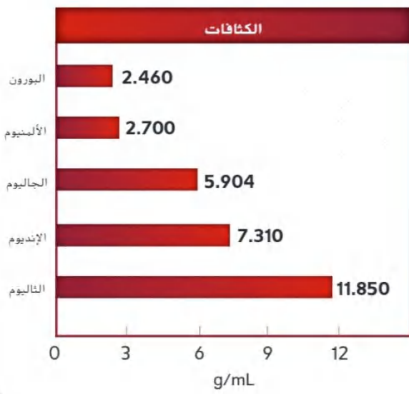
مراجعة

25. احسب تشتت عملية تصنيع رفاقة نحاس معينة أنه يجب أن يكون النحاس نقيًا بنسبة 99.9999% إلى 99.999999%. احسب الحد الأقصى للشوائب في النحاس بأجزاء في المليون.
26. ضع فرضية تعتبر الغضة أفضل موصل للكهرباء. ومن هذا المنطلق، افترض السبب وراء عدم استخدام الغضة في الأسلاك الكهربائية في حين أنها موصل جيد للتيار الكهربائي.

21. قارن بين التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية الرئيسية والعناصر الانتقالية الداخلية.
22. اشرح كيف تُشكل بعض الفلزات الانتقالية أيونات بأكثر من شحنة.
23. حدد الدول التي تصدر فلز انتقالي واحد فقط يتسم بأنه "استراتيجي ومهم" للولايات المتحدة.
24. توقع بالعناصر التي تتوقع أن يكون لها خصائص أكثر ارتباطاً بالذهب؟

الخصائص الفيزيائية

- معظم العناصر في المجموعة 13 هي فلزات لها مظهر فضي أبيض. والاستثناء الوحيد هو البورون ذو اللون الأسود النقي. يكون الثاليوم فضيًا في البداية ولكنه يتأكسد بسرعة.
- ينتمي البورون إلى أشباه الفلزات. أما العناصر المتبقية من المجموعة 13، فهي فلزات.
- تتسم العناصر في هذه المجموعة بالليونة وخفة الوزن نسبيًا. باستثناء البورون. حيث إنه قاس للفاية كالماس تقريبًا.
- تكون عناصر المجموعة 13 بالحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة. يذوب الجاليوم في درجات الحرارة التي تزيد قليلاً عن درجة حرارة الغرفة.
- لدى هذه العناصر درجات غليان أعلى من الفلزات القلوية الأرضية ودرجات غليان وانصهار أقل من عناصر مجموعة الكربون.



البورون 5 B [He]2s ² 2p ¹
الألمنيوم 13 Al [Ne]3s ² 3p ¹
الجاليوم 31 Ga [Ar]4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹
الإنديوم 49 In [Kr]5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹
الثاليوم 81 Tl [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ¹

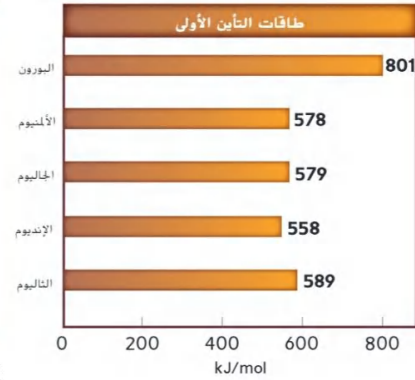
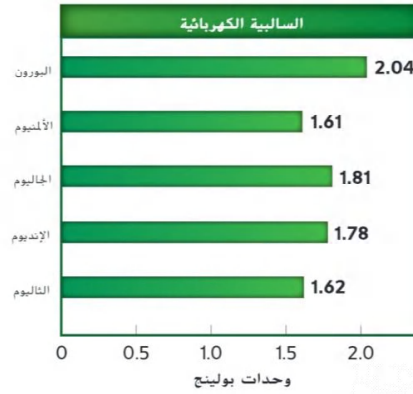
التفاعلات الشائعة

- يتفاعل البورون (B) والألمنيوم (Al) والجاليوم (Ga) والإنديوم (In) والثاليوم (Tl) مع الأكسجين عند تسخينه لتكوين أكاسيد الفلزات، مثل أكسيد الألمنيوم.
مثال: $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s)$
- يتفاعل البورون (B) والألمنيوم (Al) مع النيتروجين لتكوين النيتريدات، مثل نيتريد البورون.
مثال: $2B(s) + N_2(g) \rightarrow 2BN(s)$
- يتفاعل البورون (B) والألمنيوم (Al) والجاليوم (Ga) والإنديوم (In) مع الهالوجينات لتكوين هاليدات الفلزات (III)، مثل فلوريد الجاليوم (III).
مثال: $2Ga(s) + 3F_2(g) \rightarrow 2GaF_3(g)$
- يتفاعل الثاليوم (Tl) مع الهالوجينات لتكوين هاليدات الفلزات، مثل فلوريد الثاليوم.
مثال: $2Tl(s) + F_2(g) \rightarrow 2TlF(s)$
- ينتج فلز الألمنيوم من تفاعل أكسيد الألمنيوم مع الكربون في تفاعل أكسدة واختزال.
مثال: $2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(s) + 3CO_2(g)$
- يتفاعل الثاليوم (Tl) مع الماء وينتج هيدروكسيد الثاليوم وغاز الهيدروجين.
مثال: $2Tl(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2TlOH(aq) + H_2(g)$

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
B 85	B ³⁺ 20
Al 143	Al ³⁺ 50
Ga 135	Ga ³⁺ 62
In 167	In ³⁺ 81
Tl 170	Tl ³⁺ 95

الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 13 لديه ثلاثة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^2np^1 .
- تفقد عناصر المجموعة 13 إلكترونات التكافؤ الثلاثة الخاصة بها لتكوين أيونات بشحنة قدرها +3. باستثناء البورون والثاليوم. يمكن أن تفقد بعض العناصر (مثل الجاليوم والإنديوم والثاليوم) أحد إلكترونات التكافؤ لديها لتكوين أيونات بشحنة قدرها +1.
- لا يشارك البورون إلا في الترابط التساهمي.
- يزيد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني، عمومًا بالانتقال لأسفل عبر المجموعة ويتشابهان في الحجم مع عناصر المجموعة 14.
- تمتلك عناصر المجموعة 13 طاقات تأين أولي متشابهة، باستثناء البورون.



الاختبارات التحليلية

معظم عناصر مجموعة البورون نادرة الوجود باستثناء الألمنيوم الذي يعد أحد أكثر العناصر وفرة في قشرة الأرض. ولا يمكن العثور على أي من هذه العناصر بصورته الحرة في الطبيعة. يمكن التعرف على ثلاثة منها باختبارات اللهب كما هو مبين بالجدول. ينتج عن البورون لون أخضر لامع، بينما ينتج عن الإنديوم لون أزرق نيلي. وينبعث من الثاليوم لون أخضر. يعتبر استخدام تقنيات التصوير والطيف المتقدمة من أكثر الأساليب دقة في التعرف على هذه العناصر.

نتائج اختبار اللهب	
لون اللهب	العنصر
وهج أخضر فاتح في البداية	البورون
أزرق نيلي	الإنديوم
أخضر	الثاليوم



الإنديوم

سُمي الإنديوم على اسم خطه الطيفي الأزرق النيلي المميز.

المنظفات

تمثل بيروورات الصوديوم ($\text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ أو $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) إحدى المكونات الأساسية في مساحيق تنظيف الغسيل. تقوم الهيدرات وهي نتاج خلط خماسي هيدرات البورون ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) مع هيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الهيدروجين، بتحرير غاز الأكسجين أثناء عملية الغسيل مما يجعل الملابس أكثر بياضاً ونضاعةً. وتعتبر بيروورات الصوديوم أفضل مادة كيميائية لأنها تدوم لفترات طويلة وتساعد في الحفاظ على درجة حموضة مياه الغسيل وتزيد من قابلية ذوبان مكونات المنظفات.

البورون
5
B
$[\text{He}]2s^2 2p^1$



وتحتوي العديد من مساحيق الغسيل على مركبات البورون التي تجعل الملابس أكثر نظافة.

طبقة رقيقة من الألمنيوم تغطي الطبقة التي تحتوي المعلومات على القرص المدمج وتعمل سطح القرص المدمج لامعاً.

الألمنيوم
13
Al
$[\text{Ne}]3s^2 3p^1$



الأقراص المضغوطة وأقراص الفيديو المدمجة

هل تساءلت يوماً مَن يصنع الأقراص المضغوطة وأقراص الفيديو المدمجة؟ يصنع الجزء الداخلي من القرص من بلاستيك سمكه حوالي 1 مم. ويقوم جهاز بدمج معلومات رقمية، مثل التسجيلات الصوتية، على البلاستيك على هيئة سلسلة مسارات. ثم يغطي البلاستيك بطبقة من الألمنيوم. وهو ما يجعل الأقراص المدمجة وأقراص الفيديو المدمجة تبدو لامعة. وهناك طبقة رقيقة من الأكريليك لحماية الألمنيوم. يتيح السطح اللامع لشعاع الليزر الصادر من مشغل الأقراص المدمجة أو أقراص الفيديو إمكانية قراءة المعلومات المنعكسة من سطح القرص.

أقراص الفيديو المدمجة فائقة الدقة

تتميز ملفات الفيديو فائقة الدقة بجودة أعلى للصوت والصورة من أقراص الفيديو المدمجة العادية. ولكن تتطلب تقنية الدقة الفائقة معلومات أكثر مما يمكن تخزينه على أقراص الفيديو المدمجة العادية. حيث يُستخدم شعاع ليزر أحمر لقراءة البيانات وكتابتها على قرص الفيديو المدمج العادي. بينما تُستخدم أشعة الليزر الزرقاء الناتجة عن نيتريد الغاليوم (GaN) لقراءة البيانات وكتابتها على أقراص الفيديو المدمجة فائقة الدقة. لدى الضوء الأزرق طول موجي أقصر من الضوء الأحمر، لذلك يستطيع ضوء الليزر الأزرق قراءة معلومات أكثر كثافة، مما يساعد على تخزين معلومات أكثر على المساحة نفسها.

الجاليوم
31
Ga
$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^1$



تخزن أقراص الفيديو المدمجة فائقة الدقة معلومات تصل إلى 50 جيجابايت مقارنة بسعة تخزين قدرها 4.7 جيجابايت لأقراص الفيديو المدمجة العادية.

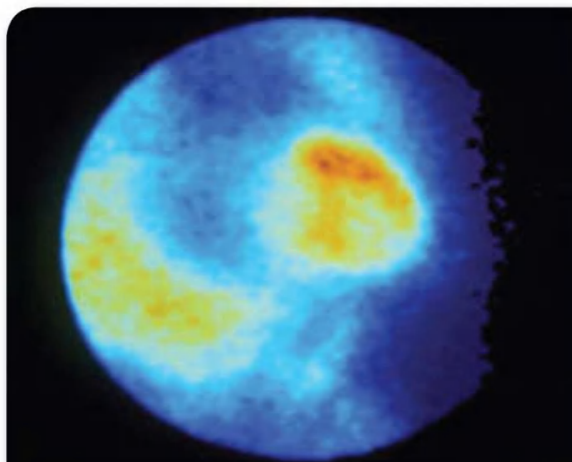
أجهزة التلفاز ذات الشاشات المسطحة

أثبت أكسيد الإنديوم والتصدير، المعروف بالاختصار ITO، أنه بمثابة حجر الأساس في تقنية شاشات الكريستال السائل (LCD). وخلال عملية الإنتاج، تُستخدم طبقة رقيقة من أكسيد الإنديوم والتصدير (خليط من SnO_2 و In_2O_3) لطلاء الزجاج الداخل في تصنيع لوح الشاشة المسطحة لشاشات الكريستال السائل. وهو ما يجعل الزجاج موصلاً وشفافاً في الوقت نفسه. تُستخدم نصف كمية الإنديوم في العالم تقريباً لتصنيع شاشات الكريستال السائل.

يعتبر أكسيد الإنديوم والتصدير مكوناً رئيسياً من مكونات أجهزة التلفاز ذات الشاشات المسطحة.



الإنديوم
49
In
[Kr]5s²4d¹⁰5p¹



تشير المناطق الزرقاء في فحوصات القلب بالتاليوم-201 إلى وجود مناطق ذات إمدادات دم منخفضة.

فحوصات القلب

يعتبر التاليوم-201 من النظائر المشعة التي يستخدمها الاختصاصيون في مجال الطب لتحديد مدى صحة القلب. وخلال الفحص بالتاليوم-201 وهو ما يُسمى أيضاً باختبار إجهاد القلب، يمارس المريض بعض الأنشطة البدنية، ثم يُحقن بالتاليوم-201 قبل دقيقة أو دقيقتين من وقف النشاط. ينبعث من النظير أشعة جاما يسجلها جهاز كشف في شكل صورة ثنائية الأبعاد للقلب وإمدادات الدم. وفي حال عدم اكتشاف أشعة جاما في بعض مناطق القلب وحوله، فتعتبر المنطقة "باردة"، وهو ما يعني عرقلة إمدادات الدم أو انسدادها وفي الغالب تؤدي هذه الحالة إلى أزمة قلبية أو سكتة دماغية.

التاليوم
81
Tl
[Xe]6s²4f¹⁴5d¹⁰6p¹

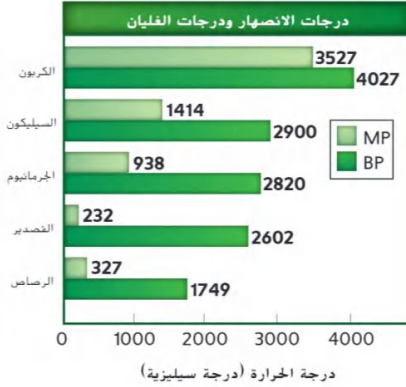
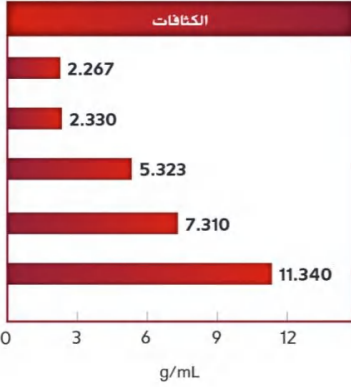
مراجعة

30. اشرح لماذا بإمكان أقراص الفيديو المدمجة فائقة الدقة تخزين معلومات أكثر من أقراص الفيديو المدمجة العادية.
31. لخص كيف تشير المناطق "الباردة" في فحص التاليوم-201 إلى انسداد الشرايين.
32. احسب يقدّر أن 123,000 علية ألومنيوم يتم تدويرها كل دقيقة. على فرض أن كل علية وزن 14 جم. حدد مقدار الألومنيوم (kg) المعاد تدويره خلال شهر سبتمبر.

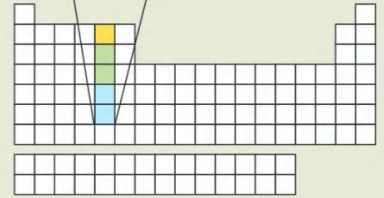
27. صف كيفية اختلاف خصائص البورون عن بقية عناصر المجموعة 13 الأخرى.
28. حدّد العنصر المجهول في حال ظهور وهج أخضر اللون في بداية اختبار اللهب.
29. صف أي اتجاهات سائدة لطاقت التأيّن الأولى لعناصر المجموعة 13.

الخصائص الفيزيائية

- تزيد الصفة الفلزية في عناصر مجموعة الكربون بالانتقال لأسفل عبر المجموعة. الكربون لا فلز. السليكون والجرمانيوم من أشباه الفلزات. القصدير والرصاص فلزان.
- قد يكون الكربون في صورة مسحوق أسود؛ أو مادة ناعمة صلبة رمادية زلقة؛ أو صلبة شفافة أو صلبة بلون أحمر برتقالي.
- يمكن أن يكون السليكون في صورة مسحوق بني أو مادة صلبة لامعة رمادية.
- الجرمانيوم مادة صلبة لامعة ذات لون رمادي مائل للبيضاء وسهلة الكسر.
- يوجد القصدير على هيتين: إحداهما مادة صلبة فضية بيضاء والأخرى صلبة لامعة رمادية. ويتسم كلا الهيئتين بقابلية السحب والطرق.
- الرصاص مادة صلبة لامعة رمادية. ويتسم بالنعومة وقابلية السحب والطرق.
- تنخفض درجات الانصهار والغلان وتزداد الكثافة بالانتقال لأسفل عبر المجموعة.



الكربون 6 C [He]2s ² 2p ²
السليكون 14 Si [Ne]3s ² 3p ²
الجرمانيوم 32 Ge [Ar]4s ² 3d ¹⁰ 4p ²
القصدير 50 Sn [Kr]5s ² 4d ¹⁰ 5p ²
الرصاص 82 Pb [Xe]6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ²



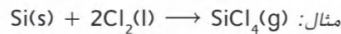
التفاعلات الشائعة

لا تستجيب عناصر مجموعة الكربون عمومًا للتفاعل في درجة حرارة الغرفة، حيث تحدث التفاعلات في ظل درجة حرارة مرتفعة.

- يتفاعل الكربون (C) والسليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) والقصدير (Sn) مع الأكسجين وينتج عنها أكاسيد، مثل ثاني أكسيد الكربون.

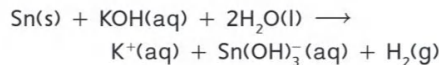


- يتفاعل الكربون (C) والسليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) والقصدير (Sn) مع الهالوجينات وينتج هاليدات، مثل كلوريد السليكون.



- يتفاعل القصدير (Sn) والرصاص (Pb) مع التواعد وينتج عن ذلك أيونات هيدروكسيدة وغاز الهيدروجين.

مثال:

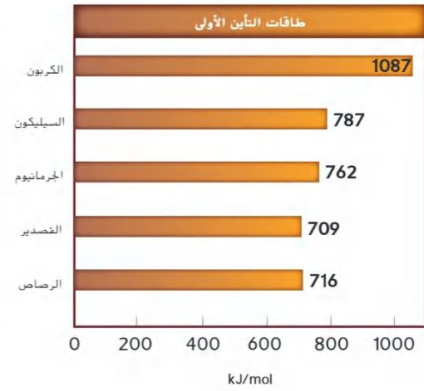
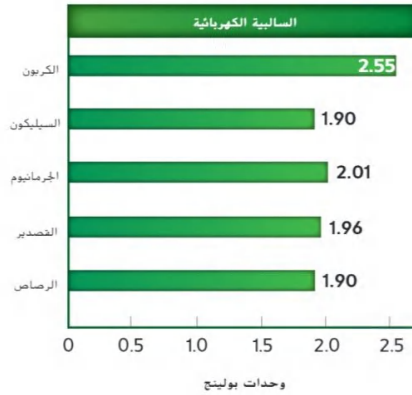


يتفاعل كلوريد السليكون (SiCl₄) مع الماء وينتج ثاني أكسيد السليكون وحمض الهيدروكلوريك الذي يحول لون ورقة دوائر الشمس إلى الوردي.

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
C 77	C ⁴⁺ 15
Si 118	Si ⁴⁺ 41
Ge 122	Ge ⁴⁺ 53
Sn 140	Sn ⁴⁺ 71
Pb 146	Pb ⁴⁺ 84

الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 14 لديه أربعة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^2np^2 .
- تشارك عناصر مجموعة الكربون في تراكيب تساهمي بعدد أكسدة هو +4. ويمكن أن يكون للكربون والجرمانيوم والتصدير والرصاص عدد أكسدة هو +2. للكربون والسيليكون عدد أكسدة هو -4 في بعض المركبات.
- يظهر الكربون والسيليكون والتصدير بتأصلات (بأشكال مختلفة).
- يزيد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني، بالانتقال لأسفل عبر المجموعة ويتشابهان مع نظرائهما من عناصر المجموعة 13 المقابلة.
- تتمتع عناصر المجموعة 14 بطاقات تأين مماثلة ولكن ليس لها نمط سالبية كهربية مميز. باستثناء عنصر الكربون.

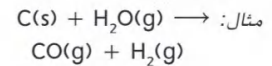


عند إضافة نترات الرصاص إلى يوديد اليوتاسيوم، تنتج ترسبات صفراء من يوديد الرصاص.

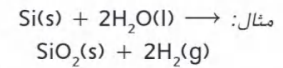
الاختبارات التحليلية

نظراً لأن عناصر المجموعة 14 ترتبط تساهمياً، فليس لها نتائج محددة في اختبارات اللهب. باستثناء الرصاص، فينبعث منه لون أزرق فاق. ويمكن التعرف على عناصر مجموعة الكربون عن طريق تحليل خصائصها الفيزيائية (درجة الانصهار ودرجة الغليان والكثافة) أو أطيف الانبعاث أو التفاعلات مع المواد الكيميائية الأخرى، فعلى سبيل المثال، ينتج عن التصدير والرصاص رواسب عند إضافتها إلى محاليل معينة.

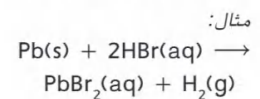
- يتفاعل الكربون (C) مع الماء وينتج أول أكسيد الكربون وغاز الهيدروجين.



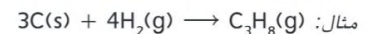
- يتفاعل السيليكون (Si) مع الماء وينتج ثاني أكسيد السيليكون وغاز الهيدروجين.

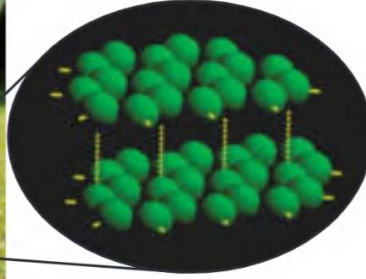


- يتفاعل التصدير (Sn) والرصاص (Pb) مع الأحماض وينتج غاز الهيدروجين.



- يتفاعل الكربون (C) مع الهيدروجين وينتج هيدروكربونات، مثل البروبان.





الكربون
6
C
[He]2s²2p²

قضبان عصي الجولف من الجرافيت

تُصنع بعض عصي الغولف بصهر صفائح من الجرافيت مع بعضها باستخدام مادة لاصقة. يساعد استخدام الجرافيت بدلاً من الفولاذ التقليدي على جعل التصميم والشكل أكثر براعة. يمكن الاستعانة بطبقات من صفائح الجرافيت لتحديد وزن وصلابة عصا الجولف، مما يزيد من مسافة الرمي وتحسين الأداء العام حسبما يرى العديد من لاعبي الجولف. يوفر الجرافيت متانة أكبر من الصلب للاعبي الجولف عند تسديد الضربات.

يمكن تشكيل الجرافيت بسهولة في شكل صفائح بفضل بنيته الذرية.

قَطْعُ الماس

تعتبر طريقة قطع الماس واحدة من المفاتيح الأربعة "اللون والقطع والشفافية ووزن الغيراط" التي يستخدمها اختصاصيو الأحجار الكريمة لتحديد قيمة الماس. ولكن كيف يمكن قطع الماس رغم أنه أصلب المعادن على وجه الأرض؟ يستخدم قاطعو الماس قطع ماس أخرى وأشعة ليزر لإنشاء أوجه تعكس الضوء وتكسره. وكلما كان القطع أكثر دقة، زاد بريق الجوهرة. وإذا كانت عملية قطع الماس سطحية للغاية أو عميقة للغاية، يهرب الضوء من الماس دون أن ينتقل إلى العين وهو ما يجعل قطعة الماس تبدو باهتة.



تحدد الطريقة التي يُقطع بها الماس مدى جودة انعكاس الضوء وتخلله داخل الأحجار الكريمة.

الأنابيب النانوية

تشكل الفلورينات مجموعة من تآصلات الكربون. هناك الفلورينات الكروية التي تُسمى رمزياً باسم كرات بوكي وفلورينات أسطوانية معروفة باسم أنابيب بوكي أو الأنابيب النانوية. ولم تكشف الفلورينات عن كل إمكاناتها بعد للعلماء. ويعتبر تصنيع الأنابيب النانوية أحد المجالات الواعدة لبحوث الفلور. الأنابيب النانوية هي صفائح من الكربون ملفوفة في شكل أسطوانات. تكون هذه الأسطوانات قوية وتتميز بخصائص توصيل فريدة نظراً للبنية السداسية لذرات الكربون. تشمل تكنولوجيا نانو الفلور تطوير رقائق حاسب آلي أسرع ومكونات إلكترونية أصغر ومركبات استكشاف فضاء متطورة ذات سرعة أكبر.



تمنح البنية السداسية لذرات الكربون قوة غير عادية للأنابيب النانوية الكربونية.



يتطلب الأمر أكثر من 250 خطوة لتصنيع رقاقة حاسب آلي.

السيليكون
14
Si
[Ne]3s²3p²

رقاقات الحاسب الآلي

تتوفر رقاقات الحاسب الآلي في كل مكان. بدءاً من أنظمة تحديد هوية الحيوانات الأليفة وصولاً إلى أجهزة الحاسب الآلي المحمولة، كما توجد بأي جهاز يعتمد على البرمجيات رقاقة حاسب آلي. ويعتبر السيليكون أفضل مادة لإنتاج رقائق الحاسب الآلي نظراً لوفrته وقدرته ككثبة موصل. وتشتمل الخطوة الأولى في تصنيع رقاقة الحاسب الآلي على تقطيع السيليكون النقي إلى رقائق. ثم يضاف ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) إلى كل رقاقة. تستخدم طبقات فوق بعضها من ثاني أكسيد السيليكون ومواد كيميائية أخرى لتصنيع رقائق لأغراض معينة.

الزجاج

يستخدم حوالي 40% من الرمال المستخرجة في الولايات المتحدة في إنتاج الزجاج. يُصنع الزجاج أولاً بإذابة ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) المستخرج من الرمال مع كربونات الصوديوم، ثم يبرد الخليط وينتج عن هذه العملية مكون صلب يشبه السائل وتجعله خصائصه الفيزيائية أفضل منتج لتصنيع الزجاج. ولأغراض التصنيع، فإن الرمال التي تُنتج 95% على الأقل من SiO₂ بدون شوائب ضرورية لتصنيع منتجات الزجاج، مثل اللوحات الخارجية للمباني وزجاج السيارات وحوايات المشروبات التجارية. تحتاج الشركات المصنعة للأجهزة البصرية عالية الدقة، مثل التلسكوبات والمجاهر، إلى الرمال التي تحتوي على أكثر من 99.5% من SiO₂.

توفر الكثبان الرملية في ولاية ميتشجان ملايين الأطنان المترية من الرمال كل عام.





الجرمانيوم
32
Ge
[Ar]4s²3d¹⁰4p²

الرؤية الليلية

تستخدم العدسات التي تحتوي على الجرمانيوم في كثير من معدات الرؤية الليلية، بما فيها النظارات الواقية والمناظير والكاميرات. على عكس العدسات الزجاجية العادية، تكون العدسات التي تحتوي على الجرمانيوم شفافة للأشعة تحت الحمراء. تنبعث الأشعة تحت الحمراء من الأجسام التي تشع حرارة. تعتبر الأشعة تحت الحمراء جزءاً من الطيف الكهرومغناطيسي وهي منطقة متميزة من الطيف المرئي، لذلك لا يمكن اكتشافها دون معدات خاصة. تستخدم التطبيقات العسكرية والأمنية معدات الرؤية الليلية لرصد الأحياء البرية والتنقل بين الطرق وتحديد مواقع الأشياء التي يخفيها المجرمون.

منظار ليلي يُستخدم لمراقبة طائرة نزل عسكرية تنقل وأنوارها منطعمة في منطقة صراع.

كابلات الألياف البصرية

تعد كابلات الألياف البصرية مسؤولة عن نقل المعلومات عبر الشوارع وإلى جميع أنحاء العالم. تُصنع هذه الكابلات من زجاج شديد النقاء يتيح للإشارات الضوئية إمكانية الانتقال عبر الكابلات دون ضياع قدر كبير من الطاقة. ويتألف كل كابل من كابلات الألياف البصرية من ثلاثة أجزاء رئيسية: القلب والكسوة وطلاء عازل. يُصنع القلب بتعريض رباعي كلوريد الجرمانيوم الغازي (GeCl₄) إلى الأكسجين، لينتج ثاني أكسيد الجرمانيوم (GeO₂). يساعد ثاني أكسيد الجرمانيوم على انتقال الإشارة الضوئية بفاعلية عبر الكابلات.



يضاف الجرمانيوم إلى قلب كابلات الألياف البصرية لتحسين كفاءة الإشارة الضوئية.



القصدير
50
Sn
[Kr]5s²4d¹⁰5p²

تعبئة الطعام

تستطيع أن تكتشف من خلال جولة سريعة في محل البقالة أن العديد من الأطعمة المختلفة مخزنة في غلب. يمكن تخزين المشروبات الغازية والفواكه والخضروات واللحوم في غلب أيضًا. تُصنع هذه الغلب من صفائح من الصلب مغطاة بقصدير نقي على كلا الجانبين. وتُعرف باسم الألواح المطلية بالقصدير. حيث إن هذا الفلز متين ومقاوم للصدأ والتآكل. تساعد هذه الخصائص على بقاء الأطعمة طازجة خلال التخزين لفترات طويلة بما يسمح بنقلها لمسافات طويلة. تستخدم الولايات المتحدة وحدها أكثر من 200 مليون علبة يوميًا.

يعبأ أكثر من 2,500 منتج مختلف في غلب.



ويعمل الوقود الخالي من الرصاص على تقليل صوت الطقططة في محركات السيارات ولا يسبب المشكلات الصحية والبيئية الناجمة عن الوقود المحتوي على الرصاص.

الرصاص

82

Pb

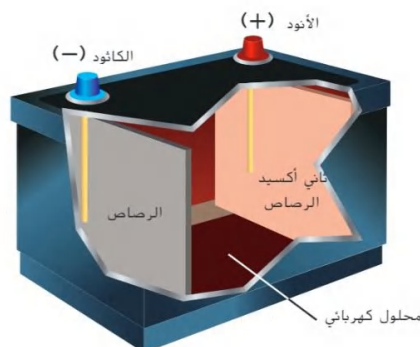
[Xe]6s²4f¹⁴5d¹⁰6p²

يحتوي على رصاص أو خالي من الرصاص؟

احتاجت صناعة السيارات في بداية القرن العشرين إلى البحث عن حل لمشكلة طالما اشتكى منها الناس خلال قيادتهم لسياراتهم وهي سماع صوت طقططة في المحرك. وفي هذا الوقت، ما كان العلماء يعرفون إلا القليل عن كيمياء الوقود والمواد المضافة إليه. وأمضى الباحثون سبعة أعوام في البحث عن مادة تضاف للبنزين لخفض صوت الطقططة قبل اكتشاف رابع إيثيل الرصاص ($Pb(C_2H_5)_4$). بعد ذلك، كشفت بحوث أخرى المخاطر الصحية والبيئية الناجمة عن استخدام الرصاص، مما أدى إلى تطوير أنواع وقود خالية من الرصاص لتقليل الطقططة.

البطاريات

تتألف بطاريات السيارات من ثلاثة أجزاء رئيسية: قطب مصنوع من الرصاص وقطب مصنوع من ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) ومحلول كهربائي يحتوي على حمض الكبريتيك (H_2SO_4). ولهذا السبب يُطلق على بطاريات السيارات اسم بطاريات الرصاص الحمضية. تنتج طاقة البطارية من التفاعلات الكيميائية التي تحدث بين القطبين الكهربائيين والمحلول الكهربائي تنتج إلكترونات تتراكم على قطب الرصاص. خلال التفاعل الكيميائي، عند توصيل سلك بالقطبين، تنتقل الإلكترونات بحرية من قطب الرصاص إلى قطب ثاني أكسيد الرصاص وبالتالي يتم تفريغ البطارية، ثم يعاد شحن البطارية باستخدام تيار يعكس التفاعلات.



يستهلك 85% من الرصاص المستخدم في الولايات المتحدة في صناعة بطاريات الرصاص الحمضية.

مراجعة

37. **فكر** ما الذي يجعل الجرافيت أكثر تأصل كربوني مناسب لنوادي الجولف.

38. **احسب** إذا كانت كثافة ماسة نقية هي 3.52 g/cm^3 ، بينما كثافة

الجرافيت 2.20 g/cm^3 . تذكر أن الكثافة = الكتلة/الحجم. تزيح عينتي الماس والجرافيت 4.60 mL من الماء لكل عينة. ما هي كتلة كل عينة؟

33. **اكتب** التوزيع الإلكتروني للمصدر.

34. **لخص** الخصائص الفيزيائية لعناصر المجموعة 14.

35. **قارن** وقابل الخصائص الذرية لعناصر المجموعة 13 وعناصر المجموعة 14.

36. **توقع** نتيجة أو نتائج تفاعل غاز البروم مع الكربون الصلب في درجة حرارة مرتفعة.

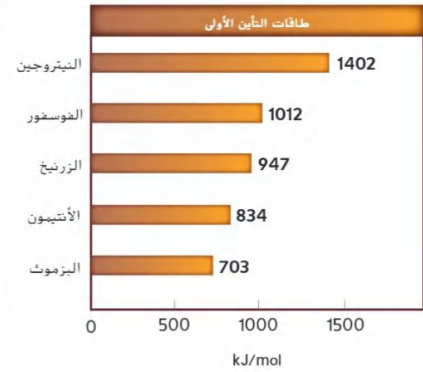
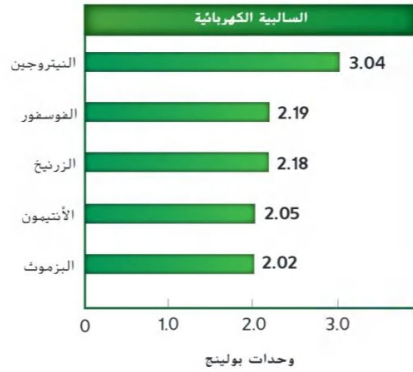
تاریخ

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة
McGraw-Hill Education

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
N 75	N^{3-} 146
P 110	P^{3-} 212
As 120	As^{3-} 222
Sb 140	Sb^{5+} 62
Bi 150	Bi^{5+} 74

الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 15 لديه خمسة إلكترونات تكافؤ وتوزيعه الإلكتروني ينتهي بـ ns^2p^3 .
- النيتروجين ديامغناطيسي، أي أنه يتنافر مع المجالات المغناطيسية. وهذا يوضح أن كل إلكترونات النيتروجين تكون على هيئة أزواج.
- يمكن أن يكون للنيتروجين أعداد أكسدة تتراوح بين -3 إلى +5.
- يمكن أن يكون للفسفور والزرنيخ والأنتيمون أعداد أكسدة من -3 و +3 و +5.
- عدد أكسدة البزموت هو +3.
- تتخفض طاقات التأين الأولى وتتنخفض السالبية الكهربائية وتزداد أنصاف الأقطار الذرية بالانتقال إلى أسفل عبر المجموعة.



الاختبارات التحليلية

نظراً لأن عناصر المجموعة 15 ترتبط تساهمياً ومعظمها يوجد في صورة لافلز في الطبيعة، فليس لها نتائج محددة في اختبارات اللهب. باستثناء البزموت والأنتيمون، يُنتج الأنتيمون لون أخضر أو أزرق باهت عند وضعه في لهب، بينما يُنتج البزموت لون أرجواني أزرق فاغ.

ويمكن التعرف على عناصر مجموعة النيتروجين عن طريق تحليل خصائصها الفيزيائية (درجة الانصهار ودرجة الغليان والكثافة) أو أطراف الانبعاث أو التفاعلات مع المواد الكيميائية الأخرى. على سبيل المثال، ترسب أيونات البزموت عند إضافتها إلى هيدروكسيد الصوديوم (II) وهيدروكسيد القصدير. وثمة مثال آخر هو اختبار مركبات الأمونيوم. يمكن التعرف على هذه المركبات، التي تحتوي على النيتروجين، برائحتها المميزة عند إضافتها إلى هيدروكسيد الصوديوم وبملاحظة تغيّر اللون عند وضع ورقة دوائر شمس حمراء عند فوهة أنبوب الاختبار.

ينتج بخار الأمونيا عن طريق خلط مركبات الأمونيوم (NH_4^+) مع هيدروكسيد الصوديوم الذي يغيّر لون ورقة دوائر الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق.



تم العثور على البكتيريا المثبتة للنيتروجين في العقيدات الوفاة على طول جذور النباتات.

النيتروجين
7
N
[He]2s²2p³

البكتيريا المثبتة للنيتروجين

على الرغم من النيتروجين يُشكل نحو 78% من الغلاف الجوي للأرض، إلا أنه موجود على هيئة معينة تحُول دون استخدام النباتات له، حيث تحُول بعض البكتيريا الموجودة في التربة غاز النيتروجين (N₂) من الهواء إلى شكل قابل للاستخدام عن طريق كسر الرابطة الثلاثية للجزيء. ويؤدي هذا إلى تكوين شكل من أشكال النيتروجين يتمتصه النبات من خلال أنظمتها الجذرية. تحتاج النباتات إلى النيتروجين لبناء المكونات الخلوية والمشاركة في عملية التمثيل الضوئي ونقل الطاقة على نحو فعال. تحاكي الأسمدة التجارية دور البكتيريا المثبتة للنيتروجين من خلال توفير النيتروجين والمواد المغذية الأخرى بالأشكال التي يسهل على نظام النبات استخدامها.

العلاج بالتبريد عن طريق النيتروجين السائل

العلاج بالتبريد ويسمى أيضًا جراحة بالبرودة الشديدة، هو إجراء طبي يستخدم لإزالة كثير من آفات الجلد، بما في ذلك السرطان والثآليل وتشوهات الأنسجة الأخرى. وينطوي الإجراء على نشر النيتروجين السائل بلطف على المنطقة المصابة لتجميد الخلايا وقتلها. ثم يُكرر هذا مع مرور الوقت حتى تتلاشى الأنسجة المتضررة. وقد أظهرت الأبحاث أن المرضى الذين خضعوا للعلاج بالتبريد لعلاج أنواع معينة من الآفات أظهروا معدل أقل في الإصابة مقارنة بالمرضى الذين خضعوا للعلاج الإشعاعي أو الاستئصال الجراحي.



يستخدم الأطباء النيتروجين السائل كأحد الخيارات العلاجية للقضاء على أنواع معينة من سرطان الجلد. يتم تسجيل أكثر من 1.3 مليون حالة جديدة من سرطان الجلد سنويًا في الولايات المتحدة.



احتكاك عود ثقاب يبدأ تفاعل كيميائي ينتج عنه لهب.

الفوسفور
15
P
[Ne]3s²3p³

ثقاب الأمان

تتكون ثقاب الأمان من جزأين رئيسيين: الرأس والشريط الجانبي لعلبة الثقاب. يحتوي الرأس على كلورات البوتاسيوم ويحتوي الشريط الجانبي على الفوسفور الأحمر. عند احتكاك هاتين المادتين ببعضهما، يحدث تفاعل كيميائي وتنتج النار. في ثقاب الأمان، يتم فصل المادتين الكيميائيتين اللتين يحتاجهما التفاعل عن بعضهما. أما بالنسبة إلى أعواد الثقاب التي يمكن حكها بأي سطح لتنتج النار، يوضع كلا المادتين في عود الثقاب حتى يحدث اشتعال باستخدام أي سطح تقريبًا.

التطبيقات العملية في الحياة اليومية

العناصر كتيب

مبثطات اللهب

يُستخدم ثالث أكسيد أنتيمون (Sb_2O_3) جنبًا إلى جنب مع مركبات البروم أو الكلور في صنع مبثطات اللهب التي تحمي البلاستيك والدهانات وبعض المنتجات النسيجية. يزيد ثالث أكسيد أنتيمون من فعالية مركبات الهالوجين في منع انتشار الحرائق. وتُبين الأبحاث أن ما يقرب من 5000 حالة وفاة في الولايات المتحدة كل عام سببها الحرائق. يؤدي استخدام مبثطات اللهب إلى زيادة وقت الهروب، حيث تُطلق غازات أقل سمية وأقل حرارة وتقلل الخسائر الناجمة عن الحرائق.

تُصنع مبثطات النيران المصنوعة من ثالث أكسيد أنتيمون الأسلاك الكهربائية والمكونات الموجودة في كثير من الأجهزة اليومية.

الأنتيمون

51

Sb

$[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^3$



اليزموت

83

Bi

$[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$



تسكين اضطرابات المعدة

يُستخدم الآن الدواء الوردي المشهور وهو اسمه الأصلي *Mixture Cholera* *Infantum*، في علاج اضطرابات المعدة وكان قد صُنِع لمكافحة الكوليرا. أثبت هذا الخليط والذي كانت مكوناته النشطة سبساليسيلات اليزموت ($C_7H_5BiO_4$)، فعاليته في علاج الغثيان والقيء المرتبط بالكوليرا عند الرضع. ومع أن المنتج لا يعالج المرض في حد ذاته، إلا أنه حقق نجاحًا واسعًا. ومع تقدم العلم وإدراك الأطباء أن وباء الكوليرا ناجم من بكتيريا (يمكن علاجها بالمضادات الحيوية)، شق سبساليسيلات اليزموت طريقه في العلاجات الطبية لكثير من المشاكل الأخرى للمعدة، بما في ذلك حرقة فم المعدة وعسر الهضم والقرحة.

بعد سبساليسيلات اليزموت ($C_7H_5BiO_4$)
العنصر النشط في بعض الأدوية
المستخدمة لعلاج مشاكل المعدة.

مراجعة

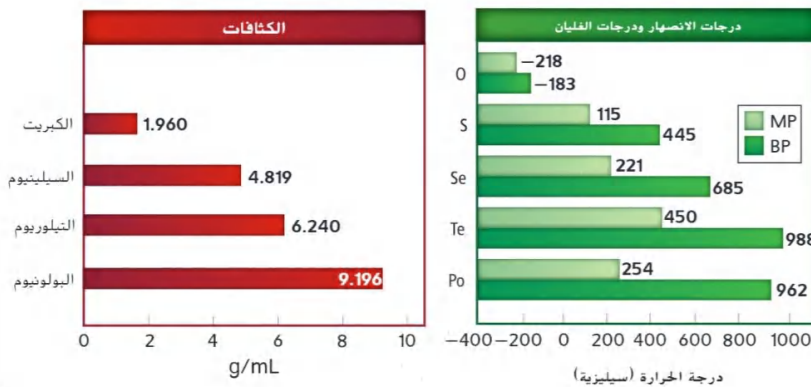
43. اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل بين كلورات البوتاسيوم ($KClO_3$) والفسفور الأحمر (P_4). ينتج عن التفاعل كلوريد البوتاسيوم (KCl) وخامس أكسيد الفسفور (P_4O_{10}).
44. توقع بالمنتج المتكون عند دمج اليزموت بالكلور.
45. احسب كيس يحمل 35 كجم من الأسمدة التي تحتوي على 5.25 كجم من النيتروجين. ما النسبة المئوية من الأسمدة والتي تمثل النيتروجين؟

39. حدّد أي من العناصر في مجموعة النيتروجين ينتمي إلى الفلزات أو اللافلزات أو أشباه الفلزات.
40. استدلّ على سبب عدم تفاعل النيتروجين مع العناصر الأخرى في ظل درجات الحرارة العادية.
41. اشرح سبب عدم استخدام أي من مركبات الأنتيمون في مبثطات اللهب التي تحمي المنتجات البلاستيكية.
42. صف كيف تحاكي الأسمدة عمل البكتيريا المثبتة للنيتروجين.

المجموعة 16: مجموعة الأكسجين

الخصائص الفيزيائية






- في درجة حرارة الغرفة، يكون الأكسجين نقيًا عديم الرائحة، في حين أن غيره من عناصر المجموعة 16 عبارة عن مواد صلبة.
- لدى بعض عناصر المجموعة 16 العديد من أشكال التآصلات المشتركة. قد يوجد الأكسجين في صورة O_2 أو O_3 (أوزون). لدى الكبريت العديد من التآصلات. لدى السيلينيوم ثلاثة تآصلات مشتركة: رمادي غير متبلور وبلوري أحمر ومسحوق باللون الأحمر/الأسود.
- الأكسجين والكبريت والسيلينيوم من اللا فلزات. التيلوريوم والبولونيوم من أشباه الفلزات.
- غاز O_2 يتسم بخاصية بارا المغناطيسية، مما يعني أن أي مغناطيس قوي سيجذب جزيئات الأكسجين.
- باستثناء البولونيوم، تزيد درجات غليان وانصهار عناصر المجموعة 16 بزيادة العدد الذري. كما أن الكثافة تزداد بزيادة العدد الذري لجميع عناصر المجموعة 16.



أكاسيد عناصر المجموعة الرئيسية	
$\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}_2$	هيدروجين (H)
$\text{Li}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O},$ $\text{Rb}_2\text{O}, \text{Cs}_2\text{O}, \text{Fr}_2\text{O}$	1
$\text{BeO}, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{SrO},$ BaO, RaO	2
$\text{B}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Ga}_2\text{O}_3,$ $\text{In}_2\text{O}_3, \text{In}_2\text{O}, \text{Ti}_2\text{O}$	13
$\text{CO}_2, \text{SiO}_2, \text{GeO}_2,$ $\text{SnO}_2, \text{SnO}, \text{PbO}_2,$ PbO	14
$\text{N}_2\text{O}_5, \text{N}_2\text{O}_3, \text{N}_2\text{O},$ $\text{NO}, \text{NO}_2, \text{P}_4\text{O}_{10}, \text{P}_4\text{O}_6,$ $\text{As}_2\text{O}_5, \text{As}_4\text{O}_6, \text{Sb}_2\text{O}_5,$ $\text{Sb}_4\text{O}_6, \text{Bi}_2\text{O}_3$	15
$\text{Cl}_2\text{O}_7, \text{Cl}_2\text{O}, \text{Br}_2\text{O},$ I_2O_5	17

التفاعلات الشائعة

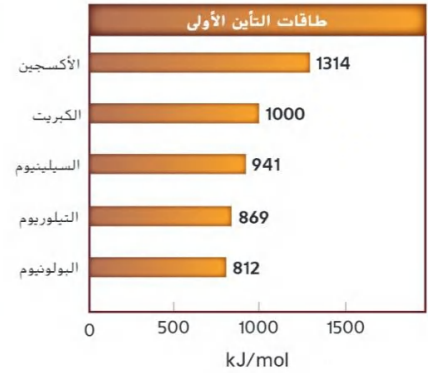
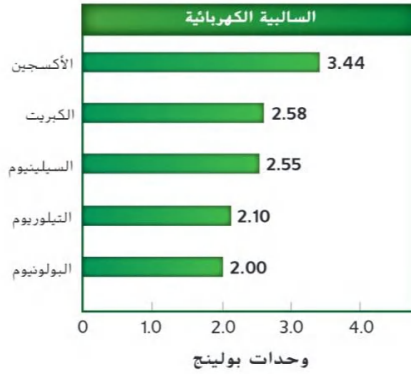
- يتفاعل الكبريت (S) والسلينيوم (Se) والتيلوريوم (Te) والبولونيوم (Po) مع الأكسجين لتكوين أكاسيد، مثل أكسيد السلينيوم.
مثال: $\text{Se(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SeO}_2(\text{s})$
- يتفاعل الأكسجين أيضًا مع الهيدروجين ومعظم العناصر في المجموعة الأولى والثانية والمجموعات 13 و 14 و 15 و 17 لتكوين أكاسيد، مثل ثاني أكسيد السيليكون وأكسيد الماغنسيوم.
أمثلة: $\text{Si} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SiO}_2$
 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$
- يتفاعل الأكسجين (O) والكبريت (S) والسلينيوم (Se) والتيلوريوم (Te) والبولونيوم (Po) مع الهالوجينات لتكوين هاليدات، مثل فلوريد الكبريت (VI).
مثال: $\text{S(s)} + 3\text{F}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SF}_6(\text{l})$

<p>الأوكسجين</p> <p>8</p> <p>O </p> <p>$[\text{He}]2s^22p^4$</p>
<p>الكبريت</p> <p>16</p> <p>S </p> <p>$[\text{Ne}]3s^23p^4$</p>
<p>السيلينيوم</p> <p>34</p> <p>Se </p> <p>$[\text{Ar}]4s^23d^{10}4p^4$</p>
<p>التيلوريم</p> <p>52</p> <p>Te </p> <p>$[\text{Kr}]5s^24d^{10}5p^4$</p>
<p>البولونيوم</p> <p>84</p> <p>Po </p> <p>$[\text{Xe}]6s^24f^{14}5d^{10}6p^4$</p>

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
O 73	O ²⁻ 140
S 103	S ²⁻ 184
Se 119	Se ²⁻ 198
Te 142	Te ²⁻ 221
Po 168	

الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 16 لديه ستة إلكترونات تكافؤ وتوزيع إلكتروني ينتهي بـ ns^2np^4 .
- لدى عناصر المجموعة 16 العديد من أعداد الأكسدة المختلفة. على سبيل المثال، قد يكون للأوكسجين عددي الأكسدة -2 و-1، وقد يكون للكبريت أعداد الأكسدة +2، +4 و+6.
- بالانتقال لأسفل عبر العناصر في المجموعة 16، يزيد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني.
- تقل السالبية الكهربائية وطاقات التأين الأولى بالانتقال لأسفل عبر عناصر المجموعة 16.
- البولونيوم له 27 نظيرًا معروفًا، كلها مشعة.



الاختبارات التحليلية

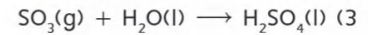
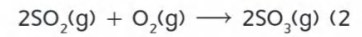
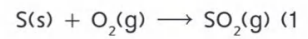
يمكن قياس الأكسجين بطرق عدة مختلفة وفي بيئات عديدة مختلفة. على سبيل المثال، تقيس عدادات الأكسجين المنحل كمية الأكسجين في عينات المياه. تستخدم عدادات الأكسجين المنحل تفاعلاً كهروكيميائياً يقلل جزيئات الأكسجين لتصبح أيونات هيدروكسيد. يقيس العداد التيار الكهربائي الناتج خلال هذا التفاعل. كلما ارتفع تركيز الأكسجين، زاد التيار.



تساعد اختبارات الأكسجين المنحل العلماء في تحديد النشاط البيولوجي في عينات المياه.

- تشارك عناصر المجموعة 16 في عديد من التفاعلات الصناعية المهمة، مثل تكوين حمض الكبريتيك.

مثال: إنتاج حمض الكبريتيك هو عملية من ثلاث خطوات.



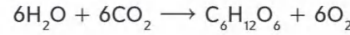
الأكسجين
8
O
[He]2s²2p⁴



يحصل التمثيل الضوئي على الطاقة من أشعة الشمس ويعطي أيونات هيدروجين لتخليق الجلوكوز من ثاني أكسيد الكربون.

تنتج عملية التمثيل الضوئي O₂ من H₂O

يمثل الأكسجين 21% من حجم الغلاف الجوي للأرض. يتشكل معظم الأكسجين الموجود في الغلاف الجوي من التمثيل الضوئي. تستخدم كائنات التمثيل الضوئي، بما في ذلك النباتات والبكتيريا الزرقاء، الطاقة من أشعة الشمس لأكسدة الماء. والنتيجة هي أيونات الهيدروجين (H⁺) والأكسجين (O₂). ويطلق على التفاعلات المشاركة في هذا الجزء من عملية التمثيل الضوئي تفاعلات ضوئية لأنها تعتمد على الطاقة الضوئية لتتم. خلال تفاعلات التمثيل الضوئي التي تتم في الظلام، يتم جمع أيونات الهيدروجين- المشتقة أثناء التفاعلات في وجود الضوء- مع ثاني أكسيد الكربون (CO₂) لتكوين الجلوكوز (C₆H₁₂O₆). فيما يلي التفاعل الكلي لعملية التمثيل الضوئي:



الطبيعة الشائنة للأوزون

لدى الأوزون (O₃) وهو أحد تآصلات الأكسجين، ثلاث ذرات أكسجين في الجزيء بدلاً من ذرتين. ويكون الأوزون على هيئة غاز في درجة حرارة الغرفة، شأنه في ذلك شأن الأكسجين (O₂) ثنائي الذرة. وبالرغم من ذلك، فإن الأوزون على عكس O₂ في أن لونه أزرق خفيف ورائحته مميزة يمكن التعرف عليها أثناء عاصفة رعدية أو بالضرب من المحركات الكهربائية ذات الجهد العالي. كما أن الأوزون سريع التفاعل على نحو أكبر من الأكسجين ثنائي الذرات، فعلى مستوى سطح الأرض، يمكن أن يشكل الأوزون خطراً على الصحة ويهيج العينين والربتين. حيث تمثل تركيزات الأوزون العالية الموجودة على سطح الأرض تهديداً من نوع خاص في الأيام المشمسة الساخنة. ويوضح الجدول كيفية تأثير الأوزون في جودة الهواء والصحة. ومن ناحية أخرى، يحمي الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة عن طريق امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من أشعة الشمس.



تصدر العديد من المدن تنبيهات بشأن جودة الهواء عندما تكون مستويات الأوزون مرتفعة على سطح الأرض.

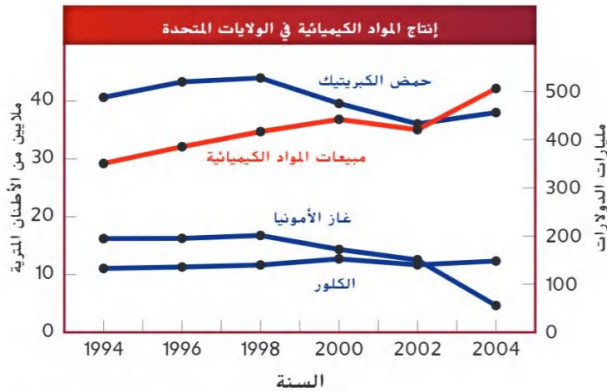
مؤشر جودة الهواء من حيث الأوزون

قيم المؤشر	مستويات القلق بشأن الصحة	بيانات تحذيرية
0-50	جيد	لا يوجد
51-100	متوسط	ينبغي على من لديهم حساسية غير عادية تقليل الإجهاد الشديد أو المكوث لفترات طويلة في الهواء الطلق.
101-150	غير صحية للمجموعات الحساسة	ينبغي على الأطفال والكبار النشطين ومن يعانون من أمراض الرئة، كالربو، تقليل الإجهاد الشديد أو لفترات طويلة في الهواء الطلق.
151-200	غير صحي	ينبغي على الأطفال والكبار النشطين ومن يعانون من أمراض الرئة، تجنب الإجهاد الشديد أو لفترات طويلة في الهواء الطلق. يجب على الجميع تقليل الإجهاد الشديد أو لفترات طويلة في الهواء الطلق.
201-300	غير صحي للغاية	ينبغي على الأطفال والكبار النشطين ومن يعانون من أمراض الرئة، كالربو، تجنب أي إجهاد في الهواء الطلق. يجب على الجميع تجنب الإجهاد الشديد أو لفترات طويلة في الهواء الطلق.
301-500	خطير	ينبغي على الجميع تجنب جميع الأنشطة البدنية في الهواء الطلق.

تم الحصول على المعلومات من: تعرض المرضى ومؤشر جودة الهواء. وكالة حماية البيئة الأمريكية مارس 2006

التطبيقات العملية في الحياة اليومية

كتيب العناصر



تم الحصول على البيانات من: الأخبار الكيميائية والهندسية 83 (2005) و 84 (2006).

يستخدم إنتاج حمض الكبريتيك في الولايات المتحدة لتنوع الاتجاهات الاقتصادية الكيميائية.

الكبريت

16

S

$[Ne]3s^23p^4$

مؤشر اقتصادي

بعد حمض الكبريتيك واحداً من المواد الخام الصناعية الأكثر أهمية في العالم. ففي الولايات المتحدة، يتم إنتاج حمض الكبريتيك أكثر من أي مادة كيميائية صناعية أخرى. ويستخدم معظم حمض الكبريتيك في إنتاج الأسمدة الفوسفاتية. كما أنه مهم أيضاً في استخراج المعادن من المواد الخام وتكرير النفط ومعالجة النفايات والاصطناع الكيميائي وكمكوّن في بطاريات الرصاص الحمضية. يتمتع حمض الكبريتيك بأهمية كبيرة حيث يستخدمه من الحياة اليومية كمقياس للتطور الصناعي القومي.

نسخ الصور

يعتبر السيلينيوم الرمادي موصلًا ضوئيًا، مما يعني أنه موصل للكهرباء على نحو أكثر كفاءة في وجود الضوء عنه في الظلام. تستخدم بعض آلات التصوير هذه الخاصية لنسخ الصور. في آلة تصوير المستندات، يضيء ضوء ساطع على الأصل. وتنعكس المرايا المناطق الداكنة والفاخرة على الأسطوانة المغلفة بطبقة رقيقة من السيلينيوم. ولأن السيلينيوم موصل ضوئي، تقوم المناطق المضيئة بتوصيل الكهرباء، بخلاف المناطق المظلمة. وبينما يتدفق التيار خلال الأسطوانة، تُنتج المناطق الخفيفة شحنة سالبة، بينما تُنتج المناطق المظلمة شحنة موجبة. تنجذب جزيئات الحبر سالبة الشحنة إلى المناطق المظلمة موجبة الشحنة لإنشاء نسخة من الصورة الأصلية. وقد تم تطبيق جزء من هذه التكنولوجيا نفسها في أجهزة الكشف الرقمية الجديدة عالية الدقة والتي تستخدم السيلينيوم باعتباره موصلًا ضوئيًا.

السيلينيوم

34

Se

$[Ar]4s^23d^{10}4p^4$



السيلينيوم الرمادي عنصر أساسي في كثير من آلات التصوير.

مراجعة

49. **طبّق** أحيانًا تكون منتجات الفحم والبترومل ملوثة بالكبريت. عند حرق فحم أو نفط يحتوي على كبريت، فقط ينطلق ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) إلى الغلاف الجوي. استخدم المعلومات المتعلقة بالتفاعلات التي تتم للحصول على حمض الكبريتيك الصناعي للاستدلال على الطريقة التي يساهم بها ثاني أكسيد الكبريت المحمل بالغلاف الجوي في سقوط الأمطار الحمضية.

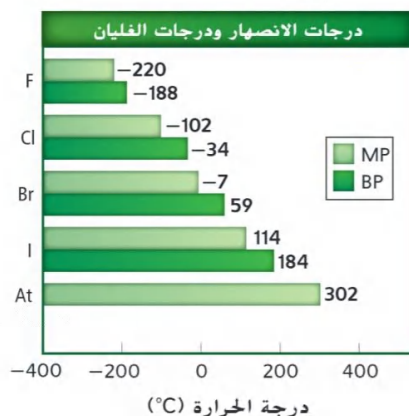
46. **حدّد** الجزيء الذي هو مصدر إنتاج ذرات الأكسجين O_2 أثناء عملية التمثيل الضوئي.

47. **اشرح** لماذا تتركيزات الأوزون العالية مضرّة على مستوى سطح الأرض ومفيدة في الغلاف الجوي العلوي.

48. **احسب** ما يقرب من 90% من الكبريت المستخدم في الولايات المتحدة لصنع حمض الكبريتيك. في عام 2004، تم إنتاج 38.0 مليون طن متري من حمض الكبريتيك. كم طن كبريت استخدمته الولايات المتحدة في عام 2004؟

الخصائص الفيزيائية

- يكون الفلور والكلور في الحالة الغازية في درجة حرارة الغرفة. وإلى جانب الزئبق، يعد البروم أحد اثنين فقط من العناصر التي تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة. أما اليود فيكون في الحالة الصلبة ولكن يتبخر بسهولة في درجة حرارة الغرفة.
- غاز الفلور لونه أصفر شاحب. غاز الكلور أصفر مخضر. البروم سائل بني محمر. اليود عنصر صلب لونه أزرق وأسود.
- تزيد درجات غليان وانصهار عناصر المجموعة 17 بزيادة العدد الذري.



التفاعلات الشائعة


- تتفاعل الهالوجينات مع الفلزات القلوية والفلزات القلوية الأرضية لتكوين أملاح، مثل بروميد البوتاسيوم وكلوريد الكالسيوم.

$$2K(s) + Br_2(g) \longrightarrow 2KBr(s) \text{ and } Ca(s) + Cl_2(g) \longrightarrow CaCl_2(s)$$
 أمثلة:
- يمكن للهالوجينات تكوين أحماض، مثل حمض الهيدروكلوريك، من خلال التحلل في الماء.
 مثال: $Cl_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow HClO(aq) + HCl(aq)$
- تحتوي العديد من البوليمرات البلاستيكية المهمة، بما في ذلك أنواع الطلاء غير اللزجة والبولي فينيل كلورايد، على عناصر المجموعة 17.
 مثال: يُصنع كلورايد البولي فينيل (الفينيل) من خلال عملية مكونة من ثلاث خطوات.
 - (1) يتفاعل الإيثين مع الكلور لتكوين ثنائي كلورو إيثان.

$$C_2H_4(g) + Cl_2(g) \longrightarrow C_2H_4Cl_2(l)$$
 - (2) في درجة الحرارة العالية والضغط، يتم تحويل ثنائي كلورو ميثان إلى كلوريد الفينيل وغاز كلوريد الهيدروجين.

$$C_2H_4Cl_2(l) \longrightarrow C_2H_3Cl(l) + HCl(g)$$
 - (3) يتبلر كلوريد الفينيل لتكوين بولي كلوريد الفينيل.

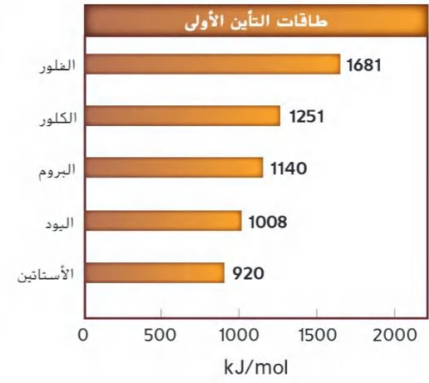
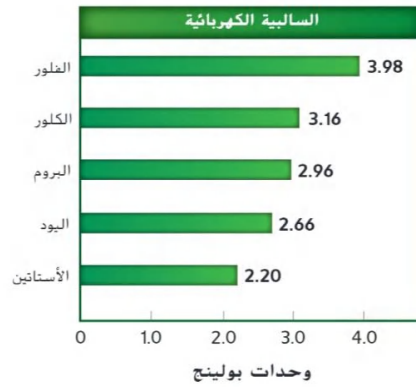
$$2n(C_2H_3Cl)(l) \longrightarrow (-CH_2-CHCl-CH_2-CHCl-)_n(l)$$
- يتسم الظور بأنه الأكثر نشاطاً من بين جميع العناصر ويتفاعل مع جميع العناصر باستثناء الهيليوم والنيون والأرجون.
 مثال: $2Al(s) + 3F_2(g) \longrightarrow 2AlF_3(s)$

<p>الفلور</p> <p>9 </p> <p>F</p> <p>$[\text{He}]2s^22p^5$</p>
<p>الكلور</p> <p>17 </p> <p>Cl</p> <p>$[\text{Ne}]3s^23p^5$</p>
<p>البروم</p> <p>35 </p> <p>Br</p> <p>$[\text{Ar}]4s^23d^{10}4p^5$</p>
<p>اليود</p> <p>53 </p> <p>I</p> <p>$[\text{Kr}]5s^24d^{10}5p^5$</p>
<p>الأستاتين</p> <p>85 </p> <p>At</p> <p>$[\text{Xe}]6s^24f^{14}5d^{10}6p^5$</p>

نصف القطر الذري (pm)	نصف القطر الأيوني (pm)
الفلور 72	1^{-} الفلور 133
الكلور 100	1^{-} الكلور 181
البروم 114	1^{-} البروم 195
اليود 133	1^{-} اليود 220

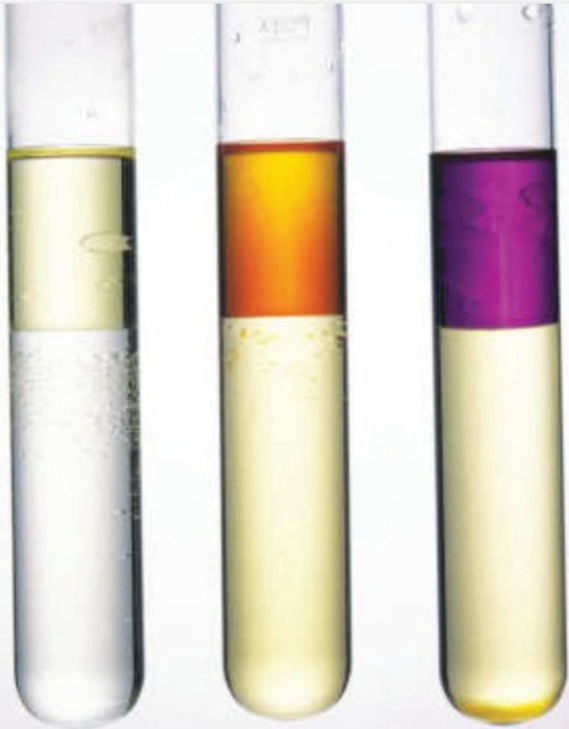
الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 17 لديه سبعة إلكترونات تكافؤ والتوزيع الإلكتروني ينتهي بـ $ns^2 np^5$.
- نقل السالبة الكهربائية وطاقات التأين الأولى بالانتقال لأسفل عبر عناصر المجموعة 17.
- الفلور هو العنصر الأكثر كهربية في الجدول الدوري. ولذلك، فإنه يتسم بأكبر ميل لجذب الإلكترونات.
- الأسستين عنصر مشع وليس له أي استخدامات معروفة.
- يزيد نصف القطر الذري ونصف القطر الأيوني، بالانتقال لأسفل عبر المجموعة 17.



الاختبارات التحليلية

يمكن تحديد ثلاثة من الهالوجينات من خلال تفاعلات الترسيب. يتفاعل الكلور والبروم واليود مع نترات الفضة لتكوين رواسب مميزة. كلوريد الفضة راسب أبيض وبروميد الفضة راسب قشدي اللون ويوديد الفضة راسب أصفر. كما يمكن التعرف على الكلور والبروم واليود عند ذوبانها في الهكسان الحلقي. كما هو موضح في الصورة، عند إذابة تلك الهالوجينات في الهكسان الحلقي، يتحول المحلول إلى اللون الأصفر في حالة الكلور والبرتقالي في حالة البروم والبنفسجي في حالة اليود.



تعتبر الهالوجينات هي الوحيدة القابلة للذوبان قليلاً في الماء (الطبقة السفلى). ومع ذلك، ينحل الكلور (ويظهر لون أصفر) والبروم (ويظهر لون برتقالي) واليود (ويظهر لون بنفسجي) بسهولة في الهكسان الحلقي (الطبقة العليا).



الفلور
9
F
[He]2s²2p⁵

الفلورة

تحتوي العديد من معاجين الأسنان التجارية إما على فلوريد قصديري أو فلوريد الصوديوم وهو مثل البهاه المفلورة. يقوي الأسنان ويوفر لها حماية من التسوس.

قد تقلص مركبات الفلور المضافة إلى معجون الأسنان وإمدادات مياه الشرب العامة حدوث التسوس إلى حد كبير. يحمي الفلورايد الأسنان بطريقتين. أثناء مرحلة تكوّن الأسنان، يندمج الفلورايد الذي يتم الحصول عليه من الطعام والشراب في طبقة المينا، ومن ثم يجعلها أقوى وأكثر مقاومة للتسوس. بعد بزوغ الأسنان في الفم، يتحد الفلورايد الموجود ضمن اللعاب مع الأسنان ويقوي طبقة المينا الخارجية. يجذب هذا الفلورايد- الموجود على سطح الأسنان- الكالسيوم، مما يساعد على سد المناطق التي بدأت في التسوس.

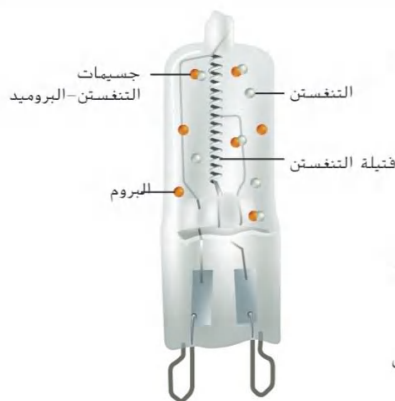
طريقة صنع مبيض الأسنان

تستخدم صناعات الغزل والنسيج والصناعات الورقية مركبات الكلور على نطاق واسع كمواد تبييض. يمكن لبعض مركبات الكلور تبييض المواد عن طريق أكسدة الجزيئات الملونة. كما تُستخدم مركبات الكلور أيضًا كملطهرات. مادة التبييض المنزلية عبارة عن محلول مائي يحتوي على 5.25% من هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl). ويتم تحضير مبيض الكلور تجاريًا عن طريق تمرير تيار كهربائي خلال محلول كلوريد الصوديوم في المياه. بمجرد تكسر كلوريد الصوديوم، يتجمع هيدروكسيد الصوديوم عند القطب السالب وينشأ غاز الكلور عند القطب الموجب. وبعد ذلك، يمكن أن يتحد هيدروكسيد الصوديوم مع الكلور لتكوين هيبوكلوريت الصوديوم.

الكلور
17
Cl
[Ne]3s²3p⁵



تتكون مادة التبييض المنزلية المصنوعة من الكلور عن طريق تفاعل غاز الكلور أو الكلور السائل مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين هيبوكلوريت الصوديوم.



تستخدم لمبات الهالوجين البروم أو غيره من جزيئات الهالوجين لالتقاط بخار التنجستن وإعادة ذرات التنجستن إلى الفتيل.

اليود
53
I
[Kr]5s²4d¹⁰5p⁵

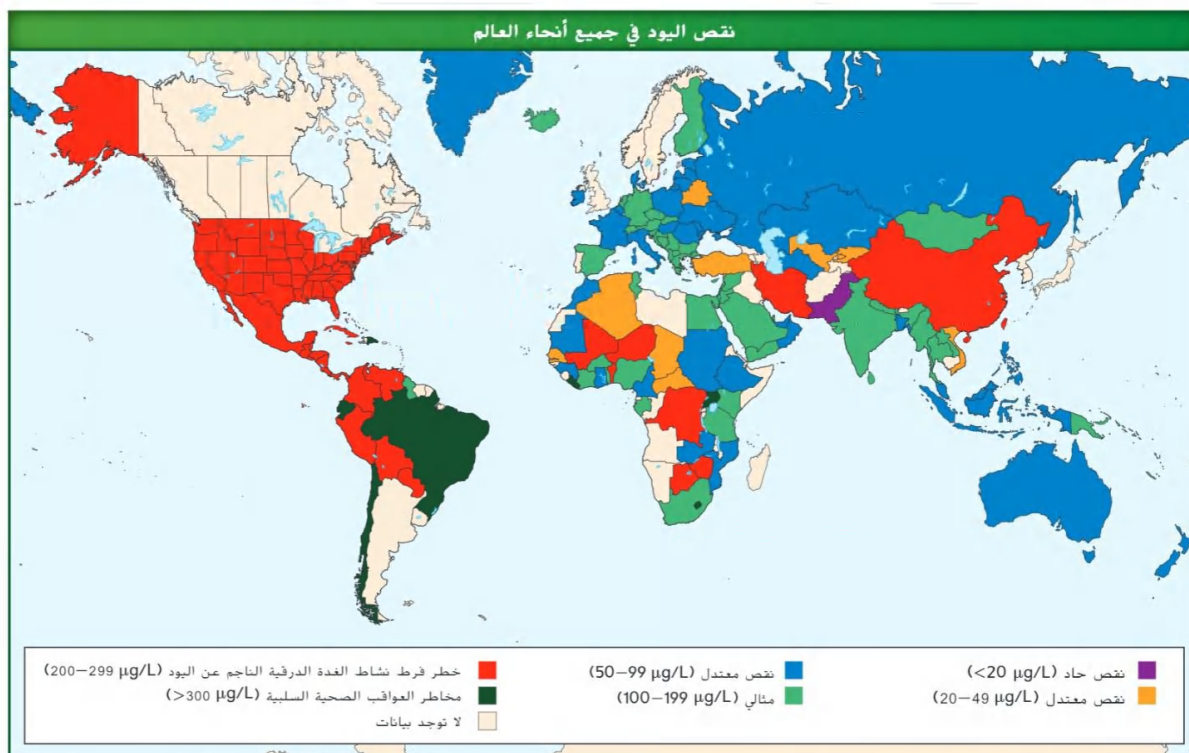
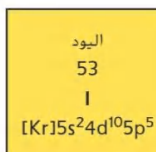
البروم
35
Br
[Ar]4s²3d¹⁰4p⁵

مصابيح الهالوجين

تشتمل مصابيح الهالوجين على غاز هالوجيني، مثل اليود أو البروم. مقارنة بالمصابيح العادية، توفر مصابيح الهالوجين إضاءة أقوى وتدوم أطول وربما أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. أثناء تشغيل الللمبة العادية، يتبخّر بعض التنجستن ويترسب على الفتيل وعلى السطح الداخلي للمصباح. في لمبات الهالوجين، يتفاعل التنجستن المتبخّر مع غاز الهالوجين ويعاد ترسيبه مرة أخرى على الفتيل. وهذا يطيل من عمر الفتيل.

مكافحة نقص اليود بالملح

تعد الغدة الدرقية هي الجزء الوحيد من الجسم الذي يمتص اليود. تستخدم خلايا الغدة الدرقية اليود لإفراز هرمونات الغدة الدرقية، التي تنظم عملية التمثيل الغذائي. يمكن أن تؤدي المستويات المنخفضة من اليود في النظام الغذائي إلى حدوث قصور في هرمون الغدة الدرقية ومن ثم تتضخم تلك الغدة. في الحالات الخطيرة، يمكن أن تتسبب المستويات المنخفضة من هرمونات الغدة الدرقية في تشوهات خلقية وتلف في الدماغ. في الولايات المتحدة، يضاف يوديد البوتاسيوم لمعظم منتجات ملح الطعام للحماية من نقص اليود الغذائي. يمكن حتى لكميات اليود الضئيلة المضافة أن تمنع الاضطرابات الناجمة عن نقص اليود. ومع ذلك، هناك مناطق من العالم لا يزال نقص اليود منتشرًا فيها.

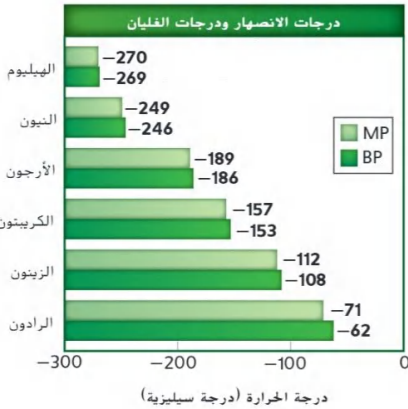


نسبة كبيرة من سكان العالم كانت مهددة بخطر نقص اليود في عام 2004. في عام 2005، أطلقت منظمة الصحة العالمية برنامجًا للغذاء على نقص اليود في جميع أنحاء العالم.

مراجعة

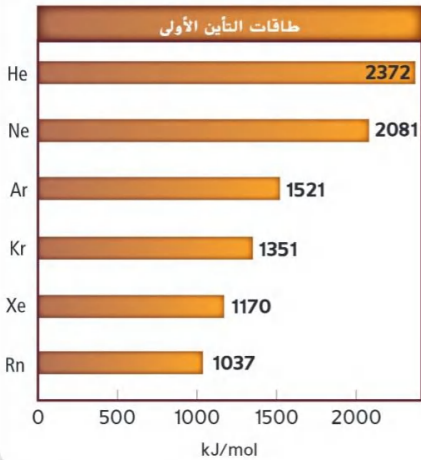
53. احسب في العادة تكون مادة التبييض المنزلية عبارة عن محلول مائي يحتوي على 5.25% من هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl). كم عدد جرامات هيبوكلوريت الصوديوم التي يجب أن تكون في 300 ملل من مادة التبييض؟
54. ضع فرضية في عام 1962، قام نيل بارثليت بتصنيع أول مركب غاز ذيل باستخدام PtF₆. ضع فرضية للسبب وراء استخدام بارثليت مركب فلور لإجراء عملية التخليق هذه.

50. قارن مخاطر نقص اليود في أوروبا وأفريقيا والولايات المتحدة.
51. اشرح السبب وراء كون الفلور هو العنصر الأكثر قابلية للتفاعل من جميع العناصر.
52. قِيم السبب وراء استمرار خيوط التنجستن لفترة أطول في مصابيح الهالوجين مقارنة بالمصابيح العادية؟



الخصائص الفيزيائية

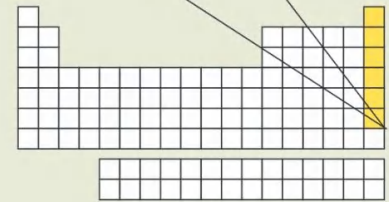
- عناصر المجموعة 18 عبارة عن غازات عديمة اللون والرائحة.
- جميعها لافلزات.
- تزيد درجات انصهارها ودرجات غليانها بالانتقال لأسفل عبر المجموعة ولكن تلك الدرجات أقل وتيرة بكثير مقارنة بالمجموعات الأخرى في الجدول الدوري.



الخصائص الذرية

- كل عنصر في المجموعة 18 لديه ثمانية إلكترونات تكافؤ، يُنتج ثمانية في التوزيع الإلكتروني الذي ينتهي بـ ns^2np^6 .
- باستثناء الهيليوم، الذي لديه اثنين من الإلكترونات.
- الغازات النبيلة هي غازات أحادية الذرة.
- بمقارنة الغازات النبيلة مع المجموعات الأخرى في الجدول الدوري، نجد أنها تضم أعلى طاقات التأين الأولى.

الهيليوم 2 He $1s^2$
النيون 10 Ne $[He]2s^22p^6$
الأرجون 18 Ar $[Ne]3s^23p^6$
الكريبتون 36 Kr $[Ar]4s^23d^{10}4p^6$
الزينون 54 Xe $[Kr]5s^24d^{10}5p^6$
الرادون 86 Rn $[Xe]6s^24f^{14}5d^{10}6p^6$



الاختبارات التحليلية

لأن الغازات النبيلة عديمة اللون والرائحة وخاملة بشكل عام، فإن العديد من الاختبارات التحليلية العامة المستخدمة لتحديد العناصر ليست مفيدة. ومع ذلك، فالغازات النبيلة ينبعث منها ضوء بألوان معينة عند تعرضها لتيار كهربائي ولها طيف خط انبعاث مميز.



عندما يمر تيار كهربائي عبر الزينون، ينبعث منه لون مميز (أزرق) وطيف خطي.



التفاعلات الشائعة

على الرغم من أن الغازات النبيلة، تعرف أيضًا بالغازات الخاملة، إلا أنه من خلالها يمكن تكوين عدد قليل من المركبات، إذا كانت الظروف مواتية. ومع ذلك، بوجه عام، لا تستجيب الغازات النبيلة للتفاعلات.

التطبيقات العملية من الحياة اليومية

العناصر
كتيب



وتأتي طاقة الشمس من تفاعل اندماج نووي ينتج عنه الهيليوم.

الهيليوم
2
He
1s²

الشمس

توفر الشمس، التي تبعد 150 مليون كم فقط عن الأرض (تعتبر قريبة من الناحية الفلكية)، الطاقة اللازمة لدعم الحياة على الأرض. تولد الشمس طاقتها عن طريق اندماج ذرات الهيدروجين لتكوين الهيليوم. وقد حدد العلماء أن مركز الشمس يتكون من حوالي 50% من الهيليوم، تاركاً ما يكفي من الهيدروجين لتحرقه الشمس لمدة 5 مليار عام آخر.

الزيتون
54
Xe
[Kr]5s²4d¹⁰5p⁶

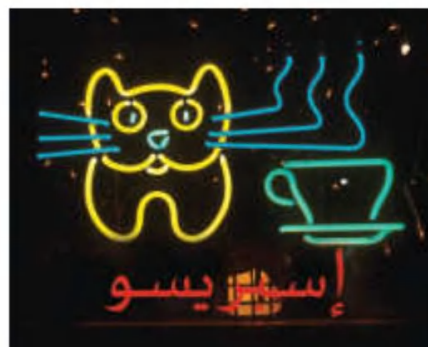
الكريبتون
36
Kr
[Ar]4s²3d¹⁰4p⁶

الأرجون
18
Ar
[Ne]3s²3p⁶

النيون
10
Ne
[He]2s²2p⁶

الضوء

يستخدم النيون والأرجون والكريبتون والزينون في كل مختلف التطبيقات العملية للإضاءة، حيث تستعين العديد من الشركات بإشارات النيون للإعلان عن المنتجات أو عرض اسم الشركة. وعلى الرغم من أن إشارات النيون الحقيقية تتوهج بلون أحمر برتقالي، إلا أن مصطلح إشارة النيون يرتبط أيضاً بمجموعة من أنابيب الغاز التي تحتوي على غازات وتعرض ألواناً أخرى. يوجد الأرجون في المصابيح العصرية، كاللمبات، ونظراً لأن الأرجون خامل، فإنه يوفر أجواءً مثالية للفتيل. يتبعث من مصابيح الكريبتون والزينون إضاءة أكثر بياضاً وحدة وتدموم لفترة أطول من مصابيح الأرجون التقليدية. عادةً ما توجد هذه المصابيح في الثريات والبطاريات والمصابيح الأمامية للسيارات الفاخرة.



ومن ثم، توجد الغازات النبيلة في العديد من مصادر الضوء المختلفة.

مراجعة

58. **ضع فرضية** للسبب وراء استخدام الأرجون في وسائل الإضاءة حالياً. على الرغم من أن الكريبتون والزينون ينبعث منهما ضوء أشد بياضاً ويدوم لفترة أطول.

59. **احسب** إذا كانت الشمس تبعد 150 مليون كم ويسافر الضوء بسرعة 10^8 k/s ، فكم يستغرق وصول أشعة الشمس إلى الأرض؟

55. **صف** ثلاث خصائص فيزيائية للغازات النبيلة.

56. **اكتب** التفاعل الذي محصلته رباعي أكسيد الزينون.

57. **حتل** لماذا تتمتع الغازات النبيلة بأعلى طاقات تأين أولي مقارنة مع بقية العناصر في الجدول الدوري.

الرياضيات هي لغة تُستخدم في العلوم للتعبير عن المسائل وحلها. تتطلب الحسابات التي تجربها أثناء دراستك للكيمياء عمليات حسابية، كالجمع والطرح والضرب والقسمة. استخدم هذا الكتيب لمراجعة مهارات الرياضيات الأساسية ولتعزيز بعض مهارات الرياضيات المعروضة في هذه الوحدات بتفصيل أكبر.

الترميز العلمي

يجب على العلماء استخدام أعداد صغيرة وكبيرة للغاية لوصف الأجسام الموضحة في الشكل 1. تبلغ كتلة البروتون في مركز ذرة الهيدروجين $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$. ويبلغ طول فيروس مرض نقص المناعة المكتسب (HIV) وهو الفيروس المسبب لمرض الإيدز، حوالي 0.00000011 m في حين تصل درجة الحرارة في مركز الشمس إلى $15,000,000 \text{ K}$ ومن ثم يصعب قراءة هذه الأعداد الصغيرة والكبيرة ويتعذر التعامل معها حسابيًا. اعتمد العلماء طريقة لكتابة الأعداد الأسية تسمى الترميز العلمي. هي أسهل من كتابة عدد كبير من الأصفار عندما تكون الأعداد كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا. كما أنها أسهل أيضًا لمقارنة الحجم النسبي للأعداد عند كتابتها بصيغة الترميز العلمي.

يتكون العدد المكتوب بالترميز العلمي من جزأين.

$$N \times 10^n$$

الجزء الأول (N) هو عدد يتم فيه وضع رقم واحد فقط على يسار الفاصلة العشرية ويتم وضع جميع الأرقام المتبقية على يمين الفاصلة العشرية. الجزء الثاني هو أس للرقم عشرة (10^n) ويمثل عدد مرات ضرب الجزء العشري. على سبيل المثال، العدد 2.53×10^6 مكتوب بالترميز العلمي.

$$2.53 \times 10^6$$

الأس عشرة العدد الواقع بين واحد وعشرة

الجزء العشري هو 2.53 والأس هو 10^6 .

تستخدم الأسس الموجبة للتعبير عن الأعداد الكبيرة والأسس السالبة للتعبير عن الأعداد الصغيرة.

■ الشكل 1 يوفر الترميز العلمي طريقة مريحة للتعبير عن البيانات التي تتضمن أعدادًا كبيرة أو صغيرة للغاية. يمكن للعلماء التعبير عن كتلة البروتون وطول فيروس نقص المناعة المكتسبة ودرجة حرارة الشمس بالترميز العلمي.



الشمس
درجة حرارة الشمس = $1.5 \times 10^7 \text{ K}$



فيروس نقص المناعة المكتسبة يهاجم خلية دم بيضاء
طول فيروس نقص المناعة المكتسبة = $1.1 \times 10^{-7} \text{ m}$

البروتون

ذرة الهيدروجين
كتلة البروتون = $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$



الشكل 2 تبلغ كتلة القمر 7.349×10^{22} kg

الأسس الموجبة

عندما يناقش العلماء الخصائص الفيزيائية للقمر، كما هو موضح في **الشكل 2**، تكون الأعداد كبيرة للغاية. يشير الأس الموجب للعدد 10 ويشير (n) إلى عدد المرات التي يجب فيها ضرب العدد في 10 للتعبير عن الصيغة الطويلة للعدد.

$$\begin{aligned} 2.53 \times 10^6 \\ = 2.53 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \\ = 2,530,000 \end{aligned}$$

يمكنك أيضًا التفكير في الأس الموجب للعدد 10 باعتباره عدد المواضع التي تحركت فيها الفاصلة العشرية إلى اليسار وصولاً إلى رقم واحد فقط غير صفري على يسار الفاصلة العشرية.

$$2,530,000.$$

تتحرك الفاصلة العشرية ستة مواضع إلى اليسار.

لتحويل العدد 567.98 إلى ترميز علمي، اكتب العدد أولاً كعدد أسّي من خلال ضربه في 10^0 .

$$567.98 \times 10^0$$

(تذكر أن ضرب أي عدد في 10^0 هو نفس ضربه في 1). حرّك الفاصلة العشرية إلى اليسار حتى يتبقى رقم واحد على يسار الفاصلة العشرية. في الوقت نفسه، قم بزيادة الأس بنفس عدد المواضع التي تحركتها الفاصلة العشرية.

$$567.98 \times 10^{0+2}$$

تتحرك الفاصلة العشرية موضعين إلى اليسار.

وبهذا، يُكتب العدد 567.98 في الترميز العلمي هكذا 5.6798×10^2 .

الأسس السالبة

قد تتضمن القياسات أيضًا أسسًا سالبة، على النحو الموضح في الأشعة السينية في **الشكل 3**. تُستخدم الأسس السالبة للأعداد الصغيرة جدًا. يشير الأس السالب للعدد 10، إلى عدد المرات التي يجب فيها قسمة العدد على 10 للتعبير عن الصيغة الطويلة للعدد.

$$6.43 \times 10^{-4} = \frac{6.43}{10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.000643$$

الأس السالب للعدد 10 هو عدد مواضع تحريك الفاصلة العشرية إلى اليمين حتى لا يتبقى إلا أول رقم غير صفري.

عند تحويل عدد يتطلب تحريك الفاصلة العشرية إلى اليمين، يقل الأس بمقدار العدد المناسب. على سبيل المثال، يكون التعبير عن 0.0098 بالترميز العلمي هكذا:

$$0.0098 \times 10^0$$

$$0.0098 \times 10^{0-3}$$

$$9.8 \times 10^{-3}$$

تتحرك الفاصلة العشرية ثلاثة مواضع إلى اليمين.

وبهذا، يُكتب 0.0098 بالترميز العلمي هكذا 9.8×10^{-3} .

الشكل 3 نظرًا لقصر أطوالها الموجية (10^{-8} m إلى 10^{-13} m)، يمكن للأشعة السينية المرور عبر بعض الأجسام.



يمكن أن تتم العمليات الحسابية - التي تُجرى بأعداد عادية - باستخدام أعداد مكتوبة بالترميز العلمي. ومع ذلك، يجب أيضًا وضع الجزء الأسّي للأعداد في الاعتبار.

1. الجمع والطرح

قبل جمع أعداد أو طرحها بصيغة الترميز العلمي، يجب أن تكون الأسس متساوية. تذكر أنه يتم تحريك الفاصلة العشرية إلى اليسار لزيادة الأس وإلى اليمين لتقليله.

$$\begin{aligned}(3.4 \times 10^2) + (4.57 \times 10^3) &= (0.34 \times 10^3) + (4.57 \times 10^3) \\ &= (0.34 + 4.57) \times 10^3 \\ &= 4.91 \times 10^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(7.52 \times 10^{-4}) - (9.7 \times 10^{-5}) &= (7.52 \times 10^{-4}) - (0.97 \times 10^{-4}) \\ &= (7.52 - 0.97) \times 10^{-4} \\ &= 6.55 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

2. الضرب

عند ضرب أعداد موجودة بصيغة الترميز العلمي، لا يُضرب إلا الجزء العشري فقط. ويتم جمع الأسس.

$$\begin{aligned}(2.00 \times 10^3)(4.00 \times 10^4) &= (2.00)(4.00) \times 10^{3+4} \\ &= 8.00 \times 10^7\end{aligned}$$

3. القسمه

عند قسمة أعداد موجودة بصيغة الترميز العلمي، لا يُقسَم إلا الجزء العشري، في حين يتم طرح الأسس كما يلي:

$$\frac{9.60 \times 10^7}{1.60 \times 10^4} = \frac{9.60}{1.60} \times 10^{7-4}$$
$$= 6.00 \times 10^3$$

تطبيقات

1. عبّر عن الأعداد التالية بالترميز العلمي.

a. 5800 c. 0.0005877
b. 453,000 d. 0.0036

2. نفذ العمليات التالية.

a. $(5.0 \times 10^6) + (3.0 \times 10^7)$ c. $(3.89 \times 10^{12}) - (1.9 \times 10^{11})$
b. $(1.8 \times 10^9) + (2.0 \times 10^8)$ d. $(6.0 \times 10^{-8}) - (4.0 \times 10^{-9})$

3. نفذ العمليات التالية.

a. $(6.0 \times 10^{-4}) \times (4.0 \times 10^{-6})$ d. $\frac{9.6 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-6}}$

b. $(4.5 \times 10^9) \times (6.0 \times 10^{-10})$ e. $\frac{(2.5 \times 10^6)(7.2 \times 10^4)}{1.8 \times 10^{-5}}$

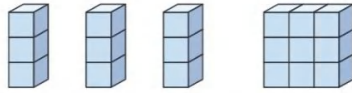
c. $\frac{4.5 \times 10^{-8}}{1.5 \times 10^{-4}}$ f. $\frac{(6.2 \times 10^{12})(6.0 \times 10^{-7})}{1.2 \times 10^6}$



$$2 \times 2 = 4$$

$$2 = \sqrt{4}$$

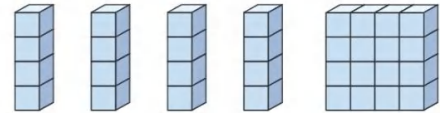
a



$$3 \times 3 = 9$$

$$3 = \sqrt{9}$$

b



$$4 \times 4 = 16$$

$$4 = \sqrt{16}$$

c

■ الشكل 4 a. يمكن التعبير عن العدد 4 كمجموعتين من العدد 2. العوامل المتطابقة هي 2. b. يمكن التعبير عن العدد 9 بثلاث مجموعات من العدد 3. إذا، العدد 3 هو الجذر التربيعي للعدد 9. c. العدد 4 هو الجذر التربيعي للعدد 16.

حدد الجذر التكعيبي للعدد 16 باستخدام الآلة الحاسبة.

الجذور التربيعية والتكعيبة

الجذر التربيعي هو أحد عنصرين متطابقين لعدد ما. وكما يظهر في الشكل 4a، العدد 4 هو ناتج ضرب عاملين متطابقين للعدد 2. إذا، الجذر التربيعي للعدد 4 هو 2. يُستخدم الرمز $\sqrt{\quad}$ والذي يطلق عليه علامة الجذر، للإشارة إلى جذر تربيعي. تتضمن معظم الآلات الحاسبة مفتاح جذر تربيعي يحمل العلامة $\sqrt{\quad}$.

$$\sqrt{4} = \sqrt{2 \times 2} = 2$$

نقرأ هذه المعادلة على النحو "الجذر التربيعي للعدد 4 يساوي 2". ما الجذر التربيعي للعدد 9. كما هو موضح في الشكل 4b؟

قد يوجد أكثر من عاملين متطابقين لعدد ما. وأنت تعرف أن $2 \times 4 = 8$. هل توجد أي عوامل أخرى للعدد 8؟ إنه ناتج ضرب $2 \times 2 \times 2$. الجذر التكعيبي هو أحد ثلاث عوامل متطابقة لعدد ما. إذا، ما الجذر التكعيبي للعدد 8؟ هو العدد 2. يشار إلى الجذر التكعيبي أيضًا بعلامة جذر.

$$\sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 2} = 2$$

راجع كتيب الآلة الحاسبة، للحصول على مزيد من المعلومات عن إيجاد الجذور.

الأرقام المعنوية

تعكس الدقة مدى تقارب القياسات التي تجربها في المختبر مع القيمة الحقيقية، حيث تصف الإجابة درجة إتقان قياساتك. أي مسطرة في الشكل 5 سوف تعطيك الطول الأكثر دقة؟ ستجعل المسطرة العليا، المدرجة بالمليمتر، قياساتك أقرب إلى الطول الفعلي للقطب الرصاص. ومن ثم، سيكون القياس أكثر دقة.

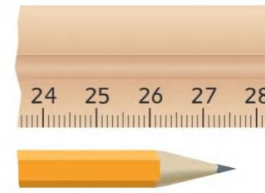
■ الشكل 5 يجب قراءة الرقم المقدر بين علامات المليمتر بالمسطرة العليا.

قيم لماذا تكون المسطرة السفلى أقل دقة؟



أدوات القياس ليست مثالية على الإطلاق ولا الأشخاص الذين يقومون بعملية القياس. لذلك، عند قياس كمية مادية، يوجد دائمًا قدر من الشك في القياس، حيث يشير عدد الأرقام المعنوية في القياس إلى الشك في أداة القياس.

عدد الأرقام المعنوية في كمية مفاضة هو جميع الأرقام المؤكدة بالإضافة إلى أول رقم غير مؤكد. على سبيل المثال، يبلغ طول القلم الرصاص في الشكل 6 بين 27.6 و 27.7 cm ومن ثم يمكنك قراءة قياس المسطرة إلى أقرب ملليمتر (27.6 cm). لكن بعد ذلك يجب عليك تقدير الرقم التالي في القياس. إذا قدرّت أن الرقم التالي هو 5، فستقول أن الطول المُقاس للقلم الرصاص هو 27.65 cm. ومن ثم، يتضمن قياسك أربعة أرقام معنوية. الثلاثة الأولى مؤكدة والآخر غير مؤكد. تصل دقة المسطرة المستخدمة لقياس القلم الرصاص لأقرب عُشر من الملليمتر.



■ الشكل 6 إذا حددت أن طول القلم الرصاص 27.65 cm يتضمن هذا القياس أربعة أرقام معنوية.

كم عدد الأرقام المعنوية؟

عند توفير قياس، ستساعدك سلسلة القواعد التالية في تحديد عدد الأرقام المعنوية الموجودة في ذلك القياس.

1. جميع الأرقام غير الصفرية معنوية.
 2. عند وقوع صفر بعد الفاصلة العشرية وبعد رقم معنوي، يكون هذا الصفر معنويًا.
 3. عند وقوع صفر بين أرقام معنوية، يكون الصفر معنويًا أيضًا.
 4. عند استخدام صفر لتحديد موضع الفاصلة العشرية فحسب، لا يكون معنويًا.
 5. يتم التعامل مع جميع الأعداد الحسابية والأعداد الصحيحة كما لو أنها تتضمن عددًا لا نهائيًا من الأرقام المعنوية.
- قم بدراسة القياسات التالية. استخدم القواعد الواردة أعلاه للتحقق من احتواء جميعها على أرقام معنوية.

القاعدة 1	245 K
القاعدة 2	18.0 L
القاعدة 3	308 km
القاعدة 4	0.00623 g
القاعدة 4	186,000 m

افترض أنه يجب عليك إجراء عملية حسابية باستخدام قياس مقداره 200 L. لا يمكنك بالتأكيد معرفة الصفر الذي تم تقديره. للدلالة على أهمية الأرقام وخاصة الصفر، اكتب قياسات بالترميز العلمي. في الترميز العلمي، جميع الأرقام في الجزء العشري مهمة. ما القياس الأكثر دقة؟

- يتضمن 200 L رقمًا معنويًا واحدًا.
- يتضمن 2×10^2 L رقمًا معنويًا واحدًا.
- يتضمن 2.0×10^2 L رقمين معنويين.
- يتضمن 2.00×10^2 L ثلاثة أرقام معنوية.

كلما زاد عدد الأرقام في القياس المعبر عنه بالترميز العلمي، كان القياس أكثر دقة. في هذا المثال، يمثل 2.00×10^2 L البيانات الأكثر دقة.

مثال 1

الأرقام المعنوية كم عدد الأرقام المعنوية في القياس 5.620 m 60 min 0.00302 g $9.80 \times 10^2 \text{ m/s}^2$

1 تحليل المسألة

لتحديد عدد الأرقام المعنوية في سلسلة من الأعداد. راجع قواعد الأرقام المعنوية.

2 حساب المجهول

0.00302 g
ليس معنويًا (القاعدة 4)
معنوي (القاعدتين 1 و 3)

يتضمن القياس 0.00302 g ثلاثة أرقام معنوية.

60 min
أرقام معنوية غير محدودة (القاعدة 5)

05.62 m
معنوية (القاعدتان 1 و 2)

يتضمن القياس 5.620 m أربعة أرقام معنوية.

$9.80 \times 10^2 \text{ m/s}^2$
معنوية (القاعدتان 1 و 2)

3 تقييم الإجابة

تتضمن القياسات 0.00302 g و $9.80 \times 10^2 \text{ m/s}^2$ ثلاثة أرقام معنوية. يتضمن القياس 60 min أرقامًا معنوية غير محدودة. يتضمن القياس 5.620 m أربعة أرقام معنوية.

تطبيقات

4. حدد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| a. 35 g | m. 0.157 kg |
| b. 3.57 m | n. 28.0 mL |
| c. 3.507 km | o. 2500 m |
| d. 0.035 kg | p. 0.070 mol |
| e. 0.246 L | q. 30.07 nm |
| f. 0.004 m ³ | r. 0.106 cm |
| g. 24.068 kPa | s. 0.0076 g |
| h. 268 k | t. 0.0230 cm ³ |
| i. 20.04080 g | u. 26.509 cm |
| j. 20 دسمة | v. 54.52 cm ³ |
| k. 730,000 kg | w. $2.40 \times 10^6 \text{ kg}$ |
| l. 6.751 g | x. $4.07 \times 10^{16} \text{ m}$ |

التقريب

يتم إجراء العمليات الحسابية- التي تستلزم قياسات- بنفس طريقة العمليات التي تتضمن أي أعداد أخرى. ومع هذا، يجب أن تشير النتائج بشكل صحيح إلى الشك في الكميات التي تم حسابها. فم إجراء جميع العمليات الحسابية، ثم قَرَّب النتيجة لأقل عدد من الأرقام المعنوية في أي من القياسات المستخدمة في العمليات الحسابية. لتقريب عدد ما، استخدم القواعد التالية.

1. عندما يكون الرقم الموجود أقصى اليسار والمطلوب إسقاطه أقل من 5، يتم إسقاط هذا الرقم وأي أرقام تتبعه. وبظل آخر رقم في العدد المقرب دون تغيير. على سبيل المثال، عند تقريب العدد 8.7645 إلى ثلاثة أرقام معنوية فإن أقصى رقم على اليسار والمطلوب إسقاطه هو 4. لذلك، يكون العدد المقرب 8.76.

2. عندما يكون الرقم الموجود أقصى اليسار والمطلوب إسقاطه أكبر من 5، يتم إسقاط هذا الرقم وأي أرقام تتبعه ويتم زيادة الرقم الأخير في العدد المقرب بمقدار واحد. على سبيل المثال، عند تقريب العدد 8.7676 إلى ثلاثة أرقام معنوية، فإن أقصى رقم على اليسار والمطلوب إسقاطه هو 7. لذلك، يكون العدد المقرب 8.77.

3. عندما يكون الرقم الموجود أقصى اليسار والمطلوب إسقاطه هو 5 متبوعاً بعدد غير صفري، يتم إسقاط هذا الرقم وأي أرقام تتبعه، ويتم زيادة الرقم الأخير في العدد المقرب بمقدار واحد. على سبيل المثال، تم تقريب العدد 8.7519 إلى رقمين مهمين ليساوي 8.8.

4. إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي هو 5 وغير متبوع برقم غير صفري، فانظر إلى آخر رقم معنوي. إذا كان فردياً، فقم بزيادته بمقدار واحد؛ وإذا كان زوجياً، فلا تقربه. على سبيل المثال، يتم تقريب العدد 92.350 إلى ثلاثة أرقام معنوية ليساوي 92.4 ويتم تقريب العدد 92.25 ليساوي 92.2.

العمليات الحسابية باستخدام الأرقام المعنوية

انظر إلى الآلية الزجاجية في الشكل 7. هل تتوقع قياساً أكثر دقة باستخدام الكأس المدرج أو الأسطوانة المدرجة؟ عند إجراء أي عملية حسابية باستخدام كميات مقاسة، مثل الحجم أو الكتلة، من المهم تذكر أن النتيجة لا يمكن أن تكون أكثر دقة من القياس الأقل دقة. أي. لا يمكن أن تتضمن إجابتك أرقاماً مهمة أكثر من القياس الأقل دقة. لاحظ أنه من المهم إجراء جميع العمليات الحسابية قبل إسقاط أي أرقام معنوية.

تحدد القواعد التالية كيفية استخدام الأرقام المعنوية في العمليات الحسابية التي تتضمن قياسات.

1. لإضافة قياسات أو طرحها، فم أولاً بإجراء العملية الحسابية، ثم قَرَّب النتيجة للقيمة الأقل دقة. في تلك النتيجة، ينبغي وجود نفس عدد الأرقام على يمين الفاصلة العشرية على أنه القياس بأقل عدد من الأرقام العشرية.

2. لضرب القياسات أو قسمتها، فم أولاً بإجراء العملية الحسابية، ثم قَرَّب الإجابة إلى نفس عدد الأرقام المعنوية على أنه القياس بأقل عدد من الأرقام المعنوية. ينبغي ألا تحتوي النتيجة على أرقام معنوية أكثر من أقل عدد من الأرقام المعنوية في أي من القياسات في العملية الحسابية.



■ الشكل 7 قارن العلامات الموجودة على الأسطوانة المدرجة في الجزء العلوي بالعلامات الموجودة على الكأس المدرج في الجزء السفلي. **حلل أي من الوعائين الزجاجيين سيسفر عن قياسات أكثر دقة؟**

الجدول 1 قيم ضغط الغازات في الهواء

الضغط (kPa)	
79.10	غاز النيتروجين
0.040	غاز ثاني أكسيد الكربون
0.94	الغازات النزرة
101.3	إجمالي الغازات

مثال 2

قم بإجراء عملية حسابية باستخدام الأرقام المعنوية يحتوي الهواء على الأكسجين (O_2) والنيتروجين (N_2) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) وكميات ضئيلة من الغازات الأخرى. استخدم قيم الضغط المعروفة الواردة في الجدول 1 لحساب الضغط الجزئي للأكسجين.

1 تحليل المسألة

تحتوي البيانات الواردة في الجدول 1 على ضغط غاز النيتروجين وثاني أكسيد الكربون والغازات النزرة الأخرى. لجمع قياسات أو طرحها، قم أولاً بإجراء العملية الحسابية، ثم قرّب النتيجة لتتوافق مع القيمة الأقل دقة المضمنة.

2 حساب المجهول

$$P_{O_2} = P_{\text{إجمالي}} - (P_{N_2} + P_{CO_2} + P_{\text{غازات النزرة}})$$

$$P_{O_2} = 101.3 \text{ kPa} - (79.10 \text{ kPa} + 0.040 \text{ kPa} + 0.94 \text{ kPa})$$

$$P_{O_2} = 101.3 \text{ kPa} - 80.080 \text{ kPa}$$

$$P_{O_2} = 21.220 \text{ kPa}$$

ثم قياس إجمالي الضغط (P) وتقريبه إلى أقرب جزء من عشرة. وهو القياس الأقل دقة. لذلك، ينبغي تقريب النتيجة لأقرب عُشر من الكيلو باسكال (kPa). ضغط الأكسجين هو $P_{O_2} = 21.2 \text{ kPa}$.

3 تقييم الإجابة

بإضافة ضغط الغاز إلى جميع الغازات، بما في ذلك الأكسجين، فإن إجمالي ضغط الغاز يبلغ 101.3 kPa.

تطبيقات

5. قرّب القياسات التالية إلى عدد الأرقام المعنوية المشار إليها بين قوسين.

- 2.7518 g (3)
- 8.6439 m (2)
- 13.841 g (2)
- 186.499 m (5)
- 634,892.34 (4)
- 355,500 g (2)

6. نفّذ العمليات التالية.

- $(2.475 \text{ m}) + (3.5 \text{ m}) + (4.65 \text{ m})$
- $(3.45 \text{ m}) + (3.658 \text{ m}) + (47 \text{ m})$
- $(5.36 \times 10^{-4} \text{ g}) - (6.381 \times 10^{-5} \text{ g})$
- $(6.46 \times 10^{12} \text{ m}) - (6.32 \times 10^{11} \text{ m})$
- $(6.6 \times 10^{12} \text{ m}) \times (5.34 \times 10^{18} \text{ m})$
- $\frac{5.634 \times 10^{11} \text{ m}}{3.0 \times 10^{12} \text{ m}}$
- $\frac{(4.765 \times 10^{11} \text{ m})(5.3 \times 10^{-4} \text{ m})}{7.0 \times 10^{-5} \text{ m}}$

حل المعادلات الجبرية

عندما يتم إعطاؤك مسألة لحلها، قد تكتب غالبًا بصيغة معادلة جبرية. يمكنك استخدام الأحرف لتمثيل القياسات أو أعداد غير محددة في المسألة. غالبًا ما تكتب قوانين الكيمياء بصيغة معادلات جبرية. على سبيل المثال، قانون الغاز المثالي المرتبط بضغط الغازات وحجمها وجزئياتها ودرجة حرارتها. يُكتب قانون الغاز المثالي كما يلي.

$$PV = nRT$$

المتغيرات هي الضغط (P) والحجم (V) وعدد الجزيئات (n) ودرجة الحرارة (T). R ثابت. هذه معادلة جبرية نموذجية، يمكن استعمالها لإيجاد حل لأي من المتغيرات الفردية.

عند حل المعادلات الجبرية، أي عملية تقوم بها على أحد طرفي علامة يساوي يجب إجراؤها على الطرف الآخر من المعادلة. افرض أنه طُلب منك استخدام قانون الغاز المثالي لإيجاد ضغط الغاز (P). للحل، أو للعزل، فإنه للحصول على قيمة P بتعين عليك قسمة الطرف الأيسر من المعادلة على V . يجب إجراء هذه العملية على الطرف الأيمن من المعادلة أيضًا. كما هو موضح في المعادلة التالية أدناه.

$$PV = nRT$$

$$\frac{PV}{V} = \frac{nRT}{V}$$

يلغي الرمز V كل منهما الآخر في الجانب الأيسر من المعادلة.

$$\frac{PV}{V} = \frac{nRT}{V}$$

$$P \times \frac{V}{V} = \frac{nRT}{V}$$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

الآن، تكتب معادلة قانون الغاز المثالي من حيث قيمة الضغط. أي، تم عزل P .

ترتيب العمليات

عند عزل متغير ما في معادلة، من المهم تذكر أن العمليات الحسابية لها ترتيب. كما هو موضح في الشكل 8، الذي يجب اتباعه. المعادلات الموجودة بين علامتي حصر (أو بين قوسين) يكون لها الأولوية على الضرب والقسمة والتي بدورها يكون لها الأولوية على الجمع والطرح. على سبيل المثال، في المعادلة التالية

$$a + b \times c$$

يجب ضرب المتغير b أولاً في المتغير c . بعد ذلك إضافة حاصل الضرب الناتج إلى المتغير a . أما إذا كانت المعادلة مكتوبة بالصيغة التالية

$$(a + b) \times c$$

فيجب إجراء العملية الموجودة بين قوسين أولاً. في المعادلة أعلاه، يتم إضافة المتغير a إلى المتغير b قبل ضرب ناتج جمع في المتغير c .

■ الشكل 8 عند حل معادلة تحتوي على أكثر من عملية، استخدم هذا المخطط الانسيابي لتحديد الترتيب الذي به إجراء عملياتك الحسابية.

ترتيب العمليات



لمعرفة الاختلاف الذي يُحدثه ترتيب العمليات، حاول استبدال a بالعدد 2 و b بالعدد 3 و c بالعدد 4.

$$a + (b \times c) = 2 + (3 \times 4) = 14$$

$$(a + b) \times c = (2 + 3) \times 4 = 20$$

لحل المعادلات الجبرية، يجب عليك أيضًا تذكر خاصية التوزيع. لإزالة الأقواس لحل مسألة، يتم توزيع أي عدد خارج علامات الحصر عبر علامات الحصر كما يلي.

$$6(x + 2y) = 6(x) + 6(2y) = 6x + 12y$$

مثال 3

ترتيب العمليات تبلغ درجة الحرارة في أحد الأيام الباردة 25°F . فما هي درجة الحرارة بالسيليزية؟

1 تحليل المسألة

يمكن حساب درجة الحرارة بالدرجة السيليزية باستخدام معادلة التحويل من الدرجة السيليزية إلى درجة فهرنهايت. درجة الحرارة السيليزية هي متغير غير معروف. المتغير المعروف هو 25°F .

2 حساب المجهول

حدد معادلة حساب درجة الحرارة السيليزية.

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 32$$

أعد ترتيب المعادلة لعزل $^{\circ}\text{C}$.
ابداً بطرح 32 من كلا الطرفين.

$$^{\circ}\text{F} - 32 = \frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 32 - 32$$

$$^{\circ}\text{F} - 32 = \frac{9}{5}^{\circ}\text{C}$$

$$5 \times (^{\circ}\text{F} - 32) = 5 \times \frac{9}{5}^{\circ}\text{C}$$

ثم، اضرب كلا الطرفين في 5.

$$5 \times (^{\circ}\text{F} - 32) = 9^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{5 \times (^{\circ}\text{F} - 32)}{5} = \frac{9^{\circ}\text{C}}{5}$$

وأخيراً، اقسّم كلا الطرفين على 9.

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

استبدل درجة حرارة فهرنهايت المعروفة.

$$= \frac{5}{9} (25 - 32)$$

$$= -3.9^{\circ}\text{C}$$

درجة الحرارة المئوية هي -3.9°C .

3 تقييم الإجابة

لتحديد ما إذا كانت الإجابة صحيحة أو لا، ضع الإجابة، -3.9°C ، في المعادلة الأصلية. إذا كانت درجة الحرارة بالفهرنهايت تساوي 25°F ، تكون العملية الحسابية قد تمت بنجاح.

تطبيقات

اعزل المتغير المشار إليه في كل معادلة.

7. $PV = nRT$ for R

8. $3 = 4(x + y)$ for y

9. $z = x(4 + 2y)$ for y

10. $\frac{2}{x} = 3 + y$ for x

11. $\frac{2x + 1}{3} = 6$ for x

التحليل البعدي

تشير أبعاد القياس إلى نوع الوحدات المرتبطة بالمقدار. على سبيل المثال، يمثل الطول مقداراً بُعدياً يمكن قياسه بالأمتار والسنتيمترات والكيلومترات. تحليل الأبعاد عبارة عن عملية حل المعادلات الجبرية للوحدات والأعداد وهو طريقة تحقق لضمان استخدام المعادلة الصحيحة وتطبيق القواعد الجبرية السليمة أثناء حل المعادلة. كما يساعدك أيضًا في اختيار المعادلة الصحيحة وإعدادها. على النحو الموضح في الصفحة التالية، عندما تتعلم كيفية تحويل الوحدات، من الجيد جعل التحليل البعدي عادةً تلجأ إليها دائمًا عند تحديد الوحدات وكذلك القيم العددية عند استبدال القيم في المعادلة.

مثال 4

التحليل البعدي النحت الموضح في الشكل 9 مصنوع من الألمنيوم. تبلغ كثافة (D) الألمنيوم 2700 kg/m^3 . حدد كتلة (M) قطعة ألمنيوم بحجم 0.20 m^3 (V).

1 تحليل المسألة

الحقائق الواردة في المسألة هي الكثافة تساوي (2700 kg/m^3) والحجم (0.20 m^3) ومعادلة الكثافة، $D = m/V$.

2 حساب المجهول

حدد معادلة الكتلة بإعادة ترتيب معادلة الكثافة.
معادلة الكثافة هي

$$D = \frac{m}{V}$$

$$DV = \frac{mV}{m}$$

$$DV = \frac{V}{V} \times m$$

$$m = DV$$

اضرب كلا طرفي المعادلة في V ، واعزل m .

$$m = (2700 \text{ kg/m}^3)(0.20 \text{ m}^3) = 540 \text{ kg}$$

استبدل القيم المعروفة لـ D و V .

3 تقييم الإجابة

لاحظ إلغاء الوحدة m^3 . تاركة الكتلة بوحدة kg وحدة الكتلة.

■ الشكل 9 الألمنيوم فلز مفيد بدءاً من المطبخ وانتهاءً بحدائق النحت.



تطبيقات

حدد ما إذا كانت المعادلات التالية صحيحة الأبعاد أو لا. اشرح.

12. $v = s \times t$ حيث $v = 24 \text{ m/s}$, $s = 12 \text{ m}$, و $t = 2 \text{ s}$.

13. $R = \frac{nT}{PV}$ حيث R بصيغة $\text{L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$, n بصيغة mol , T بصيغة K , P هي atm , و V بصيغة atm .

14. $t = \frac{V}{S}$ حيث t بالثواني و V بصيغة m/s .

15. $s = \frac{at^2}{2}$ حيث s بصيغة m , و a بـ m/s^2 .

التحويل بين الوحدات

تذكر أن نظام الوحدات العالمي الذي يستخدمه العلماء يسمى Le Système Internationale d'Unités. أو النظام الدولي (SI). وهو نظام مترى يستند إلى سبع وحدات أساسية. هي: المتر والثانية والكيلو جرام والكلفن والمول والأمبير والكانديلا والتي يُشتق منها جميع الوحدات الأخرى. يُشار إلى حجم الوحدات في النظام المترى ببساطة مرتبطة بالفرق بين هذه الوحدة والوحدة الأساسية. على سبيل المثال، الوحدة الأساسية للطول في النظام المترى هي المتر. واحد على عشرة من المتر هو العشر المترى. حيث تعني البادئة *deci-* (ديسي) واحد على عشرة. الألف متر يساوي كيلو متر واحد، حيث تعني البادئة *kilo* (كيلو) - ألف.

يمكنك استخدام المعلومات الواردة في الجدول 2 للتعبير عن مقدار تم قياسه بوحدات مختلفة. على سبيل المثال، كيف يتم التعبير عن 65 m بالسنتيمترات؟ يشير الجدول 2 إلى أن الواحد سنتيمتر يعادل واحد على مائة من المتر. أي $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$. يمكن استخدام هذه المعلومات لتكوين معامل تحويل. معامل التحويل هو نسبة مساوية لتلك التي ترتبط بالوحدتين. يمكنك الحصول على معاملات التحويل التالية من العلاقة بين الأمتار والسنتيمترات. تأكد عند إعداد معامل تحويل أن القياس الموجود في البسط (الجزء العلوي من النسبة) مساوياً للقياس في المقام (الجزء السفلي من النسبة).

$$1 = \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} \text{ و } 1 = \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}$$

الجدول 2 بادئات النظام الدولي الشائعة

البادئة	الرمز	الترميز العلمي	البادئة	الرمز	الترميز العلمي
Peta	P	10^{15}	ديسي	d	10^{-1}
تيرا	T	10^{12}	سنتي	c	10^{-2}
جيجا	G	10^9	ميللي	m	10^{-3}
ميغا	M	10^6	ميكرو	μ	10^{-6}
كيلو	k	10^3	نانو	n	10^{-9}
هيكโต	h	10^2	بيكو	p	10^{-12}
ديكا	da	10^1	فيمتو	f	10^{-15}

تذكر أن قيمة الكمية لا تتغير عندما ضربها في 1. لتحويل 65 m إلى سنتيمترات، اضرب 65 m في معامل التحويل للسنتيمترات.

$$\begin{aligned} 65 \text{ m} &\times \frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}} \\ &= 65 \times 10^2 \text{ cm} \\ &= 6.5 \times 10^3 \text{ cm} \end{aligned}$$

لاحظ أنه تم إعداد معامل التحويل بحيث يتم إلغاء وحدات الأمتار وتكون الإجابة بالسنتيمترات حسب الطلب. عند إعداد تحويل بين الوحدات، استخدم تحليل الأبعاد للتحقق من إلغاء الوحدات لتوفر الإجابة بالوحدات المطلوبة. تحقق دائمًا من إجابتك للتأكد من أن الوحدات منطقية. أنت تجري يوميًا تحويل بين الوحدات عندما تحدد عدد الأرباع المطلوبة لتكوين درهم أو عدد الأقدام الموجودة في الساحة. توجد وحدة واحدة تستخدم غالبًا في العمليات الحسابية في الكيمياء وهي الجزيئات. يجب استخدام العلاقات المكافئة بين الجزيئات والجرامات وعدد الجسيمات المثلثة (الذرات، أو الجزيئات، أو وحدات القاعدة، أو الأيونات) على سبيل المثال، يحتوي مول واحد من مادة ما على 6.02×10^{23} مول تمثيلي. حاول في المثال التالي معرفة كيف يمكن استخدام هذه المعلومات في معامل التحويل لتحديد عدد الذرات في عينة من المنتج.

مثال 5

التحويلات بين الوحدات تبلغ كتلة مول واحد من المنجنيز (Mn). الموضح في الشكل 10. قيمة 54.94 g، كم عدد الذرات الموجودة في 2.0 mol من المنجنيز.

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك كتلة 1 مول من المنجنيز. لتحويل عدد الذرات، يجب عليك إعداد معامل التحويل المرتبط بعدد المولات وعدد الذرات.

2 حساب المجهول

فيما يلي توضيح لمعاملات التحويل الخاصة بالجزيئات والذرات.

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرات}} \text{ و } \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرات}}{1 \text{ mol}}$$

اختر معامل التحويل الذي يلغي وحدات الجزيئات ويوفر إجابة بعدد الذرات.

$$\begin{aligned} 2.0 \text{ mol} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرات}}{1 \text{ mol}} &= 12.04 \times 10^{23} \text{ ذرات} \\ &= 1.2 \times 10^{24} \text{ ذرات} \end{aligned}$$

3 تقييم الإجابة

تم التعبير عن الإجابة بالوحدات المطلوبة (عدد الذرات). تم التعبير عنها برقمين معنويين لأن عدد الجزيئات (2.0) يتضمن رقمين معنويين.



■ الشكل 10 تساوي كتلة مول واحد من المنجنيز 54.94 g.

حدد كم عدد الأرقام المعنوية في هذا القياس؟

تطبيقات

16. حوّل القياسات التالية على النحو المحدد.

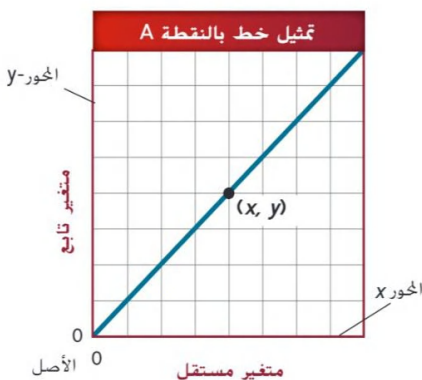
- | | |
|---|---|
| a. 4 m = ____ cm | i. $2.7 \times 10^2 \text{ L} = \text{____ mL}$ |
| b. 50.0 cm = ____ m | j. $7.3 \times 10^5 \text{ mL} = \text{____ L}$ |
| c. 15 cm = ____ mm | k. $8.4 \times 10^{10} \text{ m} = \text{____ kg}$ |
| d. 567 mg = ____ g | l. $3.8 \times 10^4 \text{ m}^2 = \text{____ mm}^2$ |
| e. 324 mL = ____ L | m. $6.9 \times 10^{12} \text{ cm}^2 = \text{____ m}^2$ |
| f. 28 L = ____ mL | n. $6.3 \times 10^{21} \text{ mm}^3 = \text{____ cm}^3$ |
| g. $4.6 \times 10^3 \text{ m} = \text{____ mm}$ | o. $9.4 \times 10^{12} \text{ cm}^3 = \text{____ m}^3$ |
| h. $8.3 \times 10^4 \text{ g} = \text{____ kg}$ | p. $5.7 \times 10^{20} \text{ cm}^3 = \text{____ km}^3$ |

رسم تمثيل بياني بالخطوط

يستخدم العلماء، مثل العالم الموجود في الشكل 11 وكذلك أنت وزملاؤك، الرسم البياني لتحليل البيانات التي تم جمعها في التجارب. توفر الرسوم البيانية طريقة لتمثيل البيانات بهدف تحديد العلاقة الرياضية بين المتغيرات في تجربتك. غالبًا ما تُستخدم الرسوم البيانية بالخطوط.

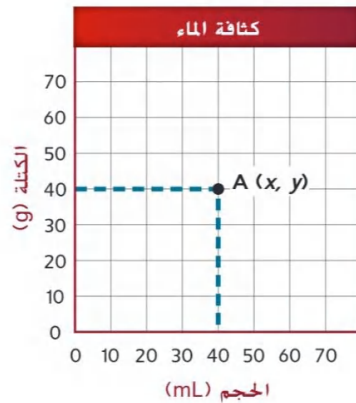
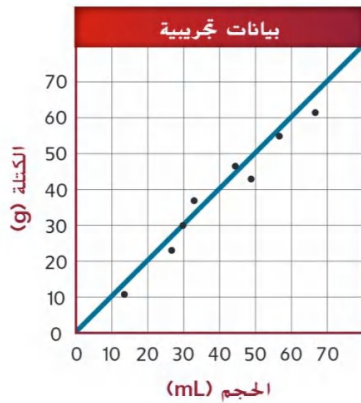
يعرض الشكل 11 أيضًا رسمًا بيانيًا بالخطوط. يتم رسم التمثيلات البيانية بالخطوط من خلال تعيين المتغيرات على محورين. عيّن المتغير المستقل على المحور X (المحور الأفقي). المتغير المستقل هو الكمية التي يتحكم بها الشخص الذي يقوم بالتجربة. عيّن المتغير التابع على المحور Y (المحور الرأسي). المتغير التابع هو المتغير الذي يعتمد على المتغير المستقل. قم بتسمية المحورين بالمتغيرات التي يجري تعيينها والوحدات المرفقة بتلك المتغيرات.

■ الشكل 11 بمجرد جمع البيانات التجريبية، يجب تحليلها لتحديد العلاقات بين المتغيرات التي تم قياسها.



ينبغي أن يتضمن أي تمثيل بياني لبياناتك المحورين X و Y مقاييسًا مناسبة وعنوانًا.

عالية الأبحاث هذه ربما تستخدم التمثيلات البيانية لتحليل البيانات التي جمعتها عن المياه الفائقة النقاء.



■ الشكل 12 لتعيين نقطة على تمثيل بياني. ضع نقطة على موضع كل زوج مرتب (x, y) ثم تحديده باستخدام بياناتك. في التمثيل البياني لكثافة الماء، تحدد النقطة الزوج المرتب $(40 \text{ mL}, 40 \text{ g})$. وبشكل عام، فإن الخط أو المنحنى الذي ترسمه لن يتضمن جميع نقاط البيانات التجريبية، كما هو موضح في التمثيل البياني للبيانات التجريبية.

تحديد مقياس

بعد تحديد المقياس جزءاً مهماً من التمثيل البياني. وينبغي أن تكون المقاييس سهلة التخطيط والقراءة. أولاً، قم بدراسة البيانات لتحديد القيم الأكبر والأقل. حدّد كل قسم على المحور (المربع الموجود بورقة التمثيل البياني) باستخدام قيمة مساوية بحيث يمكن تخطيط جميع البيانات على طول المحور. غالباً ما تكون المقاييس المقسمة إلى مضاعفات 1، 2، أو 5، أو 10 أو قيم عشرية، هي الأكثر ملائمة. ليس من الضروري البدء من صفر ولا يلزم تخطيط جميع المتغيرات على نفس المقياس. يجب مع هذا تحديد اسم المقاييس بوضوح باستخدام الأعداد والوحدات المناسبة.

تخطيط البيانات

تكون قيم المتغيرات المستقلة والتابعة أزواجاً مرتبة عددية، تسمى الإحداثي x والإحداثي y . حيث تقابل تلك الأزواج النقاط الموجودة على التمثيل البياني. ودائماً ما يكون العدد الأول من الزوج المرتب مقابلاً للمحور x ؛ والعدد الثاني دائماً مقابلاً للمحور y . دائماً ما يكون الزوج المرتب $(0,0)$ هو الأصل. أحياناً، يتم تسمية النقاط باستخدام حرف. في الشكل 12، النقطة A على التمثيل البياني لكثافة الماء تقابل النقطة (x,y) .

بعد اختيار المقاييس، خطط البيانات. إن رسم زوج مرتب بيانياً أو تخطيطه يعني وضع نقطة على الموضع المقابل للقيم الموجودة في الزوج المرتب. يشير الإحداثي x إلى عدد الوحدات التي يجب نقلها إلى اليمين (إذا كان العدد موجباً) أو إلى اليسار (إذا كان العدد سالباً). بينما يشير الإحداثي y إلى عدد الوحدات التي يجب نقلها إلى أعلى أو إلى أسفل، أي اتجاه هو الموجب على المحور y ؟ هل الاتجاه سالب؟ حدد موضع كل زوج من إحداثيات x و y من خلال وضع نقطة، كما هو موضح في الشكل 12 في التمثيل البياني لكثافة الماء. أحياناً، قد يؤكد زوج من المساطر، إحداها تمتد من المحور x والأخرى من المحور y أن البيانات قد تم تخطيطها بشكل صحيح.

رسم منحنى

بعد تخطيط البيانات، يتم رسم خط مستقيم أو منحنى. ليس من الضروري أن يمر عبر كل النقاط التي تم تخطيطها، أو حتى عبر أي من هذه النقاط، كما هو موضح في التمثيل البياني التجريبية في الشكل 12. التمثيل البياني للبيانات هو عملية لحساب المتوسط. إذا لم تقع النقاط على الخط، يتم رسم الخط الأكثر ملائمة أو المنحنى السلس الأكثر احتمالاً عبر النقاط. تذكر أن المنحنيات لا تمر دائماً عبر الأصل $(0,0)$.

تسمية التمثيل البياني

أخيراً وليس آخراً، ضع عنواناً لكل تمثيل بياني يصف ما يتم تمثيله بيانياً. ويجب وضع العنوان أعلى الصفحة، أو في خانة بمنطقة خالية من التمثيل البياني. وينبغي ألا يتقاطع مع منحنى البيانات.

استخدام التمثيل البياني بالخطوط

بمجرد جمع البيانات من تجربة وتعيينها، يجب تفسير التمثيل البياني. يمكن تعلم الكثير عن العلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة من خلال فحص شكل المنحنى وانحداره. توجد أربعة أنواع شائعة من المنحنيات في الشكل 13. يتوافق كل نوع منحنى مع العلاقة الرياضية بين المتغيرات المستقلة والتابعة.

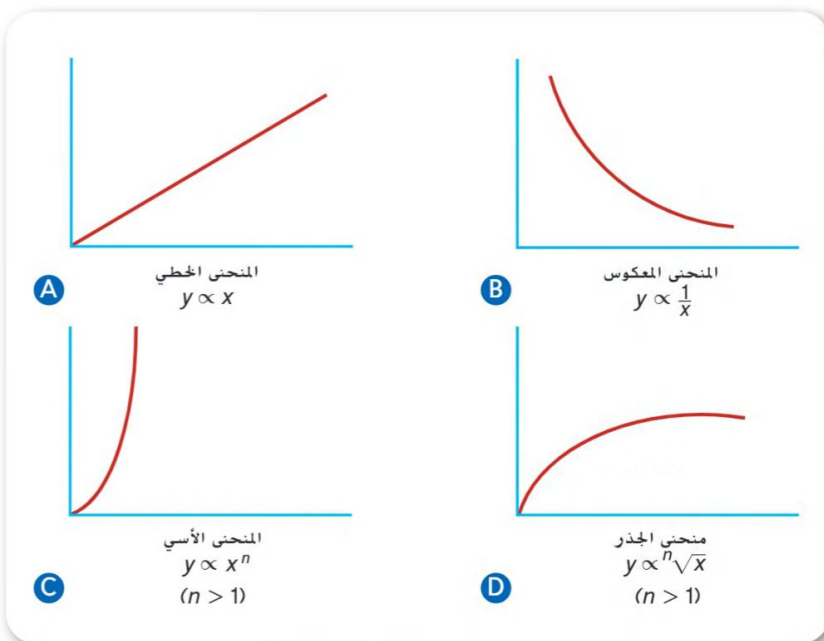
العلاقات المباشرة والعكسية

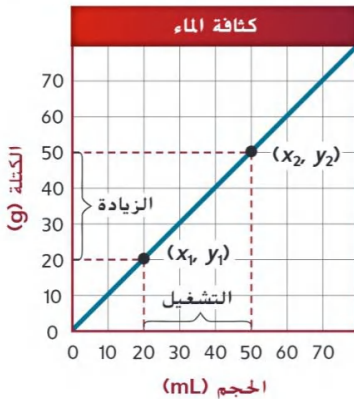
في دراسة الكيمياء، أشهر المنحنيات تكون خطية. لتمثيل العلاقة المباشرة ($y \propto x$) والعكسية، لتمثيل العلاقة العكسية ($y \propto 1/x$)، حيث يمثل المحور x متغيراً مستقلاً ويمثل المحور y متغيراً تابعاً. في العلاقة المباشرة، تزداد قيمة المحور y عند زيادة قيمة المحور x . أو تقل قيمة المحور y عندما تقل قيمة المحور x . في العلاقة العكسية، تقل قيمة y عند زيادة x .

واليك مثال على العلاقة المباشرة النموذجية وهو زيادة حجم الغاز عند ارتفاع درجة حرارته. عند تسخين الغازات الموجودة داخل بالون هوائي ساخن، يزداد حجم البالون. وعندما يبرد البالون، يقل حجمه. ومع هذا، يُنتج مخطط الانخفاض في الضغط عند زيادة حجم الغاز منحنى عكسياً نموذجياً.

قد تصادف أيضاً منحنيات أسية ومنحنيات جذور في دراسة الكيمياء. انظر الشكل 13. يصف المنحنى الأسّي علاقة يتم التعبير فيها عن متغير واحد بـ (أس). يصف منحنى الجذر علاقة يتم التعبير فيها عن متغير واحد بجذر

■ الشكل 13 يشير شكل المنحنى الذي تم تكوينه بتخطيط البيانات التجريبية إلى مدى ارتباط المتغيرات.





■ الشكل 14 يشير المنحنى الحاد إلى تغيّر المتغيرات التابعة سريعاً بتغير المتغيرات المستقلة.
استدل ما الذي يمكن أن يشير إليه الخط الثابت في الغالب؟

التمثيل البياني بالخطوط

يُفيد التمثيل البياني بالخطوط في تحليل البيانات لأنه يمكن ترجمة العلاقة الخطية بسهولة إلى شكل معادلة باستخدام معادلة الخط المستقيم.

$$y = mx + b$$

في المعادلة، يرمز y إلى المتغير التابع و m هو ميل الخط ويرمز x إلى المتغير المستقل و b هو التقاطع مع المحور y . النقطة التي يعبر فيها المنحنى المحور y .

ميل التمثيل البياني بالخطوط هو الميل الحاد للخط. يتم تحديد الميل كنسبة من التغير الرأسي (الزيادة) إلى التغير الأفقي (التقدم) عند الانتقال من نقطة إلى أخرى على طول الخط. استخدم التمثيل البياني في الشكل 14 لحساب الانحدار. اختر أي نقطتين على الخط، (x_1, y_1) و (x_2, y_2) . لا تحتاج النقطتين إلى أن تكون نقطتين بيانات فعليتين. لكن كلاًهما تقعان في مكان ما على الخط المستقيم. بعد تحديد نقطتين، احسب الميل، m . باستخدام المعادلة التالية.

$$m = \frac{\text{rise}}{\text{run}} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \text{ حيث } x_1 \neq x_2$$

يرمز Δ إلى التغير. x_1 و y_1 هما الإحداثيان أو قيمتا النقطة الأولى و x_2 و y_2 هما إحداثيا النقطة الثانية. اختر أي نقطتين على طول التمثيل البياني للكتلة v . الحجم في الشكل 15 واحسب ميله.

$$m = \frac{135 \text{ g} - 54 \text{ g}}{50.0 \text{ cm}^3 - 20.0 \text{ cm}^3} = 2.7 \text{ g/cm}^3$$

لاحظ أن وحدات الميل هي وحدات الكثافة. تخطيط التمثيل البياني للكتل مقابل الحجم هو طريقة لتحديد كثافة المادة.

طبق المعادلة العامة على الخط المستقيم لتمثيل التمثيل البياني في الشكل 15.

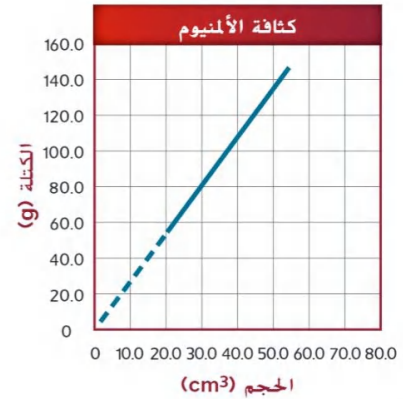
$$y = mx + b$$

$$\text{الكتلة (mass)} = (2.7 \text{ g/cm}^3)(\text{الحجم (volume)}) + 0$$

$$\text{الكتلة (mass)} = (2.7 \text{ g/cm}^3)(\text{الحجم (volume)})$$

■ الشكل 15 سيساعدك التقدير الاستقرائي الداخلي والخارجي في تحديد قيم النقاط التي لم تتم بتخطيطها.

بيانات	
الحجم (cm ³)	الكتلة (g)
20.0	54.0
30.0	81.0
50.0	135.0



بعد وضع البيانات من التمثيل البياني في الشكل 15 في المعادلة العامة للخط المستقيم، تحقق هذه المعادلة العلاقة المباشرة بين الكتلة والحجم. في حالة حدوث زيادة في الحجم، تزداد الكتلة أيضًا.

التقدير الاستقرائي الداخلي والخارجي

تستخدم التمثيلات البيانية أيضًا الدوال لتحديد العلاقة بين المتغيرات. نسمح بالتقدير الاستقرائي الداخلي والتنبؤ بقيم المتغيرات المستقلة والتابعة. على سبيل المثال، يمكنك الاطلاع على الجدول في الشكل 15 الذي يشير إلى أن كتلة 40.0 cm³ من الألمنيوم لم يتم قياسها. ومع هذا، يمكنك الاستنتاج من التمثيل البياني بأن الكتلة ستكون 108 g.

تسمح الرسوم البيانية أيضًا بالتقدير الاستقرائي الخارجي والذي يمثل تحديد نقاط تتجاوز النقاط التي تم قياسها. للاستنتاج، ارسم خط مقطوع لتمديد المنحنى إلى النقطة المطلوبة. في الشكل 15، يمكنك تحديد أن الكتلة عند 10.0 cm³ تساوي 27 g. وهناك تنبيه واحد يتعلق بالتقدير الاستقرائي الخارجي وبعض منحنيات الخط المستقيم لا تظل مستقيمة إلى ما لا نهاية. لذلك، لا ينبغي إجراء تقدير استقرائي خارجي إلا عند وجود احتمال معقول بعدم تغير المنحنى.

تطبيقات

17. خطط البيانات في كل جدول. اشرح ما إذا كانت الرسوم البيانية تمثل علاقات طردية أم عكسية.

الجدول 4 ضغط الغاز ودرجة حرارته	
الضغط (mm Hg)	درجة الحرارة (K)
3040	1092
1520	546
1013	410
760	273

الجدول 3 ضغط الغاز وحجمه	
الضغط (mm Hg)	الحجم (mL)
3040	5.0
1520	10.0
1013	15.0
760	20.0

النسب والكسور والنسب المئوية

عند تحليل البيانات، قد يُطلب منك مقارنة الكميات المقاسة، أو، قد يُطلب منك تحديد المقادير النسبية للعناصر في مركب، نفرض على سبيل المثال، أنه قد طُلب منك مقارنة كتلة مولية من الغازات ثنائية الذرة، الهيدروجين (H_2) والأكسجين (O_2). كتلة مولية من غاز الهيدروجين تساوي 2.00 g/mol ، كتلة مولية من غاز الأكسجين تساوي 32.00 g/mol . يمكن التعبير عن العلاقة بين الكتل المولية بثلاث طرق: نسبة أو كسر أو نسبة مئوية.

النسب

نجري مقارنات باستخدام النسب في حياتك اليومية. على سبيل المثال، إذا كانت كتلة اثنتي عشرة ليمونة موضحة في الشكل 16، فكيف يمكن مقارنتها بكتلة ليمونة واحدة؟ كتلة الاثنتي عشرة ليمونة أكبر من كتلة الليمونة الواحدة 12 مرة. في الكيمياء، تقارن الصيغة الكيميائية لمركب بالعناصر التي تتكون هذا المركب، كما هو موضح في الشكل 17. النسبة هي مقارنة عددين بالقسمة. يمكن التعبير عنها بطريقة واحدة هي التقطتين (:)، يمكن التعبير عن المقارنة بين الكتل المولية من الأكسجين والهيدروجين كما يلي:

$$\begin{aligned} & \text{كتلة مولية } (H_2) : \text{كتلة مولية } (O_2) \\ & 2.00 \text{ g/mol} : 32.00 \text{ g/mol} \\ & 2.00 : 32.00 \\ & 1 : 16 \end{aligned}$$

لاحظ أن النسبة 1:16 هي أصغر نسبة عدد صحيح. تم الحصول عليها بقسمة كلا العددين في النسبة على أصغر عدد، ثم تقريب أكبر عدد لإزالة الأرقام الموجودة بعد الفاصلة العشرية. نسبة الكتل المولية هي 1 إلى 16. بمعنى آخر، تشير النسبة إلى أن الكتلة المولية من غاز الهيدروجين ثنائي الذرة أصغر 16 مرة من الكتلة المولية لغاز الأكسجين ثنائي الذرة.

الكسور

غالبًا ما يتم التعبير عن النسب بكسور بشكل مبسط جدًا. الكسر هو ناتج قسمة عددين. للتعبير عن مقارنة الكتل المولية ككسر، ضع الكتلة المولية للهيدروجين فوق الكتلة المولية للأكسجين كما يلي.

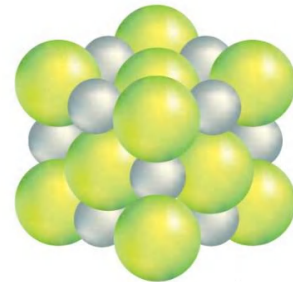
$$\begin{aligned} & \frac{\text{كتلة مولية } H_2}{\text{كتلة مولية } O_2} \\ & = \frac{2.0 \text{ g/mol}}{32.00 \text{ g/mol}} \\ & = \frac{2.00}{32.00} \\ & = \frac{1}{16} \end{aligned}$$

في هذه الحالة، يتم حساب الكسر المبسط بقسمة كلًا من البسط (الجزء العلوي من الكسر) والمقام (الجزء السفلي من الكسر) على 2.00. ينتج عن هذا الكسر نفس معلومات النسبة، أي أن، غاز الهيدروجين ثنائي الذرة يبلغ واحد إلى ستة عشر من كتلة غاز الأكسجين ثنائي الذرة.



■ الشكل 16 تبلغ كتلة الليمونة الواحدة واحد إلى اثني عشر من كتلة الاثنتا عشرة ليمونة.

■ الشكل 17 في بلورة من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم)، يُحاط كل أيون صوديوم بأيونات الكلوريد، لكن نسبة أيونات الصوديوم إلى أيونات الكلوريد هي 1:1. صيغة كلوريد الصوديوم هي NaCl.





■ الشكل 18 غالباً ما تستخدم المتاجر النسب المئوية عند الإعلان عن تخفيضات. حلل هل سيكون التوفير كبيراً عند الشراء أثناء هذه التخفيضات؟ كيف ستحدد قيمة الخصم؟

■ الشكل 19 عند قسمة عددين، يكون الموجود بأعلى هو البسط والموجود أسفل هو المقام. تسمى هذه النتيجة خارج القسمة. عند إجراء عمليات حسابية باستخدام كسور، يمكن التعبير عن خارج القسمة بكسر أو بصيغة عشرية.

$$\text{المقسوم (البسط)} = \frac{9 \times 10^8}{3 \times 10^{-4}} = \text{ناغ القسمة}$$

$$\text{المقسوم عليه (المقام)}$$

النسبة المئوية

النسبة المئوية هي نسبة تقارن العدد بـ 100. رمز النسبة المئوية هو %. تستخدم النسبة المئوية أيضاً بشكل كبير في حياتك اليومية. يمكن التعبير عن عدد الإجابات الصحيحة في امتحان ما بنسبة مئوية، فإذا أجبت 90 سؤالاً من 100 بشكل صحيح، ستحصل على درجة 90%. تشير اللافئات كتلك المبينة في الشكل 18 إلى تخفيض في السعر. إذا كان السعر العادي للقطعة 100 AED، فكم عدد الدراهم التي ستوفرها؟ ستون في المئة تعني 60 من كل 100. لذلك ستوفر 60 AED. كم المبلغ الذي كنت ستوفره إذا أشارت اللافتة إلى تخفيض بنسبة 75%؟

يمكن التعبير عن المقارنة بين الكتلة المولية لغاز الهيدروجين و الكتلة المولية لغاز الأكسجين الموضحة في الصفحة السابقة كنسبة مئوية من خلال إيجاد الكسر وتحويله إلى صيغة عشرية، ثم ضربه في 100 كما يلي:

$$\frac{\text{كتلة مولية } H_2}{\text{كتلة مولية } O_2} \times 100 = \frac{2.0 \text{ g/mol}}{32.00 \text{ g/mol}} \times 100 = 0.0625 \times 100 = 6.25\%$$

غاز الهيدروجين ثنائي الذرة يبلغ 6.25% من كتلة غاز الأكسجين ثنائي الذرة.

عمليات تتضمن كسور

تخضع الكسور إلى نفس النوع من العمليات كالأعداد الأخرى. تذكر أن العدد الموجود أعلى الكسر هو البسط والعدد الموجود أسفل الكسر هو المقام. يوضح شكل 19 مثلاً لأحد الكسور.

1. الجمع والطرح

قبل جمع كسرين أو طرحهما، يجب أن يكون لهما مقام مشترك. يتم إيجاد المقامات المشتركة من خلال إيجاد أصغر مضاعف مشترك للمقامين. غالباً ما تكون عملية إيجاد المضاعف المشترك الأصغر سهلة كضرب المقامين معاً. على سبيل المثال، العامل المشترك الأصغر للمقامين في الكسرين $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ هو $2 \times 3 = 6$.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \left(\frac{3}{3} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{2}{2} \times \frac{1}{3}\right) = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

أحياناً، يتم قسمة أحد المقامين على الآخر، مما يجعل العدد الأكبر من المقامين هو العامل المشترك الأصغر. على سبيل المثال، يستخدم الكسران $\frac{1}{6}$ و $\frac{1}{2}$ العدد 6 باعتباره مقام العامل المشترك الأصغر.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \left(\frac{3}{3} \times \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} + \frac{1}{6} = \frac{4}{6}$$

في حالات أخرى، يتم قسمة كلا المقامين على عدد ليس هو ناغ ضرب المقامين. على سبيل المثال، يستخدم الكسران $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{6}$ العدد 12 باعتباره المقام المشترك الأصغر، بدلاً من 24، الذي هو ناغ ضرب المقامين.

يمكن استنتاج المقام المشترك الأصغر كما يلي:

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \left(\frac{4}{4} \times \frac{1}{6}\right) + \left(\frac{6}{6} \times \frac{1}{4}\right) = \frac{4}{24} + \frac{6}{24} = \frac{2}{12} + \frac{3}{12} = \frac{5}{12}$$

ولأنه يمكن تبسيط الكسرين بقسمة البسط والمقام على 2، يجب أن يكون العامل المشترك الأصغر 12.

2. الضرب والقسمة

عند ضرب كسور، يتم ضرب البسط والمقام معًا كما يلي:

$$\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{1 \times 2}{2 \times 3} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

لاحظ أنه يتم تبسيط الإجابة النهائية بقسمة البسط والمقام على 2.

عند قسمة الكسور، يتم عكس عامل القسمة وضربه في المقسوم كما يلي:

$$\frac{2}{3} \div \frac{1}{2} = \frac{2}{3} \times \frac{2}{1} = \frac{2 \times 2}{3 \times 1} = \frac{4}{3}$$

تطبيقات

18. قم بإجراء العمليات البحددة:

a. $\frac{2}{3} + \frac{3}{4}$

e. $\frac{1}{3} \times \frac{3}{4}$

b. $\frac{4}{5} + \frac{3}{10}$

f. $\frac{3}{5} \times \frac{2}{7}$

c. $\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$

g. $\frac{5}{8} \div \frac{1}{4}$

d. $\frac{7}{8} - \frac{5}{6}$

h. $\frac{4}{9} \div \frac{3}{8}$

اللوغاريتمات ومعكوس اللوغاريتمات

عند إجراء عمليات حسابية، مثل الرقم الهيدروجيني للنواغ في شكل 20، قد نحتاج إلى استخدام وظيفة اللوغاريتم أو مقابل اللوغاريتم الموجودة على الآلة الحاسبة. اللوغاريتم (log) هو قيمة مضاعفة أو أس، يزيد به عدد، يسمى أساس، للحصول على عدد موجب معين.

يستخدم الكتاب المدرسي هذا اللوغاريتمات العادية استنادًا إلى أساس 10. لذلك، فإن اللوغاريتم العادي لأي عدد هو الأس المضاف إلى 10 لتساوي هذا العدد. افحص **الجدول 5** لمقارنة اللوغاريتمات والأسس. لاحظ أن لوغاريتم كل عدد هو مضاعفات العدد 10 لأساس ذلك العدد. على سبيل المثال، اللوغاريتم العادي للعدد 100 هو 2 واللوغاريتم العادي للعدد 0.01 هو -2.

$$\log 10^2 = 2$$

$$\log 10^{-2} = -2$$

يمكن كتابة لوغاريتم عادي بالصيغة العامة التالية.

$$\text{إذا كان } y = 10^n, \text{ إذا فاللوغاريتم } y = n.$$

في كل مثال في **الجدول 5**، يمكن تحديد اللوغاريتم بالمعانية. كيف تعبر عن اللوغاريتم العادي لـ 5.34×10^5 ؟ بما أن اللوغاريتمات هي أسس، يكون لها نفس خواص الأسس، كما هو موضح في **الجدول 6** في الصفحة التالية.

$$\log 5.34 \times 10^5 = \log 5.34 + \log 10^5$$

جدول 5 مقارنة بين الأسس واللوغاريتمات

اللوغاريتم	الأس
$\log 1 = 0$	$10^0 = 1$
$\log 10 = 1$	$10^1 = 10$
$\log 100 = 2$	$10^2 = 100$
$\log 0.1 = -1$	$10^{-1} = 0.1$
$\log 0.01 = -2$	$10^{-2} = 0.01$

الجدول 6 خواص الأسس

الترميز الأسّي	اللوغاريتم
$10^A \times 10^B = 10^{A+B}$	$\log(A \times B) = \log A + \log B$
$10^A \div 10^B = 10^{A-B}$	$\log(A \div B) = \log A - \log B$
A^B	$(\log A) \times B$

الأرقام المعنوية واللوغاريتمات

تحتوي معظم الآلات الحاسبة العلمية على زر يسمى \log (لو) وفي أغلب الحالات، تقوم بإدخال العدد والضغط على زر \log (لو) لعرض لوغاريتم العدد. لاحظ أنه يوجد نفس العدد من الأرقام بعد الفاصلة العشرية في اللوغاريتم حيث توجد أرقام معنوية في العدد الأصلي الذي تم إدخاله.

$$\log 5.34 \times 10^5 = \log 5.34 + \log 10^5 = 0.728 + 5 = 5.728$$

معكوس اللوغاريتمات

نفرض أن الرقم الهيدروجيني للأمونيا المائية في الشكل 20 هو 9.54 ويُطلب منك إيجاد تركيز أيونات الهيدروجين في هذا المحلول. حسب التعريف، فإن $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$. قارن هذا بالمعادلة العامة للوغاريتم العادي.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad \text{معادلة خاصة بـ pH}$$

$$y = \log 10^n \quad \text{معادلة عامة}$$

حل المعادلة $[\text{H}^+]$. يجب اتباع عملية عكسية وحساب مقابل اللوغاريتم لـ -9.54 لإيجاد $[\text{H}^+]$. مقابل اللوغاريتمات هي معكوس اللوغاريتمات. لإيجاد مقابل اللوغاريتم، استخدم آلة حاسبة علمية لإدخال قيمة اللوغاريتم، ثم، استخدم الدالة العكسية واضغط على زر اللوغاريتم. عدد الأرقام الموجودة بعد الفاصلة العشرية في اللوغاريتم يساوي عدد الأرقام المعنوية في مقابل اللوغاريتم. يمكن كتابة مقابل لوغاريتم بالصيغة العامة التالية.

$$y = 10^n \quad \text{إذا } y \text{ مقابل لوغاريتم } n \text{ إذا كان}$$

$$\begin{aligned} \text{إذا } [\text{H}^+] &= 10^{(-9.54)} = 10^{-(9.54 - 10)} = 10^{0.46} \times 10^{-10} \\ &= 2.9 \times 10^{-10} \text{ M} \end{aligned}$$

تحقق من دليل الإرشادات الخاص بآلتك الحاسبة. قد يتغير الإجراء المحدد لحساب اللوغاريتمات ومقابلات اللوغاريتمات

تطبيقات

19. أوجد اللوغاريتم لكل من الأعداد التالية.

- a. 367 b. 4078 c. x^n

20. أوجد معكوس اللوغاريتم لكل من اللوغاريتمات التالية.

- a. 4.663 b. 2.367 c. 0.371 d. -1.588

■ الشكل 20 الأمونيا هي أساس. يعني هذا أن تركيز أيونات الهيدروجين أقل من 10^{-7} م.



الجدول R-1 مفتاح الألوان

الكربون		البروم		الصوديوم مواد أخرى	
الهيدروجين		اليود		الذهب	
الأكسجين		الكبريت		النحاس	
النيتروجين		الفوسفور		الإلكترون	
الكلور		السيليكون		البروتون	
الفلور		الهيليوم		النيوترون	

الجدول R-2 رموز واختصارات

α = الأشعة من المواد المشعة، نواة الهيليوم	E = الطاقة، القوة الدافعة الكهربائية	N = نيوتن (القوة)
β = الأشعة من مواد مشعة، الإلكترونات	F = القوة	N_A = عدد أفوجادرو
γ = الأشعة من مواد مشعة، كميات عالية الطاقة	G = الطاقة الحرة	n = عدد المولات
Δ = التغير في	g = جرام (الكتلة)	P = الضغط، القدرة
λ = طول الموجة	Gy = رمادي (إشعاع)	Pa = باسكال (الضغط)
ν = التردد	H = المحتوى الحراري	q = الحرارة
A = أمبير (التيار الكهربائي)	Hz = هرتز (التردد)	Q_{sp} = الحاصل الأيوني
amu = وحدة الكتلة الذرية	h = ثابت بلانك	R = ثابت الغاز المثالي
Bq = بيكريل (التعيين النووي)	h = ثابت بلانك	S = الإثريوبي
$^{\circ}C$ = درجة سيليزية (درجة الحرارة)	J = جول (الطاقة)	s = ثانية (الزمن)
C = كولوم (كمية الكهرباء)	K = كيلفن (درجة الحرارة)	Sv = سيفيرت (الإشعاع المتص)
c = سرعة الضوء	K_a = ثابت التآين (حمض)	T = درجة الحرارة
cd = كاندېلا (كثافة الضوء)	K_a = ثابت التآين (قاعدة)	V = الحجم
c = الحرارة النوعية	K_{eq} = ثابت الاتزان	V = فولت (الجهد الكهربائي)
D = الكثافة	K_{sp} = ثابت حاصل الإذابة	v = السرعة
	kg = كيلو جرام (الكتلة)	W = وات (القوة)
	M = المولارية	w = الشغل
	m = الكتلة، المولالية	X = الكسر المولي
	m = متر (الطول)	
	mol = مول (الكم)	
	min = دقيقة (الزمن)	

الجدول R-3 ثوابت حاصل الإذابة عند 298 K

المركب	K_{sp}	المركب	K_{sp}	المركب	K_{sp}
الكربونات		الهاليدات		الهيدروكسيدات	
BaCO ₃	2.6×10^{-9}	CaF ₂	3.5×10^{-11}	Al(OH) ₃	4.6×10^{-33}
CaCO ₃	3.4×10^{-9}	PbBr ₂	6.6×10^{-6}	Ca(OH) ₂	5.0×10^{-6}
CuCO ₃	2.5×10^{-10}	PbCl ₂	1.7×10^{-5}	Cu(OH) ₂	2.2×10^{-20}
PbCO ₃	7.4×10^{-14}	PbF ₂	3.3×10^{-8}	Fe(OH) ₂	4.9×10^{-17}
MgCO ₃	6.8×10^{-6}	PbI ₂	9.8×10^{-9}	Fe(OH) ₃	2.8×10^{-39}
Ag ₂ CO ₃	8.5×10^{-12}	AgCl	1.8×10^{-10}	Mg(OH) ₂	5.6×10^{-12}
ZnCO ₃	1.5×10^{-10}	AgBr	5.4×10^{-13}	Zn(OH) ₂	3×10^{-17}
Hg ₂ CO ₃	3.6×10^{-17}	AgI	8.5×10^{-17}	الكبريتات	
الكرومات		الفوسفات		BaSO ₄	1.1×10^{-10}
BaCrO ₄	1.2×10^{-10}	AlPO ₄	9.8×10^{-21}	CaSO ₄	4.9×10^{-5}
PbCrO ₄	2.3×10^{-13}	Ca ₃ (PO ₄) ₂	2.1×10^{-33}	PbSO ₄	2.5×10^{-8}
Ag ₂ CrO ₄	1.1×10^{-12}	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1.0×10^{-24}	Ag ₂ SO ₄	1.2×10^{-5}
البيوتات		FePO ₄ × 2H ₂ O	9.91×10^{-16}	الزورنيخات	
Cd(IO ₃) ₂	2.3×10^{-8}	Ni ₃ (PO ₄) ₂	4.7×10^{-32}	Pb ₃ (AsO ₄) ₂	4.0×10^{-36}

الجدول R-4 الثوابت الفيزيائية

القيمة	الرمز	الكمية
1.6605×10^{-27} kg	وحدة كتل ذرية (amu)	وحدة الكتلة الذرية
6.022×10^{23} جسيم /مول	N_A	عدد أفوجادرو
8.31 L·kPa/mol·K 0.0821 L·atm/mol·K 62.4 mm Hg·L/mol·K 62.4 torr·L/mol·K	R	ثابت الغاز المثالي
9.109×10^{-31} kg 5.485799×10^{-4} amu	m_e	كتلة الإلكترون
1.6749×10^{-27} kg 1.008665 amu	m_n	كتلة النيوترون
1.6726×10^{-27} kg 1.007276 amu	m_p	كتلة البروتون
22.414 L/mol	V	الحجم المولي للغاز المثالي في درجة حرارة وضغط قياسيين
373.15 K 100.0 °C	T_b	درجة الغليان العادية للماء
273.15 K 0.00 °C	T_f	درجة التجميد العادية للماء
$6.6260693 \times 10^{-34}$ J·s	h	ثابت بلانك
2.997925×10^8 m/s	c	سرعة الضوء في الفراغ

جدول R-5 أسماء وشحنات الأيونات متعددة الذرات

1-	2-	3-	4-
<p>أستات، CH_3COO^-</p> <p>أميد، NH_2^-</p> <p>أستاتات، AtO_3^-</p> <p>أزاييد، N_3^-</p> <p>بنزوات، $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$</p> <p>بيزموئات، BiO_3^-</p> <p>برومات، BrO_3^-</p> <p>كلورات، ClO_3^-</p> <p>كلوريت، ClO_2^-</p> <p>سيانيد، CN^-</p> <p>فورمات، HCOO^-</p> <p>هيدروكسيد، OH^-</p> <p>هيبوبروميت، BrO^-</p> <p>هيبوكلوريت، ClO^-</p> <p>هيبوفوسفيت، H_2PO_2^-</p> <p>يودات، IO_3^-</p> <p>نترات، NO_3^-</p> <p>نيتريت، NO_2^-</p> <p>بيربرومات، BrO_4^-</p> <p>بيركلورات، ClO_4^-</p> <p>بيريودات، IO_4^-</p> <p>بيرمنغنات، MnO_4^-</p> <p>بيرهينات، ReO_4^-</p> <p>ثيوسيانات، SCN^-</p> <p>فنادات، VO_3^-</p>	<p>كربونات، CO_3^{2-}</p> <p>كرومات، CrO_4^{2-}</p> <p>ثنائي كرومات، $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$</p> <p>سداسي كلورو البلاتين (IV)، PtCl_6^{2-}</p> <p>سداسي فلورو السيليكون (IV)، SiF_6^{2-}</p> <p>مولبيدات، MoO_4^{2-}</p> <p>أوكسالات، $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$</p> <p>بيروكسيد، O_2^{2-}</p> <p>بيروكسيد كبريتات، $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$</p> <p>روثينات، RuO_4^{2-}</p> <p>سيلينات، SeO_4^{2-}</p> <p>سيلينيت، SeO_3^{2-}</p> <p>كبريتيت، SiO_3^{2-}</p> <p>كبريتات، SO_4^{2-}</p> <p>كبريتيد، SO_3^{2-}</p> <p>تيرات، $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$</p> <p>تيلورات، TeO_4^{2-}</p> <p>تيلوريت، TeO_3^{2-}</p> <p>رباعي بورات، $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$</p> <p>ثيوكبريتات، $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$</p> <p>تنجستات، WO_4^{2-}</p>	<p>زرنخات، AsO_4^{3-}</p> <p>زرنخيت، AsO_3^{3-}</p> <p>بورات، BO_3^{3-}</p> <p>سترات، $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$</p> <p>سداسي سيانو الحديد (III)، $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$</p> <p>فوسفات، PO_4^{3-}</p> <p>فوسفيت، PO_3^{3-}</p>	<p>سادس سيانو الحديد (II)، $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$</p> <p>أورثوسيليكات، SiO_4^{4-}</p> <p>ثنائي فوسفات، $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$</p>
1+	2+	3+	4+
<p>أمونيوم، NH_4^+</p> <p>نبتونيل، NpO_2^{2+} (VI)</p> <p>بلوتونيل، PuO_2^{2+} (VI)</p> <p>يورانييل، UO_2^{2+} (VI)</p> <p>فناديل، VO_2^{2+} (IV)</p>	<p>الزئبق، Hg_2^{2+} (I)</p> <p>نبتونيل، NpO_2^{2+} (VI)</p> <p>بلوتونيل، PuO_2^{2+} (VI)</p> <p>يورانييل، UO_2^{2+} (VI)</p> <p>فناديل، VO_2^{2+} (IV)</p>	<p>زرنخات، AsO_4^{3-}</p> <p>زرنخيت، AsO_3^{3-}</p> <p>بورات، BO_3^{3-}</p> <p>سترات، $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$</p> <p>سداسي سيانو الحديد (III)، $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$</p> <p>فوسفات، PO_4^{3-}</p> <p>فوسفيت، PO_3^{3-}</p>	<p>سادس سيانو الحديد (II)، $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$</p> <p>أورثوسيليكات، SiO_4^{4-}</p> <p>ثنائي فوسفات، $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$</p>

الجدول R-6 ثوابت التآين

المادة	ثابت التآين	المادة	ثابت التآين	المادة	ثابت التآين
HCOOH	1.77×10^{-4}	HBO_3^{2-}	1.58×10^{-14}	HS^-	1.00×10^{-19}
CH_3COOH	1.75×10^{-5}	H_2CO_3	4.5×10^{-7}	HSO_4^-	1.02×10^{-2}
CH_2ClCOOH	1.36×10^{-3}	HCO_3^-	4.68×10^{-11}	H_2SO_3	1.29×10^{-2}
CHCl_2COOH	4.47×10^{-2}	HCN	6.17×10^{-10}	HSO_3^-	6.17×10^{-8}
CCl_3COOH	3.02×10^{-1}	HF	6.3×10^{-4}	HSeO_4^-	2.19×10^{-2}
HOOCOOH	5.36×10^{-2}	HNO_2	5.62×10^{-4}	H_2SeO_3	2.29×10^{-3}
HOCCOO^-	1.55×10^{-4}	H_3PO_4	7.08×10^{-3}	HSeO_3^-	4.79×10^{-9}
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	1.34×10^{-5}	H_2PO_4^-	6.31×10^{-8}	HBrO	2.51×10^{-9}
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	6.25×10^{-5}	HPO_4^{2-}	4.17×10^{-13}	HClO	2.9×10^{-8}
H_3AsO_4	6.03×10^{-3}	H_3PO_3	5.01×10^{-2}	HIO	3.16×10^{-11}
H_2AsO_4^-	1.05×10^{-7}	H_2PO_3^-	2.00×10^{-7}	NH_3	5.62×10^{-10}
H_3BO_3	5.75×10^{-10}	H_3PO_2	5.89×10^{-2}	H_2NNH_2	7.94×10^{-9}
H_2BO_3^-	1.82×10^{-13}	H_2S	9.1×10^{-8}	H_2NOH	1.15×10^{-6}

جدول R-7 خصائص العناصر													
العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية (وحدة كتل ذرية)	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	درجة حرارة وضغط قياسي (الغازات المقاسة عن الكثافة (g/cm ³))	(ppm)	القطر الذري	مقاومة التأين الأولى kJ/mol	جهد الاختزال القياسي (V) أو إلى حالة الأكسدة المشار إليها	الحالة المولية للانصهار	الحالة المولية للحرارة النوعية	الحالة المولية للتشكيل
حالات الأكسدة الرئيسية	التوافر في القشرة الأرضية	الحرارة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية	الحالة المولية
3+	—	400	0.120	14	(3+)-2.13	499	—	10.07	3300	1050	12271	89	Ac
3+	8.2	294	0.897	10,789	(3+)-1.68	577.5	143	2.7	2519	660.32	26,981539	13	Al
2+, 3+, 4+	—	—	0.110	14.39	(3+)-2.07	578	—	13.67	2607	1176	12431	95	Am
3+, 5+	2 × 10 ⁻⁵	68	0.207	19.79	(3+)+0.15	834	140	6.697	1587	630.6	121,760	51	Sb
—	1.5 × 10 ⁻⁴	6.43	0.520	1.18	—	1521	98	0.001784	-185.8	-189.3	39,948	18	Ar
3+, 5+	2.1 × 10 ⁻⁴	32.4	0.329	24.44	(3+)+0.24	947	120	5.727	614	817	74,92160	33	As
1-, 5+	—	40	—	6	(1-)+0.2	920	140	—	—	302	12101	85	At
2+	0.034	140	0.204	7.12	(2+)-2.92	502.9	222	3.51	1870	727	137,327	56	Ba
3+, 4+	—	—	—	—	(3+)-2.01	601	—	14.78	—	986	12471	97	Bk
2+	2 × 10 ⁻⁴	297	1.825	7.895	(2+)-1.97	899.5	112	1.848	2469	1287	9,012182	4	Be
3+, 5+	3 × 10 ⁻⁷	151	0.122	11.145	(3+)+0.317	703	150	9.78	1564	2713	208,98040	83	Bi
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12641	107	Bh
3+	9 × 10 ⁻⁴	480	1.026	50.2	(3+)-0.89	800.6	85	2.46	3927	2076	10,811	5	B
1-, 1+, 3+, 5+	3 × 10 ⁻⁴	29.96	0.474	10.57	(1-)+1.065	1139.9	114	3.119	59	-7.3	79,904	35	Br
2+	1.5 × 10 ⁻⁵	99.87	0.232	6.21	(2+)-0.4025	867.8	151	8.65	767	321.07	112,411	48	Cd
2+	5.00	155	0.647	8.54	(2+)-2.84	589.8	197	1.55	1484	842	40,078	20	Ca
3+, 4+	—	—	—	—	(3+)-1.93	608	—	15.1	—	900	12511	98	Cf
4-, 2+, 4+	0.018	715	0.709	117	(4-)+0.132	1086.5	77	2.267	4027	3527	12,0107	6	C
3+, 4+	0.006	350	0.192	5.46	(3+)-2.34	534.4	—	6.689	3360	795	140,116	58	Ce
1+	1.9 × 10 ⁻⁴	65	0.242	2.09	(1+)-2.923	375.7	265	1.879	671	28.4	132,905451	55	Cs
1-, 1+, 3+, 5+	0.017	20.41	0.479	6.40	(1-)+1.358	1251.2	100	0.003	-34	-101.5	35,453	17	Cl
2+, 3+, 6+	0.014	339	0.449	21.0	(3+)-0.74	652.9	128	7.14	2671	1907	51,9961	24	Cr
2+, 3+	0.003	375	0.421	16.06	(2+)-0.28	760.4	125	8.9	2927	1495	58,9332	27	Co
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12851	112	Cn
1+, 2+	0.0068	300	0.385	12.93	(2+)+0.34	745.5	128	8.92	2570	1084.62	63,546	29	Cu
3+, 4+	—	—	—	—	(3+)-2.06	581	—	13.51	3110	1340	12471	96	Cm
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12811	110	Ds
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12621	105	Db
2+, 3+	6 × 10 ⁻⁴	280	0.173	11.06	(3+)-2.29	573	—	8.551	2567	1407	162.5	66	Dy
3+	—	—	—	—	(3+)-2	619	—	—	—	860	12521	69	Er
3+	3 × 10 ⁻⁴	285	0.168	19.9	(3+)-2.32	589.3	—	9.066	2868	1497	167,259	68	Eu
2+, 3+	1.8 × 10 ⁻⁴	175	0.182	9.21	(3+)-1.99	547.1	—	5.244	1527	826	151,964	63	Fm
2+, 3+	—	—	—	—	(3+)-1.96	627	—	—	—	1527	12571	100	Fr
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12891	114	Fl
1-	0.054	6.62	0.824	0.51	(1-)+2.87	1681	71	0.001696	-188.12	-219.62	18,9984032	9	F
1+	—	65	—	2	(1+)-2.92	380	270	—	—	—	12231	87	Fr
3+	5.2 × 10 ⁻⁴	305	0.236	10.0	(3+)-2.28	593.4	—	7.901	3250	1312	157,25	64	Gd
1+, 3+	0.0019	254	0.373	5.576	(3+)-0.53	578.8	135	5.904	2204	29.76	69,723	31	Ga

*[تقدير إلى كتلة أفضل التقدير عمرا]

الجدول R-7 خصائص العناصر (تابع)

العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية (وحدة كتل ذرية)	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	درجة حرارة وضغط قياسي (°C)	الكثافة (g/cm³) (المقاييس المتناسقة عن (المقاييس المتناسقة عن	القطر الذري (pm)	الكتلة المولية kJ/mol	جهد الاختزال القياسي (V) أو إلى حالة الأكسدة المشار إليها)	الحرارة المولية للانصهار	الحرارة النوعية	المختبر	الحرارة المولية للتبخير	التوافر في القشرة الأرضية	حالات الأكسدة الرئيسية
الهيدروجين	Ge	32	72.64	938.3	2820	5.323	122	762	(4+)+0.124	36.94	0.320	334	14 × 10 ⁻⁴	324	0.129	34
الهيليوم	Au	79	196.966569	1064	2856	19.3	144	890.1	(3+)+1.52	12.72	0.129	324	3 × 10 ⁻⁷	324	0.129	34
الليثيوم	Hf	72	178.49	2233	4603	13.31	159	658.5	(4+)-1.70	27.2	0.144	630	3 × 10 ⁻⁴	630	0.144	4+
الليثيوم	Hs	108	127.71	-272.2	-	0.0001785	-	237.23	-	-	-	0.083	5.5 × 10 ⁻⁴	0.083	-	-
الليثيوم	He	2	4.002602	-269.7	-268.93	0.00017847	31	237.2	-	0.021	5.193	0.08	-	0.08	-	-
الليثيوم	Ho	67	164.93032	1461	2720	8.795	-	581	(3+)-2.33	17.0	0.165	265	1.2 × 10 ⁻⁴	265	0.165	3+
الليثيوم	H	1	1.00794	-259.14	-252.87	0.0000899	37	1312	(1+)+0.000	0.12	14.304	0.90	0.15	0.90	0.15	1-, 1+
الليثيوم	In	49	114.818	156.6	2072	7.31	167	558.3	(3+)-0.3382	3.281	0.233	230	1.6 × 10 ⁻⁵	230	0.233	1+, 3+
الليثيوم	I	53	126.90447	113.7	184.3	4.94	133	1008.4	(1-)+0.535	15.52	0.214	41.57	4.9 × 10 ⁻⁵	41.57	0.214	1-, 1+, 5+, 7+
الليثيوم	Ir	77	192.217	2466	4428	22.65	136	880	(4+)+0.926	41.12	0.131	560	4 × 10 ⁻⁷	560	0.131	3+, 4+, 5+
الليثيوم	Fe	26	55.845	1538	2861	7.874	126	762.5	(3+)-0.04	13.81	0.449	347	6.3	347	0.449	2+, 3+
الليثيوم	Kr	36	83.798	-157.36	-153.22	0.0037493	112	1350.8	-	1.64	0.248	9.08	1.5 × 10 ⁻⁷	9.08	0.248	-
الليثيوم	La	57	138.9055	920	3470	6.146	187	538.1	(2+)-2.38	6.20	0.195	400	0.0034	400	0.195	3+
الليثيوم	Lr	103	126.21	1627	-	-	-	-	(3+)-2	-	-	-	-	-	-	3+
الليثيوم	Pb	82	207.2	327.46	1749	11.34	146	715.6	(2+)-0.1251	4.782	0.130	179.5	0.001	179.5	0.130	2+, 4+
الليثيوم	Li	3	6.941	180.54	1342	0.535	152	520.2	(1+)-3.040	3.00	3.582	147	0.0017	147	3.582	1+
الليثيوم	Lv	116	129.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الليثيوم	Lu	71	174.967	1652	3402	9.841	160	523.5	(3+)-2.3	2.2	0.154	415	5.6 × 10 ⁻⁵	415	0.154	3+
الليثيوم	Mg	12	24.305	650	1090	1.738	160	737.7	(2+)-2.356	8.48	1.023	128	2.9	128	1.023	2+
الليثيوم	Mn	25	54.938045	1246	2061	7.47	127	717.3	(2+)-1.18	12.91	0.479	220	0.11	220	0.479	2+, 3+, 4+, 6+, 7+
الليثيوم	Mt	109	126.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الليثيوم	Md	101	125.81	827	-	-	-	-	(3+)-1.7	-	-	-	-	-	-	2+, 3+
الليثيوم	Hg	80	200.59	-38.83	356.73	13.6	151	1007.1	(2+)+0.8535	2.29	0.140	59.11	6.7 × 10 ⁻⁶	59.11	0.140	1+, 2+
الليثيوم	Mo	42	95.94	2623	4639	10.28	139	684.3	(4+)+0.114	37.48	0.251	600	1.1 × 10 ⁻⁴	600	0.251	4+, 5+, 6+
الليثيوم	Nd	60	144.24	1024	3100	6.8	-	533.1	(3+)-2.32	7.14	0.190	285	0.0033	285	0.190	2+, 3+
الليثيوم	Ne	10	20.1797	-248.59	-246.08	0.0008999	71	2080.7	-	0.328	1.030	1.71	-	1.71	-	-
الليثيوم	Np	93	123.71	637	4000	20.45	-	604.5	(4+)-1.30	3.20	0.120	335	-	335	0.120	2+, 3+, 4+, 5+, 6+
الليثيوم	Ni	28	58.6934	1455	2913	8.908	124	737.1	(2+)-0.257	17.04	0.444	378	0.009	378	0.444	2+, 3+, 4+
الليثيوم	Nb	41	92.90638	2477	4744	8.57	146	652.1	(5+)-0.65	30	0.265	690	0.0017	690	0.265	4+, 5+
الليثيوم	N	7	14.0067	-210.1	-195.79	0.0012506	75	1402.3	(2-)-0.23	0.71	10.40	5.57	0.002	5.57	10.40	3-, 2-, 1-, 1+, 2+, 3+, 4+, 5+
الليثيوم	No	102	125.91	827	-	-	-	642	(2+)-2.5	-	-	-	-	-	-	2+, 3+
الليثيوم	Os	76	190.23	3033	5012	22.61	135	840	(4+)+0.687	57.85	0.130	630	1.8 × 10 ⁻⁷	630	0.130	4+, 6+, 8+
الليثيوم	O	8	15.9994	-218.79	-182.9	0.001308	73	1313.9	(2-)+1.23	0.44	0.918	6.82	46.0	6.82	0.918	2-, 1-
الليثيوم	Pd	46	106.42	1554.9	2963	12.023	137	804.4	(2+)+0.915	16.74	0.246	380	6.3 × 10 ⁻⁷	380	0.246	2+, 4+
الليثيوم	P	15	30.973462	44.2	277	1.823	110	1011.8	(3-)-0.063	0.66	0.769	12.4	0.10	12.4	0.769	3-, 3+, 5+

* لا تشير إلى كتلة الجزيء الجزيئي

جدول R-7 خصائص العناصر (تابع)													
العدد الذري	الرمز	الكتلة الذرية	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات	عدد النويات	عدد النيوترونات	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات	عدد النويات	عدد النيوترونات	عدد البروتونات
2+	He	4.0026	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3+	Li	6.941	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4+	Be	9.0122	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5+	B	10.811	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6+	C	12.011	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7+	N	14.007	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8+	O	15.999	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9+	F	18.998	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10+	Ne	20.180	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11+	Na	22.990	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12+	Mg	24.305	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13+	Al	26.982	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14+	Si	28.086	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15+	P	30.974	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16+	S	32.065	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17+	Cl	35.453	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18+	Ar	39.948	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19+	K	39.098	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20+	Ca	40.078	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21+	Sc	44.956	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22+	Ti	47.88	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23+	V	50.942	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24+	Cr	51.996	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25+	Mn	54.938	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26+	Fe	55.845	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27+	Co	58.933	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28+	Ni	58.69	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29+	Cu	63.546	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30+	Zn	65.38	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31+	Ga	69.723	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32+	Ge	72.63	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33+	As	74.922	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34+	Se	78.96	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35+	Br	79.904	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36+	Kr	83.80	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37+	Rb	85.468	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38+	Sr	87.62	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39+	Y	88.906	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40+	Zr	91.224	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

الجدول R-8 قواعد الذائبية

- تعتبر المادة قابلة للذوبان إذا ذاب أكثر من ثلاثة جرام من المادة في 100 mL من الماء. فيما يلي أكثر القواعد شيوعاً.
1. جميع أملاح عناصر المجموعة 1 وأيونات الأمونيوم قابلة للذوبان.
 2. جميع الأسيتات والنيترات الشائعة قابلة للذوبان.
 3. جميع المركبات الناتجة لعناصر المجموعة 17 (غير F) مع الفلزات قابلة للذوبان ماعدا الفضة والزنك والرصاص.
 4. جميع الكبريتات قابلة للذوبان ماعدا الباريوم والسترونشيوم والرصاص والكالسيوم والفضة والزنك (I).
 5. فيما عدا الواردة بالقاعدة 1. جميع الكربونات والهيدروكسيدات والأكاسيد والكبريتيدات والفوسفات غير قابلة للذوبان.

قابلية ذوبان المركبات في الماء

الأيونات	البروم	الكربونات	الكلورات	الكلور	الكرومات	الهيدروكسيد	اليود	النيترات	الأكاسيد	الهيدروكسيدات	الفوسفات	الكبريتات	الكبريتيد
ألمنيوم	S	S	—	S	S	—	I	S	S	S	I	S	D
الأمونيوم	S	S	S	S	S	S	S	S	—	S	S	S	S
الباريوم	S	S	P	S	I	S	S	S	S	S	I	I	D
الكالسيوم	S	S	P	S	S	S	S	S	P	S	P	I	P
النحاس (II)	S	S	—	S	—	I	—	S	I	S	I	S	I
الهيدروجين	S	S	—	S	S	—	—	S	S	S	S	S	S
الحديد (II)	—	S	P	S	—	I	—	S	I	S	I	S	I
الحديد (III)	—	S	—	S	I	I	S	S	I	S	P	P	D
الرصاص (II)	S	I	—	S	I	I	P	P	S	P	I	I	I
الليثيوم	S	S	S	S	S	?	S	S	S	S	P	S	S
مغنيسيوم	S	S	P	S	S	I	S	S	I	S	P	S	D
المنجنيز (II)	S	S	P	S	—	I	—	S	I	S	P	S	I
الزنك (I)	P	I	I	S	I	P	—	I	S	I	I	I	I
الزنك (II)	S	S	—	S	S	P	I	P	S	P	I	I	I
البوتاسيوم	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
الفضة	P	I	I	S	I	P	—	I	S	P	I	I	I
الصدويوم	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D	S	S
السترونشيوم	S	S	P	S	S	P	S	S	S	S	I	I	S
القصدير (II)	D	S	—	S	S	O		S	I	D	I	S	I
القصدير (IV)	S	S	—	—	S	I	D	S	I	—	S	—	I
الخارصين	S	S	P	S	S	P	P	S	P	S	I	S	I

S - قابل للذوبان P - قابل للذوبان جزئياً I - غير قابل للذوبان D - يذوب

الجدول R-9 قيم الحرارة النوعية (J/g.K)

المادة	C	المادة	C	المادة	C
AlF ₃	0.8948	Fe ₃ C	0.5898	NaVO ₃	1.540
BaTiO ₃	0.79418	FeWO ₄	0.37735	Ni(CO) ₄	1.198
BeO	1.020	HI	0.22795	PbI ₂	0.1678
CaC ₂	0.9785	K ₂ CO ₃	0.82797	SF ₆	0.6660
CaSO ₄	0.7320	MgCO ₃	0.8957	SiC	0.6699
CCl ₄	0.85651	Mg(OH) ₂	1.321	SiO ₂	0.7395
CH ₃ OH	2.55	MgSO ₄	0.8015	SrCl ₂	0.4769
CH ₂ OHCH ₂ OH	2.413	MnS	0.5742	Tb ₂ O ₃	0.3168
CH ₃ CH ₂ OH	2.4194	Na ₂ CO ₃	1.0595	TiCl ₄	0.76535
CdO	0.3382	NaF	1.116	Y ₂ O ₃	0.45397
CuSO ₄ ·5H ₂ O	1.12				

الجدول R-10 ثوابت انخفاض درجة التجمد وارتفاع درجة الغليان




المادة	K _{fp} (°C/m)	درجة التجمد (°C)	K _{bp} (°C/m)	درجة الغليان (°C)
حيض الأسيتيك	3.90	16.66	3.22	117.90
الجازولين	5.12	5.533	2.53	80.100
الكافور	37.7	178.75	5.611	207.42
هكسان حلقي	20.0	6.54	2.75	80.725
هكسانول حلقي	39.3	25.15	—	—
نيتروبنزين	6.852	5.76	5.24	210.8
الفينول	7.40	40.90	3.60	181.839
الماء	1.86	0.000	0.512	100.000

الجدول R-11 قيم حرارة التكوين

ΔH _f ^o (kJ/mol) (1M تركيز المحلول المائي هو)							
المادة	ΔH _f ^o	المادة	ΔH _f ^o	المادة	ΔH _f ^o	المادة	ΔH _f ^o
Ag(s)	0	H ₃ PO ₄ (aq)	-443.0	CsCl(s)	-127.0	Ag(s)	-361.1
AgCl(s)	-127.0	H ₂ S(g)	-1443.0	Cs ₂ SO ₄ (s)	146.0	NaBr(s)	-411.2
AgCN(s)	-1675.7	H ₂ SO ₃ (aq)	-67.8	CuI(s)	-855.0	NaHCO ₃ (s)	-950.8
Al ₂ O ₃	-1675.7	H ₂ SO ₄ (aq)	-53.1	Cu ₂ S(s)	-1473.2	NaNO ₃ (s)	-467.9
BaCl ₂ (aq)	-1473.2	HgCl ₂ (s)	-79.5	CuSO ₄ (s)	-609.4	NaOH(s)	-425.8
BaSO ₄	-609.4	Hg ₂ Cl ₂ (s)	-771.4	F ₂ (g)	-379.1	Na ₂ CO ₃ (s)	-1130.7
BeO(s)	-379.1	Hg ₂ SO ₄ (s)	0	FeCl ₃ (s)	-143.1	Na ₂ S(s)	-364.8
BiCl ₃ (s)	-143.1	I ₂ (s)	-399.49	FeO(s)	0	Na ₂ SO ₄ (s)	-1387.1
Bi ₂ S ₃ (s)	0	K(s)	-272.0	FeS(s)	-128.2	NH ₄ Cl(s)	-314.4
Br ₂	-128.2	KBr(s)	-100.0	Fe ₂ O ₃ (s)	-74.6	O ₂ (g)	0
CCl ₄ (l)	-74.6	KMnO ₄ (s)	-824.2	Fe ₃ O ₄ (s)	227.4	P ₄ O ₆ (s)	-1640.1
CH ₄ (g)	227.4	KOH	-1118.4	CH ₄ (g)	52.4	P ₄ O ₁₀ (s)	-2984.0
C ₂ H ₂ (g)	52.4	LiBr(s)	-218.0	H ₂ (g)	-84.0	PbBr ₂ (s)	-278.7
C ₂ H ₄ (g)	-84.0	LiOH(s)	0	HBr(g)	-110.5	PbCl ₂ (s)	-359.4
C ₂ H ₆ (g)	-110.5	Mn(s)	-36.3	HCl(g)	-393.5	SF ₆ (g)	-1220.5
CO(g)	-393.5	MnCl ₂ (aq)	-92.3	HCl(aq)	89.0	SO ₂ (g)	-296.8
CO ₂ (g)	89.0	Mn(NO ₃) ₂ (aq)	-167.159	HCN(aq)	0	SO ₃ (g)	-395.7
CS ₂ (l)	0	MnO ₂ (s)	108.9	HCHO	-1206.9	SrO(s)	-592.0
Ca(s)	-1206.9	MnS(s)	-108.6	HCOOH	-634.9	TiO ₂ (s)	-944.0
CaCO ₃ (s)	-634.9	N ₂ (g)	-425.0	HF(g)	-985.2	TiI ₄ (s)	-123.8
CaO(s)	-985.2	NH ₃ (g)	-273.3	HI(g)	0	UCl ₄ (s)	-1019.2
Ca(OH) ₂ (s)	0	NH ₄ Br(s)	26.5	H ₂ O(l)	-891.0	UCl ₆ (s)	-1092.0
Cl ₂ (g)	-891.0	NO(g)	-285.8	H ₂ O(g)	-237.9	Zn(s)	0
Co ₃ O ₄ (s)	-237.9	NO ₂ (g)	-241.8	H ₂ O ₂ (l)	-1139.7	ZnCl ₂ (aq)	-415.1
CoO(s)	-1139.7	N ₂ O(g)	-187.8			ZnO(s)	-350.5
Cr ₂ O ₃ (s)		Na(s)	-595.4			ZnSO ₄ (s)	-982.8

رموز السلامة

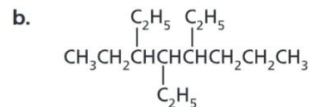
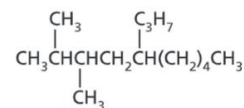
تستخدم رموز السلامة الواردة في الجدول التالي في الأنشطة العملية للإشارة للأخطار المحتملة. تعرّف على معنى كل رمز. يوصى بارتدائك نظارات واقية ومثّر في كل الأوقات التي تكون فيها في المختبر. قد يكون ذلك مطلوبًا في المنطقة التعليمية لمدرستك.

رموز السلامة	المخاطر	أمثلة	الاحتياطات	العلاج
 التخلص من المواد	يجب اتباع إجراءات التخلص من المواد الخاصة.	بعض المواد الكيميائية والكائنات الحية	لا تتخلص من هذه المواد في البالوعة أو سلة القمامة.	تخلص من الفضلات وفقًا لتوجيهات معلمك.
 خطر أحيائي	الكائنات الحية أو أي مواد بيولوجية أخرى قد تكون ضارة للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية	تجنب ملامسة البشرة لهذه المواد. ارتد قفازات أو قناع.	أخبر معلمك إذا شككت في حدوث أي تلامس مع المادة. اغسل يديك تمامًا.
 درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأغراض التي يمكن أن تسبب في حرق البشرة بسبب أنها باردة جدًا أو ساخنة جدًا	السوائل التي تغلي، الأطباق الساخنة، الثلج الجاف، النيتروجين السائل	استعن بالوقاية المناسبة أثناء التعامل معها.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 الأدوات الحادة	استخدام الأدوات أو الأواني الزجاجية التي يمكنها اختراق البشرة بسهولة.	شفرات البوس ودبابيس ومشارط وأدوات مدببة ومساطر شريح وزجاج مكسور.	اتبع السلوك واتبع توجيهات استخدام الأداة.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 الأبخرة	تنسب الأبخرة في خطر محتمل على الجهاز التنفسي.	الأمونيا والأسيتون والكبريت المسخن وكرات العث	تأكد من وجود تهوية مناسبة. لا تشم الأبخرة بشكل مباشر أبدًا. ارتد قناع.	اترك المنطقة الملوثة وأخبر معلمك على الفور.
 كهرباء	احتمال التعرض للخطر بسبب الصدمات أو الحرائق	تأريض غير ملائم وترسيب سوائل وقصور في الدوائر الكهربائية وأسلاك مكشوفة.	تحقق الإعدادات الكهربائية مع مدرستك مرة أخرى. تأكد من حالة الأسلاك والأجهزة.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية. أبلغ مدرستك على الفور.
 مواد مهيجة	المواد التي من شأنها أن تعمل على تهيج البشرة أو الأغشية المخاطية بالجهاز التنفسي.	اللحاح وكرات العث والصوف الفولاذي والألياف الزجاجية وبرمفونات البوناسيوم	ارتد قناعًا واقيًا من الغبار وقفازات واحترس بشدة عند التعامل مع هذه المواد.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 مواد كيميائية	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلغها	المواد البيضاء مثل بيروكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك والفواقد مثل الأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات وقفازات ومبربول المختبر	اغسل المنطقة المصابة بالماء على الفور وأخبر مدرستك.
 مواد سامة	تسبب بعض المواد التسمم إذا تم لمستها، أو استنشاقها، أو بلعها.	الزئبق والعديد من المركبات الفلزية والبيود والنباتات السامة	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل الأيدي بالماء دافئًا بعد الاستخدام. اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 المواد القابلة للاشتعال	قد تشتعل المواد الكيميائية القابلة للاشتعال من لهب أو شرارة أو التعرض للحرارة.	الكحول والكبروسين وبيرومجنات البوناسيوم	تجنب أي لهب أو مصدر حرارة مشتعل عند استخدام المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أبلغ مدرستك على الفور. استخدم معدات الأمان ضد الحرائق إذا لزم الأمر.
 اللهب المشتعل	قد يتسبب اللهب المشتعل في إحداث حريق.	الشعر والقمش والورق والمواد الاصطناعية	اربط الشعر المفكوك والملابس الفضفاضة. اتباع توجيهات المعلم بشأن إشعال وإطفاء اللهب.	أبلغ مدرستك على الفور. استخدم معدات الأمان ضد الحرائق إذا لزم الأمر.

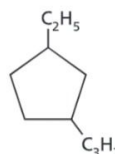
 سلامة العين	 حماية الملابس	 سلامة الحيوانات	 النشاط الإشعاعي	 غسل الأيدي
يجب ارتداء أدوات وقائية مناسبة للعين في كل الأوقات لجميع الأشخاص الذين يقومون بإجراء الأنشطة العملية ومن يشاهدونها أيضًا.	يظهر هذا الرمز حين يكون هناك احتمال أن تلتصق المادة بالملابس أو تحرقها.	يظهر هذا الرمز حين يلزم ضمان سلامة الحيوانات.	يظهر هذا الرمز عند استخدام مواد إشعاعية.	اغسل الأيدي بعد غسل الأيدي بعد إجراء التجربة بالمصابون والماء قبل إزالة النظارات.

الوحدة 7

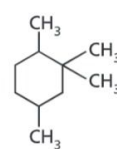
1. a.



11. a.



b.



17. a. 4-ميثيل-2-ينتين

b. 6,2,2-ثلاثي ميثيل-3-أوكسين

31. a. بروبييل بنزين

b. 1-إيثيل-2-ميثيل بنزين

c. 1-إيثيل-3,2-ثنائي ميثيل بنزين

الوحدة 8

1. 3,2-ثنائي فلورو بيوتان

3. 3,1-ثنائي برومو-2-كلوروبنزين

الجدول الدوري للعناصر

1 هيدروجين 1 H 1.008	2 هيليوم 2 He 4.003	3 ليثيوم 3 Li 6.941	4 بيريوم 4 Be 9.012	5 بورون 5 B 10.811	6 كربون 6 C 12.011	7 نيتروجين 7 N 14.007	8 أكسجين 8 O 15.999	9 فلورين 9 F 18.998	10 نيون 10 Ne 20.180	11 صوديوم 11 Na 22.990	12 مغنيسيوم 12 Mg 24.305	13 ألومنيوم 13 Al 26.981	14 سيليكون 14 Si 28.086	15 فوسفور 15 P 30.974	16 كبريت 16 S 32.065	17 كلورين 17 Cl 35.453	18 أرجون 18 Ar 39.948	19 بوتاسيوم 19 K 39.098	20 كالكسيوم 20 Ca 40.078	21 سكانديوم 21 Sc 44.956	22 تيتانيوم 22 Ti 47.867	23 فناديوم 23 V 50.942	24 كروم 24 Cr 51.996	25 منجنيز 25 Mn 54.938	26 حديد 26 Fe 55.847	27 كوبلت 27 Co 58.933	28 نيكيل 28 Ni 58.693	29 نحاس 29 Cu 63.546	30 زنك 30 Zn 65.38	31 غاليوم 31 Ga 69.723	32 جermanium 32 Ge 72.64	33 أرسين 33 As 74.922	34 سيلينيوم 34 Se 78.96	35 برومين 35 Br 79.904	36 كربون 36 Kr 83.80	37 روبيديوم 37 Rb 85.468	38 سترانشيوم 38 Sr 87.62	39 يتريوم 39 Y 88.906	40 زيركونيوم 40 Zr 91.224	41 نيوبيوم 41 Nb 92.906	42 موليبدينوم 42 Mo 95.94	43 تكنيتيوم 43 Tc (98)	44 روثينيوم 44 Ru 101.07	45 روديوم 45 Rh 102.906	46 پالاديوم 46 Pd 106.42	47 أغنيون 47 Ag 107.868	48 كاديوم 48 Cd 112.411	49 إنديوم 49 In 114.818	50 ثاليوم 50 Tl 118.905	51 باريوم 56 Ba 137.327	52 لانثانيوم 57 La 138.905	53 هافنيوم 72 Hf 178.49	54 تانالتوم 73 Ta 180.948	55 تنجستن 74 W 183.84	56 رينيوم 75 Re 186.207	57 أزميوم 76 Os 190.23	58 إيريديوم 77 Ir 192.217	59 بلاتينوم 78 Pt 195.084	60 ذهب 79 Au 196.967	61 ميريوريوم 80 Hg 200.59	62 تالوم 81 Tl 204.38	63 ليثيوم 82 Pb 207.2	64 بيسموت 83 Bi 208.98	65 بولونيوم 84 Po (209)	66 أستاتين 85 At (210)	67 فرانسيوم 87 Fr (223)	68 راديوم 88 Ra (226)	69 أكتينيوم 89 Ac (227)	70 ثوريوم 90 Th 232.038	71 بروتكتينيوم 91 Pa 231.036	72 يورانيوم 92 U 238.029	73 نبتونيوم 93 Np (237)	74 بلوتونيوم 94 Pu (244)	75 أميريكيوم 95 Am (243)	76 كيريوم 96 Cm (247)	77 بريفيريوم 97 Bf (249)	78 كاليفرنيوم 98 Cf (251)	79 أيسنبرغيم 99 Es (252)	80 ميريوبوليم 100 Md (258)	81 دوبنيوم 101 Db (261)	82 سبيروجيوم 106 Sg (266)	83 بوريروم 107 Bh (264)	84 هاسيوم 108 Hs (277)	85 مايتريوم 109 Mt (268)
----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--	--------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--	-------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

العدد بين الأقواس هو رقم الكتلة الخاص بأطول النظائر عمراً لذلك العنصر.

مجموعة اللانثيدات

مجموعة الأكتينيدات

سيريوم 58 Ce 140.115	براسوديوم 59 Pr 140.908	نيودميوم 60 Nd 144.242	بروميثيوم 61 Pm (145)	ساماريوم 62 Sm 150.36	يوروبيوم 63 Eu 151.965
ثوريوم 90 Th 232.038	بروتكتينيوم 91 Pa 231.036	يورانيوم 92 U 238.029	نبتونيوم 93 Np (237)	بلوتونيوم 94 Pu (244)	أميريكيوم 95 Am (243)

								18	
			13	14	15	16	17	هيليوم 2 He 4.003	
			بورون 5 B 10.811	كربون 6 C 12.011	نيتروجين 7 N 14.007	أكسجين 8 O 15.999	فلور 9 F 18.998	نيون 10 Ne 20.180	
			ألومنيوم 13 Al 26.982	سيليكون 14 Si 28.086	فوسفور 15 P 30.974	كبريت 16 S 32.066	كلور 17 Cl 35.453	أرجون 18 Ar 39.948	
10	11	12	جاليوم 31 Ga 69.723	جرمانيوم 32 Ge 72.61	زرنيخ 33 As 74.922	سيلينيوم 34 Se 78.96	بروم 35 Br 79.904	كريبتون 36 Kr 83.80	
نيكل 28 Ni 58.693	نحاس 29 Cu 63.546	خارصين 30 Zn 65.39	اندليوم 49 In 114.82	قصدير 50 Sn 118.710	أنتيمون 51 Sb 121.757	تيلوريوم 52 Te 127.60	يود 53 I 126.904	زينون 54 Xe 131.290	
بلاديوم 46 Pd 106.42	فضة 47 Ag 107.868	كادميوم 48 Cd 112.411	تاليوم 81 Tl 204.383	رصاص 82 Pb 207.2	بزموت 83 Bi 208.980	بولونيوم 84 Po 208.982	أستاتين 85 At 209.987	رادون 86 Rn 222.018	
دارمشتاتيوم 110 Ds (281)	رونجنيم 111 Rg (272)	كوبرنيسيوم 112 Cn (285)	أونوترنيوم 113 Uut (284)	أونوكواديم 114 Fl (289)	أونوبنتيم 115 Uup (288)	ليفرموريوم 116 Lv (293)	أونوسبيتيوم 117 Uus (294)	أونوكتيوم 118 Uuo (294)	

* أسماء ورموز العناصر 113 و 115 و 117 و 118 مؤقتة. سوف يتم تحديد الأسماء النهائية عندما يتم التحقق من صحة اكتشافات العناصر .

جادولينيوم 64 Gd 157.25	تربيوم 65 Tb 158.925	ديسبروسيوم 66 Dy 162.50	هولميوم 67 Ho 164.930	إربيوم 68 Er 167.259	تليوم 69 Tm 168.934	يتربيوم 70 Yb 173.04	لوتيتيوم 71 Lu 174.967
كوريوم 96 Cm (247)	بركليوم 97 Bk (247)	كاليفورنيوم 98 Cf (251)	أينشتاينيوم 99 Es (252)	فرميوم 100 Fm (257)	مندليفيوم 101 Md (258)	نوبليوم 102 No (259)	لورنسيوم 103 Lr (262)

رموز السلامة

يتم استخدام رموز السلامة في الجدول التالي في أنشطة المختبر للإشارة إلى المخاطر المحتملة. تعلّم معنى كل رمز. **يوصى** بارتداء نظارات السلامة ومئزرًا في جميع الأوقات التي تقضيها في المختبر. ربما يكون ذلك مطلوبًا في منطقتك التعليمية.

رموز السلامة	المخاطر	أمثلة	الاحتياطات	العلاج
 التخلص من المواد	يجب اتباع إجراءات التخلص من المواد الخاصة.	بعض المواد الكيميائية والكائنات الحية	لا تخلص من هذه المواد في البالوعة أو سلة القمامة.	تخلص من الفضلات وفقًا لتوجيهات معلمك.
 خطر أحيائي	الكائنات الحية أو أي مواد بيولوجية أخرى قد تكون ضارة للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية	تجنب ملامسة البشرة لهذه المواد. ارتد قفازات أو قناع.	أخبر معلمك إذا شككت في حدوث أي تلامس مع المادة. اغسل يديك تمامًا.
 درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأغراض التي يمكن أن تتسبب في حرق البشرة بسبب أنها باردة جدًا أو ساخنة جدًا	السوائل التي تغلي، الأطباق الساخنة، الثلج الجاف، النيتروجين السائل	استعن بالوقاية المناسبة أثناء التعامل معها.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 الأدوات الحادة	استخدام الأدوات أو الأواني الزجاجية التي يمكنها اختراق البشرة بسهولة.	شفرات الموس وديابيس ومشارط وأدوات معدنية ومسامير تشريح وزجاج مكسور.	اتبع السلوك واتبع توجيهات استخدام الأداة.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 الأبخرة	تسبب الأبخرة في خطر محتمل على الجهاز التنفسي.	الأمونيا والأكسيتون والكبريت المسخن وكرات العث	تأكد من وجود تهوية مناسبة. لا تشتم الأبخرة بشكل مباشر أبدًا. ارتد قناع.	اترك المنطقة الملوثة وأخبر معلمك على الفور.
 كهرباء	احتمال التعرض للخطر بسبب الصدمات أو الحرائق	تأريض غير ملائم وترسيب سواحل وقصور في الدوائر الكهربائية وأسلاك مكشوفة.	تحقق الإعدادات الكهربائية مع مدرستك مرة أخرى. تأكد من حالة الأسلاك والأجهزة.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية. أبلغ مدرستك على الفور.
 مواد مهيجة	المواد التي من شأنها أن تعمل على تهيج البشرة أو الأغشية المخاطية بالجهاز التنفسي.	اللحاح وكرات العث والصوف الغولادي والألياف الزجاجية وبرمفونات البوتاسيوم	ارتد قناعًا واقفًا من الغبار وقفازات واحترس بشدة عند التعامل مع هذه المواد.	اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 مواد كيميائية	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتنتجها	المواد البيضة مثل بيروكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك والفواقد مثل الأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات وقفازات ودمبول المختبر	اغسل المنطقة المصابة بالماء على الفور وأخبر مدرستك.
 مواد سامة	تسبب بعض المواد التسمم إذا تم لبسها. أو استنشاقها. أو بلعها.	الزئبق والعديد من المركبات الفلزية والبود والنباتات السامة	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل الأيدي بالماء دافئ بعد الاستخدام. اذهب لمدرستك للحصول على الإسعافات الأولية.
 المواد القابلة للاشتعال	قد تشتعل المواد الكيميائية القابلة للاشتعال من لهب أو شرارة أو التعرض للحرارة.	الكحول والكبروسين وبيرومجنات البوتاسيوم	تجنب أي لهب أو مصدر حرارة مشتعل عند استخدام المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أبلغ مدرستك على الفور. استخدم معدات الأمان ضد الحرائق إذا لزم الأمر.
 اللهب المشتعل	قد يتسبب اللهب المشتعل في إحداث حريق.	الشعر والغشاء والورق والمواد الاصطناعية	اربط الشعر المعكوك والملابس الفضفاضة. اتباع توجيهات المعلم بشأن إشعال وإطفاء اللهب.	أبلغ مدرستك على الفور. استخدم معدات الأمان ضد الحرائق إذا لزم الأمر.

سلامة العين يجب ارتداء أدوات وقائية مناسبة للعين في كل الأوقات لجميع الأشخاص الذين يقومون بإجراء الأنشطة العملية ومن يشاهدونها أيضًا.	
حماية الملابس يظهر هذا الرمز حين يكون هناك احتمال أن تلمس المادة الملابس أو تحرقها.	
سلامة الحيوانات يظهر هذا الرمز حين يلزم ضمان سلامة الحيوانات.	
النشاط الإشعاعي يظهر هذا الرمز عند استخدام مواد إشعاعية.	
غسل الأيدي. تُغسل الأيدي بعد إجراء التجربة بالصابون والماء قبل إزالة النظارات.	

شكر و تقدير

نسخة الطلاب

Photo: 238-239 Bear Dancer Studios/Mark Dierker; 240 Panorama Media (Beijing)Ltd./Alamy Stock Photo; 241 A. T. Willett/Alamy Stock Photo; 244 ©Keith Dannemiller/Alamy Stock Photo; 245 Rachel Epstein/Photo Edit; 248 (l)McGraw-Hill Education, (r)Rodger Tamblyn/Alamy; 253 Robin Nelson/Photo Edit; 258 Design Pics/David Chapman; 260 ©Paul A. Souders/CORBIS; 263 (l)Ingram Publishing/SuperStock, (r)XiXinXing/Shutterstock.com; 266 Glow Images; 268 (tl)Exactostock/SuperStock, (tr)Stephen Barnes/Science/Alamy, (bl)Tom Gowanlock/Shutterstock, (br)©Colin Garratt; Milepost 92 ½/CORBIS; 270 mcphoto/age fotostock; 272 Matt Meadows, Compliments of the United Arab Emirates Ministry of Education; 280-281 imagebroker/Alamy; 282 Matt Meadows/McGraw-Hill Education; 283 David Hoffman Photo Library/Alamy Stock Photo; 285 ©DK Limited/CORBIS; 286 Polina Petrenko/Shutterstock.com; 287 Everett Historical/Shutterstock; 293 Bill Aron/PhotoEdit; 294 Norm Thomas/Science Source; 295 (l)Pixtal/age fotostock, (r)©J.Garcia/photocuisine/CORBIS; 298 Cordelia Molloy/Science Source; 299 Chuck Franklin/Alamy Stock Photo; 303 (tl)NASA/ESA/STScI/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Science Source, (br)XXLPhoto/Shutterstock; 305 Peter Smith/Alamy Stock Photo; 306 (tr)Myrleen Ferguson Cate/PhotoEdit;, (bl)VICTOR DE SCHWANBERG/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Photo Researchers Inc; 307 Danita Delimont/Alamy Stock Photo; 308 (t-b)Siede Preis/Photodisc Green/Getty Images, (2)Mark Steinmetz/The McGraw-Hill Companies, (3)McGraw-Hill Education, (4)Bob Coyle/McGraw-Hill Education; 309 DAVID R. FRAZIER Photolibrary, Inc.; 311 Jenny Cundy/Image Source; 312 Matt Meadows/McGraw-Hill Education; 320 (l)Eye of Science/Science Source; 320-321 (bkgd)Nukul Chanada/Shutterstock.com; 321 (tr)Steve Gschmeissner/Science Source, (bl)Steve Gschmeissner/Science Source; 322 (bl)Ron Niebrugge/Alamy Stock Photo;, (br)©John Conrad/CORBIS; 325 McGraw-Hill Education; 327 (tc)Mediscan/Alamy Stock Photo, (tr)Rodimov/Shutterstock.com; 329 Ingram Publishing/Alamy Stock Photo; 330 (tc)Brand X Pictures/Alamy Stock Photo, (tr)Tetra Images/Getty Images.; 331 D. Hurst/Alamy Stock Photo; 332 BSIP SA/Alamy Stock Photo; 334 McGraw-Hill Education; 335 Chris Johnson/Alamy; 342 (t)Pixtal/age fotostock, (b)Gena Melendrez/Shutterstock.com; 343 (t)Henn Photography/Cultura/Getty Images, (b)Lawrence Berkeley National Lab/Roy Kaltschmidt, photographer Asset Source: U.S. Department of Energy (USDOE); 344 cunaplus/Shutterstock.com; 345 ©epa/CORBIS; 351 ©CORBIS.

مركز اتصال وزارة التربية والتعليم
اقتراح - استفسار - شكوى



80051115



04-2176855



www.moe.gov.ae

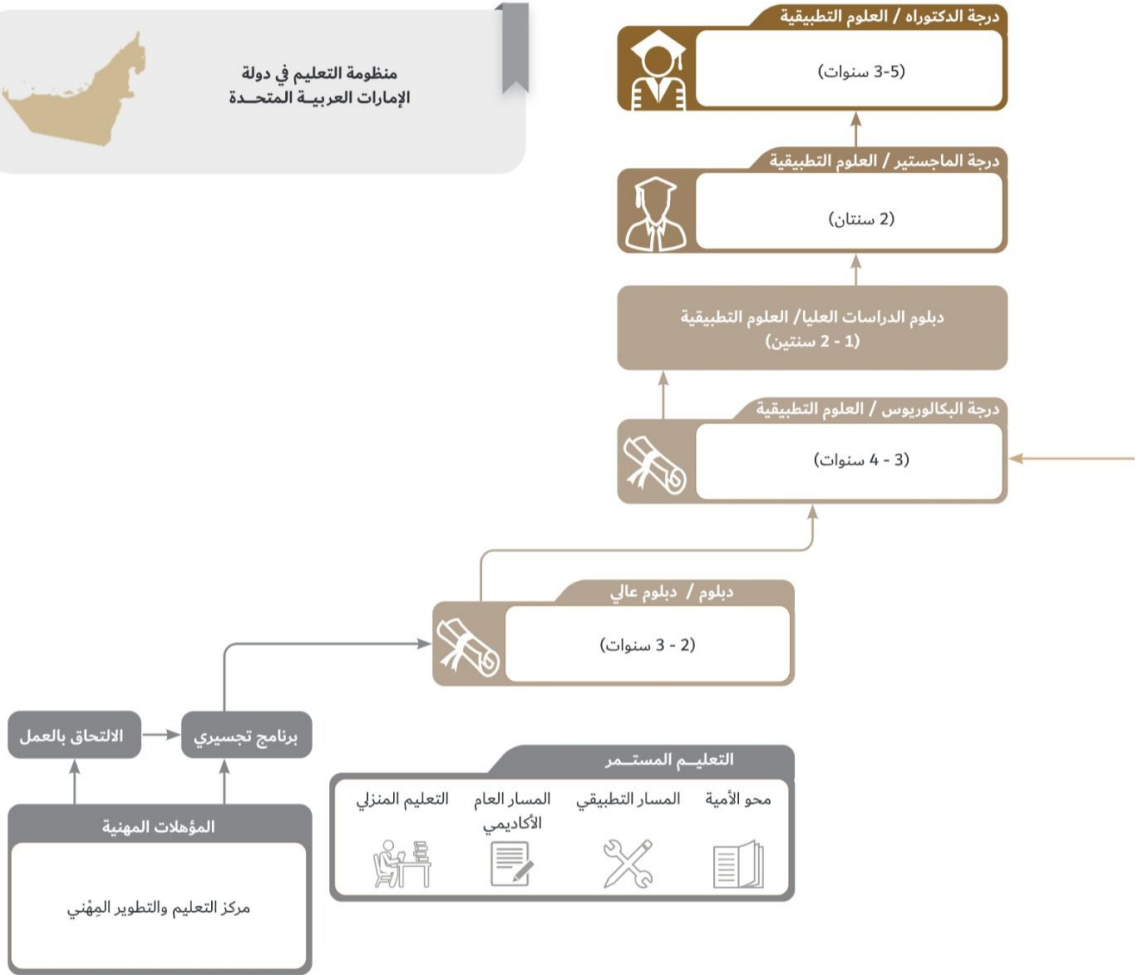


ccc.moe@moe.gov.ae





منظومة التعليم في دولة
الإمارات العربية المتحدة



الدليل الإرشادي



هذا الملف مقدم بواسطة



مكتبة الفكر



مكتبة شاملة لكل ما يحتاجه
الطالب من ملفات وكتب في
دراسته ومطالعه.

متابعة