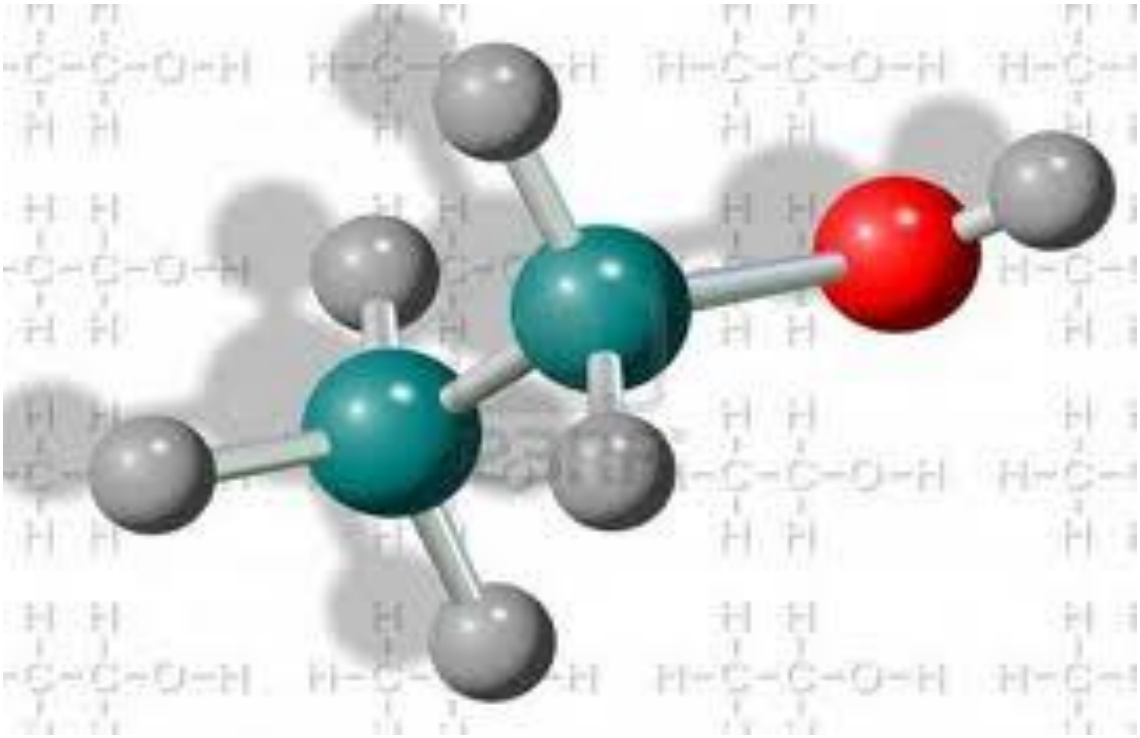
الوحدة الرابعة

الكيمياء العضوية
Organic Chemistry



تهتم الكيمياء العضوية بدراسة المواد العضوية، وهي تلك المركبات الكيميائية التي تحتوي على ذرات الكربون. ويعتبر الكربون العنصر الأساسي في تكوين المركب العضوي بالإضافة إلى عنصر الهيدروجين. كما أن المركبات العضوية غالبا ما تحتوي على ذرات أكسجين، أو نيتروجين، أو فوسفور، أو كبريت، أو هالوجينات.

وتدخل المركبات العضوية في جميع أوجه الحياة. فالإيثانول – الموضحة صيغته البنائية في الصورة في الأعلى – يعتبر أكثر الكحولات أهمية، حيث يستخدم كمذيب عضوي للزيوت والدهون، ويدخل في صناعة بعض الأدوية ومحاليل التعقيم والعطور ومواد التجميل. كما يستخدم أيضا كوقود وكذلك في صنع الثيرمومترات.

الكيمياء العضوية
Organic Chemistry

المركبات العضوية

الهيدروكربونات
مشتقات الهيدروكربونات
المجموعات الوظيفية
ألكان
مجموعة ألكيل
ألكان حلقي
ألكين
ألكين حلقي
ألكاين
مركب عطري
بنزين
كحول
فينول
مجموعة هيدروكسيل
إيثر
مجموعة الكوكسيد
ألدهيد
كيتون
مجموعة كربونيل
حمض كربوكسيلي
مجموعة كربوكسيل
إستر
هاليد حمضي
حمض لامائي
أميد
أمين
مجموعة أمين

خصائص المركبات العضوية

تهجين
تهجين من نوع sp3
تهجين من نوع sp2
رابطة تساهمية أحادية
رابطة تساهمية ثنائية
رابطة سيجما σ
رابطة باي π
ظاهرة الرنين
بلمرة
مونومر
بوليمر
بلمرة الإضافة
بلمرة التكاثف
بولي إستر
بولي أميد

الفصل الحادي عشر: المركبات العضوية

سأتعلّم :
- التعرّف على الهيدروكربونات.
- التعرّف على الألكانات العشرة الأولى.

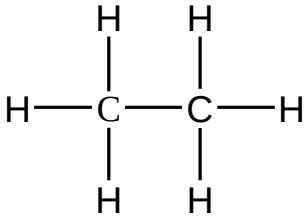
11-1 الهيدروكربونات Hydrocarbons

نظرًا للعدد الهائل من المركبات العضوية فقد تم تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما: الهيدروكربونات Hydrocarbons وهي مركبات تتكوّن من عنصري الكربون والهيدروجين فقط. ومشتقات الهيدروكربونات Derivatives of Hydrocarbons وهي مركبات تم اشتقاقها من الهيدروكربونات باستبدال ذرة مثل الأكسجين أو النيتروجين أو مجموعة ذرية مثل مجموعة الهيدروكسيل بإحدى ذرات الهيدروجين في المركب الهيدروكربوني.

وتصنّف الهيدروكربونات إلى:

1- **الألكانات (Alkanes):**

وهي مركبات هيدروكربونية مشبعة Saturated hydrocarbons وذلك لأن الروابط بين ذرات الكربون تكون أحادية. ويعتبر النفط والغاز الطبيعي من المصادر المهمة لإنتاج الألكانات. تستخدم الألكانات كغاز للطبخ ، ووقود للمركبات ، وكمواد أولية للصناعة ، وأيضًا كمصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية. ومن أمثلتها مركب الإيثان Ethane (C_2H_6) وصيغته البنائية هي :



Ethane

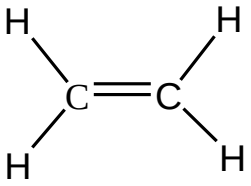
ويوضح الجدول التالي أسماء وصيغ الألكانات العشرة الأولى:

Name	الاسم	الصيغة	عدد ذرات الكربون
Methane	ميثان	CH_4	1
Ethane	إيثان	CH_3CH_3	2
Propane	بروبان	$CH_3CH_2CH_3$	3

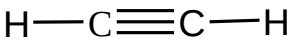
Name	الاسم	الصيغة	عدد ذرات الكربون
Butane	بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	4
Pentane	بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	5
Hexane	هكسان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	6
Heptane	هبتان	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	7
Octane	أوكتان	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	8
Nonane	نونان	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	9
Decane	ديكان	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	10

2– الألكينات (Alkenes) والألكاينات (Alkynes):

وهي مركبات هيدروكربونية غير مشبعة Unsaturated hydrocarbons وذلك لوجود رابطة ثنائية (Double bond) واحدة أو أكثر بين ذرتي كربون متتاليتين في الألكينات، ورابطه ثلاثية (Triple bond) واحدة أو أكثر في الألكاينات. تستخدم بعض الألكينات في صناعة اللدائن (polymers) كالإيثيلين لصناعة البولي إيثيلين، والبروبين لصناعة البولي بروبلين، بينما تستخدم الألكاينات في المعمل لتحضير مركّبات عضوية أخرى. والرسم التالي يوضّح الصيغ البنائية لكلٍّ من الإيثين Ethene والإيثاين Ethyne.

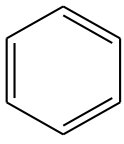


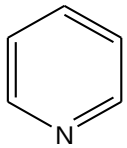
Ethene



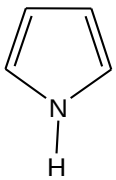
Ethyne

3- المركبات العطرية (Aromatic Compounds): تتميز هذه المركبات بوجود حلقة البنزين بها ، ويرجع سبب تسميتها بالمركبات العطرية إلى أن معظم المركبات التي لها رائحة عطرية يكون لها خصائص كيميائية مختلفة عن غيرها من المركبات العضوية. كما توجد مركبات عطرية تحتوي على حلقات أخرى غير حلقة البنزين ، كحلقات البيرول والبيريدين والفيوران.

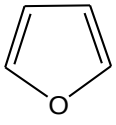

Benzene



Pyridine



Pyrrole

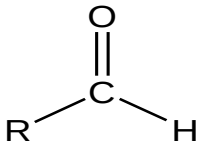
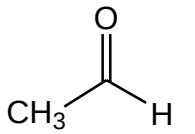
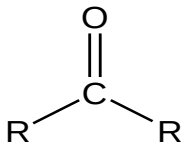
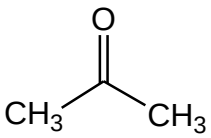
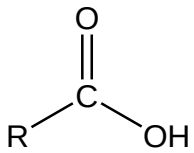
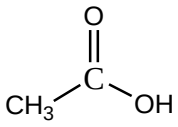
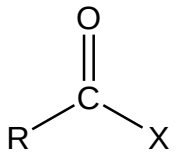
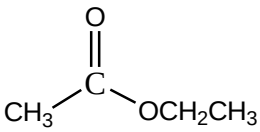


Furane

سأتعلّم :
- التعرّف على المجموعات الوظيفية في المركبات العضوية.

2-11 مشتقات الهيدروكربونات Derivatives of Hydrocarbons

عرفنا بأن مشتقات الهيدروكربونات هي مركبات عضوية تم اشتقاقها من الهيدروكربونات باستبدال ذرة أو مجموعة ذرية بإحدى ذرات الهيدروجين في الهيدروكربون. ويُطلق على هذه الذرة أو المجموعة الذرية اسم المجموعة الوظيفية Functional Group ، وتعرّف بأنها ذرة أو مجموعة ذرات تحدد الصيغة البنائية والخواص الكيميائية لقسمٍ من أقسام المركبات العضوية، وتسلك سلوكًا متشابهًا عند وجودها في المشتقات الهيدروكربونية. يوضح الجدول التالي المجموعات الوظيفية للمشتقات الهيدروكربونية :

نوع المركب	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية	مثال	اسم المركب	Functional Group
كحول	R-OH	مجموعة هيدروكسيل	CH_3CH_2OH	إيثانول Ethanol	Alcohol
إيثر	R-O-R	مجموعة ألكوكسيد	$(CH_3CH_2)_2O$	ثنائي إيثيل إيثر Diethylether	Ether
ألدهيد		مجموعة كربونيل		إيثانال Ethanal (Acetaldehyd)	Aldehyde
كيتون		مجموعة كربونيل		بروبانون Propanone (Acetone)	Ketone
حمض كربوكسيلي		مجموعة كربوكسيل		حمض الإيثانويك Ethanoic acid (Acetic acid)	Carboxylic acid
مشتقات حمض الكربوكسيل		مجموعة كربونيل		إيثيل إيثانوات Ethyl ethanoate(Ethyl acetate)	Carboxylic acid derivatives
أمين	$R-NH_2$	مجموعة أمين	CH_3NH_2	ميثيل أمين Methyl amine	Amines

سأتعلّم :
- تسمية المركبات العضوية وفقًا لقواعد التسمية الدولية IUPAC .

3-11 تسمية المركبات العضوية Naming organic compounds

مجموعة أو شق الألكيل Alkyl group :

هي مجموعات تتشكّل عندما يفقد الألكان ذرة هيدروجين، ويرمز لها بالرمز (R-).

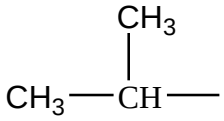
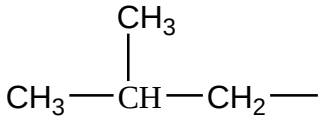
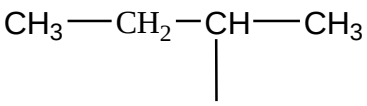
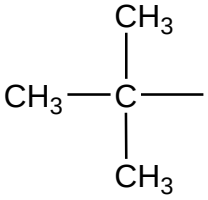
ألكان – ذرة H = ألكيل

والجدول التالي يوضّح أسماء بعض مجموعات الألكيل :

الاسم	الصيغة الجزيئية	مجموعة الألكيل	اسم مجموعة الألكيل	
ميثان	CH_4	CH_3-	ميثيل	Methyl
إيثان	CH_3CH_3	CH_3CH_2-	ايثيل	Ethyl
بروبان	$CH_3CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2$-	بروبيل	Propyl
بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_2$-	بيوتيل	Butyl
بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2$-	بنتيل	Pentyl

أسماء شائعة لبعض مجموعات الألكيل:

الجدول التالي يوضّح صيغ وأسماء مجموعات الألكيل الشائع وجودها في المركبات العضوية. حيث أوجد العلماء لها أسماء خاصة ، وذلك لتسهيل استخدامها في أسماء المركبات العضوية.

اسم المجموعة	الصيغة البنائية	Name
ايزوبروبيل		Isopropyl
ايزوبيوتيل		Isobutyl
ثاني بيوتيل		Sec-butyl
ثالث بيوتيل		Tert-butyl

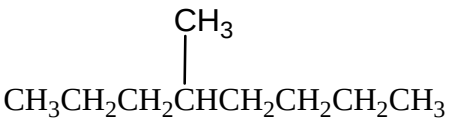
وفي المركبات العطرية وعند نزع ذرة هيدروجين من حلقة البنزين فإن المجموعة الناتجة هي (C_6H_5-) وتسمى **فينيل Phenyl .**

1- تسمية الألكانات:

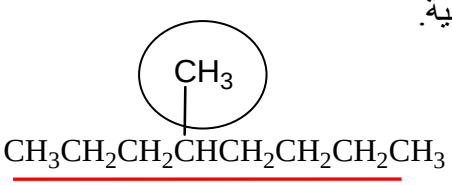
تتم تسمية المركبات العضوية بشكلٍ عام باتباع قواعد معينة وضعها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية International Union of Pure and Applied Chemistry ، ويختصر إلى (IUPAC).

أمثلة لتسمية الألكانات المتفرعة وفقا لقواعد التسمية الدولية (IUPAC) :

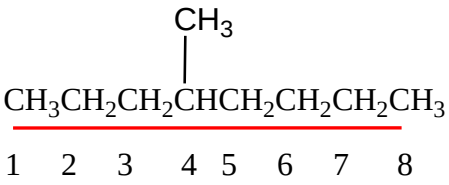
لتسمية المركب التالي نتبع القواعد التالية:



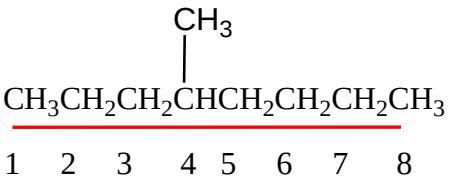
1- اختيار أطول سلسلة هيدروكربونية.



2- ترقيم السلسلة من الطرف الأقرب للتفرع، بحيث نعطي التفرع أقل رقم.



3- كتابة الاسم مسبوقًا برقم التفرع، ثم اسم مجموعة التفرع، واخيرًا اسم الألكان. ونفصل الرقم عن أول كلمة بشرطة (-).

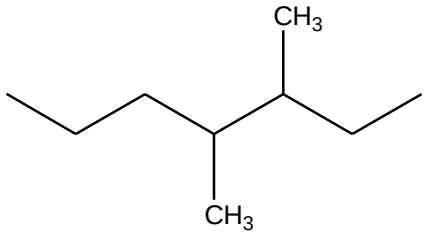


4- ميثيل أوكتان

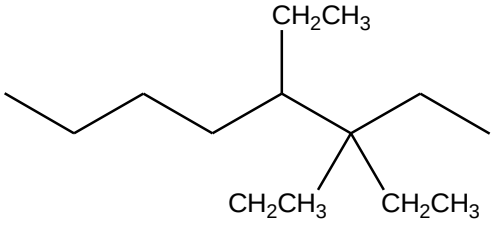
4-Methyloctane

ومن قواعد التسمية الدولية كذلك:

1- إذا تكرر وجود نفس مجموعة التفرع أكثر من مرة واحدة نستخدم الكلمات (ثنائي- ثلاثي- رباعي-) حسب العدد ونفصل بين الأرقام بفاصلة (،). كما في المثالين التاليين:

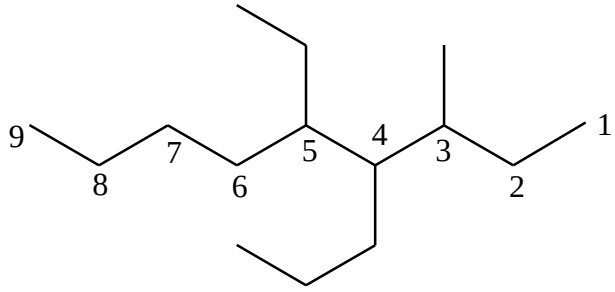


3،4- ثنائي ميثيل هبتان
3,4-Dimethylheptane



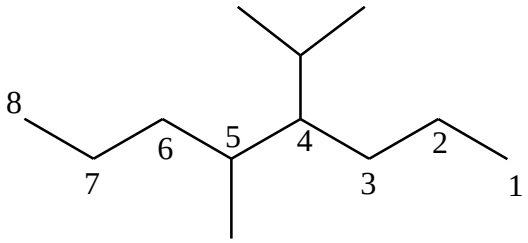
3،3،4- ثلاثي إيثيل أوكتان
3,3,4-Triethyloctane

2- إذا كانت مجموعات التفرع مختلفة، نستخدم التفضيل الأبجدي بحيث نبدأ بكتابة اسم المجموعة التي يأتي أول حرف منها أولاً في الترتيب الأبجدي الإنجليزي ونرقّم السلسلة بحيث تأخذ مجموعات التفرع أقل مجموعة من الأرقام. كما في المثال التالي:



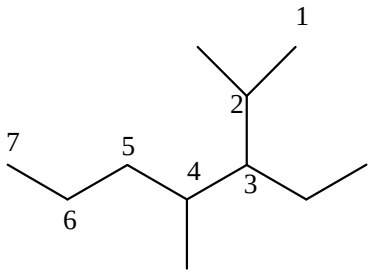
5- إيثيل-3- ميثيل-4- بروبيل نونان
5-Ethyl-3-methyl-4-propylnonane

3- إذا وجدت مجموعتين مختلفتين ولم يكن هناك تفضيل من حيث الترقيم، نبدأ الترقيم من الجهة التي تعطي المجموعة الأقل في الترتيب الأبجدي الإنجليزي أقل رقم. كما في المثال التالي:



4-ايزوبروبيل-5- ميثيل أوكتان
4-Isopropyl-5-methyloctane

4- إذا وجدت أكثر من سلسلة بنفس عدد ذرات الكربون نأخذ السلسلة التي تحتوي على أكبر عدد من التفرعات:

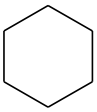


3- إيثيل-2،4- ثنائي ميثيل هبتان , **وليس** ~~3-ايزوبروبيل-4- ميثيل هبتان~~

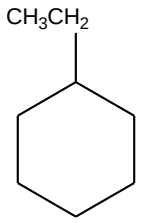
3-Ethyl-2,4-dimethylheptane

تسمية الألكانات الحلقية:

كما تعلم يوجد هناك مركبات ألكانية على شكل حلقات تسمى بالألكانات الحلقية (cycloalkanes) وتتخذ أشكالاً مختلفة، بداية من ثلاث ذرات كربون. ولتسمية الألكانات الحلقية نستخدم نفس أسماء الألكانات ونضيف كلمة "حلقي" كما في الجدول التالي:

Name	الاسم	شكل الجزيء	عدد ذرات الكربون
Cyclopropane	بروبان حلقي		3
Cyclobutane	بيوتان حلقي		4
Cyclopentane	بنتان حلقي		5
Cyclohexane	هكسان حلقي		6

وإذا اتصلت مجموعة متفرعة بحلقة الألكان نبدأ باسم المجموعة المتفرعة أولا، ثم اسم الحلقة بدون ذكر رقم التفرع كما في المثال التالي:



إيثيل هكسان حلقي

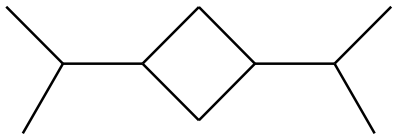
Ethyl cyclohexane

وإذا اتصلت مجموعتان أو أكثر بالحلقة فنقوم بترقيم الحلقة بحيث تأخذ المجموعات المتفرعة أقل مجموعة من الأرقام ونبدأ التسمية بذكر الأرقام ونفصل الأرقام عن بعضها البعض بـ (،) ، ونفصل كل رقم عن الحرف بـ (-).

1- إذا كانت المجموعات متشابهة نكتب قبل اسم المجموعة: "ثنائي" وإذا كانت مجموعتان، أما اذا كانت ثلاث مجموعات متشابهة فنكتب "ثلاثي" قبل اسم المجموعة، وهكذا.

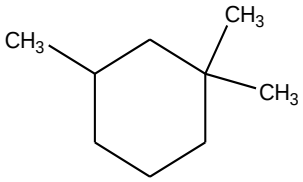
2- إذا كانت المجموعات المتفرعة غير متشابهة فنرتبها أبجدّيًا بحيث تأخذ المجموعة الأقل ترتيبًا أبجدّيًا أقل الأرقام إذا كانت مجموعتان. أما اذا كانت أكثر من مجموعتين فهنا نأخذ بمبدأ أقل مجموعة من الأرقام.

أمثلة في تسمية الألكانات الحلقية:



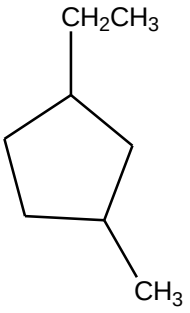
3،1- ثنائي ايزوبروبيل بيوتان حلقي

1,3-Diisopropylcyclobutane



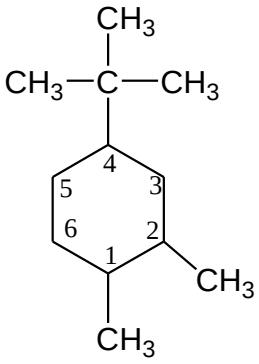
3،1،1- ثلاثي ميثيل هكسان حلقي

1,1,3-Trimethylcyclohexane



1- إيثيل-3- ميثيل بنتان حلقي

1-Ethyl-3-methylcyclopentane



4-ثالث بيوتيل-1،2- ثنائي ميثيل هكسان حلقي

4-*Tert*-butyl-1,2-dimethylcyclohexane

2- تسمية الألكينات:

لتسمية الألكينات نستخدم قواعد التسمية للألكانات مع إجراء هذين التغييرين:

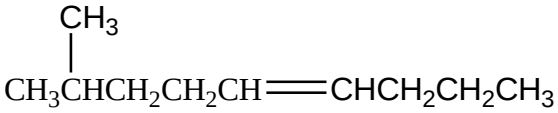
1- نرقّم السلسلة بحيث تأخذ ذرة الكربون المكونة للرابطة المزدوجة (الثنائية) أقل الأرقام. أي أن الترقيم يبدأ من الجهة الأقرب إلى الرابطة الثنائية، مع تحديد رقم ذرة الكربون المرتبطة برابطة ثنائية.

2- نستبدل الحرفين الأخيرين في الألكانات (**ان**) بالحرفين (**ين**) في الألكينات.

أمثلة في تسمية الألكينات:

2- هبتين

2-Heptene

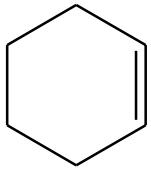


8- ميثيل-4- نونين

8-Methyl-4-nonene

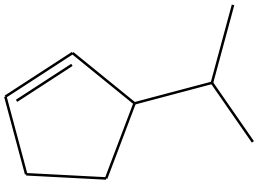
تسمية الألكينات الحلقية:

إذا كانت حلقة الألكين بدون تفرع، كما تسمى حلقة الألكان ولكن مع استبدال(–ان) بـ (–ين) وبدون ترقيم. أما إذا احتوت الحلقة على مجموعة متفرعة أو أكثر نبدأ بترقيم الألكين الحلقي من ذرة الكربون المكونة للرابطة الثنائية وننتقل بعدها إلى ذرة الكربون الثانية المكونة للرابطة الثنائية وهكذا، مع عدم ذكر رقم الرابطة لأنها دائمًا تبدأ بالرقم (1). كما في المثالين التاليين:



هكسين حلقي

Cyclohexene



3-ايزوبروبيل بنتين حلقي

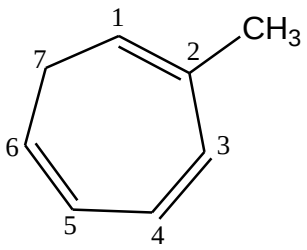
3-Isopropylcyclopentene

إذا وجدت أكثر من رابطة ثنائية في الجزيء فإننا نعطي أرقام الروابط الثنائية مع إضافة كلمات ثنائي، ثلاثي،..وهكذا حسب عدد الروابط الثنائية. انظر المثالين التاليين.

$CH_3CH{=}CHCH_2CH{=}CH_2$

4،1- ثنائي هكسين

1,4-Hexadiene



2- ميثيل-1،3،5- ثلاثي هبتين حلقي

2-Methyl-1,3,5-cycloheptatriene

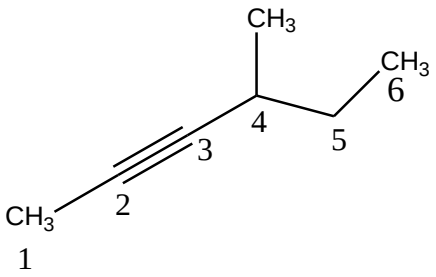
3- تسمية الألكاينات:

لتسمية مجموعة الألكاينات علينا استخدام أسماء الألكانات مع استبدال المقطع الأخير (-ان) بـ (-اين) وذكر رقم الرابطة الثلاثية. ترقم السلسلة من الجانب الذي يعطي الرابطة الثلاثية أقل رقم ممكن. كما في المثالين التاليين:

$CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

2-بيوتاين

2-Butyne

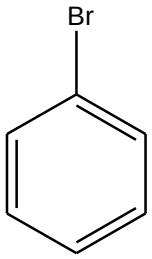


4- ميثيل-2-هكساين

4-Methyl-2-Hexyne

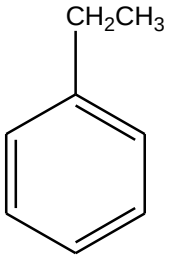
4- تسمية المركبات العطرية:

المركبات العطرية هي مشتقات البنزين. ولذلك تسمى باستخدام كلمة "بنزين" ويسبقها اسم المجموعة المتفرعة:



بروموبنزين

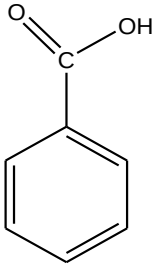
Bromobenzene



إيثيل بنزين

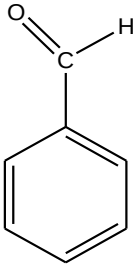
Ethylbenzene

بعض المركبات العطرية لها أسماء قديمة ولازالت هذه الأسماء تستخدم إلى الآن، مثل:



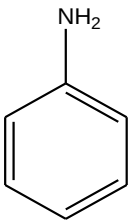
حمض البنزويك

Benzoic acid



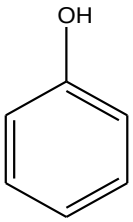
بنزالدهيد

Benzaldehyde



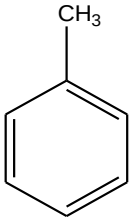
أنيلين

Aniline



فينول

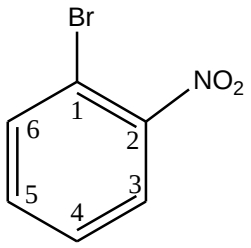
Phenol



تولوين

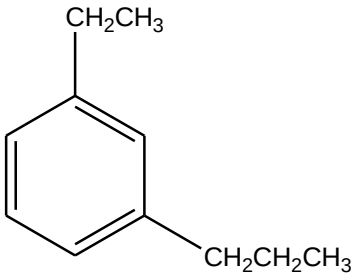
Toluene

وفي حالة وجود تفرعين على حلقة البنزين ، فإننا نستخدم الترتيب الأبجدي كما سبق:



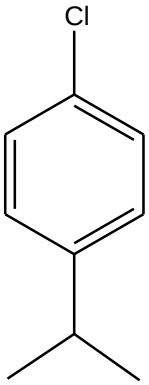
1-برومو-2-نيتروبنزين

1-Bromo-2-nitrobenzene



1-إيثيل-3-بروبيل بنزين

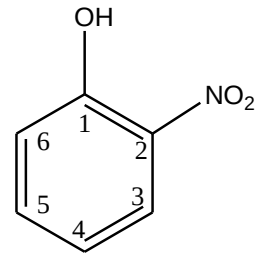
1-Ethyl-3-propylbenzene



1- كلورو- 4- ايزوبروبيل بنزين

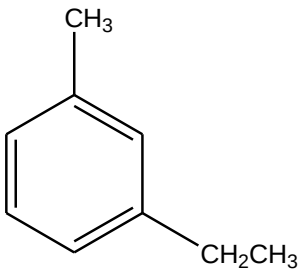
1-Chloro-4-isopropylbenzene

أما إذا كان الاسم يحتوي على أسماء قديمة كالتي ذكرت في الأعلى فلا مجال للترتيب الأبجدي. ولكن نبدأ الترقيم من ذرة الكربون المتصلة بالمجموعة الأصلية في الاسم القديمر، فمثلاً في جزيء التولوين نبدأ الترقيم من ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الميثيل:



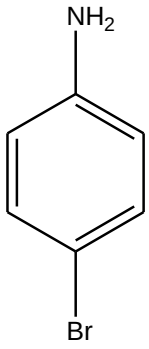
2- نيتروفينول

2-Nitrophenol



3- إيثيل تولوين

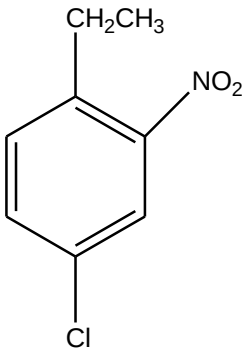
3-Ethyltoluene



4- بروموأنيلين

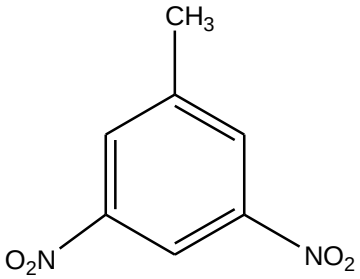
4-Bromoaniline

إذا كانت هناك أكثر من مجموعتين على الحلقة فيكتب الاسم على أساس أقل مجموعة من الأرقام مع ترتيب كتابة المجموعات حسب الترتيب الأبجدي إذا لم يوجد اسم قديم، أما إذا كان للمركّب اسم قديم فيكتب الاسم على أساس هذا الاسم وأقل مجموعة من الأرقام:



4- كلورو-1-إيثيل-2-نيتروبنزين

4-Chloro-1-ethyl-2-nitrobenzene

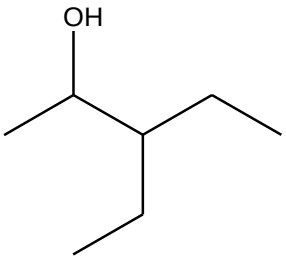


5،3- ثنائي نيتروتولوين

3,5-Dinitrotoluene

5- تسمية الكحولات:

نستخدم اسم الألكانات مع إضافة حرفين (ول) في آخر الاسم، ونرقم السلسلة بحيث تعطى ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل (OH) أقل رقمًا. كما في المثالين التاليين:



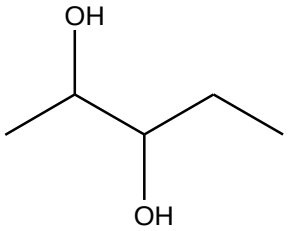
3- إيثيل-2- بنتانول
3-Ethyl-2-pentanol

$CH_3CH_2CH_2OH$

1- بروبانول

1-Propanal

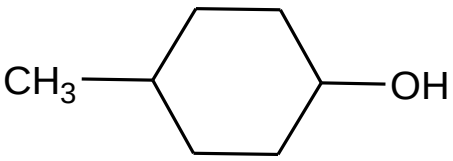
إذا وجدت أكثر من مجموعة هيدروكسيل في الجزيء نضيف كلمات ثنائي، ثلاثي،.. بحسب عدد المجموعات مع ذكر أرقام المجموعات. مثال:



3،2- ثنائي بنتانول

2,3-Pentanediol

ولتسمية الكحولات الحلقية نبدأ الترقيم من ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل بدون ذكر رقم (1). انظر المثال التالي.

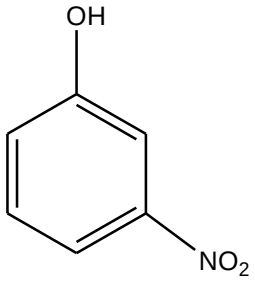


4- ميثيل هكسانول حلقي

4-Methylcyclohexanol

6- تسمية الفينولات:

الفينولات مركبات عضوية ترتبط فيها مجموعة الهيدروكسيل (OH) بحلقة البنزين. وتسمى بذكر رقم واسم التفرع ثم كلمة "فينول". مثال:



3- نيترو فينول

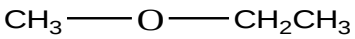
3-Nitrophenol

7- تسمية الإيثرات:

إذا كان التركيب الجزيئي للإيثر بسيط نستخدم اسم مجموعتي الألكيل ثم نضيف كلمة إيثر. إذا كانت المجموعتان من نفس النوع نسبق اسم مجموعة الألكيل بكلمة (ثنائي)، أما إذا كانت مجموعتا الألكيل مختلفتين فإننا نستخدم مبدأ الترتيب الأبجدي للأحرف الإنجليزية. كما في المثالين التاليين:

ثنائي ميثيل إيثر

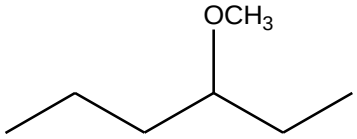
Dimethyl ether



إيثيل ميثيل إيثر

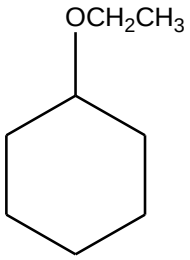
Ethyl methyl ether

أما اذا كان مركب الإيثر ذو تركيب معقد، فإننا نعتبر مجموعة الألكوكسيد (R-O) مجموعة متفرعة ويلزم حينئذ ترقيم السلسلة. كما في المثالين التاليين:



3- ميثوكسي هكسان

3-methoxy hexane

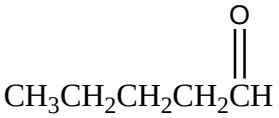


إيثوكسي هكسان حلقي

Ethoxy cyclohexane

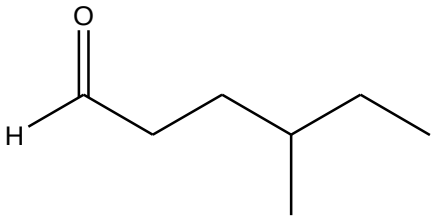
8- تسمية الألدهيدات:

تسمى الألدهيدات بإضافة حرفي (ال) في نهاية اسم الألكان مع ترقيم السلسلة بداية من مجموعة الكربونيل إذا وجدت مجموعة متفرعة. أما في حالة عدم وجود مجموعة متفرعة فلا داعي للترقيم . انظر المثالين التاليين.



بنتانال

Pentanal

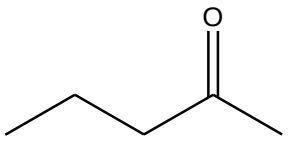


4- ميثيل هكسانال

4-Methylhexanal

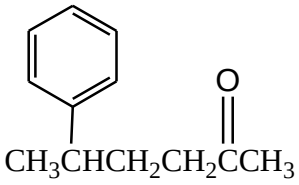
9- تسمية الكيتونات:

لتسمية الكيتونات يضاف حرفا (ون) في نهاية اسم الألكان، وترقم السلسلة من الجهة الأقرب لمجموعة الكربونيل. وفي حالة وجود مجموعة متفرعة تعطى الأولوية في الترقيم لمجموعة الكربونيل. كما في المثالين التاليين:



2- بنتانون

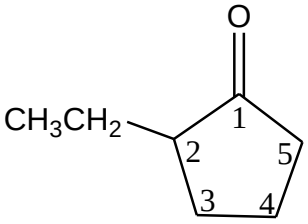
2-Pentanone



5- فينيل-2-هكسانون

5-phenyl-2-hexanone

تسمى الكيتونات الحلقية بإضافة كلمة حلقي بنهاية الاسم، وفي حالة وجود تفرع نبدأ الترقيم من ذرة الكربون الخاصة بمجموعة الكربونيل.

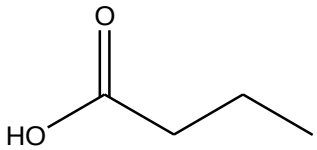


2- إيثيل بنتانون حلقي

2-Ethylcyclopentanone

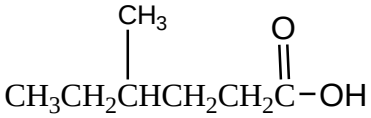
10- تسمية الأحماض الكربوكسيلية:

تتم تسمية الأحماض الكربوكسيلية بكتابة كلمة حمض ثم اسم الألكان منتهيًا بالأحرف الثلاثة التالية (ويك). ترقم السلسلة – في حالة وجود تفرع- بدءًا من مجموعة الكربوكسيل. انظر المثالين التاليين.



حمض بيوتانويك

Butanoic acid



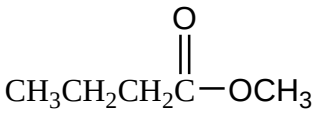
4- ميثيل حمض هكسانويك

4-Methyl hexanoic acid

11- تسمية مشتقات الأحماض الكربوكسيلية:

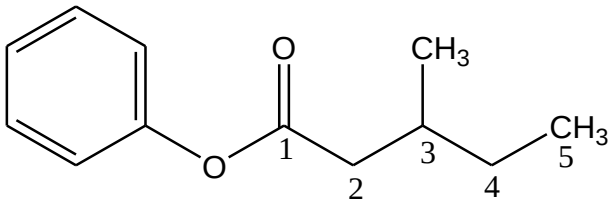
أ- الاسترات:

تسمى مركبات الاسترات بذكر اسم مجموعة الألكيل أولاً ثم اسم مجموعة الكربوكسيل وذلك بإضافة الأحرف (وات) إلى اسم الألكان. كما في المثالين التاليين:



ميثيل بيوتانوات

Methyl butanoate

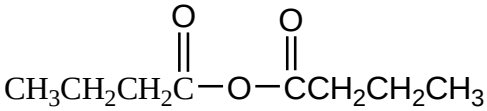


فينيل 3- ميثيل بنتانوات

Phenyl 3-methylpentanoate

ب- الأحماض اللامائية (Acid anhydrides):

تسمى هذه المركبات باستخدام اسم الحمض الكربوكسيلي ثم إضافة كلمة لامائي. مثال:

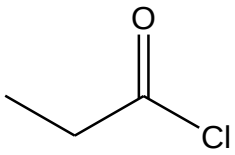


بيوتانويك لامائي

Butanoic anhydride

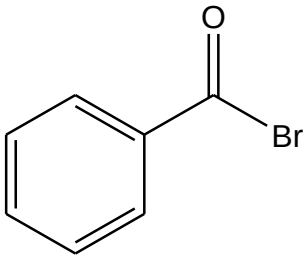
ج- الهاليدات الحمضية (Acid halides):

في هذه المركبات تستبدل مجموعة الهيدروكسيل (OH-) في الأحماض الكربوكسيلية بذرة هالوجين. وتسمى بإضافة الأحرف (ويل) إلى اسم الألكان أو البنزين، ثم ذكر اسم ذرة الهالوجين. انظر المثالين التاليين.



بروبانويل كلوريد

Propanoyl chloride

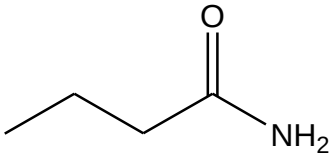


بنزويل بروميد

Benzoyl bromide

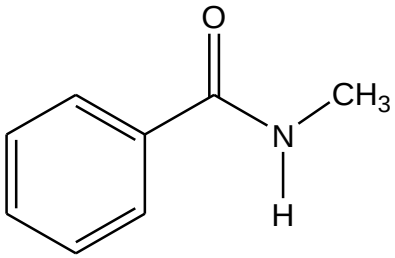
د- الأميدات (Amides):

تسمى الأميدات بإضافة كلمة (أميد) بعد اسم الألكان. وإذا كانت ذرة النيتروجين مرتبطة بمجموعة ألكيل يذكر اسم المجموعة مسبوقًا بحرف (ن). كما في المثالين التاليين:



بيوتان أميد

Butanamide

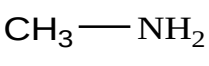


ن- ميثيل بنزأميد

N-Methylbenzamide

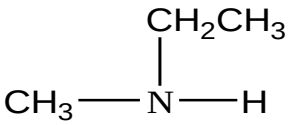
12- تسمية الأمينات:

إذا كان مركب الأمين بسيطًا فيسمى بذكر أسماء مجموعات الألكيل المرتبطة بذرة النيتروجين ثم إضافة كلمة (أمين). إذا كانت مجموعات الألكيل من نفس النوع نستخدم كلمات (ثنائي، ثلاثي،...) حسب العدد, أما إذا كانت مختلفة فنكتبها حسب الترتيب الأبجدي. أمثلة:



ميثيل أمين

Methyl amine



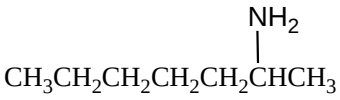
إيثيل ميثيل أمين

Ethyl methyl amine

ثلاثي إيثيل أمين

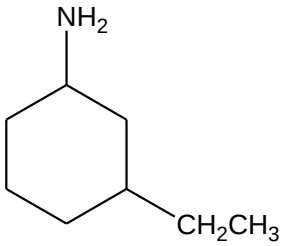
Triethylamine

أما إذا كان مركب الأمين كبيرًا نسبيًا فإننا نكتب الاسم على نحو (ألكان أمين) بعد ذكر رقم مجموعة الأمين، وذكر التفرعات إن وجدت. كما في المثالين التاليين:



2-هبتان أمين

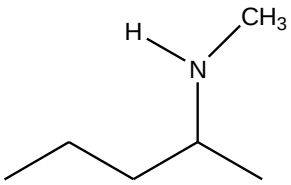
2-Heptanamine



3-إيثيل هكسان حلقي أمين

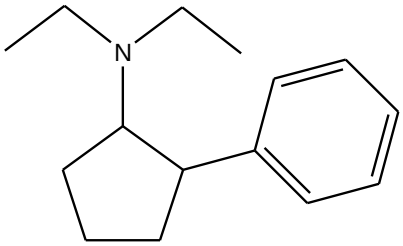
3-Ethylcyclohexanamine

وإذا ارتبطت ذرة النيتروجين بمجموعة ألكيل فيتم ذكر اسم مجموعة الألكيل مسبوقًا الاسم بالحرف (ن). أمثلة:



ن- ميثيل-2- بنتان أمين

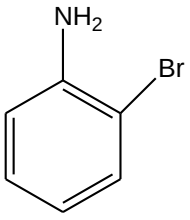
N-Methyl-2-pentanamine



ن,ن-ثنائي إيثيل-2- فينيل بنتان حلقي أمين

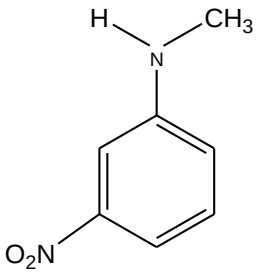
N,N-Diethyl-2-phenylcyclopentanamine

وتسمى الأمينات العطرية على أساس أنها مشتقات الأنيلين باستخدام القواعد التي سبق ذكرها. أمثلة:



2- برومو أنيلين

2-Bromoaniline

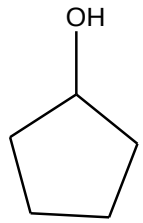


ن- ميثيل-3- نيترو أنيلين

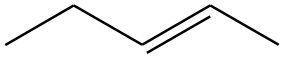
N-Methyl-3-nitroaniline

أسئلة الفصل الحادي عشر

1- حدد اسم المجموعة الوظيفية لكلٍّ من المركّبات الآتية :

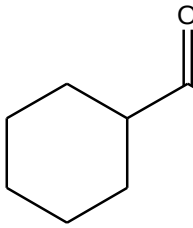


–1

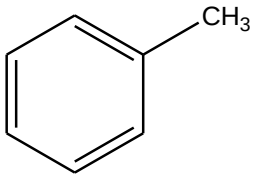


–2

–3



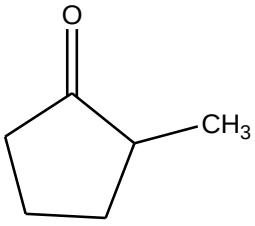
-4



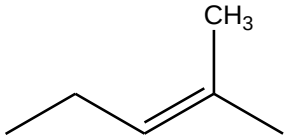
-5

$CH_3CH_2NH_2$ -6

2- اكتب اسم كلٍّ من المركّبات الآتية :

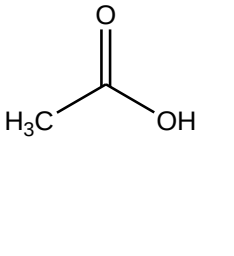


–1

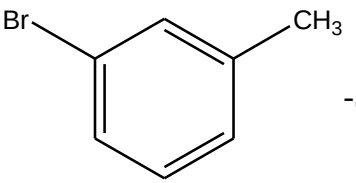


–2

–3



-4



-5

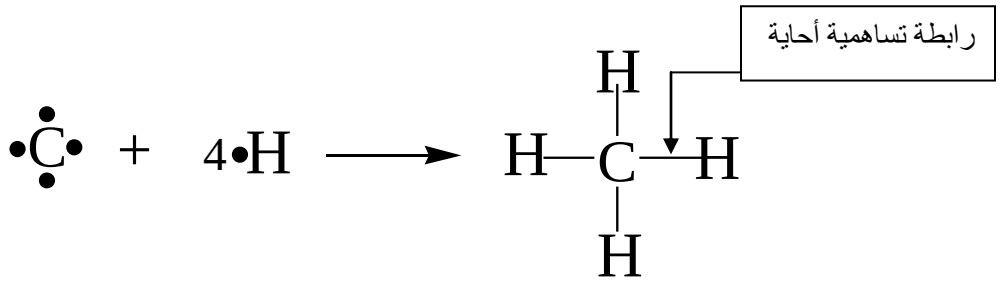
$CH_3CH_2NH_2$ -6

الفصل الثاني عشر: خصائص المركبات العضوية

سأتعلّم :
- كيفية حدوث عملية التهجين في ذرة الكربون.
- كيف تتكوّن الرابطة σ ، والرابطة π .
- التركيب الفراغي للأفلاك الذرية حول ذرة الكربون.

12-1 التهجين في ذرة الكربون

في هذا الفصل سوف تتعرّف على طبيعة الرابطة التساهمية في المركبات العضوية. فمثلاً جزيء الميثان (CH_4) يتكون من ذرة كربون مرتبطة بأربع ذرات هيدروجين من خلال أربعة روابط تساهمية أحادية (Single covalent bond) ، كما في المعادلة الآتية :



1- تهجين ذرة الكربون من نوع sp^3:

إذا قسنا طول وطاقة كل رابطة من الروابط التساهمية الأربعة في جزيء الميثان - المرسوم أعلاه- نجد أن جميع الروابط الأربعة لها نفس الطول ونفس الطاقة. والسؤال الذي يفرض نفسه هو كيف لذرة الكربون تكوين أربعة روابط تساهمية بنفس الطول والطاقة بينما الإلكترونات الأربعة في المستوى الأخيرالمستخدمة في تكوين هذه الروابط هي من مستويات مختلفة في الطاقة، وهي الكترونين في المستوى 2s وهو في مستوى طاقة أقل ، وإلكترونين في المستوى 2p وهو في مستوى طاقة أكبر؟

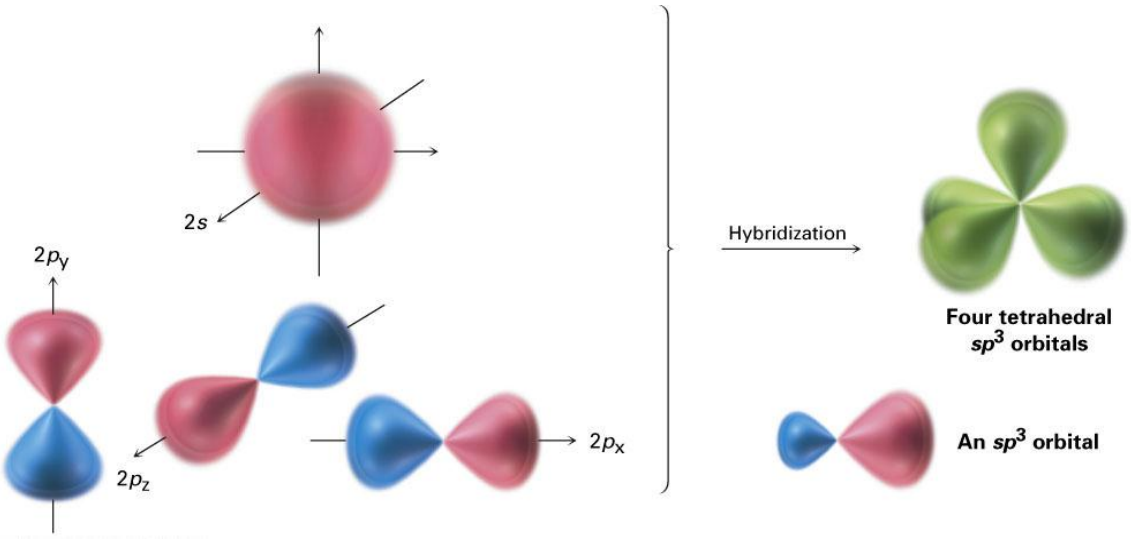
وإجابة هذا السؤال هي كالتالي: أن ذرة الكربون وقبل الإتحاد مع ذرات الهيدروجين الأربعة تدخل في عملية تهجين بحيث إن الأفلاك الذرية الأربعة (فلك s وأفلاك p الثلاثة) تتحد فيما بينها لتكوين أفلاك جديدة ذات مستويات طاقة متساوية ، وبالتالي تستطيع ذرّة الكربون ذات الأفلاك الجديدة المهّجنة أن تكوّن روابط مع ذرات الهيدروجين ذات طول واحد وطاقة متساوية وتدعى أفلاك sp^3 (SP^3- orbitals) .

وتتم عملية التهجين على مرحلتين:

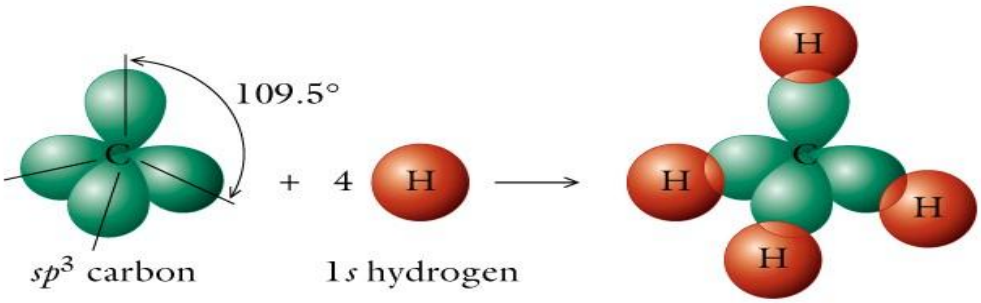
المرحلة الأولى: ينتقل إلكترون من المستوى 2s إلى المستوى 2p ليشغل الفلك الثالث، وبهذا تتحوّل ذرة الكربون من حالة إستقرار إلى حالة تهيج.

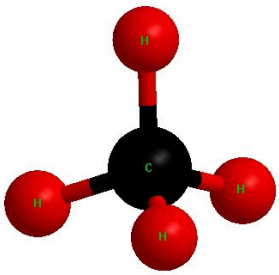
المرحلة الثانية: تختلط الأفلاك الأربعة لتكوين الأفلاك المهجّنة الجديدة ، كما في الشكل التالي:

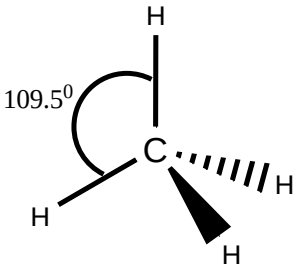
إن الأفلاك المهجّنة الجديدة لها أشكال مختلفة عن الأفلاك التي تكوّنت منها قبل عملية التهجين ، كما في الشكل التالي :



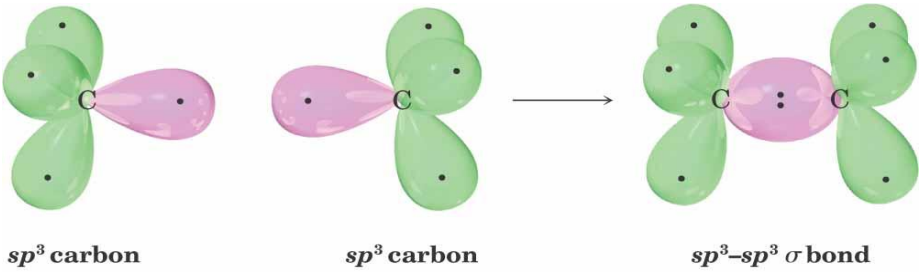
وبسبب التنافر الحاصل بين الإلكترونات السالبة الشحنة في الأفلاك الهجينة فإن هذه الأفلاك تبتعد عن بعضها البعض وتتوزع على شكل رباعي ثلاثي الأبعاد (tetrahedral structure) بأكبر زاوية ممكنة وهي 109.5° في حالة الألكانات. وبعد أن تتم عملية التهجين ترتبط ذرة الكربون مع أربع ذرات هيدروجين لتكوين جزيء الميثان ، كما في الشكل التالي:

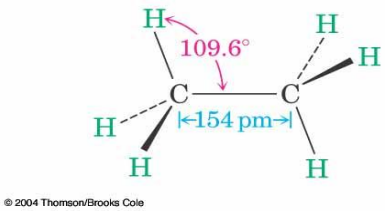


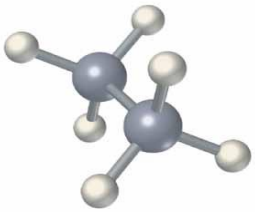




وفي جزيء الإيثان (CH_3CH_3) نجد أن كل ذرة كربون ترتبط بثلاث ذرات هيدروجين وذرة كربون واحدة ، وبالتالي فإن كل ذرة كربون تحتاج إلى أربعة أفلاك من نوع SP^3 لتكوين الروابط الأربعة. وتسمّى الرابطة المتكونة بين ذرتي الكربون رابطة تساهمية من نوع سيجما (Sigma) ويشار إليها بالرمز (σ) ، كما في الشكل التالي:

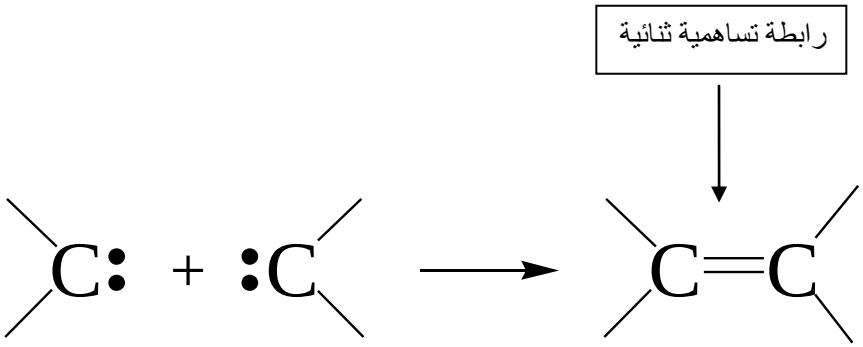




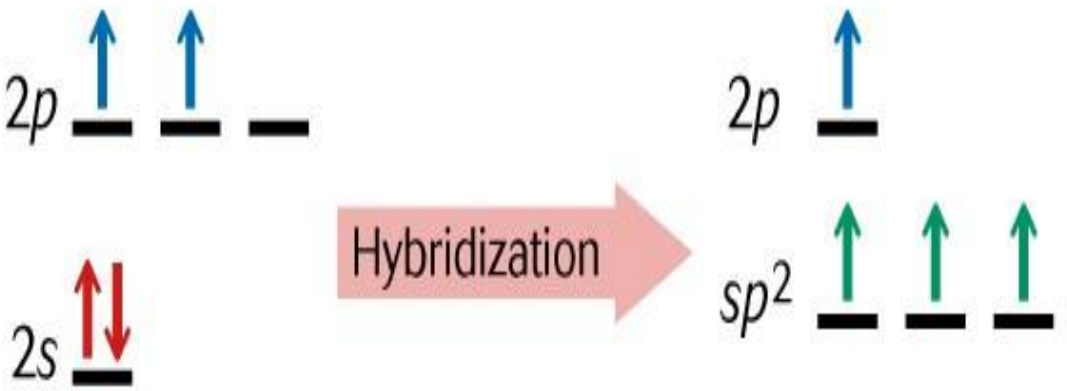


2- تهجين ذرّة الكربون من نوع sp^2:

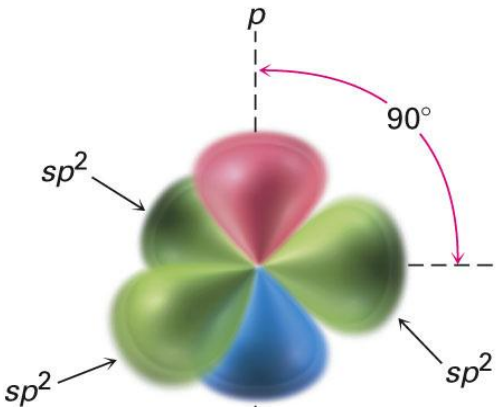
إذا ساهمت كل ذرة كربون بإلكترونين اثنين تسمّى الرابطة الناشئة رابطة تساهمية ثنائية أو مزدوجة (Double covalent bond).



في الرابطة المزدوجة كل ذرة كربون محاطة بثلاث ذرات وبالتالي فهي بحاجة إلى ثلاثة أفلاك مهجنة متساوية الطاقة والشكل. وللوصول لهذه النتيجة فإن ذرة الكربون وقبل الإتحاد مع ذرات الهيدروجين يندمج فلك 2s مع فلكين فقط من أفلاك 2p الثلاثة لينتج من عملية التهجين هذه ثلاثة أفلاك جديدة تسمى أفلاك sp^2 (SP^2- orbitals). ويبقى هناك فلك واحد من نوع p خارج نطاق عملية التهجين ، كما في الشكل التالي:



كما تلاحظ أن مستوى طاقة أفلاك sp^2 الجديدة أقل من مستوى طاقة الفلك 2p المتبقّي، ولكنه أكبر من مستوى طاقة الفلك s، وذلك لأن أفلاك sp^2 بها خواص الفلك s الذي هو أقرب من النواة وذو طاقة أقل من أفلاك p. أما شكل الأفلاك الهجينة الثلاثة والفلك p المتبقي فهو موضح في الرسم التالي:

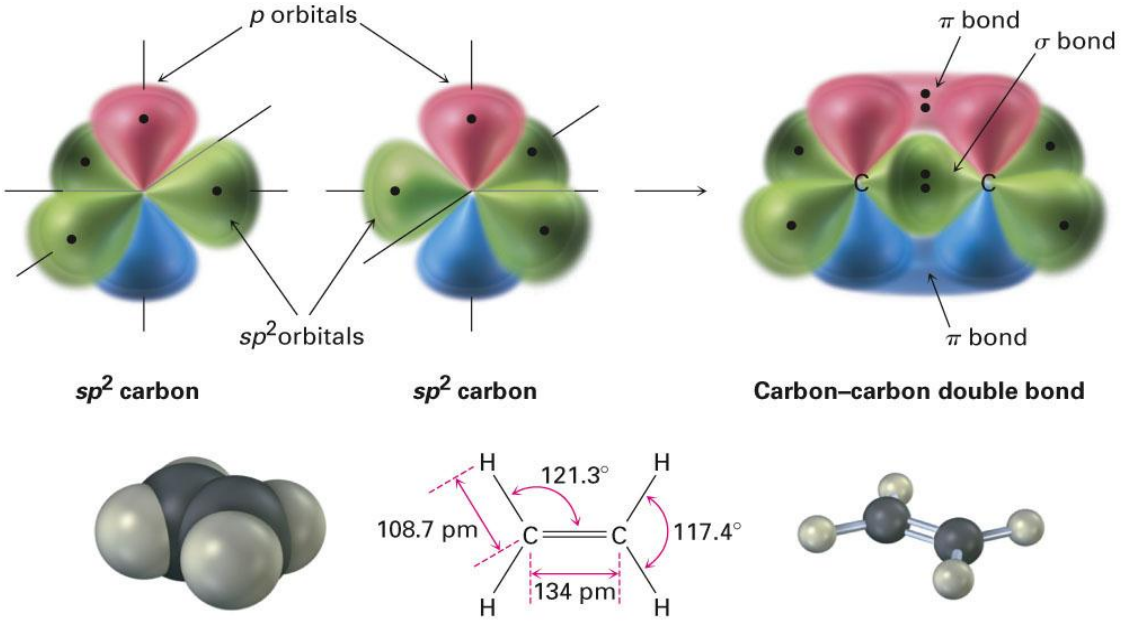


تلاحظ أن الأفلاك الهجينة sp^2 تترتّب على شكل مثلّث سطحي ، وتبلغ الزاوية بين كل مدارين 120° ، ويكون الفلك p المتبقي بشكل رأسي يتقاطع مع المثلث السطحي بزاوية مقدارها $90°$.

وعند اقتراب ذرّتي كربون هجينتين بأفلاك sp^2 يتكوّن نوعان من الروابط التساهمية بينهما وهما:

1- رابطة تساهمية من نوع سيجما (σ) تتكّون من ارتباط فلكين sp^2 بطريقة رأس لرأس.

2- رابطة تساهمية من نوع باي (π) تتكوّن من ارتباط فلكين من نوع p بطريقة جانب لجانب.



وهكذا فإن الرابطة المزدوجة (الثنائية) تتكوّن من وجود هاتين الرابطتين (سيجما و باي) بين ذرتي كربون ويصبح جزيء الألكين بشكل عام على هيئة مسطّح (planar).

12-2 الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمركبات العضوية

سأتعلّم :
- التعرّف على بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية للمركبات العضوية.

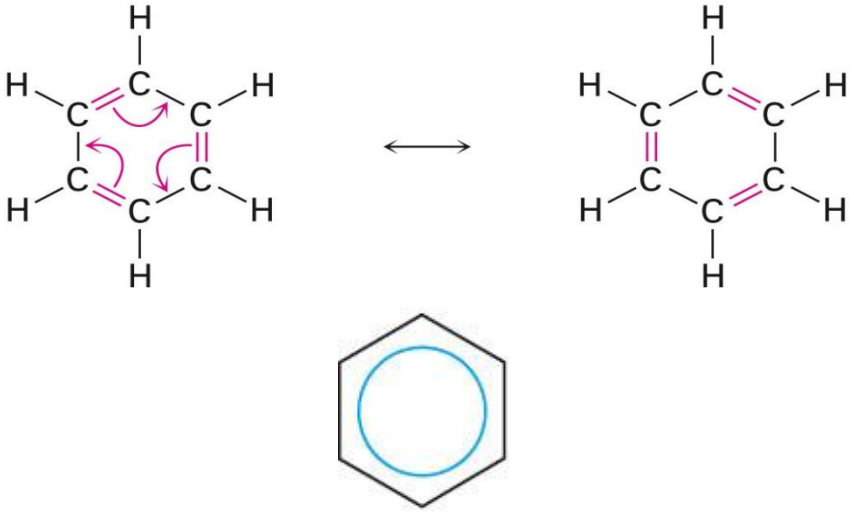
يوضح الجدول التالي بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية للمركبات العضوية:

نوع المركب العضوي	قوى الترابط بين الجزيئات	القطبية	الذوبان في الماء	درجات الانصهار والغليان
الألكانات والألكينات والألكاينات	قوى فان درفال	غير قطبية	لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات غير القطبية مثل البنزين	لها درجات انصهار وغليان منخفضة
المركبات العطرية	قوى فان درفال	غير قطبية	لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات غير القطبية مثل الهكسان	لها درجات انصهار وغليان منخفضة
الكحولات	روابط هيدروجينية	قطبية	تذوب في الماء (3 ذرات كربون كحد أقصى)	لها درجات انصهار وغليان مرتفعة
الفينولات	روابط هيدروجينية	قطبية	تذوب في الماء	لها درجات انصهار وغليان أعلى من الكحولات
الإيثرات	قوى ثنائية-ثنائية القطب	قطبية ضعيفة	شحيحة الذوبان في الماء (3 ذرات كربون كحد أقصى)	لها درجات انصهار وغليان قليلة نسبيًا مقارنة بالكحولات
الألدهيدات والكيتونات	قوى ثنائية-ثنائية القطب	قطبية ضعيفة	شحيحة الذوبان في الماء (3 ذرات كربون كحد أقصى)	لها درجات انصهار وغليان قليلة نسبيًا مقارنة بالكحولات
الأحماض الكربوكسيلية	روابط هيدروجينية	قطبية	تذوب في الماء (3 ذرات كربون كحد أقصى)	لها درجات انصهار وغليان أعلى من الكحولات
الأميدات	روابط هيدروجينية	قطبية	أكثر ذائبية من الأحماض الكربوكسيلية	لها درجات انصهار وغليان أعلى من الأحماض
الأمينات الأولية والثانوية	روابط هيدروجينية	قطبية	تذوب في الماء	لها درجات انصهار وغليان مرتفعة
الأمينات الثلاثية	قوى ثنائية-ثنائية القطب	قطبية	تذوب في الماء	لها درجات انصهار وغليان منخفضة

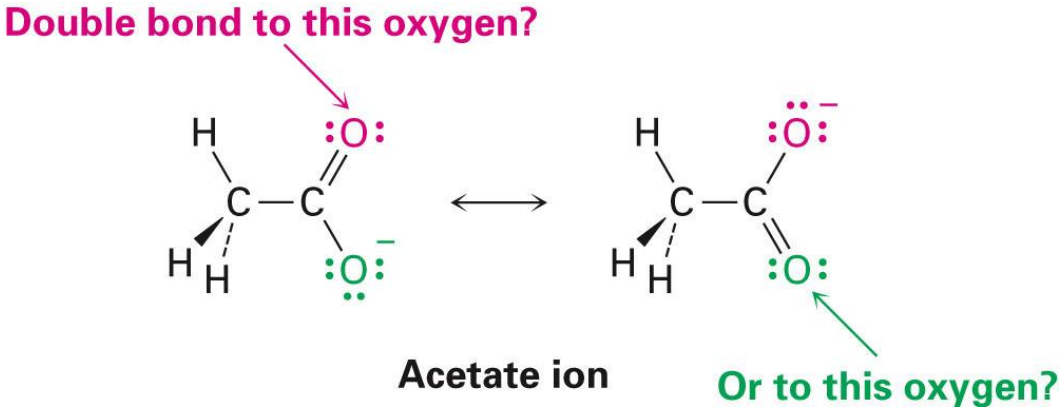
12–3 الرنين في البنزين Resonance in Benzene

سأتعلّم :
- كيفية تناوب الرابطتين σ، π في المركبات الأروماتية.
- تعريف ظاهرة الرنين.

تتميز المركّبات العطريّة بثباتها الكيميائي مقارنة بالمركبات العضوية الأخرى. ويعود سبب ثباتها إلى تركيبها الجزيئي المميّز. فحلقة البنزين تحتوي على ثلاث روابط ثنائية وثلاث روابط أحادية متعاقبة ؛ مما يسمح لإلكترونات الروابط الثنائية بالتحرك في مسار دائري وتسمى هذه الحالة بـ (اللاتموضع : Delocalization). ينتج عن حركة الإلكترونات هذه شكلين لحلقة البنزين يختلف فيهما موضع الروابط الثنائية ، ويسمى كل منهما بالرنين (Resonance) ، ولهذا يستحسن رسم حلقة البنزين كحلقة سداسية الشكل وبداخلها حلقة دائرية تمثل حركة الإلكترونات الدائرية ، كما في الرسم الآتي :



يوجد الرنين أيضًا في مجموعات أخرى غير حلقة البنزين. فمثلاً توجد مجموعة الكربوكسيلات على هيئة رنينين اثنين ، كما في الشكل الآتي :

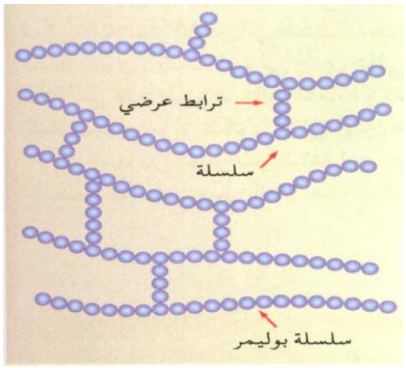


12-4 البوليمرات Polymers

سأتعلّم :
- تعريف البلمرة.
- أنواع تفاعلات البلمرة.
- طرق تحضير بعض البوليمرات.

البلمرة هي عملية ربط الجزيئات الصغيرة والمسماة مونمرات monomers معًا، لتكوين جزيئات ضخمة عملاقة تسمى بوليمرات polymers. وتتكون كلمة polymer من جزئين : (poly) وتعني متعدد أو كثير، و(mer) وتعني جزء . وبهذا فإن كلمة بوليمر تعني متعدد الأجزاء.

تكون عادة البوليمرات في شكل سلاسل طويلة، مع وجود روابط عرضية في كثير من الأحيان، كما في الشكل الآتي :



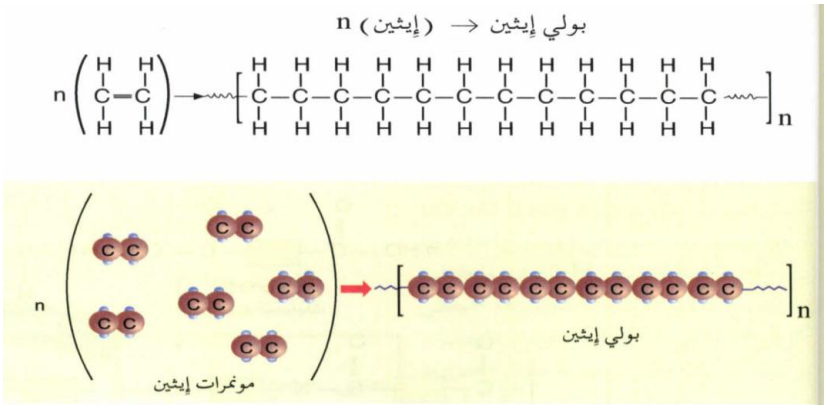
تتواجد بعض البوليمرات طبيعيًّا كالنشا، والسيليلوز، واللاتكس (المطاط الطبيعي)، وتتزايد أهمية البوليمرات الاصطناعية كاللدائن، والأقمشة الاصطناعية، والتي تصنّع من النفط أو الزيت الخام.

يمكن الحصول على البوليمرات الاصطناعية عن طريق نوعين من تفاعلات البلمرة، هما: بلمرة الإضافة، وبلمرة التكاثف.

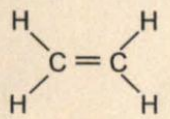
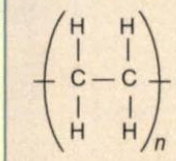
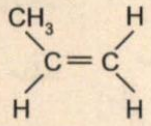
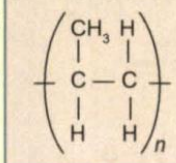
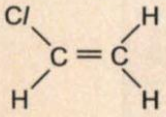
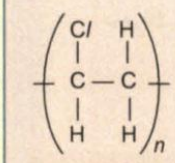
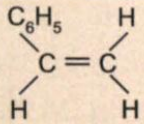
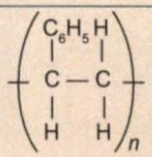
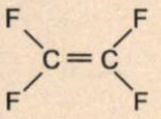
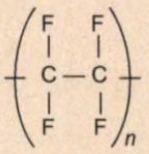
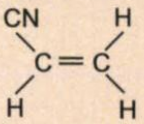
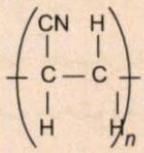
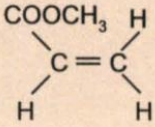
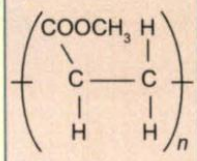
1- بلمرة الإضافة:

هي ربط المونمرات غير المشبعة معًا لتكوين بوليمر. ويتم عمل كل بوليمر من نوع واحد فقط من جزيء المونمر.

والجزيئات غير المشبعة الملائمة لهذا النوع من البلمرة هي الألكينات والألكاينات. كما في بلمرة الإيثين:



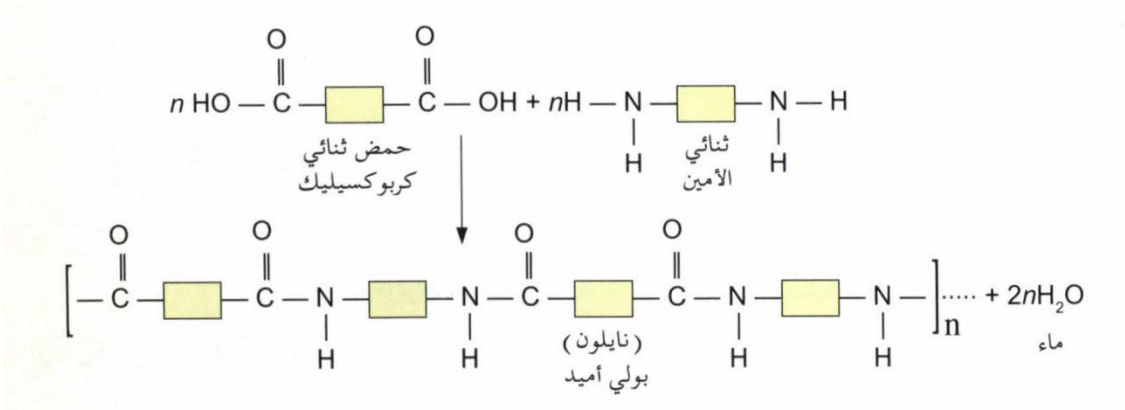
توجد بوليمرات إضافة أخرى متعددة ومفيدة للغاية كلدائن البلاستيك، أو الأنسجة الاصطناعية، كما في الجدول الآتي:

اسم المونمر	صيغة المونمر	اسم البوليمر	صيغة البوليمر	الاستخدامات
إيثين		بولي إيثين (بولي ثين)		أكياس لدائنية شرائح، شرائط، ... إلخ.
بروبين		بولي بروبين (بروباثين)		زجاجات لدائنية، والعبوات.. إلخ.
كلوروإيثين (كلوريد الفينيل)		بولي كلوروإيثين (PVC أو بولي كلوريد الفينيل)		مواد مقاومة للماء وعازلة، وأسطوانات.
إيثين الفينيل (ستيرين)		بولي إيثين الفينيل (بولي ستيرين)		تعليب، وتسقيف.
رباعي فلوروإيثين		بولي رباعي فلورو إيثين (PTFE أو تيفلون)		الأواني غير اللاصقة، ودعامات الكباري.
أكريلونيتريل		بولي أكريلونيتريل (أكريلان)		الأنسجة الاصطناعية للسجاد، والملابس .. إلخ.
أكريلات الميثيل		بولي ميثأكريلات الميثيل (بيرسبكس)		بديل للزجاج

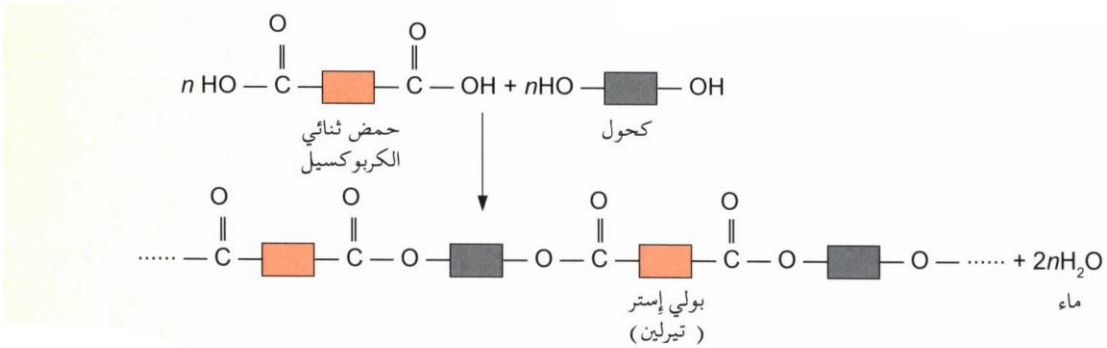
2- بلمرة التكاثف:

هي ترابط المونمرات معًا مع نزع جزيء بسيط كالماء. وقد يدخل في تكوين البوليمر نوعين مختلفين من جزيئات المونمر.

أكثر بوليمرات التكاثف شيوعًا هو **النايلون.** ويعتبر النايلون أول بوليمر تكاثف اصطناعي. ويصنّع من مونمرين أحدهما به مجموعة أمينو($-NH_2$) عند طرفي جزيئه، والمونمر الآخر له مجموعة حمض كربوكسيلي (COOH–) عند طرفيه. يرتبط المونمران معًا بسهولة مع نزع جزيء ماء، ويكوّنا **بولي أميد** يسمى **النايلون.** تكون الرابطة بين المونمرين في سلسلة النايلون هي (-CO-NH-) وتسمى رابطة الأميد. والمعادلة التالية توضح كيفية صناعة النايلون:



التيرلين بوليمر تكاثف آخر مهم وشائع. ويعتبر من الألياف الاصطناعية المهمة مثل النايلون، ويستخدم في صناعة الملابس، وقماس الستائر، وخيوط الصيد، والمظلات الجوية، وحقائب النوم ...إلخ. ويسمى **بولي إستر** لأنه يُصنع بتكثيف أحماض كربوكسيلية تحتوي على مجموعتين COOH- مع كحولات محتوية على مجموعتين OH- ، كما في المعادلة التالية:



أسئلة الفصل الثاني عشر

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحية لكلٍّ من العبارات الآتية :

1- أحد الجزيئات التالية يحتوي على رابطة تساهمية من نوع باي (π):

أ) C_3H_6 ب) C_3H_8

ج) C_4H_{10} د) C_5H_{12}

2- المركب الذي له أعلى درجة غليان من بين المركبات التالية:

أ) الكحول ب) الألدهيد

ج) الفينول د) الكيتون

السؤال الثاني: الجدول التالي يعرض صيغًا كيميائية لبعض المركبات العضوية، ادرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

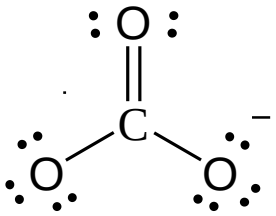
$CH_2 = CH - CH_3$ (أ)	$CH_3 – CH_2 - CHO$ (ب)	$CH_3 – CH_2 - CH_3$ (ج)
$CH_3 – CO - CH_3$ (د)	$CH_3 – CH_2 - COOH$ (هـ)	$CH_3 – CO –NH_2$ (و)

1- حدد رمز المركّب العضوي الذي تكون فيه ذرات الكربون روابط تساهمية من نوع سيجما (σ) فقط.

2- حدد رمز المركّب العضوي الذي له أعلى درجة غليان.

3- حدد رمز المركّب العضوي الذي إذا أذيب في الماء فإن محلوله يغير لون تباع الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر.

السؤال الثالث:ارسم أشكال الرنين الأخرى لمجموعة الكربونات:



السؤال الرابع: حدد نوع تفاعل البلمرة التالي: