

المصادر الخاصة بالمحاضرات:-

1- organic chemistry تأليف paula yurkanis bruice

2- الكيمياء العضوية تأليف Morrison and boyd

3- الكيمياء العضوية تأليف د. محمد نزار

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الكيمياء العضوية

الفصل الاول- مبادئ عامة

الترابط في المركبات الكيميائية

1-1 العناصر والمركبات , والذرات والجزيئات

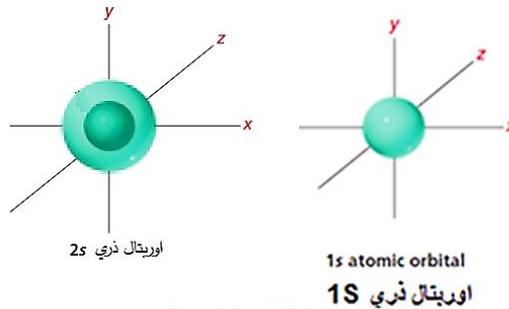
العناصر هي معدات البناء الرئيسية لكل المواد الحية وغير الحية ويمكن ان تدخل الذرات فيما لا نهاية له من اتحادات كيميائية مختلفة يؤدي الى تكوين ما يدعى بالمركبات (Compounds) اما الذرة (atom) فهي اصغر دقيقة في العنصر والتي تحتفظ بخواص ذلك العنصر. مكونات الذرة تتكون من نواة ثقيلة محاطة بالإلكترونات وتتكون النواة من البروتون ذات الشحنة الموجبة والنيوترون ذات الشحنة المتعادلة اما الإلكترونات تكون شحنتها سالبة ان قيمة شحنة الإلكترون مساوية لقيمة شحنة البروتون لكن مختلفين بالشحنة وبذلك تكون الذرة متعادلة الشحنة . تتكون المركبات باتحاد الذرات, ويتم الاتحاد اما بانتقال الإلكترونات من ذرة الى اخرى لتتكون جزيئات ايونية او بمشاركة زوج الكترونات بين الذرات لتكون جزيئات متعادلة. كتلة النواة اقل ب 1800 مرة من كتلة الإلكترونات لكن اغلب حبة الذرة يشغله الإلكترونات العدد الذري the atomic number , العدد الكتلي the mass number

النظائر الخاصة بذرة الكربون 99.89 من ذرات الكربون تحتوي على 6 نيوترونات اي عدد كتلي 12 وهناك 1.11 من ذرات الكربون تحتوي على 7 نيوترونات اي عدد كتلي 13

2-1 التوزيع الالكتروني والجدول الدوري

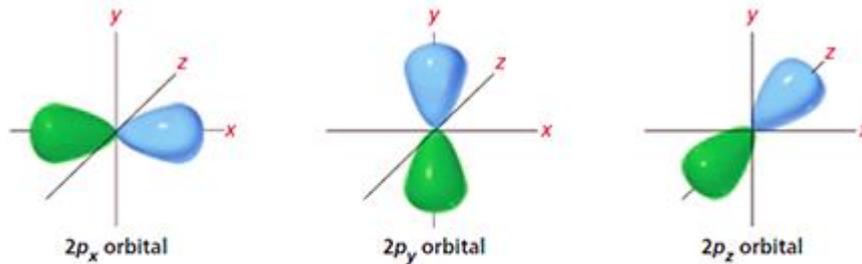
أ- المدارات (الافلاك) الذرية Atomic Orbitals

مع ان الإلكترونات تحتل معظم حجم الذرة ولكنها لا تتواجد بشكل عشوائي حول النواة بل انها تحتل مستويات طاقة معينة ومحددة تتحدد ببعدها عن النواة وبشكل وهندسة الحجم الذي يحتله وبدورانه. يوصف بعد الإلكترون عن النواة بعدد كمي يمكن ان يأخذ القيم 1,2,3,4,5,6,7 يمثل الرقم 1 مستوى الطاقة الاول (الادنى) او الغلاف الاول ويمثل الرقم 2 مستوى الطاقة الثاني وهكذا فكلما يزداد العدد الكمي يزداد بعد الإلكترون عن النواة وكذلك الحجم المؤثر المحتل من قبل الإلكترون. وبين كل مستوى طاقة رئيسي مستويات اصغر تدعى مدارات ذرية تعرف بالأحرف s, p, d, f. المدار الذري يصف الشكل وهندسة الاتجاه لمنطقة الفراغ الذي يحتله الإلكترون. يكون مدار s دائريا تتوسطه نواة الذرة الشكل (1-1)



الشكل (1-1)

وان لكل مستوى طاقة رئيسي مدار s الذي يكون دائريا وتختلف مدارات S في الحجم من مستوى الى اخر حيث يكون مستوى 2S اكبر من مدار 1S وكذلك مدار 3S اكبر من مدار 2S وهكذا. اما مدارات P فأنها تكون على شكل فصين متقابلين حيث تقع النواة الذرية بين الفصين. لكل مستوى طاقة رئيسي ماعدا الاول ثلاث مدارات P يختلفون فقط في الاتجاه الهندسي في الفراغ (الشكل 1-2), الاول يعرف Px ويقع على المحور x والاخر Py يقع على المحور y والثالث Pz يقع على المحور z وتكون هذه المدارات موجهه عاموديا الواحدة على الاخرى في الفراغ ولها طاقة متساوية. ويكون مدارات P في الغلاف الثالث تكون اكبر من تلك التي في الغلاف الثاني مع ان لكليهما نفس الشكل والاتجاه.



اوربتالات 2P

الشكل (١-٢)

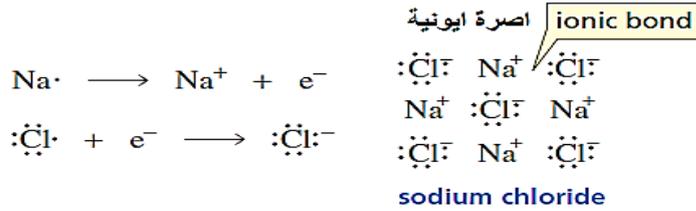
Aufbau Principle

ب- قاعدة اوف بو

تحتل الالكترونات المدارات الذرية حسب قاعدة اوف بو والتي تنص على ان المدار ذا الطاقة الاقل يملأ اولاً ومن ثم المدارات الاعلى طاقة. يمكن ان يحتوي مدار S على الكترولين بينما تحتوي مجموعة مدارات P على ما مجموعه 6 الكترونات موزعة على ثلاثة مدارات كل منها يمكن ان يحوي على الكترولين ذوي دوران متعاكسين اما مدارات d الخمسة ضمن الغلاف الرئيسي يمكن ان تحتوي على 10 الكترونات ومدارات f السبعة تحتوي على 14 الكترون كما في الجدول (1-1).

الجدول (١-١)

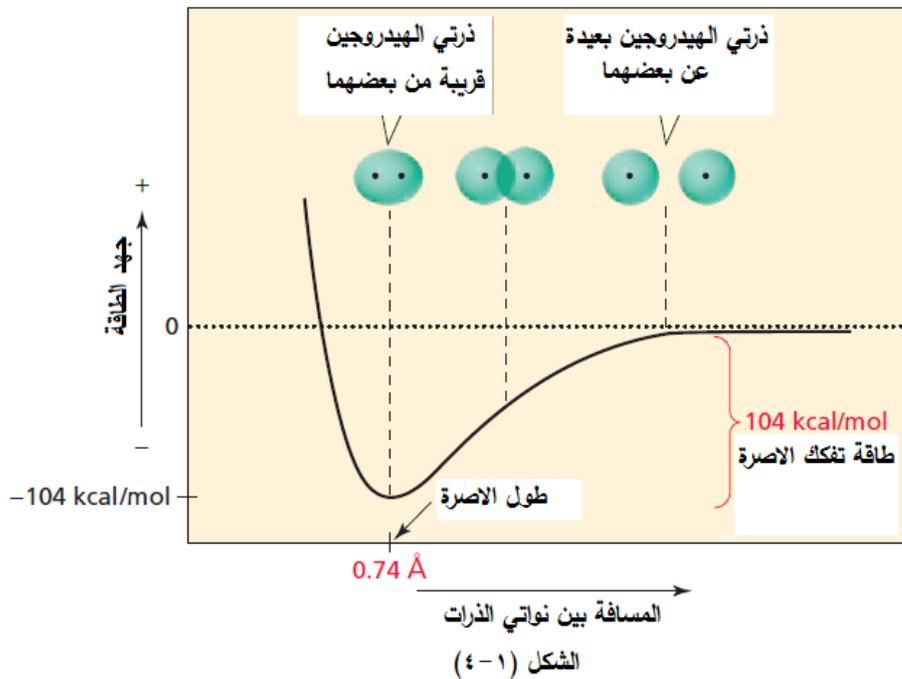
TABLE 1.1 The Ground-State Electronic Configurations of the Smallest Atoms								
Atom	Name of element	Atomic number	1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	3s
H	Hydrogen	1	↑					
He	Helium	2	↑↓					
Li	Lithium	3	↑↓	↑				
Be	Beryllium	4	↑↓	↑↓				
B	Boron	5	↑↓	↑↓	↑			
C	Carbon	6	↑↓	↑↓	↑	↑		
N	Nitrogen	7	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	
O	Oxygen	8	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	
F	Fluorine	9	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	
Ne	Neon	10	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	
Na	Sodium	11	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑



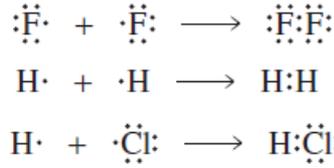
1-4 الترابط التساهمي Covalent Bonding

أ- الترابط التساهمي , التوزيع الالكتروني والجدول الدوري

تشمل الاوصار التساهمية مشاركة زوج الكترونات بين ذرتين متشابهتين او متقاربتين في السالبية الكهربائية. وبسبب هذا التشابه في السالبية الكهربائية ولا يمكن لأي ذرة ان تعطي الكترونات غلافها الخارجي للأخرى كما في الترابط الايوني وبدلا من ذلك تكون نواة كل ذرة منجذبة كهربائيا الى زوج الالكترونات المشاركة وبذلك تتكون الاصرة. وفي ابسط نوع من الاصرة التساهمية توفر كل ذرة الكترون واحد للأصرة وبذلك ينتج زوج من الالكترونات المشاركة ويصبحان جزءاً من الغلاف الخارجي لكل ذرة, اي ان الاصرة التساهمية تتكون من تداخل اثنين من المدارات الذرية, واحد من كل ذرة مساهمة لتكوين مدار جزيئي يضم الكتروني الترابط الشكل (1-4) يوضح طريقة تكون الاصرة التساهمية بين ذرتي هيدروجين.



مثال على ذلك الهيدروجين, والكلور, وكلوريد الهيدروجين المبيين ادناه بصيغ نقط الالكترون وموضح الكترونات الغلاف الخارجي المترابطين وغير المترابطين



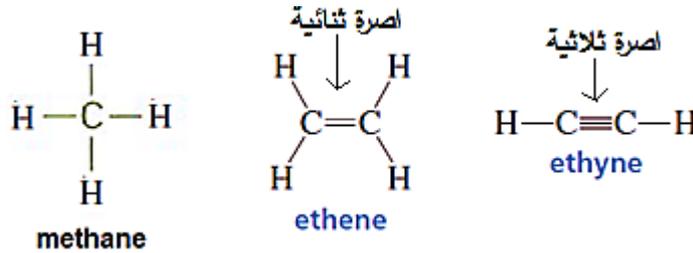
ب- الترابط التساهمي في المركبات العضوية

في المركبات العضوية يكون الكربون اربعة اواصر تساهمية لأنه يمتلك اربعة الكترونات في غلافه الخارجي ويحتاج الى اربعة الى اربعة الكترونات ليصل الى مليء غلافه الخارجي. يميل الكربون لتكوين اواصر تساهمية مع نفسه اكثر من اي عنصر اخر في الجدول الدوري.

توجد عناصر اخرى بالإضافة للكربون في المركبات العضوية. ادناه قائمة بالعناصر الشائعة والموجودة في المركبات العضوية مع عدد الاواصر التساهمية التي تكونها عادة:

العنصر	عدد الاواصر التساهمية
C	4
N	3
O,S	2
H	1
F, Cl, Br, I	1

لا يشترط التوصل الى التكافؤ المطلوب لذرة ما باستخدام اصرة تساهمية احادية فقط، فأي تجمع من اواصر احادية (زوج من الالكترونات المشاركة) او اواصر ثنائية (زوجان من الالكترونات المشاركة) او اواصر ثلاثية (ثلاث ازواج من الالكترونات المشاركة) يمكن ان يستخدم حيث ان المجموع الكلي في جميع الحالات يصل الى التكافؤ المطلوب لتلك الذرة المساهمة مثلا يمكن الوصول الى تكافؤ الكربون الرباعي بالطرق الاتية:



ج- الطبيعة التركيبية للمركبات

تتكون المركبات الايونية من ايونات موجبة وسالبة وبنسب تؤدي الى مركب متعادل كهربائياً. فعند انصهار او ذوبان مركب ايوني في الماء فان الايونات الموجبة والسالبة تتحرك باتجاهات مختلفة فمثلاً البلورات او الملح السائل او الملح في محلول لا يحتوي على جزيئات من ذلك الملح ولكنه عبارة عن تجمع

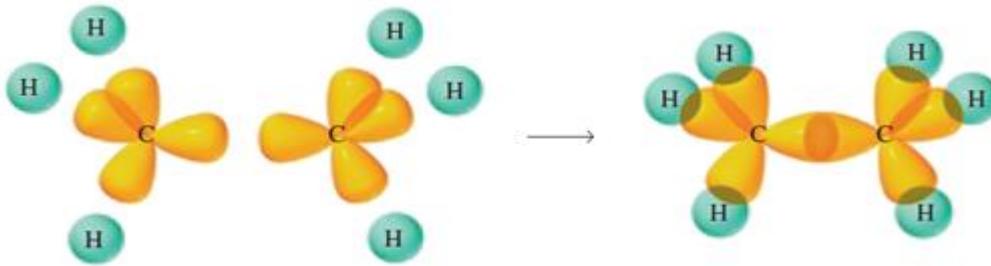
من ايونات موجبة وسالبة. تتألف المركبات التساهمية من جزيئات وان ذرات كل جزيئة تعود بشكل كامل الى تلك الجزيئة وتتحرك سوية كجزء ثابت فمثلا في الحالة الصلبة للسكر $C_{12}H_{22}O_{11}$ تكون كل وحدة من البلورة هي جزيئة سكر كاملة. اما عند ذوبانه في الماء فإنه ينتشر الى جزيئات سكر تحوي كل جزيئة على 12 ذرة كاربون و22 ذرة هيدروجين و11 ذرة اوكسجين.

1-5 تفسير الترابط التساهمي بالمدار (الاوربتال) الجزيئي

أ- المدارات الجزيئية

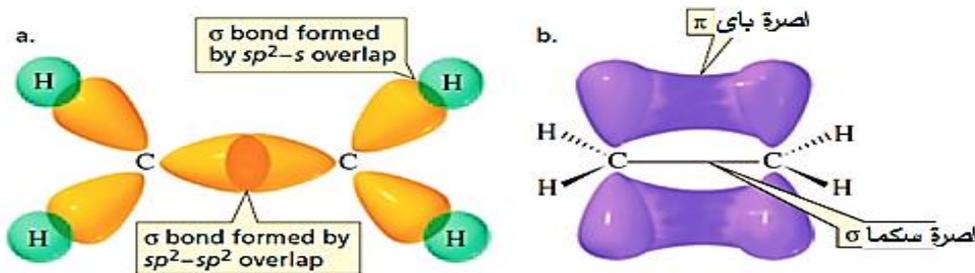
ان الاواصر التساهمية تتكون بمشاركة زوج من الالكترونات وذلك من خلال تداخل المدارات الذرية (الكترن واحد في كل مدار) ليكون مداراً (اوربتال) جزيئياً متألفاً من الكترنين. هناك نوعان مهمان من الاوربتالات الجزيئية الاول يدعى سيكما σ والثاني اواصر باي π .

تتكون الاصرة سيكما من تداخل الاوربتالات الذرية في موضع واحد كما مبين في الشكل (1-5). يمكن ان يتكون هذا النوع من الاواصر من تداخل اوربتالات S كما في الهيدروجين, وتداخل نهايات اوربتالات P كما في الكلور او تداخل اوربتالات S-P كما جزيئة الايثان.



الشكل (٥-١)

تتكون اصرة باي (π اصرة) من تداخل اوربتالات الذرية في موضعين كما في تداخل اوربتالين ذريين P في كل منهما الكترن واحد (الشكل 1-6)



الشكل (٦-١)

ب- التوزيع الالكتروني للكربون

تعتمد الصفات الكيميائية لأي عنصر على التوزيع الالكتروني للمدار الخارجي. ولما كان الكاربون اربعة الكترونات في مداره الخارجي, اثنان في مدار 2S وواحد في كل اوربتالات $2P_x$ $2P_y$ ولذلك يتوقع

نظريا وحسب هذا التوزيع ان يكون الكربون ثنائي التكافؤ ولكن نجد ان الكربون رباعي التكافؤ وذلك بسبب رفع الكترون من اوربتال 2S الى اوربتال 2Pz الفارغ كما يأتي:

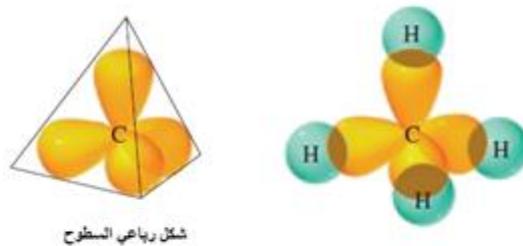


ج- شكل الجزيئات العضوية

ان الذرات التي تتصل بالكربون يجب ان تأخذ شكل فراغي في الفضاء بحيث تكون الذرات ابعد ما يمكن عن بعضها البعض اي اقل حالة تنافر بين الاواصر والذرات وهذا الترتيب في الفضاء يعتمد على عدد الذرات المرتبطة بالكربون, اذا ارتبط الكربون بأربع ذرات يكون شكله رباعي السطوح (tetrahedron) اما اذا ارتبط بثلاث ذرات يكون شكله مثلث مستوي اما اذا اتصل بذرتين يكون شكل الجزيئة بشكل مستقيم.

د- الكربون المرتبط الى اربع ذرات

ابسط مثال هو جزيئة الميثان حيث ترتبط ذرة الكربون بأربع ذرات هيدروجين بواسطة اربع اواصر تساهمية تتخذ جزيئة الميثان شكل رباعي السطوح حيث تكون جزيئات الهيدروجين ابعد ما يمكن عن بعضها البعض وتكون الزاوية بين الذرات $109,5^\circ$ وهي زاوية رباعي السطوح وان كل اصرة تكون متكافئة في الطول كما في الشكل (1-7)

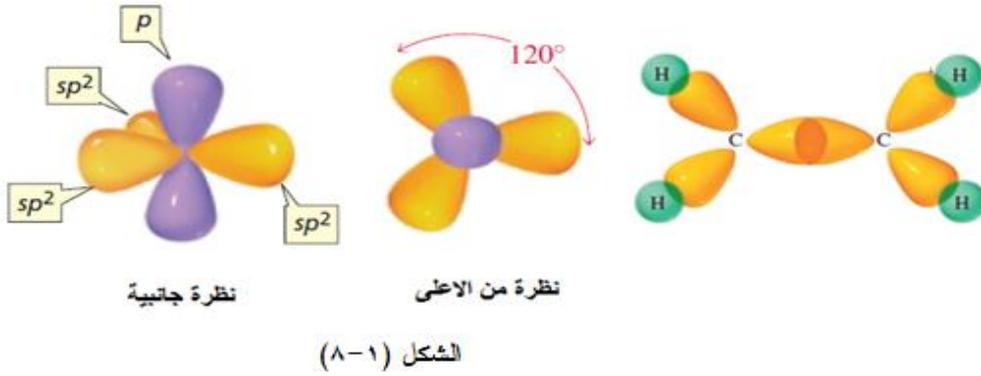


شكل رباعي السطوح

الشكل (1-7)

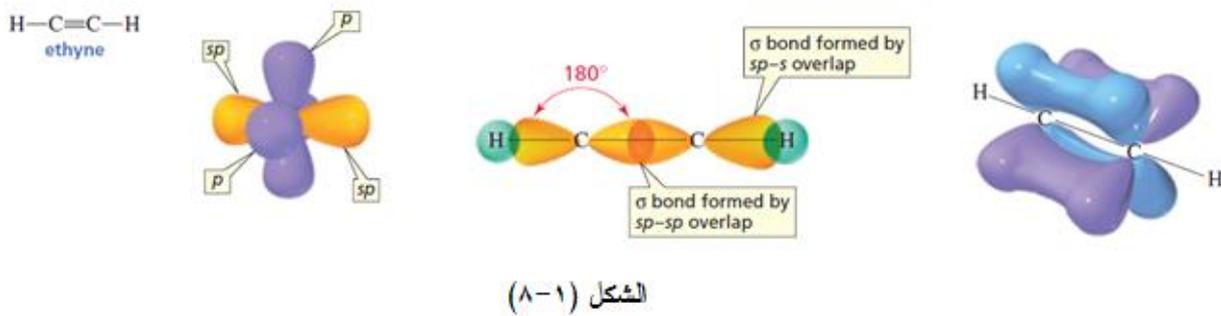
هـ- الكربون المرتبط الى ثلاث ذرات

يعد الايثين من الامثلة الرئيسية الحاوية على ثلاث ذرات مرتبطة الى كل ذرة كربون ذرتا هيدروجين وكربون اخر. ان الشكل المناسب الذي تأخذه ذرة الكربون المرتبطة بثلاث ذرات هي مثلث مستوي وان الزاوية بين الذرات هي 120° درجة اي مثلث متساوي الاضلاع كما في الشكل (1-8)



و- الكربون المرتبط الى ذرتين

تعد ذرة الكربون الموجودة في جزيئة الاستيلين احد الامثلة على ذلك والذي ترتبط فيه ذرة الكربون الى ذرتين فقط ذرة هيدروجين وذرة كربون وتتنظم هذه الذرات كما يلي:



تقع الذرتان المرتبطتان على جانبي ذرة الكربون الوسطية وعلى ابعد ما يمكن من بعضهما البعض وتكون الجزيئة خطية حيث تكون زاوية الاصرة 180° .

ز- عملية التهجين Hybridization

ان عملية التهجين هي عملية مزج الاوربتالات والنتيجة هي دمج الاوربتالات الذرية (Combining atomic orbitals) فيما بينهما هذه العملية تسمى عملية التهجين (Hybridization) اذا تم دمج الاوربتالات الاربعة للكربون يكون التهجين هو sp^3 كما يأتي:



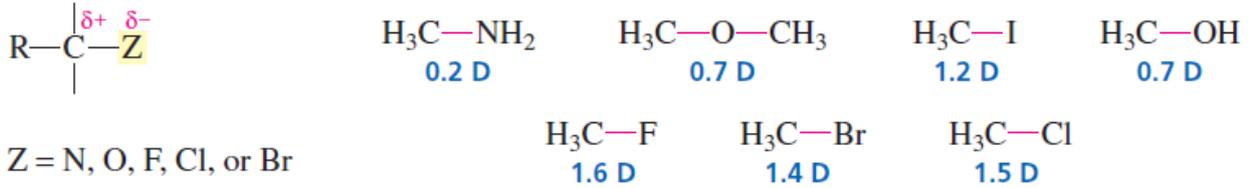
يكون شكل الاوربتال المهجن sp^3 مشابه الاوربتال P وتكون طاقتة اقل من طاقة اوربتال P واعلى من اوربتال S غير المهجنين كما في الشكل (9-1)

8-1 انواع الاواصر البينية بين الجزيئات

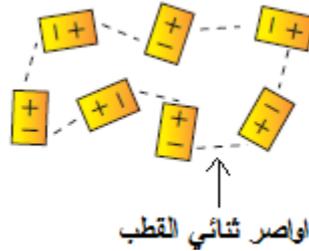
هناك ثلاث انواع من الاواصر والقوى الرابطة بين الجزيئات:

1- تداخل ثنائي القطب dipole-dipole interaction

يشمل هذا التداخل الثنائي الاقطاب على جذب النهاية الموجبة لجزيئة قطبية للنهاية السالبة لجزيئة قطبية ثانية وهذا يحدث للجزيئات التي تحتوي على ذرات ذات سالبة كهربائية عالية حيث يكون لها عزم ثنائي القطب.

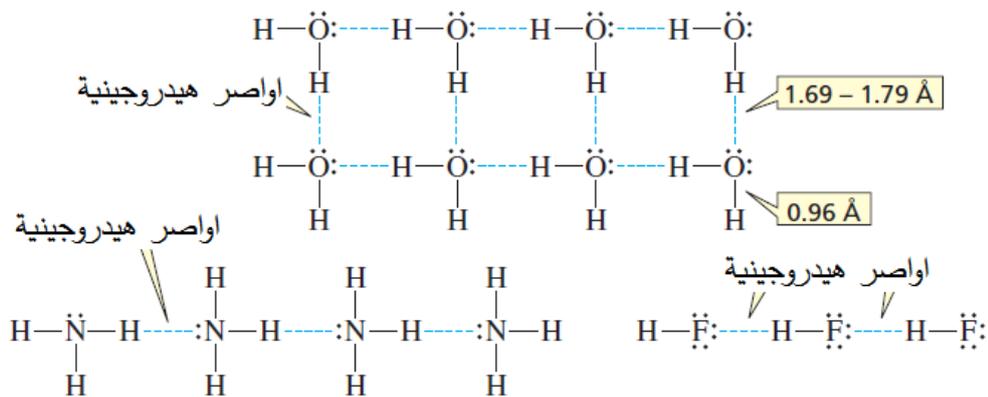


ونتيجة لتداخل ثنائي الاقطاب تتماسك الجزيئات القطبية الواحدة مع الاخرى بقوة اكثر من الجزيئات اللاقطبية ذات الوزن الجزيئي المقارب ويكون التداخل كما يأتي:



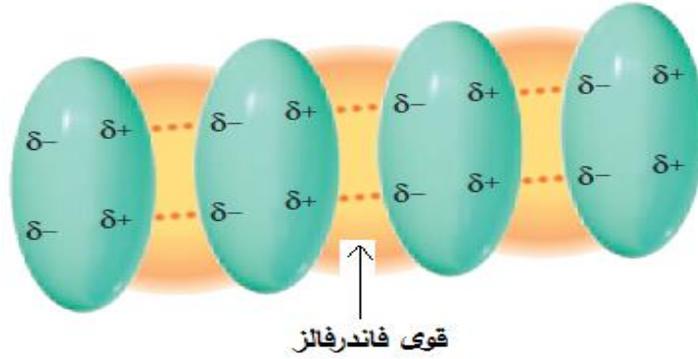
2- الاواصر الهيدروجينية Hydrogen Bonding

هي اصرة بينية تكون فيه ذرة الهيدروجين كرابطة او جسر بين ذرتين ذات سالبة كهربائية عالية تتصل ذرة الهيدروجين مع احد الذرات باصرة تساهمية ومع الاخرى بقوى الكهروستاتيكية بحتة يرمز للترابط الهيدروجيني بين الجزيئات بخط متقطع كما يأتي:



3- قوى فاندر فالز Van Dar Waals Force

هي القوى التي تنشأ بين الجزيئات غير المستقطبة فمثلا توزيع الشحنة في الالكانات يكون متناظرا وعليه لا يوجد عزم ثنائي القطب ولكن الالكترونات يكون في حالة حركة مستمرة وبذلك يكون في لحظة من اللحظات تكون الكثافة الالكترونية في جانب اكثر من الجانب الاخر مما يولد استقطاب مؤقت وسريع ويكون في تغير مستمر ولكن النتيجة النهائية هي تجاذب بين الجزيئات وتعتمد قوى فاندر فالز على المساحة السطحية للجزيئات فكلما كانت المساحة السطحية كبيرة كانت قوى فاندر فالز اقوى والتجاذب كذلك اكبر كما يأتي:



الفصل الثاني

الهيدروكربونات الاليفاتية

الالكانات alkanes

الهيدروكربونات : hydrocarbons

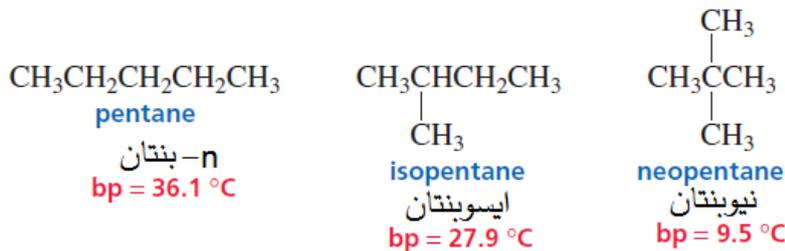
الهيدروكربونات هي مركبات تحتوي على ذرتي الكربون والهيدروجين فقط. تقسم الهيدروكربونات الى قسمين رئيسيين هما الهيدروكربونات الاليفاتية والهيدروكربونات الاروماتية ويمكن التمييز بين هذين الصنفين بالنظر الى صيغتها التركيبية.

الالكانات alkanes

تمتلك الالكانات الصيغة العامة C_nH_{2n+2} . $n=1,2,3,4,.....$

11-2 الخواص الفيزيائية للالكانات Physical Properties of Alkanes

ان الالكانات الاربعة الاولى هي عبارة عن غازات اما الالكانات من C_5 الى C_{17} فهي سوائل اما تلك التي تحتوي على 18 ذرة كربون فهي صلبة. الاواصر بين الذرات التي تكون الالكانات هي اواصر تساهمية اما الاواصر بين الجزيئات في قوى فاندرفالز ونلاحظ ان درجة الغليان تزداد كلما زاد الوزن الجزيئي للجزيئة بزيادة حجم الجزيئة تزداد المساحة السطحية وبذلك تزداد القوى البينية بين الجزيئات اهذا يتطلب طاقة اكبر للتغلب على هذه القوى اي ان قوى فاندر فالز تعتمد على المساحة السطحية للمركبات كلما زادت المساحة السطحية زادت قوى فاندرفالز, ان متشاكلات السلاسل المتفرعة لها درجة غليان اقل من المتشاكلات المستقيمة لنفس الالكان وكلما زاد التفرع قلت درجة الغليان فمثلا يغلي n - بنتان في $36,1^{\circ}C$ درخة مئوية بينما ايسوبنتان يغلي عند درجة $27,9^{\circ}C$ اما نيوبنتان يغلي عند درجة حرارة $9,5^{\circ}C$ درجة مئوية كما في المثال الاتي:

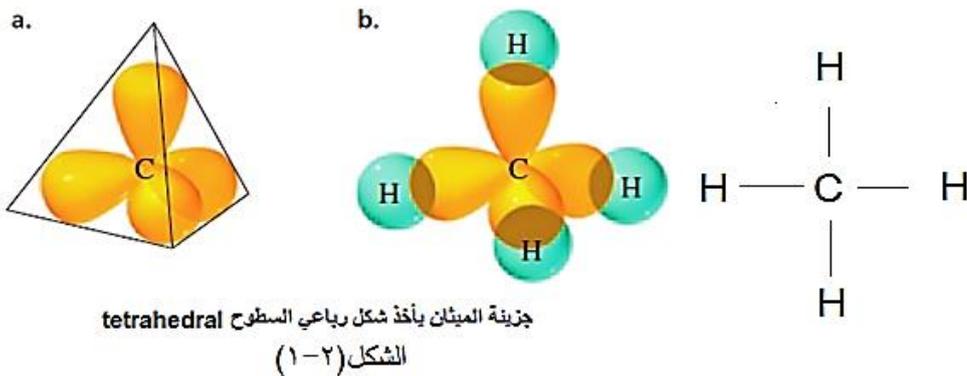


لاتذوب الالكانات في الماء ولا في المذيبات القطبية لذلك نلاحظ ان الالكانات تذوب في المذيبات غير القطبية مثلاً هكسان حلقي , والبنزين, ورباعي كلوريد الكربون, والمذيبات قليلة القطبية يمكن استعمال الالكانات كمذيبات لمركبات قليلة القطبية تتميز الالكانات بأن لها اقل كثافي بين المركبات العضوية فكثافتها جميعها اقل من $1,55$ غم/سم³ ولذلك نجد ان البترول (خليط من الهيدروكربونات تغلب فيها الالكانات) يطفو فوق الماء.

1-2 الميثان methane

يعد الميثان CH_4 ابسط مركبات سلسلة الالكانات والذي يتكون من ذرة كاربون متصلة باربع ذرات هيدروجين بواسطة شكل رباعي السطوح بزواوية مقدارها $109,5^\circ$ كما في الشكل (1-2). يعد الميثان المكون الرئيسي للغاز الطبيعي. من الخواص الفيزيائية للميثان هو غاز عديم اللون وعديم الرائحة درجة انصهاره $182,6^\circ$ ودرجة غليانه $161,7^\circ$ م⁵ يحتوي الميثان على اربع اواصر تساهمية غير مستقطبة لذلك يكون التجاذب فيما بين جزيئاته قليل جدا وان هذا التجاذب القليل يعزى الى قوى فاندرفالز (van der waals forces) وهو قليل الذوبان في الماء بينما يذوب في المذيبات العضوية غير القطبية ويمكن اسالة الميثان فسائل الميثان اقل كثافة من الماء (الكثافة النوعية 0,424).

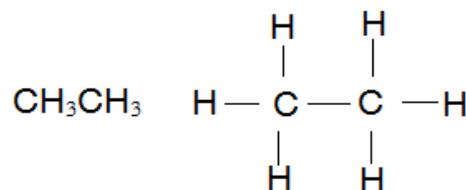
يعد الميثان الناتج الرئيسي لغاز المستنقعات وانه يتكون من التحلل اللاهوائي للنباتات فهو يوجد بشكل فقاعات تخرج من سطح المستنقعات يعرف الميثان بالغاز الطبيعي لكون الميثان عديم الرائحة يضاف اليه ايثان ثايول CH_3CH_2SH (غاز ذو رائحة نفائثة) وذلك لسهولة تشخيصه عند تسربه.



2-2 الايثان Ethane

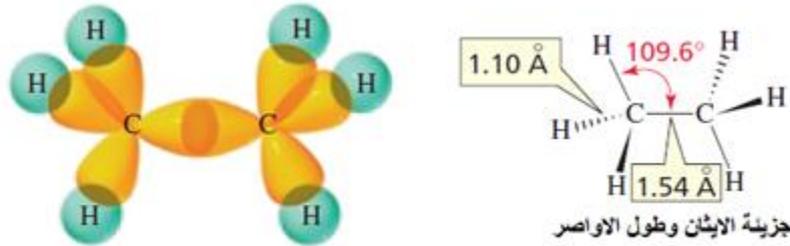
تركيب الايثان: Structure of Ethane

الصيغة الجزيئية للايثان هي C_2H_6 ويأتي بعد الميثان ويمكن توضيح صيغته كما يلي:



اثبتت التجارب الفيزيائية بان ذرات الكربون في الايثان هي هرم رباعي السطوح (Tetrahedral) وان زوايا الاصرة فيه متساوية ($109,5^\circ$) وان طول الاصرة سيكما كربون - كربون (C-C) هي 1,54 انكستروم

وان كل ذرة كربون مرتبطة بأربع ذرات فان رابطة كربون- كربون تنشأ من تداخل اوربتالات SP^3-SP^3 مع بعضها وكذلك الاواصر من نوع C-H تنشأ من تداخل اوربتالات SP^3 مع اوربتال S للهيدروجين الشكل (2-2):

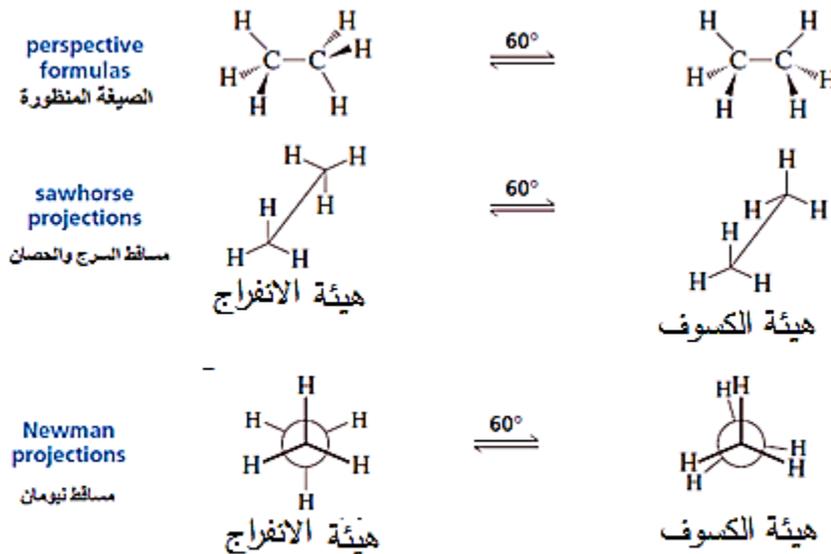


الشكل (٢-٢)

2-3 روابط سكما والدوران حول الروابط وتحليل الهينات والدوران الحر

ان المجاميع المرتبطة باصرة احادية يمكن ان تدور حول تلك الرابطة بالنسبة لبعضها البعض وان هذا يؤدي الى ترتيبات مختلفة للذرات في الفضاء تدعى كل منها بالهيئة (Conformation) وان دراسة تغيرات الطاقة لجزئي تدور ذراته حول الاصرة تسمى تحليل الهيئة.

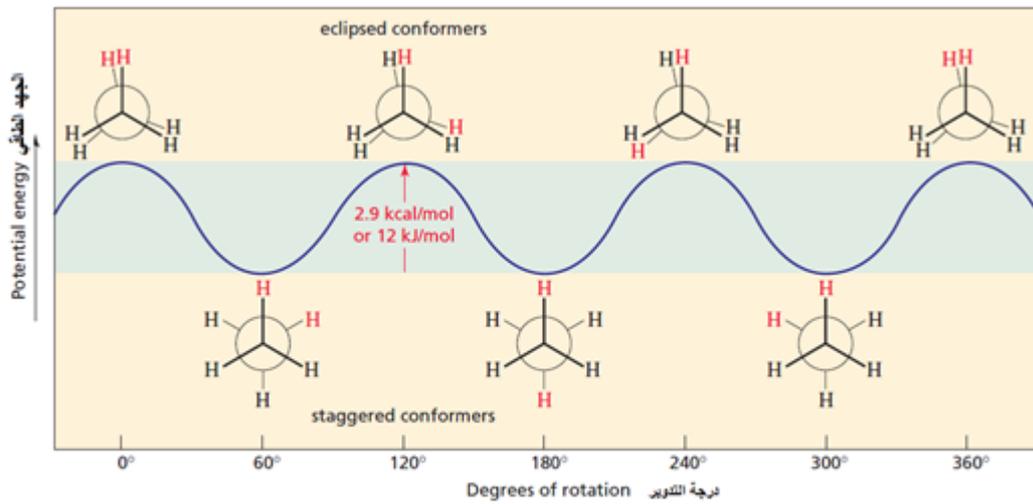
تكون اصرة كربون- كربون في الايثان احادية لأنها تتكون من تداخل زوج من الالكترونات وان هذا المدار الرابط للاصرة C-C يسمح للدوران الحر يظهر بوضوح عدم وجود اي اعاقه للدوران الحر حول اصرة C-C حيث تأخذ جزية الايثان عدد غير متناهي من الهينات الناتجة من هذا الدوران وان هذا الهينات ليست متساوية في الطاقة الشكل (3-2)



الشكل (٣-٢)

ان الهيتين التي ستدرس هي هيئة الانفراج (staggered) وهيئة الكسوف (eclipsed), فالهيئة التي تكون فيها ذرات الهيدروجين متبادلة بشكل كامل عند النظر اليها من احد نهايتي الجزيئة على امتداد محور الربط كربون-كربون هي اكثر الهيتات ثباتا (اي اقلها طاقة) وتسمى هيئة الانفراج, ويفسر هذا بسهولة على اساس ان هذه الهيئة تجعل التنافر بين ازواج الالكترونات الرابطة اقل ما يمكن فهي تنتج اقصى ما يمكن من التباعد لجميع روابط كربون-هيدروجين في الجزيء.

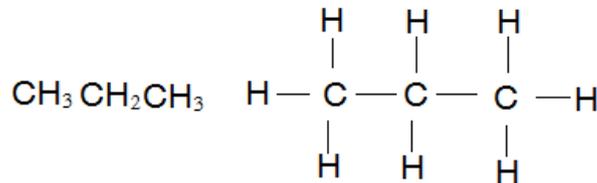
اقل الهيتات ثباتا هي هيئة الخسوف (eclipsed) فحين النظر على امتداد محور الربطة C-C فان ذرات الهيدروجين المتصلة بكل ذرة كربون تقع مقابل ذرات الهيدروجين على الذرة الاخرى لذلك فان هذه الهيئة تمثل ادنى ابتعاد لإلكترونات جميع الروابط فهي اعلى هيئة في الطاقة واقلها ثباتا. يكون الفرق بين هيئة الانفراج وهيئة الكسوف مساويا الى 3 كيلو سعرة/مول كما في الشكل(2-4).



الشكل (٢-٤)

4-2 البروبان Propane

الصيغة الجزيئية للبروبان C_3H_8 يمكن ان تمثل بإحدى الطرق الآتية:

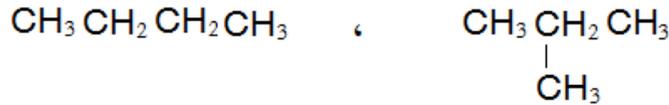


ان زاوية الاصرة C-C هي مقاربة الى $109,5^\circ$ وهي الزاوية المثالية لهرم رباعي السطوح الذي تتميز به ذرات الكربون من نوع SP^3 . اضافة الى ان هيتات الدوران الحر حول الاصرة C-C في البروبان حيث ان حاجز الطاقة للتحويل من هيئة الانفراج الى هيئة الكسوف تساوي 3,3 كيلو سعرة/مول وهي اكثر بقليل من جزيئة الايثان بسبب كبر حجم مجموعة المثليل مقارنة مع الهيدروجين.

5-2 البيوتان Butane

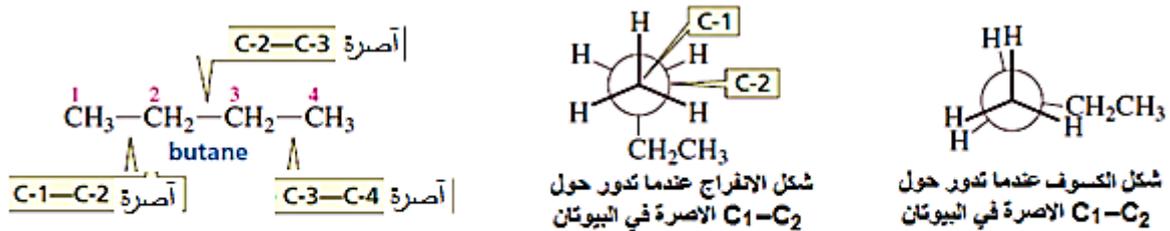
نظائر التركيب Structural Isomers

يعد البيوتان المركب الرابع في السلسلة المستقيمة لعائلة الالكانات الذي يمتلك الصيغة الجزيئية (C_4H_{10}) يمكن رسم تركيبين لهذا الصيغة يشمل الاول سلسلة مستقيمة من ذرات الكربون بينما يشمل الثاني سلسلة متفرعة عند ذرة الكربون الوسطية تكون هذه المركبات مختلفة في الخواص الفيزيائية والكيميائية حيث يغلي المركب الاول عند درجة $-0,5^{\circ}C$ وينصهر عند درجة حرارة $-135^{\circ}C$ بينما يغلي الثاني عند $-12^{\circ}C$ وينصهر عند $-159^{\circ}C$ يطلق على هذين المركبين بالمتشاكلات التركيبية (structural isomers)



2-6 تحليل هيئة البيوتان conformational analysis of butane

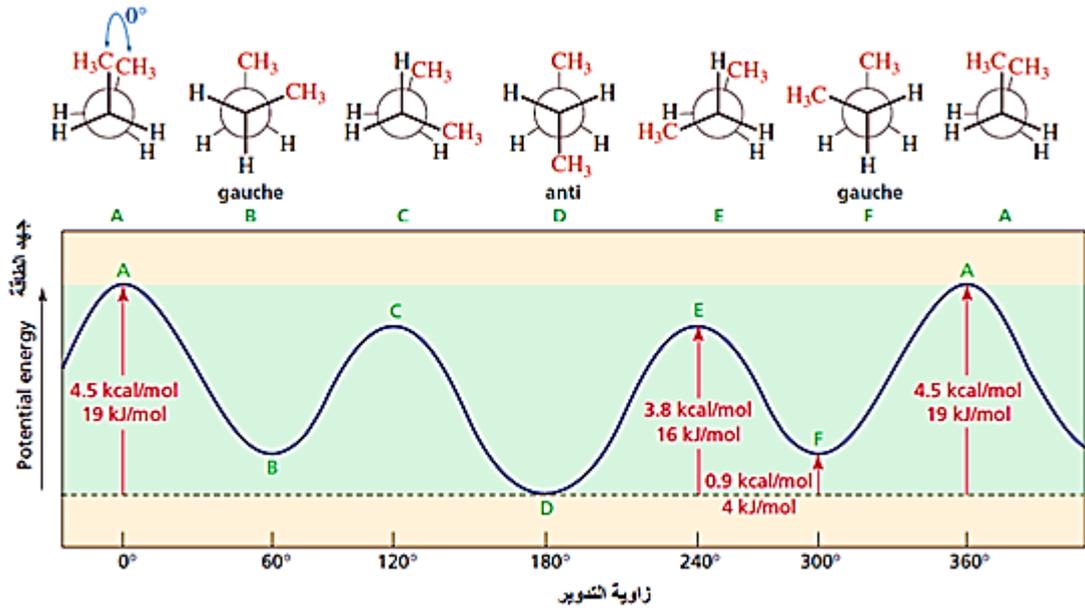
تكون بعض متشاكلات البيوتان التركيبية اكثر استقرارا فعند دراسة هيئات هذين المركبين تكون الصورة اكثر تعقيدا بسبب وجود الدوران الحر حول الاصرة الاحادية كربون-كربون ($C_1-C_2-C_3-C_4$) ان الهيئات الناتجة من الدوران الحر في المتشاكل الاول وحول الاصرة C_1-C_2 ان هذا الدوران ينتج عنه هيئات فراغية مختلفة اهمها التي تكون فيها مجاميع الاثيل والهيدروجين في وضعية الانفراج والتي هي الاخرى الاكثر استقرارا (اقل طاقة) الهيئة (ب) ان الدوران بزواوية 60° حول الاصرة ينتج عنه هيئة اخرى اقل ثباتا تسمى هيئة الكسوف والتي تكون اقل استقرارا واكثر طاقة. اما الدوران حول الاصرة C_2-C_3 هي الاكثر اهمية والتي يمكن ان تنتج عنه هيئات مختلفة ومهمة وفي هذا النوع من الهيئات يلعب الاجهاد الناتج عن الاعاقة الفراغية دورا مميزا ومهما الشكل (2-5).



الشكل (2-5)

ففي هيئة الانفراج والهيئات المتجاورة لا يوجد اجهاد لان مجاميع المثيل لكل متبادلة رمز بين هذه الهيئات تكون هيئة الانفراج اكثر ثباتا فان مجاميع المثيل في الهيئات المتجاورة تكون قريبة بعضها من بعض مما يجعل قوى فاندرفالز تتنافر، اي ان السحب الالكترونية في المجموعتين تكون قريبة لدرجة ان يحدث بينهما تنافر.

ان هذا التنافر يؤدي الى ان تكون هيئة التجاور اعلى طاقة من هيئة الانفراج بحوالي 0,8 كيلو سعرة /مول. اما الهيئات الاخرى والمنكسفة فهي تمثل نهايات عظمى في مخطط الطاقة (الشكل 2-6)



الشكل (٦-٢)

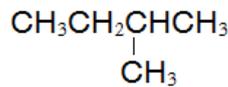
7-2 نظام كتابة الصيغة التركيبية

عند محاولة رسم صيغ المتشاكلات العائدة لصيغة جزيئية معينة يجب ملاحظة النقاط التالية:

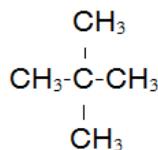
- 1- يجب ان تكون كل تراكيب المتشاكلات مطابقة للصيغة الجزيئية.
- 2- تجنب كتابة تراكيب متشابهة وذلك بمقارنة كل تركيب مع التراكيب السابقة وان افضل طريقة بتشخيص اطوال سلسلة من ذرات الكربون, مثال كتابة تراكيب متشاكلات البنتان (C_5H_{12}) هناك عدة خطوات
 - أ- ابدأ بكتابة سلسلة مستقيمة من خمس ذرات كربون والتي تكون احتمال تركيب واحد فقط



ب- حاول رسم المتشكل الاخر بأربع ذرات كربون على شكل سلسلة متواصلة بينما تتصل مجموعة المثلث بإحدى ذرات الكربون لتعطي سلسلة متفرعة.



ج- حاول رسم سلسلة من ثلاث ذرات كربون تتصل مجموعتي المثلث بنفس ذرة الكربون.



8-2 تسمية الالكانات Nomenclature Of Alkanes

يتم تسمية المركبات الكيميائية حسب نظام تسمية (IUPAC) (يوباك) وهذا مختصر للكلمات الانكليزية (International Union of Pure and Applied Chemistry) (الاتحاد العالمي للكيمياء الصرفة والتطبيقية).

1- نظام التسمية الاعتيادي Common System

تسمى المركبات العشرة الاولى من عائلة الالكانات حسب الجدول الاتي جدول (1-2)

الجدول (١-٢)

Table 2.1 Nomenclature and Physical Properties of Straight-Chain Alkanes					
Number of carbons	Molecular formula	Name	Condensed structure	Boiling point (°C)	Melting point (°C)
1	CH ₄	methane ميثان	CH ₄	-167.7	-182.5
2	C ₂ H ₆	ethane ايثان	CH ₃ CH ₃	-88.6	-183.3
3	C ₃ H ₈	propane بروبان	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42.1	-187.7
4	C ₄ H ₁₀	butane بيوتان	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.5	-138.3
5	C ₅ H ₁₂	pentane بنتان	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	36.1	-129.8
6	C ₆ H ₁₄	hexane هكسان	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	68.7	-95.3
7	C ₇ H ₁₆	heptane هبتان	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	98.4	-90.6
8	C ₈ H ₁₈	octane اوكتان	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	127.7	-56.8
9	C ₉ H ₂₀	nonane نونان	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	150.8	-53.5
10	C ₁₀ H ₂₂	decane ديكان	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	174.0	-29.7

يستعمل المصطلح normal او بالحرف n- في نظام التسمية الاعتيادي لكل ذرة كربون الموجودة في الجزيئة المتكونة من السلسلة المستقيمة مثال n-اوكتان CH₃(CH₂)₆CH₃

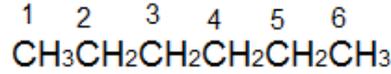
عند ازالة ذرة هيدروجين من الالكانات ينتج الالكيل المعوض او مجموعة الالكيل (alkyl group) يتم تسمية الالكيل المعوض باستبدال المقطع ane في نهاية الالكان بالمقطع yl يستخدم الحرف R- للدلالة على مجموعة الالكيل (alkyl group).

CH ₃ -	CH ₃ CH ₂ -	CH ₃ CH ₂ CH ₂ -	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ -
ميثيل methyl	اثيل ethyl	بروبيل propyl	بيوتيل butyl

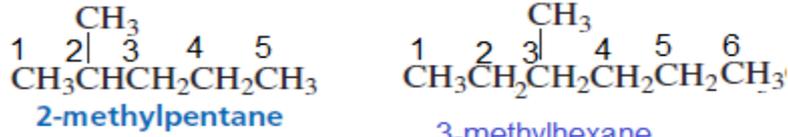
2- نظام التسمية العام (نظام يوباك) (IUPAC System)

يستخدم نظام التسمية العام يوباك لتسمية جميع المركبات بانواعها البسيطة والمعقدة تسمى مركبات الالكانات في النظام العام حسب القواعد التالية:

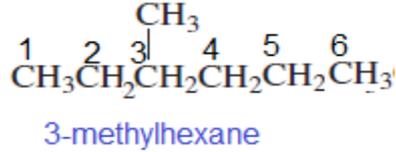
1- يعين اطول سلسلة متواصلة من ذرات الكربون وهذه السلسلة هي التي تحدد اسم الالكان الاساسي(الام).



2- اذا كانت السلسلة معوضه ترقم اطول سلسله مستمرة مع اعطاء المجموعة المعوضة اصغر الارقام حيث يكتب الرقعة ثم شارحة (-) ثم اسم المجموعة المعوضة واسم المركب الام.

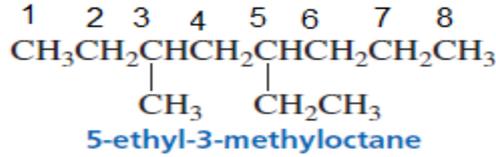


٢- مئيل بنتان



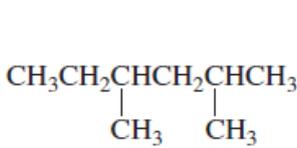
٣- مئيل هكسان

3- اذا وجد اكثر من مجموعة معوضه تعطى كل واحدة منها رقما يحدد موقعها على السلسلة الاطول ونبدأ الترقيم من الطرف الذي يأخذ رقم معوض اقل و يجب ترتيبها عن الكتابة ابجديا حسب الابجدية الانكليزية (alphabetical)

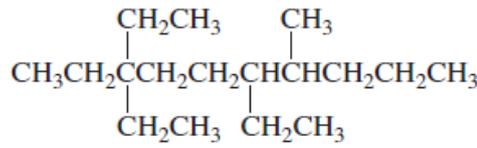


٥- ائيل-٣- مئيل اوكتان

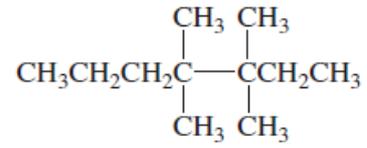
4- عند وجود مجاميع متشابهه تعطى اصغر رقم وعند كتابتها توضع بين الارقام فارزة (,) اذا كان هناك مجموعتين متشابهتين يكتب بعد الرقم البادئة ثنائي (di) اذا كانت هناك ثلاث مجاميع معوضة متشابهه توضع البادئة ثلاثي (tri) واذا رباعية (tetra) عندما توجد مجموعتان على نفس ذرة الكربون, يكرر الرقم مع كل مجموعة.



٢,٤- ثنائي ائيل هكسان

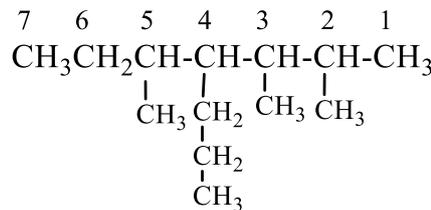


٣,٦,٧- ثلاثي ائيل-٣- مئيل ديكان



٣,٣,٤,٤- رباعي مئيل هبتان

5- عندما توجد سلسلتان من نفس الطول نختار السلسلة التي تحمل اكبر عدد من المجاميع المعوضه.



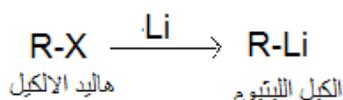
2,3,5-trimethyl-4-propylheptane

10-2 تحضير الالكانات Preparation of Alkane

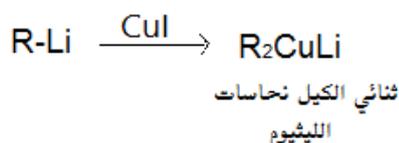
يعد البترول المصدر الرئيسي للهيدروكربونات وهو خليط معقد من المركبات العضوية التي معظمها هيدروكربونات وان اول خطوة في تكرير البترول هي التقطير وهي عملية الفصل الجزيئية لمكوناته التي تصلح للاستعمال كوقود, اما مختبراً فهناك الكثير من طرق التحضير التي من اهمها الطرق الاتية:

1- من تفاعل هاليدات الالكيل مع فلز الليثيوم

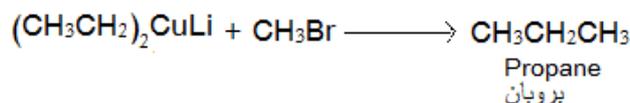
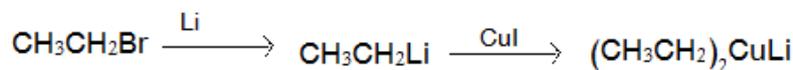
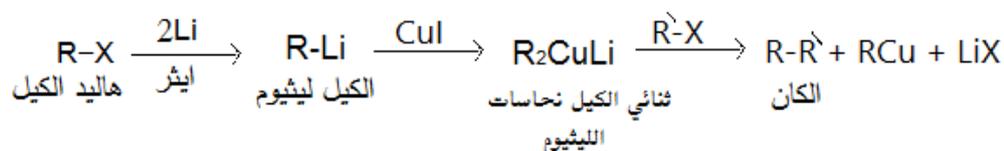
يتفاعل هاليد الالكيل مع فلز الليثيوم للحصول على فلز عضوي يسمى كاشف الكيل الليثيوم



ان تفاعل كاشف الكيل الليثيوم مع هاليد النحاسوز ليكون كاشف يسمى ثنائي الكيل نحاسات الليثيوم.

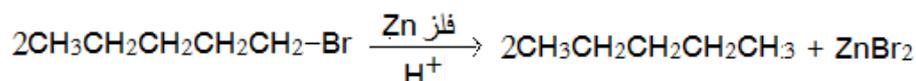
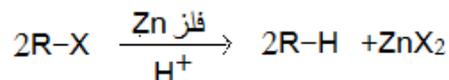


وان تفاعل الكاشف الاخير مع هاليد الكيل اخر يؤدي الى تكوين الكان اكبر. يسمى هذا التحضير بتحضير كوري- هاوس ان هذا التفاعل الذي يلخص فيما يأتي يعطي ناتجا عاليا اذا كانت مجموعات الالكيل كلها اولية.



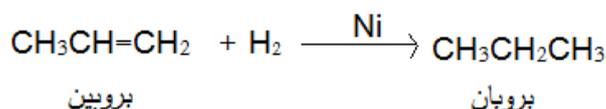
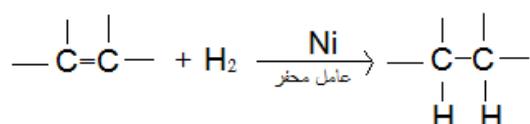
2- اختزال هاليدات الالكيل Reduction of alkyl halides

عند يتفاعل هاليد الالكيل R-X (X=Cl, Br, I) مع فلز الخارصين في وسط حامضي, تتحول هاليدات الالكيل الى الالكانات المقابل بدون فقدان ذرة الكربون.

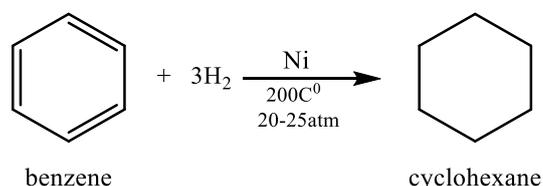


3- من هدرجة الالكينات Hydrogenation of Alkenes

واحدة من اهم الطرق المتبعة في تحضير الالكانات هي اضافة الهيدروجين الى اصرة كربون-كربون المزدوجة في الالكينات بوجود حفاز فلزي ومن امثلة ذلك

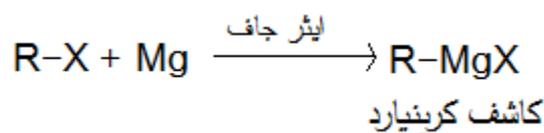


يمكن تحضير الهكسان الحلقي بهذه الطريقة من اضافة الهيدروجين الى حلقة اروماتية مثل البنزين

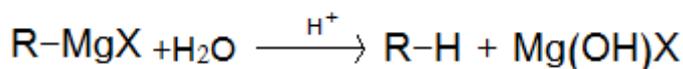


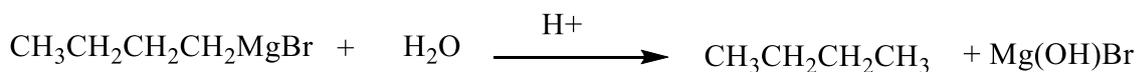
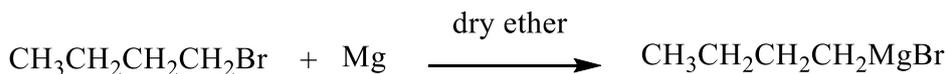
4- من كاشف كرينيارد Grignard Reagents

يعد كاشف كرينيارد RMgX قاعدة قوية باحثة عن النواة (Nucleophile) وان هذا الكاشف يحضر من تفاعل هاليدات الالكيل مع فلز المغنيسيوم في وسط جاف يستخدم فيه الايثر الجاف كمذيب.



يعد كاشف كرينيارد فعالا جدا حيث يفاعل مع عدد من المركبات والتي من ضمنها الماء بوجود حامض حيث يتكون الالكان المقابل



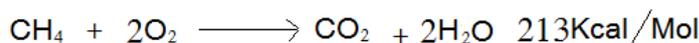


12-2 تفاعلات الالكانات reaction of alkanes

جميع الالكانات مركبات خاملة وقليلة الفعالية تدعى الالكانات (بارافينات) لا تتفاعل مع الحوامض او القواعد المركزة حيث لا تتأثر عند تسخينها مع حامض الكبريتيك المركز لفترة معينة من الوقت وكذلك لا تتأثر بالعوامل المؤكسدة او المختزلة القوية نلاحظ ان هناك عدة تفاعلات كيميائية محددة تتم مع الالكانات لكنها تحتاج الى ظروف شديدة وقوية.

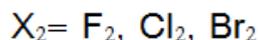
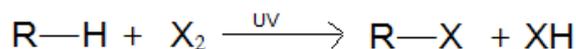
1- الاحتراق Combustion

واحدة من اهم تفاعلات الالكانات هو عملية الاحتراق في الهواء مكونة الماء وثنائي اوكسيد الكربون مصحوبة بكمية من الحرارة , وبما ان معظم الهيدروكربونات نحصل عليها من الغاز الطبيعي والبتترول فهي رخيصة كوقود , يكون تفاعل الاحتراق عند حرق الميثان (الغاز الطبيعي) كما يلي:

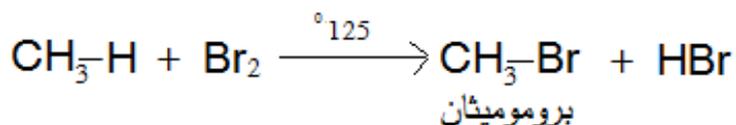


2- الهلجنة Halogenation

احد التفاعلات التي تعانيها الالكانات هي الهلجنة وهي نوع معروف من التفاعلات العضوية تعرف بتفاعلات التعويض (الاستبدال) وذلك عند استبدال ذرة الهيدروجين بالهالوجين كما في المعادلة الاتية:



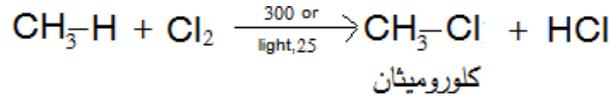
غالبا ما يستخدم في الهلجنة الكلور والبروم اما اليود فلا يتفاعل مطلقا اما الفلور فيتفاعل بشدة ومن الصعب السيطرة عليه, تتم الهلجنة بواسطة الحرارة او تحت تأثير الاشعة فوق البنفسجية (UV) كما في التفاعل الاتي:



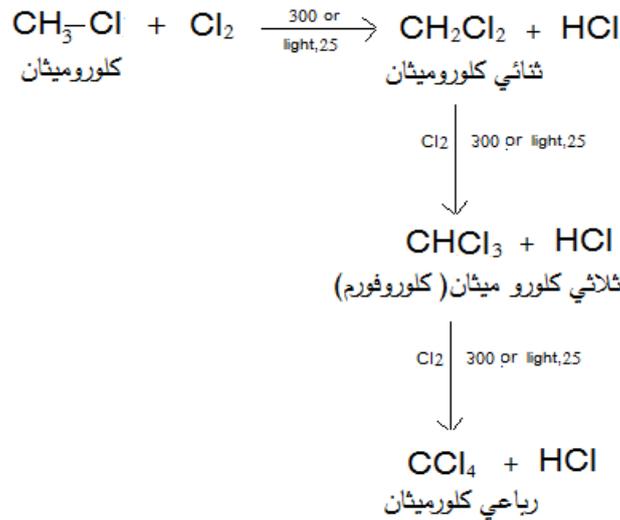
ان عملية الهلجنة تعطي اكثر من ناتج واحد وحتى بعض النواتج تحتوي على اكثر من ذرة هالوجين واحدة.

امثلة على هلجنة الالكانات

يتفاعل الميثان والكلور بشدة تحت تأثير الاشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة الغرفة او عند تسخينه الى درجة حرارة 300⁵م يعوض الهيدروجين بالكلور ويتكون كلوروميثان كنتاج اول:



نلاحظ ان هذا التفاعل لا يتوقف عند هذا الحد بل يستمر لان كلوريد الميثان لديه ثلاث ذرات من الهيدروجين متصلة بالكربون لذلك عندما نتركه لفترة اطول مع غاز الكلور يؤدي الى استبدال ذرات الهيدروجين الثلاث كما موضح في الخطوات التالية:

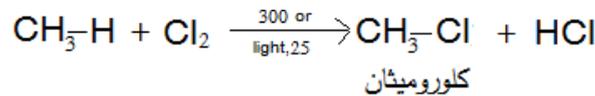


13-2 ميكانيكية التفاعل Reaction Mechanisms

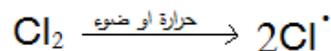
ان التفاعل الكيميائي هو تحول المواد المتفاعلة الى نواتج ولكن كيف يحدث هذا التحول وهل هذا التحول يتضمن اكثر من خطوة لذلك فان الوصف التفصيلي لكل خطوة من خطوات التفاعل الكيميائي يدعى بميكانيكية التفاعل ان الميكانيكية فرضية وضعت لتفسير الحقائق المعروفة عن ذلك التفاعل.

ميكانيكية الهلجنة بالكلور – الجذور الحرة Mechanism of Chlorination-Free Radical

عند معاملة الميثان مع الكلور نلاحظ حدوث التفاعل الاتي:

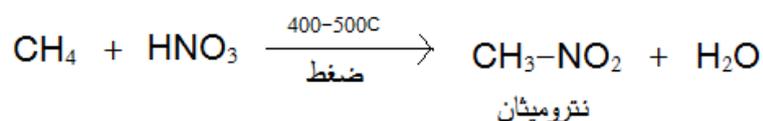


ان ميكانيكية هذا التفاعل تكون كالآتي:



14-2 نيترة الالكانات Nitration of alkanes

هي عملية استبدال ذرة الهيدروجين بمجموعة النيترو (-NO_2) يتطلب هذا التفاعل ظروفًا شديدة ينتج فقط نيتروميثان عند تفاعل الميثان مع حامض النترريك المركز عند درجة حرارة 400°C وتحت ضغط عالي كما في المعادلة الآتية:



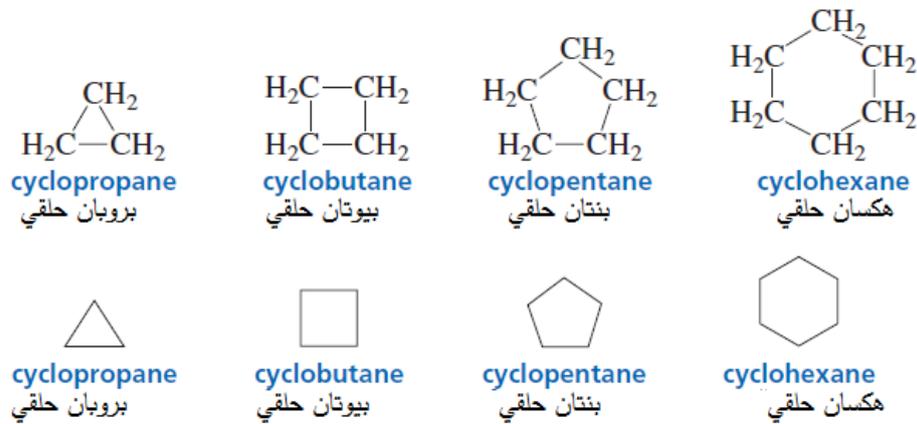
الفصل الثالث

1-3 الالكانات الحلقية cycloalkanes

هي هيدروكربونات تكون ذرات الكربون متصلة مع بعضها البعض بشكل حلقة ولها الصيغة العامة C_nH_{2n} .

2-3 التسمية nomenclature

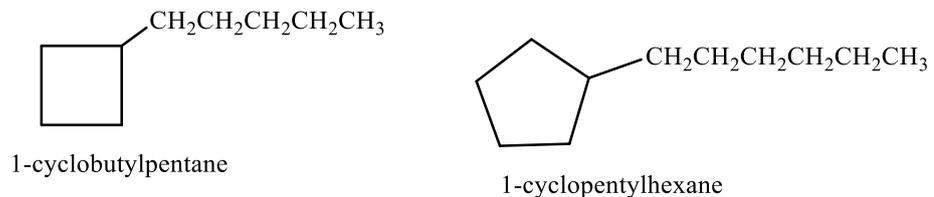
1- تسمى الالكانات الحلقية بإضافة كلمة (cyclo) قبل اسم (alkane) اما في اللغة العربية فإضافة كلمة (حلقي) بعد اسم (الالكان) يمكن كتابة المركبات الحلقية بطريقتين كما في الامثلة الاتية:



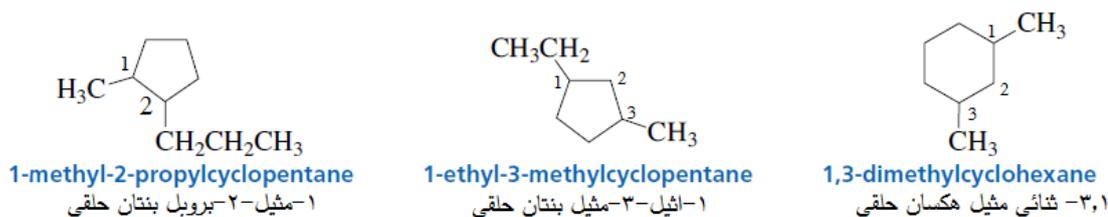
2- في حالة كون الحلقة معوضه عند التسمية ننظر اذا كان المعوض الكيل عدد ذراته اقل من الحلقة نسمي الالكيل كمعوض كما في المثال الاتي:



اما اذا كان عدد ذرات المعوض اكبر من المركب الحلقي نسمي المركب الحلقي كمعوض كما يأتي:



3- اذا كانت الحلقة مرتبطة بمجموعتين مختلفتين نرتب المعوضات حسب نظام التسمية alphabetical مع اعطاء المعوض الاول رقم 1 كما يأتي:



3-3 الصفات الفيزيائية physical properties

نلاحظ عند مقارنة بعض الصفات الفيزيائية بين الالكانات الحلقية والالكانات المفتوحة (الجدول (1-2)) ان درجة الغليان والانصهار والكثافة للالكانات الحلقية تكون اكبر من الالكانات المفتوحة كما ان الالكانات الحلقية غير قطبية لذلك هي تذوب في المذيبات القطبية او المذيبات العضوية ضعيفة القطبية ولا تذوب في المذيبات عالية القطبية. يبين الجدول (1-3) بعض الصفات الفيزيائية للالكانات الحلقية

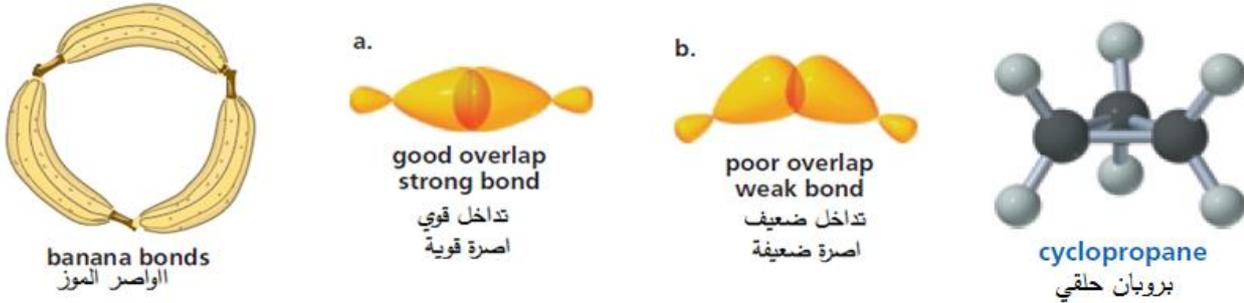
name	b.p C ⁰	m.p C ⁰	Density(g/cc) at 20C ⁰
Cyclopropane	-33	-127	0.688
cyclobutane	11	-80	0.704
cyclopentane	49	-94	0.746
cyclohexane	81	6.4	0.778
cycloheptane	117	-13	0.810
cyclooctane	147	14	0.830
methylcyclopentane	72	-142	0.749
methylcyclohexane	100	-126	0.769

4-3 هيئة الالكانات الحلقية

ان اشكال التراكييب للحلقات بروبان والبيوتان والبنتان والهكسان تكون بشكل حلقات مستوية كما اقترح ادولف فون بير (Adolf von Baeyer) وافترض كذلك ان كل المركبات الحلقية ما عدا البنتان الحلقي تكون مجهددة (strained) بسبب زوايا الاواصر التي تكون بعيدة عن زاوية شكل رباعي السطوح (109,5⁰) لذلك سندرس كل مركب على حده.

5-3 البروبان الحلقي cyclopropane

تتكون حلقة البروبان من مثلث متساوي الاضلاع وزاوية مقدارها 60° -C-C-C- ولكي تكون البروبان الحلقي من البروبان يجب ان تقلص زوايا الاواصر من $109,5^\circ$ الى 60° لذلك تكون حلقة البروبان متوترة بشكل كبير ان هذا الاجهاد يدعى بالاجهاد الزاوي (angle strain) اذ في هذه الحالة يكون تداخل اوربتالات sp^3 للكربون ضعيفة مما يسبب ضعف الاواصر كما في الشكل:



6-3 بيوتان حلقي cyclobutane

يكون البيوتان الحلقي على شكل مربع وزوايا الاصرة حوالي 88° درجة -C-C-C- مع ان الحلقة ذات اجهاد كبير الا انها اقل من البروبان تكون حلقة البيوتان غير مستوية حيث تكون مثنية قليلا كما في الشكل:



7-3 البننتان الحلقي cyclopentane

ان الخطأ الذي وقع فيه فان ببير هو اقتراحه ان جميع حلقات الالكانات تكوم مستوية وهذا صحيح فقط في البروبان الحلقي اما البيوتان فانه يكون منبعج من الوسط , اما البننتان فان الزوايا ما بين ذراته 108° اذا كان مستويا ولكن اكثر الهياكل استقرارا للبننتان الحلقي ليس التركيب السطحي بل التركيب الذي تكون الجزيئة فيه مثنية بشكل الظرف حيث تكون الزاوية بين الاواصر -C-C-C- 105° لكن الجهد الكلي في الهيئة المثنية اقل من الهيئة السطحية كم

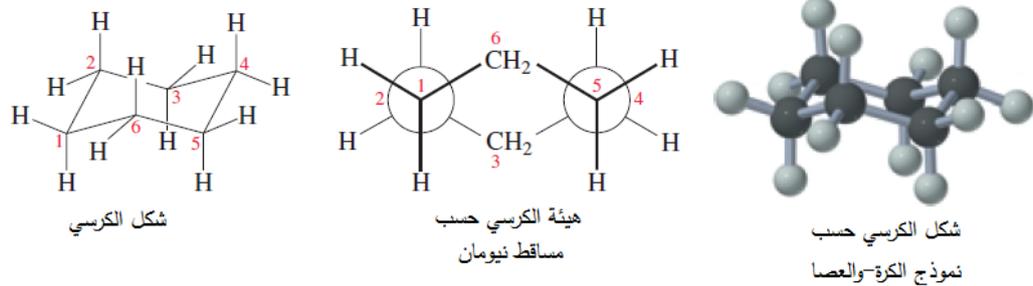


8-3 الهكسان الحلقي cyclohexane

زوايا الاواصر للهكسان الحلقي اذا كانت سطحية يجب ان تكون مساوية الى زاوية سداسية الاضلاع 120° التي تكون نوعا ما اكبر من $109,5^\circ$, ولكن جزيئة الهكسان الحلقي غير سطحية تكون الحلقة مثنية (Puckered) الى ان زوايا الاواصر -C-C-C- تكون $111,5^\circ$ ان اهم التراكيب المستخدمة لتوضيح هيئة الهكسان الحلقي هي هيئتي الكرسي (Chair form) وهيئة القارب (Boat form).

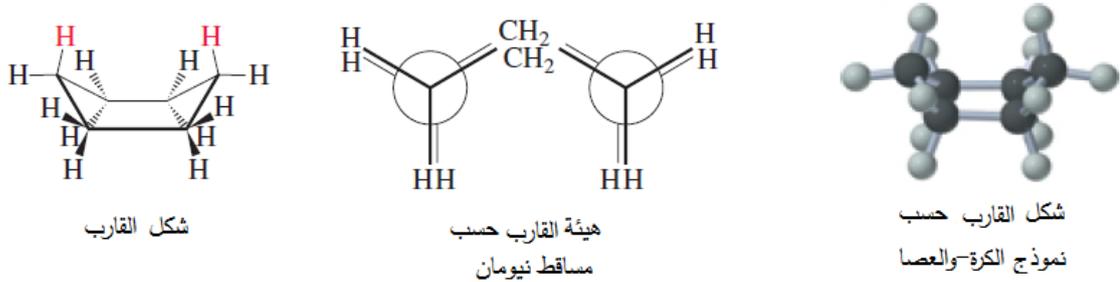
1- هيئة الكرسي

وهي الهيئة الاكثر استقرارا التي يتخذها الهكسان الحلقي وذلك بسبب ان كل الاواصر تكون في حالة الانفراج (staggered) لتقليل جهد الالتواء (Torsional) حيث اذا نظرنا الى كل اصرة كربون-كربون نلاحظ ان الزوايا في حالة انفراج وهكذا تكون هيئة الكرسي حرة من الجهد الزاوي وجهد الالتواء كما في الشكل الاتي:



2- هيئة القارب Boat form

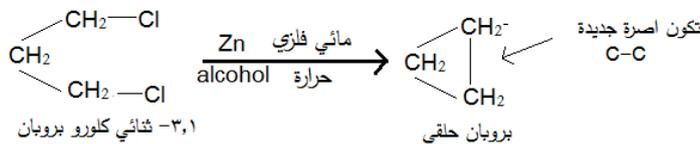
هي اقل استقرارا من هيئة الكرسي بسبب ان جميع ذراتها تكون بشكل هيئة الكسوف (eclipsed) وتمتلك كمية من طاقة الالتواء التنافر بين الجزيئات كما في الشكل الاتي:



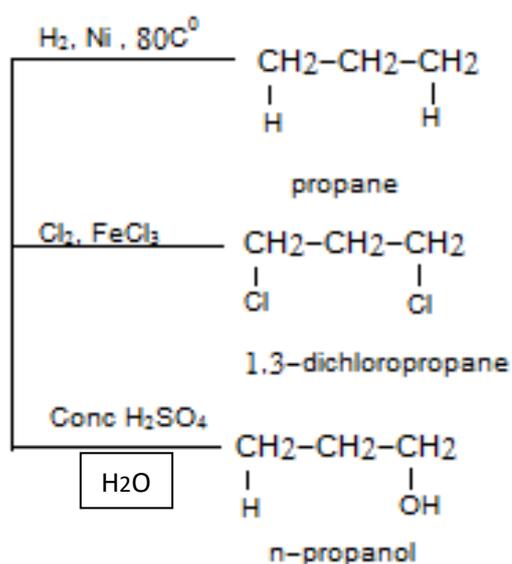
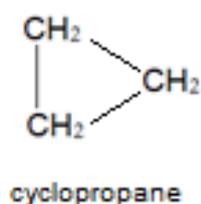
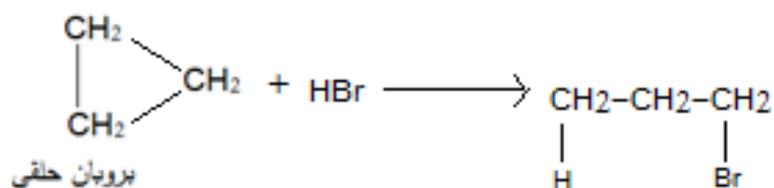
9-3 طرق تحضير الالكانات الحلقية preparation of cyclo alkanes

1- التحلق cyclisation

عند تفاعل الفلز عادة الزنك Zn مع ثنائي هاليد الالكيل ينتج حلقة (cyclo) تتكون اصرة جديدة بين ذرتي كربون في نفس الجزيئة كما في المعادلة الاتية:



اما البروبان الحلقي ومشتقاته فيدخل في بعض التفاعلات التي ليست من خواص الالكانات مفتوحة السلسلة ويتفاعل بفتح الحلقة تعزى هذه الفعالية غير الاعتيادية الى الاجهاد الزاوي الكبير للحلقة الثلاثية كما في التفاعلات الاتية:.



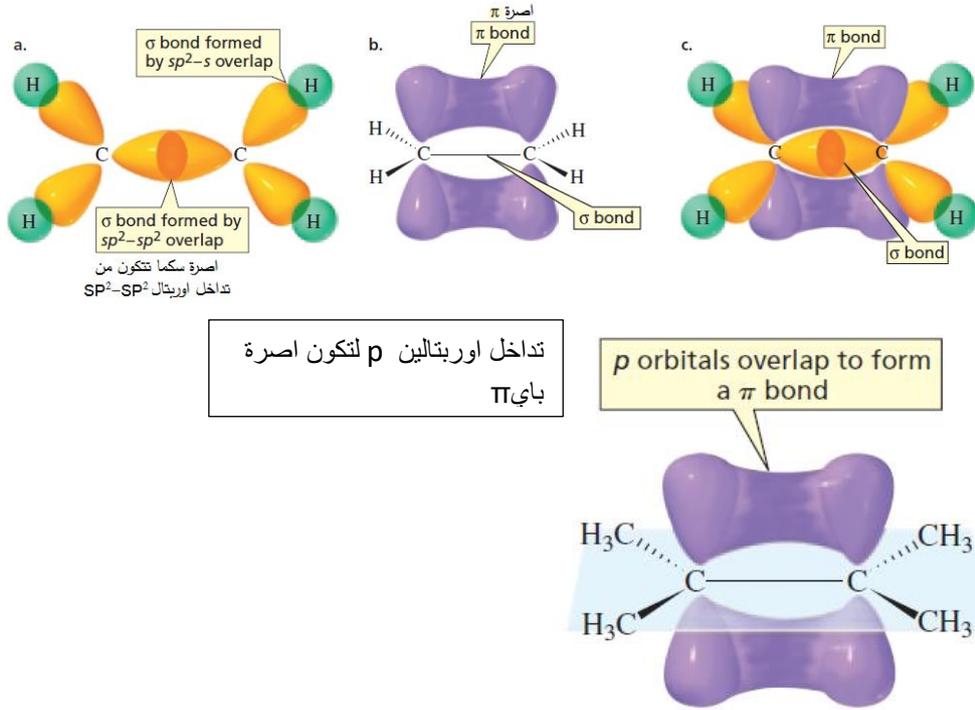
الفصل الرابع

1-4 الالكينات alkenes

الالكينات هي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة, تحتوي على اصرة كربون-كربون مزدوجة (C=C) التي تتفاعل على انها مجموعة وظيفية وتحدد خواصها الكيميائية, وللالكينات صيغة عامة هي (C_nH_{2n}).

2-4 التركيب Structure

تتكون الاصرة المزدوجة من اصرة سكما واصرة باي الضعيفة تتكون اصرة باي من تداخل اوربتال P غير المهجنين بشكل عامودي مع اوربتال P غير مهجن في الذرة المجاورة مما يؤدي الى تكون غيمة الكترونية اعلى واسفل ذرتي الكربون, يكون تهجين ذرة الكربون التي تكون اصرة مزدوجة من نوع (SP²) لوجود ثلاث اوربتالات مهجنة فقط كما في الشكل الاتي:

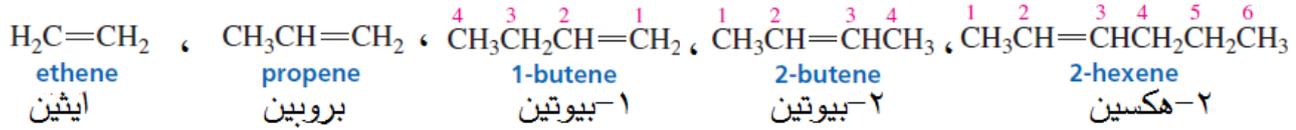


لا يحدث دوران حول الاصرة المزدوجة لان عملية الدوران تؤدي الى كسر الاصرة باي وهذا يتطلب طاقة كبيرة.

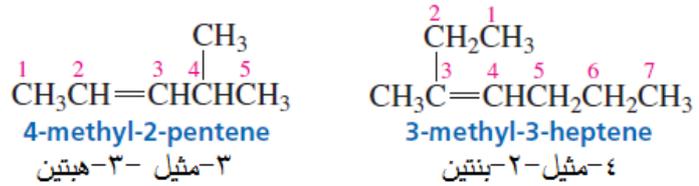
3-4 تسمية الالكينات Name of Alkenes

تتم التسمية حسب نظام يوباك (IUPAC) ان الاصرة المزدوجة تعتبر مجموعة وظيفية يتم كتابة تسميتها باستبدال المقطع (ane) (ان) الى المقطع (ene) (ين) في نهاية كل تسمية. اما خطوات التسمية فهي كالاتي:

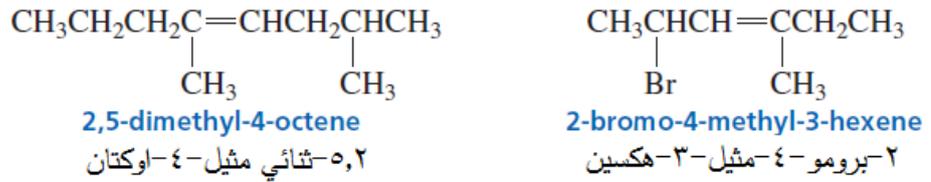
1- يتم اختيار اطول سلسلة كربون تحتوي على الاصرة المزدوجة على ان تأخذ الاصرة المزدوجة اقل رقم ممكن كما يأتي:



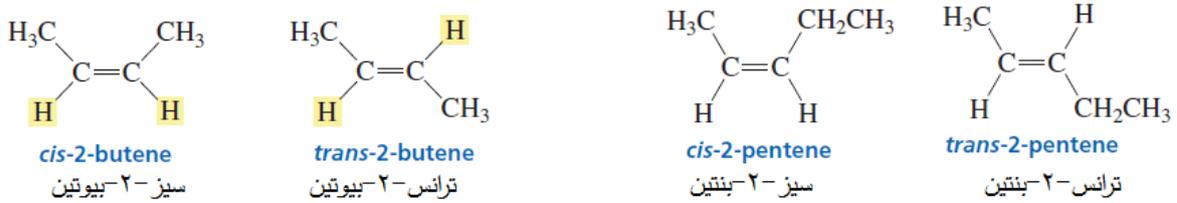
2- تحدد مواقع المجاميع المعوضه بالسلسلة الرئيسية برقم الكربون المتصل على ان تعطى الاصرة المزدوجة اصغر رقم ممكن.



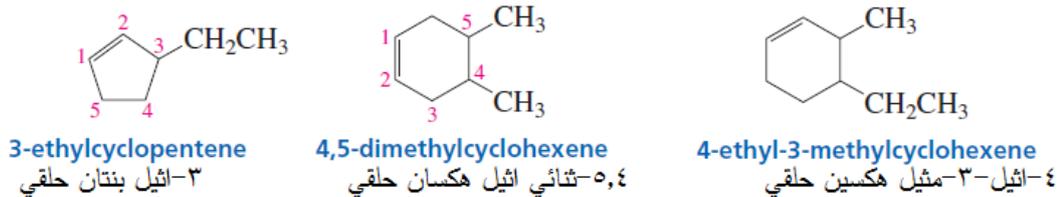
3- اذا احتوت السلسلة على نفس الرقم للأصرة المزدوجة من كلا الاتجاهين ففي هذه الحالة تأخذ المجاميع المعوضه اقل الارقام.



4- عندما يراد تحديد نوع المتشكل الهندسي تضاف المقطع (cis) او (trans) الى اسم المركب.



5- لا يكتب رقم الاصرة المزدوجة في مركبات الالكين الحلقية وذلك لأنها دائماً تأخذ الرقم 1- اما تسمية للمعوضات اما ان تكون بتجاه عقارب الساعة او عكس عقارب الساعة على ان تأخذ المعوضات اقل الارقام.

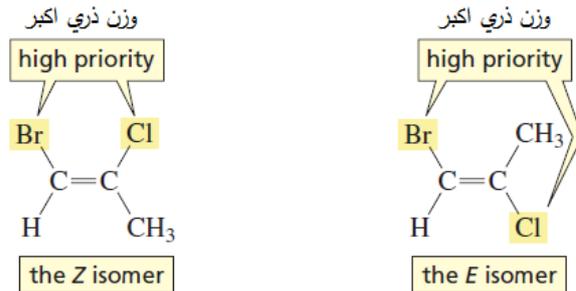


التسمية حسب نظام E,Z

يعتبر نظام التسمية سيز وترانس صالح فقط في حال ارتباط الالكين بمجموعتين مختلفتين فقط اما اذا احتوى الالكين على ثلاث او اربع مجاميع معوضة فان هذا النظام يعتبر غامضا لذلك وضع نظام جديد هو نظام E,Z معنى هذين الحرفين الحرف Z (Zusammenen) اما حرف E (Entgegen) ويعتمد هذا النظام في تعيين اولوية المجاميع المرتبطة على ذرة الكربون حسب وزنها الذرية كما يأتي:



حيث اذا كانت الذرات المرتبطة ذات الوزن الذري الاكبر في نفس الجانب يطلق على هذه الهيئة Z اي بجانب بعضها البعض, اما اذا كانت المجموعتين ذات الوزن الجزيئي الاكبر بصورة متقابلة يسمى الهيئة E اي بشكل متضاد كما ياتي:



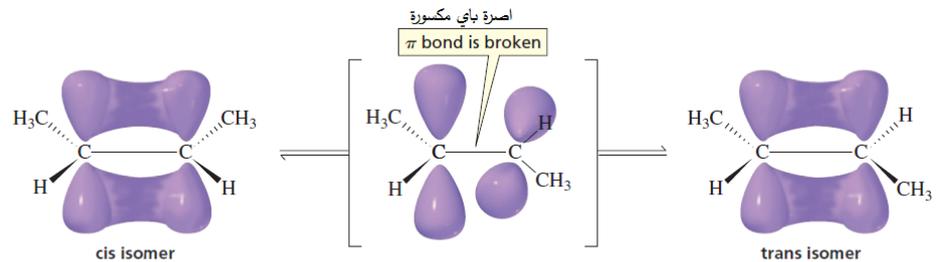
الخواص الفيزيائية physical properties

تتشابه الخواص الفيزيائية بصورة عامة في الالكينات فهي تذوب في المذيبات غير القطبية مثل كلوروفوم والايثر والبنزين, والالكينات اقل كثافة من الماء وترتفع درجة الغليان بزيادة عدد ذرات الكربون بمعدل 30-20م⁵ لكل ذرة كربون مضافة للالكينات, وتمتاز الالكينات برائحة قوية غير مقبولة الجدول الاتي يمثل بعض الخواص الفيزيائية:

	bp (°C)
$H_2C=CH_2$ ethene	-104
$CH_3CH=CH_2$ propene	-47
$CH_3CH_2CH=CH_2$ 1-butene	-6.5
$CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$ 1-pentene	30
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH=CH_2$ 1-hexene	63.5
$CH_3CH=CHCH_3$ cis-2-butene	3.7
$CH_3CH=CHCH_3$ trans-2-butene	0.9

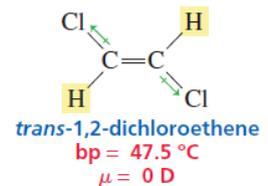
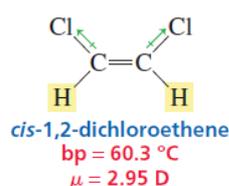
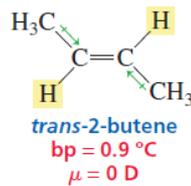
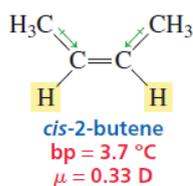
المتشاكلات الهندسية

تمتلك الالكينات هينئين سيز – وترانس (cis-trans isomers) كما نعلم ان الاصرة المزدوجة تتكون من اصرة سكما واصرة باي لكي تتكون الاصرة المزدوجة يجب ان يكون الاوربتال P غير المهجن في كلا ذرتي الكربون متوازي مع الاخر, لذلك فان عملية الدوران حول الاصرة المزدوجة يؤدي الى كسر الاصرة باي لذلك فان الطاقة اللازمة لدوران الذرات حول الاصرة المزدوجة تساوي (62Kcal/mol) وهي الطاقة اللازمة لكسر الاصرة باي



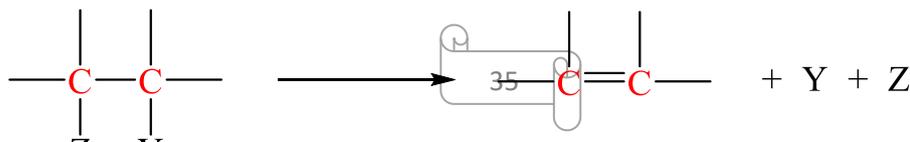
الدوران حول الاصرة المزدوجة يؤدي الى كسر الاصرة باي π

لذلك بسبب الطاقة العالية لكي نتمكن من جعل الذرات تدور حول الاصرة المزدوجة فان المركبات التي تحتوي على اواصر مزدوجة توجد بشكل هيئات فراغية وكذلك يمكن فصل كل متشاكل بشكل مستقل وكل متشاكل هو عبارة عن مركبات مختلفة في الخواص الفيزيائية من ناحية درجة الغليان وعزم ثنائي القطب كما في المركبات الاتية:



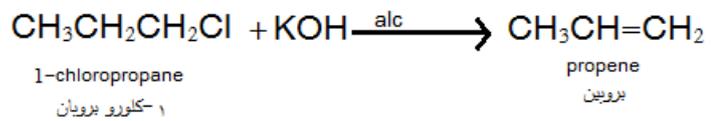
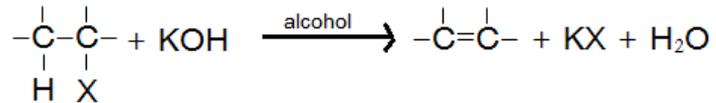
تحضير الالكينات preparation of alkenes

تحضر الالكينات بإدخال اصرة كربون-كربون المزدوجة الى مختلف انواع المركبات وذلك بحذف ذرات او مجاميع من ذرتي كربون متجاورات كما في المعادلة الاتية:

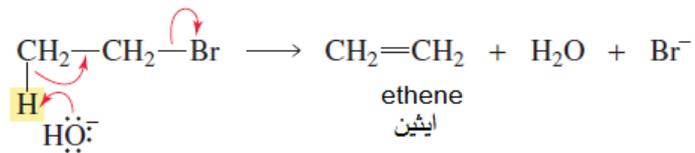


تحضير الالكينات من ازالة الهيدروجين والهالوجين Dehydrohalogenation

تتحول هاليدات الالكيل الى الكين بازالة ذرتي هيدروجين وهالوجين من ذرتي كربون متجاورتين من هاليد الالكيل, ويتم ذلك بتسخين هاليد الالكيل مع قاعدة قوية مثل هيدروكسيد البوتاسيوم في الكحول كما في المعادلات الاتية:

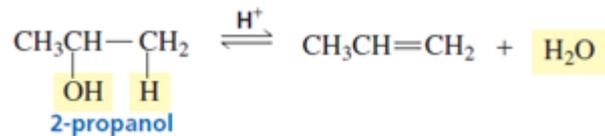
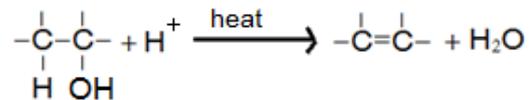


ميكانيكية ازالة هاليدات الالكيل تعتمد على عدة عوامل ولكنها اجمالاً تقتصر على وظيفة ايون الهيدروكسيد وهو سحب ذرة الهيدروجين من الكربون متبوعاً بانفصال ذرة الهاليد مع تكون الاصرة المزدوجة كما في الميكانيكية الاتية:



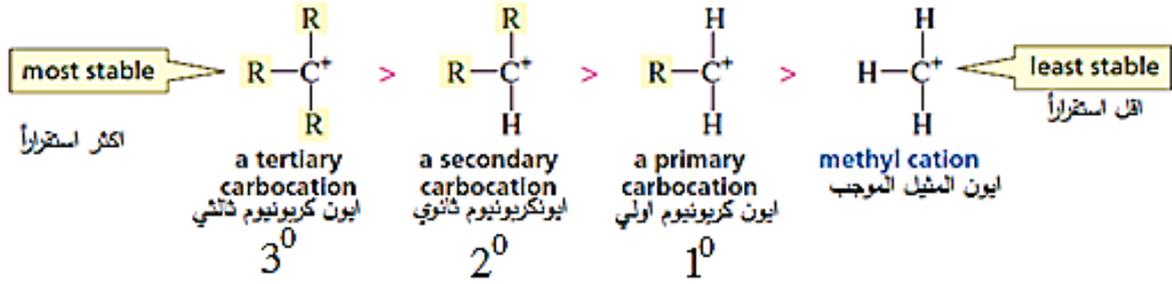
انتزاع جزيئة الماء من الكحولات

تتم عملية نزع جزيئة الماء من الكحولات بتسخينها بوجود حامض قوي (حامض الكبريتيك, حامض فسفوريك) كما في المعادلة الاتية:

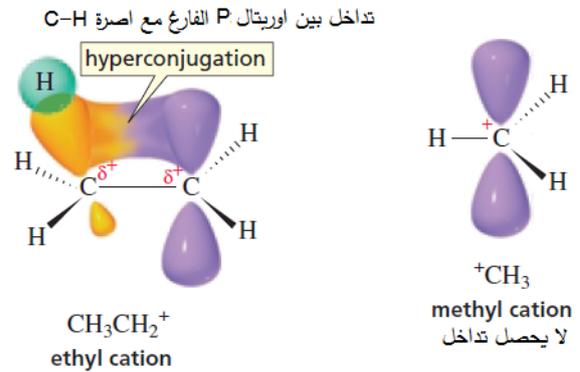


ايون الكربونيوم Carbonium Ion

يعد ايون الكربونيوم جزءاً فعالاً لاحتوائه على كربون تحمل شحنة موجبة (يحتوي على ست الكترونات) ويميل الى اكمال ثماني الكربون المستقر, ويمكن تصنيفه الى ايون كربونيوم اولي, ثانوي, ثالثي ان يون الكربونيوم الاكثر تعويضاً لمجاميع الالكيل هو الاكثر استقراراً وذلك اعتماداً على تمركز الشحنة على ذرة الكربون فكلما كانت الشحنة اقل تمركزاً كان ايون الكربونيوم اكثر استقراراً.

نسبة استقرارية ايون الكربونيوم
relative stabilities of carbocations

ان الذي يسبب عدم تمركز الشحنة الموجبة على ذرة الكربون هي مجاميع الاكسيل فكما نعلم ان الايون الموجب يحتوي على اوربتال P فارغ هذا الاوربتال الفارغ يستطيع ان يتداخل مع اوربتال C-H المتاخم (المجاور) كما في الشكل الاتي:



ان عدم التوضع للشحنة الموجبة بهذه الطريقة عن طريق التداخل مع اوربتال الاصرة سكما المجاور للشحنة الموجبة يسمى فوق التعاقب (Hyperconjugation).

التفاعلات Reactions

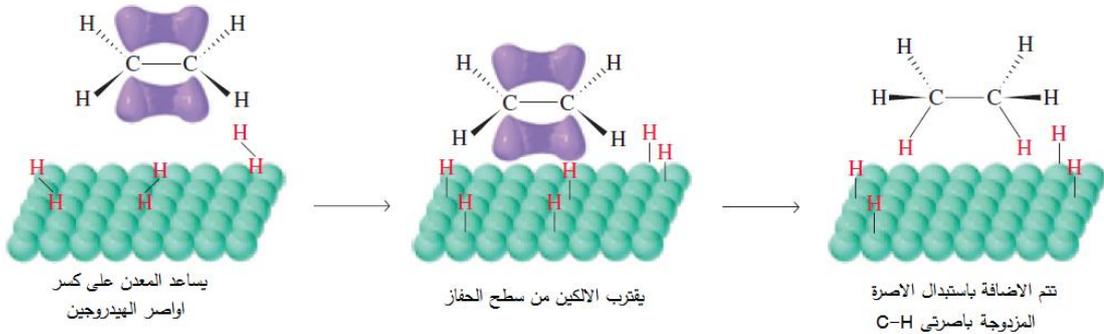
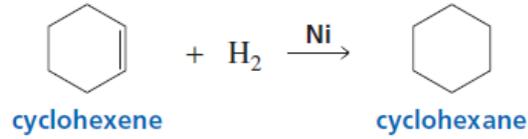
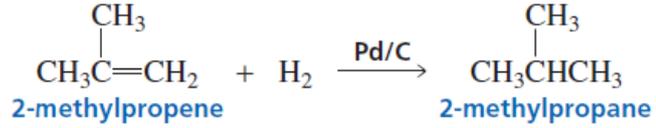
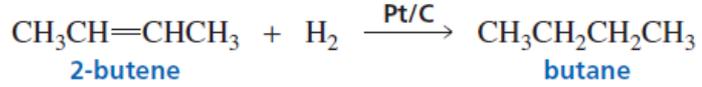
الصفة المهمة للالكينات هي احتوائها على الاصرة المزدوجة وهي التي تحدد خواص وتفاعلات الالكين ومن معرفتنا ان الاصرة المزدوجة تتكون من اصرة سكما واصرة باي وان اصرة باي هي اصرة ضعيفة تكون على شكل غيمة من الالكترونات ومن الممكن كسر الاصرة الضعيفة لذلك تعاني الاصرة المزدوجة هجوم باحث عن الالكترونات (electrophilic) ليتحول الاصرة الثنائية الى اصرة احادية ومن اهم تفاعلات الاصرة المزدوجة هي تفاعلات الاضافة.

تفاعل الاضافة Addition Reactions

يدعى هذا النوع من التفاعلات تفاعل اضافة ويتم باتحاد جزيئين ويكون الناتج جزيئة واحدة حيث يتم كسر اصرة باي وتكوين اصرتين سكما جديدة ومن اهم تفاعلات الاضافة هي:

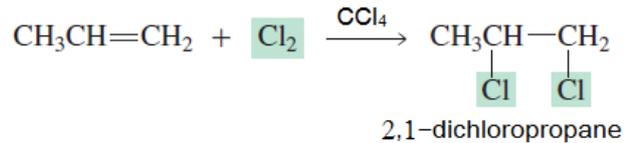
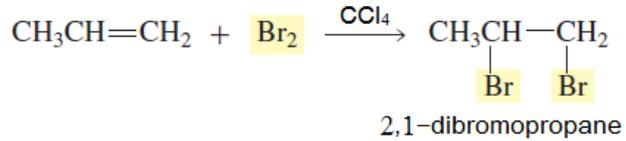
1- اضافة الهيدروجين Addition of Hydrogen

تعد اضافة الهيدروجين للأصرة المزدوجة احدى طرق تحضير الالكانات وتم الاضافة باستخدام عامل مساعد من الفلزات البلاتين Pt او البلاديوم Pd او النيكل Ni حيث تعمل هذه العوامل المساعدة على تقليل طاقة التنشيط ويحدث هذا التفاعل على سطح المعدن .



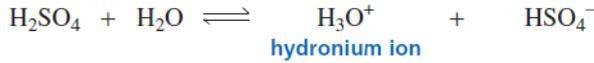
اضافة الهالوجين Addition of Halogens

تتحول الالكينات الى مركبات مشبعة ثنائية الهاليد المتجاور (Vicinal dihalides) عند تفاعل الاصرة المزدوجة مع الهالوجين مثل الكلور Cl والبروم Br عند درجة حرارة اعتيادية باستعمال مذيب خامل مثل رباعي كلوريد الكربون CCl₄ وتعد اضافة البروم للالكينات احدى وسائل الكشف عن الالكينات.

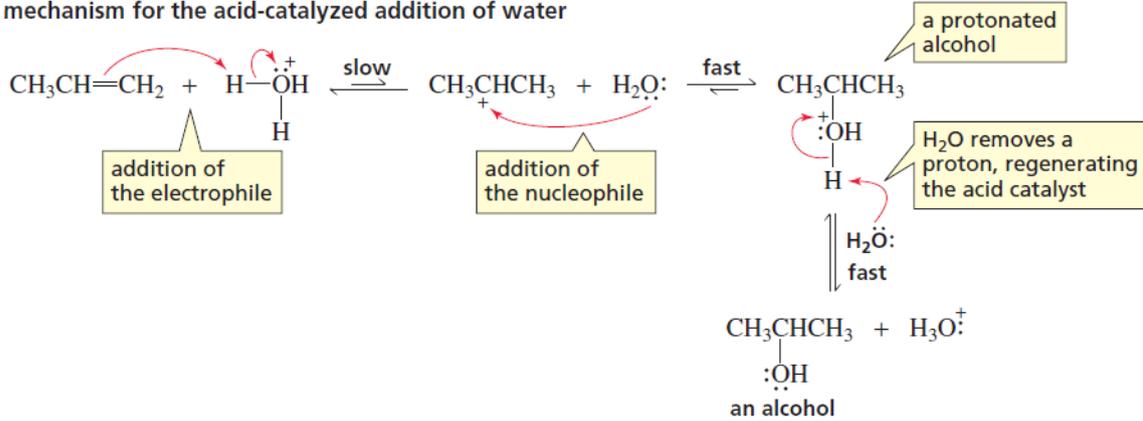


ميكانيكية التفاعل هي ميكانيكية ايون البروم الحلقي اذا في هذه الميكانيكية لا يتكون ايون كربونيوم كما يأتي:

وهذه الطريقة مباشرة لتحضير الكحولات من الالكينات وهي معاكسة لتحضير الالكينات من الكحولات ولكن في حالة تحضير الالكينات من الكحولات يتم استخدام حامض الكبريتيك المركز ومن ثم يتم تسخينه , ولكن تحضير الكحول باضافة الماء اسهل ومباشرة واقل كلفة وتعد طريقة صناعية لتحضير الكحولات.

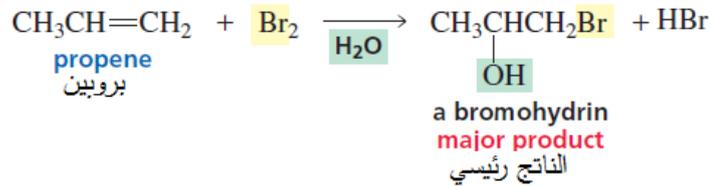


mechanism for the acid-catalyzed addition of water



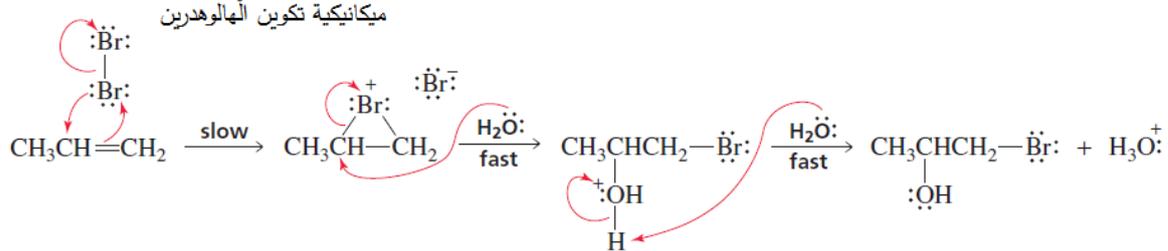
تحضير هالوهيدرين

يمكن ان تعطي اضافة الكلور او البروم الى الالكين بوجود الماء مركبات تحتوي على هالوجين ومجموعة الهيدروكسيل على ذرتي كاربون متجاورتين وتدعى هذه المركبات هالوهيدرين.



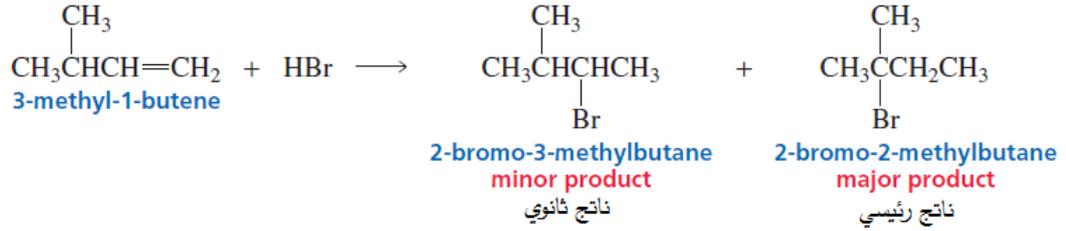
ميكانكية التحضير هي كالاتي:

mechanism for halohydrin formation

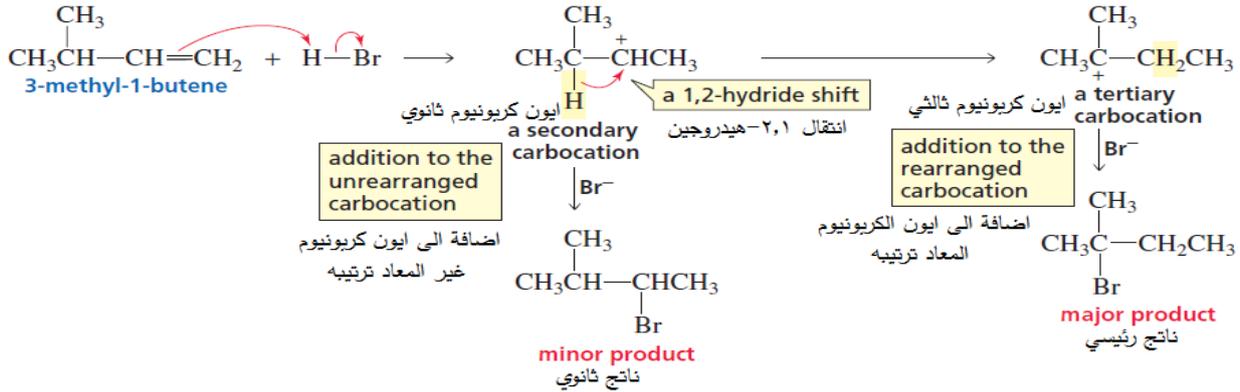


عملية اعادة الترتب في الاضافة الباعثة عن الالكترونات (Electrophilic)

يعاني ايون الكربونيوم عملية اعادة ترتيب (Rearrangement) وذلك بانتقال ذرة هيدروجين او مجموعة مثيل من الذرة المتاخمة لأيون الكربونيوم وان النتيجة تكون ايون كربونيوم جديد اكثر استقرارا مثلا تحول ايون الكربونيوم اولي الى ايون كربونيوم ثانوي او من ثانوي الى ثالثي كما ياتي:



تكون عملية اعادة الترتيب كما يأتي:

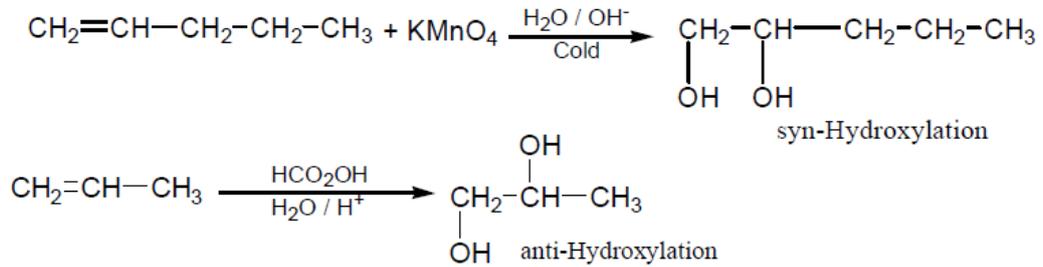


تكوين الاكلايكولات Glycol formation

تتحول الالكينات بتأثير بعض العوامل المؤكسدة الى كلايكولات وهي مركبات مشبعة تحتوي على مجموعتي هيدروكسيل ومن العوامل المستخدمة لأكسدة الالكينات الى كلايكولات.

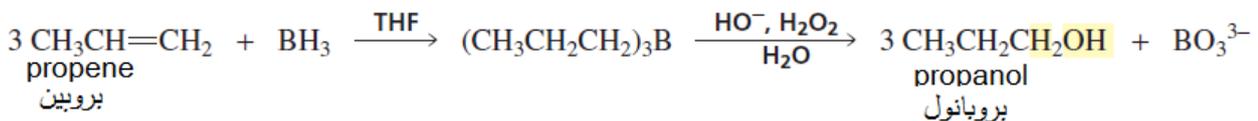
1- برمنغنات البوتاسيوم في وسط قاعدي بارد.

2- حامض الفورميك الفوقي HCO_2OH .



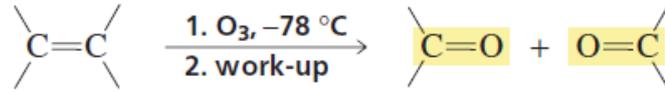
التفاعل مع ثنائي بوران

يضاف هيدريد البورون $(\text{BH}_3)_2$ الموجود على شكل B_2H_6 الى الاصرة المزدوجة ليكون الكيل البورون والذي يعطي عند اكسدته بالبيريوكسيد في وسط قاعدي كحولات ويستفاد من هذه الطريقة لتحضير الكحولات الاولية من الالكينات:

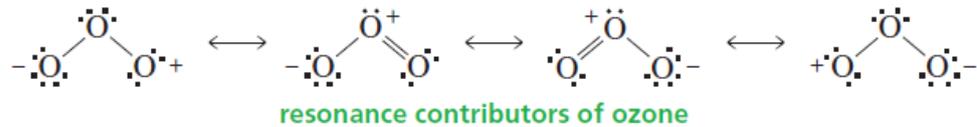


الأكسدة بالاوزون Oxidation with Ozone

تتفاعل الالكينات مع الاوزون لتعطي مركب وسطي يعرف بالاوزوناييد يتحول الاوزوناييد الى مركب كربونيل عند التعامل مع مسحوق الخارصين وحامض ويحدث التفاعل بدرجات حرارة واطئة

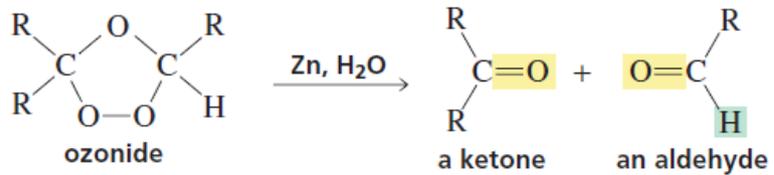
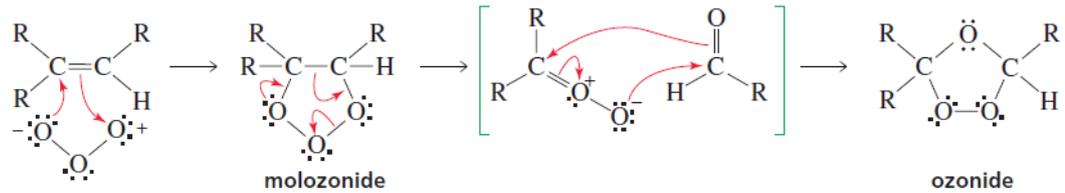


شكل الاوزون يكون في حالة روزونانس

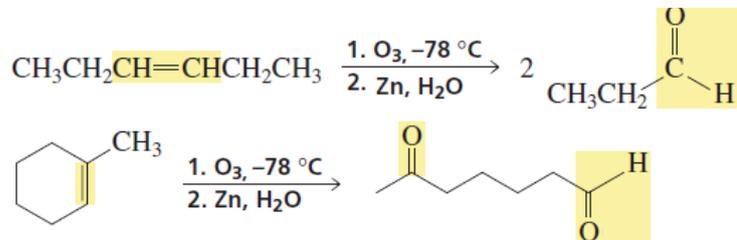


ميكانيكية التفاعل

mechanism for ozonide formation

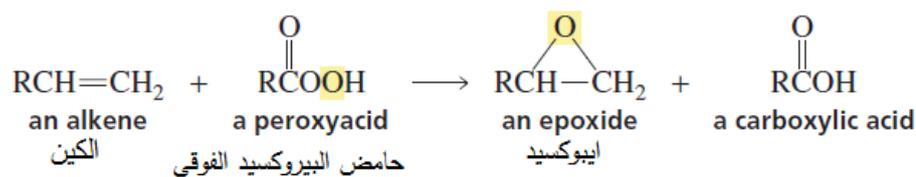


يستفاد من الاكسدة بالاوزون في معرفة موقع الاصرة المزدوجة في الالكين وذلك عن طريق تشخيص مركبات الكربونيل الناتجة من الاكسدة.



الأكسدة بالحوامض الفوقية Oxidation with Peracids

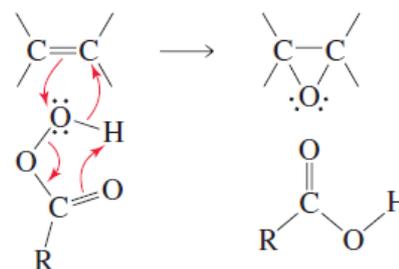
تتفاعل الالكينات مع الحوامض الفوقية العضوية مثل حامض البنزويك الفوقي وحامض الخليك الفوقي وينتج عن التفاعل مركبات حلقيّة هي الايبوكسيدات epoxides



ميكانيكية التحضير تكون كما يأتي

ميكانيكية تحضير ايبوكسيد

mechanism for epoxidation of an alkene



تشخيص الالكينات Identification Of Alkenes

ان المجموعة الوظيفية في الالكينات هي الاصرة المزدوجة, ولغرض تشخيص الالكينات يجب ان نثبت بانها تتفاعل تفاعلات الاصرة المزدوجة الخاصة:

1- الهدرجة يؤثر النقص في الهيدروجين عند تفاعل الالكين مع الهيدروجين بوجود عامل مساعد حيث نقص الهيدروجين دلالة على وجود اصرة غير مشبعة.

2- الالكينات تزيل لون البروم الاحمر.

3- تتغير لون البرمنغنات من اللون البنفسجي الى اللون البني مع تكون راسب عند تفاعله مع محلول البرمنغنات المتعادل المخفف البارد.

4- تذوب الالكينات في حامض الكبريتيك المركز.

5- يتم تشخيصها باستخدام الطرق الطيفية Spectroscopy مثل UV, IR, NMR

6- تعطي اكسدة الالكينات بالاوزون الديهايدات وكيتونات ويمكن التعرف على تركيب الالكين المتفاعل من دراسة ناتج الاكسدة وتشخيص الالديهايدات والكيتونات المتكونة.

الفصل الخامس

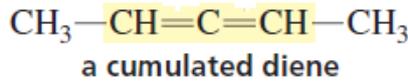
1-5 الداينينات Dienes

ان المركبات الهيدروكربونية التي تحتوي على اصرتين مزدوجتين تسمى الكاديين (alkadiene) ويتم اختصارها الى (diene) وتمتلك الصيغة (C_nH_{2n-2})

2-5 تركيب وتسمية الداينينات structure and names of dienes

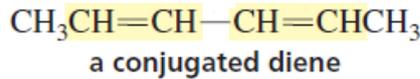
تصنف الداينينات الى ثلاث اصناف حسب تعاقب الاواصر المزدوجة فيها.

أ- الداينينات المتراكمة (Cumulated), عندما تكون ذرة الكربون متصلة باصرتين مزدوجة مثل الالينات



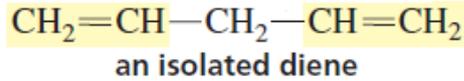
الالين an allene داينين متراكم

ب- الداينينات المقترنة (Conjugated) هي المركبات التي تتبادل فيها الرابطة المزدوجة والمنفردة على طول الاصرة.



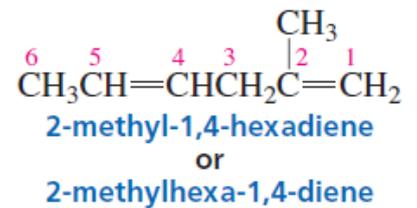
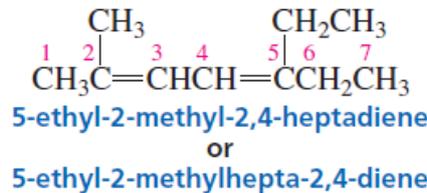
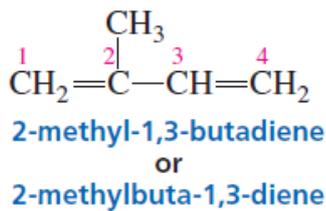
داينين متعاقب

ج- الداينينات المعزولة (Isolated) هي المركبات التي تحتوي على ذرة كربون مشبعة او اكثر بين الاصرتين المزدوجة.



داينين معزول

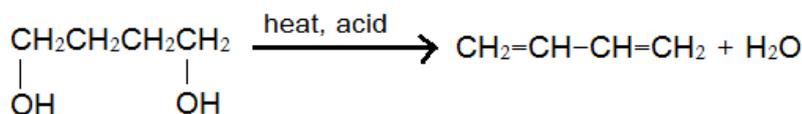
تتم تسمية الداينينات بحيث نختار اطول سلسلة تحتوي على الاصرتين المزدوجتين ونرقم الاصرتين بحيث تأخذ الاصرتين اصغر رقم ممكن ومن ثم يستبدل المقطع الاصلية (ne) بالمقطع (diene).



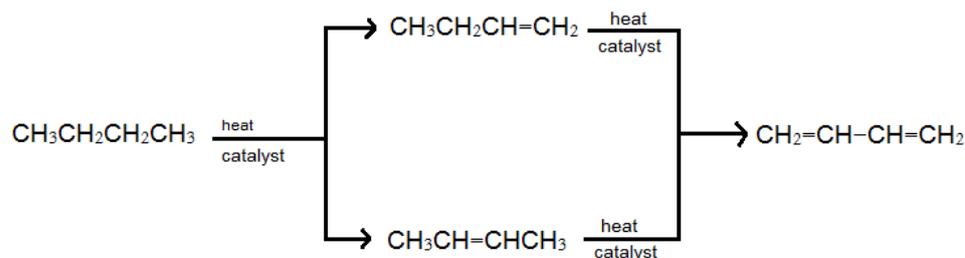
Preparation and Properties of Dienes

3-5 تحضير وخواص الداينينات

تحضر الداينينات بطريقة مشابهه من تحضير الالكينات وتم ذلك بازالة جزيئتي ماء من الكلايكولات



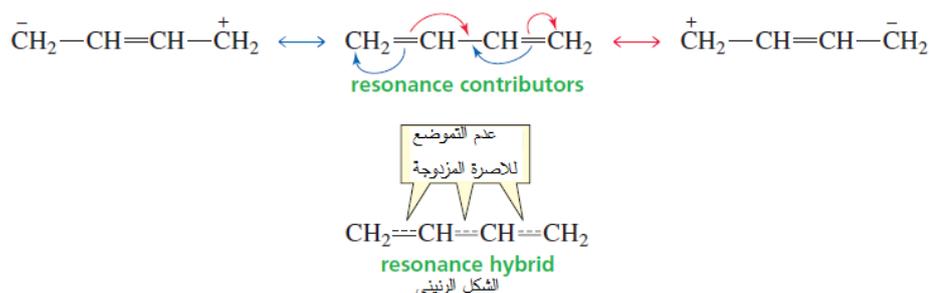
او بحذف جزيئتي هيدروجين بتسخين الالكانات



تحدد الخواص الكيميائية للدائينات حسب نوع الدايين من حيث ترتيب الروابط المزدوجة فالدائينات المعزولة تكون لها خواص مشابهة للالكينات اما الدائينات المقترنة هي الدائينات الاكثر استقرارا واهمية من بقية الدائينات وتدخل تفاعلات اضافة 1,4.

4-5 استقراره الدائينات

ان الدائينات المعزولة درجة هدرتها هي ضعف هدرجة الالكينات اما الدائينات المقترنة فإن درجة هدرتها اقل من ضعف درجة حرارة الاصرة المزدوجة يعرف هذا الفرق بفرق طاقة الاقتران او الرنين (Resonance)

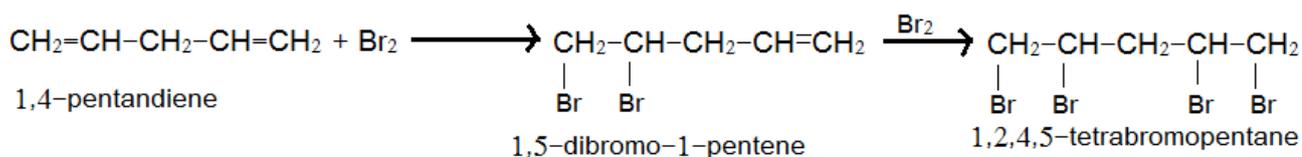


يستفاد من التغير في درجة حرارة الهدرجة في تقدير استقراره الدائينات فكلما انخفضت درجة حرارة الهدرجة زادت استقراره الدايين لذلك فإن الدائينات المقترنة اقل حرارة هدرجة (اكثر استقرارا) من الدائينات المعزولة .

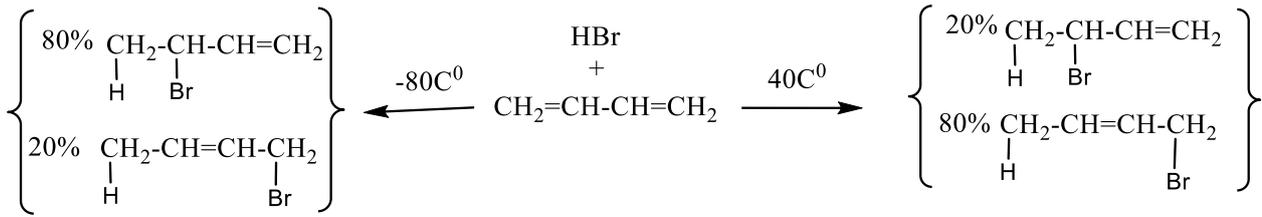
5-5 تفاعلات الدائينات

أ- الاضافة الباحثة عن الالكترونات للدائينات Electrophilic addition to dienes

عند اضافة البروم الى الدائينات المعزولة تكون الاضافة مشابهة لإضافة الالكينات كما في المعادلة الاتية:



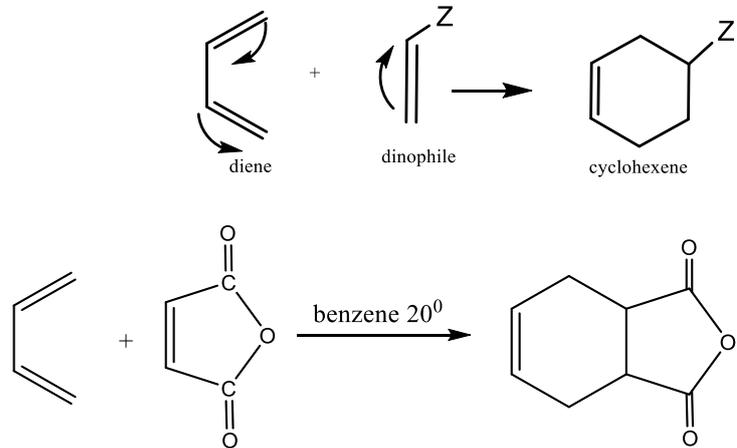
اما في حالة الاضافة الى الدائينات المقترنة فانه يكون لدينا نوعين من الاضافة اما اضافة (1,2) او اضافة (1,4) كما في التفاعلات الاتية:



7-5 تفاعلات اخرى للدايينات reaction of dienes

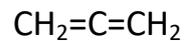
تفاعل ديلز - الدر

يمكن الحصول على حلقة سداسية من اضافة الاصرة المزدوجة (الداينوفيل) الى الداينين المقترن وتعرف هذه الاضافة بأضافة 1,4 ويعجل التفاعل بوجود مجاميع ساحبة للالكترونات (Z) في الداينوفيل مثل (CN, -COCl, -COOR, -COR, -COH)

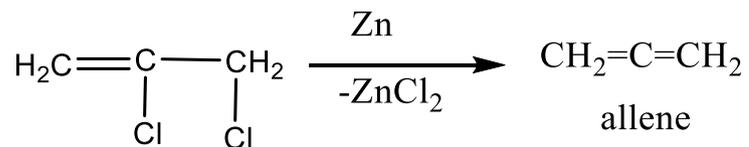


8-5 الالينات Allenes

هي الداينينات التي تكون الاصرتين المزدوجتين متجاورتين مثل المركب 1,2-propadiene



تحضر الالينات من تفاعل الخارصين مع 2,3-dichloropropene في وجود الايثانول والماء كما في المعادلة الاتية:



9-5 تشخيص الداينينات Identification of dienes

يمكن تشخيص الداينينات باستخدام الثوابت الفيزيائية والتشخيص الطيفي ومن طرق الكشف الكيميائية:

1- كما في الالكينات فان الداينينات تزيل لون البروم الاحمر.

- 2- تزيل لون محلول برمغنات البوتاسيوم المخفف المتعادل البارد.
- 3- يتفاعل مع الهيدروجين بوجود عامل مساعد ليعطي مركبا مشبعا ويحتاج جزيئي هيدروجين لكل جزيئة داين.
- 4- يمكن اختزال الداينينات المقترنة بالصوديوم في الكحول الايثيلي وينتج عن التفاعل مركبا مشبعا, لا تتفاعل الداينينات المعزولة في هذه الظروف, ويستفاد من هذا التفاعل للتمييز بين الداينينات المقترنة والداينينات المعزولة.

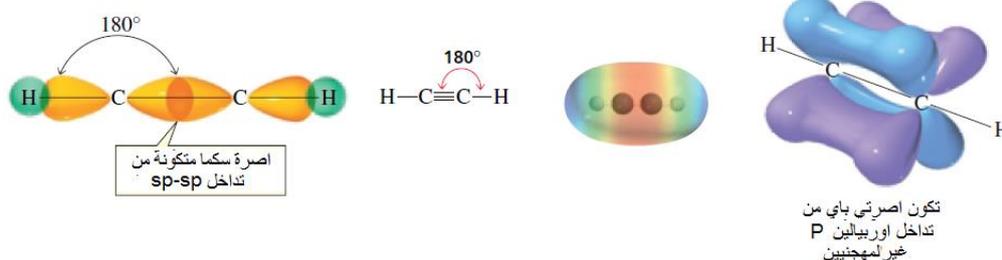
الفصل السادس

1-6 الالكينات Alkynes

هي هيدروكربونات غير مشبعة تحتوي على اصرة ثلاثية (C≡C) صيغتها العامة هي (C_nH_{2n-2}) ولها تسمية شائعة هي (الاستيلينات) نسبة الاصغر مركب في هذه السلسلة.

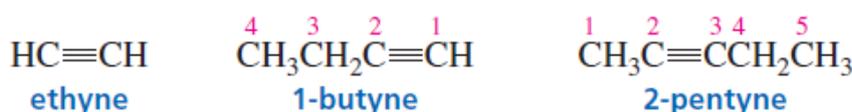
2-6 التركيب اصرة كربون-كربون الثلاثية

يكون تهجين كربون الاصرة الثلاثية SP حيث يقوم بتهجين الكترولين ليكونا اصرتي سكما ويبقى الكترولين غير مهجين من نوع P من كل ذرة كربون ويكونان بشكل متوازي مع بعضهما فيحصل تداخل بينهما ليكونا اصرتي باي وعليه تكون الاصرة الثلاثية متكونة من اصرة سكما واحدة واصرتي باي, تكون الاصرة الثلاثية بشكل مستقيم وتكون الزاوية بين الذرات 180⁰, يكون طول الاصرة الثلاثية (1.21A⁰) قوة الاصرة الثلاثية هـ

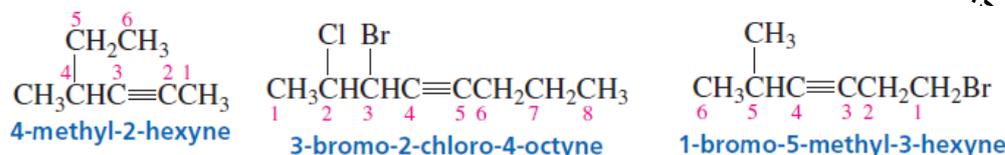


3-6 تسمية الالكينات

1- في تسمية الالكينات alkyne نستبدل المقطع (ane) في الالكانات الى المقطع (yne) مع اعطاء الاصرة الثلاثية اقل رقم ممكن. كما يأتي:



2- في الالكينات المعوضة تعطى المعوضات رقم الكربون المتصلة بها على ان تعطى الاصرة اصغر رقم ممكن.

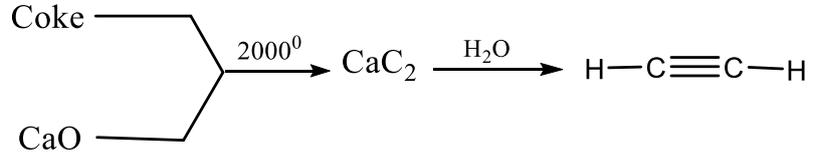


4-6 الخواص الفيزيائية للالكينات

لها نفس الخواص الفيزيائية للالكانات والالكينات فهي ذات قطبية واطنة لذلك فهي لاتذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات غير القطبية كالاثير والبنزين ورباعي كلوريدالكربون وهي اقل كثافة من الماء ودرجات غليانها مشابه لدرجات غليان الالكانات والالكينات ذات عدد الكربون المتشابهة.

5-6 المصدر الصناعي للاستيلين

ان الاستيلين (acetylene) او (ethyne) هو اصغر عضو في عائلة الالكينات ويمكن تحضيره من تفاعل الماء مع كربيد الكالسيوم (CaC₂), وان كربيد الكالسيوم يحضر من تفاعل اوكسيد الكالسيوم (CaO) الذي يمكن الحصول عليه من حجر الكلس والفحم الحجري عند درجة حرارة عالية جدا في فرن كهربائي.

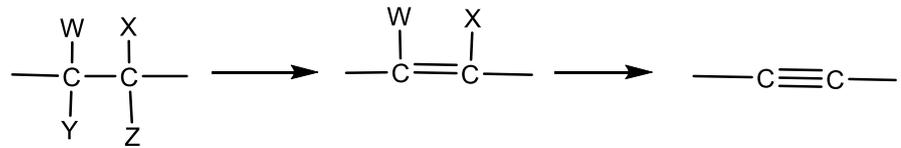


كما يمكن تحضيره من عملية الاكسدة الجزئية المنظمة للميثان عند درجة حرارة عالية.



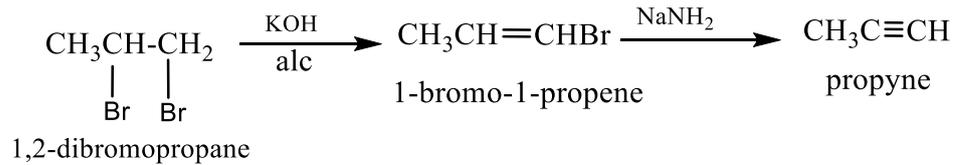
6-6 تحضير الالكينات Preparation of Alkyne

تتكون الاصرة الثلاثية بنفس الطريقة التي تتكون فيها الاصرة المزدوجة حيث تتضمن كلا الطريقتين حذف ذرات او مجاميع من ذرتي كربون المتجاورتين كما في المعادلة الاتية:

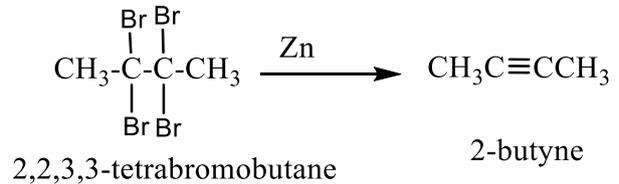


1- ازالة هاليد الهيدروجين من ثنائي هاليد الالكيل

ازالة هاليد الهيدروجين بشكل عام يمكن ان يتم على مرحلتين وكما هو مبين:

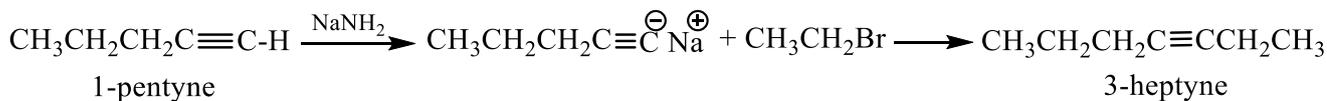


2- ازالة الهالوجين من رباعي هاليد الالكان



3- تفاعل استيليدات الصوديوم مع هاليدات الالكيل الاولى

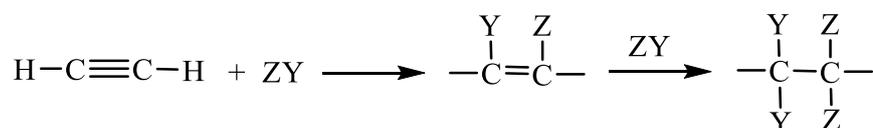
ان هذا التفاعل يسمح بتحول الالكاينات ذات السلاسل القصيرة الى سلاسل اطول ويتكون فقط مع الاصرة الثلاثية الطرفية ذات الهيدروجين الحامضي ويكون التفاعل فقط مع هاليدات الالكيل الاولى.



7-6 تفاعلات الالكاينات Alkyne Reaction

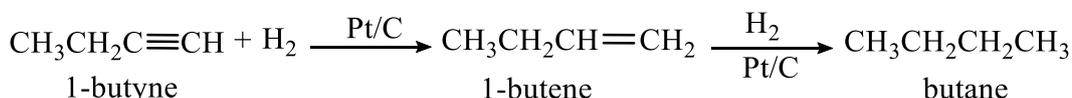
أ- تفاعلات الاضافة addition reactions

تعاني الاصرة الثلاثية تفاعلات اضافة باحثة عن الالكترونات (electrophilic) كما يأتي:

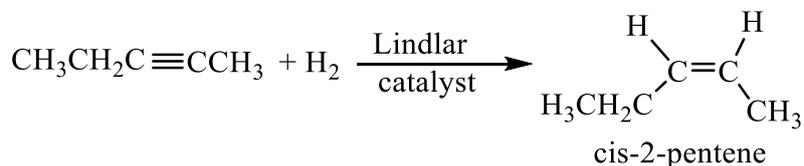


1- اضافة الهيدروجين الى الالكاينات addition of hydrogen to alkynes

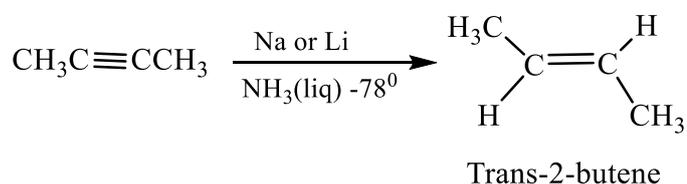
يضاف الهيدروجين الى الالكاين بوجود عامل مساعد هو احد الفلزات (Pd, Pt, Ni) ان الناتج النهائي هو الالكان المشبع وذلك لان الاضافة الحفازية للهيدروجين تكون فعالة مع الاصرة الثلاثية وفي نفس الوقت تكون اكثر فعالية مع الاصرة الثنائية لذلك لا يمكن يقاف التفاعل عند تكون الاصرة الثنائية كما يأتي:



اخترع العالم هيربرت ليندر (Herbert Lindlar) حفاز يسمى باسمه حفاز ليندر (Lindlar catalyst) يكون هذا الحفاز فعال اتجاه هدرجة الاصرة الثلاثية وغير فعال اتجاه هدرجة الاصرة الثنائية ويتكون هذا الحفاز من ترسيب البلاديوم Pd على كربونات الكالسيوم (CaCO₃) ومعالته مع خلات الرصاص (CH₃COO)₂Pd والكوينولين، وتكون الاضافة على هيئة cis كما يأتي:

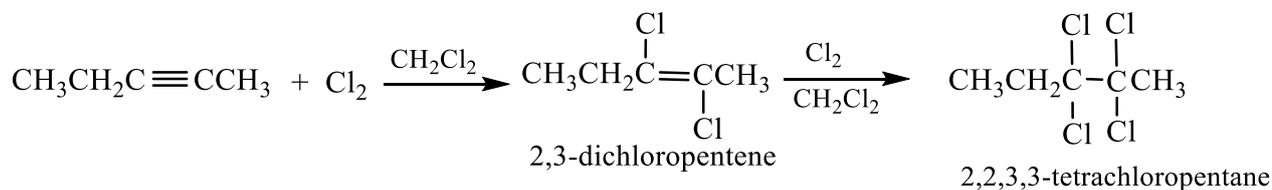


ويمكن ان تحدث اضافة trans بواسطة الاختزال باستخدام الليثيوم او الصوديوم في الامونيا السائلة وهذا التفاعل يكون نشط اتجاه الاضافة الى الاصرة الثلاثية اكثر منه الى الاصرة الثنائية كما يأتي:



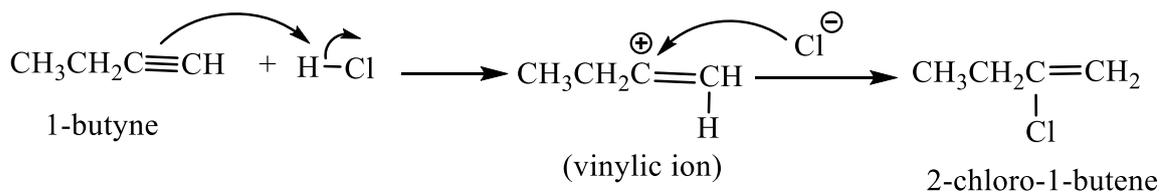
2- اضافة الهالوجين addition of halogens

يضاف الهالوجين Cl_2 , Br_2 الى الالكاين بوجود زيادة من الهالوجين بوجود مذيب CH_2Cl_2

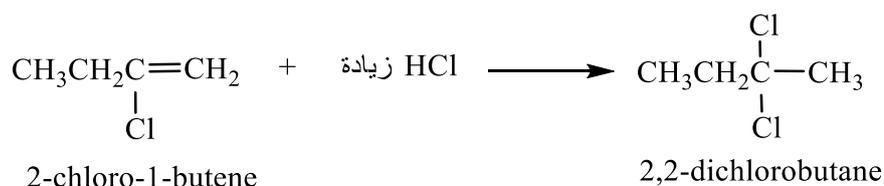
**3- اضافة هاليدات الهيدروجين addition of hydrogen halides**

كما في تفاعلات الاصرة المزدوجة يضاف هاليدات الهيدروجين حيث تتم الاضافة الاولى باضافة البروتون الموجب الى الاصرة الثلاثية ليكون ايون الفينيل (vinylic cation) ثم تحدث الخطوة الثانية باضافة النيوكليوفيل (Nu^-) الى ايون الفينيل.

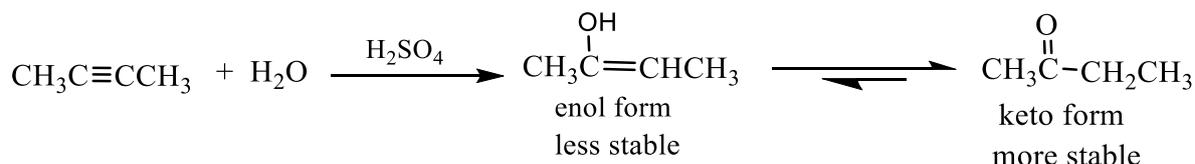
ملاحظة: (اذا كان الالكاين يمتلك اصرة ثلاثية طرفية تكون الاضافة حسب قاعدة ماركونيكوف كما يأتي:



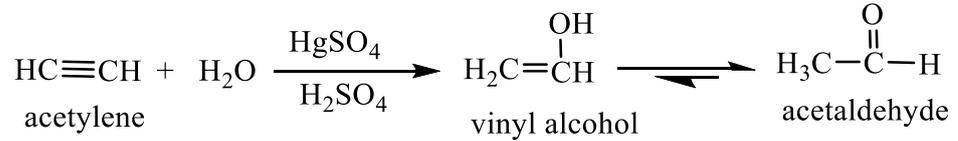
يمكن ايقاف التفاعل عند هذه الخطوة وذلك لان الالكين المعوض بالهالوجين يكون اقل فعالية من الالكاين, ولكي تكمل عملية الاضافة نضيف زيادة من هاليدات الهيدروجين كما يأتي:

**8-6 اضافة الماء الى الالكاين addition of water to alkyne**

يضاف الماء الى الاصرة الثلاثية بوجود حامض الكبريتيك كعامل مساعد ويكون الناتج الاولي تكوين مركب الاينول (enol) هذا المركب يتكون من اصرة مزدوجة ومجموعة الهيدروكسيل ولكن مباشرة يعاد ترتيبه من شكل الاينول الى شكل الكيتون الاكثر استقراراً كما يأتي:

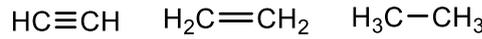


اما اذا كانت الاصرة الثلاثية طرفية فأنها اقل فعالية من الاصرة الثلاثية الداخلية اتجاة الاضافة الباحثة عن الالكترونات (اضافة الماء) لذلك يجب اضافة عامل مساعد اخر اضافة الى حامض الكبريتيك هو كبريتات الزئبق كما في التفاعل الاتي:

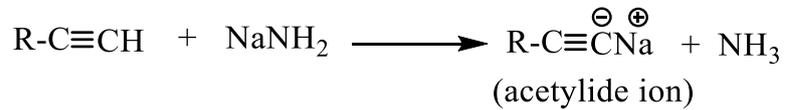


9-6 حامضية الالكينات

تمتاز الالكينات ذات الاصرة الثلاثية الطرفية بوجود هيدروجين ذا صفة حامضية اقوى من حامضية البروتون في الاصرة المزدوجة او الاحادية ويعود سبب ذلك لان ذرة الكربون ذات التهجين SP تكون اكثر سالبيه كهربائية بسبب زيادة الصفة S للتهجين كما يأتي:

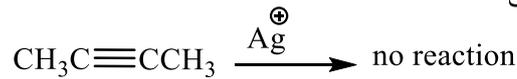
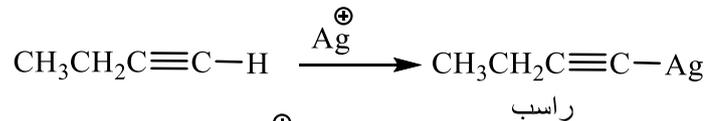


لذلك عند استخدام قاعدة قوية مثل NaNH_2 مع الاصرة الثلاثية الطرفية فان البروتون سيحذف ويتكون الايون



10-6 تكوين استنيليدات الفلزات الثقيلة

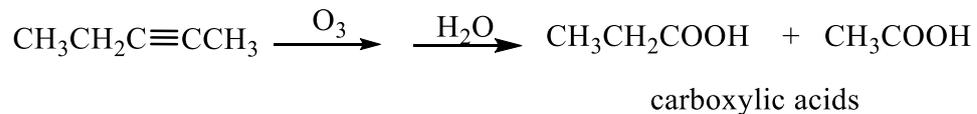
تتفاعل الالكينات الحامضية مع بعض ايونات الفلزات الثقيلة خاصة الفضة Ag^+ و Cu^+ لتكون استنيليدات غير ذائبة في الماء ويمن استخدام هذا التفاعل للتمييز بين الالكينات ذات الاواصر الطرفية وغير الطرفية كما يأتي:



11-6 تشخيص الالكينات

الالكينات تستجيب لاختبارات التمييز بنفس طريقة الالكينات حيث انها تزيل لون محلول البروم تغيير لون محلول البرمنغنات المخفف البارد, ويمكن تمييزها عن الالكينات وذلك بايجاد صيغتها الجزيئية

(C_nH_{2n-2}) وبالهدرجة الكمية حيث يتفاعل مع مولين من الهيدروجين, ان اثبات الصيغة التركيبية يتم عن طريق التفاعل مع الاوزون فعند تفاعل الالكينات مع الاوزون تعطي حوامض كربوكسيلية كما يأتي:



يمكن تمييز الالكينات الطرفية عن الالكينات الداخلية بتحويلها الى استليدات الفضة والنحاس غير الذائبة.

