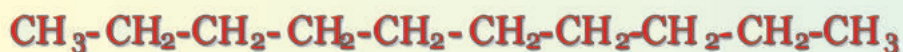
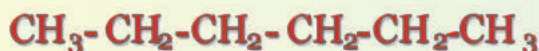
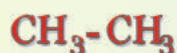


الباب الخامس

الكيمياء العضوية





الأهداف

- فى نهاية دراسة الطالب لباب الكيمياء العضوية ينبغى أن يكون قادراً على أن :
- يستنتج أن الكيمياء علم تجريبى .
 - يقارن بين المركبات العضوية وغير العضوية .
 - يميز بين الصيغ الجزيئية والصيغ البنائية .
 - يرسم متشكلات مختلفة للصيغة الجزيئية الواحدة .
 - يجرى تجربة للكشف عن الكربون والهيدروجين فى المواد العضوية .
 - يصنف الهيدروكربونات إلى أنواعها المختلفة .
 - يعرف تسمية المركبات العضوية بنظام الأيوباك .
 - يشرح طرق تحضير الهيدروكربونات ويكتب معادلات التفاعل ويرسم أجهزة التحضير .
 - يشرح الأهمية الاقتصادية للهيدروكربونات ومشتقاتها .
 - يميز بين الكحولات والفينولات .
 - يفرق بين تصنيف الكحولات حسب مجموعة الهيدروكسيل أو حسب ارتباط الكاربينول .
 - يتعرف تسمية الكحولات .
 - يتعرف التفاعلات المميزة للكحولات .
 - يوجد العلاقة بين الكحولات والمركبات العضوية الأخرى مثل الألدهيدات والكيبتونات والاحماض .
 - يتعرف الأهمية الاقتصادية للكحولات .
 - يجرى تجارب للكشف عن الايثانول والفينول .
 - يتعرف المجموعات الوظيفية لكل من الأحماض والأسترات .
 - يتعرف أنواع الأحماض الكربوكسيلية .
 - يعرف تسمية الأحماض والأسترات .
 - يتعرف الخواص العامة للأحماض .
 - يعرف الأهمية الاقتصادية لكل من الأحماض والأسترات .

- يعرف أنواع التفاعلات العضوية المختلفة وكيف أسهمت في تحضير العديد من المنتجات التي يستخدمها في حياته اليومية .
- يستنتج أن الكيمياء علم ذو حدين فهي كما تسعده في حياته يمكنها أن تدمره إن لم يجد من أخطارها .
- يقدر جهود العلماء في تطور علم الكيمياء العضوية .



الكيمياء العضوية

نبذة تاريخية :

استخدم الإنسان في حياته منذ القدم كثيراً من المواد التي استخلصها من الحيوانات والنباتات مثل الدهون والزيوت والسكر والخل والكحول والعطور . كما استخدم المصريون القدماء العقاقير في عمليات التحنيط والأصباغ ذات الألوان الثابتة التي مازالت ناصعة حتى الآن على معابدهم .

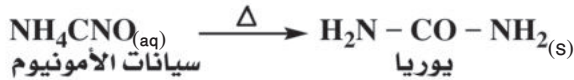
وفي عام 1806 قسم العالم **برزيليوس** المركبات إلى نوعين :

- أ - المركبات العضوية وهي المركبات التي تستخلص من أصل نباتي أو حيواني .
- ب - المركبات غير العضوية وهي المركبات التي تأتي من مصادر معدنية من الأرض .

نظرية القوى الحيوية : Vital Force

أعتبر **برزيليوس** أن المركبات العضوية هي المركبات التي تتكون داخل خلايا الكائنات الحية بواسطة قوى حيوية ولا يمكن تحضير هذه المركبات في المختبرات .

في عام 1828 وجه العالم الألماني **فوهلر** ضربة قاضية لنظرية القوى الحيوية حيث تمكن من تحضير اليوريا (البولينا) (وهو مركب عضوي يتكون في بول الثدييات) في المختبر وذلك من تسخين محلول مائي لمركبين غير عضويين هما كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة .

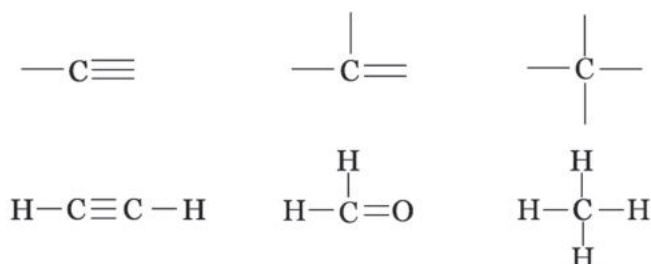


وكانت هذه هي البداية التي انطلق منها العلماء ليمثلوا الدنيا بمركباتهم العضوية في شتى مناحي الحياة من عقاقير ومنظفات وأصباغ وبلاستيك وأسمدة ومبيدات حشرية ٠٠٠ إلخ . وأصبحت المادة العضوية تعرف على أساس بنيتها التركيبية وليس على أساس مصدرها لأن معظم المركبات العضوية التي حضرت في المختبرات لا تتكون إطلاقاً داخل الكائنات الحية . ويهتم علم الكيمياء العضوية بدراسة مركبات عنصر الكربون (باستثناء أكاسيد الكربون وأملاح الكربونات والسيانيد) . أما علم الكيمياء غير العضوية فيهتم بدراسة بقية

العناصر المعروفة . وقد يتطرق إلى الذهن أن عدد المركبات غير العضوية أكثر من عدد المركبات العضوية - ولكن العكس هو الصحيح . فعدد المركبات العضوية يتعدى العشرة ملايين ويزيد يوما بعد يوم ، أما جميع المركبات غير العضوية فلا يتعدى النصف مليون . أى أن النسبة بين المركبات العضوية إلى غير العضوية ٢٠ - ١ تقريبا .

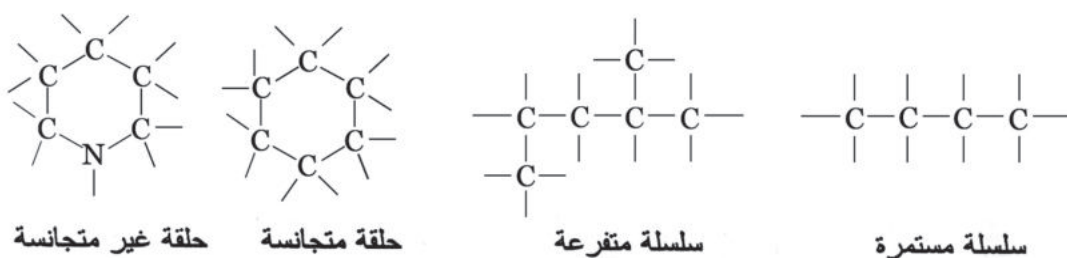
ما سبب وفرة المركبات العضوية ؟

ترجع وفرة المركبات العضوية إلى قدرة ذرات الكربون على الارتباط مع نفسها أو مع غيرها بطرق عديدة . فقد ترتبط بروابط أحادية أو ثنائية أو ثلاثية .



مثل :

أو قد ترتبط ذرات الكربون مع بعضها بطرق مختلفة إما على هيئة سلاسل مستمرة أو سلاسل متفرعة أو حلقات متجانسة أو غير متجانسة .



وأمام هذا الكم الهائل من المركبات العضوية كان لزاماً على العلماء تصنيف هذه المركبات بشكل منظم في مجموعات قليلة العدد نسبياً ووضعوا أسساً لتسميتها وسنلقى لاحقاً الضوء على بعض هذه المجموعات، وسندرس بعض التفاعلات المهمة ، وهدفنا من ذلك هو تقديم فكرة عامة عن بعض الموضوعات المهمة في مجال الكيمياء العضوية وأهميتها في حياتنا .



الفرق بين المركبات العضوية وغير العضوية

تدريب عملي :

أحضّر بعض المواد العضوية الصلبة (مثل شمع البرافين والنفثالين) والمواد السائلة (مثل الكحول الايثيلي والاسيتون والجلسرين) وبعض المواد غير العضوية السائلة (مثل الماء) والصلبة (مثل ملح الطعام وكبريتات النحاس) .

قارن بين المواد العضوية وغير العضوية من حيث الذوبان - درجة الانصهار - الغليان - القابلية للاشتعال - الرائحة - التوصيل الكهربى .

ويمكن أن نستنتج من هذه التجارب وغيرها الفرق بين المركبات العضوية وغير العضوية كما يوضحه الجدول التالى :

وجه المقارنة	المركبات العضوية	المركبات غير العضوية
١- التركيب الكيميائى	يشترط أن تحتوى على عنصر الكربون .	قد تحتوى الكربون بالإضافة لعناصر أخرى .
٢- الذوبان	لا تذوب فى الماء غالباً - وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين .	تذوب غالباً فى الماء .
٣- درجة الانصهار	منخفضة .	مرتفعة .
٤- درجة الغليان	منخفضة .	مرتفعة .
٥- الرائحة	لها روائح مميزة غالباً .	عديمة الرائحة غالباً .
٦- الاشتعال	تشتعل وينتج دائماً H_2O, CO_2	غير قابلة للاشتعال غالباً وإذا اشتعل بعضها تنتج غازات أخرى .
٧- أنواع الروابط فى الجزيء .	روابط تساهمية .	روابط أيونية وتساهمية .
٨ - التوصيل الكهربى	مواد غير إلكتروليتيّة لا توصل التيار الكهربى، لعدم قدرتها على التأين	مواد إلكتروليتيّة توصل التيار الكهربى غالباً، نظراً لقدرتها على التأين
٩ - سرعة التفاعلات	بطيئة لأنها تتم بين جزيئات .	سريعة لأنها تتم بين أيونات .
١٠ - البلمرة أو التجمع	تتميز معظمها بقدرتها على تكوين بوليمرات .	لا توجد غالباً .
١١ - المشابهة الجزيئية (الايزوميرزم)	توجد بين كثير من المركبات .	لا توجد غالباً بين جزيئات مركباتها هذه الخاصة .

الصيغة الجزيئية والصيغة البنائية للمركبات العضوية

الصيغة الجزيئية : Molecular Formula :

هى صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى المركب فقط ولا تبين طريقة ارتباط الذرات مع بعضها فى الجزيء .

الصيغة البنائية : Structural Formula :

هى صيغة تبين نوع وعدد ذرات كل عنصر فى الجزيء وطريقة ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهمية . فعدد الروابط التساهمية حول الذرة تبين تكافؤها فكل رابطة تساهمية واحدة تمثل تكافؤاً واحداً. ولكل عنصر يدخل فى تركيب المركبات العضوية تكافؤ محدد وثابت وهو فى ذرة الكربون (رباعى) وفى ذرة الهيدروجين (أحادى) وفى ذرة الأكسجين (ثنائى) وفى ذرة النيتروجين (ثلاثى).



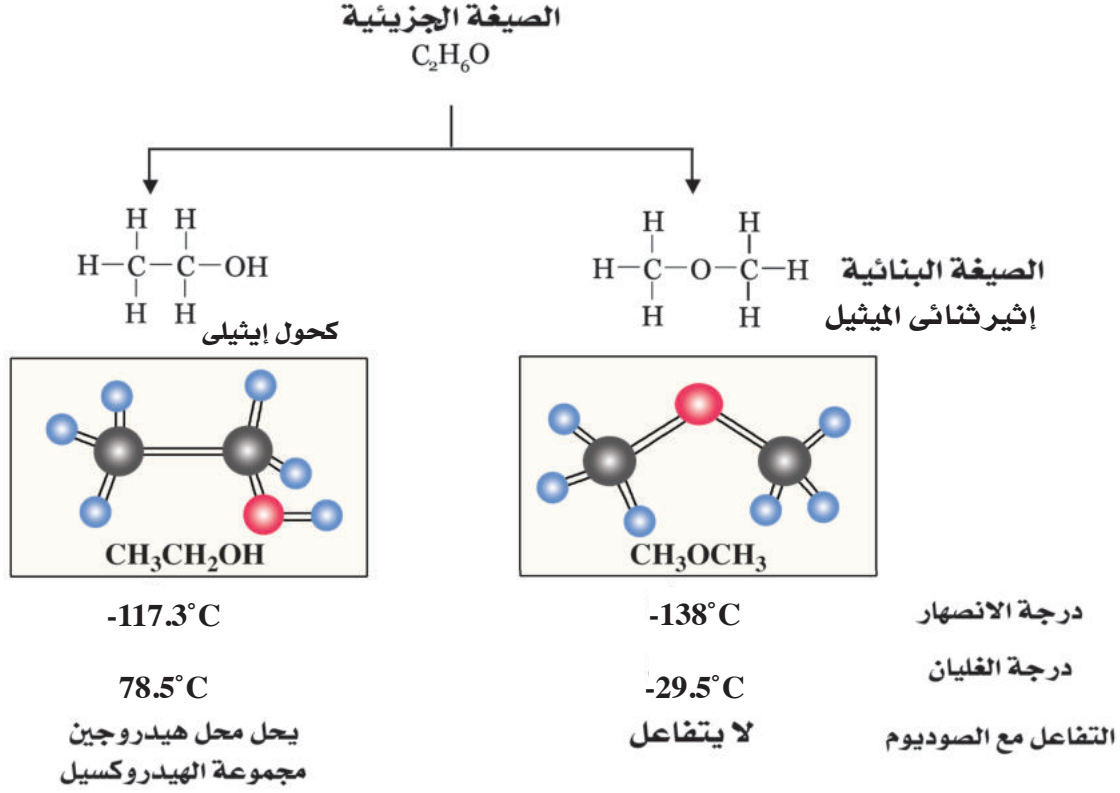
تدريب : وضع الصيغة البنائية للمركبات الآتية:

الصيغة الجزيئية	CH_4O	C_2H_2	C_2H_4	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$
الصيغة البنائية	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{C} = & \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{Cl} \\ & \\ \text{H} - \text{C} - & \text{C} - \text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$

المشابهة الجزيئية (التشكل) : Isomerism :

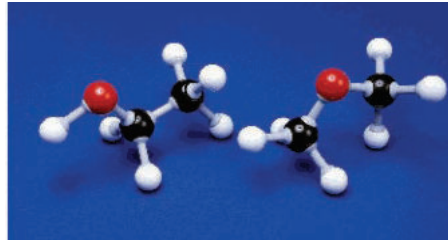
هى ظاهرة وجود عدة مركبات عضوية تشترك فى صيغة جزيئية واحدة ولكنها تختلف عن بعضها فى صيغتها البنائية والخواص الكيميائية والفيزيائية.

ويتضح ذلك في الصيغة الجزيئية C_2H_6O التي تمثل مركبين مختلفين تماماً هما الكحول الإيثيلي و إثير ثنائي الميثيل .



ملحوظة :

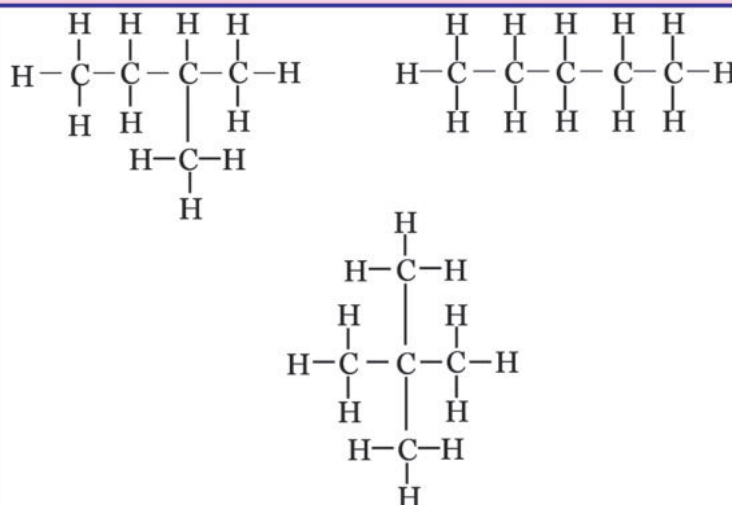
كتابة الصيغ البنائية تظهر الجزيء كما لو كان مسطحاً - إنما هو في الواقع جزيء مجسم تتجه ذراته في الأبعاد الفراغية الثلاثة ولتوضيح شكل الجزيء الصحيح يجب استخدام النماذج الجزيئية وهي أنواع عديدة - أحد هذه الأنواع يستخدم كرات من البلاستيك وتمثل فيه ذرات كل عنصر بلون معين وحجم معين .



النماذج الجزيئية شكل (٥ - ١)

تدريب: أرسم متشكلات للصيغة الجزيئية C_5H_{12} (يفضل تكوينها باستخدام النماذج الجزيئية)

الحل:

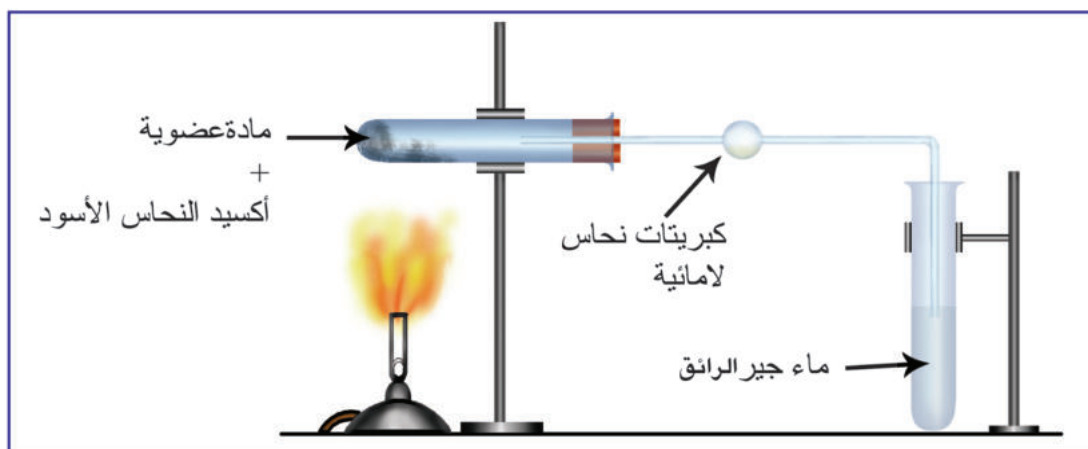


الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركبات العضوية :

تجربة عملية :

ضع في أنبوبة اختبار قليل من أى مادة عضوية (قماش - جلد - ورق - بلاستيك) واخلطها مع أكسيد النحاس (II) CuO فى أنبوبة اختبار تتحمل الحرارة ثم سخن ثم أتمرر الأبخرة والغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء - ثم على ماء الجير (شكل ٥ - ٢) .

دون مشاهداتك وماذا تستنتج ؟ ثم أكتب معادلات التفاعل .



تجربة الكشف عن الكربون والهيدروجين في المركبات العضوية

شكل (٥ - ٢)

المشاهدة :

- ١ - يتحول لون كبريتات النحاس الأبيض إلى اللون الأزرق مما يدل على امتصاصها لبخار الماء الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس وهيدروجين المادة العضوية .
- ٢ - يتعكر ماء الجير مما يدل على خروج غاز ثانى أكسيد الكربون الذى تكون من أكسجين أكسيد النحاس وكربون المادة العضوية .

الاستنتاج :

المركب العضوى يحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين :



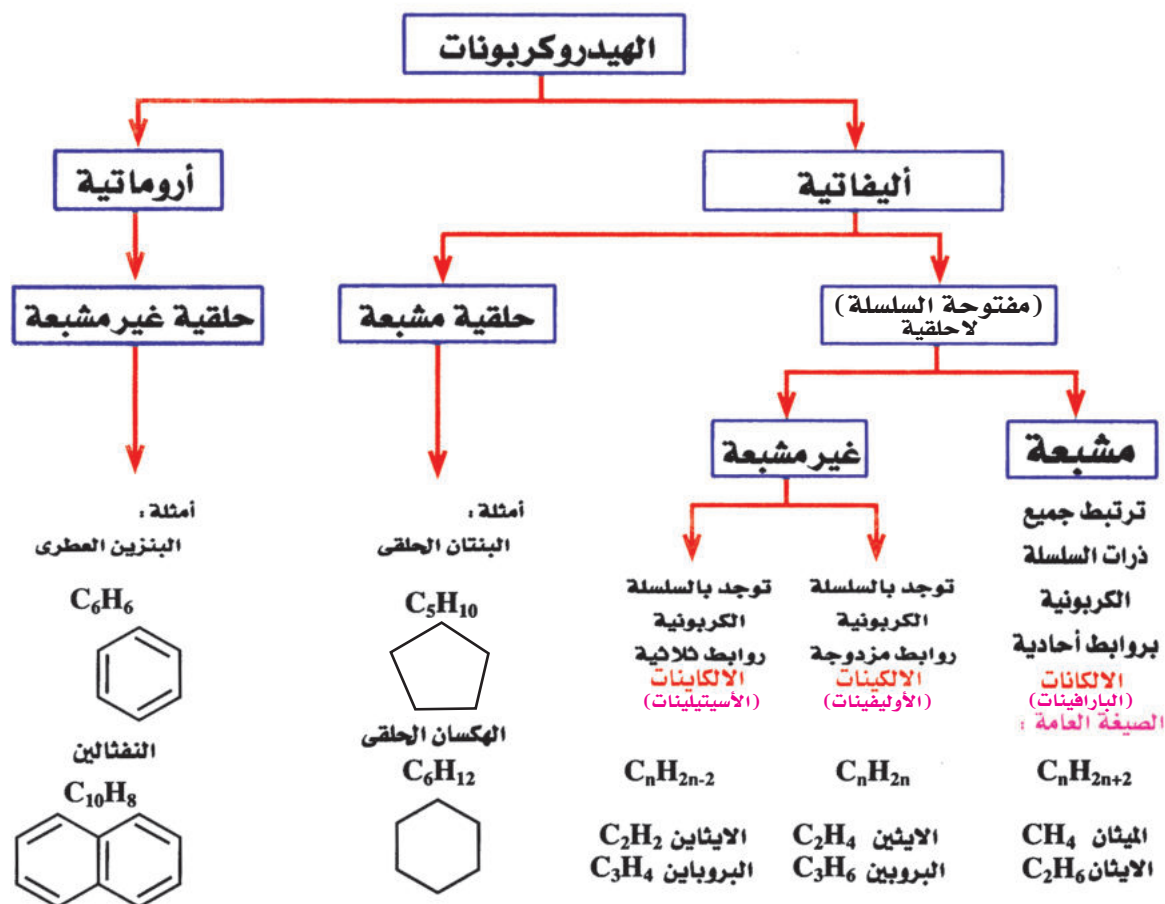
تصنيف المركبات العضوية

يتكون البناء الأساسى لأى مركب عضوى من عنصرى الكربون والهيدروجين فيما يعرف بالهيدروكربونات وتعتبر كافة أنواع المركبات العضوية الباقية مشتقات للهيدروكربونات.

الهيدروكربونات Hydrocarbons

هى مركبات عضوية تحتوى على عنصرى الكربون والهيدروجين فقط .

ويمكن تقسيم الهيدروكربونات إلى الأقسام المبينة فى الجدول التالى وسنتناول دراسة كل قسم منها بالتفصيل بعد ذلك .





ويبين الجدول أسماء وصيغ العشرة مركبات الأولى في سلسلة الالكانات :

الاسم	الصيغة	$C_n H_{2n+2}$
ميثان	CH_4	CH_4
ايثان	CH_3-CH_3	C_2H_6
بروبان	$CH_3-CH_2-CH_3$	C_3H_8
بيوتان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	C_4H_{10}
بنتان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_5H_{12}
هكسان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_6H_{14}
هبتان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_7H_{16}
أوكتان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_8H_{18}
نونان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_9H_{20}
ديكان	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_{10}H_{22}$

ومن الجدول السابق نلاحظ ما يلي :

- ١ - جميع الالكانات لها الصيغة العامة $C_n H_{2n+2}$ حيث (n) عدد ذرات الكربون .
- ٢ - كل مركب يزيد عن الذي يسبقه بمجموعة ميثيلين ($-CH_2$) .
- ٣ - جميع مركبات السلسلة تنتهي بالمقطع آن (ane) الذي يدل على انتمائه لسلسلة الالكانات
أما المقطع الأول من الأسم فيدل غالباً على عدد ذرات الكربون (ميث = 1 ، Meth ، ايث = 2 ، Eth
بروب = 3 ، Prop ، بيوت = 4 ، But ، بنت = 5 ، Pent وهكذا) وتكون الالكانات سلسلة متجانسة .

السلسلة المتجانسة Homologous Series :

هي مجموعة من المركبات يجمعها قانون جزيئي عام وتتشترك في خواصها الكيميائية وتتدرج في خواصها الفيزيائية مثل (درجة الغليان) .
وتلعب الالكانات دوراً هاماً كوقود ومواد أولية تستخدم في تحضير العديد من المركبات العضوية الأخرى . وتوجد بكميات كبيرة في النفط الخام . ويتم فصلها عن بعضها بواسطة التقطير التجزيئي .

فالميثان يوجد بنسبة تتراوح بين 50% إلى أكثر من 90% فى الغاز الطبيعى المستخدم حالياً كوقود فى المنازل . كما يعبأ البروبان والبيوتان فى اسطوانات ويستخدم أيضاً كوقود . أما الالكانات الأطول فى السلسلة الكربونية فتوجد فى الكيروسين وزيت الديزل وزيوت التشحيم وشمع البارافين .

مجموعة أوشق الألكيل (R-) Alkyl Radical :

هى مجموعة ذرية لا توجد منفردة وتشتق من الألكان المقابل بعد نزع ذرة هيدروجين منه - وتسمى باسم الألكان المشتقة منه باستبدال المقطع (آن) بالمقطع (يل) - ويرمز لها بالرمز (R) وصيغتها العامة C_nH_{2n+1} ، ويبين الجدول التالى أمثلة لذلك :-

$R-H \xrightarrow{-H} (R-)$ ألكان C_nH_{2n+2}	شق الألكيل C_nH_{2n+1}	أمثلة
ميثان CH_4	ميثيل $-CH_3$	كلوريد ميثيل CH_3Cl
إيثان C_2H_6	إيثيل $-C_2H_5$	بروميد إيثيل C_2H_5Br
بروبان C_3H_8	بروبيل $-C_3H_7$	يوديد البروبيل C_3H_7I
بيوتان C_4H_{10}	بيوتيل $-C_4H_9$	كلوريد بيوتيل C_4H_9Cl

تسمية الالكانات (بنظام الايوباك) :

استخدم الكيميائيون القدماء أسماءاً للمركبات العضوية القليلة التى كانوا يعرفونها انذاك وكانت هذه الأسماء تشير غالباً إلى المصدر الذى استخلص منه هذا المركب وعرفت هذه الأسماء بالأسماء الشائعة . ومع التقدم المستمر وكثرة المركبات العضوية أتفق علماء الاتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية .

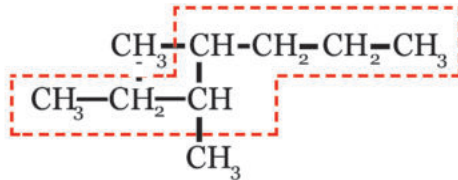
International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

على إتباع نظام معين فى تسمية أى مركب عضوى تمكن كل من يقرأه أو يكتبه من التعرف الدقيق على بناء هذا المركب .

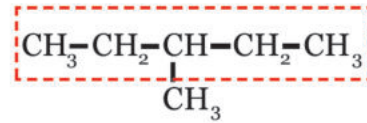


والإسم الشائع أو القديم للالكانات هو البارافينات ويتبع فى تسميتها الخطوات التالية :

- ١ - تحدد أطول سلسلة كربونية متصلة (سواء كانت مستقيمة أو متفرعة) ومنها يحدد اسم الالكان .



السلسلة الأساسية هى الهبتان

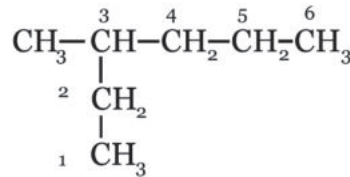


السلسلة الأساسية هى البنتان

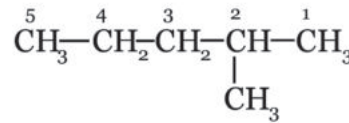
- ٢ - ترقيم ذرات الكربون :

أ - إذا كانت أطول سلسلة كربونية خالية من التفرعات - ترقيم ذرات الكربون من أى طرف فى السلسلة الأيمن أو الأيسر .

ب - إذا كانت أطول سلسلة كربونية متصلة بمجموعة ألكيل أو أى ذرات أخرى يبدأ ترقيم السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب لمكان التفرع - وتبدأ التسمية برقم ذرة الكربون الذى يخرج منها الفرع مع وضع فاصلة (،) بين كل رقمين وخط قصير (-) بين الرقم والإسم - ثم اسم الفرع - وتنتهى التسمية باسم الالكان .

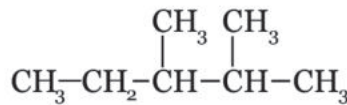


3 - ميثيل هكسان

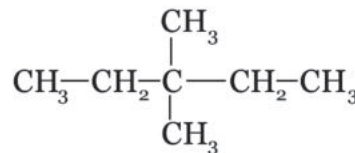


2 - ميثيل بنتان

- ٣ - إذا تكررت المجموعة الفرعية فى السلسلة الكربونية تستخدم المقدمات ثنائى أو ثلاثى أو رباعى للدلالة على عدد التكرار .

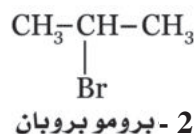
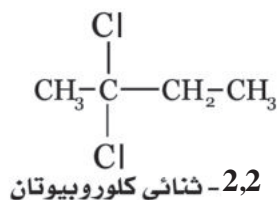


3,2 - ثنائى ميثيل بنتان

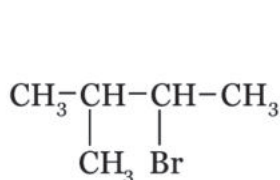


3,3 - ثنائى ميثيل بنتان

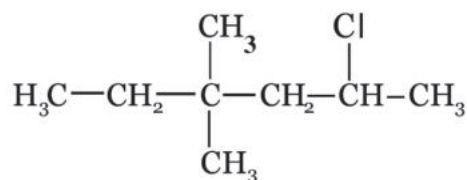
- ٤ - إذا كان الفرع ذرة هالوجين مثل الكلور أو البروم أو مجموعة NO_2 - فيكتب اسمها منتهياً بحرف (و) فيقال كلورو أو برومو أو نيترو .



٥ - إذا كانت الفروع مختلفة (مجموعة الكيل وهالوجينات مثلا) فترتب حسب الترتيب الأبجدي لأسمائها اللاتينية، بعد أن يتم الترقيم من الطرف الذي يعطى لكل الفروع أقل مجموع ممكن.

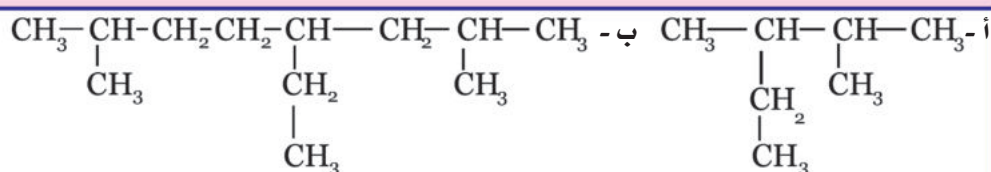


2- برومو - 3 - ميثيل بيوتان



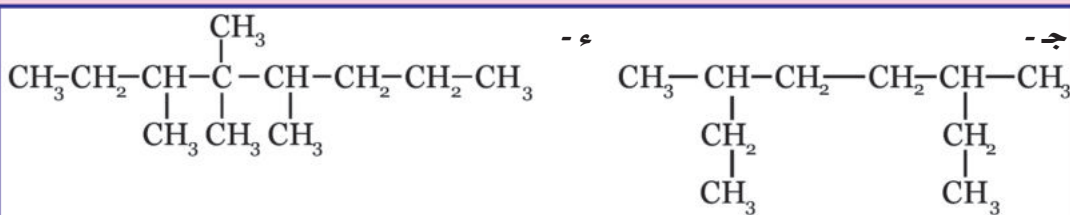
2- كلورو - 4,4 - ثنائي ميثيل هكسان

تدريب: أكتب أسماء المركبات الآتية حسب نظام الأيوباك:



4 - إيثيل - 7,2 - ثنائي ميثيل أوكتان

3,2 - ثنائي ميثيل بنتان



3,4,4,5 - رباعي ميثيل أوكتان

6,3 - ثنائي ميثيل أوكتان

وستتناول بالذكر مثال على الألكانات (الميثان) من حيث تواجدها في الطبيعة وتحضيرها

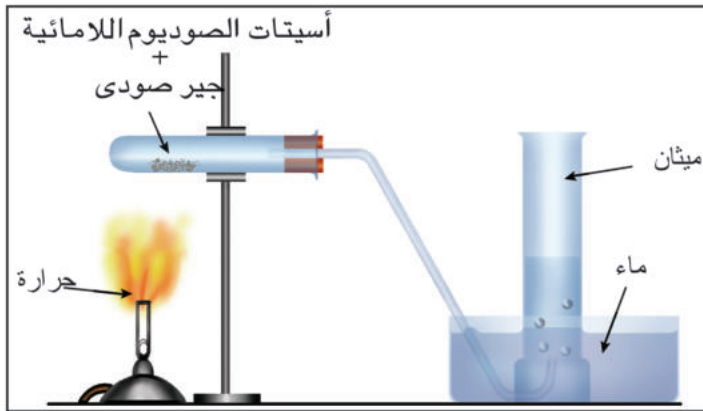
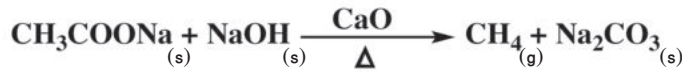
الميثان

CH₄ Methane

هو أول سلسلة الألكانات ويعتبر أبسط المركبات العضوية على الإطلاق - ويكون نسبة كبيرة قد تصل إلى أكثر من 90% من الغاز الطبيعي الموجود في باطن الأرض أو مصاحباً للبترو. كما يوجد في مناجم الفحم التي قد تتعرض للانفجار نتيجة اشتعاله ويسمى الغاز أحياناً بـغاز المستنقعات لأنه يخرج على هيئة فقاعات من قاع المستنقعات نتيجة لتحلل المواد العضوية .

تحضير الميثان في المختبر:

كما يحضر الميثان في المعمل بالتقطير الجاف لملح أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودي باستخدام جهاز كالمبين بالشكل (٥ - ٣) .



شكل (٥ - ٣)

جهاز تحضير غاز الميثان في المعمل

ويلاحظ أن الجير الصودي هو خليط من الصودا الكاوية NaOH والجير الحي (أكسيد الكالسيوم CaO) ولا يدخل الأخير في التفاعل إنما يساعد على خفض درجة انصهار الخليط .

الخواص العامة للألكانات :

أ - الخواص الفيزيائية :

١ - الألكانات التى تحتوى من 1 : 4 ذرة كربون عبارة عن غازات فى درجة الحرارة العادية فالميثان يستخدم كوقود فى المنازل . أما خليط البروبان والبيوتان فتسال وتعبأ فى اسطوانات تستخدم كوقود . وحيث أن البروبان أكثر تطايراً (اقل فى درجة الغليان) من البيوتان . لذا نجد أن نسبة البروبان تكون أكثر فى المناطق الباردة . أما فى المناطق الدافئة فتحتوى اسطوانات الغاز على نسبة أكبر من البيوتان .

٢ - الألكانات التى تحتوى من 5 - 17 ذرة كربون سوائى مثل الجازولين والكيروسين و يستخدم كوقود أيضا .

٣ - المركبات التى تحتوى على أكثر من 17 ذرة كربون مواد صلبة مثل شمع البرافين . أى أنه كلما زاد عدد ذرات الكربون (الكتلة الجزيئية) للألكان زادت درجة الغليان .

٤ - الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء - لذا تغطى الفلزات بالألكانات الثقيلة مثل الشحم لتحميها من التآكل .

ب - الخواص الكيميائية :

ترتبط ذرات الكربون ببعضها فى الألكانات بروابط من نوع سيجما (σ) القوية التى يصعب كسرها إلا تحت ظروف خاصة - لذا نجد أن الألكانات حاملة نسبيا فى تفاعلاتها الكيميائية .

١- الاحتراق : تحترق الألكانات وتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء - وهى تفاعلات طاردة للحرارة لذا تستخدم كوقود .



٢ - التفاعل مع الهالوجينات :

تتفاعل الألكانات مع الهالوجينات بالتسخين إلى 400°C أو فى وجود الأشعة فوق البنفسجية (uv) فى سلسلة من تفاعلات الاستبدال (Substitution reactions) ويتوقف الناتج على نسبة كل من الميثان والهالوجين فى خليط التفاعل .



- 1- $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{(uv)}} \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
كلوريد ميثيل
(كلورو ميثان)
- 2- $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{(uv)}} \text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
ثنائي كلورو ميثان
(كلوريد الميثيلين)
- 3- $\text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{(uv)}} \text{CHCl}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$
ثلاثي كلورو ميثان
(الكلوروفورم)
- 4- $\text{CHCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{(uv)}} \text{CCl}_4(\text{l}) + \text{HCl}(\text{g})$
رباعي كلورو ميثان
(رابع كلوريد الكربون)

تدريب : ما هي نواتج تفاعل الإيثان مع الكلور ، أكتب الصيغ البنائية لها .

استخدامات مشتقات الألكانات الهالوجينية



- ١- استخدم الكلوروفورم CHCl_3 لمدة طويلة كمخدر ، ولكن توقف استخدامه لأن عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة لكل مريض تسبب في وفيات كثيرة، ويستخدم حالياً بأمان أكثر مخدر الهالوثان وصيغته $\text{CHBrCl}-\text{CF}_3$ وهو
- (2 - برومو -2-كلورو -1,1,1- ثلاثي فلوروإيثان) .

٢- يستخدم مركب 1,1,1- ثلاثي كلورو إيثان في عمليات التنظيف الجاف .

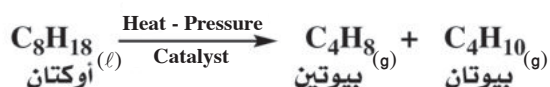
- ٣- استخدمت الفريونات في أجهزة التكييف والثلاجات وكمواد دافعة للسوائل والروائح وكمنظفات للأجهزة الإلكترونية- والفريونات عبارة عن مشتقات هالوجينية للألكانات مثل CF_4 رابع فلوريد الكربون (رباعي فلوروميثان ولكن أشهرها هو ثنائي كلورو - ثنائي فلوروميثان CF_2Cl_2 وتستخدم الفريونات بكميات كبيرة لرخص ثمنها وسهولة إسالتها - وهي غير سامة ولا تسبب تآكلاً في المعادن، إلا أنها تسببت في تآكل طبقة الأوزون التي تقي الأرض من أخطار الأشعة فوق البنفسجية - وهناك اتفاقاً دولياً يحرم استخدامها بداية من عام 2020

٣- التكسير الحرارى الحفزى : Thermal Catalytic Craking

تجرى هذه العملية أثناء تكرير البترول وذلك لتحويل النواتج البترولية الطويلة السلسلة والثقيلة (الأقل استخداما) إلى جزيئات أصغر وأخف الأكثر استخداما، وتتم عملية التكسير بتسخين منتجات البترول الثقيلة وتحت ضغط مرتفع فى وجود عوامل حفازة فينتج نوعين من المنتجات.

أ - الكانات ذات سلسلة قصيرة تستخدم كوقود للسيارات مثل الجازولين الذى يحتاجه العالم باضطراب مستمر .

ب - الكينات ذات سلسلة قصيرة مثل الايثين والبروبين التى تقوم عليها صناعات كيميائية كثيرة أهمها صناعة البوليمرات.



الأهمية الاقتصادية للكانات :

١- الحصول على الكربون المجزأ (أسود الكربون) :

يدخل الكربون المجزأ بكميات كبيرة فى صناعة إطارات السيارة وكصبغة فى الحبر الأسود والبويات وورنيش الأحذية ، ويمكن الحصول عليه بتسخين الميثان (بمعزل عن الهواء) لدرجة 1000°C .



٢- الحصول على الغاز المائى :

الغاز المائى هو خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون وهو يستخدم كمادة مختزلة أو وقودا قابلا للاشتعال .



ب- الهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة مفتوحة السلسلة :

- تقسم الهيدروكربونات الأليفاتية غير المشبعة مفتوحة السلسلة إلى مجموعتين :
- 1- مجموعة الألكينات Alkenes وتتميز بوجود رابطة مزدوجة في السلسلة الكربونية .
 - 2- مجموعة الألكاينات Alkynes وتتميز بوجود رابطة ثلاثية في السلسلة الكربونية .

1- الألكينات Alkenes الأوليفينات Olifenes

هى هيدروكربونات توجد بين ذرات الكربون فى جزيئاتها رابطة مزدوجة على الأقل - ويمكن اعتبار الألكينات مشتقات من الألكانات وذلك بانتزاع ذرتى هيدروجين من جزئ الألكان المقابل ولذلك فهى تكون سلسلة متجانسة قانونها العام C_nH_{2n} وكل مركب فى هذه السلسلة يقل عن مثيله فى سلسلة الألكانات بذرتى هيدروجين.

تسمية الألكينات :

- 1- تتبع نفس الخطوات التى اتبعناها فى تسمية الألكانات ، وهى اختيار أطول سلسلة كربونية ويستبدل المقطع (ان) فى اسم الألكان بالمقطع (ين) فى اسم الألكين على أن يسبق هذا المقطع رقم ذرة الكربون المرتبطة بالرابطة المزدوجة الأقرب إلى بداية السلسلة .

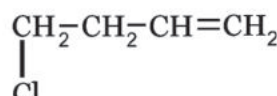
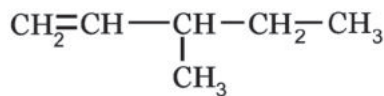


2- بنتين

بروبين

- 2- يبدأ الترقيم من الطرف الأقرب إلى الرابطة المزدوجة بغض النظر عن موقع أى

مجموعات أخرى.



3- ميثيل -1- بنتين

4- كلورو -1- بيوتين

وتتميز الألكينات بوجود الرابطة المزدوجة، التى تتكون من رابطتين، إحدى هاتين الرابطتين من نوع سيجما (σ) القوية أما الرابطة الأخرى فهى من نوع باى (π) الضعيفة سهولة الكسر مما يفسر نشاط الألكينات .

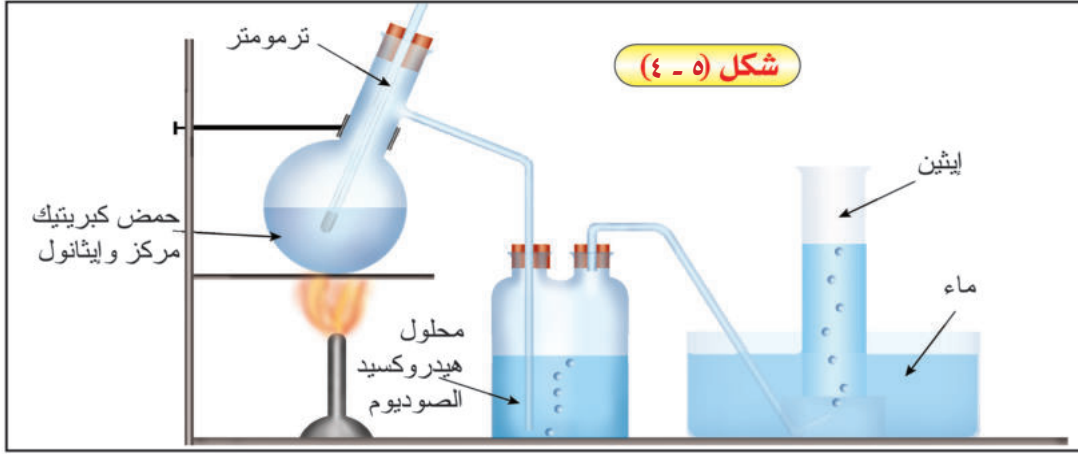
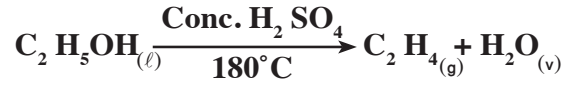
ونتناول بالذكر مثال على الألكينات (الإيثين) من حيث تحضيره :

الإيثين Ethene C_2H_4

الاسم الشائع للإيثين هو الإثيلين - وهو أول مركبات الألكينات .

تحضير الإيثين في المعمل

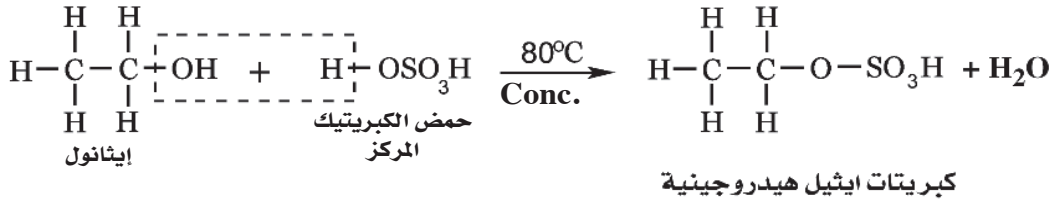
يحضر الإيثين بانتزاع الماء من الكحول الإيثيلي بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى $180^\circ C$ باستخدام جهاز كالمبين بالشكل (هـ - ٤) .



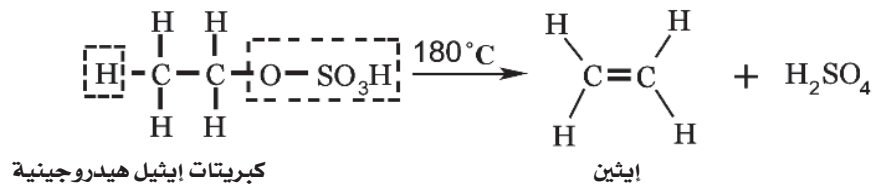
جهاز تحضير الإيثين في المعمل شكل (هـ - ٤)

ويتم هذا التفاعل على خطوتين متتاليتين :

١- يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز مكونا كبريتات إيثيل هيدروجينية .



٢- تنحل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية بالحرارة ويتكون الإيثين :



خواص الألكينات :

الخواص الفيزيائية :

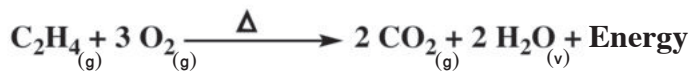
١- المركبات الأولى من سلسلة الألكينات غازات أما المركبات التي تحتوى من 5 - 15 ذرة كربون فهي سوائل والمركبات الأعلى مواد صلبة .

٢- الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء وإنما تذوب فى المركبات العضوية مثل الأثير والبنزين ورابع كلوريد الكربون .

الخواص الكيميائية :

تعتبر الألكينات أكثر نشاطا من الألكانات ويرجع ذلك إلى احتوائها على روابط من نوع باي (Π) الضعيفة سهلة الكسر .

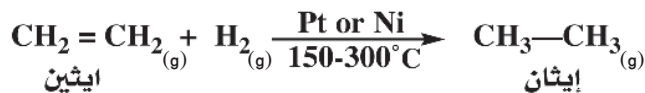
١- الاحتراق : تشتعل الألكينات فى الهواء من خلال تفاعل طارد للحرارة وينتج ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء .



٢- تفاعلات الإضافة: تتميز الألكينات بقدرتها على الدخول في تفاعلات بالإضافة مع المواد الأخرى - حيث تنكسر الرابطة باى وتبقى الرابطة سيجما فقط وتتكون مركبات مشبعة، ومن هذه التفاعلات :

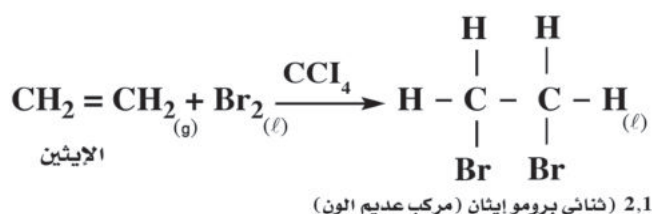
(أ) إضافة الهيدروجين :

تتفاعل الألكينات مع الهيدروجين في وجود عوامل حفازة مثل النيكل أو البلاتين مع التسخين - ويتكون الألكان المقابل، حيث تحتاج كل رابطة (Π) مول واحد من الهيدروجين لكسرها مقابل مول من الهيدروكربون.



(ب) إضافة الهالوجينات : (الهجنة)

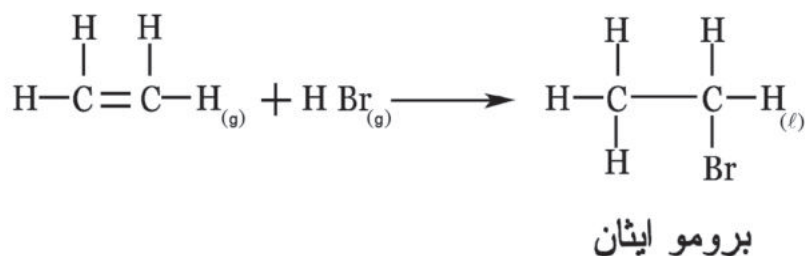
تتفاعل الهالوجينات مع الألكينات بالإضافة - ويستغل هذا التفاعل للكشف عن الألكينات غير المشبعة فعند رج الإيثين مع البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون يزول لون البروم الأحمر ويتكون 2,1 - ثنائي برومو إيثان عديم اللون .



(ج) إضافة هاليدات الهيدروجين (الأحماض الهالوجينية) (H⁺X⁻):

تتفاعل الألكينات بالإضافة مع هاليدات الهيدروجين وهي مادة غير متماثلة حيث تنكسر الرابطة (Π) وتتصل ذرة هيدروجين بإحدى ذرتي الكربون في الرابطة (Π) وذرة الهالوجين بذرة الكربون الأخرى ويتكون هاليد الألكيل المقابل - وتتوقف نواتج الإضافة على نوع الألكين.

(أ) إذا كان الألكين متماثل (أى أن ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة ترتبطان بنفس العدد من ذرات الهيدروجين) - فتضيف أى من ذرتي الكربون ذرة الهيدروجين والذرة الأخرى تضيف ذرة الهالوجين.



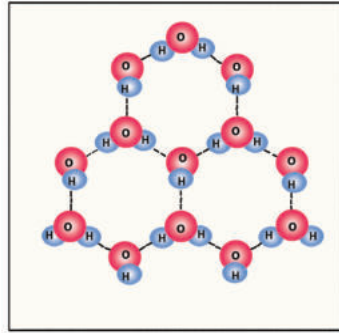
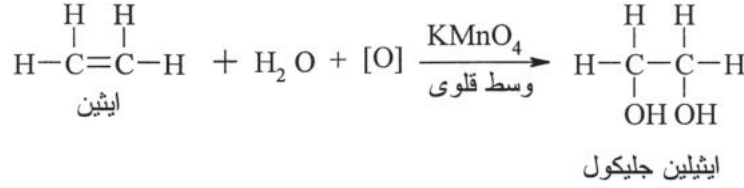
(ب) إذا كان الألكين غير متماثل (أى أن ذرتي الكربون المتصلتين بالرابطة المزدوجة ترتبط كل منهما بعدد غير متساو من ذرات الهيدروجين)، نجد أن ذرة الهيدروجين H⁺، تضاف إلى ذرة الكربون الأغنى بالهيدروجين - بينما تتجه ذرة الهالوجين X⁻ إلى ذرة الكربون الأخرى المتصلة بعدد أقل من ذرات الهيدروجين، وتسمى هذه القاعدة بقاعدة ماركو نيكوف .



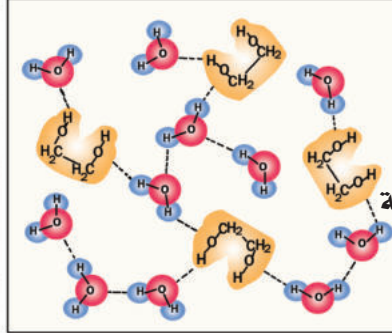
12-

تفاعل باير Baeyer's reaction:

عند إمرار غاز الايثين فى محلول برمنجانات البوتاسيوم فى وسط قلوى يزول لون برمنجانات البوتاسيوم وهو اختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة .



بلورات الثلج



الايثيلين جليكول فى الماء

شكل (٥ - ٥)

والايثيلين جليكول هو المادة الأساسية المانعة لتجمد المياه فى مبردات السيارات حيث أنه يكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء فيمنع تجمع جزيئات الماء مع بعضها على هيئة بلورات ثلج كما هو موضح بشكل (٥ - ٥) .

٤ - البلمرة : Polymerization

كلمة بوليمر كلمة لاتينية الأصل معناها عديد الوحدات . وتعتبر عملية البلمرة من التفاعلات الكيميائية الهامة التى فتحت الباب على مصراعيه لتحضير العديد من المنتجات التى ساهمت فى ازدهار الحضارة . والبلمرة عبارة عن تجمع عدد كبير من جزيئات مركبات بسيطة يتراوح عددها من المائة حتى المليون لتكوين جزيء كبير عملاق ذات كتلة جزيئية كبيرة ويسمى الجزيء الأولي الصغير بالمونومر ، بينما يسمى الجزيء الكبير الناتج من عملية البلمرة بالبوليمر .

وهناك طريقتين أساسيتين لعملية البلمرة :

١ - البلمرة بالاضافة : Addition Polymerization

وتتم بإضافة أعداد كبيرة جداً من جزيئات مركب واحد صغير وغير مشبع إلى بعضها

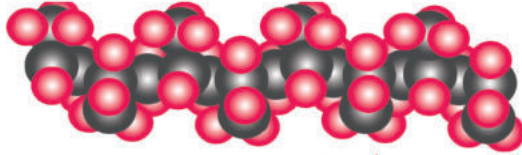


لتكون جزيء مشبع كبير جداً مثل البولي إيثيلين .

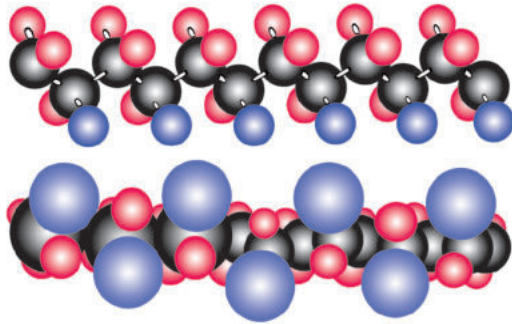
وتتميز الالكينات بأنها تكون بوليمرات بالإضافة - فعند تسخين الايثين تحت ضغط كبير (حوالي 1000 atm) في وجود فوق الأكاسيد كمادة بادئة للتفاعل يتكون البولي إيثيلين الذي تبلغ كتلته الجزيئية 30000 (لاحظ أن الكتلة الجزيئية للإيثين = 28 فقط) وتفسر عملية بلورة الايثين بالإضافة إلى أن الرابطة باى تنكسر ويتحرر الكترونى هذه الرابطة ويصبح لكل ذرة كربون الكترون حر. ثم ترتبط ذرات الكربون عن طريق الكترونها الحرة مع بعضها بروابط تساهمية أحادية مكونة سلاسل طويلة من جزيئات البوليمر .

ويتبين ذلك فى المعادلات الآتية :

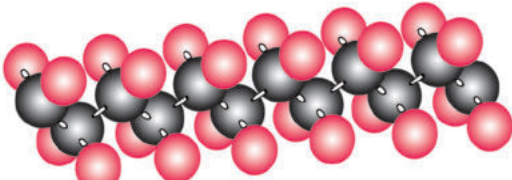
الشكل البنائى لبعض البوليمرات



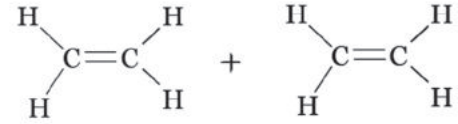
أ- بولي بروبيلين



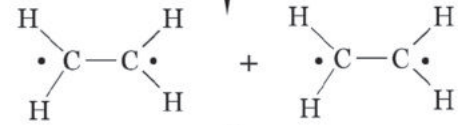
ب- بولي كلورو إيثين (PVC)



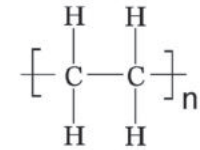
ج- بولي رباعي فلورو إيثين (التفلون)



ضغط
حرارة
عوامل مساعدة



بإرتباط عدد كبير من
ذرات الكربون بروابط
تساهمية يتكون



بوليمر بولي إيثيلين

الأشكال البنائية لبعض البوليمرات شكل (٥ - ٦)

ويوضح الجدول التالي بعض مونومرات الألكينات ومشتقاتها الناتجة بالإضافة وأهم استخداماتها.

المونومر	البوليمر	الاسم التجاري	خواصه	استخداماته
إيثين $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	بولي إيثيلين $\left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} - & \text{C}- \\ & \end{array} \right]_n$	بولي إيثيلين (PE)	لين ويتحمل المواد الكيميائية	الرقائق والأكياس البلاستيك - الزجاجات البلاستيك - الخرطوم.
بروبين $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{CH}_3 & & \text{H} \end{array}$	بولي بروبيلين $\left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} - & \text{C}- \\ & \\ \text{CH}_3 & \text{H} \end{array} \right]_n$	بولي بروبيلين (PP)	قوى وصلب	السجاد - المفارش - الشكاير البلاستيك - المعلبات.
كلورو إيثين كلوريد فاينيل $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$	بولي كلورو إيثين $\left[\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$	PVC بولي فاينيل كلوريد	لين وقوى	مواسير الصرف الصحي والرى - أحذية - خرطوم مياه - عوازل الأرضيات - جدران الزبوت المعدنية
رباعي فلورو إيثين $\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$	بولي رباعي فلورو إيثين $\left[\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	تفلون	يتحمل الحرارة - غير قابل للالتصاق - عازل للكهرباء وخامل	تبطين أواني الطهى (التيفال) - خيوط جراحية.

٢ - البلمرة بالتكاثف : Condensation Polymerization

وتتم بين مونومرين مختلفين يحدث بينهما عملية تكاثف أى ارتباط مع فقد جزيء بسيط مثل الماء - ويتكون بوليمر مشترك Copolymer ويعتبر هو الوحدة الأولى التى تستمر فيها عملية البلمرة بين جزيئاتها وسنتعرض لدراسة هذا النوع فيما بعد .



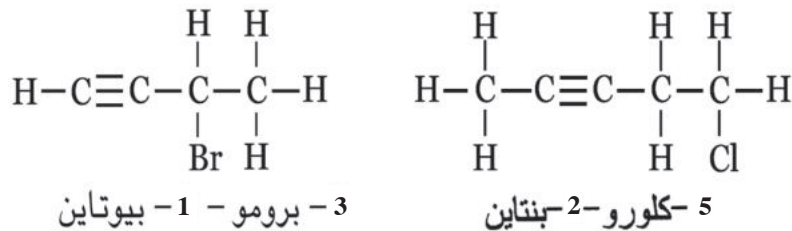
٢- الألكينات Alkynes (الأسيلينات Acetylenes)

هى مجموعة من الهيدروكربونات مفتوحة السلسلة توجد بين ذرات الكربون فى السلسلة الكربونية رابطة ثلاثية واحدة على الأقل . وهى تكون سلسلة متجانسة قانونها العام C_nH_{2n-2} أى أن كل مركب منها يقل ذرتى هيدروجين عن مثيله من الألكينات وبالتالى أربعة ذرات هيدروجين عن مثيله من الألكانات ، ونجد أن إحدى الروابط الثلاثية من نوع سيجما القوية إما الرابطتين الأخرين فمن نوع باى الضعيف لذا فهى مركبات شديدة النشاط .

وأول مركبات هذه المجموعة الايثاين C_2H_2 واسمه الشائع هو الاستيلين والذى سميت هذه المجموعة باسمه .

تسمية الألكينات :

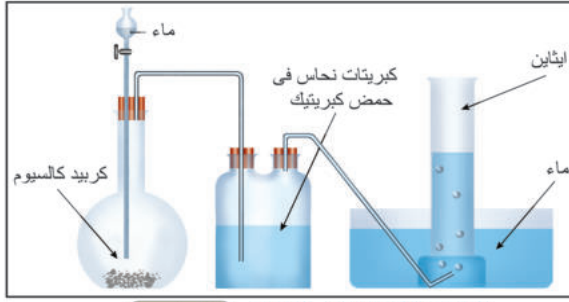
- ١ - تتبع نفس الطريقة السابقة التى استخدمناها فى تسمية الألكانات بأن نختار أطول سلسلة كربونية متصلة ثم نسمى الألكان المقابل بعد استبدال النهاية (ان) بالنهاية (آين) .
- ٢ - ترقيم السلسلة من الطرف القريب للرابطة الثلاثية بغض النظر عن موقع أى مجموعات متفرعة أخرى .
- ٣ - يسبق أسم الألكاين رقم ذرة الكربون المتصلة بالرابطة الثلاثية .



وسنتناول بالذكر مثال على الألكاينات (الأسيتيلين) من حيث تحضيره وخواصه الكيميائية

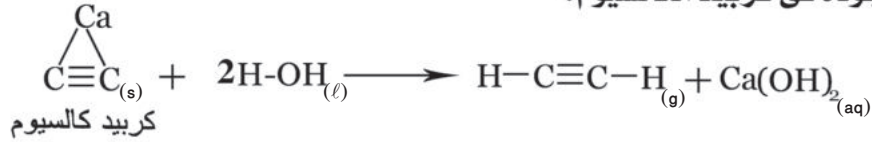


تحضير الإيثاين في المعمل:



تحضير الأسيتيلين في المختبر (شكل ٥ - ٧)

يحضر بتنقيط الماء على كربيد الكالسيوم (ثاني كربيد الكالسيوم) باستخدام جهاز كالمبين بشكل (٥ - ٧).
يلاحظ أن الغاز قبل جمعه يمرر أولاً على محلول كبريتات نحاس في حمض كبريتيك مخفف لازالة غاز الفوسفين PH_3 وغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم.

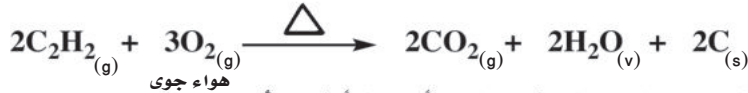


٢ - تحضير الإيثاين في الصناعة من الغاز الطبيعي المحتوى على نسبة عالية من غاز الميثان بالتسخين لدرجة حرارة أعلى من $1400^\circ C$ ثم التبريد السريع للنواتج

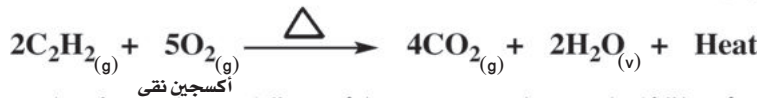


خواص الإيثاين :

أ - الاحتراق : يحترق الإيثاين بلهب مدخن في الهواء الجوى تكون كمية الأكسجين محدودة وذلك لعدم احتراق الكربون تماماً.



أما إذا كانت كمية الأكسجين وفيرة يحترق الإيثاين تماماً معطياً ثانياً أكسيد الكربون وبخار الماء من خلال تفاعل طارد للحرارة .

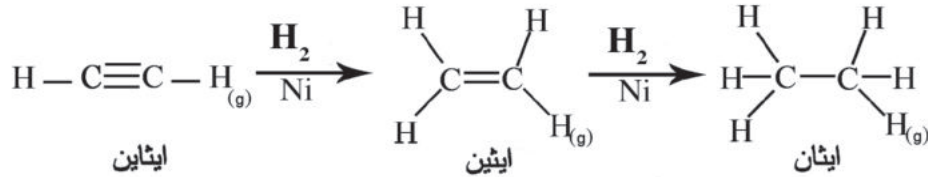


وتبلغ الحرارة المنطلقة من هذا التفاعل حوالى $3000^\circ C$ ولذا يستخدم ما يعرف بلهب الأكسى استيلين في لحام وقطع المعادن .

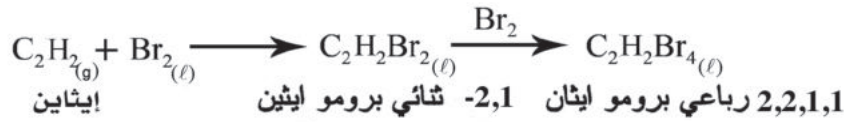
ب - تفاعلات الإضافة : نظراً لأن جزيء الإيثاين يحتوى على رابطتين باى بجانب الرابطة سيجمما . فإنه يتفاعل بالإضافة على مرحلتين حيث تتحول الرابطة الثلاثية إلى رابطة

ثنائية ثم إلى رابطة أحادية وتتضح تفاعلات الإضافة فيما يلي :

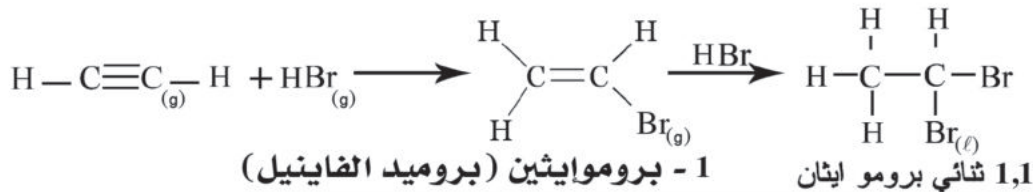
أ - الهدرجة في وجود النيكل المجزأ :



ب - الهلجنة : يتفاعل الإيثاين مع الهالوجينات بشدة وقد يكون التفاعل مصحوباً بلهب وضوء عندما يتفاعل مع الكلور ولكن عندما يمرر غاز الإيثاين في محلول البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون يزال لون البروم الأحمر ويستخدم هذا التفاعل في الكشف عن عدم التشبع في جزئ الإيثاين .



٣ - إضافة الأحماض الهالوجينية أو هاليدات الهيدروجين : (HX)

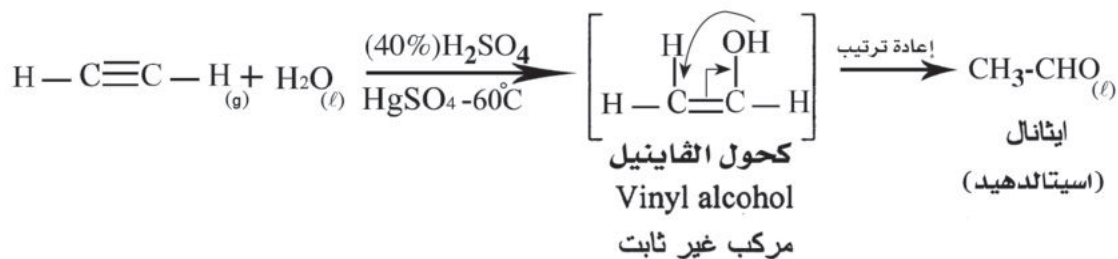


لماذا لا يتكون 1,2-ثنائي برومو إيثان ... ؟ (تذكر قاعدة ماركونيكوف)

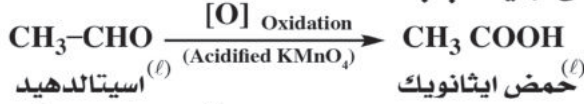
الحل :

٤ - إضافة الماء - الهيدرة الحفزية Catalytic Hydration

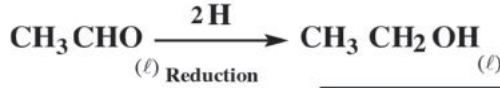
يتفاعل الإيثاين مع الماء بالإضافة وذلك في وجود عوامل حفز مثل حمض الكبريتيك وكبريتات الزئبق (II) عند 60°C لتكوين الأسيتالدهيد (الإيثانال) .



ويستغل هذا التفاعل في صناعة حمض الايثانويك وذلك بأكسدة الايثانال (الاسيتالدهيد)، وذلك لأهميته الحياتية وسوف نتعرف عليها في نهاية الباب :



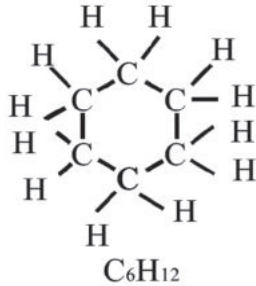
ويمكن كذلك الحصول على الايثانول (الكحول الإيثيلي) باختزال الايثانال [الاسيتالدهيد]



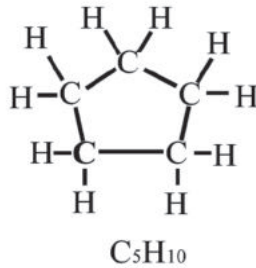
ثانياً : الهيدروكربونات الحلقية

أ - الحلقية المشبعة - الالكانات الحلقية Cycloalkanes

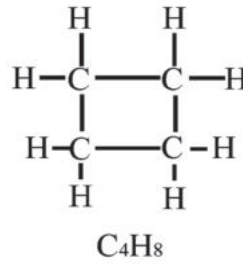
الهيدروكربونات التي تحتوى جزيئاتها على ثلاثة ذرات كربون فأكثر يمكن أن توجد في شكل حلقى. الصيغة العامة للالكانات الحلقية هي C_nH_{2n} وهي نفس الصيغة الجزيئية للالكينات الأليفاتية لذا يجب أن نفرق بينهما عند كتابة صيغتهما الجزيئية. ولا تختلف تسمية الالكانات الحلقية عن مثيلاتها غير الحلقية سوى وضع (سيكلو) في المقدمة أو (حلقى) في النهاية لتدل على التركيب الحلقى.



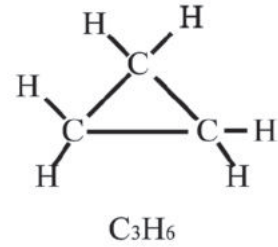
هكسان حلقى
(سيكلو هكسان)



بنتان حلقى
(سيكلو بنتان)



بيوتان حلقى
(سيكلو بيوتان)



بروبان حلقى
(سيكلو بروبان)

ويلاحظ أن الزوايا بين الروابط في البروبان الحلقى 60° بينما تساوى 90° في البيوتان الحلقى وهي تقل عن الزوايا 109.5° الموجودة في الالكانات غير الحلقية. وتؤدي هذه الزوايا الصغيرة إلى تداخل ضعيف بين الأوربيتالات الذرية وبالتالي يكون الارتباط بين ذرات الكربون ضعيفاً في هذه المركبات لذا نجد أنها نشيطة للغاية - فالبروبان الحلقى مثلاً يكون مع الهواء خليطاً شديد الاحتراق - بينما البروبان المستقيم السلسلة أقل نشاطاً بكثير أما السيكلو بنتان والسيكلو هكسان فمستقران وثابتان لأن الزوايا بين الروابط تقترب من 109.5° وبالتالي يكون التداخل بين الأوربيتالات قوياً وتتكون روابط سيجمما القوية.



ب - الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة (المركبات الأروماتية العطرية) :

ميز الكيميائيون القدماء بين نوعين من المركبات العضوية - المركبات العضوية المشتقة من الأحماض الدهنية وبها نسبة عالية من الهيدروجين وسميت بالمركبات الاليفاتية (الدهنية) ويعتبر الميثان أول أفرادها أما المركبات العضوية الأخرى المشتقة من بعض الراتنجات وبعض المنتجات الطبيعية ولها روائح عطرية مميزة وبها نسبة أقل من الهيدروجين فسميت بالمركبات الأروماتية (العطرية) ويعتبر البنزين العطري أول أفرادها . وتوجد المركبات العطرية في شكل حلقة بنزين واحدة أو حلقتين أو أكثر بمشتقاتهم العديدة .

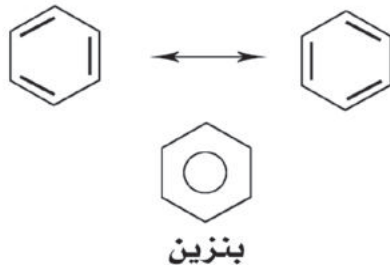
تدريب: اكتب الصيغ الجزيئية لهذه المركبات؟



ملحوظة : وقود السيارات هو الجازولين الذي يختلف تركيبه تماماً عن البنزين العطري .

الصيغة البنائية للبنزين :

استغرق التعرف على الصيغة البنائية للبنزين سنوات عديدة - نظراً لأنه يتفاعل بالإضافة وبالإحلال وطول الروابط بين ذرات الكربون وسط بين طول الرابطة الأحادية والمزدوجة - وغيرها من الخواص التي حيرت العلماء مدة طويلة إلى أن توصل العالم الألماني **كيكولي Kekule** عام 1965 إلى الشكل السداسي الحلقي الذي تتبادل فيه الروابط المزدوجة والأحادية .



ويمكن الاكتفاء بالشكل :