الكيمياء العضوية

دحضت نظرية القوة الحيوية بواسطة العالم فريدريك فولر حيث ركب مادة اليوريا $CO(NH_2)_2$ ، من مواد غير عضوية.

$$AgNCO + NH_4Cl \rightarrow CO(NH_2)_2 + AgCl$$

الكيمياء العضوية : علم الكيمياء الذي يهتم بدراسة المركبات التي تحتوي علي عنصر الكربون.

علل : تسمية الكربون "عنصر الحضارة" أو العنصر الأساسي للحياة علي الأرض.

بسبب أهمية هذا العنصر في عملية البناء الضوئي

علل : صنفت المركبات العضوية إلي فئات تجمعها قواسم مشتركة.

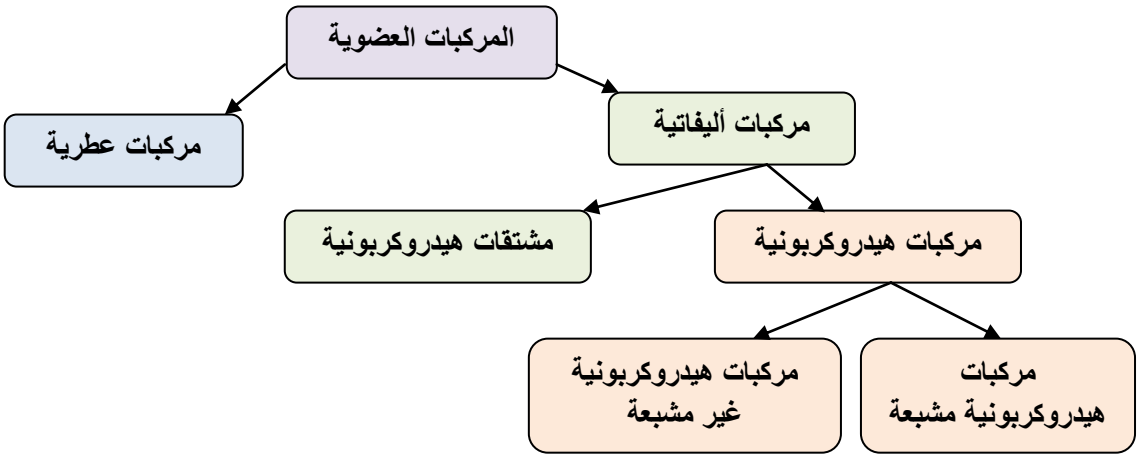
نظرا لكثرة المركبات العضوية وتسهيلا لتسميتها و دراسة خواصها الفيزيائية و الكيميائية ،

و قد اعتمدت عملية التصنيف اعتمادا كبيرا علي **البناء الجزيئي للمركبات** و علي **المجموعات الوظيفية** التي تشكل جزءا من المركب العضوي.

المركبات العضوية: هي المركبات التي تحتوي علي عنصر الكربون ، ما عدا بعض الإستثناءات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكرون اللذان يعتبران مركبين غير عضويين رغم احتوائهما علي الكربون

علل : وفرة المركبات العضوية (كثرة عدد المركبات العضوية)

بسبب قدرة الكربون المميزة علي الترابط أي إقامة روابط الكربون – كربون ليكون سلاسل طويلة و حلقات)



يمكن تقسيم المركبات العضوية إلي أليفاتية و عطرية.

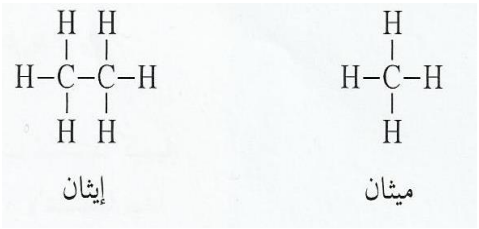
المركبات الأليفاتية : تنقسم المركبات الأليفاتية إلي مركبات هيدروكربونية و مشتقات هيدروكربونية

(أ) المركبات الهيدروكربونية

هي مركبات عضوية تحتوي علي الكربون و الهيدروجين فقط

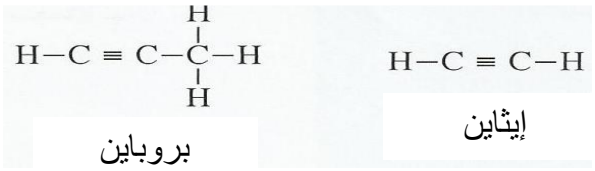
المركبات الهيدروكربونية المشبعة

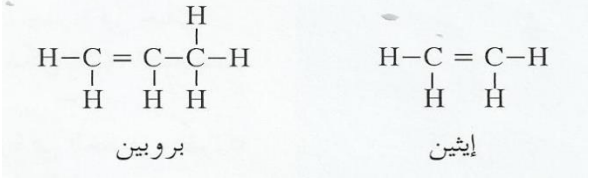
هي مركبات جميع الروابط بين ذرات الكربون فيها روابط تساهمية أحادية



المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة

هي مركبات تحتوي ، علي الأقل ، علي رابطة تساهمية ثنائية واحدة بين ذرتي كربون أو، علي الأقل ، على رابطة تساهمية ثلاثية واحدة بين ذرتى كربون





(ب) المشتقات الهيدروكربونية

هي مركبات تحتوي علي الكربون و الهيدروجين و عناصر أخري مثل الهالوجينات ، الأكسجين ، النيتروجين إلخ

المركبات العطرية

يرجع المصطلح العطري إلي البنزين C_6H_6 و المركبات المشابهه لحلقة البنزين في الصيغة التركيبية و السلوك الكيميائي

الصيغ الكيميائية في الكيمياء العضوية اربعة أنواع

الصيغة الأولية - الصيغة الجزيئية - الصيغة التركيبية - الصيغة التركيبية المكثفة

الصيغة الأولية : هي الصيغة التي تعبر عن عدد ذرات المركب بأصغر رقم صحيح

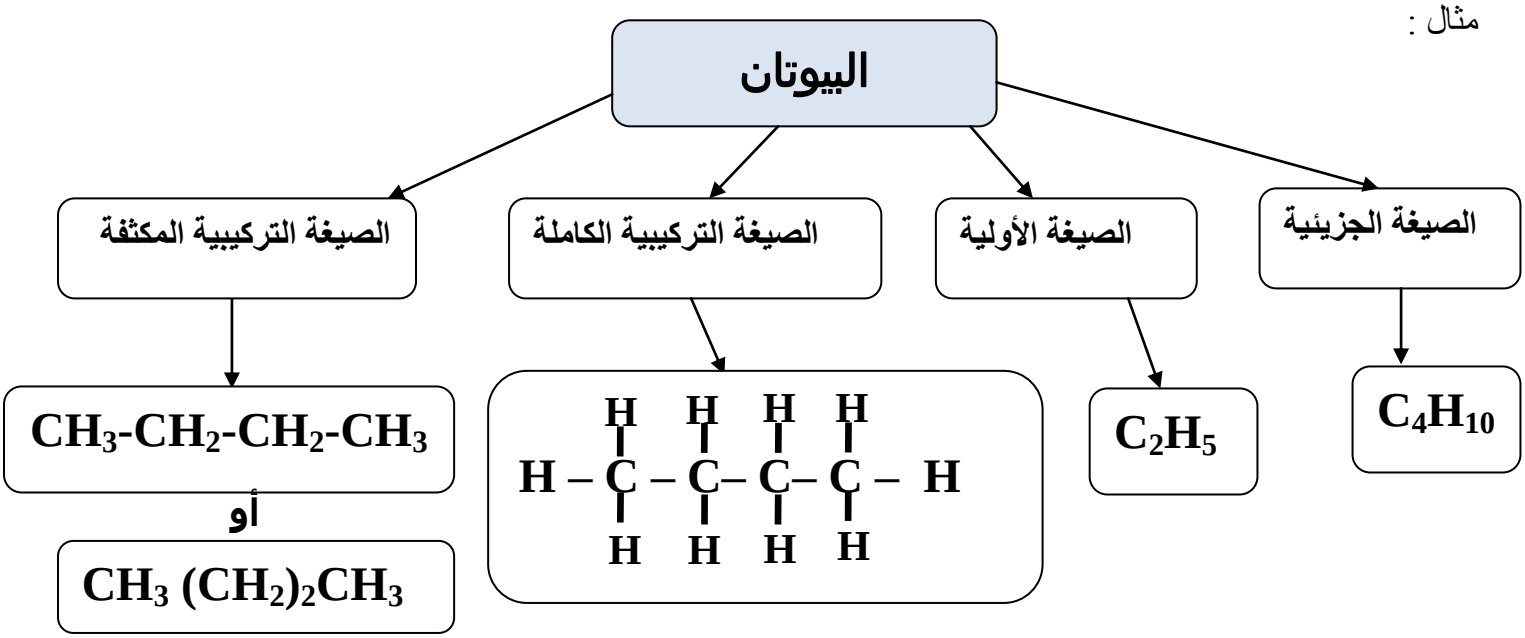
الصيغة الجزيئية : هي الصيغة الواقعية او الحقيقية للمركب التي تمثل مكونات جزئ المركب.

الصيغتان التركيبية والتركيبية المكثفة : تعبران عن ترتيب وارتباط ذرات العناصر الداخلة في تركيب المركب الكيميائي

توضح الصيغة التركيبية الكاملة جميع الذرات و الروابط في الجزئ

الصيغة التركيبية المكثفة لا تظهر بعض الروابط الموجودة ضمنيا

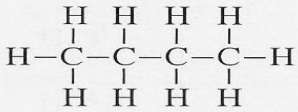
مثال :



الصيغة الجزيئية = الصيغة الأوّلية × مضاعف

اي من الأمثلة التالية صيغ اولية وأيها صيغ جزيئية ؟

(أ) C_6H_6 (ب) CH_2O (جـ) C_3H_8 (د) $C_6H_{12}O_6$

الصيغة الجزيئية	C_4H_{10}
الصيغة التركيبية الكاملة	
صيغة تركيبيّة مكثّفة لا تظهر فيها روابط C — H رغم تواجدها	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
صيغة تركيبية مكثّفة لا تظهر فيها روابط C — C و C — H بالتفصيل رغم تواجدها	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
صيغة تركيبية مكثّفة توضّح جميع الروابط كالتالي: • توضّح الأقواس تكرار وحدة CH_2 المسمّاة الميثيلين . • يوضّح العدد المكتوب أسفل القوس الأيمن عدد وحدات الميثيلين المتكرّرة .	$CH_3(CH_2)_2CH_3$ وحدات ميثيلين رقم أسفل القوس

الهيدروكربونات

تقسم الهيدروكربونات إلي هيدروكربونات أليفاتية وهيدروكربونات عطرية

الهيدروكربونات المشبعة (الألكانات) : هي أبسط أنواع الهيدروكربونات وتحتوي علي روابط تسماهية أحادية فقط بين ذرات الكربون و الصيغة العامة لها C_nH_{2n+2} .

مجموعة الالكيل: هي مجموعة قادرة علي تكوين رابطة تساهمية احادية واحدة و صيغتها العامة C_nH_{2n+1} ،

وهي الجزء المتبقي من الألكان بعد حذف ذرة هيدروجين واحدة منه

الألكانات مستقيمة السلسلة : تحتوي الألكانات مستقيمة السلسله باستثناء الميثان، علي سلاسل من ذرات الكربون متصلة ببعضها البعض بواسطة روابط تساهمية أحادية. تشكل جميع ذرات الكربون فيها سلسلة واحدة ممتدة.

علل : تعتبر الألكانات مستقيمة السلسله مثالا علي السلاسل المتشابهة التركيب ؟

لأن كل مركب مختلف عن الذي يسبقه بزيادة مجموعة ميثيلين " CH_2 " واحدة فقط

- يستعمل **البروبان** الذي يمكن تمييعة تحت ضغوط مرتفعة **كوقود لمنطاد الهواء الساخن** ويحفظ عادة في اسطوانات.
- يستخدم **البيوتان** في الكثير من **الولاعات** .

الألكانات متفرعة السلسلة : تتكون عند أضافة مجموعة الألكيل البديلة إلي الالكانات مستقيمة السلسلة

الذرة او المجموعة البديلة: هي الذرة أو المجموعة التي يمكن أن تحل محل ذرة الهيدروجين في جزئ الهيدروكربون الأساسي

هناك ثلاث مجموعات ألكيلية بديلة شائعة وهي :

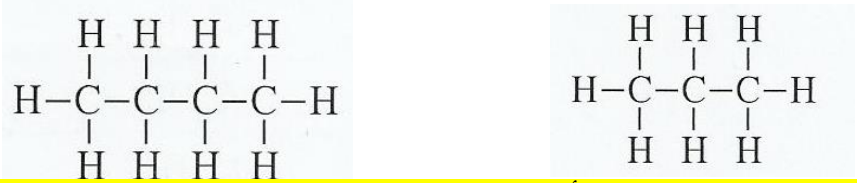
مجموعة الميثيل (CH_3 -) ومجموعة الإيثيل (CH_3CH_2-) ومجموعة البروبيل ($CH_3CH_2CH_2$-)

الصيغة الجزيئية	الصيغة التركيبية المكثّفة	درجة الغليان (°C)
CH_4	CH_4	−161
C_2H_6	CH_3CH_3	−88.5
C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	−42
C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	−0.5
C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	36
C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	68.7
C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	98.5
C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	125.6
C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	150.7
$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	174.1

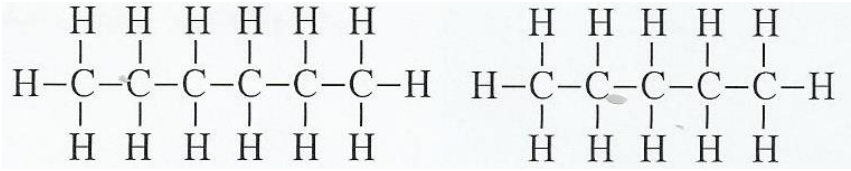
كلما زادت عدد ذرات الكربون (أي زادت الكتلة المولية) زادت درجة الغليان

الاسم	عدد ذرّات الكربون	الصيغة الجزيئية
ميثان	1	CH_4
إيثان	2	C_2H_6
بروبان	3	C_3H_8
بيوتان	4	C_4H_{10}
بنتان	5	C_5H_{12}
هكسان	6	C_6H_{14}
هبتان	7	C_7H_{16}
أوكتان	8	C_8H_{18}
نونان	9	C_9H_{20}
ديكان	10	$C_{10}H_{22}$

ارسم الصيغة التركيبية الكاملة للألكانات مستقيمة السلسله التي تحتوي علي ثلاث و أربع ذرات كربون.



اكتب الصيغة التركيبية الكاملة للألكانات مستقيمة السلسلة التي تحتوي علي خمس و ست ذرات كربون.

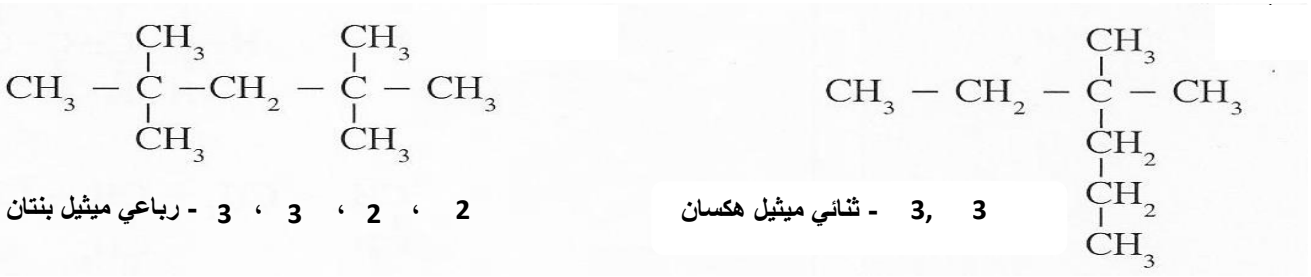


ما عدد الروابط التساهمية الأحادية في جزئ البروبان؟ الحل: ١٠

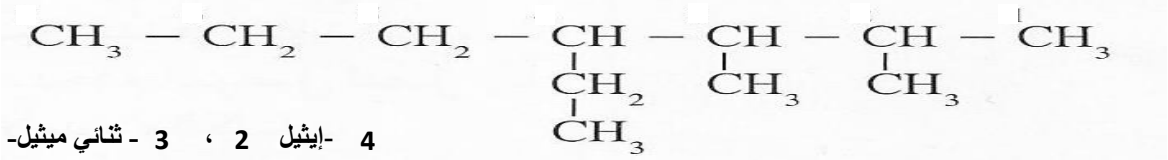
ما عدد الروابط التساهمية الأحادية بين ذرات الكربون في جزيء البروبان ؟ الحل : ٢

قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء النظرية و التطبيقية IUPAC.

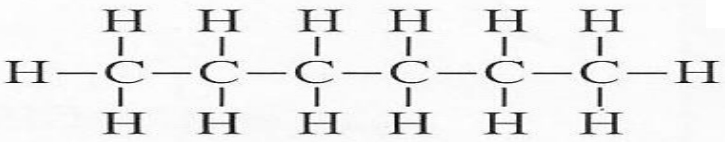
تتألف أسماء الألكانات من قسمين يدل الأول منها اي "ميث" و "إيث" و "بروب" إلخ. علي عدد ذرات الكربون المتواجدة في السلسلة، أما القسم الثاني ، وهو القسم الثابت لكافة أعضاء المجموعة ، فهو المقطع " ان" الذي تم اشتقاقة من اسم المجموعة أي الألكان ، و يضاف إلي نهاية القسم الأول من الاسم



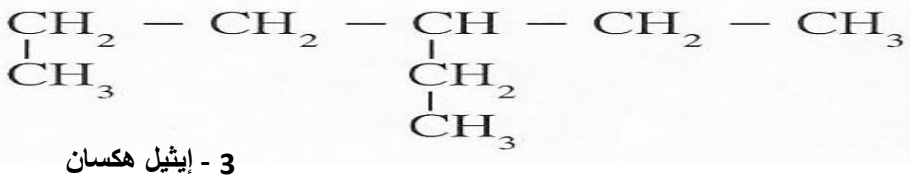
3 ، 3 ، 2 ، 2 - رباعي ميثيل بنتان **3, 3 - ثنائي ميثيل هكسان**



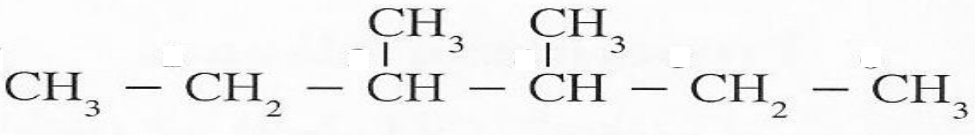
4 -إيثيل 2 ، 3 - ثنائي ميثيل- هبتان



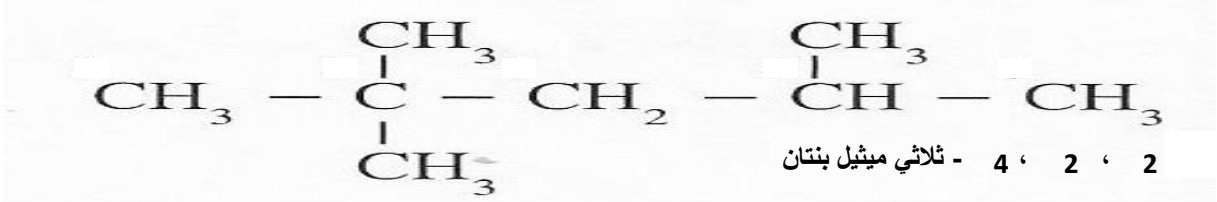
الهكسان



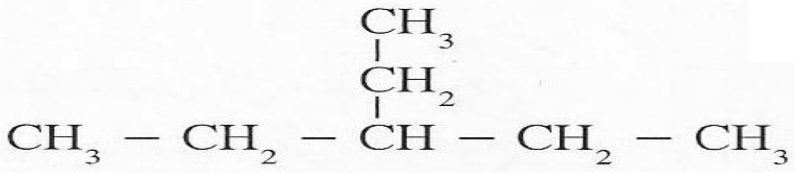
3 - إيثيل هكسان



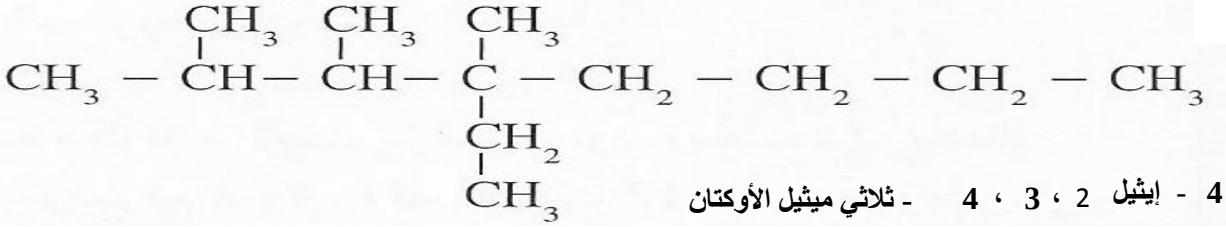
3, 4 - ثنائي ميثيل هكسان



2 ، 2 ، 4 - ثلاثي ميثيل بنتان



3 - إيثيل بنتان



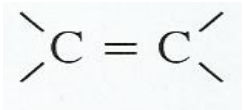
4 - إيثيل 2 ، 3 ، 4 - ثلاثي ميثيل الأوكتان

الهيدروكربونات غير المشبعة

هي كل المركبات العضوية التي تحتوي علي روابط كربون – كربون تساهمية ثنائية أو روابط كربون – كربون تساهمية ثلاثية

علل : سميت الهيدروكربونات الغير مشبعة بهذا الاسم ؟

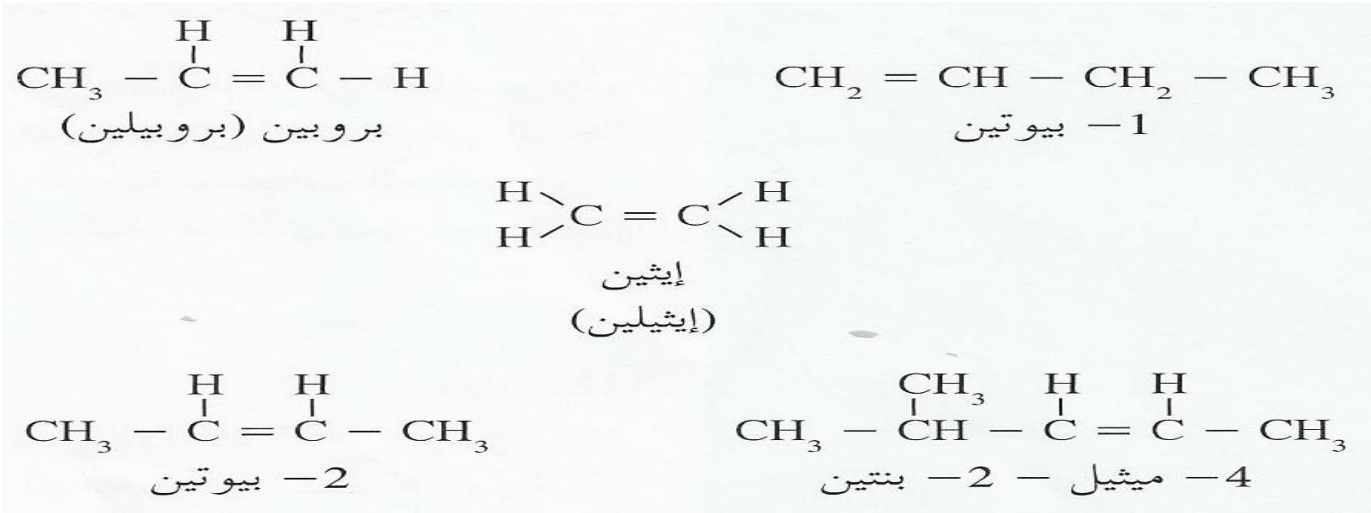
لأنها تحتوي علي عدد أقل من العدد الأقصي لذرات الهيدروجين في صيغها التركيبية نظرا لوجود الروابط الثنائية او الثلاثية. علي عكس الألكانات أو المركبات المشبعة التي تحتوي علي أقصي عدد من ذرات الهيدروجين في صيغها التركيبية



الألكينات

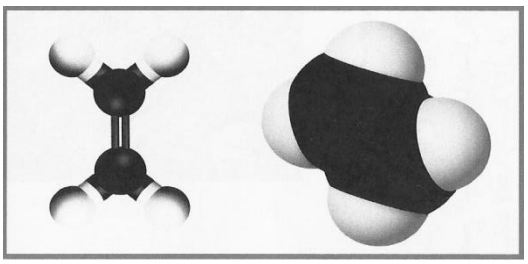
هي الهيدروكربونات التي تحتوي علي روابط كربون – كربون تساهمية ثنائية ، و الصيغة الجزيئية العامة للالكينات هي C_nH_{2n} .

يعتبر **الإيثين** أبسط الألكينات و يحفز نمو النباتات و يعمل علي إنضاج ثمارها.



و يعتبر **الإيثين** و **البروبين** أبسط أنواع الالكينات ، و غالبا ما يستخدم اسماهما القديمان أي **الإيثيلين** و **البروبلين**

تقع ذرات **الإيثين** الست (ذرتان كربون و ٤ ذرات هيدروجين) في مستوي واحد. هل يمكن ان تدور حول الرابطة التساهمية الثنائية؟



<u>لاحظ أن</u> ذرات الهيدروجين الأربع التي تبرز من الرابطة التساهمية الثنائية تقع في مستوي واحد و هي متباعدة بزاوية ١٢٠ بحيث لا يحدث أي دوران حول رابطة كربون – كربون تساهمية ثنائية

الألكاينات

$-C \equiv C-$

هي الهيدروكربونات التي تحتوي علي رابطة كربون – كربون تساهمية ثلاثية ، و صيغتها الجزيئية العامة هي C_nH_{2n-2}

العائلة	الرابطة كربون—كربون	الصيغة العامة	أبسط مركَّب	
			الاسم	الصيغة
الألكانات	جميع روابطها تساهمية أحادية	C_nH_{2n+2} $n \geq 1$	الميثان	CH_4
الألكينات	رابطة تساهمية ثنائية واحدة على الأقلّ	C_nH_{2n} $n \geq 2$	الإيثين (إيثيلين)	C_2H_4
الألكاينات	رابطة تساهمية ثلاثية واحدة على الأقلّ	C_nH_{2n-2} $n \geq 2$	الإيثاين (الاستيلين)	C_2H_2

الإيثاين (الأستيلين) : هو أبسط الألكاينات و أهمها علي الإطلاق وصيغته CH≡CH . هذا المركب هو المادة المستخدمة كوقود في عمليات لحام الفولاذ الذي يعرف بلحام الأكسجين.

علل : الإيثاين جزيئا خطيا

لأن الروابط التساهمية الممتدة من ذرات الكربون الموجودة في رابطة الكربون – كربون التساهمية الثلاثية للإيثاين متباعدة عن بعضها بعضا باقصي زاوية و قدرها ١٨٠°

علل : لا يُحدث وجود الرابطة التساهمية الثنائية او الرابطة التساهمية الثلاثية في الهيدروكربون تغييرا جذريا في خواصة الفيزيائية كدرجة الغليان

لأن قوي التجاذب التي تحدث بين جزيئات الألكانات و الألكينات و الالكاينات هي قوي فان درفالز الضعيفة

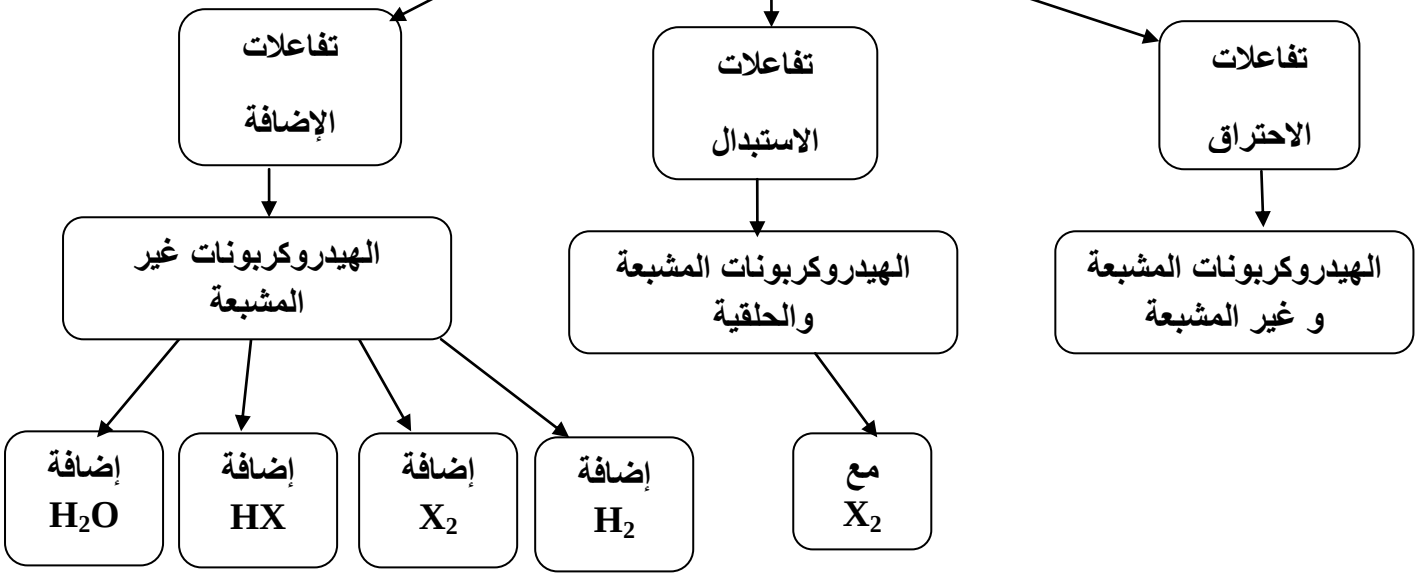
علل : لا تدور ذرات الإيثاين حول الرابطة الثلاثية

لأن الرابطة الثلاثية في الإيثاين صلبة (قوية)

الخواص الفيزيائية للهيدروكربونات

١- جميع الهيدروكربونات تقريبا أقل كثافة من الماء
٢- الهيدروكربونات الغازية أكثر كثافة من الهواء باستثناء الميثان و الإيثاين .
٣- تزداد درجات غليان الهيدروكربونات مع زيادة عدد ذرات الكربون .
٤- تشكل الهيدروكربونان مع الهواء مخاليط سريعة الاشتعال
٥- غير قابلة للامتزاج مع الماء

الخواص الكيميائية للهيدروكربونات



تفاعلات الاحتراق

• ألكان: $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \rightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$

• ألكين: $C_nH_{2n} + \frac{3n}{2} O_2 \rightarrow n\,CO_2 + n\,H_2O$

• ألكاين: $C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2} O_2 \rightarrow n\,CO_2 + (n-1)\,H_2O$

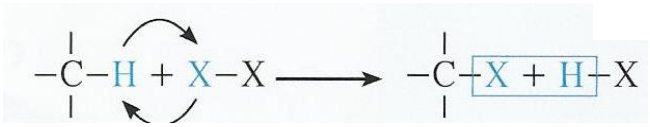
مثال عليها :

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ + طاقة

$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ + طاقة

$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ + طاقة

تفاعلات الاستبدال



مثال عليها تفاعل استبدال الميثان مع الكلور:

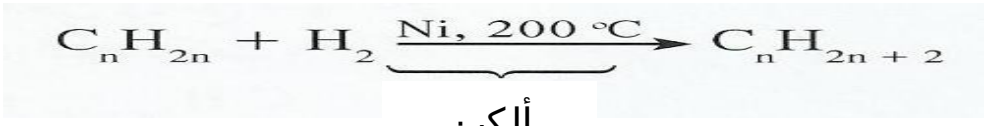
$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$
$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$
$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$$
$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$

تفاعلات الإضافة

إضافة الهيدروجين (H_2):

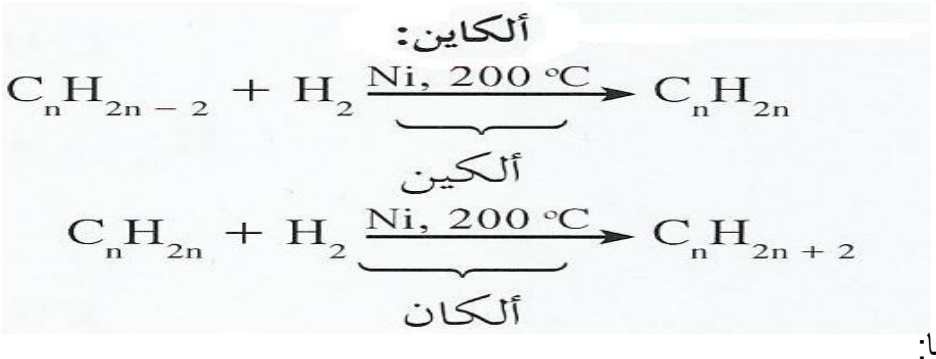
تتم هذه العملية بوجود النيكل (Ni) كمادة محفزة علي درجة حرارة تقارب $200C^{\circ}$ و بحسب المعادلات التالية:

ألكين:



ألكين

ألكاين:



مثال عليها:

$$\begin{cases} CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 200\ ^{\circ}C} CH_2 = CH_2 \\ CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 200\ ^{\circ}C} CH_3 - CH_3 \end{cases}$$

ملاحظة: عند استخدام البالاديوم (Pd) غير المنشط كمادة محفزة تتم إضافة الهيدروجين علي مرحلة واحدة :

$$C_nH_{2n-2} + H_2 \xrightarrow{Pd} C_nH_{2n}$$

إضافة هالوجين X_2 (الكلور Cl_2)

وهي تفاعل ينتج منه تكوين هاليدات الهيدروكربون بحسب المعادلات التالية:

ألكين: $C_nH_{2n} + X_2 \rightarrow C_nH_{2n}X_2$

ألكاين:

$$\begin{cases} C_nH_{2n-2} + X_2 \xrightarrow{PCl_5} C_nH_{2n-2}X_2 \\ C_nH_{2n-2}X_2 + X_2 \xrightarrow{PCl_5} C_nH_{2n-2}X_4 \end{cases}$$

مثال عليها:

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2ClCH_2Cl$$
$$\begin{cases} CH \equiv CH + Cl_2 \xrightarrow{PCl_5} CHCl = CHCl \\ CHCl = CHCl + Cl_2 \xrightarrow{PCl_5} CHCl_2CHCl_2 \end{cases}$$

إضافة هاليد الهيدروجين HX (HCl)

في حالة الألكين، ينتج من هذا التفاعل تكوين مركبات مشبعة أحادية الهالوجين بحسب المعادلة التالية :

$$C_nH_{2n} + HX \rightarrow C_n H_{2n+1} X$$

في حالة الألكاين، يتم هذا التفاعل علي مرحلتين بحسب المعادلتين التاليتين:

$$\begin{cases} C_nH_{2n-2} + HX \rightarrow C_nH_{2n-1} X \\ C_nH_{2n-1}X + HX \rightarrow C_nH_{2n}X_2 \end{cases}$$

مثال عليه:

$$\begin{cases} CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl \\ CH \equiv CH + HCl \rightarrow CH_2 = CHCl \\ CH_2 = CHCl + HCl \rightarrow CH_3CHCl_2 \end{cases}$$

ملاحظة: في حال الألكينات غير المتماثلة يجب تطبيق قاعدة ماركونيكوف

قاعدة ماركونيكوف: عند إضافة حمض HX علي ألكين، يضاف الهيدروجين علي ذرة الكربون الغير مشبعة الأكثر هدرجة و الهاليد إلي الكربون الأقل هدرجة.

$$CH_3 - CH = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - CHCl - CH_3$$

إضافة الماء (H_2O) :

يتم التفاعل بوجود حمض الكبريتيك كمادة محفزة.

في حالة الألكين: ينتج من هذا التفاعل تكوين **الكحولات** بحسب المعادلة التالية :

$$C_nH_{2n} + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} C_nH_{2n+1}OH$$

مثال عليه :

$$CH_2 = CH - CH_3 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - CH_3$$

في حالة الألكاين: ينتج من هذا التفاعل **كيتونات**، باستثناء إضافة **الماء إلي الإيثاين** الذي ينتج منه **الإيثانال (ألدهيد):**

$$C_nH_{2n-2} + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4,\ 80^\circ C} C_nH_{2n}O$$

مثال عليه :

$$CH \equiv CH + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4,\ 80^\circ C} CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - H$$

$$CH_3 - C \equiv C - CH_3 \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4,\ 80^\circ C} CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - CH_2 - CH_3$$

الهيدروكربونات العطرية

علل : يسمى كل من النفط و الغاز الطبيعي الوقود الأحفوري ؟

لأنهما ناتجان من ترسب مكونات عضوية و مجهرية حيوانية و نباتية و دفنها تحت طبقات سميكة من التربة لملايين السنيين

البترول أو النفط الخام : مادة لزجة مكونة من مزيج من الهيدروكربونات المختلفة بات فصلها إلي مشتقات نفطية ممكنا، بواسطة عملية التقطير التجزيئي بسبب اختلاف درجة غليانها.

مايكل فراداي : عالم كيميائي و فيزيائي إنجليزي ، يعود له الفضل في اكتشاف و دراسة البنزين، أبسط هيدروكربون عطري،

فريدريك أوغست كيكولي : عالم أول من وضع فرضية التكوين الحلقي لجزئ البنزين .

من خواص البنزين

١- أنه مستقر كيميائيا
٢- وأقل تفاعلا من الألكينات والألكاينات.
٣- يستعمل كمذيب لكثير من المواد غير القطبية

علل : تم استبدال البنزين بمركبات منها ميثيل البنزين في انتاج المركبات العطرية ؟

بسبب ارتباطه ببعض المشاكل الصحية، من مثل وجع الرأس، الإغماء ، الأمراض السرطانية ، إلخ ،تم استبداله ببدائل أقل سمية منها ميثيل البنزين.

الهيدروكربونات الحلقية : هي المركبات الهيدروكربونية التي يتصل طرفا سلسلة الكربون لتشكل حلقة.

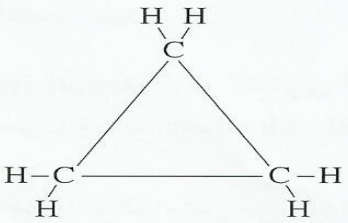
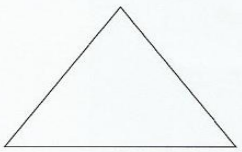
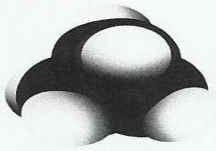
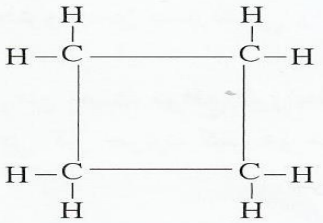
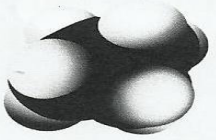
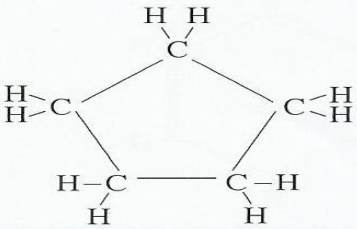
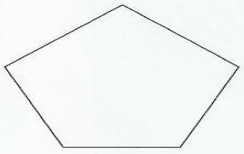
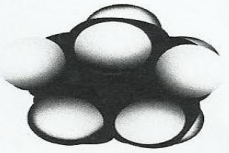
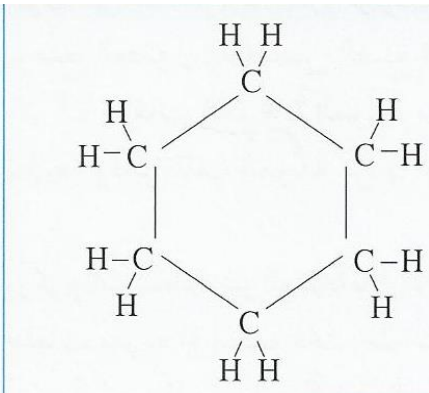
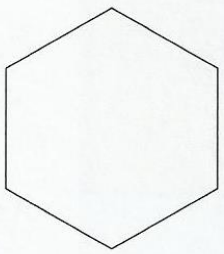
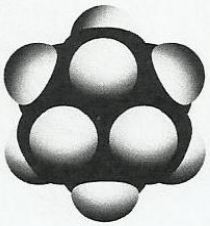
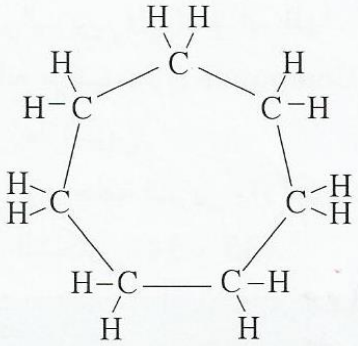
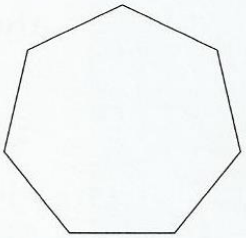
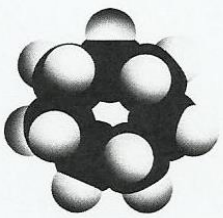
الأرينات : هي المجموعة الخاصة من الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة وتحتوي هذه المركبات علي حلقات مفردة أو مجموعات حلقات.

علل : كانت تسمي الأرينات (التولوين ، أنيلين) قديما بالمركبات العطرية

لأن لأغلبها روائح جميلة

يستخدم، في الوقت الحالي، مصطلح **مركب عطري لوصف أي مادة يشبه الترابط فيها ترابط البنزين**.

وهنالك اختلاف فيزيائي و كيميائي بين حلقة البنزين و الألكانات الحلقية

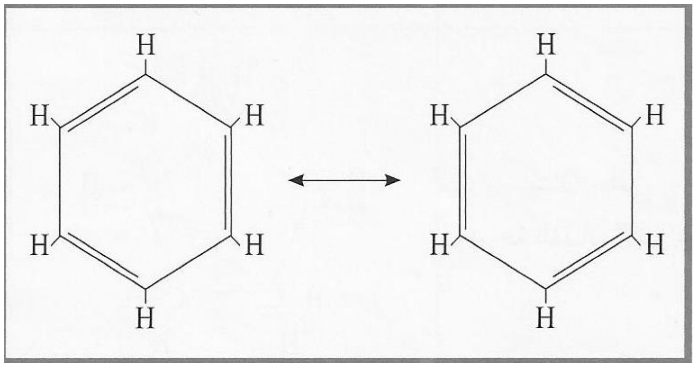
بروبان حلقي (درجة الغليان −34.4 °C)			
بيوتان حلقي (درجة الغليان −13 °C)			
بنتان حلقي (درجة الغليان 49.5 °C)			
هكسان حلقي (درجة الغليان 81.4 °C)			
هبتان حلقي (درجة الغليان 118 °C)			

العالم روبيرت روبنسون : هو أول من اصطلح الرمز الدائري للعطرية

العالمان موريسون وبويد : هما من أشاعا استخدام الرمز الدائري للعطرية .

جزئ البنزين : عبارة عن حلقة سداسية. و كل رأس من رؤوس سداسي الأضلاع عبارة عن ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين ، و هذا التركيب من شأنه أن يبقي لكل ذرة كربون إلكترون حر يشارك في رابطة تساهمية ثنائية.

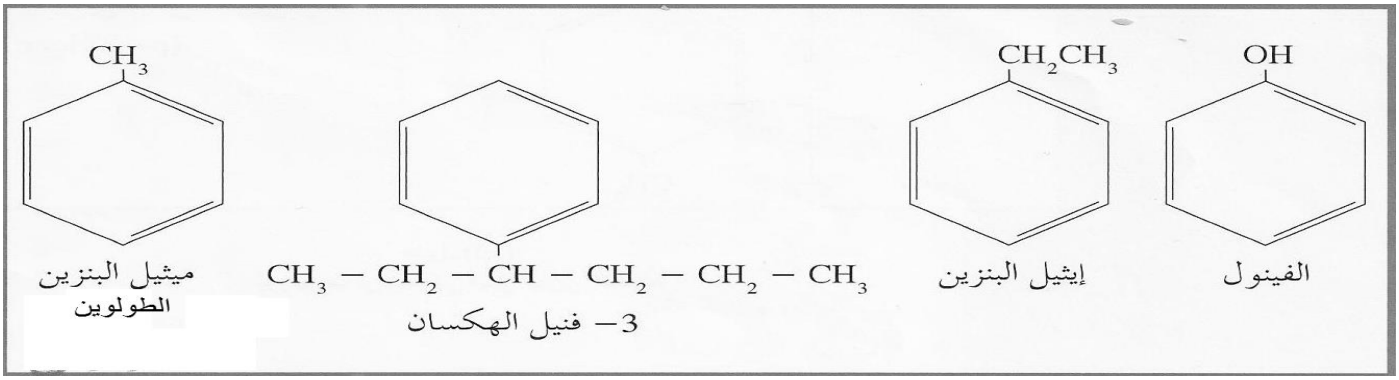
يمكن رسم البنزين بصيغتين مختلفتين من حيث مواقع الروابط التساهمية الثنائية و الروابط التساهمية الأحادية في كل جزئ كما يلي :



يمثل هذان الشكلان التركيبان الحالتين المتضادتين للمشاركة الإلكترونية بين كل ذرتي كربون متجاورتين. ففي حين يوضح أحد التركيبين وجود رابطة تساهمية أحادية ما بين ذرتي كربون يوضح التركيب الاخر وجود رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتي الكربون نفسيهما.

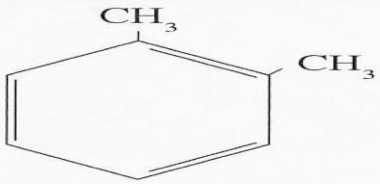
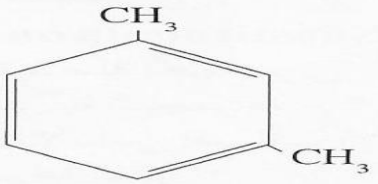
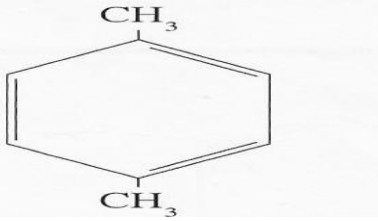
الرنين : هو ما يحدث عندما يمثل جزئ ما بتركيبين صحصحين و متساويين أو أكثر

مشتقات البنزين : هي المركبات التي تحتوي علي مجموعات بديلة متصلة بحلقة بنزين

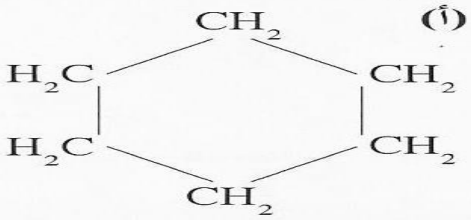


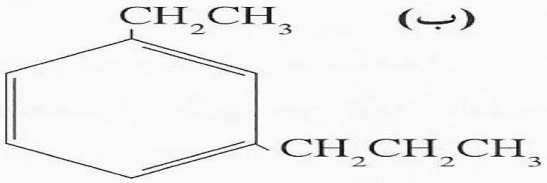
ثنائية المجموعات البديلة في البنزين : هو حلول مجموعتين بديلتين محل الهيدروجين في البنزين

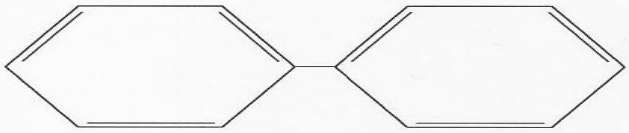
تسمية مشتقات البنزين

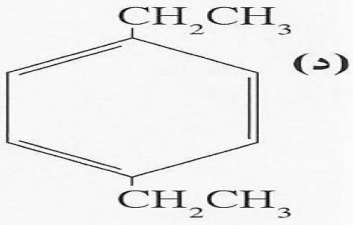
اسم المركّب	الصيغة التركيبية	درجة الغليان (°C)
1 ، 2 — ثنائي ميثيل البنزين أو أورثو ثنائي ميثيل البنزين (o—Xylene)		144
1 ، 3 — ثنائي ميثيل البنزين أو ميتا ثنائي ميثيل البنزين (m—Xylene)		139
1 ، 4 — ثنائي ميثيل البنزين أو بارا ثنائي ميثيل البنزين (p—Xylene)		138

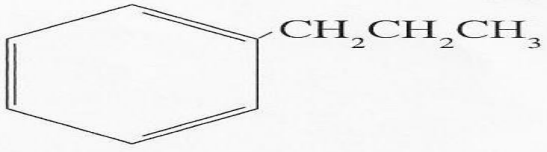
1. سمّ المركّبات التالية .

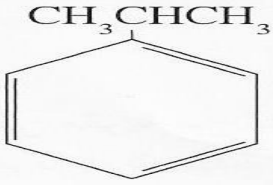
(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

(هـ) 

(و) 

أ) هكسان حلقي

ب) ميتا إيثيل بروبيل بنزين (١- إيثيل ، ٣- بروبيل بنزين)

ج) فينيل بنزين (ثنائي الفينيل)

د) بارا ثنائي إيثيل بنزين (١،٤- ثنائي إيثيل بنزين)

هـ)١- فينيل بروبان

و) ٢- فينيل بروبان