



جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
MANARA UNIVERSITY

2

الهيدروكربونات الأليفاتية المشبعة  
Saturated Aliphatic Hydrocarbonic

- 1- مقدمة Introduction
- 2- التسمية Nomenclature
- 3- مجاميع الألكيل (R). Alkylgroups (R)
- 4- المصادر الطبيعية للألكانات The Sources of Alkanes
- 5- الخواص الفيزيائية Physical Properties
- 6- التشكيلات الفراغية للألكانات Conformations of Alkanes
- 7- تحضير الألكانات Preparation of Alkanes
- 8- الخواص الكيميائية Chemical Properties
- 9- استعمالات الألكانات

جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
MANARA UNIVERSITY

## الهيدروكربونات الأليفاتية المشبعة Saturated Aliphatic Hydrocarbonic

### 1- مقدمة Introduction

تتكون الألكانات من الكربون والهيدروجين فقط، وتحتوي على روابط بسيطة من نوع  $\sigma$  بين كربون - كربون، ويكون التهجين من النوع  $sp^3 - sp^3$ ، وكربون - هيدروجين، ونوع التهجين  $sp^3 - s$ . وتكون هذه المركبات إما على شكل سلسلة مستقيمة أو متفرعة، ويرمز لها بالصيغة العامة  $C_nH_{2n+2}$ ، حيث تأخذ  $n$  أرقاماً صحيحة ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ). ويطلق على هذه المركبات أيضاً اسم البارافينات (Paraffins)، وهي مشتقة من اللاتينية، وتعني قليلة الفعالية. وتصنف هذه المركبات إلى صنفين أساسيين:

1. هيدروكربونات أليفاتية Aliphatic Hydrocarbons.

2. هيدروكربونات حلقيّة CycloAliphatic Hydrocarbons.

عندما تقع جميع ذرات الكربون على استقامة، يطلق على الهيدروكربونات الأليفاتية اسم الألكانات النظامية أو السلسلية، أما إذا حوت على سلاسل متفرعة، فيطلق عليها اسم الألكانات متفرعة السلسلية (branched).

### 2- التسمية Nomenclature

#### 1-2 تسمية الألكانات النظامية (غير المتفرعة)

الطريقة النظامية الشائعة: تستعمل هذه الطريقة للألكانات الأولى، خاصة الخمسة الأولى، ويطلق على الألكان ذي السلسلة المستقيمة بكلمة **طبيعي (normal: n)**، مثل  $n$  - بوتان. أما بدءاً من  $C_5$  فما فوق، فتسعى باستخدام الأعداد اليونانية كما هو وارد في الجدول، مثل:

$CH_4$	$CH_3CH_3$	$CH_3CH_2CH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
methane	ethane	propane	butane
م ي تان	إ ي تان	ب ر و ب ان	ب و ت ان

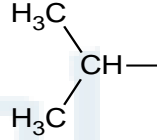
C <sub>n</sub>	الاسم العربي	الاسم اللاتيني	الصيغة المجملة	الصيغة المنشورة
1	ميثان	Methane	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
2	إيثان	Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>
3	بروبان	Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
4	بوتان	Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
5	بينتان	Pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
6	هكسان	Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
7	هبتان	Heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
8	أكتان	Octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
9	نونان	Nonane	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
10	ديكان	Decane	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>

الألكانات مستقيمة السلسلة

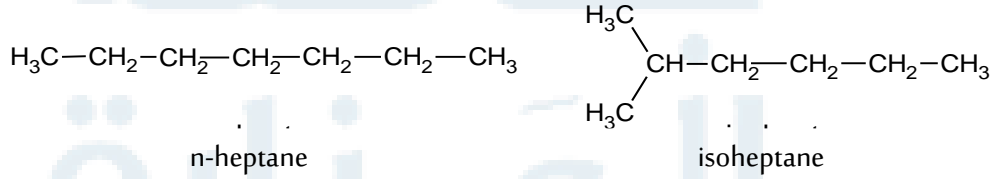
## 2-2 تسمية الألكانات المتفرعة

تُستخدم طريقتان لتسمية المركبات الأليفاتية المتفرعة، هما:

**الطريقة الشائعة:** يمكن أن يتفرع الألكان بأشكال مختلفة، وتستخدم بعض المصطلحات لتسمية الألكانات المتفرعة تبعاً لهذه الأشكال، فمثلاً إذا بدأ الألكان بالمجموعة الآتية:

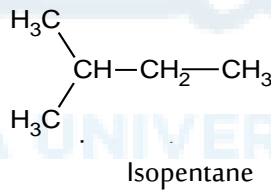


يُضاف لفظة **إيزو (iso)** إلى اسم الألكان، مثال ذلك:



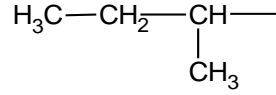
ن-هبتان

إيزوهبتان



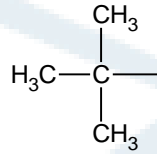
إيزوبنتان

أما إذا بدأ الألكان بالمجموعة الآتية:

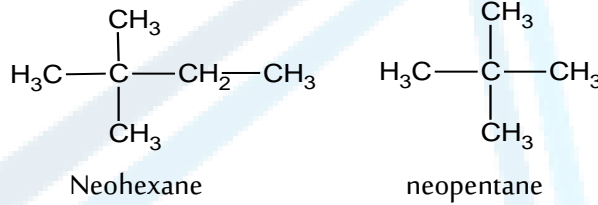


فيضاف إلى اسم الألكان النظامي الموافق لفظة **ثانوي (Secondary: S)**

عندما يبدأ الألكان بالمجموعة الآتية:



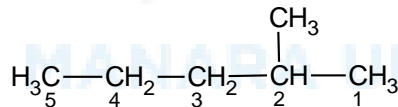
يضاف إلى اسم الألكان النظامي لفظة **نيو (Neo)**، مثال ذلك:



**التسمية العلمية (IUPAC):** نظرا لكثرة، وتعدد الألكانات المختلفة، إذ لا يمكن استخدام الطريقة الشائعة في التسمية، اعتمد نظام التسمية العلمي والدولي من قبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية عام 1831، ومختصره IUPAC، ليشمل جميع أصناف المواد العضوية، وليس للألكانات فقط. وتتم التسمية وفق الطريقة باستخدام القواعد الآتية:

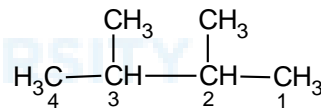
- يتم اختيار أطول سلسلة مستمرة لذرات الكربون الموجودة في الجزيء، ويعطى لها اسم الألكان المقابل الذي يعد الاسم الأم.
- يجرى ترقيم السلسلة الأم من الطرف الأقرب إلى الفرع، أي من الجهة التي تعطي فروع (مجاميع معوضة) أقل، أصغر الأرقام.
- يعين موقع كل مجموعة أو جذر برقم ذرة الكربون المرتبطة به.
- تفصل الأرقام عن المجاميع المعوضة بخطوط صغيرة (-).
- إذا تكرر وجود المجموعة المعوضة نفسها مرتين أو أكثر في الألكان، فعدد هذه المجاميع يوضع بالمقطع: **ثنائي (di)**، **ثلاثي (tri)**، **رباعي (tetra)**، وهكذا...

للتوضيح، نذكر الأمثلة الآتية:



2-methylpentane

2-ميثيل البننتان (إيزو هكسان)

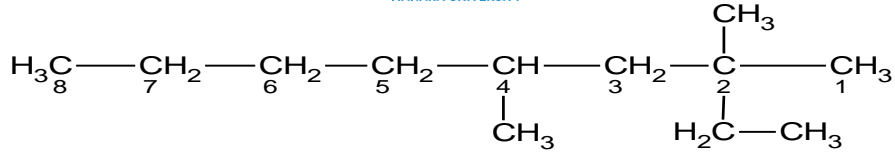


2,3-dimethylbutane

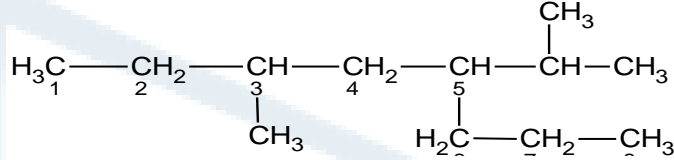
2,3-ثنائي ميثيل البوتان



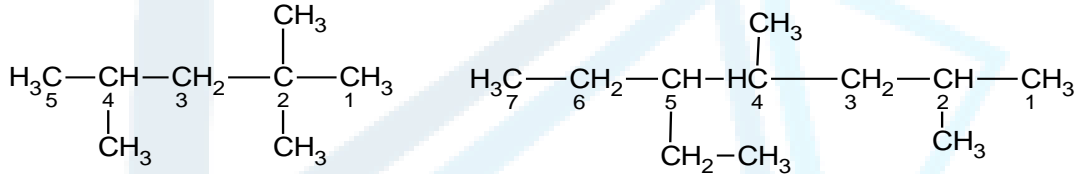
جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY



3,3,5-trimethylnonane نونان ميثيل ثلاثي 5,3,3



3-methyl-5-isopropyloctane اوكتان 3-ميثيل-5-ايذوبروبيل



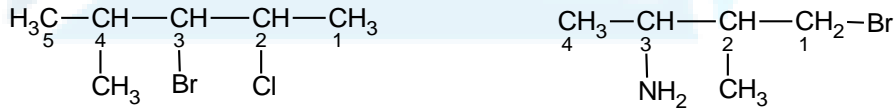
2,2,4-trimethylpentane

3-ميثيل-4,2,2-ثلاثي ميثيل بنتان

5-ethyl-2,4-dimethylheptane

5-ايتيل-4,2-ثنائي ميثيل هبتان

وفي حالة المتبادلات الأخرى، مثل NO<sub>2</sub>، Cl، وBr، نذكر الأمثلة الآتية:



3-bromo-2-chloro-4-methylpentane

3-برمو-2-كلور-4-ميثيل بنتان

3-amino-1-bromo-2-methylbutane

3-امينو-1-برمو-2-ميثيل بوتان

### 3- مجاميع الألكيل (R). Alkylgroups (R)

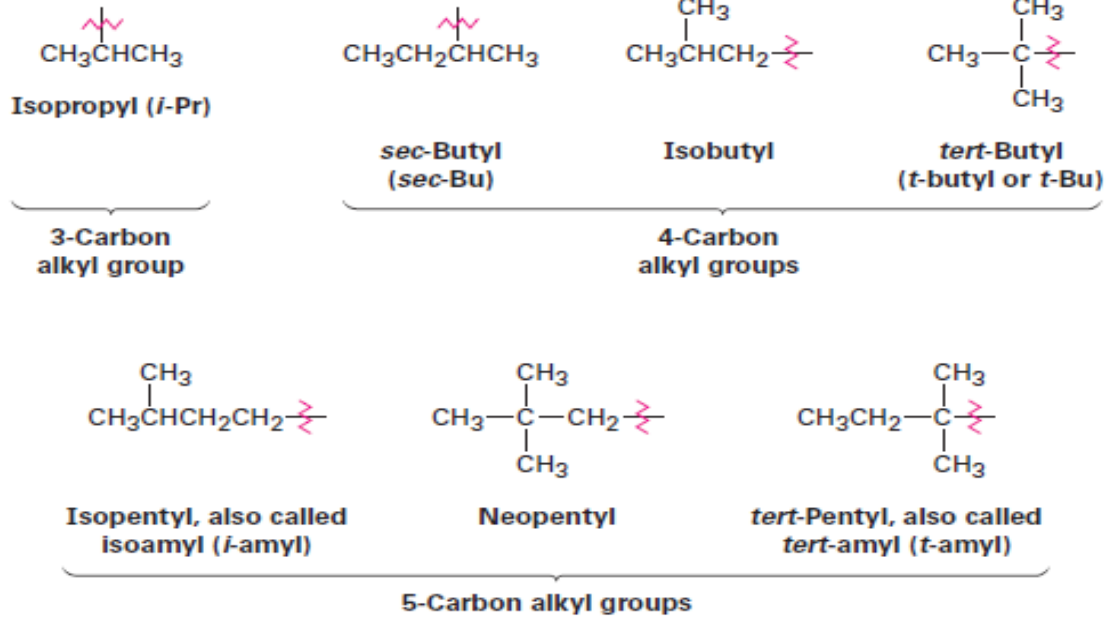
عند فقدان الألكان ذرة هيدروجين يسمى الجزء المتبقي بمجموعة ألكيل، مع تبديل اسم الألكان إلى

ألكيل (alkane → alkyl)، وتصبح الصيغة العامة في هذه الحالة بالشكل C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>، ونعرض بعض

المجاميع الألكيلية:



جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
MANARA UNIVERSITY



#### 4- المصادر الطبيعية للألكانات The Sources of Alkanes

يعد الغاز الطبيعي، والبتترول المصدرين الرئيسين للألكانات. يفصل الغاز الطبيعي عن سائل النفط الخام، إذ يبقى هذا السائل الأسود المخضر، الذي يمثل خليطا من مختلف الفحوم الهيدروجينية، وتجرى عليه العديد من عمليات الاستخلاص، والتقطير، وغيرها للحصول على نواتج مختلفة كما هو وارد في الجدول التالي:

جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
MANARA UNIVERSITY

ألكان	ألكيل	اسم المجموعة
CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> -	ميثيل
CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -	إيثيل
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	n- بروبييل
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	n- بوتيل
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	إيزوبوتيل
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	بوتيل ثالثي

### Physical Properties الخصائص الفيزيائية-

الألكانات مركبات عديمة اللون والرائحة عندما تكون نقية، وهي شديدة الاشتعال، تزداد درجة انصهارها، وجليانها بازدياد عدد ذرات الكربون في السلسلة. تعد الألكانات مركبات عديمة الانحلال في الماء، وهي أقل كثافة من الماء، ولكنها تنحل في المحلات العضوية. تكون درجات غليان الألكان المتفرعة أخفض من درجة غليان الألكانات المستقيمة الحاوية على العدد نفسه من ذرات الكربون.

الخواص الفيزيائية لبعض الألكانات (الكثافة عند 25 °C).

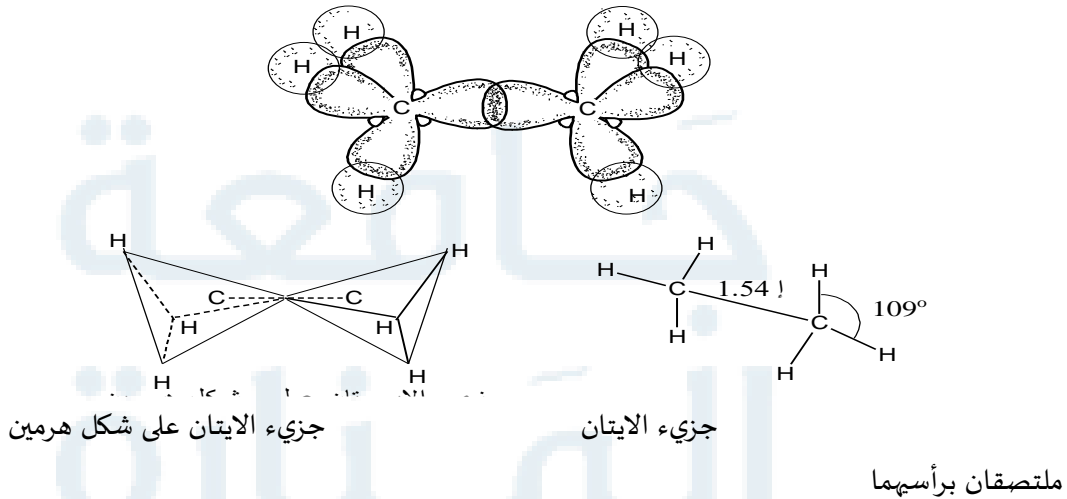
الاسم	المركب	درجة الانصهار mp (°C)	درجة الغليان bp (°C)	الكثافة d (g/mL)
ميثان	CH <sub>4</sub>	- 183	- 182	-
إيثان	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	- 172	- 88.5	-
بروبان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	- 175	- 42	-
n- بوتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	- 138	0.0	-
n- بنتان	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	- 130	36	0.626
n- هكسان	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	- 95	69	0.659

n - هبتان	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	- 90	68	0.684
n - أوكتان	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	- 57	126	0.703
إيزوبوتان	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$	- 159	- 12	-
إيزو بنتان	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	- 160	28	0.620
نيوبنتان	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	- 17	9.5	-
إيزوهكسان	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	- 154	60	0.654

### 6-التشكيلات الفراغية للأكانات Conformations of Alkanes

بينت الدراسات التجريبية أن الذرات ترتبط بروابط أحادية تتميز بقدرتها على الدوران بحرية، وغير مقيدة تقريبا. وهذا ينتج عددا لا حصر له من التشكيلات الفراغية للذرات التي تسمى بالمماكبات. وهي أشكال فراغية مختلفة تعتمد على زاوية الدوران لمجموعة واحدة بالنسبة للمجموعات الأخرى في الجزيء. ولتوضيح هذه الظاهرة ندرس التمثيل الفراغي للإيتان والبيوتان.

طالما يوجد في المركبين رابطة أحادية C - C، فيمكن أن يأخذ أوضاع فراغية عدة نتيجة للدوران الحر حول الرابط الأحادية C - C. يوضح الشكل التالي الصيغة العامة للإيتان  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$  الناتجة من التحام ذرتي كربون رباعيتي الوجوه ( $sp^3$ ).



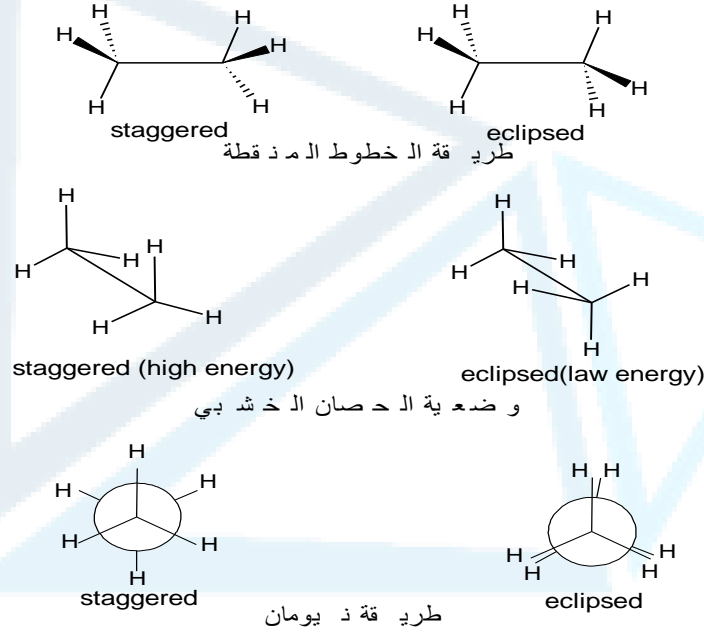
البنية الهندسية لجزيء الإيتان.

يمكن للإيتان أن يأخذ أوضاعا (تشكيلات) فراغية مختلفة يمكن فصلها عن بعضها بعضا. وهي تحتاج إلى جزء بسيط من الطاقة للتحويل من وضع إلى آخر، وذلك لأنها في حالة دوران مستمر. وأهم هذه الأوضاع (التمماكبات)، التماكب (المتعاقب staggered)، والتماكب (المنكسف eclipsed). ويعد التماكب المتعاقب أكثر ثباتا، والأكثر وجودا. تمثل التماكبات المذكورة بعدة طرق، أهمها: طريقة الحصان الخشي (sawhorse)،



وإسقاط نيومن (Newman). ففي الحصان الخشي ينظر إلى الجزيء من الأمام بحيث نتصور أن إحدى ذرات الكربون تختفي خلف الأمامية.

كما يمكن أن تمثل بطريقة الخطوط المنقطة، حيث تبين ذرة الكربون الخلفية على شكل خطوط عريضة، في حين أن ذرات الهيدروجين، التي تقع على مستوي الورقة، ترسم على شكل خطوط عادية كما هو موضح في الشكل. وينظر في إسقاط نيومن إلى المستوي من إحدى نهايتي الجزيء على امتداد محور الرابطة C - C.



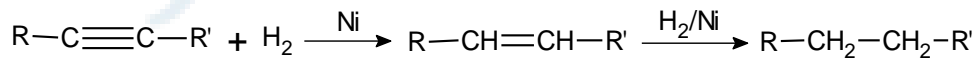
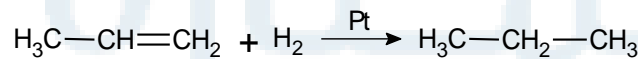
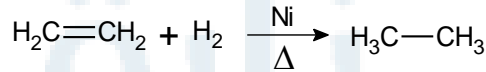
الأوضاع الفراغية المختلفة لجزيء الإيثان.

### 7-تحضير الألكانات Preparation of Alkanes

بالإضافة إلى تحضير الألكانات من النفط الخام، يتم تحضيرها بعمليات مختلفة، نذكر منها:

#### 1. إرجاع الألكانات والألكينات:

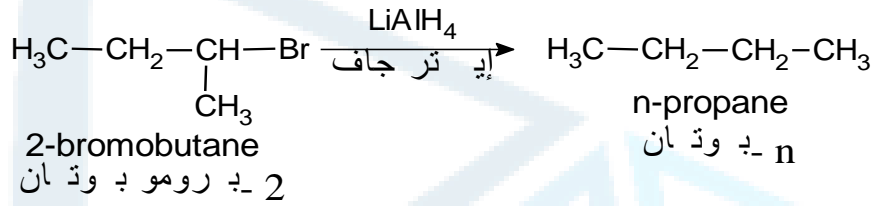
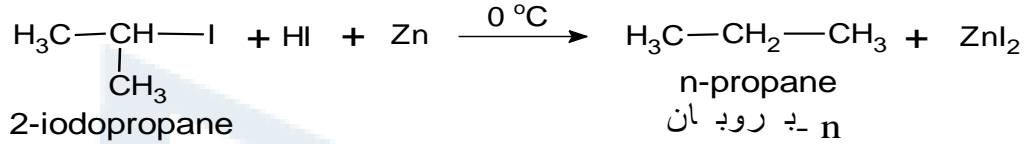
يمكن إضافة الهيدروجين المضغوط إلى الفحم الهيدروجيني غير المشبعة بوجود وسيط معدني من النيكل، أو البلاتين، أو الباديوم لإعطاء الألكان الموافق وفق المعادلات الآتية:



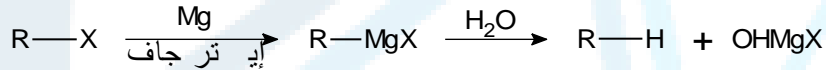
يمكن قياس حجم  $\text{H}_2$  المضاف إلى التفاعل بسهولة، وهذا بدوره يدلنا على عدد الروابط المضاعفة الموجودة في المركب.

#### 2. إرجاع هاليدات الألكيل:

يمكن إرجاع هاليدات الألكيل بوساطة الغازات الفعالة بوجود حمض معدني بحضور مسحوق الزنك، أو بوساطة هيدريد الليثيوم والألمنيوم  $\text{LiAlH}_4$ :

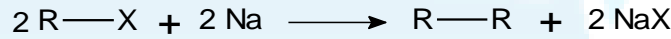


3. التحويل إلى مركبات عضوية مغنيزومية، ثم الحلمية:

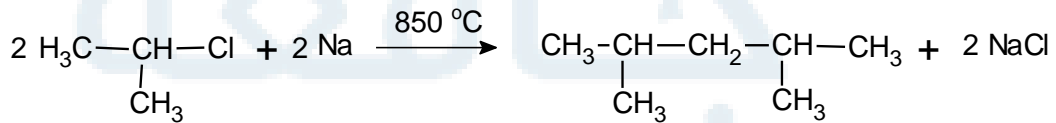


4. تفاعل وارتز (Wurtz Reaction):

يمثل هذا التفاعل تفاعل هاليدات الألكيل مع معدن الصوديوم:



مثال:

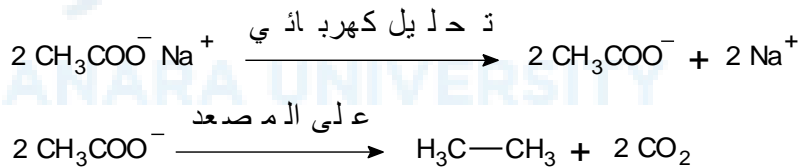


4,2-ثنائي ميتيل بنتان

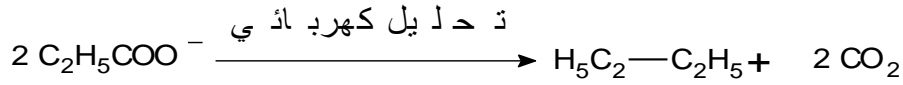
2-كلور البروبان

5. اصطناع كولب (Kolbe synthesis):

يتم هذا الاصطناع بوساطة التحليل الكهربائي لمحلول مركز من خلات الصوديوم:

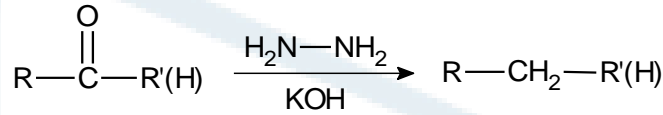


تدعى هذه العملية إزالة  $\text{CO}_2$  من الخلات. مثال آخر:

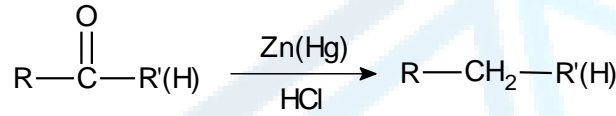


### 6. إرجاع المركبات الكربونيلية (Reduction of carbonyl):

يمكن تحويل الألدهيدات والكيونات إلى الألكان الأم باستخدام الهيدرازين في وسط قلوي، ويعرف هذا التفاعل باسم إرجاع وولف - كيشنر (Wolff-Kishner)



أو بوجود ملحمة الزنك بوسط حمضي، ويطلق على هذه العملية تفاعل كليمنسن:



### 8- الخواص الكيميائية Chemical Properties

تعد الألكانات مركبات كيميائية قليلة الفعالية (خاملة كيميائياً)، وذلك بسبب قوة الرابطة بين C و C-H، ولكونها مركبات غير قطبية. وهي لا تعطي تفاعلات ضم، ولا تدخل في تفاعلات شاردية.

### 1. الاحتراق (الأكسدة):

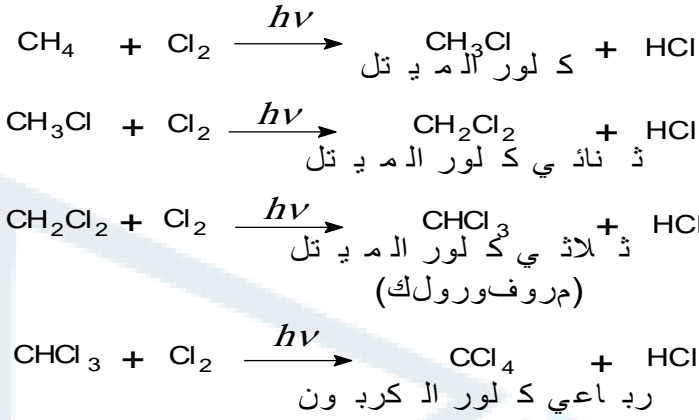
تتحول الألكانات عند الاحتراق إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون، مع انبعاث كمية من الحرارة ( $\Delta H$ )، حيث تنكسر الروابط C-C و C-H:



تكون نواتج الأكسدة مختلفة وذلك تبعاً لنوع الأكسدة أي بحسب درجة الحرارة والوسيط.

### 2. الهلجنة Halogenation:

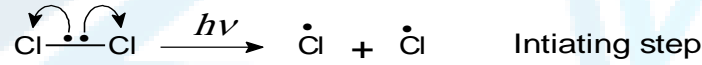
تختلف الهالوجينات  $X_2$  ( $\text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$ ) في قابليتها للدخول في هلجنة الألكانات، إذ يؤدي فعل الفلور  $\text{F}_2$  إلى تخريب الألكان، وتحطيم الرابطة C-C، والرابطة C-H، أما اليود، فإن تفاعله مع اليود بطيء جداً. في حين أن الكلور والبروم يتفاعلان مع الألكانات بوجود الضوء أو الأشعة فوق البنفسجية (UV) وفق تفاعل سلسلي جذري يتألف من ثلاثة مراحل. لنأخذ على سبيل المثال كلورة الميتان بوجود الضوء:



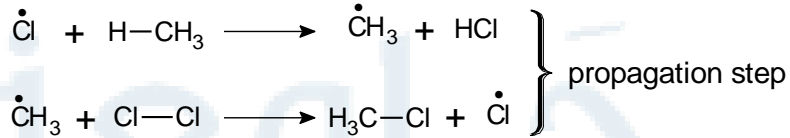
### آلية التفاعل Mechanism reaction:

إن هذا النوع من التفاعلات يسمى تفاعل الاستبدال الجذري، وهو تفاعل سلسلي يتكون من ثلاثة مراحل رئيسية، هي:

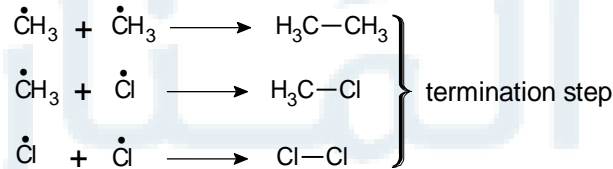
1. **مرحلة البدء:** يتم شطر جزيء الكلور إلى ذرتين حرتين، تحل كل منها إلكترون (جذر حر) بواسطة الضوء أو الأشعة:



2. **مرحلة نمو السلسلة (أو الانتشار)،** إذ يهاجم الجذر الحر  $\text{Cl}^\bullet$  جزيء الميثان، ويشكل جذر ألكيل حر لا يلبث أن يتفاعل مع جزيء الكلور:



3. **مرحلة الانتهاء (التوقف):** وهي المرحلة التي تتحد فيها الجذور مع بعضها لتكون نواتج ثانوية:



### 3. النتجة Nitration:

يقود التأثير المباشر لحمض الآزوت الممدد أو لأكاسيد الآزوت في الألكانات في درجات حرارة مرتفعة إلى مشتقات النترو، ويتم خلال هذا التفاعل تحطيم للرابطة C-C في الألكان، والحصول على مشتقات النترو الموافق، مثال ذلك:



3. الفورم ألدهيد HCHO الذي يستخدم معقما، وفي عمليات التحنيط.

يستخدم غاز الميثان للحصول على أسود الكربون الذي يدخل في صناعة حبر المطابع. كما يستخدم البروبان، والبوتان مع الميثان المضغوط في أسطوانات فولاذية وقودا في المنازل. مع الإشارة إلى أن البوتان لا يصلح للاستخدام وحده كوقود في المناطق الباردة لأن درجة غليانه 0.5 درجة مئوية.

يستعمل زيت البارافين (liquid paraffin)، الذي يتألف من مزيج من الهيدروكربونات النقية والمشبعة التي يتراوح ذرات الكربون بين  $C_{18}$  و  $C_{24}$ ، ويكون قوامه لزجا، وتتراوح كثافته بين 0.865 و 0.890، استعمالا واسعا ملينا (lubricant)، ومسهلا (laxative)، وذلك في معالجة الإمساك، وخصوصا في حالة اليواسير، واضطرابات المستقيم، وهو لا يمتص في الأنبوب الهضمي، ويعمل على سوق الفضلات إلى الخارج، كما ظهر أيضا أن استعماله سواغا لبعض القطرات الأنفية لمدة طويلة، يؤدي إلى تخرشات موضعية.

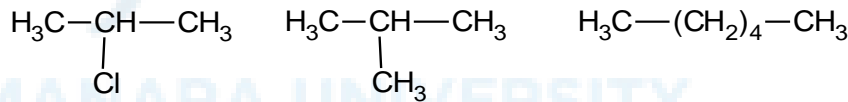
يتمتع البوتان، والبروبان بتأثير مخدر خفيف، يزداد بارتفاع الوزن الجزيئي حتى الهبتان النظامي، إلا أن ذلك يترافق بزيادة السمية، ثم يبدأ التأثير المخدر بالانخفاض سريعا بدءا من الهبتان. لم تجد هذه المركبات مجالا في الدوائية لاستعماله كمخدرات، ولا يجري على الألكانات في العضوية أية تغيرات، ويتم طرحها عادة دون تعديل في بنيتها الكيميائية.

أما الغازولين (Vaseline)، فهو مزيج نصف صلب للهيدروكربونات المشبعة، ويتألف من مزيج من البارافينات ذات السلسلة التشعبية والمستقيمة، بالإضافة إلى نسب من الهيدروكربونات الحلقية. اكتشف الغازولين في عام 1871، ثم استعمل بعد ذلك بوقت قصير في أمريكا كأساس للمراهم، وهو يمتلك بالمقارنة مع أسس المراهم الأخرى على قدرة ثبات عالية تتجلى بعدم تخربه، إلا أنه لا يمتص من الجلد، ولذا يقتصر استعماله على الحالات التي يراد فيها الحصول على تأثير موضعي.

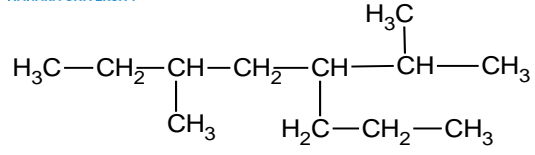
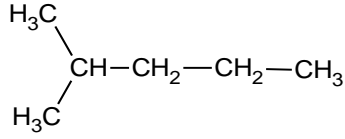
### أسئلة وتمارين

1. اكتب تراكيب نظائر المركب الآتي:  $C_5H_{12}$  (3 إيزوميرات).

2. سم كلا من المركبات الآتية (الاسم الشائع):



3. سم كلا من المركبات الآتية حسب IUPAC:



4. اكتب معادلات تحضير نظامي البوتان من:

(a) بروميد نظامي بوتيل

(b) بروميد ثانوي بوتيل

(c) كلوريد الإيثيل

5. اذكر أسماء مجموعات الألكيل المشتقة من المركبات العضوية الآتية:

البروبان، نظامي البوتان، البنتان، إيزو بنتان