دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

الدرس السابع

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة

4

الألكانات والألكينات

Alkanes and Alkenes

اللدائن "البلاستيك" مواد شائعة ومفيدة جدًّا. تتكون عادة ببلمرة جزيئات الألكينات غير المشبعة.

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، سوف تكون قادرًا على أن:

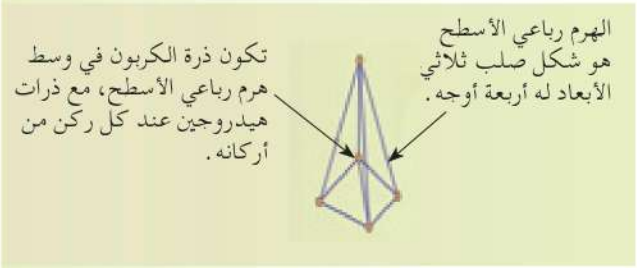
- ✔ **تصف** السلسلة المتجانسة كمجموعة مركبات عضوية لها صيغة عامة، وخواص كيميائية متشابهة، وتظهر تدرجًا في الخواص الفيزيائية.
- ✔ **تصف** الألكانات كسلسلة متجانسة من الهيدروكربونات المشبعة ذات صيغة عامة C_nH_{2n+2}.
- ✔ **ترسم** تركيب الألكانات المتفرعة وغير المتفرعة C_1 إلى C_4، وتعنون الألكانات غير المتفرعة؛ ميثان إلى بيوتان.
- ✔ **تعرف** التشكل (التزامر أو تساوي التركيب الجزيئي)، وتكشف عن هوية الأيزومرات (مركب يتصف بتساوى التركيب مع مركب آخر).
- ✔ **تصف** خواص الألكانات (الميثان كمثال) بكونها غير فعالة عدا بدلالة تفاعلي الاشتعال والاستبدال بالكلور.
- ✔ **تصف** الألكينات كسلسلة متجانسة من الهيدروكربونات غير المشبعة لها صيغة عامة C_nH_{2n}.
- ✔ **ترسم** تركيب الألكينات المتفرعة وغير المتفرعة C_2 إلى C_4، وتعنون الألكينات غير المتفرعة؛ إيثين إلى بيوتين.
- ✔ **تصف** صناعة الألكينات والهيدروجين بتكسير الهيدروكربونات.
- ✔ **تصف** الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة من تركيبها الجزيئي، وباستخدام البروم المائي.
- ✔ **تصف** خواص الألكينات (الإيثين كمثال) بدلالة تفاعلي الاحتراق والإضافة.
- ✔ **تذكر** معنى مصطلح البولي غير المشبع عند استخدامه مع منتجات الغذاء.
- ✔ **تصف** تصنيع السمن النباتي بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت النباتية غير المشبعة لتكوين منتج صلب.
- ✔ **تصف** تكوين البولي إيثين من الإيثين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

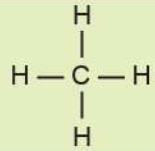
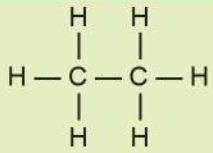
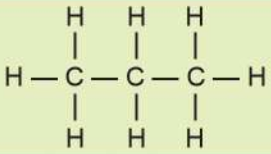
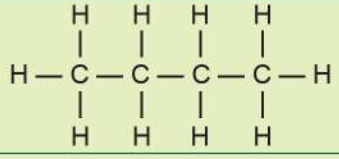
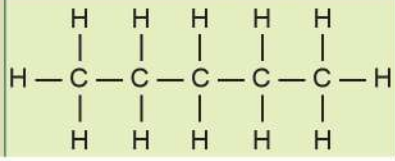
1-4 الألكانات: هيدروكربونات مشبعة
Alkanes: Saturated Hydrocarbons

الجزيئات العضوية الأبسط هي الهيدروكربونات، وتكون جميع الهيدروكربونات تساهمية الرابطة. **الألكانات** إحدى مجموعات الهيدروكربونات، ويسمى العضو الأول من هذه المجموعة **ميثان** وصيغته الجزيئية CH_4. وككل جزيئات الألكانات هو ثلاثي الأبعاد، حيث تحاط ذرة الكربون من الجهات الأربع بأربع ذرات هيدروجين (انظر شكل 4-1).

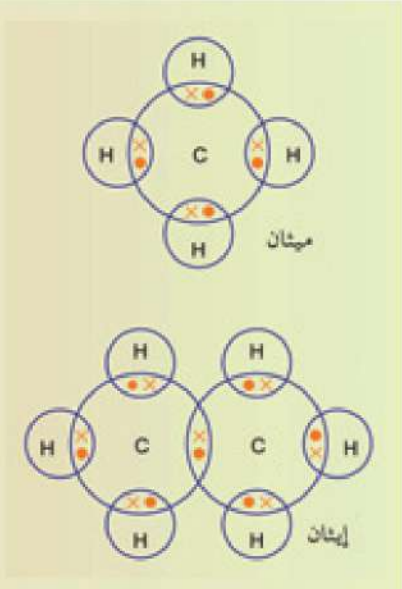
ونبين **الصيغة البنائية** للجزيء كما لو كان مسطحًا وذا بعدين بسبب صعوبة رسم البنية ثلاثية الأبعاد. يبين جدول 1 الصيغ البنائية لأول خمسة أعضاء من عائلة الألكانات.



شكل 4-1 التركيب الصحيح للميثان

الألكان	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	درجة الغليان	الحالة
ميثان	CH_4		-161°س	غاز
إيثان	C_2H_6		-89°س	غاز
بروبان	C_3H_8		-42°م	غاز
بيوتان	C_4H_{10}		-1°س	غاز
بنتان	C_5H_{12}		+36°س	سائل

جدول 1 هيدروكربونات ألكانية



شكل 4-2 الروابط التساهمية في الميثان والإيثان. بما أن الألكانات مركبات تساهمية فإن لها درجات غليان منخفضة. معظم الألكانات غازات أو سوائل عند درجة حرارة الغرفة.

يقال إن الألكانات **مركبات مشبعة** لأن كل ذرة كربون في جزيء ألكان تستخدم جميع إلكترونات التكافؤ الخاصة بها (الموجودة في الغلاف الخارجي) في تكوين روابط تساهمية **أحادية** مع أربع ذرات أخرى.

الجزيء العضوي **المشبع** هو الذي لا يحتوي إلا على روابط كربون – كربون تساهمية أحادية.

الميثان، والإيثان، والبروبان، والبيوتان، والبنتان جزيئات مشبعة؛ أي أنه عند جمع عدد الذرات حول كل ذرة كربون (انظر جدول 1)، تجد في كل مرة المجموع أربع ذرات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويتضح أيضًا من (جدول 1) أن جزيء كل عضو من عائلة الألكانات يزيد ذرة كربون وذرتين هيدروجين على العضو الذي يسبقه في السلسلة. ويمكن في الحقيقة تمثيل أعضاء تلك العائلة بالصيغة العامة C_nH_{2n+2}، حيث n عدد صحيح (مثل 1، 2، 3 .... إلخ). ويمثل عدد ذرات الكربون في الجزيء ويكوّن أعضاء الألكانات معًا **سلسلة متجانسة**، يشترك أعضاؤها في خواص عامة معينة.

- لها نفس الصيغة العامة (C_nH_{2n+2} للألكانات) ويختلف كل عضوين متتاليين عن بعضهما بمقدار CH_2.
- يمكن تكوينهم بطرق متشابهة.
- لها خواص فيزيائية توضح التغير التدريجي كلما اتجهنا أسفل السلسلة.
- لها خواص كيميائية متشابهة جدًّا لكل عضو.

شكل 4-3 عائلة الهيدروكربون

تكوّن أيضًا عائلات الهيدروكربونات الأخرى تلك السلاسل المتجانسة. **الألكينات** لها صيغة عامة C_nH_{2n}، و**الألكاينات** C_nH_{2n-2} (انظر جدول 4).

	ألكانات (C_nH_{2n+2})	ألكينات (C_nH_{2n})	ألكاينات (C_nH_{2n-2})
$n = 1$	CH_4 (ميثان)		
$n = 2$	C_2H_6 (إيثان)	C_2H_4 (إيثين)	C_2H_2 (إيثاين)
$n = 3$	C_3H_8 (بروبان)	C_3H_6 (بروبين)	C_3H_4 (بروباين)
$n = 4$	C_4H_{10} (بيوتان)	C_4H_8 (بيوتين)	C_4H_6 (بيوتاين)

جدول 2 سلسلة متجانسة

2-4 خواص الألكانات Properties of Alkanes

تعتبر بصفة عامة الألكانات غير فعالة (نشطة) لأن روابطها C-C، و C-H تكون قوية للغاية، وهي لا تتفاعل مع الأحماض، أو القلويات، أو الفلزات، أو العوامل المؤكسدة. قد يبدو مفاجئًا عدم تفاعل البنزين (أوكتان C_8H_{18}) مع حمض الكبريتيك المركز، أو فلز الصوديوم، أو برمنجانات بوتاسيوم.

اختبر فهمك 1

(1) إذا كانت الكتلة الذرية النسبية للكربون (A_r) هي 12 والهيدروجين 1، أكمل الجدول التالي بملء الكتلة الجزيئية النسبية (M_r) لكل جزيء ألكان.

الألكان	الصيغة	M_r	درجة الغليان °س
ميثان	CH_4		162-
إيثان	C_2H_6		89-
بروبان	C_3H_8		42-
بيوتان	C_4H_{10}		1-
بنتان	C_5H_{12}		36+
هكسان	C_6H_{14}		69+

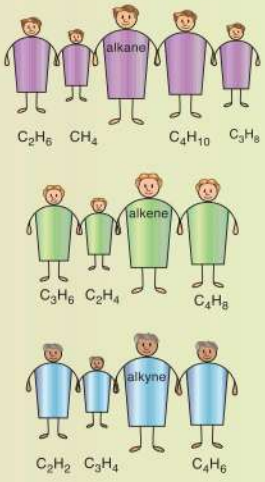
(2) مستخدمًا الجدول المكتمل، مثل بيانيًّا بين درجة الغليان (المحور ص) مقابل M_r (المحور س).

(3) ماذا يوضح ذلك المنحنى؟

(4) ما الألكان الذي يكون سائلًا أولًا عند درجة حرارة الغرفة؟

(5) إذا كنت تُخَيِّم في قُطر بارد وطرأ صقيع شديد أثناء الليل. ماذا يحدث لسخان الغاز (بيوتان) الذي معك؟ برر إجابتك.

(6) لماذا يفضل مقاولو البناء استخدام البروباجاز (البروبان) بدلًا من البيوتان في مواقع البناء؟



شكل 4-4 سلاسل متجانسة مختلفة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

درجات الغليان

تزيد تدريجيًّا درجة الغليان كلما كبر الجزيء (انظر جدول 1) . الأعضاء الأربعة الأول في السلسلة غازات، ودرجات غليانها أقل من درجة حرارة الغرفة . البنتان C_5H_{12} أول سائل ودرجة غليانه $+36^\circ$س . ولكي يصبح أي ألكان صلبًا شمعيًّا، يجب أن تكون درجة انصهاره أعلى من درجة حرارة الغرفة . أول عضو صلب في الألكانات هو رقم ست عشر في السلسلة المتجانسة (بمعنى $n = 16$ ومن ثم $C_nH_{2n+2} = C_{16}H_{34}$) .

الاحتراق

تحترق جميع الألكانات في وفرة من الهواء لتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء . الميثان هو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، وتنطلق كمية كبيرة من الحرارة عند احتراقه، ومن ثم فهو وقود جيد . وعند وجود كمية قليلة من الأكسجين، يُكوِّن أيضًا كربون (سناج)، وأول أكسيد كربون، وكذلك ثاني أكسيد كربون :

ميثان + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g)$$

يشيع استخدام البيوتان كغاز مخيمات (أنابيب)، ويسمى **بيوتان الوقود** . وهو يحترق أيضًا ليُكوِّن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء :

بيوتان + أكسجين ⟶ ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء

$$2C_4H_{10}\,(g) + 13O_2\,(g) \rightarrow 8CO_2\,(g) + 10H_2O\,(g)$$

شكل 4-5 يستخدم غاز البيوتان كغاز أنابيب للطهي

تفاعلات إحلالية (تبادلية)

يحدث ذلك النوع من التفاعلات فقط مع الهيدروكربونات المشبعة كالألكانات، ويتضمن إحلال ذرة بأخرى . فتتكون على سبيل المثال العديد من النواتج البديلة عند تفاعل الميثان مع غاز الكلور في ضوء الشمس :

كلوريد الهيدروجين + أحادي كلورو ميثان ⟵ كلور + ميثان

$$CH_4\,(g) + Cl_2\,(g) \longrightarrow CH_3Cl\,(g) + HCl\,(g)$$

كلوريد الهيدروجين + ثاني كلورو ميثان ⟵ كلور + أحادي كلورو ميثان

$$CH_3Cl\,(g) + Cl_2\,(g) \longrightarrow CH_2Cl_2\,(g) + HCl\,(g)$$

كلوريد الهيدروجين + ثالث كلورو ميثان ⟵ كلور + ثاني كلورو ميثان

$$CH_2Cl_2\,(g) + Cl_2\,(g) \rightarrow CHCl_3\,(\ell) + HCl\,(g)$$

كلوريد الهيدروجين + رابع كلورو ميثان ⟵ كلور + ثالث كلوروميثان

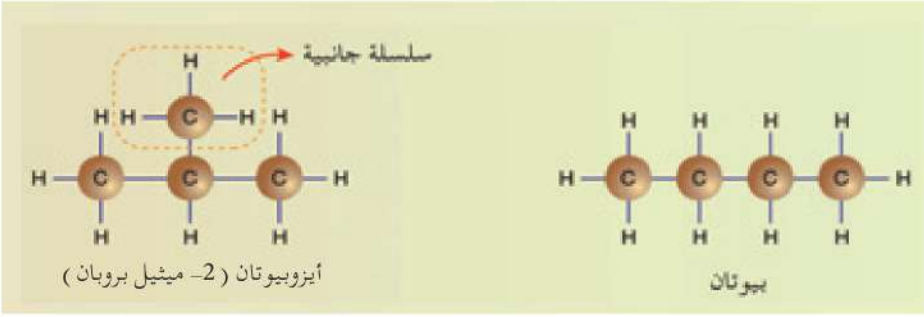
$$CHCl_3\,(\ell) + Cl_2\,(g) \rightarrow CCl_4\,(\ell) + HCl\,(g)$$

يشيع تسمية ثالث كلوروميثان **بالكلوروفورم** وهو مفيد جدًّا كمخدر . ويعتبر رابع كلوروميثان مذيبًا قيِّمًا، يستخدم في التنظيف الجاف لأنه سريع التطاير (يهرب بسهولة كبخار)، ومذيبًا جيدًا للشحوم والبقع .

التزامر (التشكل) : Isomerism

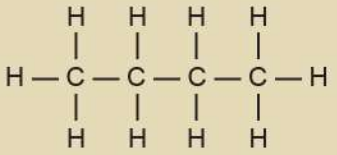
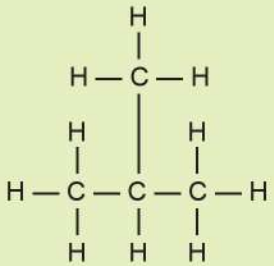
البيوتان هو العضو الأول في سلسلة الألكانات الذي يكتسب ظاهرة **التشكل** التي تحدث عند ترتيب الجزيء نفسه في ترتيبات بنائية مختلفة، ويحتفظ في نفس الوقت بصيغته الجزيئية من دون تغيير .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 4-6 متشكلات (أيزومرات) البيوتان

الصيغة الجزيئية **للأيزوبيوتان** هي نفس الصيغة الجزيئية للبيوتان C_4H_{10}، ولكن الأيزوبيوتان له **سلسلة جانبية** في حين البيوتان **سلسلته مستقيمة**. إنهما أيزومرات؛ لأن لهما تراكيب مختلفة، ولهما خواص فيزيائية مختلفة، ورغم ذلك يتفاعلان كيميائيًّا بنفس الطريقة.

	البيوتان	الأيزوبيوتان
الصيغة الجزيئية	C_4H_{10}	C_4H_{10}
الصيغة البنائية		
الكثافة	0.58 جم سم$^{-3}$	0.56 جم سم$^{-3}$
درجة الانصهار	-138°س	-160°س
درجة الغليان	-0.5°س	-11.7°س

جدول 3 متشكلات (أيزومرات) البيوتان

مراجعة سريعة

الألكانات

- الصيغة العامة C_nH_{2n+2}.
- سلاسل متجانسة للهيدروكربونات.
- تزداد درجات الغليان تدريجيًّا أسفل السلسلة (البنتان السائل الأول).
- نواتج الاحتراق هي ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء (في وفرة من الهواء).
- من البيوتان فصاعدًا، تكون الأشكال البنائية المختلفة ممكنة لنفس الجزيء، وتسمى بالمتشكلات (الأيزومرات).
- تحدث تفاعلات إحلالية للألكانات لأنها جزيئات مشبعة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا