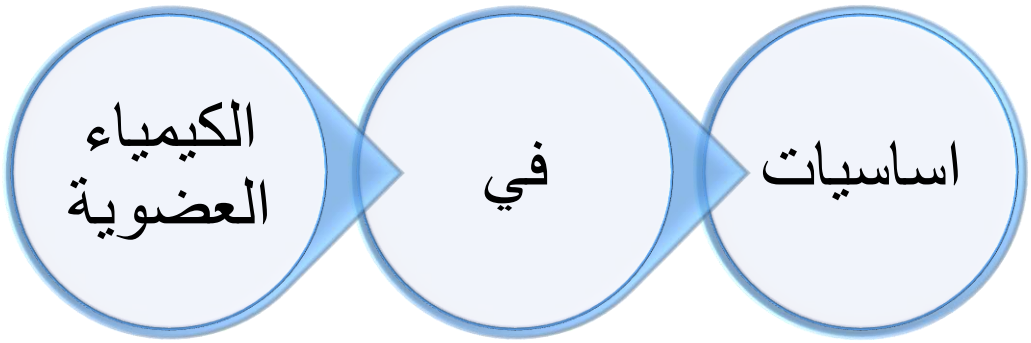
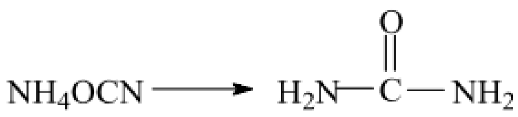

اساسيات
في
الكيمياء
العضوية

مقدمة عامة:

الكيمياء العضوية من الممكن أن تعرف ببساطة بأنها كيمياء مركبات الكربون . وكلمة عضوية Organic ناشئة من كون المركبات العضوية يمكن الحصول عليها فقط من مصادر نباتية وحيوانية ، أي أنها تستمد من الكائنات الحية ، وكان يعتقد أيضا ، بأنها لابد من وجود ما يسمى بالقوة الحية . التي توجد فقط في أجسام الكائنات الحية ، نباتية كانت أو حيوانية ، لتصنيع المركبات العضوية . وبقي هذا الاعتقاد سائدا حتى تمكن العالم فولر Wohler 1828 من الحصول على مادة اليوريا (وهي مادة عضوية وإحدى مكونات البول) من مواد غير عضوية وذلك بتسخين سيانات الأمونيوم ، كما في المعادلة التالية:



وبعد تلك التجربة ، أصبح واضحا ، أنه يمكن الحصول على المركبات العضوية من مصادر غير حية ، كما أنه يمكن تصنيفها في المختبر .

إن عدد المركبات العضوية المعروفة حتى الآن تزيد على ثلاثة ملايين مركب ، وهذا العدد يفوق بمرات كثيرة عدد المركبات غير العضوية . كما أن الآلاف من المركبات العضوية الجديدة يكتشف كل عام . ويرجع السبب في ذلك أن المركبات العضوية تتكون بشكل رئيس من عنصر الكربون والذي له القدرة على عمل روابط مع نفسه ومع غيره من العناصر .

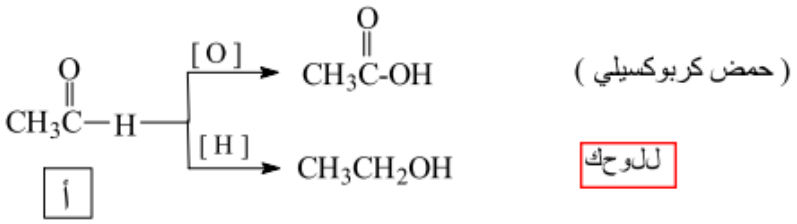
ودراسة الكيمياء العضوية مهمة جدًا في كثير من المجالات التي تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في حياة الإنسان وسعادته. فهي كيمياء المكونات الأساسية للنباتات والحيوانات ، كالبروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات والمواد الدهنية والإنزيمات والهرمونات وغيرها ، كما أن المركبات العضوية مهمة في صناعة الملابس التي نلبسها ، والوقود الذي نستعمله في المصانع ، ولتحريك السيارات والطائرات والسفن ، كما تدخل الكيمياء العضوية في صناعة الأدوية والعقاقير ، كما تدخل في صناعة الورق والمطاط والبلاستيك ، والمبيدات الحشرية والأسمدة ، والمتفجرات وغيرها .

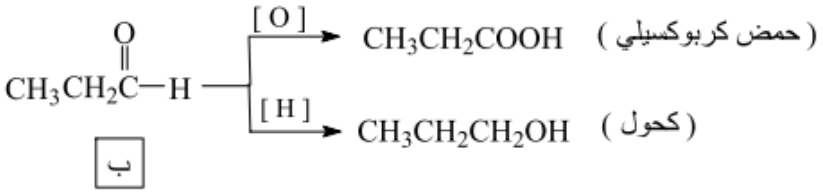
ويعد البترول والغاز الطبيعي والفحم من أهم المصادر التي نحصل منها على الكثير من المركبات العضوية.

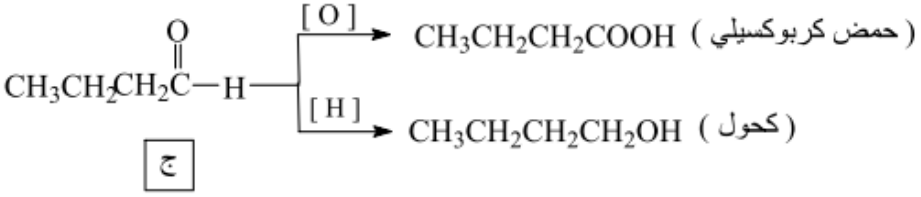
ولتسهيل دراسة هذا العدد الكبير من المركبات العضوية ، فقد قسمت تلك المركبات إلى عدد من المجموعات التي لها تشابه كبير في الخواص الفيزيائية والكيميائية . وقد بني هذا التقسيم على مفهوم المجموعات الوظيفية Functional Groups . والمجموعة الوظيفية ، هي الجزء الفعال من المركب العضوي ، الذي تجرى عليه معظم التفاعلات الكيميائية ويحدد كثير من الخواص الفيزيائية للمركب

المجموعة الفعالة Functional Group:

يطلق لفظ المجموعة الفعالة على ذرة أو مجموعة من الذرات توجد في تركيب جزيء المركب العضوي وتحدد فعالية هذا المركب . فعلى سبيل المثال فإن كلا من المركبات أ ،ب ،ج يحتوى مجموعة $-C(=O)-H$ المميزة الألدهيدات . لهذه المركبات الثلاثة صفات وخواص كيميائية متشابهة فكل واحد منها يمكن أكسدته واختزاله إلى حمض كربوكسيلي وكحول على التوالي :

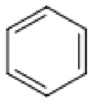
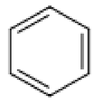
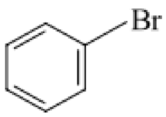


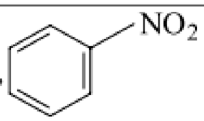




وكما يتضح من التفاعلات السابقة أنه على الرغم من اختلاف البنية التركيبية للمركبات الثلاثة إلا أنها جميعا تعطي نواتج متشابهة نظرا لوجود مجموعة الألدهيد (-CHO) المشتركة في تركيبها بغض النظر عن بقية الجزيء . وعليه فإن المجموعة الفعالة هي الجزء النشط في جزيء المركب العضوي ، ووفقا لذلك فإنه يتم تقسيم المركبات العضوية إلى طوائف محددة . وفكرة تقسيم المركبات العضوية إلى طوائف كل منها تضم آلاف المركبات ولكن بمجموعات فعالة معينة ، لها أهمية كبيرة خاصة فيما

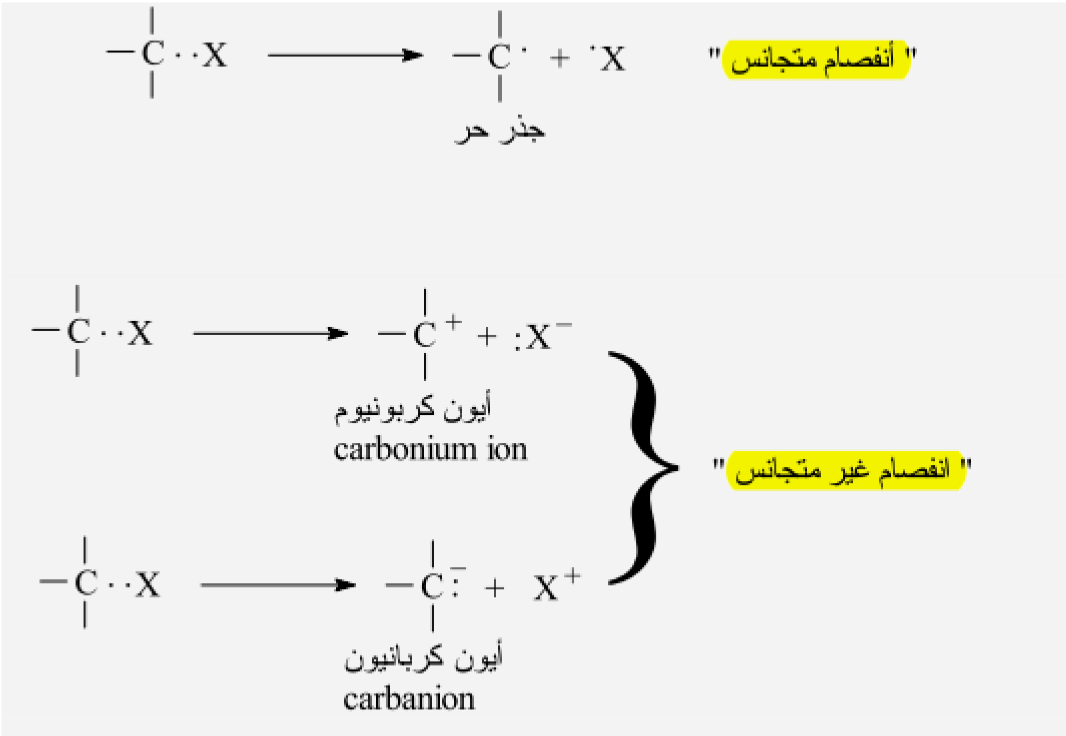
فيما يتعلق بتسمية المركبات العضوية وكذلك في تحديد موقع التفاعل في جزيئات هذا المركب. والجدول التالي يبين اهم المجاميع الفعالة:

أمثلة	اسم المجموعة الفعالة	الصيغة البنائية للمجموعة الفعالة
$H_2C=CH_2$	الألكينات	$>C=C<$
	المركبات الأروماتية (المركبات العطرية)	
$H-C\equiv C-H$	الألكاينات	$-C\equiv C-$
CH_3I , 	الهاليدات العضوية	$-\underset{\vert}{\overset{\overset{X}{\vert}}{C}}-$ (X = I, Br, Cl , F)
CH_3CH_2OH	الكحولات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-OH$

CH_3-O-CH_3	الإيثرات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-O-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$	الألدهيدات	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_3$	الكيتونات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-$
$H-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$	الحموض الكربوكسيلية	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$
$CH_3-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OCH_3$	مشتقات الحموض الكربوكسيلية	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-Y$ (Y = Cl ,OR, NR_2 ,...)
CH_3NH_2 , $CH_3\overset{CH_3}{\overset{\vert}{N}}H$	الأمينات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-\overset{\vert}{N}-$
CH_3CN	النيتريلات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-C\equiv N$
CH_3NO_2 , 	مركبات نيترو	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{N}}-O^-$
CH_3SH	الثيولات	$-\underset{\vert}{\overset{\vert}{C}}-SH$

تفاعلات المركبات العضوية:

إن تفاعلات المواد العضوية ليست سوى انفصام (فك) روابط وتكون روابط أخرى جديدة . والروابط في معظم المركبات العضوية هي روابط تساهمية تمثل الواحدة منها بإلكترونين بين الذرتين المرتبطتين . وقد يحدث انفصام بشكل متجانس "hemolytic " حيث تحتفظ كل من الذرتين المرتبطتين بإلكترون ، أو بشكل غير متجانس " heterolytic " حيث تحتفظ إحدى الذرتين بإلكتروني الرابطة . ولتوضيح ذلك دعنا نلق نظرة على الاحتمالات المتوقعة من انفصام الرابطة بين ذرةX وذرة كربون .



ويحتاج انفصام الرابطة إلى طاقة ، كما أن تكوينها ينتج عنة طاقة . وطاقة التفاعلات من أهم الأمور التي يتعامل معها دارس الكيمياء عند دراسة التفاعلات الكيميائية . هذا وتختلف كمية طاقة انفصام الرابط باختلاف الروابط وكذا تختلف كمية الطاقة الذي تنتج عن تكوين الروابط .

ويتحدد نوع الانفصام وفقا للسالبية الكهربية للذرات المرتبطة ، فإذا كانت ذرة X في مثالنا أعلاه تتمتع بسالبية كهربية مقاربة لنظيرها في الكربون ، عندئذ نتوقع أن يحدث انفصام متجانس . أما لو كانت السالبية الكهربية مختلفة عن نظيرها لذرة الكربون فإن الانفصام المتوقع هو غير متجانس وتتكون الأيونات السالبة (أيون الكربانيون) إذا كانت X اقل سالبية كهربية من الكربون . وتنشا الأيونات الموجبة (أيون الكربونيوم) إذا كانت قابلية ذرة الكربون لجذب الإلكترونات اقل من ذرة X .

وعن مدى قطبية هذه الروابط يمكن إدراك كيفية تكون الايونات المشحونة . وحيث إن جميع التفاعلات تحدث عند مراكز الشحنات فإنه يطلق على هذه المراكز بالكواشف ولديها القدرة بالهجوم على روابط الجزيئات العضوية والذي يسفر عنه تكوين روابط جديدة . هذه الكواشف شديدة الفعالية وهي إما أن تكون جذورا حرة (انفصام متجانس) أو أيونات موجبة أو سالبة ، ويطلق عليها كواشف إلكتروفيلية (E^+) Electrophiles وكواشف نيكلوفيلية (Nu^-) Nucleophiles على التوالي. وبصورة عامة يعرف الكاشف الإلكتروفيلي بأنه الكاشف الذي لديه استعداد لتقبل الإلكترونات (يفتقر للشحنة السالبة) أي انه حمض لويس . ويمكن أن يكون موجبا أو متعادلا مثل :

$$H^+ , Br^+ , NO_2^+ , BF_3 , AlCl_3$$

أما الكاشف النيكلوفيلي فهو الكاشف الذي لدية القدرة على إعطاء الإلكترونات (غني بالإلكترونات) أي أنه قاعدة لويس . ويمكن أن يكون سالبا أو متعادلا مثل:

$$H\ddot{\underset{..}{O}}:^- , R\ddot{\underset{..}{O}}:^- , R\ddot{\underset{..}{S}}:^- , C\dot{N}:^- , H_2\ddot{O}: , R_2N:$$

تصنيف التفاعلات العضوية:

إن تصنيف التفاعلات العضوية يوضح التغيرات التي تحدث على روابط ذرات الكربون التي يحدث عندها التفاعل ، ووفقا لذلك فإنه يمكن تصنيفها إلى ثلاث أقسام رئيسية :

١ - تفاعلات الإستبدال أو الإحلال **substitution** ، حيث تزاح ذرة أو مجموعة مرتبطة بذرة الكربون ويحل محلها ذرة أو مجموعة أخرى .

$$CH_3CH_2OH + HBr \longrightarrow CH_3CH_2Br + H_2O$$

(تفاعل استبدال)

٢ - تفاعلات الإضافة **addition** : يشتمل هذا النوع من التفاعلات على زيادة عدد المجموعات المرتبطة بذرات الكربون حيث يصبح الجزى مشبعاً.

$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2BrCH_2Br$$

(تفاعل إضافة)

٣ - تفاعلات الانتزاع (الحذف) **elimination** ، ويشتمل على نقصان عدد المجموعات المرتبطة بذرات الكربون حيث يصبح الجزيء غير مشبع (تزداد خاصية عدم التشبع بالجزيء) .

$$CH_3CH_2Br + NaOH \longrightarrow CH_2{=}CH_2 + H_2O + NaBr$$

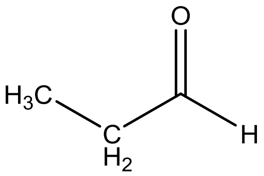
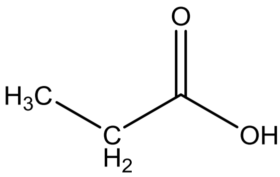
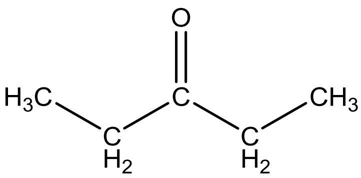
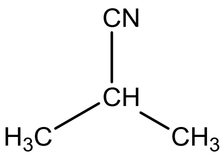
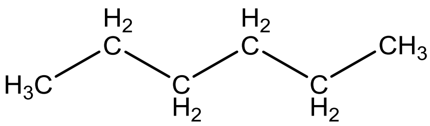
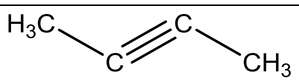
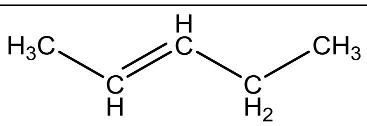
(تفاعل انتزاع)

أسئلة حول الموضوع:

س1/ أي من الكواشف التالية يعتبر نيكلوفيلي وأي منها الكتروفيلي؟

1) H_2O 2) CH_3OH 3) Cl^- 4) NH_3 5) BH_3 6) H^+

س2/ أذكر اسم المجموعة الفعالة وصنف المركب لكل مما يلي:

No.	Compounds	Functional group المجموعة الفعالة	صنف المركب
1	CH_3-CH_2-CH_2-OH		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

ألـهيدروكاربونـات

Hydrocarbons

1. الألكانـات

Alkanes

مقدمة:

هي مركبات تحتوي على كربون وهيدروجين فقط ومن الممكن تقسيم الهيدروكربونات مبدئياً إلى صنفين رئيسيين :

أولا - هيدروكربونات اليفاتية :

وتتضمن مركبات مستقيمة السلسلة ومتفرعة وحلقية ويمكن تقسيم الهيدروكربونات الاليفاتية إلى مجموعتين ، وذلك بموجب نوعية روابط الكربون – الكربون التي تتضمنها . وهاتان المجموعتان هما:

أ. الهيدروكربونات المشبعة saturated، وتحتوي على روابط كربون – كربون مفردة فقط وتسمى الكانات alkanes مثل CH_3-CH_3 Ethane

ب. الهيدروكربونات غير مشبعة unsaturated، وتحتوي على روابط كربون - كربون متعددة، وتشمل:

١ - الألكينات alkenes، التي تحتوي على روابط كربون – كربون مزدوجة (C=C)،
والألكاينات alkynes التي تحتوي على رابطة كربون – كربون ثلاثية (C≡C)،
والمركبات التي تحتوي على أكثر من رابطة متعدد ، سواء كان المركب مفتوح السلسلة أم حلقيا .

٢ - الهيدروكربونات الأروماتية العطرية Aromatic Hydrocarbons وتشمل البنزين ومشتقاته، و الهيدروكربونات المتعددة الحلقة كالنفثالين $C_{10}H_8$ وغيرها .

** الألكانات Alkanes

الألكانات مركبات هيدروكربونية مشبعة ، أي تحتوي على ذرات الكربون والهيدروجين ، وتوجد في الغاز الطبيعي والبترول ، وأول أفراد هذه المجموعة هو الميثان الذي يتكون بتحلل المواد النباتية في قاع البرك حيث لا يوجد هواء وهو يعرف بغاز المستنقعات، ويطلق على الألكانات أحيانا البرافينات .

الصيغة الجزيئية العامة

جميع المركبات الهيدروكربونية المشبعة لها الصيغة الجزيئية التالية : C_nH_{2n+2} حيث n عدد صحيح موجب (n = ١،٢،٣،٤، .... إلخ) ويدل (n) على عدد ذرات الكربون . وتبين الصيغة الجزيئية هذه أن هذه المركبات مشبعة ، ترتبط كل ذرة فيها بأربع روابط فردية ، بعضها يكون مع ذرة هيدروجين او أكثر وبعضها مع ذرة أو ذرات كربون .

* تسمية الألكانات Nomenclature:

إن جميع الألكانات تنتهي دائما بالمقطع (ane-) ، الألكانات الأربعة الأولى لها أسماء خاصة أما ما يليها فلها أسماء مشتقة من ذرات الكربون (باللغة الإغريقية) التي في الجزيء وتنتهي بالمقطع (ane-)

والجدول التالي يبين ذلك:

n		اسم المركب	الصيغة
1	methane	ميثان	CH_4
2	ethane	إيثان	CH_3CH_3
3	propane	بروبان	$CH_3CH_2CH_3$
4	butane	بيوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	pentane	بنتان	$CH_3(CH_2)_3CH_3$
6	hexane	هكسان	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
7	heptane	هبتان	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
8	octane	أوكتان	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
9	nonane	نونان	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
10	decane	ديكان	$CH_3(CH_2)_8CH_3$

واضح أن كل مركب من هذه المجموعة يزيد عن المركب السابق له زيادة ثابتة هي CH_2 وتسمى مثل هذه المجموعة ميثيلين Methylene ، ويمكن أن يكون لنفس الصيغة الجزيئية أكثر من مشابه كما يتضح من الأمثلة التالية :

المثال الأول : Butane C_4H_8

CH_3-CH_2-CH_2-CH_3

n-Butane بيوتان عادي

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

Isobutane أيزو - بيوتان

المثال الثاني : Pentane C_5H_{12}

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

بنتان – عادي

N-pentane

$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$

بنتان – أيزو

Isopentane

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

بنتان - نيو

Neopentane

الطريقة النظامية لتسمية الألكانات IUPAC :

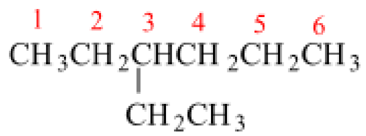
تسمى الألكانات المتفرعة والمعقدة باتباع مجموعة من القواعد التي وضعها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة و التطبيقية ، التي تعرف بقواعد: IUPAC

International Union of Pure and Applied Chemistry.

وهذه القواعد هي :

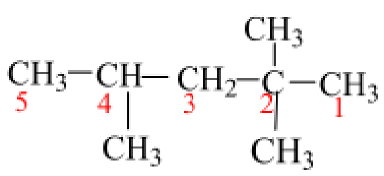
١) تُعد أطول سلسلة كربونية مستمرة في الصيغة البنائية هي المركب الأساس (الأم) أما المجموعات الألكيلية الجانبية فتعد فروعا أو بدائل .

٢) ترقم السلسلة الرئيسية من الطرف أو النهاية الأقرب إلى الفرع الجانبي بحيث يأخذ الفرع اقل عدد من الأرقام . ويتم البدء في كتابة الاسم بوضع الرقم الدال على الفرع متبوعا بخط قصير (-) ثم يليه اسم الفرع (البديل) وأخيرا اسم المركب الأساسي ، ويختم الاسم بالمقطع ane ليدل على أن المركب مشبع أما الفروع الألكيلية فكل منها يختتم بالمقطع yl كما يتضح من المثال التالي :



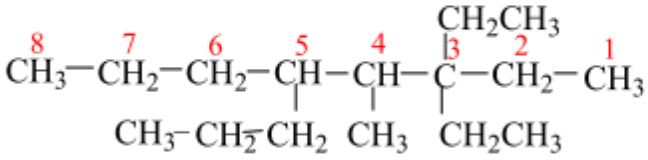
3-Ethyl hexane

إذا تعدد وجود البدائل التي هي من نوع واحد (كالمجموعات الألكيلية المتشابهة) على طول السلسلة الكربونية الرئيسية ، تستخدم المقاطع di ، tri ، tetra ، penta وهكذا تدل على التكرار أي اثنين ، ثلاثة ، أربعة أو خمسة ......إلخ وموضع هذه البدائل يدل عليها بأرقام مناسبة تفصل بينهما فاصلة ، وهكذا وإذا تكرر البديل نفسه مرتين على ذرة كربون واحدة فيتكرر الرقم مرتين كما يتضح من المثال التالي :



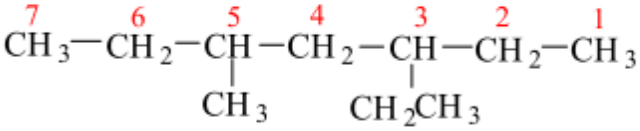
2-2-4-Trimethylpentane

إذا اتصلت عدة بدائل الكيلية مختلفة على السلسلة الرئيسية فتتم تسميتها وفقا لنظام الترتيب الأبجدي مثال :



3,3-Diethyl-4-methyl-5-n-propyloctane

عندما تقع مجموعتان فرعيتان مختلفتان على بعد واحد من كلا طرفي السلسلة الرئيسية من الطرف الأقرب إلى الفرع الذي يبدأ أولا في الهجاء اللاتيني كما يلي :

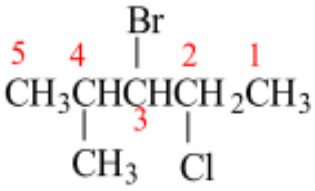


3-Ethyl-5-Methylheptane

إذا وجدت بدائل أخرى على السلسلة الأم غير مجموعات الألكيل مجاميع البدائل (المجموعة) على تلك السلسلة يتم ترتيبها عن طريقة الحروف الأبجدية . ويوضح الجدول التالي أسماء لبعض البدائل المجموعة) غير الالكيلية:

F:	Fluoro	NO_2 :	Nitro
Cl :	Chloro	NH_2:	Amino
Br :	Bromo	CN :	Cyano
I :	Iodo		

مثال :



3-Bromo-2-chloro-4-methylpentane

الخواص الفيزيائية للألكانات Physical Properties:

الألكانات مركبات غير قطبية nonpolar ، تتميز بانخفاض درجات غليانها مقارنة بالمواد العضوية الأخرى ، فالألكانات من C_1 إلى C_4 غازات عند درجات الحرارة العادية ، أما الألكانات من C_5 إلى C_{17} فتكون سائلة ، بينما نجد أن الألكانات التي يزيد عدد ذرات الكربون فيها على ١٨ تكون في الحالة الصلبة . أما فيما يتعلق في الذائبية ، فإن الألكانات لا تذوب في الماء ، ولكنها تذوب في المذيبات غير القطبية ، كالبنزين والإيثر ورابع كلوريد الكربون حسب القاعدة العامة في الذائبية التي تنص على أن (المثل يذيب المثل) والألكانات اقل كثافة من الماء ، إذ تطفو الألكانات السائلة على سطح الماء عند محاولة مزجها .

الخواص الكيميائية للألكانات Chemical Properties:

تعد الألكانات مواد خاملة كيميائيا ، لذلك يطلق عليها أحيانا لفظ البرافينات للدلالة على خمولها الكيميائي أما تفاعلاتها الرئيسية فهي :

١- الاحتراق combustion :

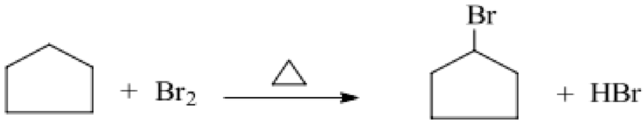
تتفاعل الألكانات شانها في ذلك شان معظم المركبات العضوية – مع كمية كافية من الأكسجين لإعطاء ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء . إضافة إلى كمية من الطاقة .

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + \text{طاقة}$$

٢- الهلجنة Halogenation :

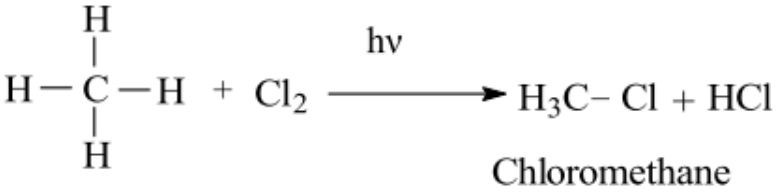
تتفاعل الألكانات (والالكانات الحلقية) مع الكلور Cl_2 والبروم Br_2 بوجود أشعة الشمس ، أو بالتسخين لإعطاء هاليدات الألكيل ، إذ تستبدل واحدة أو أكثر من ذرات الهيدروجين في الألكان بكلور أو بروم ، كما في الأمثلة التالية :

مثال (١) :

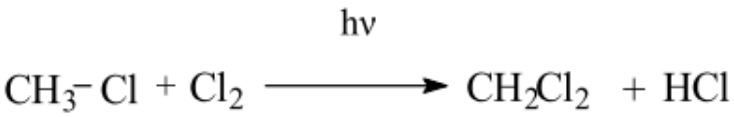


Bromocyclopentane

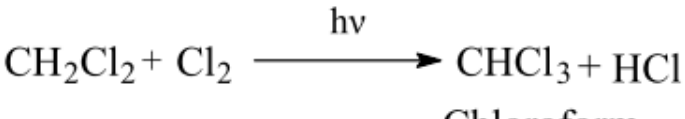
مثال (٢) :



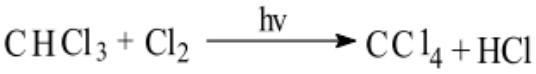
Chloromethane



Dicarbomethane



Chloroform

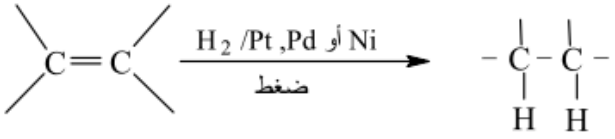


Carbontetrachloride

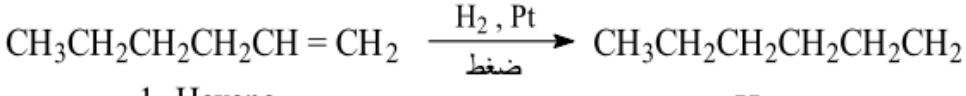
ومن الصعب الحصول عليها في صورة نقية بالطريقة السابقة وذلك لتقارب درجة غليانها ، ولكن يمكن الحصول على مثل هذه المركبات وعلى درجة كبيرة من النقاوة بطرق كيميائية مختلفة أهمها :

أ. اختزال (هدرجة) الألكينات .

يمكن اختزال الألكينات بواسطة الهيدروجين في وجود عامل مساعد مثل البلاتين أو النيكل أو البلاديوم لتعطي الكانات .



Alkene Alkane



1- Hexene n- Hexane

ب. تفاعل جرينارد :

يتفاعل معدن الماغنسيوم مع هاليدات الألكيل ، في وجود الإيثر الجاف كمذيب ، ليعطي مركبات تسمى كواشف جرينارد Grignard reagents . تعتبر هذه من أهم الكواشف المفيدة في التفاعلات العضوية .

$$R\text{-}X + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} RMgX$$

Alkyl halide → Alkyl magnesium halide

يتفاعل ذلك المركب القطبي مع الماء أو أي مركب يحمل ذرة هيدروجين حمضية مثل الكحولات ليعطي الألكان المقابل .

$$R\text{-}MgX + H_2O \longrightarrow RH + Mg(OH)X$$

Alkane

$$RMgX + CH_3OH \longrightarrow RH + Mg(OCH_3)X$$

Alkane

$$CH_3CH_2CH(Br)CH_3 + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2CH(MgBr)CH_3$$

$$CH_3CH_2CH(MgBr)CH_3 \xrightarrow{H_2O} Mg(OH)Br + CH_3CH_2CH_2CH_3$$

ج. تفاعل فورتز:

يتفاعل معدن الصوديوم مع هاليد الألكيل ليعطي الكانات متماثلة متناظرة .

$$2R - X + 2\,Na \longrightarrow R - R + 2\,NaX$$

Alkane

$$2\,CH_3\,CH_2\,Cl + 2\,Na \longrightarrow CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_3$$

د. استخدام مركبات النحاس والليثيوم :

في هذه الطريقة يمكن الحصول على الألكانات من جراء اتحاد سلسلتين الكيليتين متماثلين أو مختلفين وذلك بتفاعل هاليد الألكيل مع ليثيوم ثنائي الكيل النحاس ، Lithium dialkyl copper (R_2CuLi) كما يتضح من خلال التفاعلات التالية :

$$(CH_3\,CH_2)_2\,CuLi + CH_3\,CH_2\,CH_2\,Br \longrightarrow$$

$$CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CH_3 + CH_3\,CH_2\,Cu + LiBr$$

هذا ويحضر ليثيوم ثنائي الكيل النحاس وفقا للمعادلة التالية :

$$CH_3\,CH_2\,Cl + Li \longrightarrow CH_3\,CH_2\,Li$$

$$2\,CH_3\,CH_2\,Li + CuI \longrightarrow (CH_3\,CH_2)_2\,CuLi + LiI$$

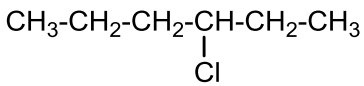
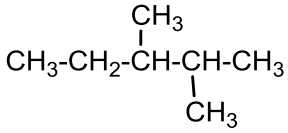
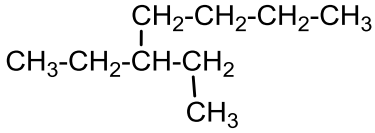
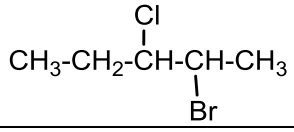
مصادر الألكانات وطرق تحضيرها:

يعد البترول والغاز الطبيعي المصدرين الرئيسين للألكانات ، والهيدروكربونات بشكل عام . إذ يشكل الميثان أكثر من ٨٠٪من الغاز الطبيعي ، أما المكونات الأخرى فهي الإيثان والبروبان والبيوتان . أما البترول فهو مزيج معقد من مواد عضوية مختلفة ، وتشكل الهيدروكربونات معظمها .

ويتم فصل مكونات البترول عن بعضها عن طريق عملية التكرير Refining . إلا أن الألكانات العليا يصعب ذلك .

أسئلة حول الفصل:

س1/ أعط اسماً نظامياً مناسباً للمركبات التالية:

compounds	Names
	
	
	
	

س2/ أعط التركيب البنائي للمركبات التالية:

a) 2,3-dimethylbutane
b) 2-bromo-2-methyloctane
c) 2,2-dibromo-3-bromohexane
d) 2-chloro-3-methyl-2-pentane