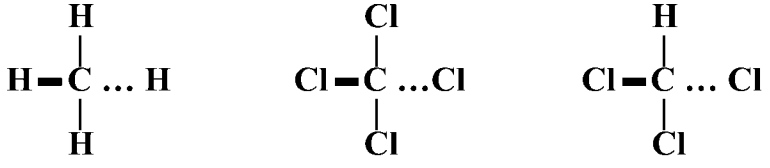
الباب الأول
مقدمـة الكيميـاء العضويـة

البـــاب الأول

مقدمـــة الكيميـــاء العضويـــة

الترابط والشكل في المركبات العضوية :

نجد أن المركبات العضوية عموماً تكون ذات أبعاد ثلاثية بمعني انه لا تقع جميع الذرات المكونة في مستوي واحد وهذا ينشاء بسبب كون ذرات الكربون المشبعة (بمعني الروابط مع أربع ذرات أخري) عوضت بـــشكل رباعي السطوح كما هو موضح في الشكل التالي :



الزوايا بين الروابط في بعض التراكيب البسيطة ذات الشكل رباعي السطوح

كما إن المركبات المتماثلة فقط مثل الميثان ورباعي كلوروميثان تكون تماماً بشكل رباعي السطوح وتكون قيمة كل من الزوايا التي بين الروابط تساوي **(109.5°)** وفي مركبات مثل البروبان وثلاثي كلورو ميثان تشذ الزوايا بين الروابط قليلاً عن القيمة .

ويعتقد بأن سبب هذا يرجع إلي وجود مجاميع ترغم بعض زوايا الروابط علي الاتساع وتعتمد أطوال الروابط علي :

1- الذرات المترابطة 2- طبيعة الرابطة

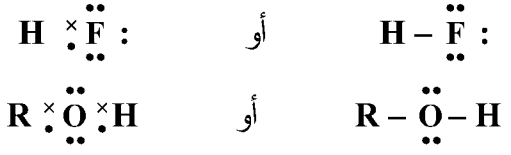
بحيث تكون الأطوال لنفس النوع من الذرات ثابتة تقريباً فمثلاً الروابط **C-C** ، **C-H** وكذلك **C-Cl** تكون (**1.54°** ، **1.9°** ، **1.78°**) بيكومتر علي التوالي . وحيث إن وحدة أطوال الروابط تقاس بالانجستروم (**A°**) (**10^{-10}** متر = **A°**) وبمعرفة الزوايا بين الروابط وأطوال الروابط فقط يمكن بناء نموذج للجزيئات العضوية المعقدة نسبياً وتتوفر أنواع عديدة من النماذج الصناعية للجزيئات العضوية .

الصيغ الالكترونية للجزيئات :

يشير رمز العنصر إلي عدد البروتونات والنيوترونات والالكترونات الموجودة في ذرة ذلك العنصر ويفضل عند كتابة الصيغ الالكترونية تمثيل الالكترونات بنقاط . كما إن عدد الالكترونات في غلاف تكافؤ معظم العناصر يساوي العدد الذري حيث يمثل موقع المجموعة التي ينتمي إليها العنصر في الجدول الدوري .

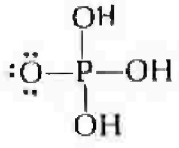
فنجد أنه عند تكوين المركبات التساهمية يجب أن يتحد عدد مناسب من ذرات العنصر أو ذرات العناصر المختلفة بحيث يصبح إلكترونان حول ذرة الهيدروجين وثمانية حول كل من : الأوكسجين ، الكربون ، النتروجين ، الهالوجين ، الكلور ، البروم ، الفلور ، اليود .

ومن المعلوم إن معظم أغلفة المركبات العضوية لها تكافؤ مشبع بثمانية الكترونات ، ويلزم احياناً وجود رابطة مزدوجة أي أربعة الكترونات أو رابطة ثلاثية أي ست الكترونات بين الذرتين لكي يصبح لكل من غلافها ثمانية الكترونات كما في صيغة فلوريد الهيدروجين والكحول .

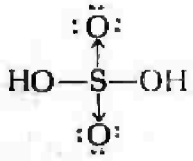


ويستحسن استعمال الصيغ المختصرة : **(H – F,R – OH)**

ولحامض الكبريتيك والفسفوريك الصيغ الآتية :

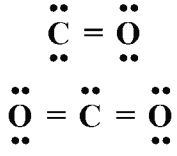


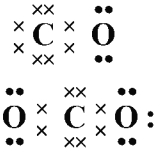
حامض الفوسفوريك



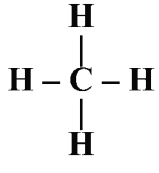
حامض الكبريتيك

ومن الملاحظ إن ذرة الكبريت والفسفور تجهز كلا من الكتروني الرابطة في اثنين من روابط الكبريت والأوكسجين والكتروني الرابطة في واحدة من روابط الفسفور – الأوكسجين ولأول اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكربون الصيغ الآتية :

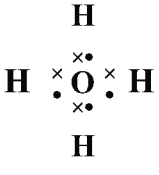


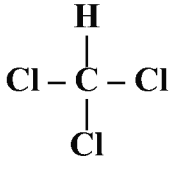


وفي هذه الصيغ يجب أدخال رابطتين مزدوجتين بين كل من ذرة الكربون والأوكسجين لكي يكون لكل منهما غلاف مشبع بثمان الكترونات . أمثلة علي ذلك :

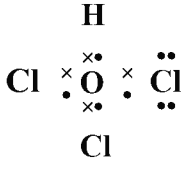


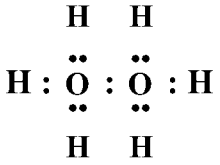
ميثان
Methane



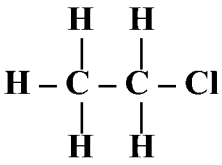


كلوروفورم
Chloroform





ايثان
Ethane



يتبين من صيغ الايثان أن لـذرة الكربـون قابليـة علـي تكـوين روابط تساهمية ليس فقط مـع ذرات العناصـر الاخـري بـل مـع ذرات الكربون نفسها . وليس هناك حد معين لعدد ذرات الكربـون التـي يمكنهـا إن تدخل في تكوين سلسلة ما من الناحية النظرية وقـد تكـون متفرعـة أو حلقية متجانسة وغير متجانسة . وهذا يسمح بوجود إعداد كبيرة جـداً مـن المركبات العضوية .

الروابـط الكيميائيـة (Chemical bonds) :

المدارات الذرية (Atomic Orbitals) :

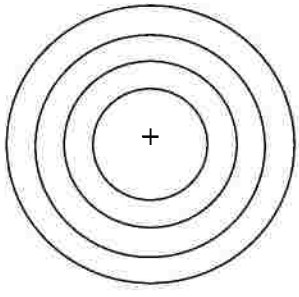
وللتعرف علي الخواص الفيزيائية والكيميائية للجزيئات علينا التعرف علي طبيعة الروابط فيها . حيث يجب أن نبدأ بوصف الروابط وكذا وصـف الالكترونات التي يتم اتحاد الذرات بواسطتها .

ولقد حاول الكثير من الباحثين اشتقاق معـادلات رياضـية تـربط خـواص الالكترونـات بطاقتـه وكانـت أهمهـا معادلـة شـرودينجر (Schroidenger) التي أمكن بحلها تعـين احتمـال وجـود الإلكتـرون في نقطة معينة في الفضاء .

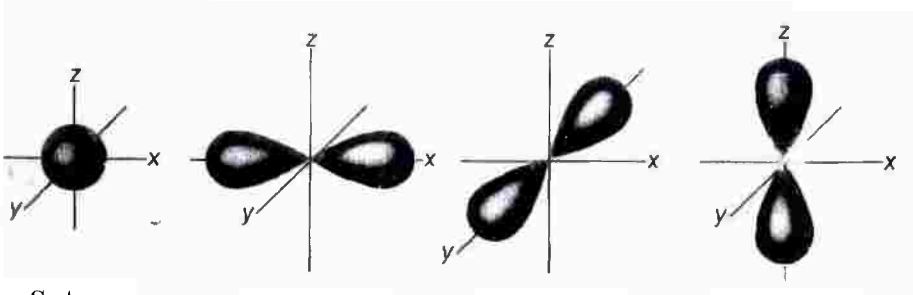
فإذا أمكن حساب احتمال وجود إلكترون في كل نقطة حـول النـواة تظهر منطقة قرب النواة يكون احتمال وجود الإلكترون فيها بأعظمه حيـث تعرف هذه النقط بالمدار الذري للإلكتـرون . ويعتقـد إن المـدار الـذري للإلكترون يأخذ شكل هذه المنطقة ذات الاحتمال العالي .

فإذا تصورنا الإلكترون كسحابة سالبة فان السحابة تكون اكثف في غلافها الأول ، فالمنطقة التي تصفها معادلة شرودينجر والتي يكون احتمال وجود الإلكترون فيها علي اعظمة تكون بشكل كرة متناظرة حول النواة وتسمي مدارات **(S)** وتكون كروية الشكل كما يلي :

مقطع عرضي للمدار



وعندما يكون الإلكترون في الغلاف الثاني لذرة الهيدروجين توجد أربعة حلول لمعادلة شرودينجر . تصف هذه الحلول أربعة مدارات ذرية مختلفة للإلكترون احدهما هو المدار**(2S)** الكروي الشكل ويصف كل من الحلول الثلاث الاخري منطقة تأخذ شكل جرسين متحدين في القاعدة حيث تقع النواة بينهما وتسمي بمدارات **P** ويرمز لها بـ **P_x,P_y,P_z**

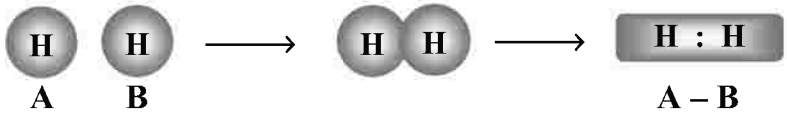


مدار S　　مدار P_x　　مدار P_y　　مدار P_z

الروابط الجزيئية والمدارات الجزيئية :

ثبت أن المدار الذري لا يستطيع استيعاب أكثر من إلكترون أو إلكترونين ويمكن لذرتين لكل منهما مدار ذري واحد إن يوحدا مداريهما الذريين لتكوين مدار جزيئي . ولكي يتم ذلك يجب إن تتقارب الذرتان بالاتجاه الذي يجعل الإلكترون المنفرد للذرة **(A)** منجذباً بقوة من قبل نواتي الذرتين **(B,A)** والإلكترون المنفرد للذرة **(B)** منجذباً بقوة من قبل تلك النواتين .

بمعني إن المدار الذري للذرة الثانية لأحدي الذرتين يتداخل مع المدار الذري للذرة الثانية وهكذا تتكون الرابطة التساهمية وهي الرابطة التي يهب منها كل من الذرتين الكتروناً واحداً للمدار الجزيئي ويمكن تصويره كسحابة سالبة تحيط بالنواتين كما يلي :



المدارات الذرية المهجنة :

إذا فرضنا أن الروابط التساهمية بين العناصر الخفيفة تتكون من تداخل مدارات من نوع **P,S** ، فقد وجد ان الخواص المتوقعة لكثير من هذه الروابط لا تشبه خواص الرابطة الفعلية في الجزيئة .

ومع ذلك يمكن إيجاد علاقة من الخواص المتوقعة للرابطة وخواصها الفعلية إذا وضحنا المدار الجزيئي باستعمال مدارات ذرية

مهجنة . والمدارات الذرية المهجنة هي مدارات تحصل علي خواصها من جمع المدارات **(S,P,d,f)** .

ويمكن وصف معظم المركبات العضوية بأستعمال ثلاث من هذه المدارات المهجنة وهي SP^3 , SP^2 , **SP** . فالوصف الرياضي لمدار SP^3 المهجنة يحدث بجمع الأوصاف الرياضية لمدار (SP^3) ومدارات **(P)** (P_x , P_y , P_z) وبطريقة مماثلة يعتبر (SP^2) هجينا من مدار **(S)** ومداري (P_y, P_x) .

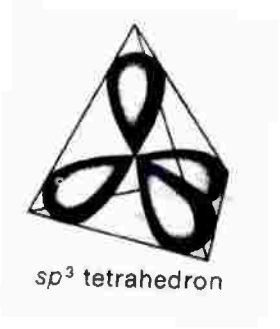
كما يعد المدار **(SP)** هجينا من مدار **(S)** ومدار (P_x) ويكون الترتيب الالكتروني لغلاف ذرة الكربون الخارجي في حالتها الاعتيادية هو :

C	1S	2S	2Px	2Py	$2P_z$
	↑↓	↑↓	↑	↑	

ومنه يستدل علي ان ذرة الكربون قادرة علي تكوين رابطتين فقط غير ان المعروف ان الكربون قادر علي تكوين مركبات يكون فيها رباعي التكافؤ ولغرض تحقيق ذلك ينتقل إلكترون من المدار **(2S)** إلي المدار $(2P_z)$. وبذلك يحدث الترتيب الالكتروني التالي الذي يسمح لذرة الكربون بتكوين أربع روابط منفردة . وتتداخل المدارات الأربعة هذه وتتهجن مكونة أربعة مدارات جديدة متكافئة في الحجم والشكل .

C	1S	2S	2Px	2Py	$2P_z$
	↑↓	↑	↑	↑	↑

وترتب نفسها حول ذرة الكربون بشكل رباعي السطوح بحيث تكون الزوايا الأربعة متساوية **(109.5°)** وتعرف هذه المدارات (SP^3) كما في الشكل التالي :



وتستعمل ذرة الكربون مداراتها الذرية (SP^3) لتكوين روابط منفردة عن ارتباطها بأربع ذرات أخري كما في الميثان (CH_4) فإذا ارتبطت ذرة الكربون بثلاث ذرات أخري كما في الفورمالديهيد (CH_2O) فأنها تستعمل مدارات (SP^2) بالإضافة إلي مدار(P) واحد لتكوين روابطها .

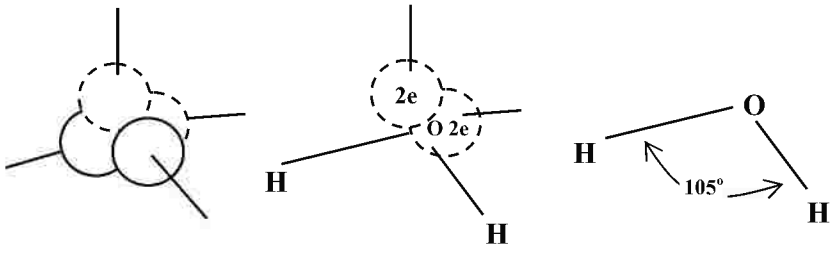
وإذا ارتبطت ذرة الكربون بذرتين أخرتين كما في الاثيلين (C_2H_2) فإنها تستعمل مدارات (SP^3) المهجنة عند ارتباطها بثلاث ذرات أخري بروابط منفردة كما في الامونيا (NH_3) .

<u>مميزات الرابطة التساهمية :</u>

تتميز الرابطة التساهمية بما يلي :

<u>(أ) زاوية الرابطة التساهمية :</u>

نجد أن زاوية الرابطة التساهمية المتكونة من اتحاد ذرتي هيدروجين مع ذرة أوكسجين ، هي الزاوية الناتجة من اتحاد مداري (S) لذرتي الهيدروجين مع مدار(SP^3) لذرة الأوكسجين والشكل التالي يوضح عملية تكوين زاوية الرابطة في جزيئة الماء .



(ب) طـــول الرابطـــة :

يمكن تعريف طول الرابطة التساهمية بأنها المسافة بين نواتي ذرتين مرتبطتين برابطة تساهمية حيث ان طول الرابطة بين هاتين الذرتين ثابـت بغض النظر عن طبيعة الذرات الاخري المرتبطة بتلك الذرتين فطول رابطة الكربون– الكلور في رابع كلوريد الكربون **(CCl_4)** هو **(1.76)** انجـستروم والجدول التالي يدرج أطوال بعض الروابط التساهمية .

الرابطة	الطول	الرابطة	الطول
H – H	**0.75**	**C – H**	**1.09**
C – C	**1.54**	**C – Cl**	**1.78**
C = C	**1.34**	**C – N**	**1.47**
C ≡ C	**1.20**	**C – O**	**1.43**

جـ– طاقـــة الرابطـــة :

تعرف طاقة الرابطة بأنها الطاقة اللازمة لتفكيك الجزئية إلي ذراتها . فلتفكيك مول واحد من الميثان نحتاج إلي **(97)** كيلو سعر وحسب المعادلة

$$CH_4 \rightarrow CH_3. + H. \quad \Delta H = 97$$ كيلو سعر

والجدول التالي يعطي بعض الأمثلة علي طاقة الرابطة :

الرابطة	الطاقة	الرابطة	الطاقة
H – H	104	C – N	70
O – H	110	C – Br	66
C – H	100	C = C	146
N – H	93	C = C	199
S – C	82	C ≡ N	204
C – C	84	C = O	174
C - C	79	C = N	143

الرابطـــــة الأيونيـــــة :

تتكون الرابطة الأيونية من انتقال الالكترونات من ذرة أكثر فلزيـــة إلي أخري اقل فلزية وترجع القوة التي تربط الايونين إلـــي التجـــاذب بـــين شحنتيهما المتعاكستين . ونجد أن الفرق بين الرابطة التساهمية والايونية هو ان الرابطة التساهمية موجهة أي أنها تتكون في الاتجاه الذي يجعل التـــداخل بين المدارات علي اعظمه .

وبعكس الرابطة الأيونية ، التي فيها ينجـــذب كـــل ايـــون موجـــب نحو جميع الايونات السالبة المحيطة به وبالعكس . وتؤثر الروابط الأيونيـــة في الخواص الفيزيائيـــة والكيميائيـــة كنقطـــة الانـــصهار ونقطـــة الغليـــان وقابلية الذوبان أكثر ممـــا تـــؤثر الـــروابط التـــساهمية التـــي قـــد تكـــون موجودة معها في نفس المركب . ويـــستفاد مـــن الفـــروق فـــي الخـــواص الفيزيائيـــة للمركبـــات التـــساهمية والايونيـــة مـــن فـــصل بعـــضها عـــن بعضها الآخر .

السالبيـــــة الكهربائيـــــة :

لقد فرضنا أن زوج الالكترونات للرابطة التساهمية يقع وسطا بـــين الذرتين فيما إذا كانت الذرتين متشابهتين في السالبية الكهربائية ولكن عنـــدما تتكون رابطة تساهمية بين ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربائية لا تـــصح هذه الفرضية لان اشتراك الكترونات الرابطة التساهمية من قبل الذرتين لـــم يعد متساوياً .

وتعرف الـــسالبية الكهربائيـــة بأنهـــا قـــدرة الـــذرة ذات الـــسالبية الكهربائية الاعلي علي جذب الالكترونات نحوهـــا . ويكـــون نتيجـــة ذلـــك إزاحة الشحنة السالبة نحو الذرة الأكثر سالبية كهربائية واكتساب هذه الـــذرة شحنة سالبة جزئية .

بينما تكسب الذرة ذات السالبية الكهربائية الأقل شحنة موجبة جزئية . تزداد السالبية الكهربائية بازدياد العدد الذري إذا سرنا من اليسار إلي اليمين في صف أفقي من العناصر في الترتيب الدوري ولكنها تقل إذا ســـرنا مـــن الاعلي إلي الأسفل .

C < N < O < F

I < Br < Cl < F

ازدياد السالبية الكهربائية ←

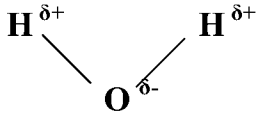
الجزيئـــــات القطبيـــــة :

كثير من الجزيئات لها أطراف موجبة وأخري سالبة لذلك تعد هـــذه الجزيئات قطبية . ولكي تكون الجزيئة قطبية يجب ان تحتوي علي رابطـــة قطبية أو أكثر وان يكون اتجاه الروابط القطبية بحيث تنفصل مراكز الشحنات الموجبة والسالبة في الجزيئة .

فنجد أن ثاني اوكسيد الكربون لـــه رابطتـــان تـــربط الأوكـــسجين بالكربون تتصفان بالقطبية ولكن الجزيئة ككل غير قطبية لانطبـــاق مراكـــز الشحنات الموجبة علي مراكز الشحنات السالبة .

$$O^{\delta-} = O^{\delta+} = O^{\delta-}$$

ولكن في جزيئة الماء حيث ان رابطتي الأوكـــسجين – هيـــدروجين قطبيتان وان مركز الشحنة يقع بين ذرتي الهيدروجين مما يؤدي إلـــي عـــدم تطابق الشحنات لذا فأن جزيئة الماء قطبية .

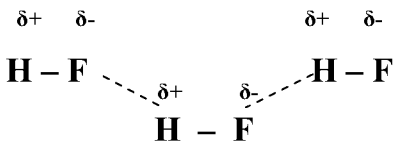


القـــــوي البينيـــــة :

وجد أنه بين الايونات السالبة والموجبة في المركبات الأيونية تجاذب الكتروستاتيكي كبير . فما هو نوع ومقدار قوي التجـــاذب بـــين المركبـــات التساهمية غير القطبية أو بين المركبات التساهمية القطبية . إذ انـــه تحـــت ظروف معينة يمكن اسالة غاز الميثان والهليوم

إذن لابد من وجود قوي تجاذب بين هذه الجزيئـــات غيـــر القطبيـــة ويستدل من درجة غليان الميثان (**-161.5°**م) علي انه يمكن التغلب علـــي هذه القوي بإضافة قليل من الطاقة ، أي ان قوة التجاذب هذه ضـــعيفة جـــداً ويطلق علي هذه القوي بقوي فاندرفال **(Vanderval)** .

وهنـــاك بالإضـــافة إلـــي قـــوي فانـــدرفال تجـــاذب قطبـــي **(Dipole – Dipole)** بين الجزيئات القطبية . ان تجاذب الأقطاب اكبر مـــن قوي فاندرفال ولكنها اصغر من القوي الكهربائية بين الايونات .



ويمكن الاستدلال علي حجم ونوع القوي البينية من درجة الغليـــان، كما ان هناك علاقة بين درجات الانصهار وقابلية الذوبان .

درجة الانصهار :

درجة الانصهار لمادة هي درجة الحرارة التي تصبح عندها المـــادة الصلبة في اتزان مع سائلها . إذ ان تحويل المادة الصلبة إلي سائل يتـــضمن تحطيم القوي البلورية ولكل مادة نقية نقطة انصهار معينة .

درجـــة الغليـــان :

تعزي الفروق بين نقاط غليان المركبات المختلفة تحت شروط متماثلة إلي الفروق في القوي بين الدقائق في الحالة السائلة ففي أي مركب آيوني في حالته السائلة أي منصهرة توجد بين الايونات قوي تجاذب كهربائية عاليـــة ، يجب التغلب عليها عند تحويل السائل إلي بخار .

أما في حالة المركبات التـــساهمية الـــسائلة ، فـــأن القـــوي البينيـــة صغيرة ويلزم عندئذ درجة حرارة منخفضة نسبياً للتغلـــب عليهـــا ، لأنهـــا تحتاج فقط إلي كمية صغيرة من الطاقة . فكلوريد الصوديوم وهـــو مركـــب ايوني يغلي في **1413°م** بينما يغلي الميثان في **-161.5°م** .

قابليـــــة الذوبـــــان :

تتضمن إذابة مادة صلبة أو سائلة في مذيب معين انفصال جزيئـــات المذاب وتوزعها بين جزيئات المذيب ويجب تجهيز المحلول بطاقة للتغلـــب علي قوي التجاذب بين جزيئات المذاب لكي تحدث الإذابة .

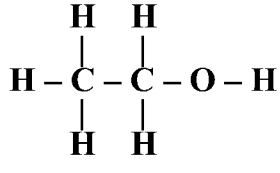
أن ذوبان السكر في الماء ناتج عن استبدال قوي التجاذب بين جزيئات السكر من جهة والتجاذب بين جزيئات الماء من جهة أخري بقوي التجاذب من جزيئات السكر – جزيئات الماء .

ويتوقع ان تذوب الجزيئات أو المواد غير القطبية في المذيبات غير القطبية لان تكوين المحلول يتضمن استبدال قوي فاندرفال بمثلها في هذه الحالة . ولكن المواد القطبية لا تذوب في المذيبات غير القطبية لان الربح الصافي في قوي التجاذب اقل من الطاقة اللازمة للتغلب علي قوة التجاذب .

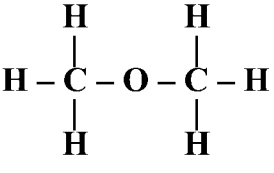
الصيغ التركيبية :

علي الرغم من ان المركبات العضوية تحتوي علي عناصر قليلة فإنها ربما تحتوي علي الكثير من هذه الذرات في الجزئي الواحد ولهذا السبب فأن الصيغ العضوية الجزئية قليلة الاستعمال في الكيمياء العضوية وكمثال علي ذلك ان هناك عدة مركبات عضوية معروفة لصيغة واحدة مثل (C_2H_6O) .

ونجد أن كل واحد من هذه المركبات لها خواص مميزة كدرجات الانصهار والغليان الي جانب خواص أخري يتميز بها هذا المركب عن المركب الأخر . أو ان الصيغة متماثلة ، فالاختلاف هنا فقط بترتيب الذرات في الجزئي . ويمكننا ان نوضح هذا الاختلاف في الترتيب بأستخدام الصيغ التركيبية .

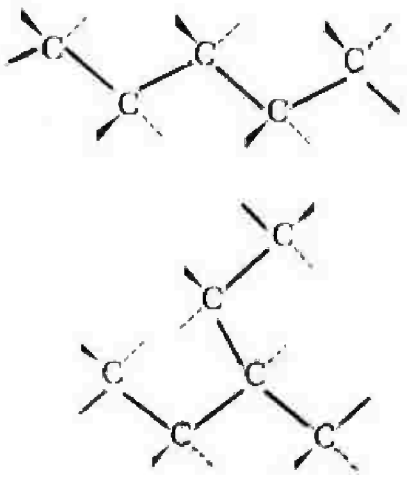


كحول



ايثر

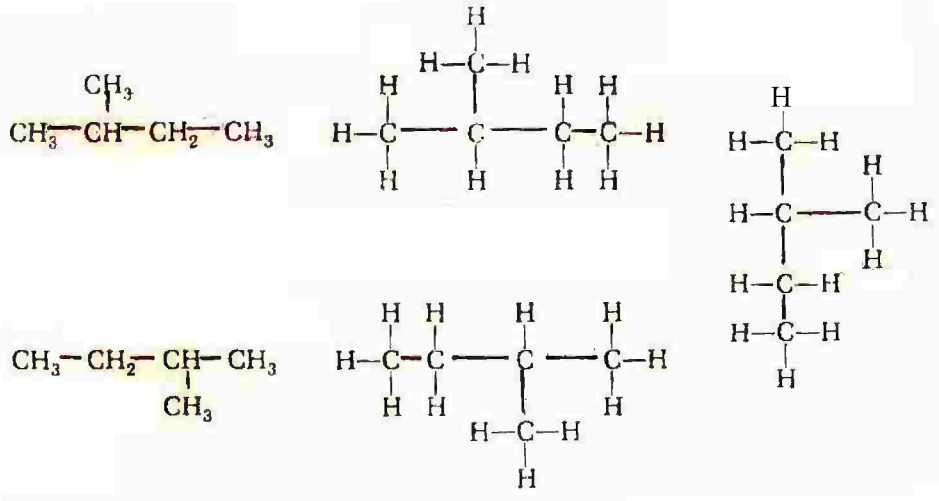
وكما ذكرنا سابقاً ، فان الكربون أكثر من غيره من العناصر له القابلية للاتحاد أو تكوين روابط مع نفسه وهذه الروابط يمكن ان تساهم في تكوين سلسلة مستمرة من ذرات الكربون أو متفرعة أو حلقية مع ملاحظة ان لذرة الكربون في كل صيغة هيكلية ، أربع روابط وهذه الصيغة البنائية تعطي معلومات علي أنواع الروابط الموجودة وعن الشكل الجزئي أكثر مما تعطيه الصيغ الجزئية .



ولهذا السبب الموضح سابقاً يتثني لنا أن نقدر وجود أكثر من مركب واحد له نفس الصيغة الجزيئية .

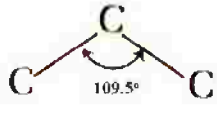
التشابه الايزومري :

هو وجود الكثير من المركبات المختلفة والتي لها نفس الصيغ الجزيئية . وتعرف المركبات التي لها نفس الصيغ البنائية بالايزومرات البنائية . ومثال علي ذلك هو المركب **(C_5H_{12})** الذي لو رتبنا الذرات حسب القواعد المعروفة للتكافؤ لحصلنا علي عدد من المركبات المختلفة تماماً في الخواص الكيميائية والفيزيائية .

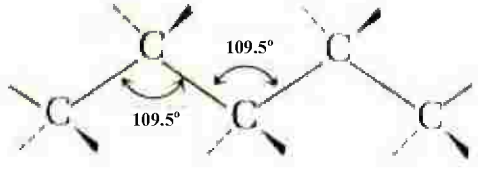


تمثيـــل الصيـــغ العضويـــة :

ان التمثيل الحقيقي للصيغ العضوية يحتاج إلي شكل ذي أبعاد ثلاثة . ولسهولة التعبير عن هذا التمثيل يمكن استخدام شكل ثنائي الأبعاد وكما هـــو موضح في المثال الآتي :

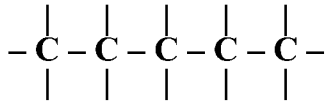


شكل ثنائي الأبعاد

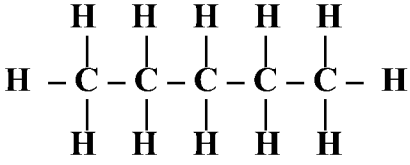


شكل ذو أبعاد ثلاث

في الشكل الثنائي الأبعاد تكون الروابط التي تربط ذرات الكربون في نفس مستوي الورقة ، والخطوط العريضة المنقطة تمثل الروابط التي هـــي خلف مستوي الورقة ، أما الخطوط العريضة فتمثل الروابط التي أمام مستوي الورقة باتجاه القارئ ، أن هذا التمثيل يكون مفيداً في بعض من الحـــالات . ولكن في الاستعمالات الاعتيادية يمكن لهذه الصيغة ان تختـــصر كمـــا فـــي الشكل الآتي :



ولابد للقارئ أن يتذكر أن هذه الصيغة مبسطة جداً .فإذا كان الجزئي هو (C_5H_{12}) فيمكن ان يمثل كما يأتي :



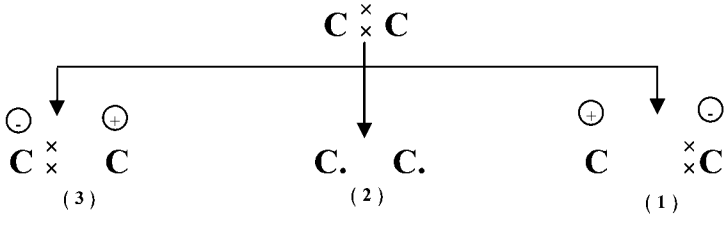
أو $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

أو : $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

أو : $CH_3(CH_2)_3CH_3$

<u>الميكانيكية المحتملة لتفكك الرابطة التساهمية :</u>

ان التفاعلات الكيميائية تتضمن تكسيراً أو تكوين روابـــط ، ولنأخـــذ بنظر الاعتبار الطرق الثلاثة المحتملة لتكسير الرابطة



عندما يكون التفكك طبقاً لـــ (1 أو 3) فأن النواتج ستكون عبـــارة عن جسيمات مشحونة أو ما يـــسمي بالايونـــات ، بينمـــا الانكـــسار تبعـــاً للطريقة **(2)** فأنه سينتج جزيئات متعادلة الشحنة تـــسمي بالـــشقوق الحـــرة **(Free radical)** كل منها يحتوي علي إلكترون منفرد (غير مزدوج) .

وفي التفكك الذي يحدث في التفاعلات العضوية هناك احتمال لأي من طرق التفكك المذكورة انفاً أن يحدث ان جميع هذه الأصناف تكون نشطة وغير مستقرة وعادة ما تتكون علي شكل مركبات وسطية خلال التفاعل وليس كمركبات نهائية .

ونجد ان الجذر الحر يحتاج إلي إلكترون ليكمل مداره بثمانية الكترونات ويتم استقراره بينما أيون الكربونيون يحتاج إلي إلكترونين ليكمل مداره بثمانية الكترونات حول نواه الكربون أي حالة الاستقرار .

ويعتمد ثبات ايون الكربونيوم والجذر الحر والكاربنيوم علي وجود مجاميع متصلة بذرة متصلة بذرة الكربون المركزية وهذه المجاميع تمتاز بقابليتها علي تثبيت الشحنة أو الإلكترون .

تصنيف المركبات العضوية :

بالنظر لوجود ما يزيد علي مليون من المركبات العضوية سواء نواتج طبيعية أو محضرة معملياً ولسهولة دراسة خواصها المختلفة ، قسمت هذه المركبات إلي مجاميع صغيرة الأعداد نسبياً واعتمد في هذا التقسيم علي الأجزاء النشطة أو المجاميع الفعالة في الجزيئات .

فعند وجود مجموعة فعالة في مركب عضوي ما تضفي عليه بعض الخواص المميزة لهذه المجموعة الفعالة بغض النظر عن موقع المجموعة في المركب كما يلي :

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ $\qquad$ $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H - OH$

حيث ان أيا من الصيغتين المذكورتين يمثل واحداً من المركبات العضوية التي تحتوي علي مجموعة هيدروكسيل **(OH^-)** والتي تنتمي إلي الكحولات **Alcohols** .

وان تصنيفنا للمركبات العضوية سيبدأ بالمركبات التي تحتوي علي الكربون والهيدروجين ، ويليها المركبات الحاوية علي مجموعة فعالة واحدة أو أكثر تحتوي علي النتروجين أو الأوكسجين أو أي عنصر آخر .

<u>الهيدروكربونات :</u>

ان المركبات العضوية تتكون من كربون وهيدروجين ويمكن تصنيفها إلي :

1- الهيدروكربونات المشبعة (الكانات أو البارافينات) (**Alkane** أو **Parafines**) وصيغتها العامة **(C_nH_{2n+2})**

2- الهيدروكربونات غير المشبعة ذات الرابطة المزدوجة (الالكينات أو الاوليفينات) **(Alkene Or Olefines)** وصيغتها العامة **(C_nH_{2n})**

3- الهيدروكربونات غير المشبعة ذات الرابطة الثلاثية (الالكينات أو الاستيلينات) **(Alkene Or Acetylene)** وصيغتها العامة **(C_nH_{2n-2})**

4- المركبات الاروماتية العطرية (**Aromatic Compounds**) كالبنزين ومشتقاته كالنفثالين والانثراسين .

إن تقسيم الهيدروكربونات إلي هذه الأصناف في المركبات العضوية مبني علي أساس اختلاف تفاعلاتها الكيميائية التي ترجع إلي اختلاف طبيعة الرابطة الكيميائية في جزيئاتها .

هاليـــد الالكيـــل :

يطلق اسم هاليد الالكيل علي المركبات التي يكون فيهـــا الهـــالوجين مرتبطاً بذرة كربون اليفاتية بمعني استبدال ذرة هيدروجين من الهيدروكربون بذرة هالوجين واحدة أو أكثر كما يلي .

$CH_3CH_2 - Br$ $CH_3CH_2 - Cl$

بروميد الأثيل كلوريد الاثيل

وتزداد قدرة هاليدات الالكيل علي التطاير وفقاً للقوانين المتخذة لكل سلسلة متشاكلة منها .

1) مع نقصان الوزن الجزيئي
2) مع نقصان الوزن الجزيئي للهالوجين وحجمه
3) مع زيادة تفرع مجموعة الالكيل

إن الأفراد الأولي من طائفة الالكانات الأحاديـــة الهـــالوجين تكـــون غازات في درجة حرارة الغرفة CH_3X (X = F , Cl , Br , I) في حـــين إن هاليدات الالكيل الاخري والي حد C_{18} تقريباً تكون سائلة .

وتعد هاليدات الالكيل بمثابة جزيئات ثنائية القطب **(dipolar)** وتمتلك عزماً ثنائي القطب . ولا تمتزج بالماء وتعد من المـــذيبات الجيـــدة لمعظـــم المركبات العضوية .

المركبات الاروماتية :

يتصف البنزين والمركبات المشابهة له ســـواء متجانـــسة أو غيـــر متجانسة بخاصية تسمي بالاروماتية ولا تتوافر هذه الخاصية في المركبـــات الهيدروكربونية الاخري . وللتعرف علي الخواص الاروماتيـــة للجزيئـــات يجري عادة حسابات للمدار الجزئي .

وهذه الحسابات تشير إلي إن الجزيئات المستوية الأحادية الحلقة ذات عدد زوجي محدود من الالكترونات بأي **(π)** تكون اروماتية وقد أعطي هذا العدد بقانون هيكل **(Huckeles law)** **(4n + 2)** حيث إن **(n)** ترمز إلي أي عدد صحيح موجب ويشمل كذلك الصفر . ولا يمكن تطبيق قاعدة هيكل علي المركبات الحلقية غير المتجانسة وكذلك المركبات متعددة الحلقة .

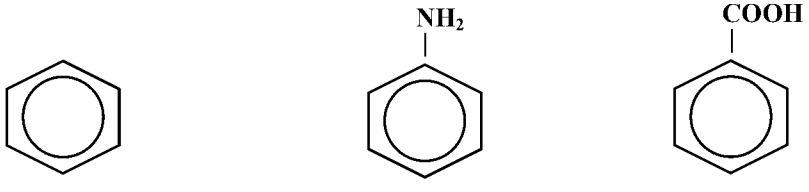
وتتميز المركبات الاروماتية بخصائص أساسية هي :

1) جزيئة حلقية مستوية 2) لها طاقات رنين عالية
3) روابط باي **(π)** التابعة لها تكون غير متمركزة في موضع واحد بل تدور داخل الحلقة وتتبادل المواقع من الروابط المفردة .
4) تتبع قاعدة هيكل .

<u>أصناف المركبات الاروماتية :</u>

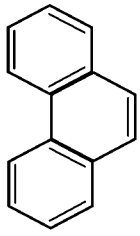
<u>المركبات الاروماتية أربعة أصناف وهي كما يلي :-</u>

1) مركبات اروماتية بنزينية تحتوي علي حلقة بنزين واحدة كوحدة تركيبية أساسية مثل



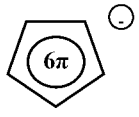
2) مركبات اروماتية بنزينية متعددة الحلقات **(Polynuclear)** بحيث يكون موضع اتصال كل حلقتين متجاورتين ذرتي كربون .

مركبات حلقية ملتحمة خطياً

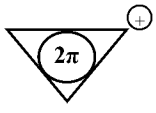


مركبات حلقية ملتحمة زاويا

3) مركبات اروماتية غير بنزينية تحتوي علي هياكل كربونية حلقية مستوية بدلاً من هيكل البنزين وتتبع قاعدة هيكل مثل

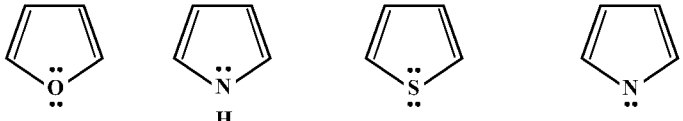


بنتاداين انيون حلقي



بروبنيل كاتيون حلقي

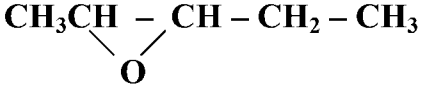
4) مركبات حلقية غير متجانسة مثل



فيوران **بيرول** **ثايوفين** **بيريدين**

<u>الايثرات والايبوكسيدات :</u>

تمتلك الايثرات الصيغ العامة **(R – O – R)** للايثرات الالفاتية و **(Ar – O – R)** للأيثرات الاروماتية و **(Ar – O – R)** للايثرات المختلطة وعموماً يستخدم الايبوكسيد لإفراد الايثر ثلاثي الحلقة



2 ، 3 – أيبوكسي بنتان

وللأيثرات تركيب زاوي ولذلك فهي ضعيفة القطبية وتظهر عزم ثنائي القطب. كما إن أفراد الايثرات تكون متطايرة بدرجات حرارة

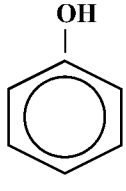
أقل من كحولاتها المقابلة . ويعزي ذلك إلي انعدام الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الأيثر .

فالايثرات عموماً شحيحة الذوبان في الماء . وفي اغلب الأحيان يستخدم الايثر الاثيلي في استخلاص المركبات العضوية من المحاليل المائية . وتولد الايثرات بيروكسيدات مختلفة الأنواع وشديدة الانفجار جداً إذا ما تعرضت للضوء أو حتي في الظلام .

ويعد الايثر وبالأخص مجاميع الميثوكسي العنصر التركيبي للعديد من النواتج الطبيعية فمادة الكنين من الخشب عبارة عن بوليمر مؤلف من فينول ايثر كحولات غير مشبعة . وبعمل كمادة رابطة لالتحام السليلوز وألياف سكريات أخري عدة لتكوين بنية الخشب .

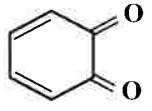
الكحولات والفينولات والجليكولات والكوينونات :

يمكن تمثيل الكحولات بالصيغة العامة **(ROH)** حيث **(R)** تمثل أي مجموعة الكيل . أما الفينولات التي صيغتها العامة **(Ar – OH)** والتي تكون فيها مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بحلقة اروماتية مباشرة وتمتلك الصيغة العامة .



كما تعرف الكحولات التي تحتوي علي مجموعتي هيدروكسيل مرتبطة بذرتي كربون مختلفة بالجليكولات **(glycols)** أو الدايولات **(diols)** أما التي تحتوي علي ثلاث أو أكثر من مجاميع الهيدروكسيل مرتبطة بذرات كربون مختلفة تعرف بـ الترايولات **(Triols)** . ومركبات متعددة مجموعة

الهيدروكسيل فتسمي متعددة الهيدروكسيل **(Polyhydroxyl)** كما تسمي المركبات الثنائية الكيتون الحلقية التي تحتوي علي روابط مزدوجة بالكوينونات .



أورثو بنزوكوينون

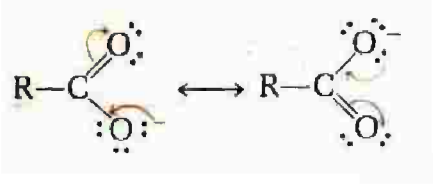
بارا بنزوكوينون

<u>الأحماض الكاربوكسيلية :</u>

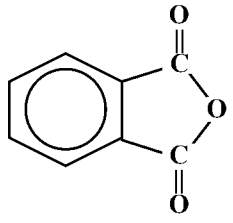
هي تلك المركبات العضوية التي تحتوي علي مجموعة كاربوكسيل **(Carboxyl)** وتكتب عادة بالصيغة (CO_2H أو **COOH** أو **O = C – OH**) وتمثل صيغتها العامة (**ArCOOH , RCOOH**) وهي تراكيب لأحماض كاربوكسيلية اليفاتية واروماتية علي التوالي .

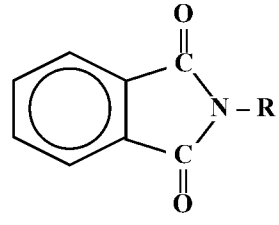
ويمكن إن تكون **(R)** مجموعة الكيل مشبعة أو غير مشبعة وتحتوي الأحماض الثنائية الكاربوكسيل والثلاثية الكاربوكسيل والمتعددة الكاربوكسيل علي أكثر من مجموعة كاربوكسيل واحدة .

وتغلي الأحماض الكاربوكسيلية بدرجات اعلي من الكحولات المناظرة لها بالوزن الجزيئي والسبب يعود إلي قوة الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الأحماض الكاربوكسيلية وتنخفض قابلية الذوبان في الماء مع ازدياد حجم مجموعة الالكيل **(R)** ويصبح جزء الهيدروكربون في الجزيئة هو السائد والمؤثر . وتعتمد حامضية الحامض الكاربوكسيلي علي استقرارية ايون الكاربوكسيلات التابع له .



وللأحماض الكاربوكسيلية مشتقات منها تكوين الانهدريدات حيث يتم نزع الماء من مجموعتي كاربوكسيل متجاورتين لتكوين حلقات خماسية أو سداسية كما أن الايميدات هي احدي المشتقات للأحماض الكاربوكسيلية .





الالديهايدات والكيتونات :

تعرف الالديهايدات والكيتونات بأنها مركبات الكربونيل لأنها جميعاً تشترك بوجود مجموعة الكربونيل **(C = O)** . والالديهايدات تحتوي علي مجموعة كربونيل مرتبطة بذرة هيدروجينية من طرف وبذرة هيدروجين أو كربون من الطرف الأخر .

وتوجد علي نوعين هي الديهايدات الفاتية والديهايدات اروماتية **(R – CO – H , Ar – CO – H)** أما الكيتونات فتكون فيها مجموعة الكربونيل مرتبطة إلي ذرتي كربون أخريين والكيتونات أما أن تكون اليفاتية **(R – CO – R)** أو اروماتية **(Ar – CO – R)** .

وبسبب مجموعة الكربونيل القطبية فان الالديهايدات والكيتونات لها درجة غليان اعلي من المركبات اللاقطبية المناظرة لها في الوزن الجزيئي حيث لا تستطيع الالديهايدات والكيتونات تكوين روابط هيدروجينية بينية ، وعلي ذلك تكون درجات غليانها اقل من الكحولات أو الأحماض الكاربوكسيلية المناظرة لها بالوزن الجزيئي .

الأمينـــــات :

يطلق اسم الأمينات علي مركبات الالكيل أو الاريـــل المـــشتقة مـــن الامونيا وتصنف إلي أمينات أولية وثانوية وثالثية وفقاً لعدد مجاميع الالكيـــل أو الاريل المرتبطة بالنتروجين كما يلي :

RNH_2	R_2NH	R_3N
أمين أولي	أمين ثانوي	أمين ثالثي

حيـــث **R** تمثـــل أي مجموعـــة الكيـــل علـــي غـــرار الامونيـــا تعـــد ذرة نتروجين الأمينات قاعدية وتتفاعـــل مـــع الأحمـــاض مكونـــة أمـــلاح الكيل امونيوم .

$$R - NH^{+}_{3} - X^{-}$$

الكيل امونيوم

المركبـــات العضويـــة الفلزيـــة :

يعرف المركب العضوي الفلزي بأنه المركب الذي يمتلـــك روابـــط يرتبط فيها الفلز بالكربون بصورة مباشرة ويستثني من هذا التعريف أمـــلاح الأحماض العضوية والأمينات الفلزية وكذلك معقدات أحماض لـــويس علـــي الذرات غير المتجانسة في الجزيئات العضوية .

ونجـــد إن جميـــع المركبـــات العـــضوية الفلزيـــة علـــي وجـــه التقريب سامة والكثير منها يتفكك بسرعة فـــي الهـــواء وفـــي الأوكـــسجين والرطوبة مثل :

$(C_2H_5)_4\ Pb$	CH_3Li
رباعي اثيل الرصاص	مثيل الليثوم

الكاربوهيـــــدرات :

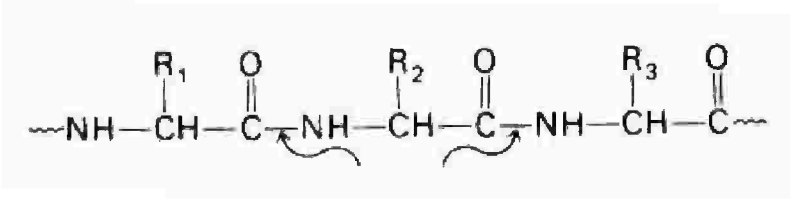
تعد الكاربوهيدرات من أوسع أصناف المواد العضوية الموجودة في الطبيعة وأكثرها أهمية وتكـــون الكاربوهيـــدرات البـــسيطة بمثابـــة متعـــدد هيدروكسي الالدهيدات أو متعدد هيدروكسي الكيتونات وتتواجد علـــي هيئـــة هيمي اسيتال أو هيمي كيتال حلقي والصيغة العامة $(CH_2O)_n$.

الأحمـــــاض الامينيـــــة والببتيـــــدات :

أي حامض عضوي يحتوي علي مجموعة امينو واحدة علي الأقـــل يمكن إن يصنف علي انه حامض أميني .

$$CH_3 - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$$

إمـــا إذا اجتمعـــت سلـــسلة متعاقبـــة مـــن الأحمـــاض الامينيـــة (حوالي **20**) الموجودة فـــي الطبيعـــة تـــدعي بالببتيـــدات وتتخـــذ سلـــسلة الببتيد الصيغة العامة



R : تمثل السلسلة الجانبية لكل متبقي حامض أميني

الهيدروكربونات (الألكانات – الألكينات – الالكاينات) :

إن البترول والغاز الطبيعي يعدان المصدر الرئيسي لتجهيـــز نـــسبة عالية من الطاقة التي نحتاج إليها وهما غنيان بالمركبات العضوية حيـــث ان

مكوناتها الرئيسة هي الهيدروكربونات المشبعة . ولكون هـذه المركبـات عديمة الفعالية نسبياً فقد عرفت بالبارافينات

ومن خلال البحوث تم تحويل هذه المركبات بواسطة عمليات عدة إلي مركبات عضوية ذات فائدة صناعية وكذلك فإن هذه المركبات تستخدم كوقود للمحركات كالسيارات والطيارات .

وهناك ثلاثة أنواع من الهيدروكربونات المشبعة ، وغيـر المـشبعة والمواد العطرية أي الاروماتية . حيث صنفت علي أسـاس نـوع الرابطـة الموجودة بين ذرتي الكربون فالهيدروكربونات غير المشبعة تحتوي اما علي رابطة مزدوجة أو رابطة ثلاثية .

اما الهيدروكربونات الاروماتية فهو نوع خاص من الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة .

ولما كانت الهيدروكربونات تحتوي علـي الكربـون والهيـدروجين فقط فيمكن اعتبار ان جميع المركبات العضوية المعقدة قـد اشـتقت منهـا وذلك باستبدال ذرات الهيـدروجين أو أضـافة ذرات أخـري أو مجـاميع من هذه الذرات . وفضلاً عن ذلـك فإنهـا تمثـل جـذور شـجرة عائلـة الكيمياء العضوية .

<u>الالكانـــات (البارافينات) :</u>

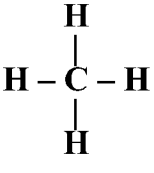
هي مركبات هيدروكربونية مشبعة **(Saturated hydrocarbons)** تكون منها جميع ذرات الكربون والهيدروجين مرتبطة بعضها مـع بعـض بروابط تساهمية مفردة وقوية . والالكانات مثل الميثان والايثان لها الـصيغة العامة (CnH_{2n+2}) حيث ان **(n)** عدد صحيح = **1،2،3،4،5** .

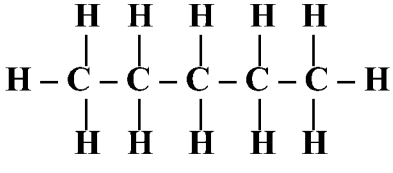
وهي تعبير عن الصيغة الجزيئية لكل فرد من أفرادها كالبروبان والهكسان . كما ان المصدر الطبيعي للالكانات هو النفط الخام ، وتعتمد طرق فصلها علي التقطير الجزيئي للنفط كما توجد من بين الغازات المتحررة من المستنقعات نتيجة لتفسخ النباتات تحت الماء . ويمكن تحضيرها في المختبر وفي المصانع بكميات لحاجة السوق إلي تلك الغازات والسوائل .

ويعتمد تصنيف هذه المركبات إلي مركبات غازية أو سائلة أو صلبة علي الوزن الجزيئي لتلك الالكانات حيث ان المجموعة الأولي فيها تكون غازية مثل الميثان والبروبان وسائلة مثل الهكسان والهبتان . وصلبة بالنسبة إلي الالكانات هي التي تزيد فيها عدد ذرات الكربون فيها عن ثماني عشرة . كما ان درجة غليانها تتناسب طردياً مع ازدياد وزنها الجزيئي .

الصيغ التركيبية :

هي الصيغ التي تبين تركيب الجزيئة وكيفية ارتباط الذرات فيها (تكافؤها) حيث تشير الرابطة (–) في الصيغة التركيبية إلي التكافؤ الأحادي .

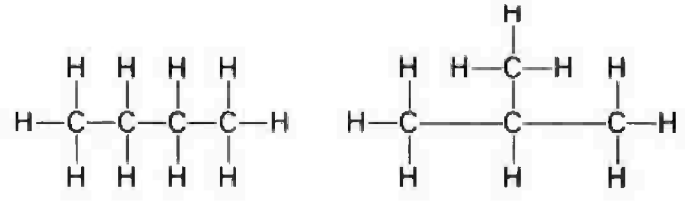




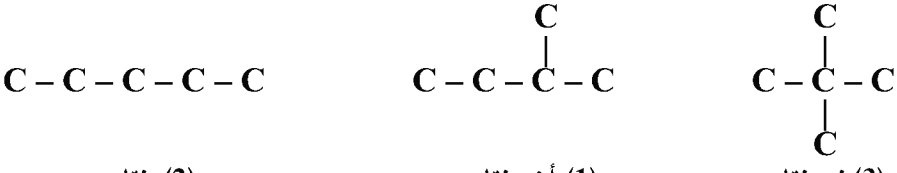
وتظهر حالة الايزوميرات (وجود مركبين أو أكثر في الطبيعة لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغ التركيبية نتيجة لاختلاف

في الهيكل البنائي) في المركبات علماً بأن الميثان والايثان والبروبـــان لا تظهر حالة الايزومرزم .

ويرجع ذلك إلي أنه لا يوجد هناك ترتيب آخر مختلف فيـــه تنظـــيم الذرات ولكن عندما نصل إلي البيوتان نجد ان هناك احتمالين لارتباط الذرات بعضها مع بعض بشكل السلسلة المستمرة ، والسلـــسلة المتفرعـــة . وهـــذه الصيغة تؤدي من بعد إلي وجود مركبين مختلفين بالخواص العامة . حيـــث يطلق علي المركب **(1)** بالبيوتان الاعتيادي والمركب **(2)** بالبيوتان الثلاثي



وصعوداً إلي مركبات مشبعة أخري كالبنتان مثلاً فإن هنـــاك ثلاثـــة احتمالات لاتصال ذرات الكربون بعضها ببعض .



(2) بنتان **(1) أيزوبنتان** **(3) نيوبنتان**

اما في حالة حذف ذرة هيدروجين من الالكانات التي تحتوي علـــي أكثر من ذرتين كربون نحصل علي أكثر من مجموعة فمـــثلاً عنـــد حـــذف هيدروجين من البروبان نحصل علي أكثر من مجموعة متجانـــسة وتـــسمي مجموعة بروبيل اعتيادي أو ايزوبروبيل حيث تعتمد التسمية علـــي موقـــع سحب ذرة الهيدروجين كما مبين في الجدول التالي :

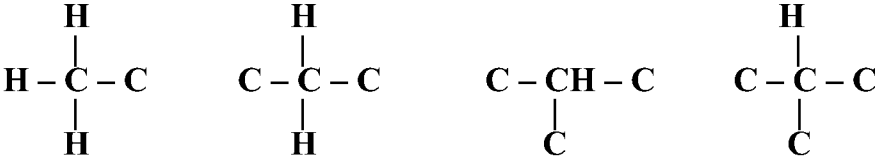
الهيدروكربون	الصيغة التركيبية	المجموعة المشتقة	الصيغة التركيبية
الميثان	CH_4	المثيل	$CH_3 -$
الايثان	CH_3CH_3	الاثيل	$CH_3 - CH_2 -$
البروبان	$CH_3CH_2CH_3$	بروبيل اعتيادي	$CH_3CH_2CH_2 -$
		ايزوبروبيل	$CH_3CH - CH_3$
البيوتان	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	ايزو بيوتيل	$(CH_3)_2 - CHCH_2$
		بيوتيل ثانوي	$CH_3–CH_2–CHCH_3$
		بيوتيل ثلاثي	$(CH_3)_2 C - CH_3$
		بيوتيل أولي	$CH_3(CH_2)_3 -$

ونجد أن الهكسان له خمسة متجانسات في الطبيعة لوجود خمسة أشكال تركيبية مختلفة لصيغته الجزيئية C_6H_{14} . ولمنع حدوث الالتباس والخلط بين المتجانسات وضع نظام عام لتسمية الهيدروكربونات وفق قواعد بسيطة سميت طريقة يوباك .

<u>أصناف ذرات الكربون والهيدروجين في جزيئة الهيدروكربون :</u>

تدعو الضرورة أحياناً إلي تصنيف الذرات الواقعة في نفس الجزيئة إلي أنواع مختلفة حسب تفاعلاتها الكيميائية الناتجة من اختلاف التركيب الهيكلي للجزيئة . لذا فذرة الكربون المتصلة بذرة كربون أخري وثلاث ذرات من الهيدروجين تسمي ذرة الكربون الأولية .

وعندما تتصل ذرة الكربون بذرتي كربون تسمي ذرة كربون ثانوية ، بينما تسمي ذرة الكربون المتصلة بثلاث ذرات كربون بذرة كربون ثالثية أو ثلثية .



مجاميـــــع الالكيـــــل :

تطلق كلمة الكيل علي مركبات الالكان المحذوف منها ذرة هيدروجين فمثلاً عند حذف ذرة هيدروجين من الميثان يسمي المركب النـــاتج بالمثيـــل وكذلك عند حذف ذرة هيدروجين من الإيثان يسمي المركب الناتج بالاثيل كما هو مبين في الجدول السابق .

الالكينـــــــات :

تسمي الهيدروكربونات التي تحتوي علي روابط كربون – كربـــون المزدوجة بالالكينات أو الاولفينات وتنتمي إلي صنف الهيدروكربونات غيـــر المشبعة .

اما الالكينات التي تحتوي علي أكثر من رابطة مزدوجة فيطلق عليها بالبولي اوليفينات . $-C=C-C=C-$

الالكاينـــــات (Alkynes) :

تسمي الهيدروكربونات التي تحتوي علي روابط كربون – كربـــون الثلاثية بالالكاينات .

$$H-C\equiv C-H \qquad R-C\equiv C-R$$

استلين　　الكاين

ان رابطة كربون – كربون الثلاثية تكون خطية (الزاوية **180°**) وتتألف من رابطة كربون – كربون مفردة يطلق عليها رابطة سيجما **(σ)** ورابطتين مزدوجتين يطلق عليهما روابط باي **(π)** .

التسمية (Nomenclature) :

بسبب وجود الأعداد الكبيرة والمختلفة للمركبات العضوية يكون من الضروري إيجاد طريقة منظمة لتسمية هذه المركبات . حيث كانت تسمي المركبات العضوية وفقاً للأسم الشائع **(Common name)** حيث تميز الهيدروكربونات الايزوميرية بواسطة بادئات مثل **(n)** عادي ، ايزو **(Iso)** ، نيو **(Neo)** .

وبهذه الطريقة يمكن تسمية المركبات الأربعة الأولي بينما لا يمكن تسمية هذه المركبات الأكثر تعقيداً باستخدام النظام العادي . وعليه تم اقتراح استخدام الطريقة العالمية لتسمية المركبات والتي سميت بنظام يتم بواسطتها تسمية المركبات العضوية .

1- تثبيت الاسم العام للمركب العضوي مع الأخذ بنظر الاعتبار تبديل نهاية اسم المركب طبقاً لما اتفق عليه بهذه الطريقة .

2- اختيار أطول سلسلة من الكربون بشرط أن تكون متواصلة في الجزئي الواحد واعتبارها الإطار الرئيس لتسمية المركبات العضوية .

وسوف نتطرق إلي الطرق الخاصة لتسمية المركبات العضوية وكل حسب المجموعة الفعالة فيه .

تسميـــــة الالكانـــــات :

تسمي الالكانات اما وفق النظام الاعتيادي أو للنظام العـــام للتـــسمية (يوباك) كما هو مبين في الجدول التالي :

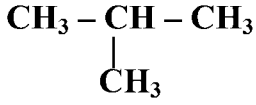
الأســـــــــم	الصيغة التركيبية
ميثان	CH_4
ايثان	C_2H_6
بروبان	C_3H_8
بيوتان	C_4H_{10}
بنتان	C_5H_{12}
هكسان	C_6H_{14}
هبتان	C_7H_{16}
اوكتان	C_8H_{18}
نونان	C_9H_{20}
ديكان	$C_{10}H_{22}$

الأفراد الأربعة الأولي يكون لها أسماء انفرادية أما أســماء الأفــراد العليا يكون لها بادئة لاتينية تبين عدد ذرات الكربون والنهاية آن **(ane)** تدل علي أنها تنتسب لعائلة الالكان وكما يأتي ء – الكانات ، الكانـــات السلـــسلة المستقيمة .

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

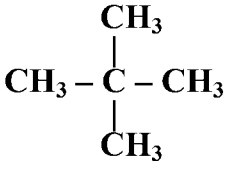
ء – بنتان

أيزو الكانات ، الكانات متفرعة السلسلة ذو مجاميع مثيل ($-CH_3$) متفرعة جانبياً ومرتبطة إلي ذرة الكربون ما قبل الأخيرة في السلسلة المستقيمة .



ايزوبيوتان

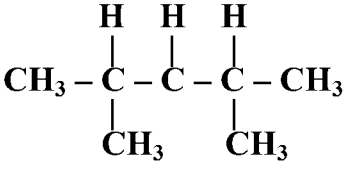
نيو الكانات ، تستعمل البادئة نيو **(neo)** عندما تكون هناك ثلاث مجاميع الكيل مثيل فقط واقعة في نهاية السلسلة المستقيمة .



نيوبنتان

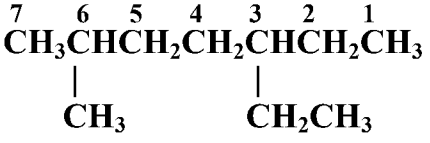
ولا يمكن استخدام النظام العادي لتسمية الالكانات الأكثر تعقيداً وعليه يتم تسميتها باستخدام نظام يوباك ويشترط تطبيق القواعد الآتية :

أولاً : الاسم الأصلي هو اسم ذلك الكان الذي يحتوي علي أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون في الجزيئة

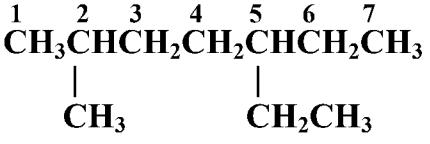


أطول سلسلة مستمرة تتألف من خمس ذرات كربون لذا يكون البنتان هو الاسم الأصلي للمركب .

ثانياً : تـــرقم ذرات كربـــون السلـــسلة الأصـــلية مـــن الطـــرف الـــذي يعطي أصغر رقم لذرة الكربون الحاملـــة لمجموعـــة أو ذرة معوضـــة عدا الهيدروجين .

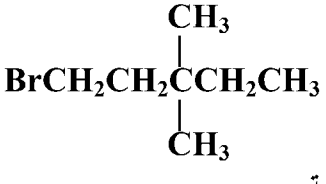


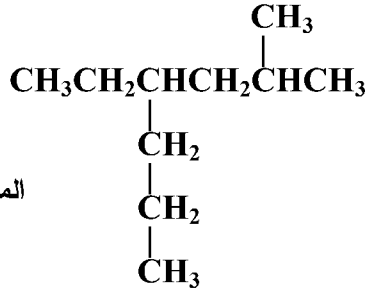
ترقيم خاطئ



ترقيم صحيح

ثالثاً : تتم تسمية المجاميع المعوضة وكذلك مواقعها علي السلسلة كبادئة تشير إلي اسم المجموعة المعوضة





المجاميع المعوضة

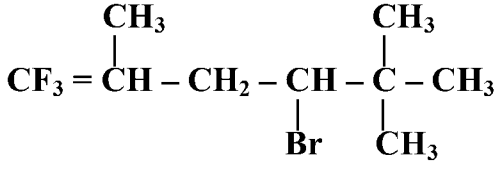
2- مثيل **1- برومو** **4- اثيل**

3- مثيل **3- مثيل**

رابعاً : يكتب اسم المركب بكلمة واحدة ويشترط ان تفصل أسماء المجـــاميع المعوضة حسب مواقع ترقيمها بعلامات وصل (-) ثم ترتـــب مجـــاميع الالكيل المعوضة حسب النظام الأبجدي

واحياناً وفق الزيادة في حجم المجموعة المعوضة وعليه وأستناداً إلي هذه القواعد فإن الاسم الكامل للمركب المذكور انفاً في نظام يوبـــاك يكون : 2- مثيل – 4- اثيل هبتان

خامساً : إذ تكررت المجموعة المعوضة ذاتها أكثر من مرة كسلسلة جانبية فتستعمل البادئة ثنائي ، ثلاثي ، رباعي ، تنفصل الأرقام التي تشير إلي موقع المجاميع المعوضة كما يلي : (– و –)



4- برومو – 1،1،1 ثلاثي فلورو – 2 ، 5 ، 5 – ثلاثي مثيل هكسان

الخـــواص الفيزيائيـــة للألكانـــات :

تعد جزيئات الالكانات غير قطبية فهي لـــذلك لا تـــذوب بالمـــذيبات القطبية كالماء ولكنها تذوب في المذيبات غير القطبيـــة كـــالبنزين ورباعي كلوريد الكربون . كما ان درجة غليانها تزداد مع ازدياد الوزن الجزيئي .

وتتدرج هذه الزيادة بشكل منتظم تقريباً . فالميثان والايثان والبروبان والبيوتان غازات في درجة حرارة الغرفة في حين ان البقية ســـوائل وعنـــد ازدياد الوزن الجزيئي أكثر فأكثر حيث عندما يكون عـــدد ذرات الكربـــون **(18)** ذرة فإن الالكان يكون صلباً مثل شمع البرافين $C_{18}H_{38}$.

الخـــواص الكيميائيـــة للالكانـــات :

ان الرابطة الموجودة في الالكانات هي أحادية ، تـــساهمية ، غيـــر قطبية ولذلك فان الالكانات تعد خاملة نسبياً . حيث إنها لا تتفاعل مع معظـــم الأحماض ، والقواعد ، والعوامل المؤكسدة أو المختزلة وعليه فإنها تـــستخدم مذيباً لفصل كثير من المركبات العضوية .

1- الأكسـدة والاحتـراق :

إن أهم استخدام للالكانات هو استخدامها وقوداً ، حيث ان حرقها ينتج عنها كمية كافية من الأوكسجين لينتج ثاني أوكسيد الكربون ، والمـاء مـع تحرر طاقة قدرت بـ **212.8** سعر/ جزئي كما يلي :

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + 212.8 \text{ سعر / جزئي}$$

وعليه فإن الالكانات تستخدم وقوداً للتدفئة ولتوليد الطاقة للحركة ، أما في حالة عدم توافر كمية كافية من الأوكسجين فإنه ينتج عنها أول أوكـسيد الكربون السام أو ترسيب الكربون كما هو موضح في المعادلة :

$$3CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$$

$$CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2H_2O$$

2- الهلجنـة :

عند وضع مزيج من الالكانات والكلور في درجة حرارة منخفضة بعيداً عن ضوء الشمس لا يحدث تفاعلاً ولكن بدرجة حرارة عالية وبوجود الضوء يحدث تفاعلاً باعثاً للحرارة مع استبدال ذرة هيدروجين واحدة أو أكثر حسب نسبة وجود الهالوجين إلي الالكان

$$R - H + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} R - Cl + HCl$$

أو بصورة خاصة تفاعل الميثان والكلور

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl + HCl$$

ويمكن استبدال كافة ذرات الهيدروجين في وجود زيادة من الهالوجين كما هو موضح في المعادلة الآتية :

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$$ كلوريد الميثان

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_2Cl_2$$ ثنائي كلوريد الميثان

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CH_3Cl$$ ثلاثي كلوريد الميثان

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{ضوء}} CCl_4$$ رابع كلوريد الميثان

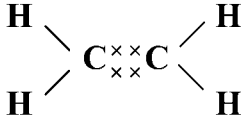
عند السيطرة علي نسبة الكلور إلي الميثان نحصل علي المركب المطلوب .

الالكينات (الاوليفينات) :

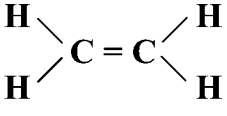
هي ثاني متسلسلة متشاكلة من الهيدروكربونات تحتوي علي نسب هيدروجين إلي كربون أقل مما هو موجود في الالكانات المشبعة المقابلة لها صيغها العامة (C_nH_{2n}) فهي إذن مركبات غير مشبعة ولها القدرة علي إضافة ذرة أو جزيئة إلي المركب ليكون مركب الالكان المرادف .

حيث يبين هذا وجود زوج من الروابط نتجت عن اشتراك أربعة الكترونات (زوجين من الالكترونات) بين ذرتي كربون . ان نوع الهجين في ذرتي الكربون في الالكينات هي من نوع (SP^2) :

$$CH_2 = CH_2$$



ان هذه الرابطة المزدوجة تمثل المجموعة العاملة أو الفعالة فيها والتي تعزي إليها معظم تفاعلات الالكينات .



تسمية الالكينات :

تحتفظ بعض الالكينات المألوفة بأسمائها القديمة ، كما ان لها والالكينات العليا أسماء نظامية مشتقة وباتباع القواعد التي مرت بنا بتسمية الالكانات إضافة إلي القواعد الآتية .

1- اختيار أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون في الجزيئة تضم الرابطة المزدوجة ويعطي اسم البرافين .

2- يستبدل المقطع (ان) من اسم البرافين بالمقطع (ين) الدال على وجود رابطة مزدوجة .

3- ترقيم ذرات الكربون بحيث تؤخذ ذرتا الكربون الحاوية على الرابطة المزدوجة أصغر الأرقام وكذلك يتم تسمية الفروع الجانبية ويشار إلى مواقعها بالأرقام .

$CH_3CH = CHCH_2CH_3$ 2- بنتين

$CH_3CH_2CH_2CHCH_2CH_2CH_3$ (CH=CH2 متفرع من الكربون 3)

3- ء- بروبيل 1- هكسين

والجدول التالي يبين بعض المركبات غير المشبعة :

الصيغ العامة	الاسم النظامي	الاسم العام
$CH_2 = CH_2$	ايثين	اثلين
$CH_3CH = CH_2$	بروبين	بروبلين
$CH_2= CH - CH - CH_2$	1- بيوتين	بيوتيلين
$CH_3CH = CH\text{-}CH_3$	2- بيوتين	بيوتلين
$(CH_3)_2 - C = CHCH_3$	2 مثيل -2- بيوتين	

الخواص الفيزيائية للالكينات :

نلاحظ ان درجة غليان الالكينات العشرة تزداد مع ازدياد وزنها الجزيئي فالثلاث الأولي غازات والبقية سوائل ، وعادة تغلي الالكينات بصورة عامة في درجة حرارة اقل من الالكانات التي لها نفس العدد من ذرات الكربون كما ان درجة غليان المتجانسات المتفرعة للألكينات اقل مما في الالكانات المستمرة .

الخواص الكيميائية للالكينات :

هي خواص الرابطة المزدوجة (المجموعة الفعالة) فتميل الالكينات الفعالة إلي إشباع الرابطة المزدوجة للوصول إلي حالة أكثر استقراراً . وتحدث حالة الإشباع بإضافة ذرتين أو مجموعتين إلي ذرتي الكربون المرتبطتين بالرابطة المزدوجة .

ونجد في تفاعلات الإضافة للرابطة المزدوجة فأن الكاشف **A – B** يتصل احد طرفيه علي احدي الذرتين للرابطة المزدوجة بينما المجموعة **B** تتصل من الجهة الاخري .

$$BrCH_2 - CH_2 - Br \rightarrow CH_2 = CH_2 + Br_2$$

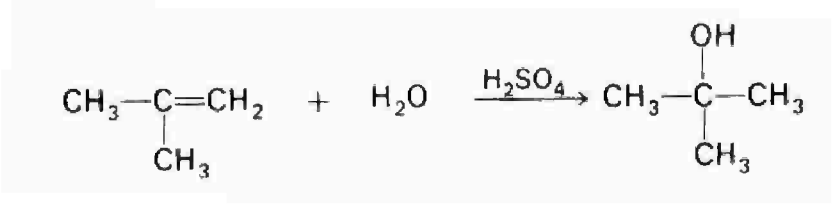
1،2- ثنائي بروميد ايثان

اما إضافة الهيدروجين فيتم بوجود عامل مساعد وتسمي العملية بالهدرجة كما هو مبين في المعادلة :

$$\diagdown C = C \diagup + H_2 \longrightarrow -\overset{H}{\underset{|}{C}}-\overset{H}{\underset{|}{C}}-$$

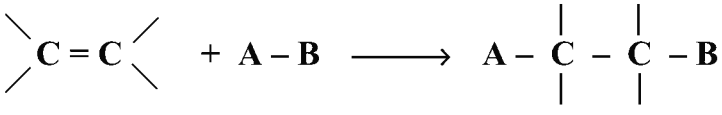
وعادة ما يكون العامل المساعد عبارة عن أجزاء صغيرة من الفلزات مثل النيكل أو البلاتين . وتعد هدرجة الرابطة المزدوجة من الطرق الصناعية حيث بواسطتها يحول الزيت النباتي في مصانع الزيوت إلي الدهن النباتي الصلب إضافة إلي أنواع أخري من دهونات الطبخ .

ويمكن إضافة الماء إلي الرابطة المزدوجة ولا يتم هذا النوع من التفاعل الإضافي إلا في حالة وجود حامض لينتج الكحول .

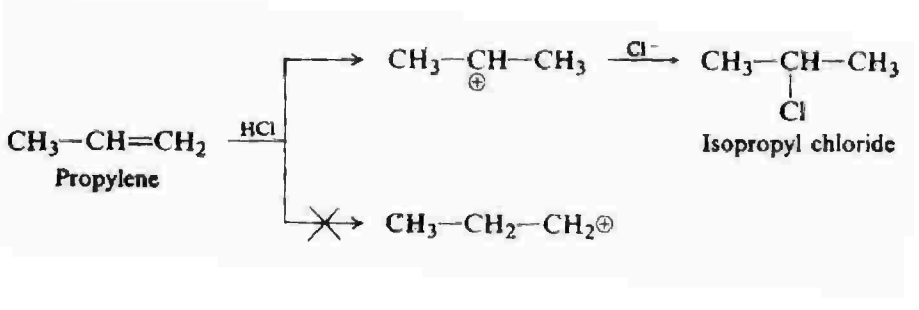


أيزوبيوتين　　كحول بيوتيل ثلاثي

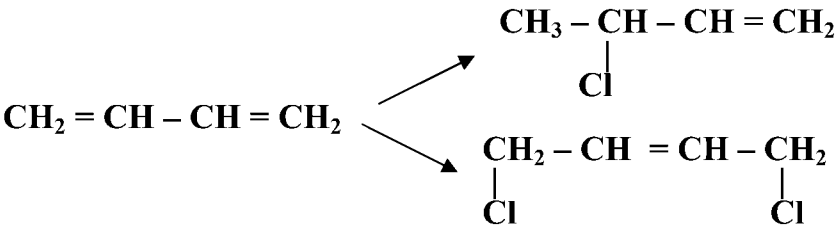
اما إضافة الأحماض إلي الرابطة المزدوجة المتماثلة فهـــي متعـــددة حيث يضاف الهيدروجين إلي ذرة الكربون والجزء السالب من الحامض إلي الذرة الاخري التي تحمل الرابطة المزدوجة .



اما إضافة الأحماض إلي الرابطة المزدوجة غير المتماثلة فإنها تتبع طريقة ماركونيكوف والتي تنص علي انه " عند إضافة حامض إلـــي الكـــين غير متجانس فأن الجزء الموجب للكاشف سيحل علي ذرة الكربون التي فيها اكبر عدد من ذرات الهيدروجين وبعكسه صحيح بالنسبة إلي الجزء الـــسالب من الكاشف " .



أما في حالة وجود أكثر من رابطة مزدوجة واحدة في الالكين فأنهـــا تتبع طرق خاصة ويكون الناتج المركب الذي يحتوي علي الرابلطة المزدوجة التي تكون أكثر استقراراً .



الالكاينات (الاستيلينات) (Alkynes) :

هي ثالث متسلسلة متشاكلة من الهيدروكربونات وصيغتها العامة (C_nH_{2n-2}) وتتميز هذه العائلة من المركبات العضوية بأحتوائها علي الرابطة الثلاثية غير المشبعة (C≡C) حيث ان تهجين ذرتي كربون منها هو من نوع (SP) .

وهذه الرابطة الثلاثية هي المجموعة العاملة فيها ، وتعزي إليها الفاعلية الكيميائية لهذه المركبات ، ان الاسيلين أول مركب من هذه المتسلسلة ، وله أهمية نظرية وصناعية وتتشكل جزيئته من ارتباط ذرتي كربون مع ذرتي هيدروجين (C_nH_2) كما هو موضح في الشكل :

$$H - C \equiv C - H$$

قواعد تسمية الالكاينات :

يتبع نفس القواعد التي مرت بنا في الالكانات والالكينات إضافة إلي القواعد التالية :-

1- تنتخب أطول سلسلة مستمرة من ذرات الكربون التي تضم ذرتي كربون الرابطة الثلاثية ويعطي اسم البارفين المقابل ويستبدل المقطع (آن) من اسم البرافين بالمقطع (آين) الدال علي وجود رابطة ثلاثية .

2- ترقم ذرات الكربون من الطرف الذي يضم ذرتي كربون الرابطة الثلاثية ويعين موقعها بأصغر الأرقام .

3- تعطي الفروع الجانبية أسماءها وتعين موقعها بأرقام ذرات الكربون التي تحملها تلك السلسلة .

ويمكن تسمية الاسيلينات كمشتقات للاستيلين نفسه وذلك بذكر مجموعة أو مجموعتي الالكيل بلفظة استيلين .

الصيغ التركيبية	الاسم العام	الاسم الشائع
$HC \equiv CH$	ايثاين	استلين
$CH3 - C \equiv CH$	بروباين	مثيل استيلين
$HC \equiv C - CH_2CH_3$	1- بيوتاين	اثيل استلين
$CH_3C \equiv C - CH_3$	2- بيوتاين	ثنائي مثيل استيلين
$CH_3 - C \equiv C - CH -(CH_3)_2$	4 -مثيل -2- بنتاين	ايزوبروبيل مثيل استيلين

الخواص الفيزيائية للالكاينات :

ان المركبات الأربعة الأولي (الاستيلين ، البروباين ، البيوتاين ، البنتاين) غازات في درجة حرارة الغرفة والبقية سوائل ودرجة غليان هذه المتسلسلة المتشاكلة تزداد ازدياداً منتظماً تقريباً مع ازدياد الوزن الجزيئي (أو مع زيادة عدد ذرات الكربون) .

اما ذوبان الالكاينات فكما أسلفنا أنها سهلة الذوبان في المذيبات غير القطبية (مثل رباعي كلوريد الكربون والبنزين) . ولكنها قليلة الذوبان في الماء .

الخـــواص الكيميائيـــة للالكاينـــات :

تحتوي الالكاينات ذات الصيغ التراكيبيـــة $(RC \equiv C - H)$ علـــي مجموعتين عاملتين فعاليتين هما :

1- الهيدروجين حيث يكون حامضاً ضعيفاً ويستبدل بفلز .

2- المجموعة العاملة الثانية هي الرابطة الثلاثية .

ونذكر تفاعلات كل منها بشيء من التفصيل

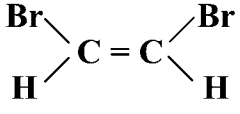
$$HC \equiv C - R$$

المجموعة الفعالة الأولي — المجموعة العاملة الثانية

ونجد أن ذرة الهيدروجين تعاني تفاعلاً استبدالياً اما المجموعة العاملة الثانية فتعاني تفاعلات الإضافة والأكسدة . حيـــث ان تفـــاعلات الإضـــافة الموجودة في الالكينات تكون موجودة ايضاً في الالكاينات .

$$CH \equiv CH + Br_2 \rightarrow \overset{Br}{\underset{|}{CH}} = \overset{Br}{\underset{|}{CH}} \xrightarrow{Br_2} Br_2CH - CHBr_2$$

ومن الملاحظ ان المركب الناتج (**2،1** – ثنائي بروموايثين) هو سس



ويمكن إيقاف التفاعل عنـــد المركـــب (**2،1** – ثنـــائي برومـــواثين) بإضافة عامل مساعد ويطلق عليه اســـم (عامـــل لينـــدلار) المتكـــون مـــن البلاديوم حيث يمكن إضافة مول واحد من الهيدروجين ليكون الناتج النهائي سس **2،1** – ثنائي مثيل ايثين

$$CH_3C \equiv C - CH_3 + \xrightarrow{H_2\ ,\ Pd} \quad \begin{matrix} H & & H \\ & C = C & \\ H & & H \end{matrix}$$

اما مع المركبات غير المتجانسة فالاضافة تتبع طريقة ماركونيوكوف كما في المثال الآتي :

$$CH_3C \equiv CH \xrightarrow{HBr} CH_3 - \overset{\overset{Br}{|}}{C} = CH_2 \xrightarrow{HBr} CH_3 - \overset{\overset{Br}{|}}{\underset{\underset{Br}{|}}{C}} - CH$$

2،2 – ثنائي بروموبروبان 2– بروموبروبان بروباين

وكذلك إضافة الماء إلي الاستلينات يحتاج إلي عامل مساعد وهو الحامض مع وجود آيون الزئبق .

$$RC \equiv CH + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H^+} R - \overset{\overset{OH}{|}}{C} = CH_2 \rightarrow R - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_3$$

حامضيـــة الالكاينـــات :

ان ذرة الهيدروجين المتصلة برابطة ثلاثية لهـا ميـزات حامـضية ضعيفة حيث يمكن استبدالها بفلز مكوناً ما يسمي بالاستليد

$$RC \equiv C - H + Na^+ NH_2 \rightarrow RC \equiv C - Na^+$$

استليد الصوديوم

هذه التفـاعلات توجـد فقـط علـي ذرة الهيـدروجين المتـصلة برابطة ثلاثية ولا يمكن ان يسير مع ذرة الهيـدروجين المتـصل برابطـة ثنائية أو أحادية ..

قواعـــد تسميـــة هاليـــدات الالكيـــل :

يذكر لفظة هاليد مشفوعة بذكر مجموعة الالكيـــل أو حـــسب نظـــام التسمية العام كمشتق للالكان المقابل وهنا يذكر اسم ذرة الهالوجين ، فلورو ، برومو ، يودو مشفوعة بأسم الالكان ، ويعين موقع ذرة الهالوجين برقم ذرة الكربون التي تحملها علي سلسلة الالكان . والأمثلة الآتية توضح ذلك

CH_3Cl	$CH_3CH_2 - Cl$	$CH_3CH_2CH_2 - Cl$
كلوريد المثيل	كلوريد الاثيل	1- كلوروبروبان

$$CH_3 - \underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$$

2- كلورو بروبان

قواعد تسمية الكحولات والفينولات :

تحتوي الكحولات والفينولات علي مجموعة الهيدروكـــسيل الفعالـــة وتعرف المركبات الأولي من الكحولات بأسماء شائعة وكذا بأسماء مجموعة الالكيل مع إضافة كلمة كحول قبلها كما في الجدول التالي .

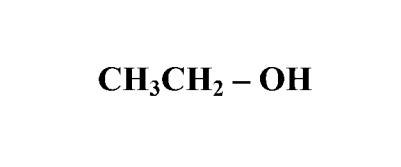
الاســـــم	الصيغـــــة
كحول مثيلي	$CH_3 - OH$
كحول اثيلي	$CH_3CH_2 - OH$
كحول بروبيلي	$CH_3CH_2CH_2 - OH$
كحول بيوتيلي	$CH_3(CH_2)_2CH_2OH$
كحول بيوتيلي ثانوي	$CH_3 - \underset{\displaystyle CH_2CH_3}{\underset{|}{CHOH}}$
كحول بيوتيلي ثلاثي	$(CH_3)_3 - C - OH$
كحول ايزوبيوتيلي	$(CH_3)_2\,CH - OH$

اما الكحولات الأكثر تعقيداً فأنها تسمي طبقاً لنظام الاتحاد الـــدولي للكيمياء (يوباك) بأعتبار

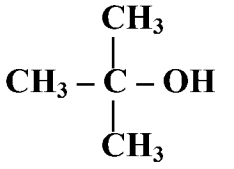
1- أطول سلسلة من ذرات الكربون المحتوية علي مجموعة الهيدروكسيل.

2- إضافة نهاية أول (ol -) للدلالة علي الخاصية الكحولية .

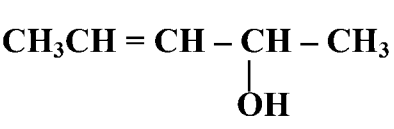
3- يحدد موضع مجموعة الهيدروكسيل برقم ذرة الكربون المتصلة بها .

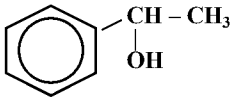


إيثانول



2-مثيل – 2 – بروبانول

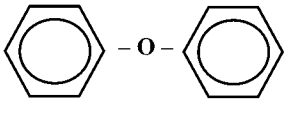




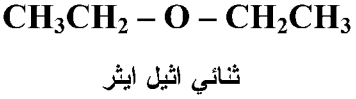
قواعـــد تسميـــة الأثيـــرات :

الاثيرات يمكن ان تكون اليفاتية أو اروماتيـــة أو مختلطـــة كمـــا ان المجموعات العضوية يمكن ان تكون متشابهة أو مختلطة وكثيراً ما تستعمل الأسماء الشائعة وعادة تذكر كلمة ايثر يتبعها اسم كل مجموعة عضوية .

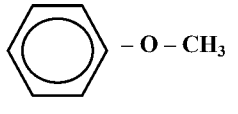
أثيل مثيل ايثر



ثنائي فنيل ايثر



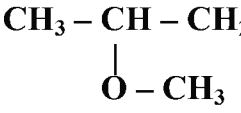
ثنائي اثيل ايثر



فنيل مثيل ايثر (انيسول)

والمجموعة – **RO** تسمي مجموعة الكوكسيل في نظام يوباك وعليه فأن الاثيرات تسمي علي أنها مشتقات الكوكسيلة للهيدروكربونات مثل :

2- ميثوكسي بيوتان

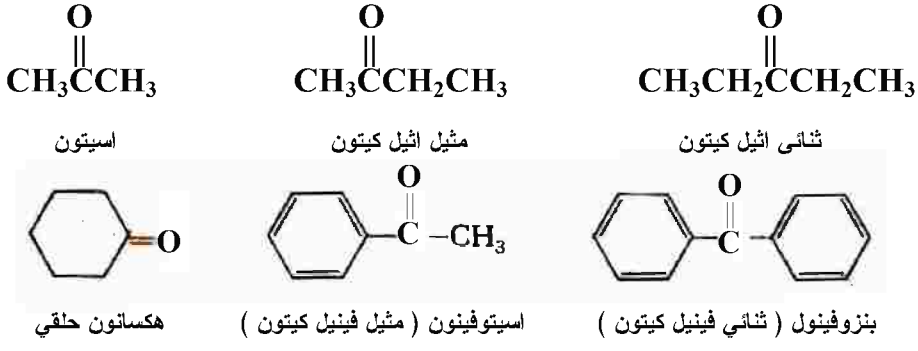


قواعد تسمية الالدهايدات والكيتونات :

الالدهايـــــدات :

وتعرف بأسماء شائعة تتعلق بأسماء الأحماض المتكونة منها بالأكسدة فمثلاً الفورمالدهيد عند أكسدته يعطي حامض الفورميك **(HCOOH)** والاسيتالدهيد عند أكسدته يعطي حامض الاستيك **(CH_3COOH)** .

وتستخدم الأسماء الشائعة في حالات خاصة من الكيتونات وهذه الأسماء مشتقة من مجموعة الالكيل أو الاريل المتصلة بالكربونيل . وفي حالات خاصة تستعمل أسماء تنتهي بحروف – ون **(- One)** .

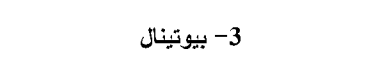


والجدول التالي يبين صيغ بعض الالدهايدات :

الاسم الشائع	الصيغة	الاسم العام
فورمالدهيد	$HCHO$	ميثانال
اسيتالدهيد	CH_3CHO	ايثانال
بروبيونالدهيد	CH_3CH_2CHO	بروبانال
د- بيوتير الدهيد	$CH_3CH_2CH_2CHO$	بيوتانال

وفي التسمية حسب قواعد التسمية حسب نظام يوباك فـــان النهايـــة المميزة للالدهيدات هي (آل) وهي مشتقة من المقطـــع الأول كلمـــة الدهيـــد وللكيتونات هي (ون) وهي مشتقة من المقطع الأخير للكلمة كيتون وهنـــاك بعض الأمثلة .

2-بنتانول – 4- أول



3- بيوتينال

قواعد تسمية الأحماض الكاربوكسيلية :

نجد كثيراً من الأحماض الكاربوكـــسيلية تعـــرف بأســـماء شـــائعة مشتقة من الأسماء اللاتينية الدالة علي مصدر الحامض ، حامض فورميـــك (نمل فورميكا) حامض استيك (الخل) .

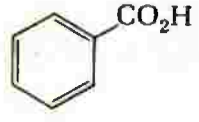
وحـــامض بيوتريـــك (الزبـــدة) وحـــامض ســـتياريك وتعـــرف الأحماض الاليفاتية بأنها أحماض دهنية والجدول يذكر فيها بعض الأحماض مع أسمائها الشائعة .

الاسم بطريقة يوباك	الاسم الشائع	الصيغة التركيبية
حامض ميثانويك	حامض فورميك	$HCOOH$
حامض ايثانويك	حامض استيك	CH_3COOH
حامض بروبانويك	حامض بروبيونيك	CH_3CH_2COOH
حامض بيوتانويك	حامض د- بيوتيريك	$CH_3CH_2CH_2COOH$
حامض بنتانويك	حامض فاليريك	$CH_3(CH_2)_3 - COOH$
حامض هكسانويك	حامض كابرويك	$CH_3(CH_2)_4COOH$

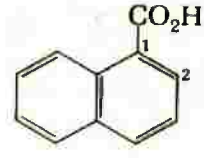
وهناك أحماض ثنائية الكاربوكسيل ويمكن تسميتها بأستخدام نظام يوباك ، وفي هذه الحالة تستعمل النهاية دايويك كما هو مبين في الجدول الآتي :

الاســـــــم	الصيغة التركيبية
حامض اوكزاليك	$COOH - COOH$
حامض مالونيك	$COOH - CH_2COOH$
حامض سكسنيك	$COOH - CH_2 - CH_2COOH$
حامض جلوتاريك	$COOH(CH_2)_3 - COOH$

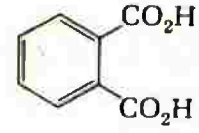
كما يمكن تعريف الأحماض الاروماتية بأسماء شائعة أو بأسماء مشتقة من المركب الأم وهو حامض بنزويك



حمض بنزويك



حمض 1- نافثاويك



حمض فثاليك

<u>قواعـد تسميـة الأميـنات :</u>

تقسم الأمينات إلي أولية وثانوية وثلاثية علي أساس ما إذا كانت ذرة واحدة أو ذرتين أو ثلاث ذرات من هيدروجين مستبدلة بمجموعة **R** كما في

NR_3	R_2NH	$R - NH_2$
أمين ثلاثي	أمين ثانوي	أمين أولي

ومجموعة **R** أما أن تكون أليفاتية أو اروماتية

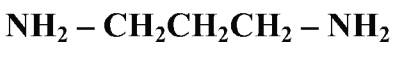
الأمينات البسيطة تسمي بأسماء المجموعة الالكيلية متبوعة بكلمة أمين كما في :

$CH_3 - NH_2$ $\quad$ $(CH_3)_2 NH$ $\quad$ $(CH_3)_3 - N$

ثلاثي مثيل أمين (ثلاثي) ثنائي مثيل أمين (ثـــانوي) مثيـــل أمـــين (أولي) في الحالات الأكثر تعبيراً ، تسمي مجموعة الأمين كمجموعة مستبدلة علي السلسلة كما في

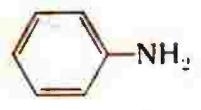
3- امينو-1- بروبانول

2- امينو بيوتان

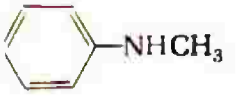


3،1 – ثنائي امينو بيوتان

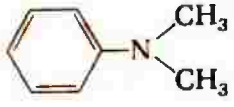
أما الأمينات الاروماتية غالباً ما تسمي كمـــشتقات للانلـــين ، أهـــم الأمينات .



أنيلين
(أولي)



ن– مثيل – أنيلين
(ثانوي)

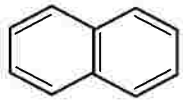


ن. ن- ثنائي – مثيل – أنيلين
(ثلثي)

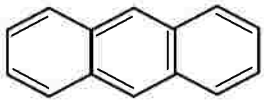
الهيدروكربونـــات الاروماتيـــة Aromatic Hydrocarbons :

يـــشمل هـــذا النـــوع مـــن المركبـــات العـــضوية البنـــزين ومشتقاته والمركبات الشبيهة به من ناحية التركيب والفعاليـــة الكيميائيـــة ، مثل النفثالين والانثراسين .

البنزين



النفثالين



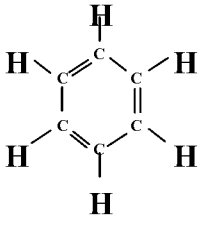
الانثراسين

وسميت هذه المركبات بالاروماتية (وتعني العطرية) لأسباب تاريخية لأن أولي مركباتها التي عرفت كانت لها رائحة عطر طيبة .

وقد فقدت هذه التسمية معناها الفعلي واكتسبت معنى ذا أهمية نظرية ، لكي تصف لنا خواص ذلك النوع من المركبات التي تمتلك استقراراً حرارياً وفعالية كيميائية منخفضة نسبياً مقارنة بغيرها من المركبات غير المشبعة .

البنزين :

هو أول المركبات الاروماتية واهمها من الناحية النظرية ، وتتألف جزيئته من ست ذرات كربون مرتبط بعضها ببعض على شكل حلقة سداسية ، منتظمة ، وتتصل كل منها بذرة هيدروجين (C_6H_6) كما هو موضح بالصيغة التالية :



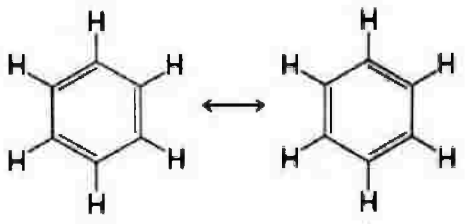
إن نوع الارتباط بين ذرات الكربون الست يختلف نسبياً عما هو مألوف من أنواع الروابط التساهمية المفردة أو المزدوجة والظاهر كما يتضح من الصيغة المذكورة آنفاً انه يمكن تمثيل البنزين بالصيغة (أ) أو الصيغة (ب) اعتماداً علي تكافؤ الكربون الرباعي .

ولذلك سميت هاتان الصيغتان بصيغتي التكافؤ (صيغتي كيكولي) وهاتان الصيغتان هما من وضع الإنسان ، ولا يمكن لأي منهما بمفردها تمثيل تركيب البنزين تمثيلاً حقيقياً وذلك لان جميع أطوال روابط **C-C** في البنزين متكافئة في الطول (**A°1.4**) .

بينما يظهر من الصيغة (أ) أو الصيغة (ب) وجود روابط مزدوجة ومنفردة ولذلك يتوقع أن يكون طول الرابطة **C-C**

المفردة **1.54**° وطول الرابطة المزدوجة **C-C 1.34** ° وهذا لـــم يحـــصل في حالة البنزين .

وبما انه لا يمكن تمثيل تراكيب البنزين بالصيغة (أ) أو بالصيغة (ب) اعتبر تركيبه هجينا من هاتين الصيغتين كما اعتبرت الـــصيغتان (أ) و(ب) تركيبين لهذا الهجين وبما انه لا يمكن تمثيل التركيب الفعلي للبنزين علـــي الورقة فأننا نعبر عنه بأحدي صيغتى التكافؤ (أ) أو (ب) .



(ب) (ا)

ولو دققنا جليا في الصيغتين (أ) و(ب) لوجـــدنا أن أحـــداهما يمكـــن أن تنشا من الاخري بتبادل مواقع الروابط المزدوجـــة والمنفـــردة وتعـــرف الظاهرة التي يتبادل فيها الروابط المزدوجة والمنفردة مواقعها في الجزيئـــة أو الايون بالروزونانس (الرنين) والمركب الذي يتميز بظاهرة الرزونـــانس أثبتت دائماً في أي التراكيب . عليه يمكن تمثيل تركيب البنزين بالصيغة (ج) أو الصيغة (د) .

(د) (جـ)

فالتركيب الفعلي للبنزين اثبت من التركيب (أ) أو (ب) وبالنظر إلـــي ثبات البنزين العالي فهو يعاني تفاعلات استبدال أيونية بدلاً مـــن تفـــاعلات الإضافة تحت الشروط التي تعاني منها الالكانيات وهي تفاعلات الإضافة .

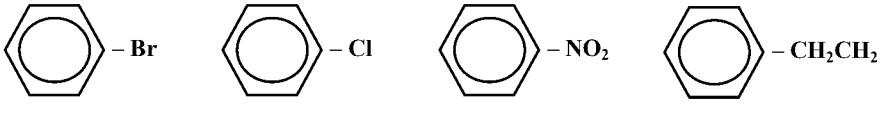
ولكي يسلك البنزين سلوك الاولفين يجب تجهيزه بنحو **36** كيلو سعر/مول وهذه كمية كبيرة من الطاقة لا يمكن لكثير من التفاعلات تجهيزه بها ولذلك يعاني البنزين تفاعلات استبدال حيث يحافظ فيها علي نظامه الاروماتي الثابت .

تسمية مشتقات البنزين :

هناك كثير من الأسماء الشائعة ما زالت تستعمل ويرجع ذلك إلي أن الكيمياء الاروماتية قد بداءت بطريقة عشوائية سنوات عدة قبل تطور طرق التسمية والاسم العام لمجموعة الهيدروكربونات الاروماتية هو آرين وحلقة البنزين بعد انتزاع ذرة الهيدروجين تسمي مجموعة فنيل

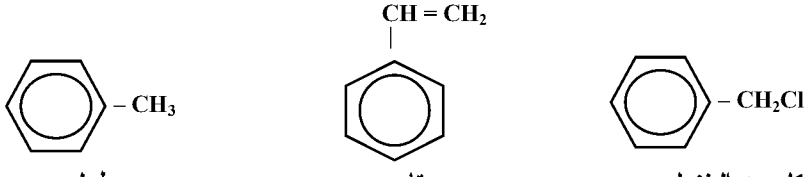
C_6H_5 - =

وهي مثال لمجموعة فنيل المشتقة من مركب اروماتي علي عكس مجموعات الكيل المشتقة من المركبات الاليفاتية ويستعمل الرمز **Ar** للدلالة علي مجموعة فنيل وتسمي نواتج الاستبدال الأحادي علي أنها مشتقات للبنزين .



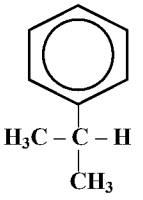
بروموبنزين كلوروبنزين نتروبنزين اثيل بنزين

وهناك أسماء شائعة أخري



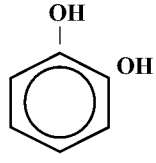
طولوين ستايرين كلوريد البنزيل

وهناك بعض أنواع المشتقات يعتبر البنزين مجموعة مستبدلة كما في

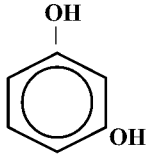


2- فنيل بروبان

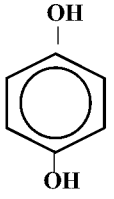
وفي حالة استبدال ذرتي هيدروجين في نواة البنزين توجد ثلاثة ايزوميرات وغالباً ما يشار إلي هذه المركبات بكتابة كلمة (اورثو، ميتا أو بارا) قبل اسم المركب .



أورثو – ثنائي هيدروكسي بنزين

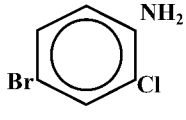


ميتا – ثنائي هيدروكسي بنزين

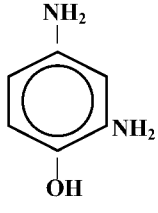


بارا ثنائي هيدروكسي بنزين

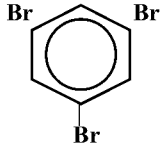
ونعيد ترقيم المواضع في حلقة البنزين في التسمية لا سيما في حالة وجود ثلاث مجموعات مستبدلة أو أكثر .



4-برومو-2-كلوروانيلين

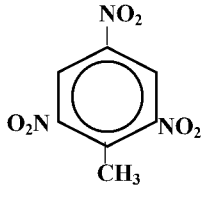


4-هيدروكسي 3-نيتروانيلين

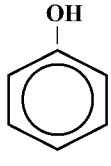


1 ،3 ،5- ثلاثي برومو بنزين

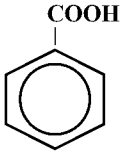
وهناك مشتقات بسيطة للبنزين كما في الأمثلة الآتية :



2، 4، 6- ثلاثي نتروطولوين

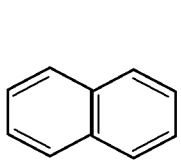


فينول

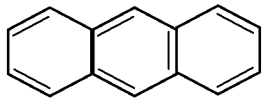


حامض بنزويك

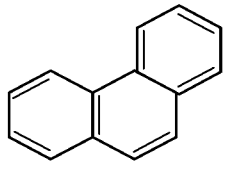
كما أن هناك مركبات اروماتية إضافية مثـــل نفتـــالين وانثراســـين وفينانثرين حيث أنها هيدروكربونات اروماتية بها حلقات بنزين ملتحمـــة أي حلقات تشترك في ذرتي كربون ولها أسماءها الشائعة .



نفثالين



انثراسين



فينانثرين

خواص البنزين الفيزيائية :

البنزين سائل عديم اللون سريع الاشتعال ، رائحته متميزة وهو سائل يغلي في درجة 80 م ويتجمد في درجة 5 م اقل كثافة من الماء ، ولا يمتزج مع الماء . كما أنه مذيب جيد للمواد العضوية غيـــر القطبيـــة (كالـــشحوم والزيوت وغيرها) .

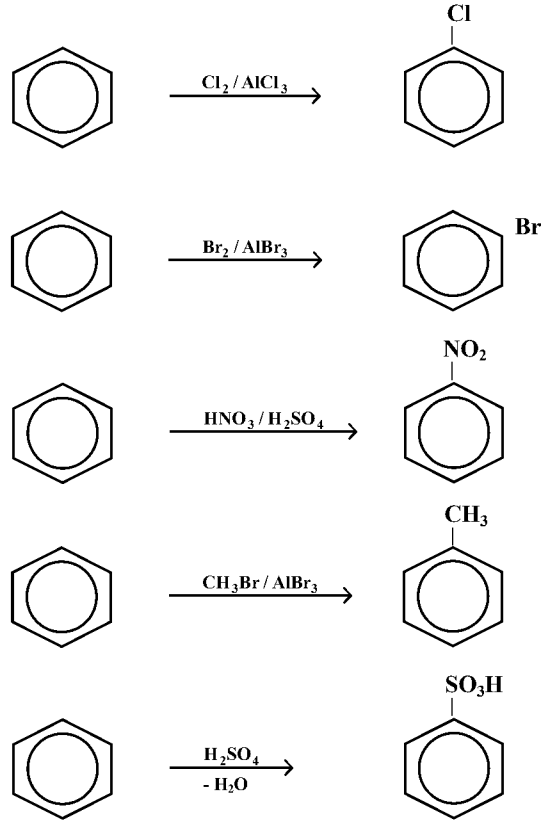
خـــواص البنـــزين الكيميائيـــــة :

البنزين مركب كيميائي مستقر نسبياً مقارنة بالمركبات غير المشبعة ، ولا يتأثر بالقواعد المركزة أو حامض الهيدروكلوريك المركز ، ولا بالعوامل المؤكسدة القوية مثل برمنجنات البوتاسيوم ولكنه يعاني عدداً من التفـــاعلات نذكر منها الاحتراق ، الاستبدال ، والاضافة .

التفاعل الالكتروفيلي الاروماتي للبنزين :

إن أهم تفاعل تعاني منه حلقة البنزين الاروماتية هو استبدال ذرة أو مجموعة بذرة الحلقة الهيدروجينية واليك أهم هذه التفاعلات كما هو موضح في التفاعلات الكيميائية التالية ونجد أن جميع هذه التفـــاعلات تحـــدث عنـــد درجة حرارة تتراوح بين صفر – 50 ° .

ونحتاج إلي تغير في بعض الشروط للتفاعل في حالة وجود مجموعة مستبدلة علي حلقة البنزين . ويمكن ايضاً تغير في بعض شروط التفاعل من اجل إن تستبدل أكثر من مجموعة واحدة علي حلقة البنزين .

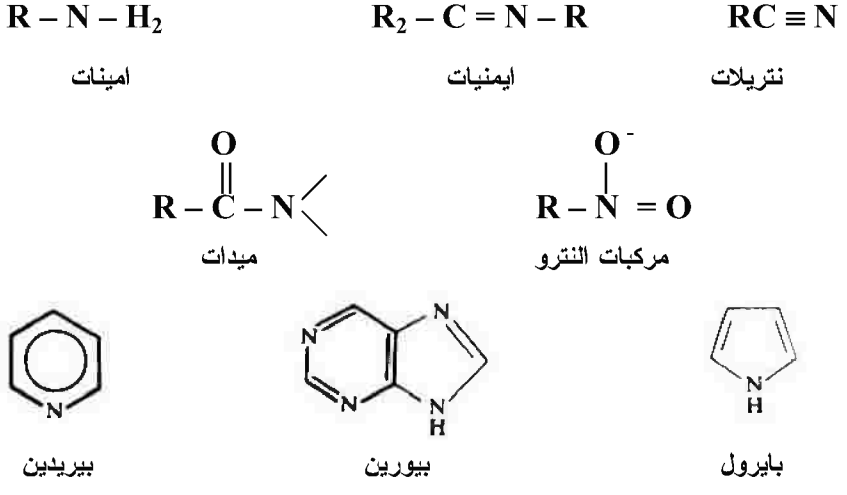


مركبات النتروجين العضوية :

يوجد عنصر النتروجين في العديد من المركبات العضوية من ضمنها عدة جزيئات حيوية مهمة مثل الأحماض الامينية والبروتينات والأحماض النووية . وتقوم مركبات النتروجين بدور مهم في تصنيع المخدر الموضعي والعقاقير وعدد من الإغراض الطبية الاخري .

إن بعض أنواع مركبات النتروجين العضوية المهمة جداً موجـــودة علي شكل حلقات خماسية أو سداسية وتوجد حلقة البريدين فـــي نيكلوتيـــد أو داي نيكلوتيد (NAD^+) وهو مرافق أنزيمي يشارك في تفـــاعلات الأكـــسدة والاختزال في النباتات والحيوانات .

ونجد إن حلقة البيرول موجودة في أشهر المواد الطبية الملونة المهمة مثل الكلوروفيل والهيم **(Heam)** كما إن بعـــض النباتـــات تنـــتج مركبـــات نتروجينية غير متجانسة الحلقة وفعالة فسيولوجيا تعرف بأشباه القلويات التي يكون العديد منها أدوية



بعض الأنواع المهمة لمركبات النتروجين العضوية

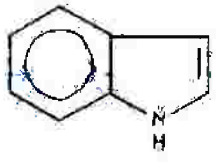
كما إن الكثير من هذه المركبات غير المتجانسة الحلقة مثل البايرول **(Pyrrol)** والبيريدين **(Pyridine)** تبين خصائص المركبـــات الاروماتيـــة المميزة حيث يرتبط زوج من الالكترونات غير المشارك علي ذرة النتروجين في البايرول سوية مع أربعة الكترونات π ليكون نظاماً اروماتياً حلقياً مستوياً ذات ستة الكترونات π مشابهة في حلقة البنزين .

وبما إن زوج الالكترونات غير المشارك علي النتروجين هو جزء من النظام الاروماتي فالحصول عليه ليس سهلاً في التفاعلات الكيميائية . وللبريدين أهميته الصناعية ، حيث إن حلقته السداسية مماثلة لحلقة البنزين في إن احدي مجموعاته **(CH)** قد استبدلت بذرة الهيدروجين فتكون الكترونات π الستة للنظام الاروماتي .

وخلافاً لحقله البايرول فأن زوج الالكترونات غير المشارك للنتروجين ليس جزءاً من النظام الاروماتي السداسي ولذلك فأن زوج الالكترونات متوفر لاكتساب بروتون . فالبريدين إذن أكثر قاعدية من البايرول وهو علي كل حال اقل قاعدية من الأمينات الاليفاتية .

والأنواع المهمة الاخري من الحلقات الاروماتية التي تحتوي علي حلقة في الأحماض الامينية **(Uracil , Thymine , Cystosine)** كما توجد حلقة البايرول في أكثر المواد الطبيعية . وهذه بعض الأمثلة .

ايميدازول



بنزوبيورين

فيوراين

" الأسئلـــــة "

1- وضح بعض الصيغ التركيبية للألكانات مع ذكر الصيغة العامة لها .

2- تكلم بإيضاح مع الرسم عن أصناف ذرات الكربون والهيـــدروجين فـــي جزيئة الهيدروكربون .

3- اشرح مع الرسم كلا من الالكينات والالكاينات .

4- وضح كيف يمكن تسمية الالكانات ، ثم اذكر أهم الخواص الفيزيائية لها .

5- وضح بالمعادلات تفاعل الهلجنة في الالكانات .

6- اذكر القواعد المستخدمة في تسمية الالكينات .

7- بين بالمعادلات إضافة الهيدروجين إلي الالكينات موضعها ما هي قاعدة ماركينكوف وبين طريقة تطبيقها .

8- ما هي قواعد تسمية الالكاينات ؟ ثم بين الخواص الكيميائية لها .

9- أذكر قواعد تسمية كل مما يأتي :

أ- هاليدات الالكيل ب- الايثرات

جـ- الالدهيدات والكيتونات ء- الأحماض الكربوكسلية

هـــ- الأمينات و- الهيدروكربونات الاروماتية