

McGraw-Hill Education

الكيمياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للمصف 12 المتقدم

مجلد 3

Mc
Graw
Hill

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

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

9. Substituted Hydrocarbons and Their Reactions, Chapter 22, 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 2020 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: 978-1-44-701587-1 (نسخة الطالب)
MHID: 1-44-701587-8 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701589-5 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701589-4 (نسخة المعلم)

رقم النشر الدولي: 978-1-44-701577-2 (نسخة الطالب)
MHID: 1-44-701577-0 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701579-6 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701579-7 (نسخة المعلم)

مُلخص المحتويات

- 1 الحسابات الكيميائية
- 2 المخاليط والمحاليل
- 3 الطاقة والتغيرات الكيميائية
- 4 الاتزان الكيميائي
- 5 الأحماض والقواعد
- 6 تفاعلات الأكسدة والاختزال
- 7 الكيمياء الكهربائية
- 8 الهيدروكربونات
- 9 مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها

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

حقوق الطبع والنشر © محفوظة لمطبعة دار العلوم
McGraw-Hill Education مؤسسة

جدول المحتويات

الوحدة

8

270	الهيدروكربونات
270	التجربة الاستهلاكية كيف يمكنك أن تصنع نموذجاً للهيدروكربونات البسيطة؟
272	القسم 1 مقدمة إلى الهيدروكربونات
278	القسم 2 الألكانات
287	القسم 3 الألكينات والألكاينات
291	تجربة مصفّرة تصنيع وملاحظة الإيتاين
293	القسم 4 أيزومرات الهيدروكربونات
296	مختبر تحليل البيانات تفسير البيانات
298	القسم 5 الهيدروكربونات الأروماتية
303	كيف تعمل؟ من مخلفات الحيوانات إلى طاقة: كيف يعمل جهاز هضم الميثان
304	مختبر الكيمياء الأدلة الجناحية: تحليل الغازات الهيدروكربونية المستخدمة في موقد بنزن

الوحدة

9

312	مشتقات المركّبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها
312	التجربة الاستهلاكية كيف تصنع الصلصال المرن؟
314	القسم 1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل
320	القسم 2 الكحولات والإثيرات والأمينات
324	القسم 3 مركبات الكربونيل
328	تجربة مصفّرة صنع إستر
330	القسم 4 تفاعلات أخرى للمركّبات العضوية
333	مختبر تحليل البيانات تفسير البيانات
337	القسم 5 البوليمرات
343	الكيمياء في الحياة اليومية الثوم: السعادة والألم
344	مختبر الكيمياء مقياس صغير: ملاحظة خصائص الكحولات

SR1	الجدول الدوري للعناصر
-----	-----------------------



Online Learning
Term 3 AY 19/20

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

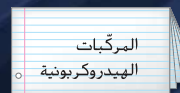
كيف يمكنك إنشاء نموذج بسيط للهيدروكربونات؟

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.

Online Learning
Term 3 AY 19/20

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، تتكوّن 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. توصّل 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 أنّه 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 أنّه 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 أنّها 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

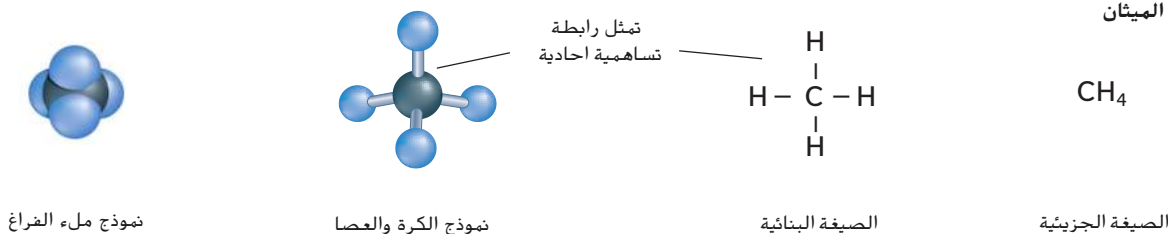
إن أبسط المركبات العضوية هي **الهيدروكربونات** مركبات تحتوي فقط على العنصرين الكربون والهيدروجين. كم عدد المركبات المختلفة التي يمكن أن يكونها عنصرين برأيك؟ قد يتبادر إلى ذهنك أنه لا يمكن تكوين إلا عدد قليل من المركبات. إلا أنه، يوجد الآلاف من الهيدروكربونات، التي يحتوي كل منها على العنصرين الكربون والهيدروجين 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 (CH₄). 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 متتاربة 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.

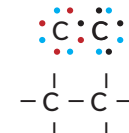
في القرن التاسع عشر، قبل أن يفهم علماء الكيمياء الروابط وتركيب المواد العضوية، قاموا بالتجربة على الهيدروكربونات التي تم الحصول عليها من تسخين الدهون الحيوانية والزيوت النباتية. وقاموا بتصنيف هذه الهيدروكربونات وفقًا لاختبار كيميائي قاموا فيه بخلط كل هيدروكربون مع البروم ثم قاموا بقياس كمية البروم التي 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 لتدرة 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.

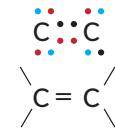
■ الشكل 5 يمكن للكربون أن يرتبط مع ذرات كربون أخرى في روابط ثنائية وثلاثية. توضح كل من بنية لويس والصيغ البنائية هذه طريقتين للدلالة على الروابط الثنائية والثلاثية.

تشارك زوج واحد



رابطة تساهمية أحادية

تشارك زوجين



رابطة تساهمية ثنائية

تشارك ثلاث أزواج



رابطة تساهمية ثلاثية

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

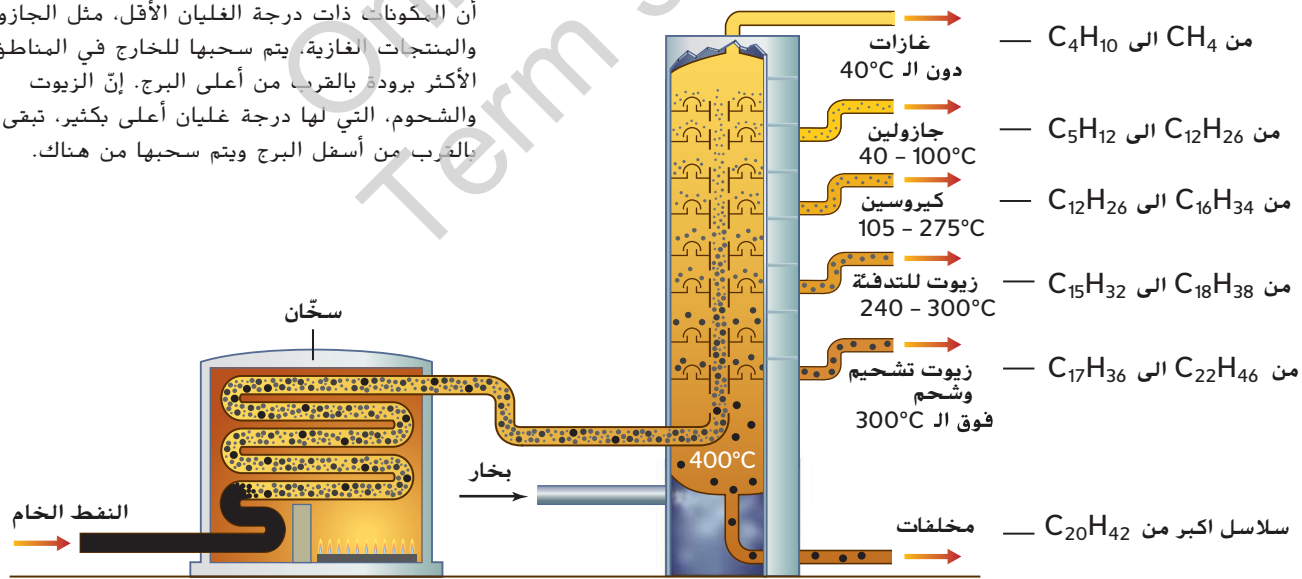
فصل الهيدروكربونات

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 وينفس 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، فإن 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 تم 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 الجازولين 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. صِف 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 للقذاحات 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

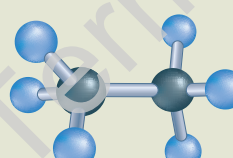
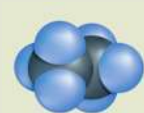
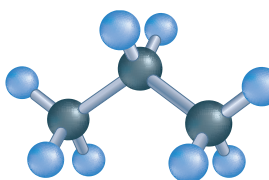
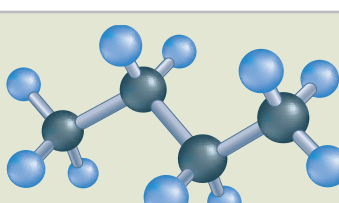
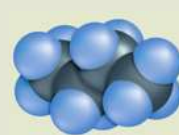
المجموعة البديلة substituent group

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 عديدة. 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

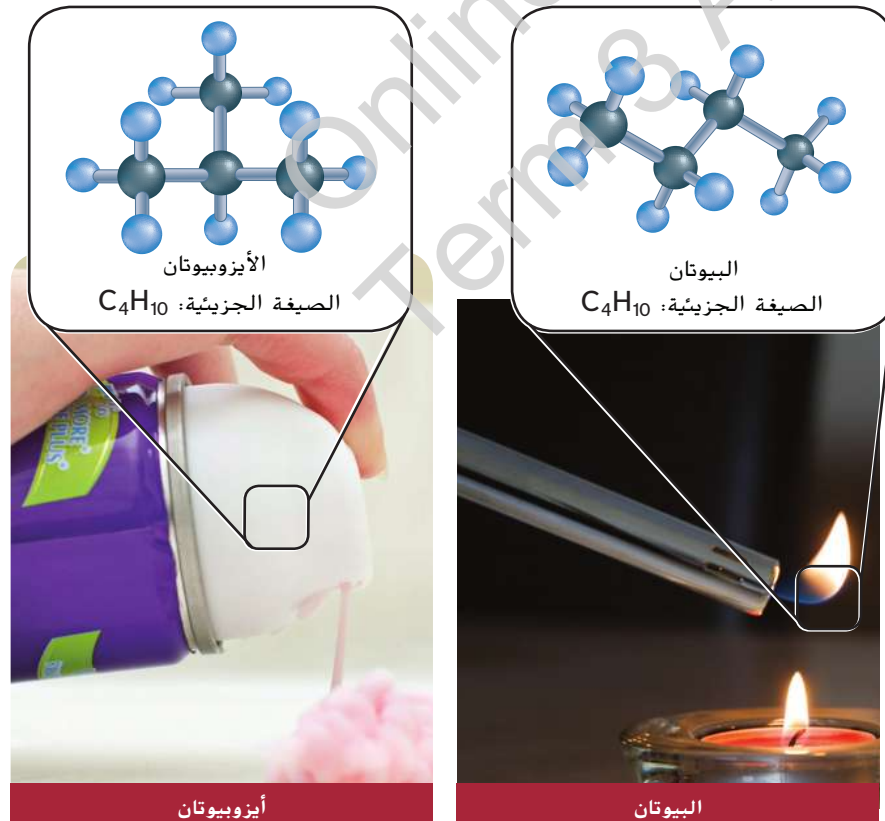
سلسلة الألكانات المتفرعة

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 ألكاناً 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 بيئياً 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** صف 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 أساسياً 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 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.

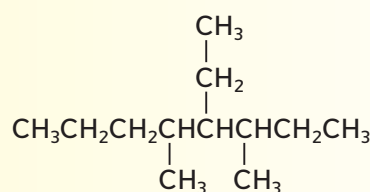
خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. لا تقم بإضافة مسافة بين اسم المجموعة البديلة واسم السلسلة الأم.

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



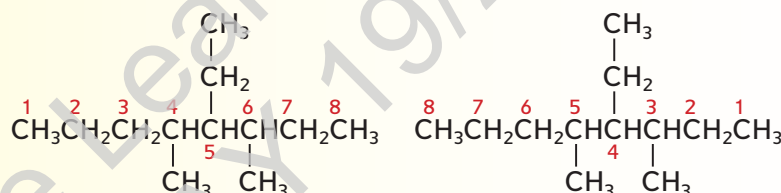
1 تحليل المسألة

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

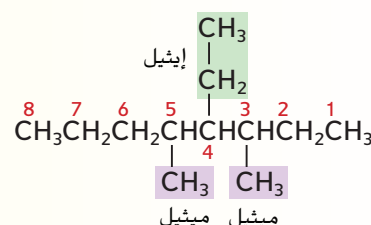
2 حساب المجهول

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.

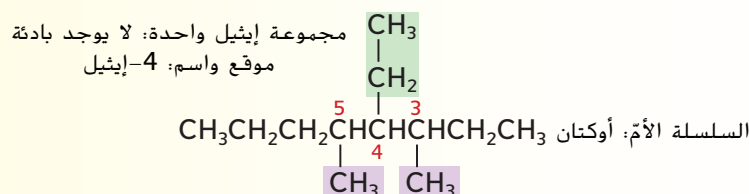
خطوة 2. رقم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. رقم السلسلة في الاتجاهين، كما هو مبين أدناه. إن الترقيم من اليسار يضع مجموعات الألكيل في المواقع 4 و 5 و 6. إن الترقيم من اليمين يضع مجموعات الألكيل في المواقع 3 و 4 و 5. وبما أن 3 و 4 و 5 تمثل مواقع الأرقام الأدنى، سيتم استخدامها في الاسم.



خطوة 3. سم كل مجموعة ألكيل بديلة. حدد مجموعات الألكيل المتفرعة من السلسلة الأم وقم بتسميتها. هناك مجموعات ميثيل أحادية الكربون في الموقعين 3 و 5 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.



السلسلة الأم: أوكتان
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.

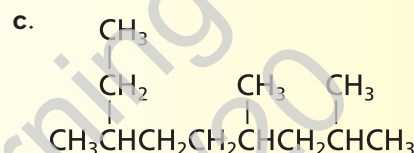
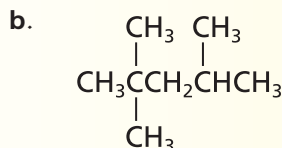
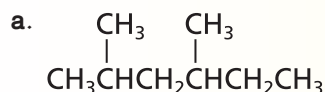
خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. اكتب اسم الصيغة البنائية، وذلك باستخدام الشرطات والفواصل بحسب الحاجة. يجب كتابة الاسم على الشكل التالي 4-إيثيل-5.3-ثنائي ميثيل أوكتان.

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

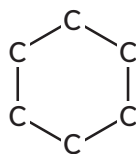
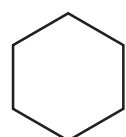
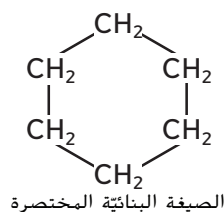
الألكانات الحلقية

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.



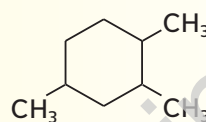
كما هو موضح في الشكل 10، تُمثّل الهيدروكربونات الحلقية مثل الهكسان الحلقي بواسطة صيغ بنائية مختصرة وهيكلية وخطية. لا تُظهر الصيغ البنائية الخطية سوى الروابط بين ذرات الكربون التي يُفترض أن تكون في كل زاوية في الصيغة البنائية، ويُفترض أن تشغل ذرات الهيدروجين المواضع المتبقية في الرابطة ما لم توجد بدائل.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



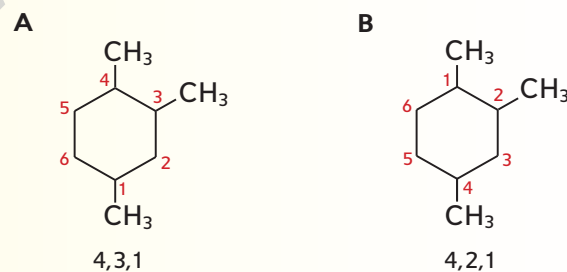
1 تحليل المسألة

لديك الصيغة البنائية. لتحديد الصيغة الحلقية الأم وسواقي 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 وفي 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 الحالية، 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.

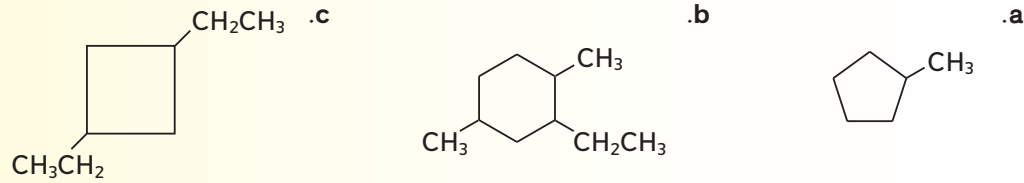
خطوة 6. قم بتجميع أجزاء الاسم باستخدام اسم الألكان الحلقي ذو السلسلة الأم. استخدام الفواصل بين الأرقام المفصولة والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم على الشكل التالي 4.2.1-ثلاثي ميثيل هكسان حلقي.

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 حلقي

b. 4.2.2.1-رباعي ميثيل هكسان حلقي

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

الخصائص الفيزيائية للألكانات كيف تُقارن خصائص المركبات القطبية مع خصائص المركبات غير القطبية؟ ارجع إلى الجدول 4. ولأخذ 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 الرئيسية 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.

المطويات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطريتك

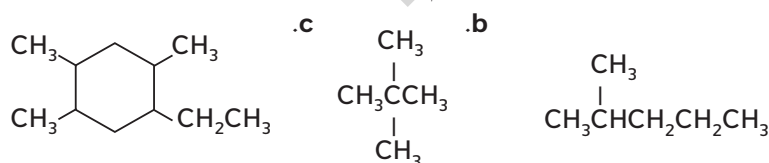
القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

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

12. **الفكرة الرئيسية** صف الخصائص البنائية الرئيسية لجزيئات الألكانات.

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



14. **صف** الخصائص العامة للألكانات.

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

a. 4-ثنائي الإيثيل هبتان 1-إيثيل 4-ميثيل هكسان حلقي

b. 4-الأيزوبروبيل 3-ميثيل ديكان 2-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 أُطلعت على الصيغ الجزيئية للمواد المبينة في الجدول 5، فستلاحظ أن كلاً 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؟

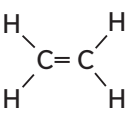
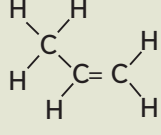
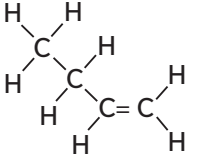
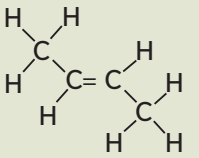
مفردات للمراجعة

الهرمون hormone: إته مادة كيميائية يفرزها جزء واحد من دائن 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. تسمى 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.

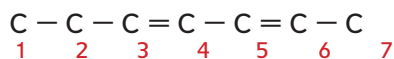
إذا ما أردنا تسمية الألكينات التي تحتوي على أربع ذرات كربون أو أكثر في السلسلة، فإنَّ من الضروري تحديد موقع الرابطة الثنائية، كما هو مبين في الشكل 12a. يتم ذلك من خلال ترقيم ذرات الكربون في السلسلة الأم، بدءًا من نهاية السلسلة، بحيث يكون للكربون الأولى في الرابطة الثنائية العدد الأصغر. ثم، يستخدم هذا العدد في الاسم. لاحظ أن 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.

تم 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 بنزين حلقى.

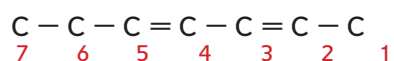
التأكد من فهم النص استدلّ على سبب ضرورة تحديد موقع الرابطة الثنائية في اسم أحد الألكينات.

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 دائماً، سواء أكانت السلسلة الأطول بالنسبة لذرات الكربون أم لم تكن. ثانياً: إنَّ موقع الرابطة الثنائية، وليس موقع الفروع، هو الذي يحدّد طريقة ترقيم السلسلة. يحدد العدد موقع الرابطة الثنائية، تماماً 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؟ يمكنك استخدام البادئة هيبتا (سباعي) لأن الجزيء يحتوي على سلسلة سباعية الكربون. كذلك يمكنك استخدام البادئة (داي) قبل ين، بحيث يُصبح الاسم هيبتادايين، لأن الجزيء يحتوي على رابطتين ثنائيتين، وبإضافة الرقمين 2 و 4 لتعيين موقعي الرابطتين الثنائيتين، يُصبح الاسم 4.2-هيبتادايين.

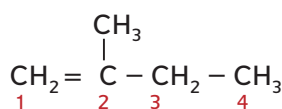


أو



4.2-هيبتادايين

b. رابطتان ثنائيتان

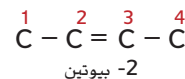


2-ميثيل-1-بيوتين

a. رابطة ثنائية واحدة



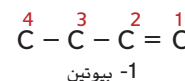
1-بيوتين



2-بيوتين

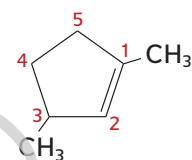


3-بيوتين



1-بيوتين

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

$\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CHCH}_3$

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة:
 قم بتسمية الألكين ذو الصيغة البنائية الآتية:

1 تحليل المسألة

لقد أعطيتَ ألکين ذو سلسله متفرعة يحتوي على رابطة ثنائية واحدة ومجموعتي ألكيل. اتبع قواعد IUPAC لتسمية المركب العضوى.

2 حساب المجهول

خطوة 1. إنّ 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.

السلسلة الأم للهبتين $\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$

خطوة 2. قم بترقيم السلسلة لتحديد أدنى رقم للرابطة الثنائية.

السلسلة الأم 2-هبتين

$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHCH}_2\text{CHCH}_3$

1 2 3 4 5 6 7

CH_3 CH_3

خطوة 3. قم بتسمية كل بديل.

يمثل كل بدليل مجموعة ميثيل.

$$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHCH}_2\text{CHCH}_3$$

1 2 3 4 5 6 7

CH_3
 CH_3

↑
↑

مجموعة ميثيل
مجموعة ميثيل

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

السلسلة الأم 2-هبتين
مجموعتا ميثيل في الموقعين 4 و 6
البادئة هي 6.4-ثنائي الميثيل

$$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHCH}_2\text{CHCH}_3$$

$\begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ & & & | & & | & \\ & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & \end{array}$

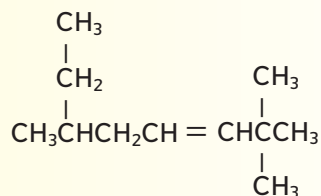
خطوة 5. ليس من الضروري ترتيب أسماء المجموعات البديلة أجيديًا، لأنها متطابقة. طبق البادئة الكاملة على اسم السلسلة الأم للألكين. استخدام الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم 6,4-ثنائي ميثيل-2-هيتين.

3 **تقييم الإجابة**

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

تطبيقات

17. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية:

$$\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CHCH}_3$$


18. **تحدي** ارسم 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.

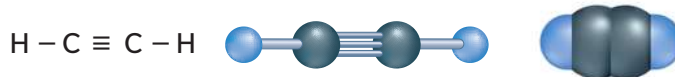
الألكينات

يُطلق إسم **الألكينات** على الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون مجمعة في سلسلة. تتضمن الروابط الثلاثية مشاركة أزواج الإلكترونات الثلاثة. إنّ الألكاين الأبسط تكويناً والأكثر استخداماً هو الإيثاين (C_2H_2) الشائع والمشهور بإسم الأسيتيلين. ادرس نماذج الإيثاين 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 يتمثل 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 الإيثاين، على سبب تفاعله الشديد مع الأكسجين.

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



نماذج الإيثاين (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؛ فني حال
لامس غبار CaC_2 جلدك، اغسله فوراً بالكثير من الماء.
ضع قطعة من CaC_2 في كأس يحتوي على محلول تنظيف.

5. استخدم الثقاب لإشعال النار في الشريحة الخشبية بينما تمسك المسطرة من الطرف الآخر للشريحة. اغمس طرف الشريحة المشتعل على الفور في الفقاعات التي تشكلت من التفاعل الذي تم في الكأس. قم بإخماد النار المشتعلة في طرف الشريحة بعد ملاحظة التفاعل.

- استخدم ساق تحريك لإبعاد الفقاعات القليلة الكبيرة من الإيثاين. هل تطفو أم تغوص في الهواء؟
- إغسل الكأس جيداً. ثم أضف 25 mL من الماء المقطر وقطرة من محلول الفينول. استخدم ملقطاً لوضع قطعة صغيرة من CaC_2 في المحلول. لاحظ النتائج

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 نشاطًا 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 نشاطًا.

المطويات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

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

القسم 3 مراجعة

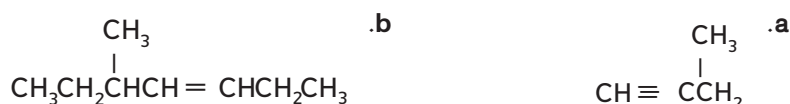
ملخص القسم

- 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. **التميز 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 مستخدمًا قواعد IUPAC.**



22. **أرسم الصيغة البنائية لكل من 4-ميثيل-3-بينتادين و 3-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 تناثر أزواج إلكترونات التكافؤ لتوقع الشكل).

أيزومرات الهيدروكربونات

القسم 4

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

الكيمياء في حياتك
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.

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} .
تتمة 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

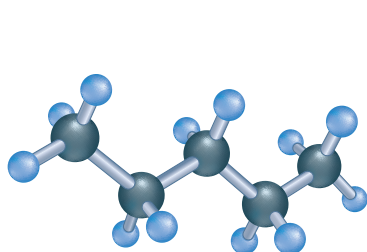
الإشعاع الكهرومغناطيسي electromagnetic radiation

موجات مستعرضة تنقل الطاقة خلال الفراغ.

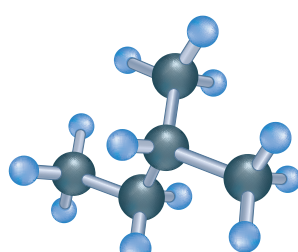
مفردات جديدة

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

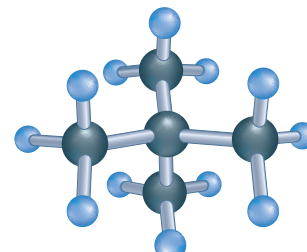
■ الشكل 17 إن هذه المركبات التي لها الصيغة الجزيئية نفسها، C_5H_{12} ، هي أيزومرات بنائية. لاحظ الاختلاف في درجات غليانها.



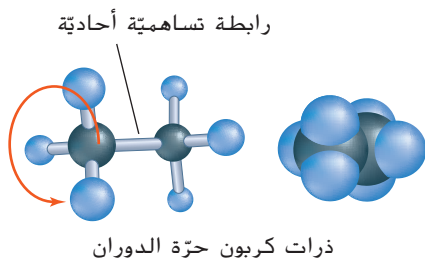
البنتان
درجة الغليان = $36^{\circ}C$



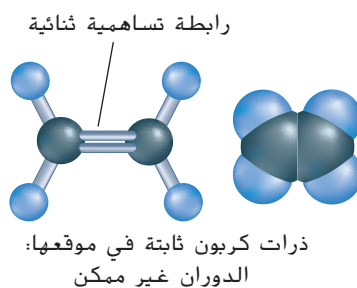
2-ميثيل بيوتان
درجة الغليان = $28^{\circ}C$



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؟

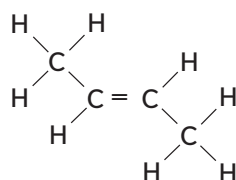
أيزومرات فراغية

تحتوي الفئة الثنائية من الأيزومرات على اختلاف غير ملحوظ في الترابط. **الأيزومرات الفراغية** هي الأيزومرات التي تترايط فيها كل الذرات بالترتيب نفسه ولكنها تترتب بشكل مختلف في الفراغ. ثمة نوعان من الأيزومرات الفراغية. يحدث أحد النوعين في الجزيئات 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.

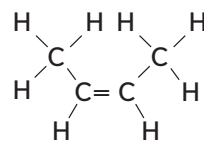
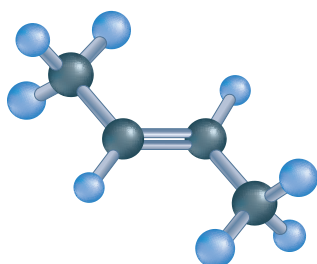
يُطلق على الأيزومرات الناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات حول الرابطة الثنائية اسم **الأيزومرات الهندسية**. لاحظ كيف يؤثر الاختلاف في الهندسة على الخصائص الفيزيائية للأيزومرات، مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان. كذلك، تختلف الأيزومرات الهندسية في بعض الخصائص الكيميائية أيضًا. إذا كان المركب نشط بيولوجيًا،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

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

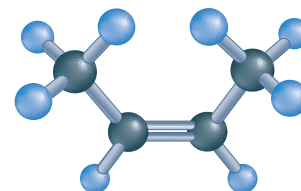
■ الشكل 19 تختلف أيزومرات 2-بيوتين في الترتيب داخل الحيز الفراغي لاثنتين من مجموعات الميثيل على الأطراف. لا يمكن لذرات كربون الرابطة الثنائية أن تدور بعضها مع بعض، لذلك تُثبت مجموعات الميثيل في أحد هذين الترتيبين.



(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 إحداهما فوق الأخرى، لا تتطابق أجزاؤهما مع بعضهما.

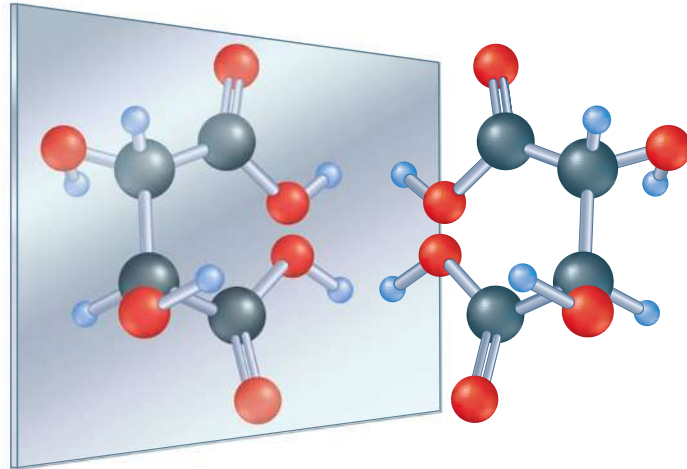


عدم التماثل المرآتي

الربط [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 يتم 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).

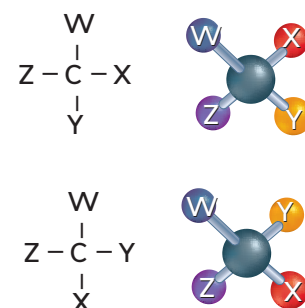


l-حمض طرطريك

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 موقعهما. لا يمكنك تدوير التركيبين بأي شكل من الأشكال بحيث تجعلهما مطابقين بعضهما البعض.



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

الآن، لنفترض أنك أنشأت نماذج لهذين التركيبين. هل هناك أي طريقة يمكنك من تدوير أحد التراكيب 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.

المطلوبات

أدمج معلومات من هذا التسم في مخطوبك.

مختبر تحليل البيانات

استناداً إلى بيانات حقيقية* تفسير البيانات

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؟

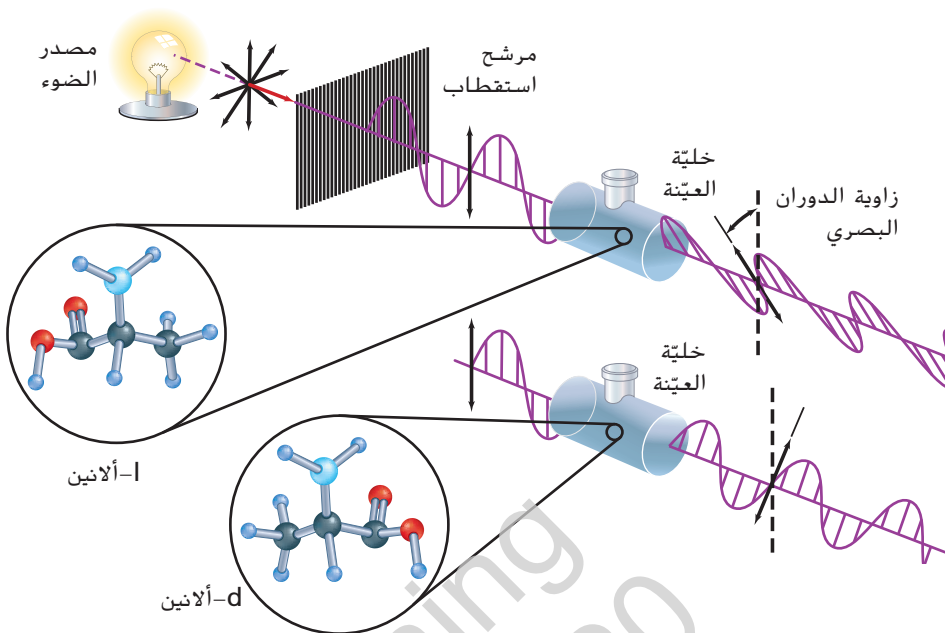
سرعات الأكسدة		
السرعة الابتدائية للأكسدة (nmol min ⁻¹ mg protein ⁻¹)		
1,2-trans DCE	1,2-cis DCE	عامل مختزل
1.6 (1.0)	0.9 (1.0)	منظم
2.0 (1.3)	6.8 (7.6)	بيوتيرات
0.4 (0.3)	5.9 (6.6)	بروبانوات
3.8 (2.8)	8.5 (9.4)	أستات
1.2 (0.7)	1.4 (1.6)	فورمات
4.5 (2.8)	11 (12.2)	لاكتات

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.

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 إنّ 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 نعناع 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 الرئيسة 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-بنتين و 20%

مع-2-بنتين. 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.

إن أبسط مثال على هذه الفئة الهيدروكربونية هو البنزين، الذي قام الفيزيائي الإنجليزي مايكل فاراداي (1867-1791) بعزله للمرة الأولى في العام 1825 عن الغازات المبعثة 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 خادماً إلى حد ما، ولم يتفاعل كما تتفاعل الألكينات والألكاينات 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

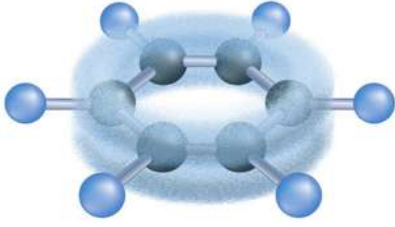
مركب أليفاتي

aliphatic compound

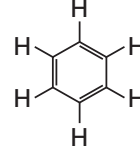


■ الشكل 24 لقد استُخدمت الأصباغ لإنتاج الأنسجة الملونة الزاهية لعدة قرون.

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 بأوروبوروس، 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 فعلاً. 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 كيميائياً لأنه من الصعب شد الإلكترونات المشتركة في ست نويات كربون بعيداً 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 دهْن، 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.

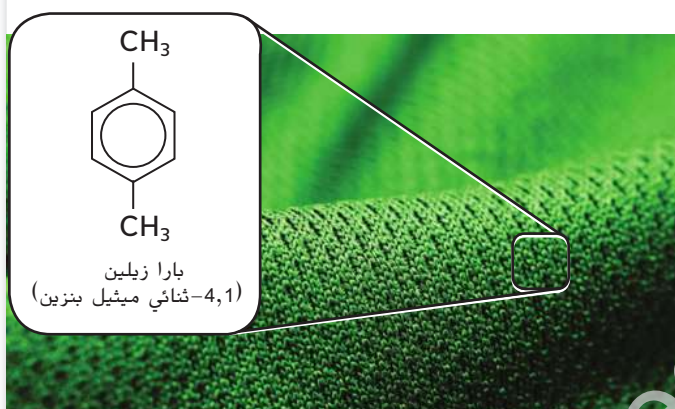
الاستخدام العام: وجود رائحة قوية
أو رائحة كريهة
كان العطر فواحاً جداً.



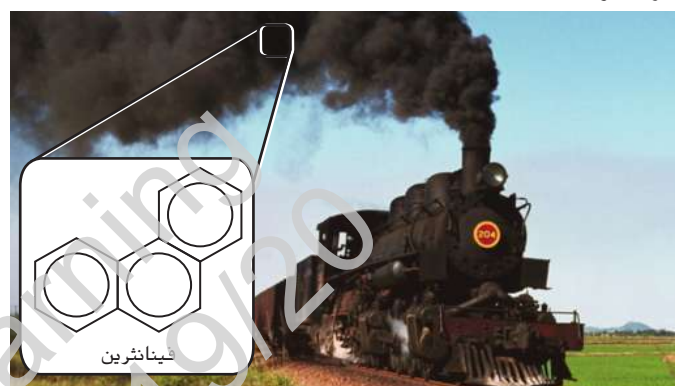
يستخدم الأنثراسين لإنتاج الأصباغ والمواد الملونة.



يستخدم النفتالين لإعداد الأصباغ وكطارد للعث.



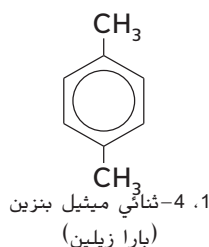
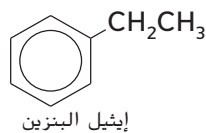
يستخدم الزيلين لصنع ألياف البوليستر والأنسجة.



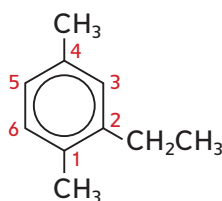
يوجد الفينانثرين في الغلاف الجوي بسبب الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية.

يعرض الشكل 26 تركيب بعض المركبات الأروماتية. لاحظ أن النفتالين يحتوي على تركيب يبدو مثل حلقتين من البنزين مرتبين جنبًا 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 أيضًا باسم التولوين، من مجموعة الميثيل المرتبطة بحلقة البنزين عوضًا 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 أيضًا باسم بارا زيلين، يحتوي أيضًا 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

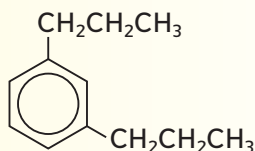
■ الشكل 27 تتم تسمية حلقات البنزين المستبدلة بنفس الطريقة التي تم تسمية الألكانات الحلقية بها.

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.

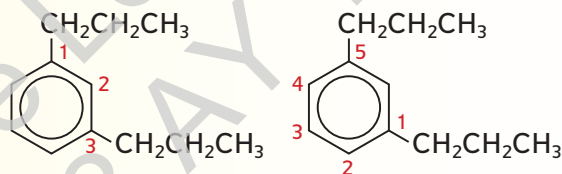


1 تحليل المسألة

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.

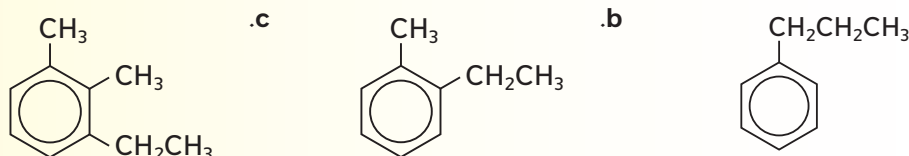
خطوة 3. ضع الاسماء معًا. رتب أسماء المجموعة البديلة أبجديًا واستخدم الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم كما يلي 3,1 - ثنائي بروبييل بنزين.

3 تقييم الإجابة

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

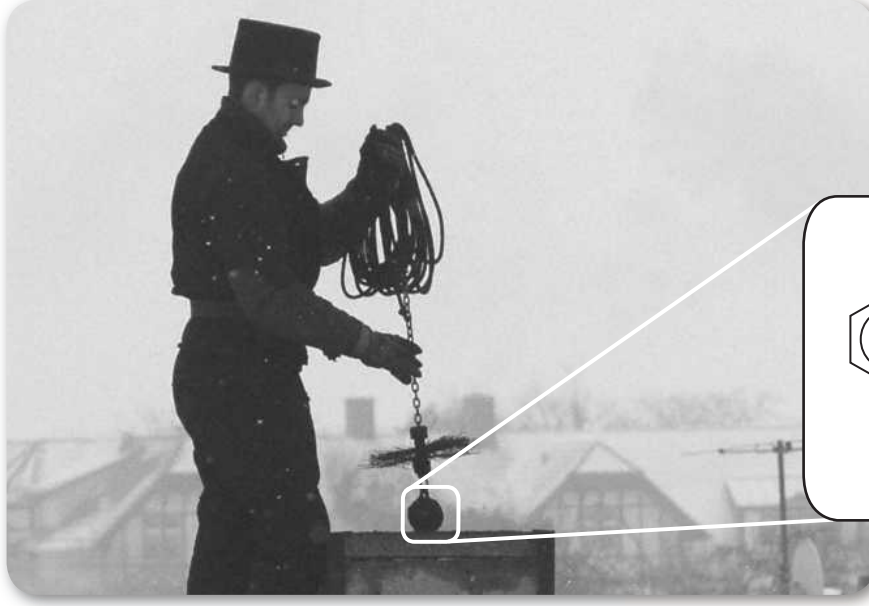
تطبيقات

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 مطويتك.

كانت أول مادة مسرطنة معروفة مادة أروماتية اكتُشفت حوالي مطلع القرن العشرين في مدخنة السخام. كان من المعروف أن منظفي 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 والمحم. ومن المعروف أن بعض المركبات الأروماتية الموجودة في الجازولين أيضًا هي مركبات مسببة للسرطان.

القسم 5 مراجعة

ملخص القسم

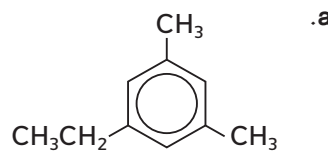
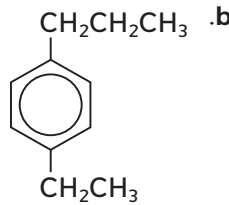
- تحتوي المركبات الهيدروكربونية الأروماتية على حلقات البنزين كجزء من تركيبها البنائي.
- تتوزع الإلكترونات في المركبات الهيدروكربونية الأروماتية بالتساوي على حلقة البنزين بأكملها.

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:



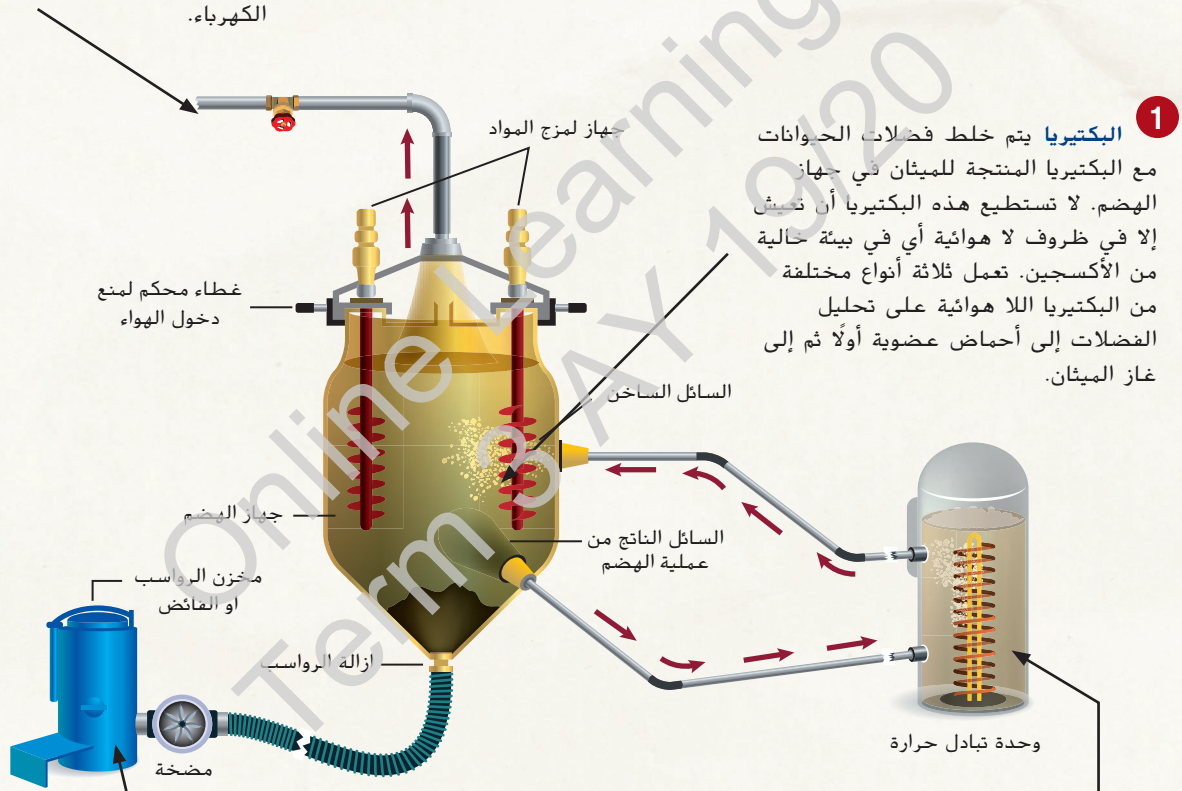
37. **اشرح** لماذا كانت العلاقة بين البنزوبيرين والسرطان علاقة هامة.

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.

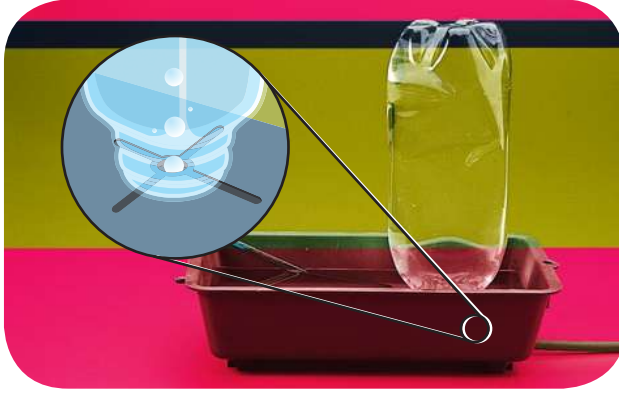
الكتابة في الكيمياء

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 الجبائية: 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.

دليل الدراسة

الوحدة 8

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 تشارك 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

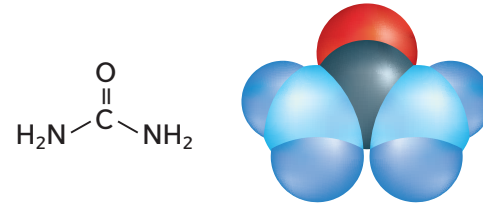
38. الكيمياء العضوية لماذا أدى اكتشاف فولر إلى تطوير مجال الكيمياء العضوية؟
39. ما السمة الرئيسة للمركب العضوي؟
40. ما خصائص ذرة الكربون التي تجعلها قادرة على تكوين مركبات عضوية كثيرة ومتنوعة؟
41. اذكر مصدرين من المصادر الطبيعية للمواد الهيدروكربونية.
42. ما الخاصية الفيزيائية للمركبات البترولية المستخدمة 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؟

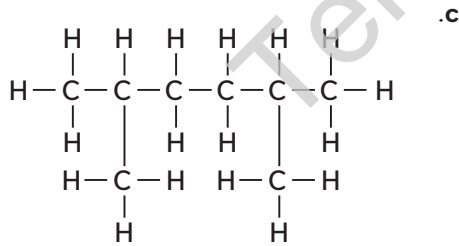
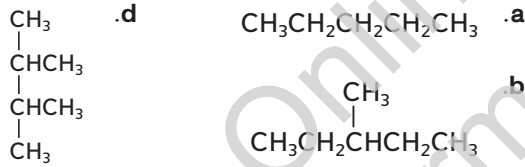
القسم 2

إتقان المفاهيم

48. صف خصائص السلاسل المتجانسة للمركبات الهيدروكربونية.
49. الوقود اذكر اسم ثلاثة ألكانات تستخدم كوقود وصف استخدام إضافي لكل منها.
50. ارمص 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. ارمص الصيغة البنائية الكاملة للمركبات الآتية:
- a. الهبتان
- b. 2-ميثيل هكسان
- c. 3,2-ثنائي ميثيل بنتان
- d. 2,2-ثنائي ميثيل بروبان
57. ارمص الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية:
- a. 2.1-ثنائي ميثيل بروبان حلقي
- b. 1.1-ثنائي إيثيل-2-ميثيل بنتان حلقي

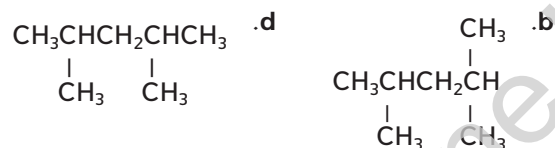
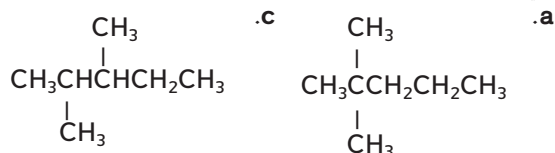
القسم 4

إتقان المفاهيم

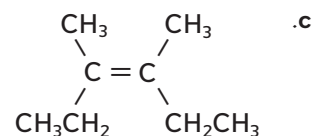
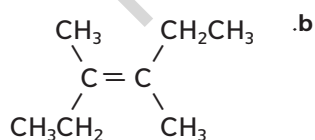
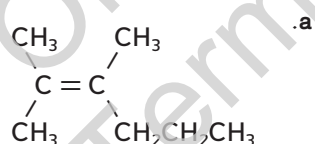
64. ما أوجه التشابه بين اثنين من الأيزومرين، وما أوجه الاختلاف؟
65. صف الفرق بين أيزومرات مع (cis) و ضد (trans) - وترانس من حيث الترتيب الهندسي.
66. ما خصائص المادة العديمة التماثل المرآتي؟
67. الضوء ما أوجه الاختلاف بين الضوء المستقطب والضوء العادي، مثل ضوء الشمس؟
68. كيف تؤثر الأيزومرات الضوئية على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

إتقان حل المسائل

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

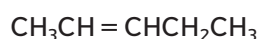


70. حدد زوج الأيزومرات الهندسية من بين مجموعة الصيغ البنائية التالية. اشرح اختياراتك. اشرح كيفية ارتباط الصيغة البنائية الثالثة مع الصيغتين الأخريتين.

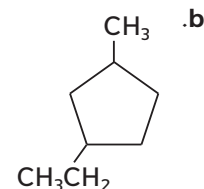
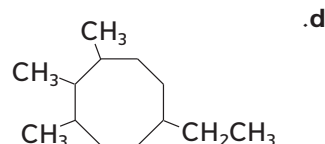
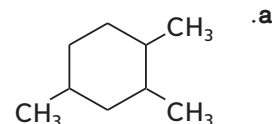
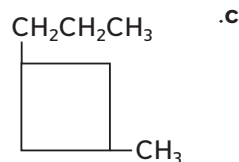


71. ارسم الصيغ البنائية المختصرة لأربعة أيزومرات بنائية مختلفة للصيغة الجزيئية C_4H_8 .

72. ارسم وسمّي الأيزومرات الهندسية للجزيء الممثل في الصيغة المختصرة التالية.



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



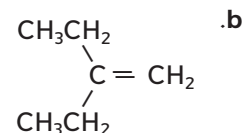
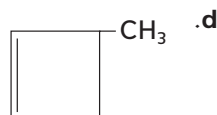
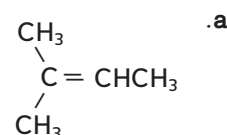
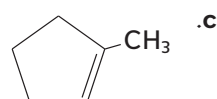
القسم 3

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:



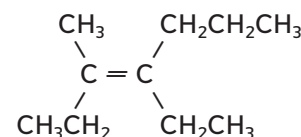
62. ارسم الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية.

a. 4.1-ثنائي إيثيل هكسان حلقي

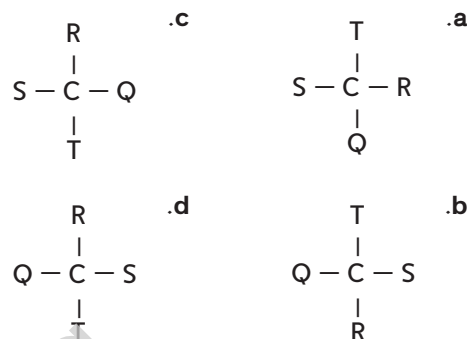
b. 4.2-ثنائي ميثيل-1-أوكتين

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 للثالث الأخرى. حدّد الأيزومر الضوئي. وفسر السبب في اختيارك.



القسم 5

إتقان المفاهيم

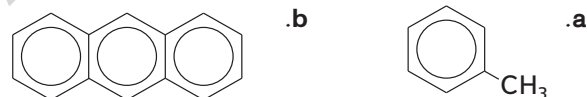
74. ما الخصائص البنائية المشتركة بين جميع الهيدروكربونات الأروماتية؟

75. ما المواد المسببة للسرطان؟

إتقان حل المسائل

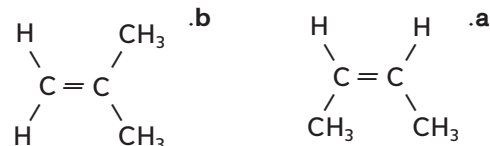
76. ارسم الصيغة البنائية لمركب 2.1-ثنائي ميثيل بنزين.

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



مراجعة عامة

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



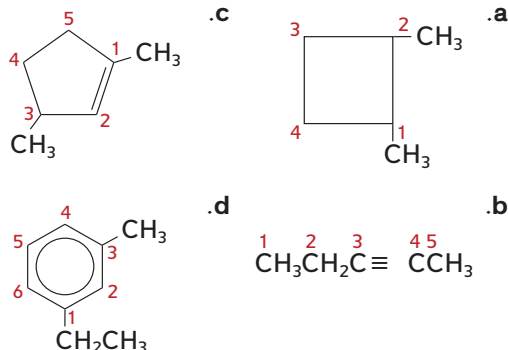
79. كم عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في جزيء الألكان الذي له تسع ذرات كربون؟ كم العدد في الألكين الذي له تسع ذرات كربون ورابطة ثنائية واحدة؟

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-بنتاداين. استخدم معرفتك بقواعد التسمية IUPAC لرسم بنية 3.1-بنتاداين.



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. استدللّ 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

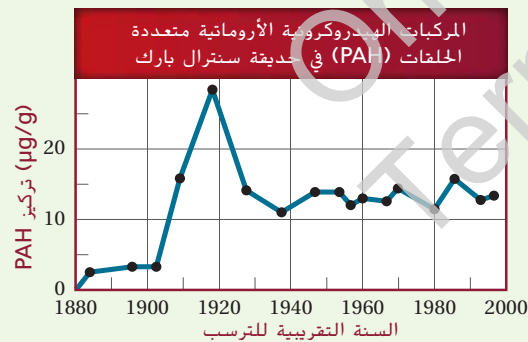
98. الجازولين كان عنصر مقاومة القرقة الرئيسي في الجازولين هو مركب رباعي إيثيل الرصاص لسنوات عديدة. ابحث للتعرف على بنية هذا المركب، وتاريخ تطوره واستخدامه، ولماذا توقف استخدامه. ابحث عما إذا كان لا يزال يستخدم كمادة مضافة للجازولين في أماكن من العالم.
99. العطور المسك المستخدم في العطور يحتوي على العديد 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. استدل 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

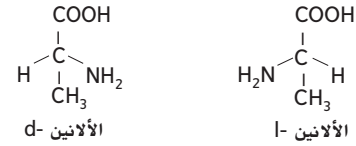
94. كربون غير متماثل العديد من المركبات العضوية لها أكثر من ذرة كربون غير متماثلة. لكل ذرة كربون غير متماثلة في مركب، قد يوجد زوج من الأيزومرات الفراغية. إجمالي عدد الأيزومرات للمركب يساوي 2^n ، حيث أن n هو عدد ذرات الكربون غير المتماثلة. ارسم البنية البنائية، وحدد عدد الأيزومرات الفراغية الممكنة لكل 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 A. 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.



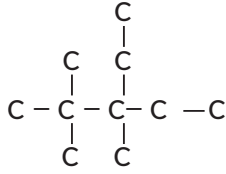
8. في التفاعل الأمامي، أي مادة حمض برونشتد-لوري؟

- A. HF
- B. H_2O
- C. H_3O^+
- 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.

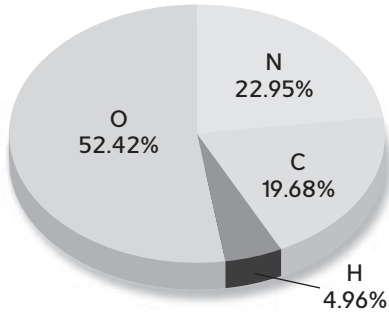
اختبار الكفاءة الدراسية (SAT) في مادة: الكيمياء



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؟

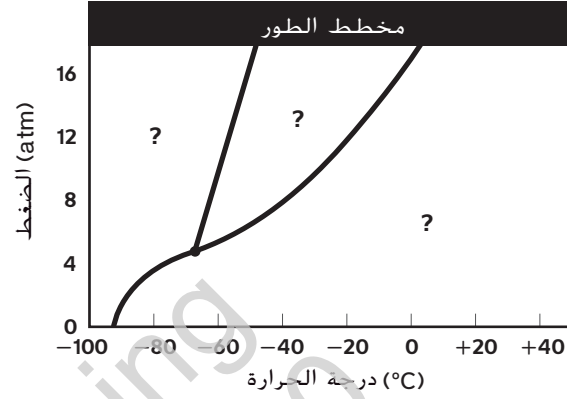
- A. $\text{C}_5\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_2$
B. $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{N}_9\text{O}_{11}$
C. $\text{C}_{16}\text{H}_5\text{N}_{16}\text{O}_{3.3}$
D. CH_3NO_2
E. $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_5$

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

تبرز برفقة 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 الفورميك

Online Learning
Term 3 AY 19/20

هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

القسم 1

الفكرة الرئيسية 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 جزيء 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 تدّسبها 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 الرئيسية

- 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



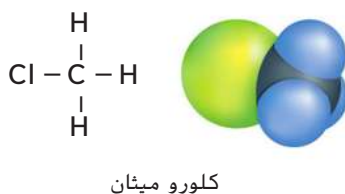
■ **الشكل 1** تحتوي كافة هذه المواد على مجموعة وظيفية واحدة على الأقل، ستدرسها في هذه الوحدة. فعلى سبيل المثال، تمتاز الفواكه والأزهار برائحة عطرية مميزة، وذلك بسبب وجود جزيئات الإستر فيها.

الجدول 1 المركبات العضوية ومجموعاتها الوظيفية		
نوع المركب	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية
هالوكربون	$R-X$ ($X = F, Cl, Br, I$)	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.



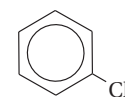
هاليد أريل هو مركب عضوي يحتوي على ذرة هالوجين مرتبطة في حلقة بنزين أو أي مجموعة أروماتية (عطرية) أخرى. ولكتابة الصيغة البنائية لهاليد الأريل، ينبغي أولاً أن تُكتب الصيغة البنائية للمركب الأروماتي، ومن ثم تُستبدل ذرة الهيدروجين بذرة هالوجين، كما بيّن **الشكل 3a**.

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.

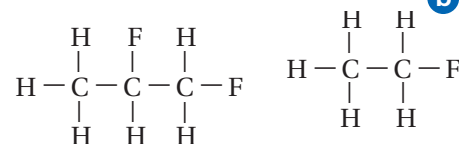
تسمية الهالوكربونات يستخدم نظام IUPAC في تسمية جزيئات المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية، وتعتمد طريقة التسمية على السلاسل الكربونية الرئيسية للألكانات المكونة لها. فالمقطع الأول في اسم هاليد الألكيل يدل على الهالوجين الموجود فيه، مع إضافة الحرف (و) في نهايته، لذلك يكون المقطع الأول للفلور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

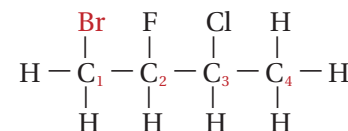
✓ **التأكد من فهم النص** استنتج لماذا يستخدم لتسمية الأريل أقل رقم ممكن للإشارة لموقع المجموعة بدلًا من استخدام أرقام عشوائية.



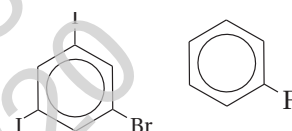
كلورو بنزين



فلورو إيثان و 2.1-ثنائي فلورو بروبان



1-برومو-3-كلورو-2-فلورو بيوتان

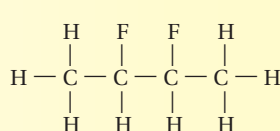


فلورو بنزين و 1-برومو - 5,3-ثنائي يودو بنزين

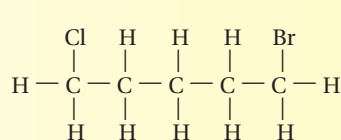
■ **الشكل 3** يستخدم النظام العالمي لتسمية المركبات الكيميائية IUPAC في تسمية المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية. اعتمادًا على سلاسل الكربون للألكانات المكونة لها.

تطبيقات

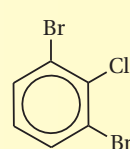
سمّ مركبات هاليد الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية التالية:



1.



2.



3.

الجدول 2 مقارنة بين هاليدات الألكيل والألكانات الرئيسية المكونة لها

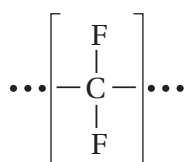
البنية	الاسم	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/mL) في الحالة السائلة
CH ₄	الميثان	162-	0.423 عند -162 °C (درجة الغليان)
CH ₃ Cl	كلوروميثان	24-	0.911 عند 25 °C (تحت ضغط)
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	بنتان	36	0.626
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ F	1-فلورو بنتان	62.8	0.791
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ Cl	1-كلورو بنتان	108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

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

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 **الهجنة**. وبين **الجدول 3** تفاعل هجنة يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين من الإيثان بذرة كلور. ويظهر في **الشكل 6** هيدروكربون مهجن 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. وبين **الجدول 3** المعادلة العامة لتفاعل الهجنة، 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 مطويك معلومات من هذا القسم.

تفاعلات استبدال أخرى بعد أن تحدث هالجنة 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. **المفكرة الرئيسية** قارن وقابل بين هاليدات ألكيل وهاليدات أريل.

5. ارسم الصيغة البنائية للجزيئات التالية:

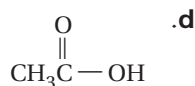
a. 2-كلورو بيوتان

c. 1,1,1-ثلاثي كلورو بيوتان

b. 3,1-ثنائي فلورو هكسان

d. 1-برومو-4-كلورو بنزين

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

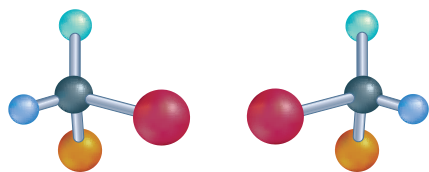


a. $CH_3CH_2CH_2OH$

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. تفسير الرسوم العلمية تفحص زوج

الهيدروكربونات الموضحة في الرسم،

والمرتبطة مع مجموعات وظيفية

مختلفة. هل تعتبر أيزومرات ضوئية؟

وضّح إجابتك.

الكحولات والإثيرات والأمينات

الفكرة الرئيسة الأكسجين والنيتروجين هما اثني 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 وثاني 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

ether

amine

كحول

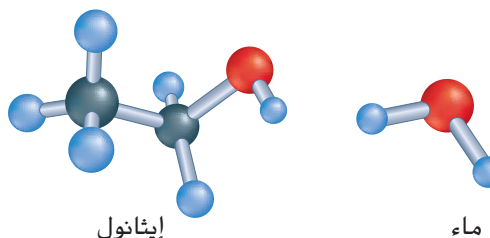
إثير

أمين

جدول 4 الكحولات

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

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



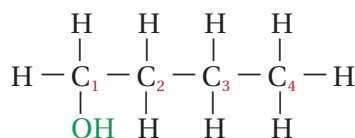
وبسبب القطبية والروابط الهيدروجينية يمتزج الإيثانول مع الماء كليًا. وبمجرد امتزاجهما يصعب فصلهما عن بعضهما البعض بصورة كاملة. وتستعمل عملية التقطير لفصل الإيثانول عن الماء، ولكن حتى بعد إتمام العملية يبقى حوالي نسبة 5% في صورة مزيج منهما.

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.

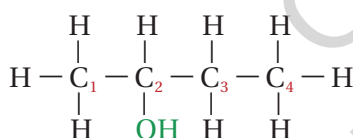
تُسمّى الكحولات بالاعتماد على الألكانات المقابلة لها، كما في هاليدات الألكيل. فمثلاً CH_4 هو ميثان و CH_3OH ميثانول و CH_3CH_3 إيثان و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ إيثانول. وتعتمد تسمية الكحولات البسيطة على عدد ذرات الكربون في سلسلة الألكان المقابل لها، وتنص قواعد التسمية بالنظام العالمي IUPAC على أن يتم تسمية الألكان أولاً، ومن ثم إضافة المقطع (ـول) 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.

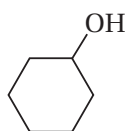
■ **الشكل 8** تعتمد أسماء الكحولات على أسماء الألكانات.



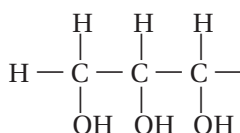
a. 1-بيوتانول



b. 2-بيوتانول



c. هكسانول حلقي



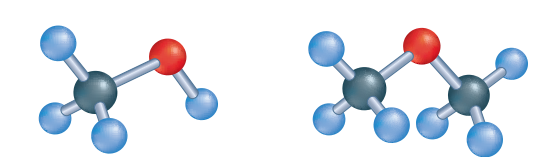
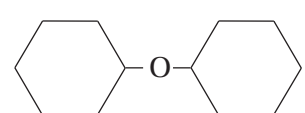
d. 3.2.1 بروبان ترايول (جليسرول)

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 (ـول) 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 (ـول).

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.	 الميثانول 65°C درجة الغليان ثنائي ميثيل إيثر -25°C درجة الغليان
أمثلة على الإيثرات	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ثنائي بروبيل إيثر	 ثنائي هكسيل حلقي إيثر
$\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_3$ إيثيل ميثيل إيثر	$\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 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 ذائبة 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 ومرتبطتان 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 تضاف كلمة إيثر، ويحتوي الجدول 5 على مثالين عن الإيثرات غير المتجانسة، بيوتيل إيثيل إيثر وإيثيل ميثيل إيثر.

المفردات

مفردات علمية

رابطة Bond

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

الخطوات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

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.

الجدول 6 الأمينات

الصيغة العامة

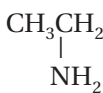


تمثل R سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة بالمجموعة الوظيفية

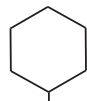
أمثلة على الأمينات



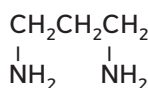
أنيلين



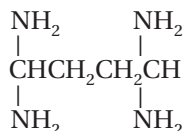
إيثيل أمين



هكسيل حلقي أمين



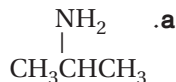
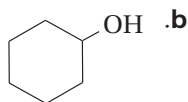
3.1- بروبان ثنائي أمين



4.4.1.1- بيوتان رباعي أمين

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

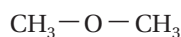
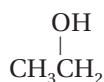
b. 3.1-بنتان ديول حلقي

c. إيثيل بروبييل 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 الألديدات والكيوتونات.

الألديدات 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 للألديدات هي CHO^* . حيث يمثل الرمز * مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين، كما يبين **الجدول 7**. وتسمى الألديدات 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 فروع 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	ألدريد
ketone	كيوتون
carboxylic acid	حمض كربوكسيلي
carboxyl group	مجموعة كربوكسيل
ester	إستر
amide	أميد
condensation reaction	تفاعل تكثيف

الجدول 7 الألديدات

أمثلة على الألديدات	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ إيثانال (أسيتالدهيد)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ ميثانال (فورمالدهيد)
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ سينمالدهيد	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$ مجموعة كربونيل
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ بنزالدهيد	
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{OH} \end{array}$ ساليسالدهيد	



■ **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. والمركبان 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 ذرات 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
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$ تمثل R و R' سلاسل أو حلقات الكربون المرتبطة مع مجموعة وظيفية.	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ بروبانون (أسيتون) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 2-بيوتانون (إيثيل ميثيل كيتون)

الجدول 9 الأحماض الكربوكسيلية

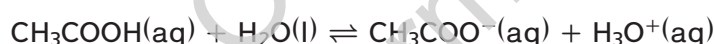
أمثلة على الأحماض الكربوكسيلية	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$ حمض الميثانويك (حمض الفورميك)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ *-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ يمثل الرمز * ذرة هيدروجين أو سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة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

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، وتآين 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.



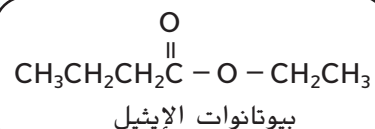
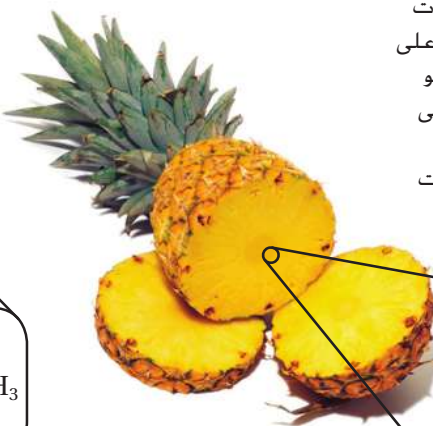
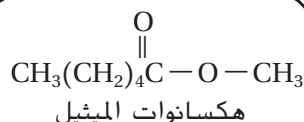
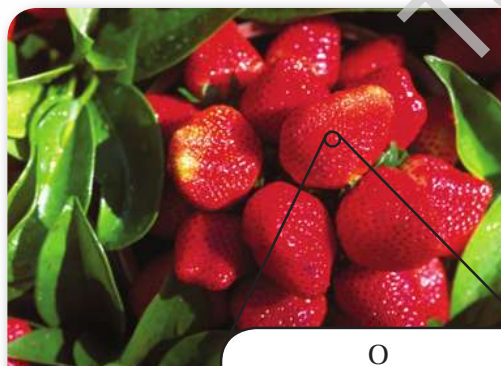
الجدول 10 الإسترات	
الصيغة العامة	مثال على الإستر
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ * - \text{C} - \text{O} - \text{R} \end{array}$ مجموعة الإستر	مجموعة إيثانوات مجموعة بروبيل $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ مجموعة إستر إيثانوات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

المرکبات العضوية المشتقة من الأحماض الكربوكسيلية

للكثير من فئات المركبات 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 مركب 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 المركبات 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 ملاحظتك 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 المبيّن 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 المبيّن في **الجدول 11**، لاحظ أنه يتكون من مجموعة أميد (NH-) مرتبطة مع مجموعة كربونيل ومجموعة أروماتية.

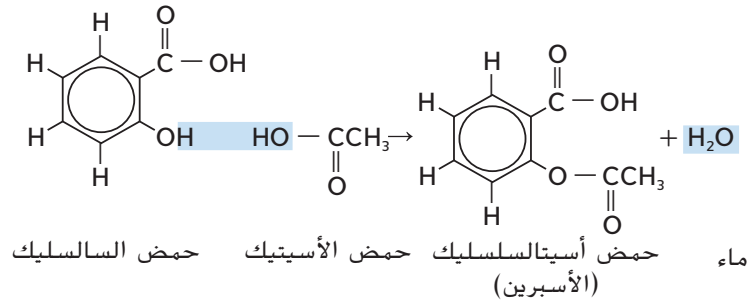
ومن أشهر الأميدات هو الكارأميد (NH₂CONH₂)، والذي يعرف بالاسم الشائع يوريا. واليوريا هو آخر نواتج عملية هضم البروتينات في الثدييات، وتوجد في الدم والصفراء والحليب عند الثدييات. وعندما تتكسر البروتينات تغادر مجموعات الأمين منها، وتتحول هذه المجموعات الأمينية (NH₂) إلى جزيئات أمونيا (NH₃) وتعتبر سامة للجسم، وتتحول 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

الصيغة العامة	أمثلة على الأميدات
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{*} - \text{C} - \text{N} \begin{array}{l} \text{H} \\ \diagup \\ \text{*} \end{array} \end{array}$ مجموعة أميد	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{N} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ أسيتامينوفين $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{N} \begin{array}{l} \text{H} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ إيثان أميد (أسيتاميد)

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

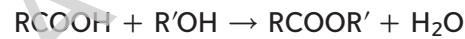


تفاعلات تكثيف

الطويات®
ضمن معلومات من هذا القسم في مطويتك.

تتطلب عمليات تحضير المركبات العضوية في المختبرات والعمليات الصناعية تفاعل مادتين لإنتاج مركب عضوي جديد ضخم، مثل الأسبرين المبيّن 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.

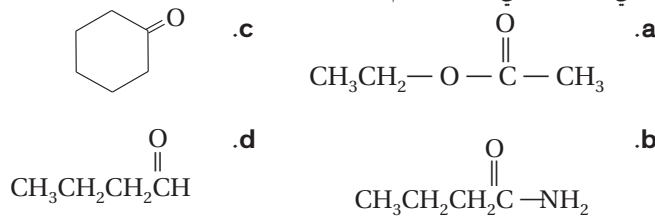


القسم 3 مراجعة

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** صوّف 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.

تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

الفكرة الرئيسة تصنيف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية يجعل توقع نواتج التفاعلات أسهل بكثير.

- 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؟

مفردات للمراجعة

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

تصنيف تفاعلات المواد العضوية

مفردات جديدة

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

لقد قرأت سابقاً 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 عرف تفاعل الحذف بكلماتك الخاصة.

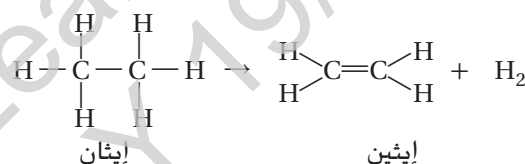


■ **الشكل 13** يُصنَّع العديد من المنتجات الاستهلاكية -مثل الأواني البلاستيكية، وألياف الحبال والملابس، والزيوت والشموع التي تستعمل في مستحضرات التجميل- من النفط والغاز الطبيعي.

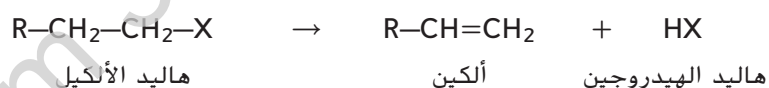
■ **الشكل 14** يصنع البولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE) من غاز الإيثين بوجود عامل حفاز. ويُستخدم البولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE) في تصنيع الأدوات الموجودة في ملاعب الأطفال، ويسهل تشكيله في أشكال متعددة، كما يسهل صباغته بالعديد من الألوان، بالإضافة إلى متانته وقدرته على تحمل الاستعمال المتكرر.



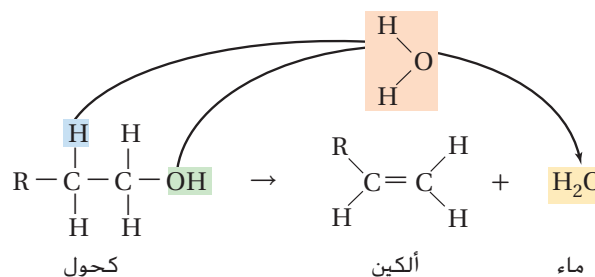
يتم إنتاج الإيثين، المادة الأولية لصناعة الأدوات الموجودة في الملاعب كما هو موضح في **الشكل 14**، من خلال إزالة ذرتي هيدروجين من الإيثان. ويُطلق على التفاعل الذي يتم فيه حذف ذرتي هيدروجين اسم **تفاعل نزع الهيدروجين**. لاحظ أن ذرتي الهيدروجين تكونان جزئي غاز الهيدروجين.



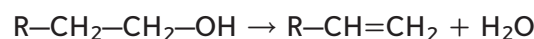
يمكن أن يخضع هاليد الألكيل لتفاعلات الحذف لإنتاج ألكين وهاليد الهيدروجين. كما هو موضح هنا.



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.



وُكُتِبَ الصيغة العامة لتفاعل نزع الماء كما يلي.



الجدول 12 ملخص تفاعلات الإضافة

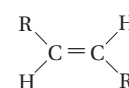
الألكين المتفاعل	المادة المتفاعلة بالإضافة	النتائج
	الماء	الكحول
	الهيدروجين (الهدرجة)	الألكان
	هاليد الهيدروجين	هاليد الألكيل
	الهالوجين	ثنائي هاليد الألكيل

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.

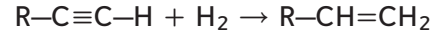
يُطلق على التفاعل الذي يتضمن إضافة هيدروجين إلى الذرات المرتبطة برابطة ثنائية أو ثلاثية اسم **تفاعل الهدرجة**، حيث يتفاعل جزيء واحد من H_2 ليعمل على هدرجة كل رابطة ثنائية في الجزيء بشكل كامل. وعند إضافة H_2 إلى الرابطة الثنائية في الألكين، يتحول الألكين إلى ألكان.

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

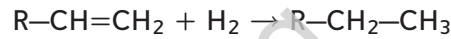


تحتاج غالبًا إلى العوامل الحفازة في هدرجة الألكينات، لأن طاقة تنشيط التفاعل تكون كبيرة جدًا من دونها. فتوفر العوامل الحفازة مثل مسحوق البلاتين أو البلاتيوم سطحًا يعمل على امتصاص المواد المتفاعلة ويجعل إلكتروناتها متوفرة بشكل أكبر لترتبط مع الذرات الأخرى.

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

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 (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

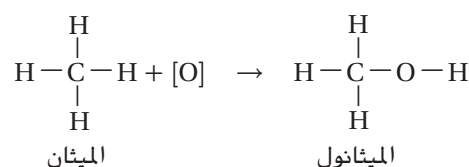
يُظهر الجدول الموجود على اليمين بعض البيانات التجريبية.

التفكير الناقد

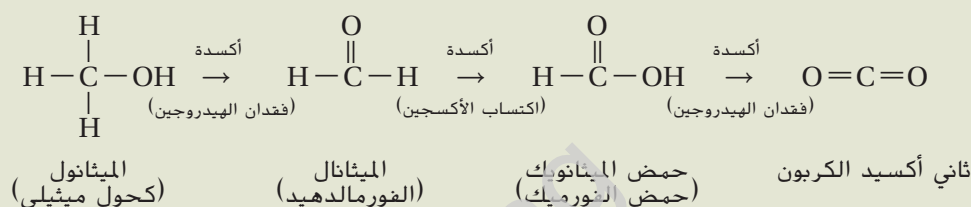
1. احسب النسبة المئوية لكل تجربة في الجدول.
2. قيم ما التجربة أو التجارب التي نتج عنها أعلى نسبة من أيزومرات (trans) (لأحماض الدهنية وأقل نسبة من أيزومرات (cis) (لحمض الأوليك؟

الجدول 13 تفاعلات الأكسدة-الاختزال

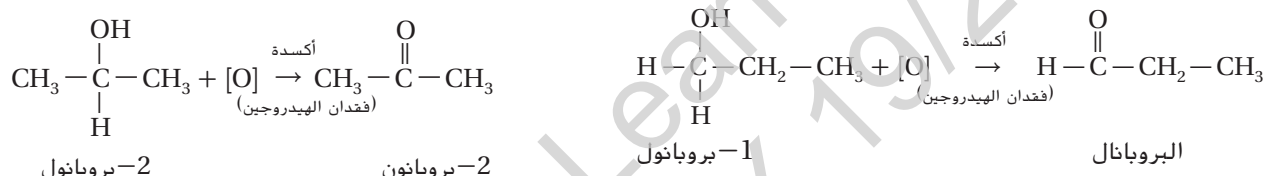
أكسدة الألكان إلى كحول



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 ميثانوات 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 وكيثونات 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 الحارّد 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.

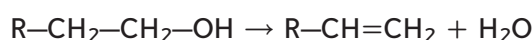
توقع نواتج التفاعلات العضوية

يمكن استخدام المعادلات العامة التي تمثّل أنواع التفاعلات العضوية التي تعلّمتها، 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.

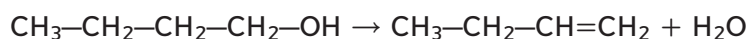
■ **الشكل 15** يعتمد الناس حول العالم على أكسدة المركّبات الهيدروكربونية للوصول إلى العمل ونقل المنتجات.



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 للبنتين 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 مطوبتك.

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.

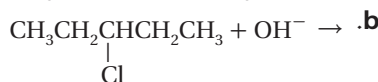
18. **الغرفة الرئيسية** صنّف كل تفاعل كاستبدال أو حذف أو إضافة أو تكثيف.



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 الرئيسة 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 اللؤلؤ 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 بواسطة 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 يستخدم في أجهزة الأفران وأجهزة الوقود. ومنذ العام 1909، طُوّرت المئات من البوليمرات الصناعية الأخرى. وبسبب التوسع الهائل في نطاق استخدام البوليمرات، قد يُخلّق الناس على هذا الزمن "عصر البوليمرات".

الأسئلة الرئيسة

- 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

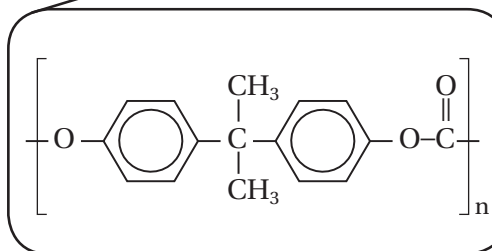
البلمرة بالتكثيف

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 الرئيسية 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 بلمرة الإيثين تحت ضغط معين. كما يُمكن صناعة جليكول الإيثيلين من الإيثين، وهو المكوّن الأولي لمادة البولي إيثيلين رباعي فثالات (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

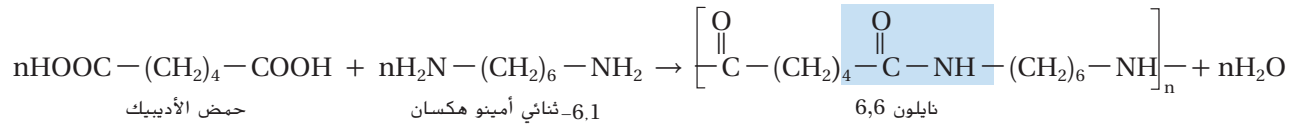
1860

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 ويمود 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 أميد 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	$\cdots - \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array} \right]_n \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array} \cdots$ بولي كلوريد الفينيل
بولي أكريلونيتريل	أقمشة الملابس ومواد التنجيد والسجاد	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{C} \equiv \text{N} \end{array} \right]_n$
بولي فينيلدين كلوريد	تغليف الأطعمة، لأقمشة	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array} \right]_n$
بولي ميثيل ميثاكريلات	(زجاج الأكرليك) "غير قابل للكسر" للنوافذ، عدسات غير مكلفة، التحف الفنية	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$
بولي بروبيلين (PP)	عبوات المشروبات، الحبال، الشبكات، أدوات المطبخ	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$
البوليستيرين (PS) وبلاستيك الستايرين	رغوة التغليف والعزل وأصص النبات وعبوات الأطعمة المخصصة للاستعمال مرة واحدة وعمل النماذج	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{H} \end{array} \right]_n$
بولي إيثيلين رباعي فتالات (PETE)	زجاجات المشروبات الغازية، أسلاك الإطارات، الملابس، أشرطة التسجيل، الأدوات البديلة للأوعية الدموية	$\left[\text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$
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 للقديمة 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 الفولاذ. 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 الميَّنة 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.

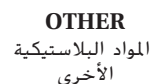
تنقسم البوليمرات إلى فئتين مختلفتين، بناءً على خصائص انصهارها. بوليمر **البلاستيك الحراري** هو الذي يُمكن صهره وتشكيله عدة مرات إلى أشكال ثابتة عند التبريد. يُعدّ كل من البولي إيثيلين والنايلون أمثلة على بوليمرات البلاستيك الحراري.

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

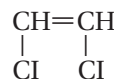
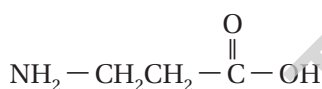
المقطع **thermo-** مشتق من الكلمة اليونانية **therme** التي تعني الحرارة؛ والمقطع **plastic** مشتق من الكلمة اليونانية **plastikos** التي تعني قولبة أو تشكيل



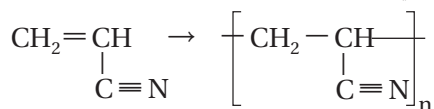
■ الشكل 21 تساعد الرموز الموجودة على المنتجات البلاستيكية في إعادة التدوير لأنها تحدّد مكوناتها.

قدم أفكارك الذكية لإبتكار طريقة لإنتاج الماء؟ حدد أين سوف تذهب؟ وكيف ستعمل؟من ماذا سيكون مصنوع ؟ في ماذا سوف تستخدم الماء التي تجمعها؟

22. **النقطة الرابعة** ارسم الصيغة البنائية للبوليمر الذي يمكن أن ينتج من كل المونومرات التالية باستخدام الطريقة المذكورة.

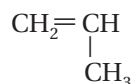


23. سَمِّ تفاعل البلمرة التالي إمَّا إضافة أو تكاثفًا. اشرح إجابتك.



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.



- 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.

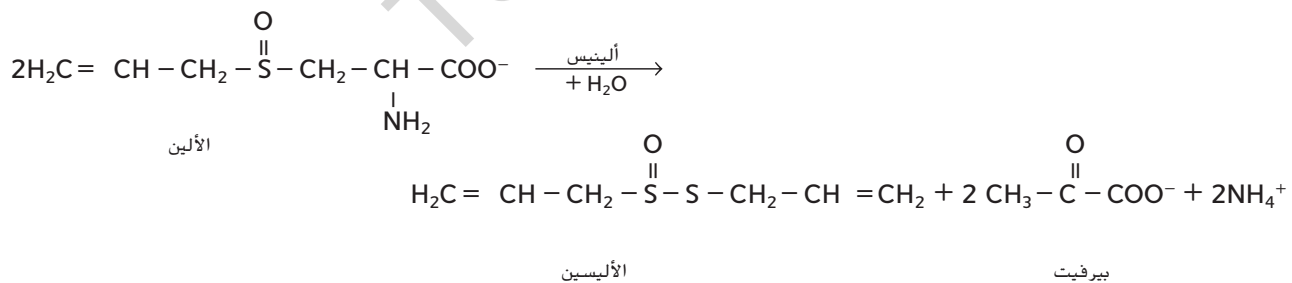
التقصي عن مستقبلات الألم في حين أنه من المثير معرفة سبب الإحساس بالألم عند تذوق الثوم، إلا أن فهم كيفية تسبب الأليسين بإحساس الألم أكثر إثارة وفائدة. يأمل الباحثون في أن يصلوا إلى فهم أعمق لكيفية عمل هذه المستقبلات من أجل اكتشاف طرائق جديدة للتحكم بالألم المزمن عند المرضى.

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 تستشعر الخلايا 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

احتياطات السلامة



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

خطوات العمل

1. ناقش إرشادات الأمن والسلامة لهذا التجربة قبل بدء العمل.
2. ارسم جدولاً لتسجيل البيانات.
3. اقطع خمس شرائط من المناديل بعرض 2 cm وطول 6 cm.
4. 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.
5. لف شريط منديل حول مستودع مقياس الحرارة، واربطها بسلك الربط.
6. اطلب إلى أحد الطلاب ضبط ساعة الايقاف وقراءة الثيرموميتر، وإلى طالب آخر أن يضيف السوائل المراد اختبارها باستخدام الماصة.
7. 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.
8. 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.

9. كرّر الخطوات من 5-8 لكل كحول من الكحولات الثلاثة: الميثانول والإيثانول و 2-بروبانول.

10. احصل على درجة حرارة الغرفة ومقدار الرطوبة من معلمك.

11. التنظيف والتخلص من النفايات ضع المناديل المستخدمة في سلة المهملات. ويمكن إعادة استخدام الماصات بعد غسلها وتنشيفها.

التحليل والاستنتاج

1. **الملاحظة والاستنتاج** ما الذي يمكن استنتاجه من العلاقة بين انتقال الحرارة والتغيرات في درجة الحرارة التي لاحظتها؟
2. **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؟
3. **قارن** قارن بين الحجم الجزيئي للكحول من حيث عدد ذرات الكربون في سلسلة الكربون وسرعة تبخر الكحول.
4. **الملاحظة والاستنتاج** قارن بياناتك مع بيانات زملائك. واستنتج سبب اختلافها.
5. **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.

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

المفكرة 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

المفكرة 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

المفكرة 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	تفاعل نزع الهيدروجين
dehydration reaction	تفاعل نزع الماء
addition reaction	تفاعل الإضافة
hydration reaction	تفاعل إضافة الماء
hydrogenation reaction	تفاعل الهدرجة

المفكرة 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

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

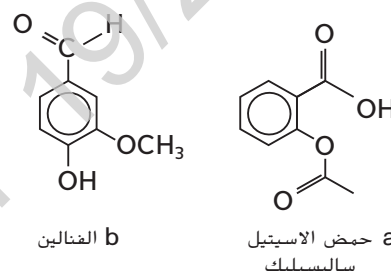
- تعد البولييمرات بأنها جزيئات كبيرة تشكلت من خلال دمج جزيئات أصغر تسمى المونومر.
- تم تجميع البولييمرات من خلال تفاعل الإضافة أو التكثيف.
- يمكن استخدام المجموعات الوظيفية الموجودة في البولييمرات للتنبؤ بخصائص البوليمر.

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 الأمينات 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.

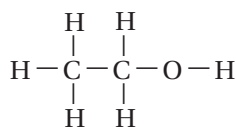
إتقان حل المسائل



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 كتليتهما 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

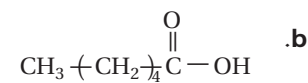
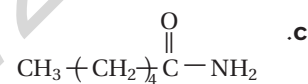
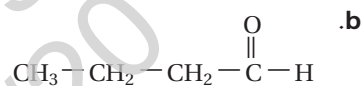
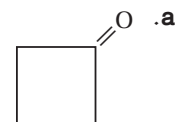
d. أوكتان أميد

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 ← الكان

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؟ فسّر إجابتك.

إتقان حل المسائل

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

a. بولي إيثيلين

b. بولي فينيل كلوريد (PVC)

c. بولي رباعي فلورو إيثيلين (PTFE)

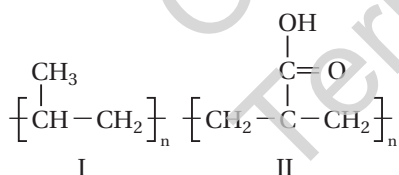
57. سمّ البوليمرات المصنوعة من المؤشرات الآتية:

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

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

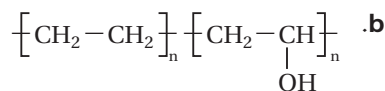
58. حدد البوليمر في كل من الأزواج الذي تتوقع أنه يمتلك قابلية ذوبان أعلى في الماء.

a.



I

II



b.

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

تم تصنيع كل منها عن طريق البلمرة بالإضافة أم بالتكثيف.

a. النايلون

b. البولي أكريلونيتريل

c. البولي يور إيثان

d. البولي بروبيلين

60. الهرمونات البشرية: أي من الهالوجينات تم العثور عليها

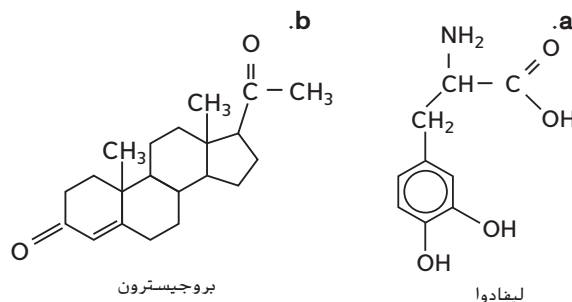
في الهرمونات التي تنتجها الغدة الدرقية للإنسان الطبيعي؟

مراجعة عامة

61. صف خصائص الأحماض الكربوكسيلية.
62. ارسـم الصيغ البنائية للمركبات الآتية:
 - a. بيوتانون
 - b. بروبانال
 - c. حمض الهكسانويك
 - d. هيبـتاناميد
63. سـمّ نوع المركب العضوي الناتج عن كل من التفاعلات التالية:
 - a. الحذف من الكحول
 - b. 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 فينيل كلوريد
65. ارسـم وسمّ 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 الهيدروفلور ألكانات (HFAs) محل مركبات الكلوروفلوروكربون في بخاخات معالجة الربو والأمراض التنفسية، وذلك بسبب ضرر مركبات الكلوروفلوروكربون لطبقة الأوزون. ارسـم تركيبات الهيدروفلور ألكانات المدرجة أدناه.
 - a. 3,3,3,2,1,1,1-سباعي فلورو بروبان
 - b. 2,1,1,1-رباعي فلورو إيثان

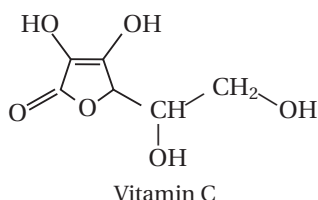
التفكير الناقد

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



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، وسمّ كل منها.
 - a. C_3H_8O
 - b. $C_2H_4Cl_2$



الشكل 24

70. **فسّر الصور والرسومات 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 الموضّح في الشكل 24.
71. **حدد:** ارسـم الصيغة البائية لجزيء عضوي مكون من أربع ذرات كربون وينتمي لكل من الأنواع التالية:
 - a. إستر
 - b. ألكين
 - 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

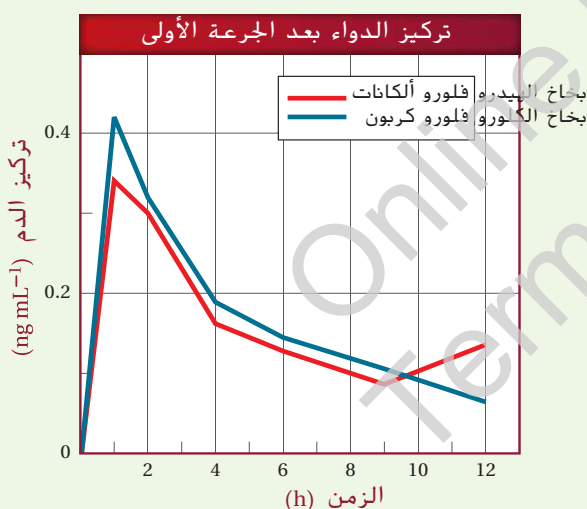
82. **المنظور التاريخي:** اكتب قصة قصيرة تصف كيف كانت ستختلف حياتك إذا كنت تعيش في بدايات القرن التاسع عشر، وقبل تطوير البوليمرات الصناعية.

DBQ أسئلة حول المستندات

قوة دفع الدواء: تحتوي العديد من الأدوية المستخدمة لعلاج الربو على مركبات الكلوروفلوروكربون. وبسبب ذلك، دعا بروتوكول مونتريال لقرض حظر على استعمال مركبات الكلوروفلوروكربون كمواد دافعة في الأدوية بحلول عام 2008. واستبدالها بمواد الهيدرو فلورو 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؟

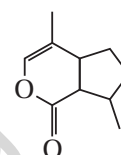
84. متى يصل الدواء إلى أعلى تركيز له؟

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.

البترول ← 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، وسخفه، ولعقه، والقفز من عليه، ثم الخرخرة بصوت عال، والتذمر، والمواء لعدة دقائق قبل أن تفقد اهتمامها به. تحتاج النطة 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 رسم 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

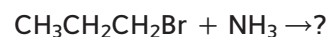
79. ما الخطوة المحددة للتفاعل؟

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.

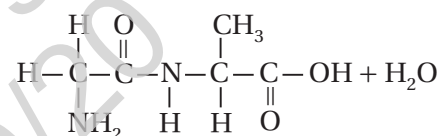
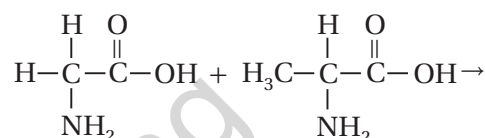
الاختبار من متعدد

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

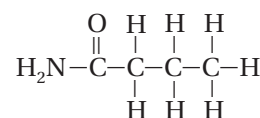
3. ما أعداد الأكسدة للعناصر في CuSO_4 ؟

- 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 نموذج 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 فقدًا للإلكترونات بسهولة من الحديد.

5. ما نوع المركب الذي يمثله هذا الجزيء؟

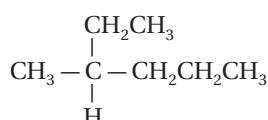


- A. أمين
 B. أميد
 C. إستر
 D. إيثر

6. يعد حمض السكسينيك ثنائي البروتون ($\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$) جزء مهم 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 قطبًا موجبًا 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

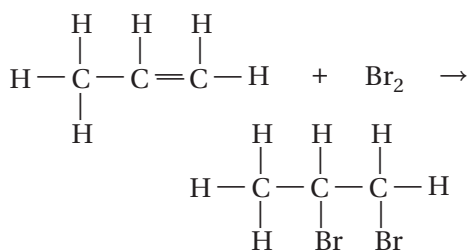
11. ما المشتقات الهيدروكربونية التي لها الصيغة العامة R-OH ؟

- 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.

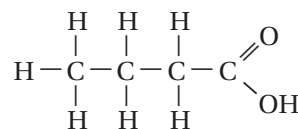
البيانات التجريبية من أجل $A + B \rightarrow C$			
الزمن	$[A]M$	$[B]M$	$[C]M$
0.00 sec	0.35	0.50	0.00
5.00 sec	0.15	0.30	0.40

18. ما سرعة هذا التفاعل من حيث الناتج المتكون $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ؟

- A.** $0.40 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
B. $0.85 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
C. $0.08 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
D. $0.17 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$
E. $0.93 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم الشكل بالأسفل للإجابة عن السؤالين 12 و 13.

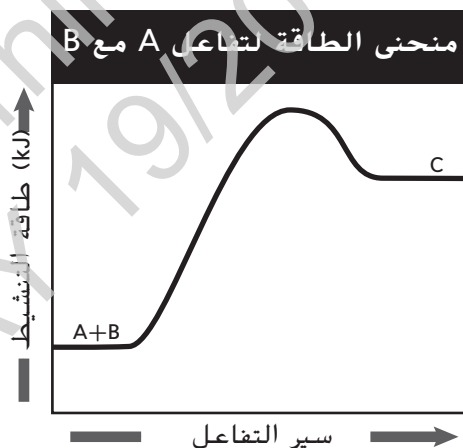


12. ما المجموعة الوظيفية الموجودة في هذا المركب؟

13. اذكر اسم المركب.

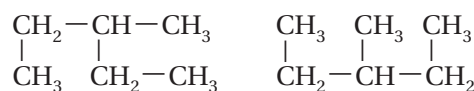
أسئلة ذات إجابات مفتوحة

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.

Online Learning
Term 3 AY 19/20

شكر و تقدير

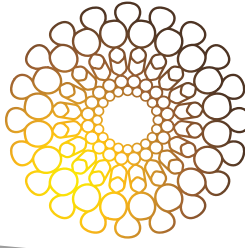
نسخة الطلاب

Photo: v Leksele/Shutterstock.com; vi (t-b)courtesy of Thandi Buthelezi, (2)courtesy of Laurel Dingrando, (3)courtesy of Nicholas Hainen, (4)Dinah Zike; x Charles D. Winters/Science Source; xiii Aumm graphixphoto/Shutterstock.com; 270–271 Bear Dancer Studios/Mark Dierker; 272 Panorama Media (Beijing)Ltd./Alamy Stock Photo; 273 A. T. Willett/Alamy Stock Photo; 276 ©Keith Dannemiller/Alamy Stock Photo; 277 Rachel Epstein/Photo Edit; 280 (l)McGraw-Hill Education, (r)Rodger Tamblyn/Alamy; 285 Robin Nelson/Photo Edit; 290 Design Pics/David Chapman; 292 ©Paul A. Souders/CORBIS; 295 (l)©Ingram Publishing/SuperStock, (r)XiXinXing/Shutterstock.com; 298 Glow Images; 300 (tl)©Royalty-Free/CORBIS; (tr)Stephen Barnes/Science/Alamy, (bl)Tom Gowanlock/Shutterstock.com, (br)©Colin Garratt; Milepost 92 ½/CORBIS; 302 mcphoto/age fotostock; 304 Matt Meadows; 312–313 imagebroker/Alamy; 314 Matt Meadows/McGraw-Hill Education; 315 David Hoffman Photo Library/Alamy Stock Photo; 317 ©DK Limited/CORBIS; 318 Polina Petrenko/Shutterstock.com; 319 Everett Historical/Shutterstock.com; 325 Bill Aron/PhotoEdit; 326 Norm Thomas/Science Source; 327 (l)Pixtal/age fotostock, (r)©J.Garcia/photocuisine/CORBIS; 330 Cordelia Molloy/Science Source; 331 Chuck Franklin/Alamy Stock Photo; 335 (t)NASA/ESA/STScI/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Science Source, (b)XXLPhoto/Shutterstock.com; 337 Peter Smith/Alamy; 338 (t)Myrleen Ferguson Cate/PhotoEdit, (b)VICTOR DE SCHWANBERG/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Photo Researchers Inc; 339 Danita Delimont/Alamy Stock Photo; 340 (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; 341 DAVID R. FRAZIER Photolibrary, Inc.; 343 Image Source; 344 Matt Meadows/McGraw-Hill Education; COV Sanjatosi/Shutterstock.com; EH01 Sorin Colac/Shutterstock.com; EH03 (l-r, t-b)Charles D. Winters/Science Source, (2)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, (3)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, (4)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, Inc., (5)Andrew Lambert Photography/Science Source, (6)McGraw-Hill Education, (7)Bettmann/CORBIS, (8)Dung Vo Trung/CORBIS, (9)©Medical Body Scans/Science Source; EH04 (l)Matt Meadows/McGraw-Hill Education, (r)SPL/Science Source; EH05 European Southern Observatory/Science Source; EH06 Stephen Frisch/McGraw-Hill Education; EH07 (l-r)Philip Evans/Moment/Getty Images, (2)©Lester V. Bergman/CORBIS, (3)JERRY MASON/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Science Source, (4)JERRY MASON/SCIENCE PHOTO LIBRARY/Science Source, (5)David Taylor/Science Source; EH08 (t)©NASA/epa/CORBIS, (b)McGraw-Hill Education; EH09 PATICIA LOPEZ Notimex/Newscom; EH10 Charles D. Winters/Science Source; EH11 (cl)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, (l)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, (cr)Andrew Lambert Photography/Photo Researchers, Inc., (r)Andrew Lambert Photography/Science Source; EH12 (t)NG Images/Alamy, (r)Mark A. Schneider/Science Source; EH13 (t)©Studio Photogram/Alamy, (b)Rebecca Cook/CORBIS; EH14 (t)Dung Vo Trung/CORBIS, (b)©Medical Body Scans/Science Source; EH15 (l)Bettmann/CORBIS, (r)McGraw-Hill Education; EH16 Cordelia Molloy/Science Photo Library/Photo Researchers; EH17 Martyn F. Chillmaid/Science Source; EH18 Colin Walton/Alamy Stock Photo; EH19 (t)Roger Harris/Science Source, (c)Eye of Science/Science Source, (b)Kalicoba/Alamy Stock Photo; EH20 (t)Ingram Publishing,

(b)Theodore Clutter/Science Source; EH21 (t)SGO/age fotostock, (b)Science Source; EH24 (t)McGraw-Hill Education, (cl)Eye of Science/Science Source, (cr)2/Howard Kingsnorth/Ocean/CORBIS; (b)McGraw-Hill Education; EH25 (t)Judith Collins/Alamy Stock Photo, (b)Charing Cross Hospital/Science Source; EH26 Andrew Lambert Photography/Science Photo Library/Photo Researchers; EH27 David Taylor/Science Source; EH28 (tl)Adrian Mutitt/Alamy, (tr)Chemical Design/Science Source, (b)Dr. Tim Evans/Science Source; EH29 gabes1976/iStock/Getty Images; EH30 (t)Everett Collection Inc./age fotostock, (c)GOODSHOOT - Jupiter Images FRANCE/Alamy Stock Photo; (b)agf photo/SuperStock; EH31 ©Chinch Gryniewicz; Ecoscene/CORBIS; EH33 Matt Meadows/McGraw-Hill Education; EH34 (t)Inga Spence/Science Source, (c)Dr. P. Marazzi/Science Source, (b)Joe Belanger/iStock/Getty Images; EH35 (t)Ingram Publishing/Fotosearch, (bl)McGraw Hill Education, (br)McGraw Hill Education; EH37 ©Bob Rowan/Progressive Image/CORBIS; EH38 (t)Szasz-Fabian Jozsef/Shutterstock.com, (b)Glow Images/Alamy Stock Photo; EH39 Leslie Garland Picture Library/Alamy Stock Photo; EH41 Andrew Lambert Photography/Science Photo Library/Photo Researchers; EH42 Isolated Products (John Boud)/Alamy; EH44 (r)Charles D. Winters/Science Source; EH-44 (l)NOAO/AURA/NSF; EH45 (t)©epa/CORBIS; (bl)PhotoDisc/Getty Images, (br)PHOTOTAKE Inc./Alamy Stock Photo; EM Courtesy of the United Arab Emirates Ministry of Education; MH02 (l)Daniele Pellegrini/Science Source, (r)Chris Bjornberg/Science Source; MH03 (t)rangizzz © 123RF.com, (b)Suttha Burawonk/Shutterstock.com; MH08 (t)Matt Meadows, (b)Matt Meadows; MH12 ABN Stock Images/Alamy Stock Photo; MH14 Matt Meadows; MH15 Bill Aron/Photo Edit; MH20 Matt Meadows; MH21 Elena Rooraid/Photo Edit; MH23 Geoff Butler.

إكسبو 2020 دبي الإمارات العربية المتحدة والعلوم



تحت شعار تواصل العقول وصنع المستقبل، حظيت دولة الإمارات العربية المتحدة بشرف استضافة إكسبو 2020 دبي، وهذه هي المرة الأولى التي يقام فيها إكسبو دولي في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا وجنوب آسيا، وتعتبر معارض إكسبو الدولية من أكبر وأهم الأحداث في العالم، وذلك منذ أول معرض في العام 1851 الذي عُرف باسم المعرض العظيم.



ابحث في الموقع الإلكتروني لإكسبو 2020 دبي عن مهنة المستقبل، ثم اقم مع مجموعة من زملائك جلسة عصف ذهني للوصول إلى نتيجة عن المهن المستقبلية لكم.



حان الوقت لتتعرف
على فرص المستقبل!

Online Learning
Term 3 AY 19/20

الجدول الدوري للعناصر

1	2	3	4	5	6	7	8	9
هيدروجين 1 H 1.008								
ليثيوم 3 Li 6.941	بيريليوم 4 Be 9.012							
صوديوم 11 Na 22.990	مغنيسيوم 12 Mg 24.305							
بوتاسيوم 19 K 39.098	كالسيوم 20 Ca 40.078	سكانديوم 21 Sc 44.956	تيتانيوم 22 Ti 47.867	فناديوم 23 V 50.942	كروم 24 Cr 51.996	منجنيز 25 Mn 54.938	حديد 26 Fe 55.847	كوبلت 27 Co 58.933
روبيديوم 37 Rb 85.468	سترانشيوم 38 Sr 87.62	يتريوم 39 Y 88.906	زيركونيوم 40 Zr 91.224	نيوبيوم 41 Nb 92.906	موليبدينوم 42 Mo 95.94	تكنيتيوم 43 Tc (98)	روثينيوم 44 Ru 101.07	روديوم 45 Rh 102.906
سيزيوم 55 Cs 132.905	باريوم 56 Ba 137.327	لانثانوم 57 La 138.905	هافنيوم 72 Hf 178.49	تانتاليوم 73 Ta 180.948	تنجستن 74 W 183.84	رنيوم 75 Re 186.207	اوزميوم 76 Os 190.23	إيريديوم 77 Ir 192.217
فرانسيوم 87 Fr (223)	راديوم 88 Ra (226)	أكتينيوم 89 Ac (227)	رذرفورديوم 104 Rf (261)	دبنيوم 105 Db (262)	سيبورجيم 106 Sg (266)	بوريوم 107 Bh (264)	هاسيوم 108 Hs (277)	مايتيريوم 109 Mt (268)

العدد بين الأقواس هو رقم الكتلة الخاص بأطول النظائر عمراً لذلك العنصر.

مجموعة اللانثيدات	سيريوم 58  Ce 140.115	براسوديميوم 59  Pr 140.908	نيوديميوم 60  Nd 144.242	بروميتيوم 61  Pm (145)	ساماريوم 62  Sm 150.36	يوروبيوم 63  Eu 151.965
مجموعة الأكتينيدات	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	
									هيليوم 2 He 4.003	
			13	14	15	16	17			
			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		
			ألنيوم 13 Al 26.982	سيلكون 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	زئنيخ 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)	رونثجينيوم 111 Rg (272)	كوبرنيسيوم 112 Cn (285)	أونوترنيوم 113 Uut (284)	أونو كوادريوم 114 Fl (289)	أونو بينتيوم 115 Uup (288)	ليفرموريوم 116 Lv (293)	أونو سبتيوم 117 Uus (294)	أونو أوكتيوم 118 Uuo (294)		

Online Learning
Term 3 AY 19/20

مركز اتصال وزارة التربية والتعليم
اقتراح - استفسار - شكوى



80051115



04-2176855



ccc.moe@moe.gov.ae



www.moe.gov.ae

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم. لايسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات، أو نقله بأي شكل من الأشكال، من دون إذن مسبق من الناشر.