المركبات العضوية : المركبات التي تحتوي على الكربون ، عدا أكاسيد الكربون ، الكربيدات والكربونات التي لا تعد مركبات عضوية

فريدريك فوهلر : أول من حضر مركب عضوي في المختبر ، حضر اليوريا من تفاعل مادتيت غير عضويتين و هما سيانات الرصاص و هيدروكسيد الأمونيوم :

$$Pb(OCN)_2 + 2NH_4OH \rightarrow 2H_2N{-}CO{-}NH_2 + Pb(OH)_2$$

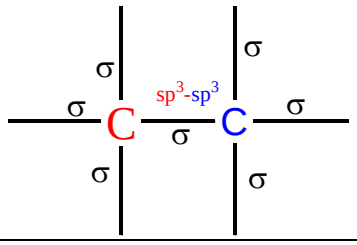
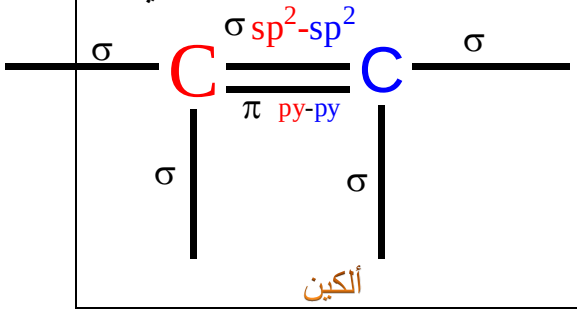
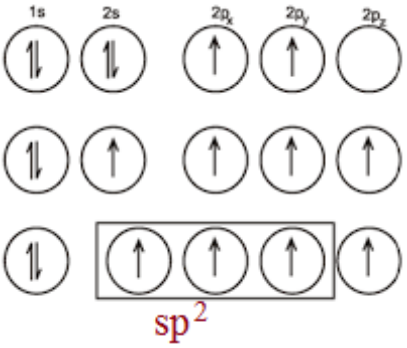
دحض فكرة القوة الحيوية التي تقول أن المركبات العضوية لا يمكن تحضيرها خارج جسم الكائن الحي

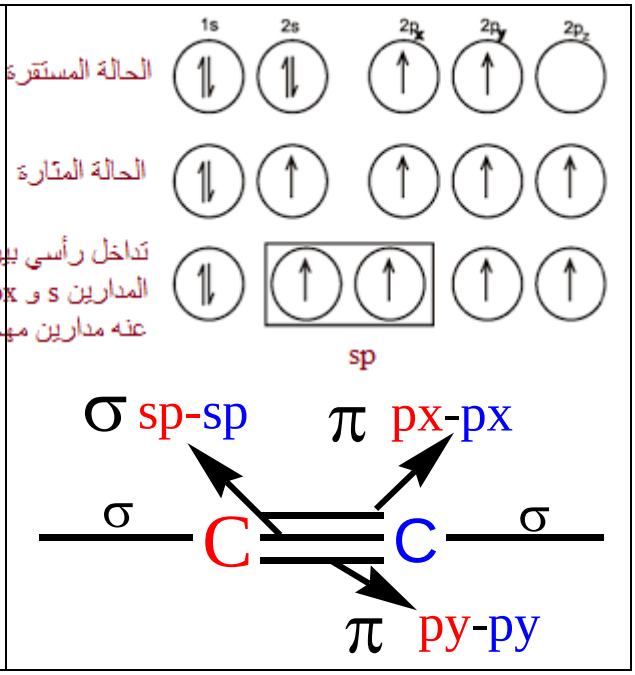
كيمياء الكربون :

يقع الكربون في المجموعة 14 وله توزيع إلكتروني $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ ، وجود أربع إلكترونات تكافؤ يجعله يكون 4 روابط تساهمية مع الهيدروجين أو الذرات القريبة منه في الجدول الدوري ، الهالوجينات ، الأكسجين والكبريت ، النيتروجين ويكون بها مجموعات وظيفية

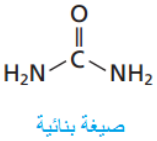
ويكون روابط مع ذرات كربون أخرى لتتكون سلاسل تتراوح أطوالها من ذرتين إلى آلاف الذرات من الكربون ، وأيضا يكون تراكيب حلقية

تهجين مدارات الكربون

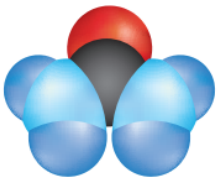
المدارات المهجنة في sp^3 مهيأة لاستقبال إلكترون في كل مدار بذلك تكون 4 روابط أحادية σ الشكل الهندسي رباعي الأوجه ألكان  	
تداخل s مع المدارين px , pz الناتج 3 مدارات مهجنة sp^2 تكون روابط سيجما والمدار غير المهجن يكون رابطة باي  ألكين	

المدارين المهجنين sp مستعدة لاستقبال الكترونات من ذرة كربون أخرى لتكون رابطة أحادية σ ، المدارين غير المهجنين py , px كل منهما يكون رابطة π مع ذرة كربون مجاور أو أي ذرة أخرى الشكل خطي ألكاين	

46. يبين الشكل **29–6** نموذجين لليوريا، وهو جزيء حضّره فريدريك فوهلر لأول مرة عام 1828م.



صيغة بنائية



نموذج فراغي

a. حدّد نوع كل من النموذجين.

b. هل اليوريا مركب عضوي أم غير عضوي؟ فسر إجابتك.

مركب عضوي لأنه يحتوي كربون وجميع مركبات الكربون عضوية عدا أكاسيد الكربون ، الكربيدات ، الكربونات

تمثيل الجزيئات :

الصيغة الجزيئية : تمثل العدد الفعلي للذرات بغض النظر عن كيفية ارتباطها وترتيبها

الصيغة البنائية : تمثل الترتيب للذرات في الجزيء وارتباطاتها مع بعض

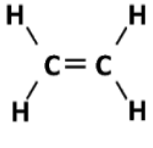
نماذج فراغية (ثلاثية الأبعاد) وهي :

١- **نموذج العصا والكرة** : يوضح الشكل الهندسي ومقدار الزوايا في الجزي وهي تمثيل لنظرية (VSEPR)

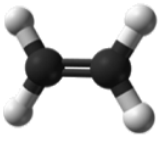
٢- **النموذج الفراغي :** يمثل الشكل الواقعي للجزيء لكن لا يبين نوع الروابط

C_2H_4

الصيغة الجزيئية للإيثين



الصيغة البنائية



نموذج الكرة والعصا

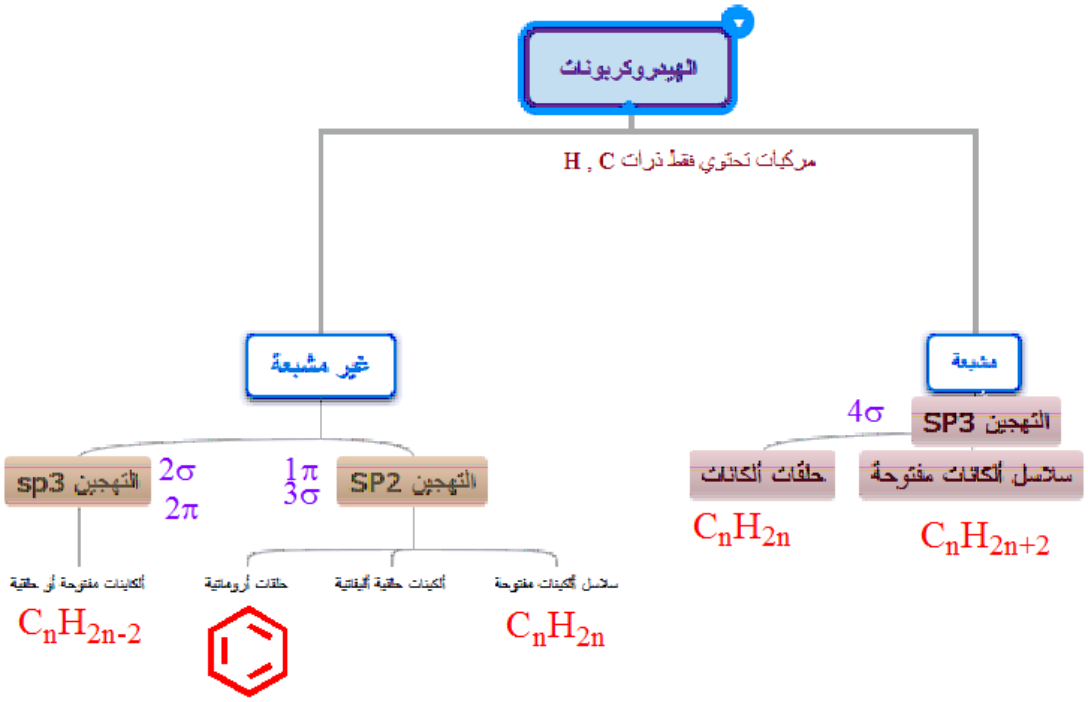
النموذج الفراغي

45. ما عدد الإلكترونات المشـتركة بـين ذرتي الكربون في كل من روابط الكربون الآتية؟

a. رابطة أحادية 2

b. رابطة ثنائية 4

c. رابطة ثلاثية 6



أهم مصادر الهيدروكربونات :

١- **البترول :** خليط معقد سائل لزج يحتوي على أكثر من ألف مركب يتم فصلها في مراحل متسلسلة

٢- **الغاز الطبيعي :** مكون بشكل أساسي من غاز الميثان وكميات ضئيلة من هيدروكربونات لا تزيد عن 5 ذرات كربون

الألكانات

تحتوي فقط روابط تساهمية أحادية

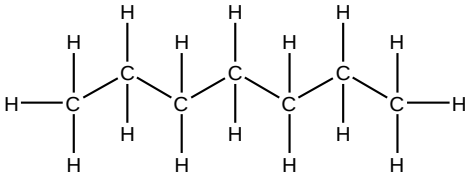
- الصيغة العامة للسلاسل المفتوحة C_nH_{2n+2} وللحلقات C_nH_{2n}

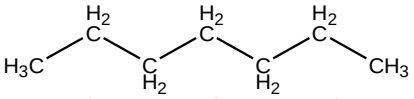
✓ الميثان CH_4 أبسط الألكانات ، يتخذ وقود للمنازل ومختبرات العلوم وهو المكون الرئيسي للغاز الطبيعي وموجود في مناجم الفحم ، غاز المستنقعات وفي الهواء الجوي بنسبة قليلة لكن مؤخرا ارتفعت نسبته فتسبب بظاهرة الاحتباس الحراري

- ✓ البروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10} ، يستخدمان وقود للطبخ بصورة مسالة يسمى الغاز النفطي المسال LPG ، يفضل استخدامه بدلا من الميثان \
- ✓ يستخدم البيوتان في المشاعل والقداحة وفي تصنيع المطاط الصناعي
- ✓ الهكسان الحلقي : مزيل للدهان (مذيب غير قطبي) ومصدر لاستخلاص الزيوت العطرية

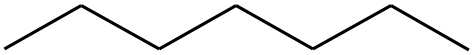
طريقة كتابة صيغ الألكانات

- الصيغة الجزيئية : الهبتان C_7H_{16}
- الصيغة البنائية:
- الصيغة البنائية : لها عدة صور





تحذف الخطوط بين الهيدروجين والمربون



تحذف ذرات الهيدروجين والكربون حيث
كل زاوية تمثل CH_2 والطرفين يمثلان CH_3

صيغة بنائية مكثفة

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

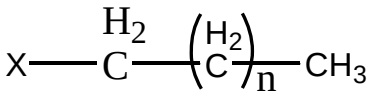
أو

$CH_3(CH_2)_5CH_3$

جذور الألكيل C_nH_{2n+1}

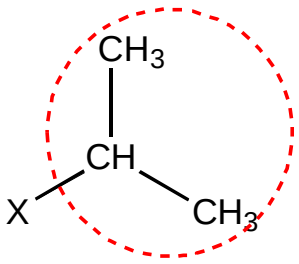
ألكان استبدل أحد ذرات الهيدروجين فيه بسلسلة أخرى أو بمجموعة وظيفية أخرى
تسمية الجذور الألكيلية بالطريقة الشائعة
حسب عدد مجموعات CH_3 المتصلة بذرة كربون طرفية

١- السلاسل الغير متفرعة تسمى باسم الألكان كما هو وقد يضاف كلمة عادي n



X = H, n-alkane
X not H , alkyl

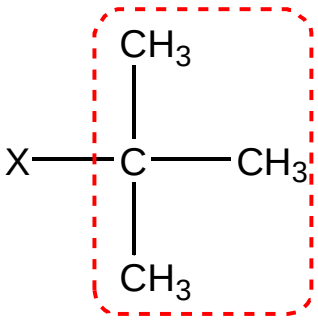
٢- إذا ارتبطت الكربون الطرفية بمجموعتي ميثيل CH_3 يسبق بكلمة آيزو ISO



iso alkyl
iso alkane

٣- إذا ارتبطت الكربون الطرفية بثلاث مجموعات ميثيل CH3 يسبق بكلمة نيو

إذا كان X ذرة هيدروجين يسمى نيو ألكان ، إذا كان ذرة أخرى يسمى نيوبيوتيل أو tert.butyl



neo , tert

الألكانات المتفرعة تتكون من جزأين :

السلسلة الرئيسية : أطول سلسلة كربونية

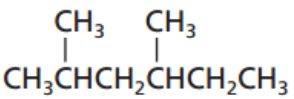
المجموعات البديلة: التفرعات الجانبية للسلسلة الطويلة

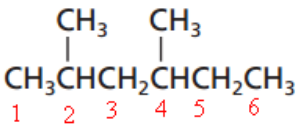
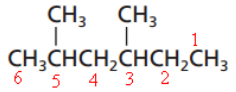
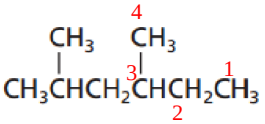
التسمية النظامية IUPAC للألكانات المتفرعة

١- اختر أطول سلسلة كربون لتكون السلسلة الرئيسية
٢- رقم السلسلة بحيث تأخذ التفرعات أصغر رقم ممكن
٣- إذا تكرر جذر ألكيل من نفس النوع أكثر من مرة فتسبق بالكلمات التالية لتدل على عددها

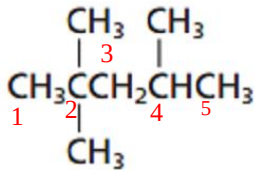
ثنائي	ثلاثي	رباعي	خماسي	سداسي
Di	tri	tetra	penta	hexa

مثال

a. 

٢,٤ – ثنائي ميثيل هكسان  2,4-dimethyl hexane	 هذا الترقيم خاطئ لأن التفرعات يمكن أن تأخذ أرقام أصغر  خطأ ، لم ترقم أطول سلسلة

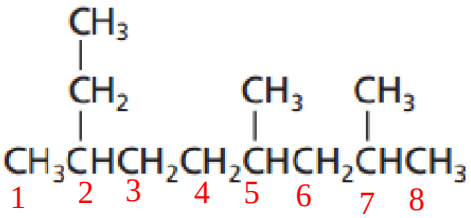
٤- إذا وجد فرعين من نفس النوع على نفس الموضع فيتم تكرار الرقم



√ 2,2,4–trimethyl pentane √

X 2,4-trimethyl pentane X

٥- للتفرعات المختلفة الأولوية في التسمية بالترتيب الأبجدي (إنجليزي)



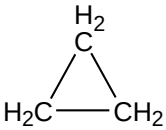
2-ethyl-5,7dimethyl octane

e قبل m أبجديا أو (٢– إيثيل–٥,٧ – ثنائي ميثيل أوكتان)

5,7–dimethyl–2–ethyl–octane ×××× خطأ

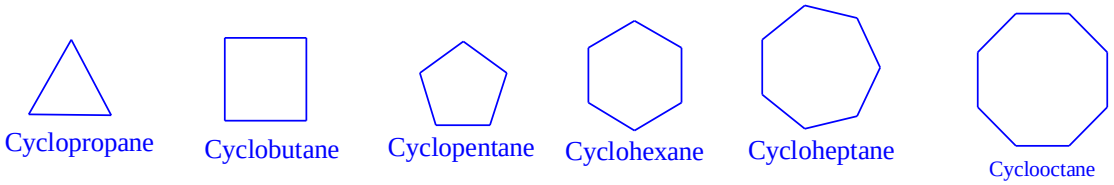
التسمية النظامية IUPAC للألكانات الحلقية

- السلسلة الرئيسية ستكون الحلقة وعلى حسب ذرات الكربون أقلها 3 تسمى بنفس الطريقة إلا أنه يسبق اسم الألكان بكلمة(Cyclo) أو بالعربي يتبعه كلمة (حلقي)
- حلقي البروبان يعد أبسط الهيدروكربونات الحلقية



- نادرا ما تكتب الصيغة البنائية بهذا الشكل
- إنما الشائع بدون كتابة ذرات **C,H** كل زاوية تمثل **CH_2** مالم يوجد تفرع

أسماء الألكانات الحلقية الغير متفرعة

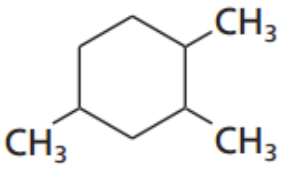


Cyclopropane Cyclobutane Cyclopentane Cyclohexane Cycloheptane Cyclooctane

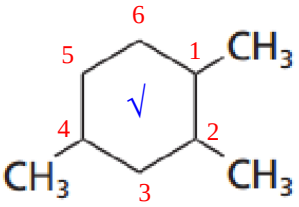
أسماء الألكانات الحلقية المتفرعة

تسمية الألكانات الحلقية

سمّ الألكان الحلقي المجاور.

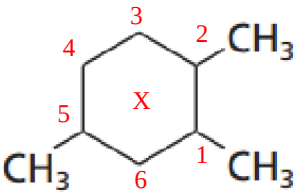


يجب أن يبدأ الترقيم من موضع تفرع بحيث بقية التفرعات تأخذ أصغر رقم ممكن

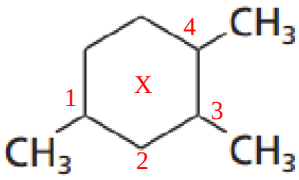


1,2,4-trimethyl cyclohexane

4,2,1–ثلاثي ميثيل هكسان حلقي

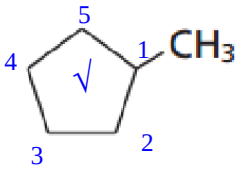


خطأ المواضع **1,2,5**



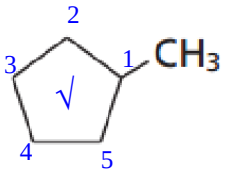
خطأ ، المواضع **1,3,4**

.a



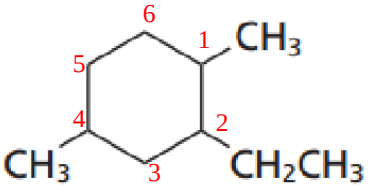
في حال وجد تفرع واحد فقط سيأخذ رقم 1 ولا يهم إلى أي اتجاه ستتابع الترقيم

.a



1-methylcyclopentane

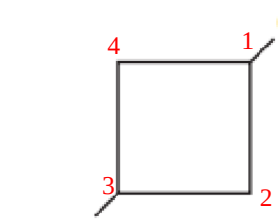
الترقيم حيث تأخذ التفرعات أصغر رقم ممكن لكن في الاسم الأولوية للترتيب الأبجدي



2-ethyl-1,4-dimethyl cyclohexane

٢–إيثيل–١,٤–ثنائي ميثيل هكسان حلقي

c. CH_2CH_3



1,4-diethyl cyclobutane

١,٤–ثنائي – إيثيل بيوتان حلقي

استنتاج الصيغ البنائية للمركبات من خلال الاسم المعطى

تحفيز اكتب الصيغ البنائية للمركبات التالية:

a. 3،2 – ثنائي ميثيل–5– بروبيل ديكان

مثال :

١- ابدأ بالكلمة الأخيرة فهي اسم ألكان السلسلة الرئيسية واكتب عدد ذرات الكربون المناسبة ورقم من الطرف الذي تريد

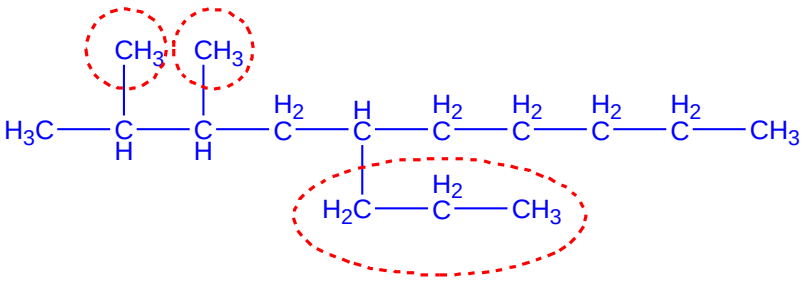
السلسلة الرئيسية هي **ديكان** (10 ذرات كربون)

$C^1—C^2—C^3—C^4—C^5—C^6—C^7—C^8—C^9—C^{10}$

٢- التفرعات (جذور الألكيل) كل تفرع ضعه على ذرة الكربون التي توافق رقمه المذكور في الاسم) تذكر لكل ذرة كربون 4 روابط ، أكمل الروابط الناقصة بذرات هيدروجين

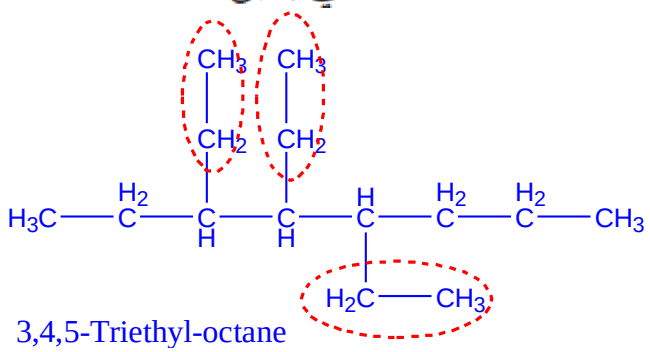
فرعين CH_3 على موضعي 2 , 3 وفرع $CH_3CH_2CH_3$ على موضع 5

methyl

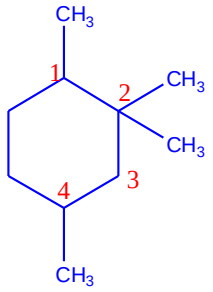
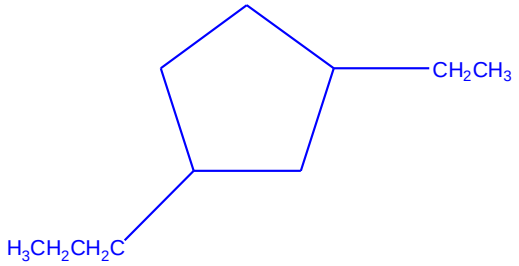


Propyl

b. 3، 4، 5 – ثلاثي إيثيل أوكتان

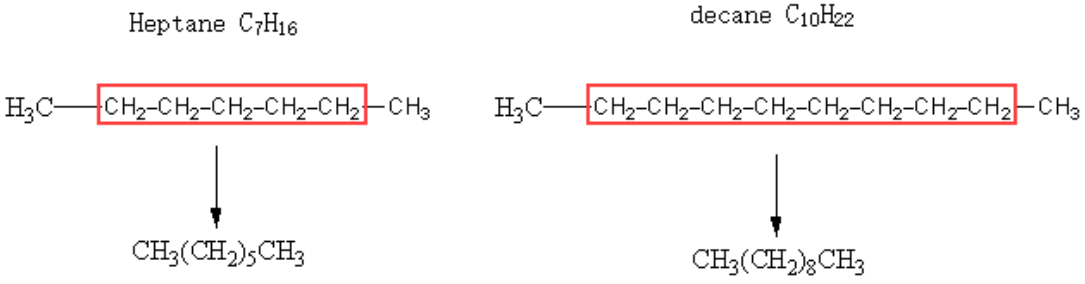


3,4,5-Triethyl-octane

4،2،2،1 – رباعي ميثيل هكسان حلقي.	1– إيثيل– 3– بروبيل بنتان حلقي.
	
1,2,2,4-tetramethyl cyclohexane	1-Ethyl-3-propyl-cyclopentane

السلسلة المتماثلة : مجموعات من المركبات تختلف عن بعضها بتكرار عدد وحدات البناء وفي سلاسل الألكانات تحتوي سلسلة متماثلة تتكرر فيها وحدة بناء CH_2

مثال الهبتان والديكان

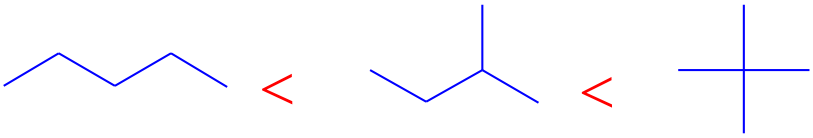


الخواص الفيزيائية للألكانات

١- درجة انصهارها وغليانها قليلة بالنسبة للمركبات القطبية المقاربة في الكتلة الجزيئية وبمقارنة الألكانات المختلفة في عدد الكربونات . كلما زاد عدد ذرات الكربون ارتفعت درجة الغليان

$$CH_4 < C_2H_6 < C_3H_8 < C_4H_{10} \ldots.$$

إذا تشابهت عدد ذرات الكربون .. ينظر للتفرعات .. كلما زاد التفرع ارتفعت درجة الغليان



n-Pentane < Isopentane < neopentane

٢- لا تذوب في الماء لأنه لا يكون روابط هيدروجينية معه ولكن تذوب في البنزين لأنه غير قطبي

الخواص الكيميائية للألكانات

١- غير نشطة كيميائيا لقوة الرابطة التساهمية **C–H , C–C**

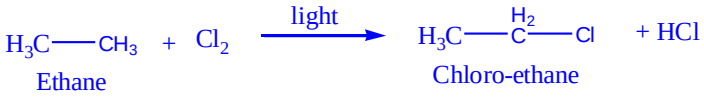
٢- التفاعل مع الأكسجين : (الاحتراق)

تحترق الهيدروكربونات عموما مع الأكسجين لتنتج CO_2 وماء وحرارة

٣- تفاعلات الاستبدال في الألكانات (غالبا يستبدل أحد ذرات **H** بذرة هالوجين (هلجنة)

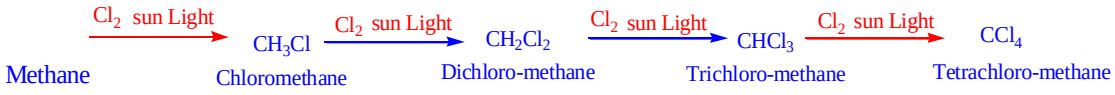
(

- يتفاعل الألكان مع الهالوجين في وجود ضوء الشمس لينتج كلوريد الألكيل



هذا التفاعل لا يحدث في الظلام ، لأن ضوء الشمس يقوم بتكسير جزيء الهالوجين إلى ذرات كلور نشطة

إذا استمر التفاعل فستستبدل جميع ذرات الهيدروجين بذرات هالوجين



استخدامات المركبات الناتجة عن التفاعل السابق

CH_3Cl : كلوريد الميثيل ، التبريد

CH_2Cl_2 : ثنائي كلوريد الميثيل ، مذيب

$CHCl_3$: ثلاثي كلوريد الميثيل (كلوروفورم) مادة متطايرة غير قابل للاشتعال ، يستخدم مخدر

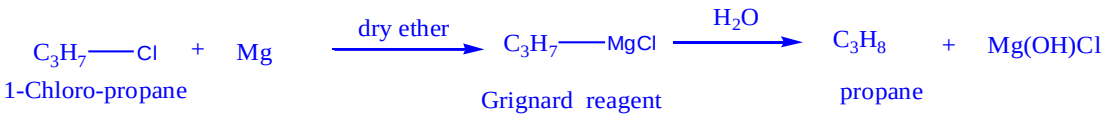
CCl_4 : رابع كلوريد الكربون ، مذيب غير قطبي ، وكان سابقا يستخدم في طفايات الحريق والتنظيف لكن توقف ذلك بسبب أنه مادة سامة جدا

تحضير الألكانات :

الألكانات الصغيرة يمكن الحصول عليها من عملية تكرير النفط بكميات كبيرة لكن معمليا (لأجل الدراسة والأبحاث) يمكن تحضير الألكانات الصغيرة والكبيرة بعدة طرق منها

١- طريقة جرينارد : تحضير ألكان من هاليد الألكيل

يفاعل فلز المغنيسيوم مع هاليد الألكيل في وجود عامل حفاز (إيثر جاف) لينتج كاشف جرينارد **R–Mg–X** ثم يتميأ في الماء ليتحول إلى ألكان



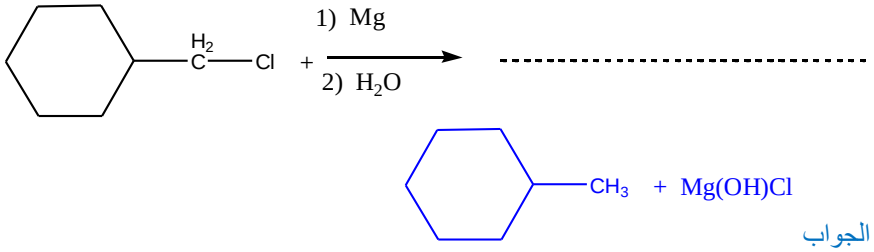
٢- طريقة فورتز : هاليد ألكيل مع فلز الصوديوم

بهذه الطريقة يتم تحضير ألكانات زوجية (عدد ذرات الكربون زوجي) لأن نسبة التفاعل **2**مول ألكان : **2** مول صوديوم

مثال : تحضير بيوتان (٤ ذرات كربون) من يوديد الإيثيل (ذرتين كربون)

$$2C_2H_5I + 2Na \rightarrow C_4H_{10} + 2NaI$$

أكمل التفاعل الآتي :



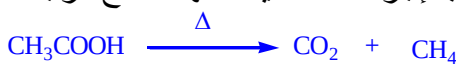
الجواب

س: يستخدم كلوروفورم في :			
a) التبريد	b) √ التخدير	c) إذابة المواد العضوية	d) اللحام
س : يعرف تفاعل برومو الإيثان مع المغنيسيوم باسم مركب			
a) فوهلر	b) ماركونيكوف	c) √ غرينارد	d) فورتز
س : أحد المركبات التالية يمكن تحضيره بتفاعل غرينارد وكذلك فورتز			
a) ميثان	b) هبتان	c) بروبان	d) √ إيثان

تحضير الميثان (يتم التحضير في المختبر لأغراض الدراسة أما صناعيا فلا حاجة لذلك لأنه يأتي متوفرا في الغاز الطبيعي)

إزالة ثاني أكسيد الكربون من حمض الخل

هذه الطريقة يتم تحضير الميثان في الطبيعة بفعل الأنزيمات الخاصة في المخلوقات المجهرية لكن يصعب إجراءها معمليا لأنها تحتاج درجات حرارة عالية



تفاعل خلات الصوديوم مع جير الصوديوم (هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم)

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow[Ca(OH)]{\Delta} CH_4 + Na_2CO_2$$

تحضير الإيثان

التحليل الكهربي لخلات الصوديوم

$$2\ CH_3COONa + 2H_2O \xrightarrow{\text{طاقة كهربائية}} C_2H_6 + 2NaOH + H_2 + 2CO_2$$

الكشف عن وجود الميثان :

١- اختبار اللهب ، يعطي اللهب لون أزرق باهت غير مضيء

٢- لا يتفاعل مع برمنجنات البوتاسيوم (لا يغير لونه)

$$CH_4 + K_2MnO_4 + H_2O \xrightarrow{[O]} NR$$

٣- لا يتفاعل مع البروم في الظروف العادية لكن في وجود الضوء والتسخين الشديد فإنه يزيل لون ماء البروم

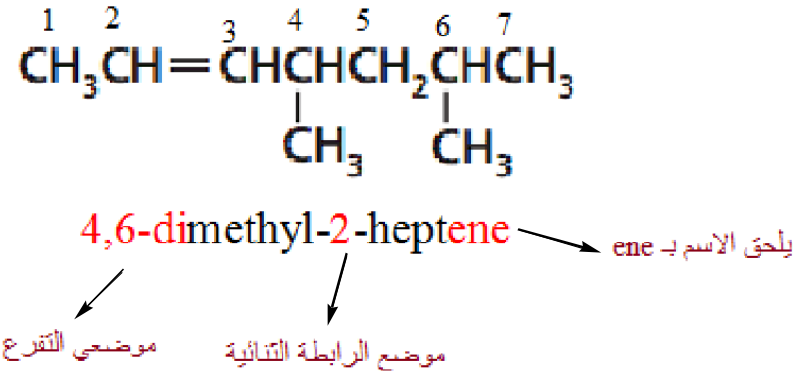
الألكينات

- مركبات هيدروكربونية تحمل رابطة ثنائية واحدة على الأقل **C=C**
- الصيغة العامة للسلاسل المفتوحة تحتوي رابطة ثنائية واحدة C_nH_{2n} حيث أصغر قيمة لـ **n** هو **2** وللحلقات تحتوي رابطة ثنائية واحدة C_nH_{2n-2}
- تسمى بـ (الأولفينات) أي المكونات للزيوت لأنها تتحد مع الهالوجين لتكون سوائل زيتية

تسمية الألكينات بنظام **IUPAC**

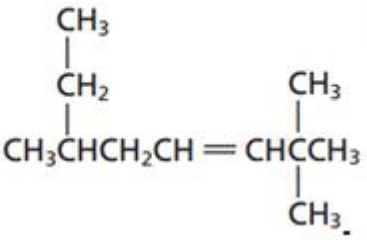
١- اختر أطول سلسلة تحتوي على الرابطة الثنائية وابدأ بالترقيم حيث تأخذ الرابطة أصغر رقم ممكن سواء أكانت السلسلة متفرعة أو مستقيمة

٢- يتم تسمية الفروع بأرقام مواضعها كما في الألكانات ، ثم يدرج رقم موضع الرابطة الثنائية ثم اسم السلسلة الرئيسية منتهية بمقطع (ين) أو **(ene)**

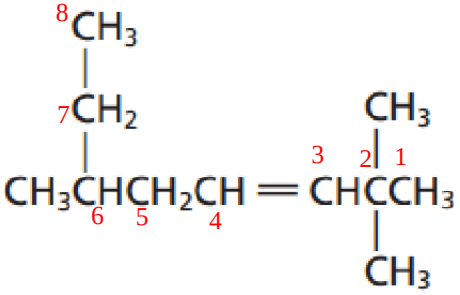
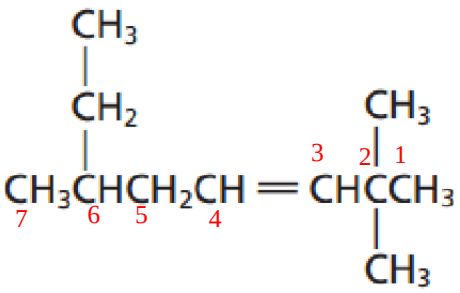


17. استخدم قواعد نظام الأيوباك لتسمية الصيغ البنائية IUPAC الآتية:

.b

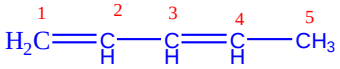


لدينا طريقتي ترقيم كل منهما يحمل الرابطة الثنائية كالتالي

 نختار هذا الترقيم لأنه أطول سلسلة 2,2,6–trimethyl–6–octene 6,2,2–ثلاثي ميثيل–6–أوكتين	 هذا الترقيم خطأ

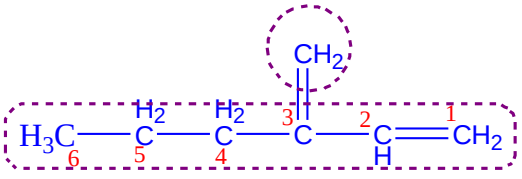
٣- الدايين (ألكينات تحوي رابطتين ثنائية)

١) إذا كانت الرابطتين الثنائية على سلسلة واحدة ترقم السلسلة بحيث تأخذ الرابطتين أصغر قيمة ممكنة (أرقام مواضع الروابط – ألكادايين)

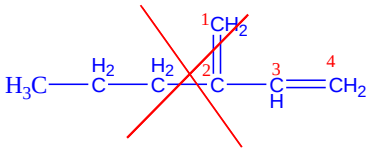


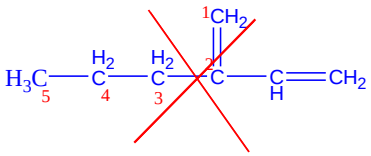
1,3-pentadiene

٢) إذا كانت الرابطتان الثنائية على سلاسل مختلفة فالأولوية للرابطة الثنائية التي تنتمي لأطول سلسلة والرابطة الأخرى ستكون جذر ألكينيل (Alkenyl)

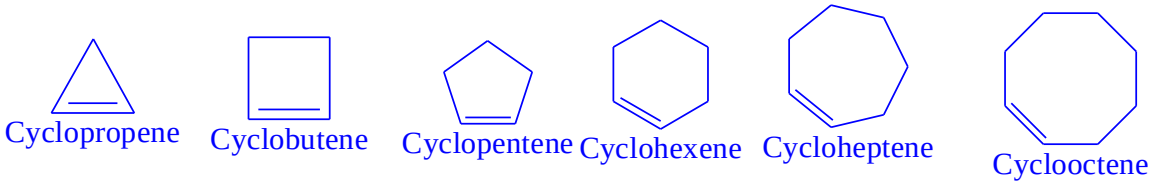


3-methenyl-1-hexadiene



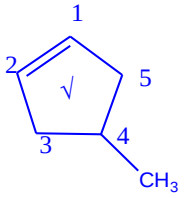


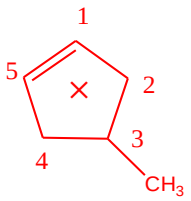
٤- الألكينات الحلقية إذا لم يوجد تفرع فيكون الاسم (ألكين حلقي) أو (**Cycloalkene**)



Cyclopropene Cyclobutene Cyclopentene Cyclohexene Cycloheptene Cyclooctene

٥- في الحلقة المتفرعة يأخذ رقم **1** و **2** مهما كان الرقم الذي سيأخذه التفرع





4-Methyl-cyclopentene

الخصائص الفيزيائية للألكينات :

١. درجة الغليان أقل من درجة غليان الألكان المقابل

٢. ذائبيتها في الماء ضعيفة لكن أعلى من ذائبية الألكان المقابل

الخصائص الكيميائية للألكينات :

أكثر نشاطا من الألكانات المقابلة لوجود الكثافة الالكترونية العالية حول الرابطة الثنائية يجعل منها موضع للتفاعلات الكيميائية

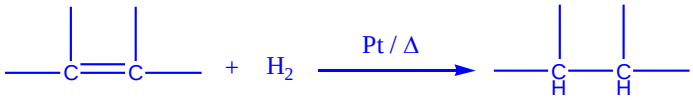
أولا: تفاعل الاحتراق

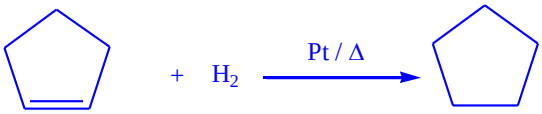
ألكين + أكسجين ← ثاني أكسيد الكربون + ماء + حرارة

ثانيا : تفاعلات الاضافة (تكسر الرابطة الثنائية وكل كربون ترتبط بذرة من المتفاعل الآخر)

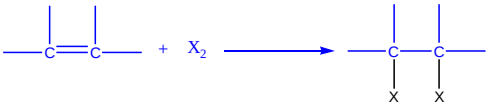
١- إضافة هيدروجين (هدرجة)

في وجود عامل حفاز مثل البلاتين يتحول إلى الألكان المقابل

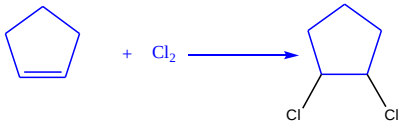




٢- إضافة هالوجين (ينتج ثنائي هالوألكان)



dihaloalkane



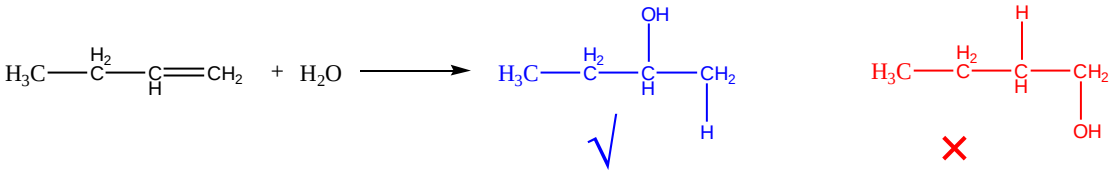
dichlorocyclopentane

٣- إضافة هاليد الهيدروجين **HX** وماء

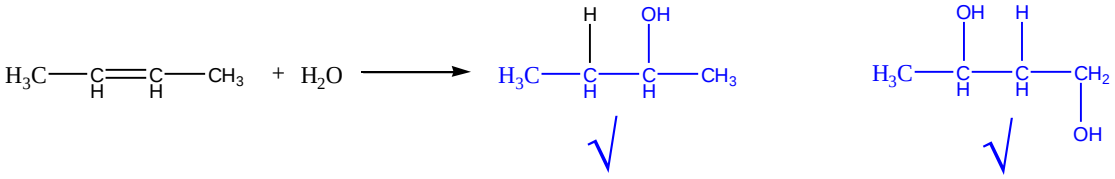
٤- ألكين + ماء ← كحول ، ألكين + **HX** ← هاليد ألكيل

في حال كان الألكين غير متماثل يخضع لقاعدة **ماركونيكوف** يضاف الهيدروجين إلى ذرة الكربون التي تحتوي على عدد أكبر من ذرات الهيدروجين ، أما الهاليد أو **OH** يضاف لذرة الكربون الأخرى

مثال : **1**–بيوتين (جزيء غير متماثل)

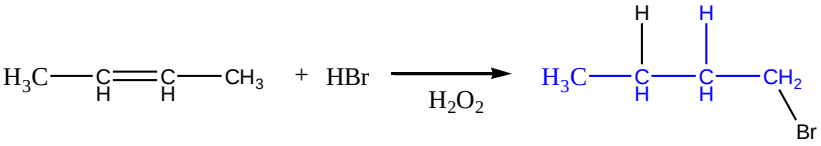


مثال : **2**–بيوتين (جزيء متماثل)



عكس قاعدة ماركونيكوف

إذا تم الإضافة في وجود البيروكسيدات (**–O–O–**) تكسر قاعدة ماركونيكوف فيحدث العكس :

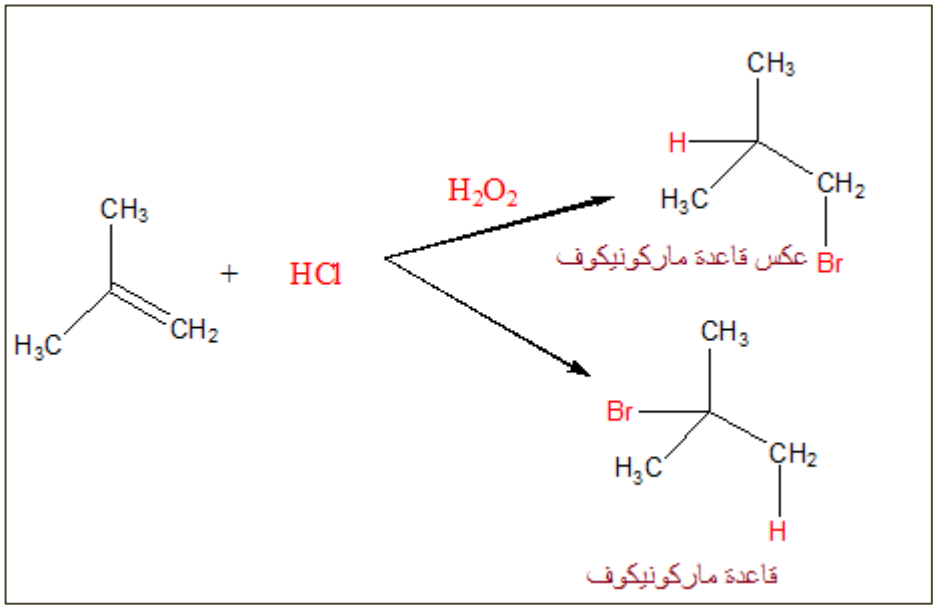


البيروكسيد مثل

H_2O_2

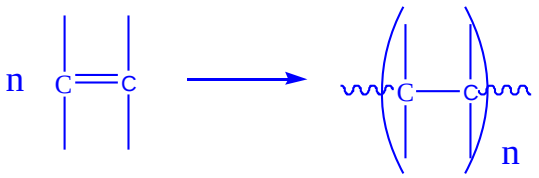
K_2O_2

ROOR



٥- تفاعلات البلمرة : هو تفاعل إضافة يتم فيه اتحاد جزيئين أو أكثر من مركب عضوي يحمل رابطة مشبعة لتكوين وحدات متكررة تعرف بـالـبوليمر

تعد الإيثين CH_2CH_2 ومشتقاته مادة أولية لصنع العديد من البوليمرات

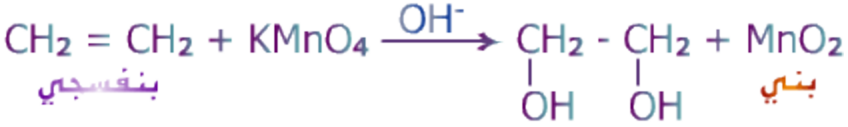


ثالثا : تفاعل باير Baeyer

- أكسدة الألكين بواسطة برمنجنات البوتاسيوم لونه بنفسجي
- هذه الطريقة تستخدم للكشف عن وجود الروابط غير مشبعة فقط ، حيث يختفي لون البرمنجنات ويظهر راسب أسود عبارة عن أكسيد المغنيسيوم

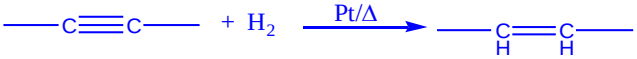
ألكين أو ألكاين + برومنجنات البوتاسيوم ← يتغير اللون

ألكان + برمنجنات البوتاسيوم ← لا يحدث تفاعل

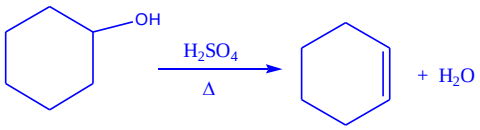


تحضير الألكينات

١- هدرجة الألكاين المقابل



٢- انتزاع جزيء ماء من الكحول المقابل



الإيثين C_2H_4

١- أبسط الألكينات وهو غاز عديم اللون ذو طعم مستساغ
٢- قليل الذوبان في الماء ويذوب في المذيبات الأقل قطبية مثل الكحول والإيثر
٣- يمكن إسالته بالضغط والتبريد
٤- يحترق في الهواء يعطي لهب أزرق واضح مضيء ومدخن
٥- يزيل لون البرمنجنات واليود وماء البروم
٦- يستخدم في إنضاج الثمار بسرعة
٧- يستخدم في صنع المواد البلاستيكية

الألكـــاينات

- مركبات هيدروكربونية تحتوي على الأقل رابطة ثلاثية واحدة
- الصيغة العامة للسلسلة المفتوحة التي تحتوي رابطة ثلاثية واحدة C_nH_{2n-2} حيث أصغر قيمة لـ **n** هو **2** تحتوي رابطة ثلاثية واحدة C_nH_{2n-4}

تسمية الألكاينات

تماما كما في الألكينات مع إضافة مقطع (اين) أو (yne)

تفاعلات الالكاينات :

تخضع لنفس تفاعلات الألكينات إلا أن الألكاينات أكثر نشاطا كيميائيا لأن الرابطة الثلاثية تشكل كثافة إلكترونية أكثر من الرابطة الثنائية

الكشف عن الألكاينات :

إضافة محلول نترات الفضة مخلوطا بهيدروكسيد الأمونيوم

$$HC{\equiv}CH + 2\,AgNO_3 \xrightarrow{NH_4OH} Ag{-}C{\equiv}C{-}Ag + 2\,HNO_3$$

س: لديك غازات إيثان ، إيثين ، إيثاين .. كيف تميز بينها؟؟

تفاعل باير : تُفاعل مع البرمنجنات .. إذا لم يتكون راسب أسود فهو إيثان فيتبقى الإيثين والإيثاين ، تفاعل مع محلول نترات الفضة وهيدروكسيد الأمونيوم فإذا تكون راسب أبيض فهو إيثاين

الإيثاين (الأستيلين)

- غاز سام عديم اللون
- يحضر معمليا بالتحلل المائي لكربيد الكالسيوم

$$Ca(C{\equiv}C) + H_2O \longrightarrow H{-}C{\equiv}C{-}H + Ca(OH)_2$$

- يزيل لون البرمنجنات وماء البروم
- الأستيلين نشط جدا عند تعرضه للهواء قد يحدث انفجار لذا يحفظ مذابا في الأسيتون
- يحترق بلهب مضيء مصحوب بدخان احتراقا غير كامل لقلة عدد ذرات الهيدروجين فيه ينتج عن الاحتراق طاقة حرارية هائلة تستخدم في اللحام وقطع المعادن

	ألكان	ألكين	ألكاين
اختبار اللهب	لهب غير مضيء وغير مدخن	لهب مضيء ومدخن قليلا	لهب مضيء مصحوب بدخان
تفاعل باير	لا يحدث تفاعل	يزيل لون البرمنجنات البنفسجي ويظهر لون	

K_2MnO_4		أسود MnO_2
ماء البروم	لا يزيل لونه في الظروف العادية	يزيل لون ماء البروم
محلول نترات الفضة	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل	يتكون راسب

5. إذا رَمَزَ n إلى عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، فما الصيغة العامة للألكاين المحتوي على رابطة ثلاثية واحدة؟

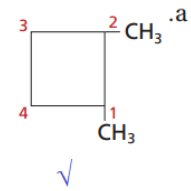
a. C_nH_{n+2}

b. C_nH_{2n+2}

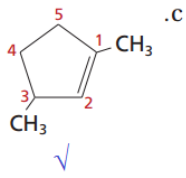
c. C_nH_{2n}

d. C_nH_{2n-2}

82. حدّد ما إذا كان كل من الصيغ البنائية الآتية تُظهِر الترقيم الصحيح. فإذا لم يكن كذلك فأعد كتابتها بالترقيم الصحيح:

a. 

√

c. 

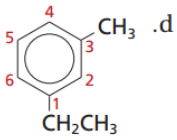
√

b. $CH_3CH_2C \equiv CCH_3$ (1 2 3 4 5)

×

يجب أن تأخذ الرابطة غير المشبعة أصغر رقم ممكن

$CH_3CH_2C \equiv CCH_3$ (5 4 3 2 1)

d. 

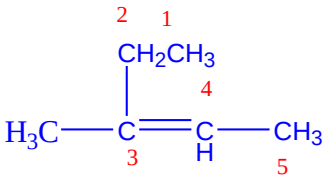
√

87. حدِّد اثنين من الأسماء الآتية لا يمكن أن يكونا صحيحين:

a. 2–إيثيل–2– بيوتين

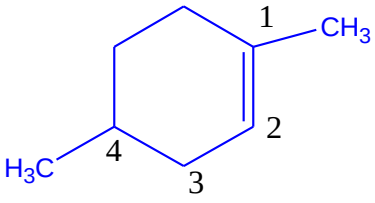
b. 4،1– ثنائي ميثيل هكسين حلقي

c. 5،1– ثنائي ميثيل بنزين



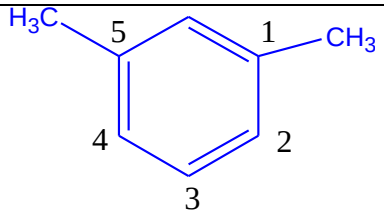
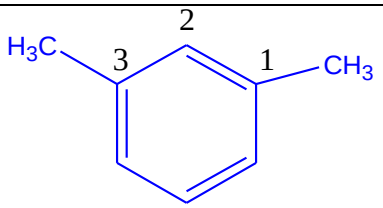
3-methyl-3-pentene

a. إذا رسمنا الشكل a نحصل على هذه الصيغة البنائية واسمها 3–ميثيل–3–بنتين

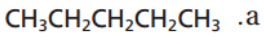


b. الاسم b صحيح وشكله لا يذكر رقم الرابطة في الحلقة لأنها دائما تكون بين كربون 2 , 1

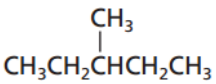
c. خطأ في الترقيم

 5,1– ثنائي ميثيل بنزين ،، **خطأ**	 3,1–ثنائي ميثيل بنزين **صحيح**

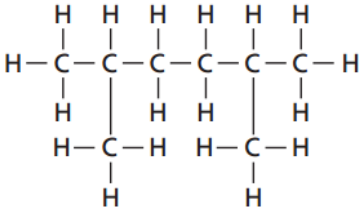
58. سمّ المركبات التي لها الصيغ البنائية الآتية:

a. 

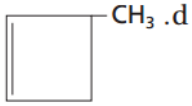
بنتان
n-pentane

b. 

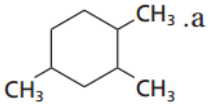
3-ميثيل بنتان
3-methyl pentane

c. 

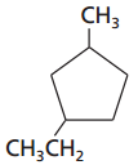
5,2-ثنائي ميثيل هكسان
2,5-dimethyl hexane

d. 

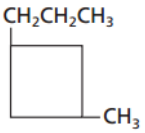
3-ميثيل بيوتين حلقي
3-methyl cyclo butene

a. 

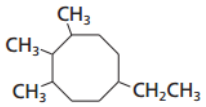
4,2,1-ثلاثي ميثيل هكسان حلقي
1,2,4-trimethyl cyclohexane

b. 

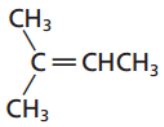
1-إيثيل-3-ميثيل بنتان حلقي
1-ethyl-3-methyl cyclopentane

c. 

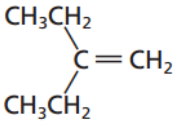
1-ميثيل-3-بروبيل بيوتان حلقي
1-methyl-3-propyl cyclobutane

d. 

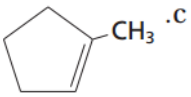
6-إيثيل-3,2,1-ثلاثي ميثيل أوكتان حلقي
6-ethyl-1,2,3-trimethyl cyclo octane

a. 

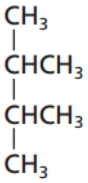
2-ميثيل-2-بيوتين
2-methyl-2-butene

b. 

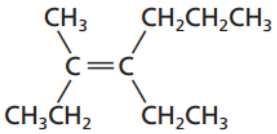
2-إيثيل-1-بيوتين
2-ethyl-1-butene

c. 

1 -ميثيل بنتين حلقي
2-methylcyclopentene

d. 

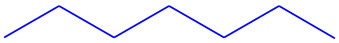
3,2-ثنائي إيثيل بيوتان
2,3-dimethyl butane



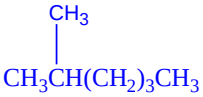
4-إيثيل-3-ميثيل-3-هبتين
4-ethyl-3-methyl-3-heptene

56. اكتب الصيغ البنائية الكاملة للمركبات الآتية:

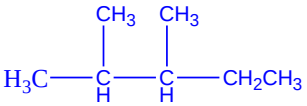
a. هبتان $CH_3(CH_2)_5CH_3$



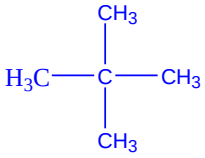
b. 2– ميثيل هكسان



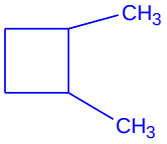
c. 3،2– ثنائي ميثيل بنتان



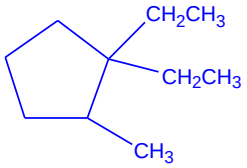
d. 2،2–ثنائي ميثيل بروبان



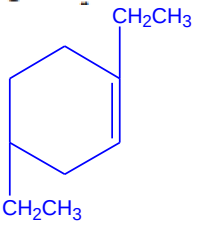
a. 2،1– ثنائي ميثيل بروبان حلقي



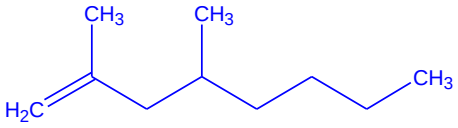
b. 1،1– ثنائي إيثيل–2–ميثيل حلقي بنتان.



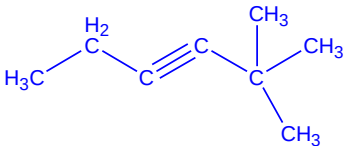
a. 4،1– ثنائي إيثيل هكسين حلقي



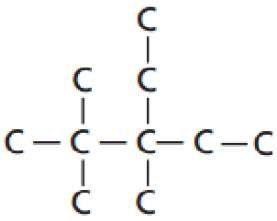
b. 4،2– ثنائيّ ميثيل–1–أوكتين



c. 2،2–ثنائي ميثيل–3–هكساين



9. ما اسم المركب ذي الصيغة الهيكلية المبينة أعلاه؟

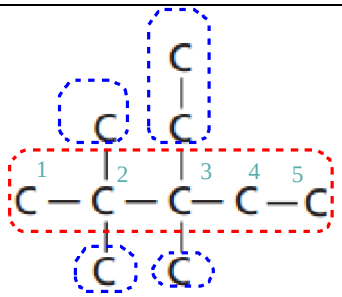


a. 2، 2، 3 – ثلاثي ميثيل – 3 – إيثيل بنتان

b. 3 – إيثيل – 3، 4، 4–ثلاثي ميثيل بنتان

c. 2 – بيوتيل – 2 – إيثيل بيوتان.

d. 3 – إيثيل – 2، 2، 3 – ثلاثي ميثيل بنتان.



أطول سلسلة

التفرعات تأخذ أصغر قيم ممكنة

التسمية بالأبجدية

إيثيل E قبل ميثيل M

درجة غليان وانصهار الهيدروكربونات

١- اختلاف عدد ذرات الكربون : كلما زادت عدد ذرات الكربون ارتفع درجة الغليان
٢- تشابه عدد ذرات الكربون : كلما قلت التفرعات زادت درجة الغليان
بالنسبة للهيدروكربونات المقابلة
الألكاين > ألكين > ألكان

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 4 إلى 6.

بيانات عن هيدروكربونات متعددة				
الاسم	عدد ذرات C	عدد ذرات H	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
هبتان	7	16	-90.6	98.5
1– هبتين	7	14	-119.7	93.6
1– هبتاين	7	12	-81	99.7
أوكتان	8	18	-56.8	125.6
1– أوكتين	8	16	-101.7	121.2
1– أوكتاين	8	14	-79.3	126.3

4. ما نوع الهيدروكربون الذي يتحول إلى غاز عند أقل درجة حرارة بناءً على المعلومات في الجدول السابق؟

a. ألكان
b. ألكين
c. ألكاين
d. أروماتي

أقل درجة غليان هو **93.6°C** لـ **1**–هبتين

6. نتوقع اعتمادًا على الجدول السابق أن تكون درجة انصهار النونان:

a. أعلى ممّا للأوكتان.
b. أقل ممّا للهبتان.
c. أعلى ممّا للديكان.
d. أقل ممّا للهكسان.

في السلاسل المستقيمة كلما زاد عدد ذرات الكربون (طالت السلسلة) زادت درجة الغليان ، ترتيب درجة غليان\انصهار الخيارات كالتالي

الهكسان C_6H_{14} > هبتان C_7H_{16} > أوكتان C_8H_{18} > نونان C_9H_{20} > ديكان $C_{10}H_{22}$

متشكلات الهيدروكربونات

- المتشكلات (المتماكبات أو الآيزومرات) هي مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية

أنواع الآيزومرات :

١- آيزومرات بنائية : لها نفس الصيغة الجزيئية لكن تختلف في ترتيب ومواقع الذرات .

- كلما زاد عدد ذرات الكربون زادت عدد الآيزومرات المحتملة إلا أنه يمكن معرفة عدد الآيزومرات البنائية في الألكانات المفتوحة C_nH_{2n+2} بالصيغة الرياضية

$2^{n-4}+1$ وهذه القاعدة لا تناسب الألكانات أقل من **4** ذرات كربون

أي عدد أس صفر = 1

$X^0 = 1$

الميثان والإيثان والبروبان للكل منها متشكل بنائي واحد فقط

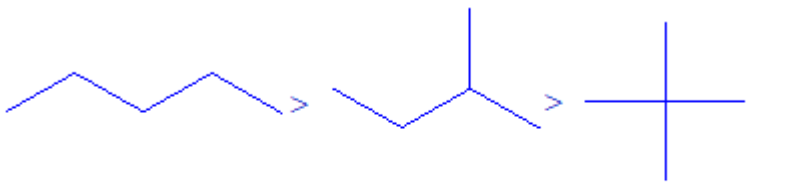
البيوتان C_4H_6 $2^{4-4}+1=2$

Butane Isobutane له متشكلان هما :

البنتان C_5H_{12} $2^{5-4}+1=3$ له ثلاث آيزومرات

الهبتان له **9** آيزومرات بنائية $2^{7-4}+1=9$

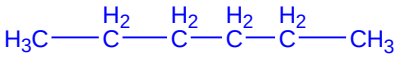
رغم تساوي عدد ذرات الكربون إلا أنها تختلف في درجة الغليان كلما زاد التفرع قلت درجة الغليان



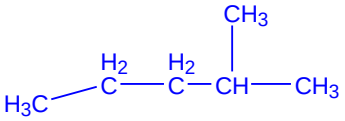
n-pentane Isopentane 2-methyl butane neopentane 2,2-di methyl propane

25. الفكرة الرئيسة اكتب المتشكلات البنائية المحتملة للألكان ذي الصيغة الجزيئية C_6H_{14} جميعها، على أن تظهر فقط سلاسل الكربون.

الصيغة ألكان C_nH_{2n+2} إذا عدد المتشكلات البنائية $2^{6-4}+1=5$

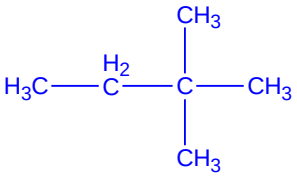


Hexane



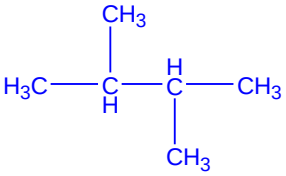
isohexane

2-methylpentane

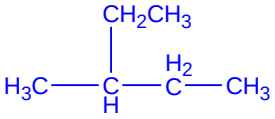


neo-hexane

2,2-dimethyl butane



2,3-dimethylbutane

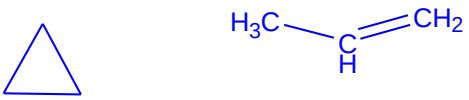


3-Methylpentane

علاقة الصيغة العامة للهيدروكربونات غير المشبعة بالمتشكلات البنائية

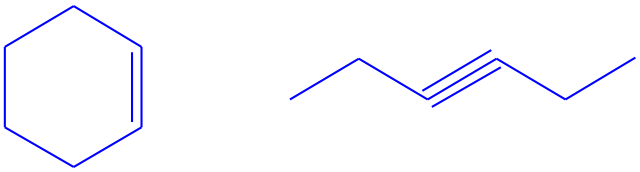
- C_nH_{2n} الصيغة الجزيئية العامة لسلسلة الألكين المفتوحة التي تحوي رابط ثنائي واحد فقط وكذلك يمثل صيغة جزيئية للألكان الحلقي
- هذا يعني أن الألكان الحلقي وسلسلة الألكين المقابل متشكلان بنائيان

C_3H_6



- C_nH_{2n-2} الصيغة الجزيئية العامة لسلسلة الألكاين المفتوحة التي تحوي رابط ثلاثي واحد فقط وكذلك يمثل صيغة جزيئية للألكين الحلقي الذي يحوي رابطة ثنائية واحدة فقط

C_6H_{10}



٢- الايزومرات الفراغية ترتبط الذرات بنفس الترتيب لكن تختلف في الترتيب الفراغي : وتنقسم إلى

١- أيزومرات هندسية : نوع من الصيغ الناتجة عن ترتيب المجموعات او الذرات في الفراغ حول الرابطة التساهمية الثنائية في المركب (في الألكينات)

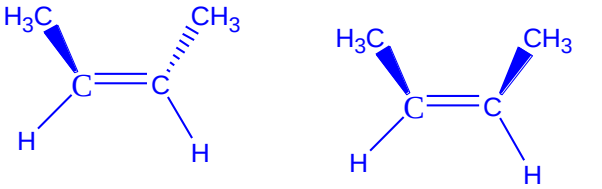
سيس إذا كانت المجموعتين في نفس الاتجاه

ترانس : إذا كانت المجموعتين في اتجاهين مختلفين

مثال : الايزومرات الفراغية لـ **2**–بيوتين

cis-2-butene　　*trans*-2-butene

وقد ترسم بهذه الطريقة حيث الرابط الغليظ ▬ يدل على الاتجاه الأمامي والرابط المتقطع ''''''''''' يدل على الاتجاه الخلفي



trans-2-butene　　cis-2-butene

المتشكلات الهندسية تختلف في الخصائص الكيميائية والفيزيائية بشكل ملحوظ ولها تأثيرات بيولوجية وفي صناعة الادوية

يبقى هذا الترتيب ثابتا أي أن مجموعتي الميثيل الطرفية لا تتحركان بسبب الرابطة الثنائية التي تعيق دوران ذرة الكربون حول بعض

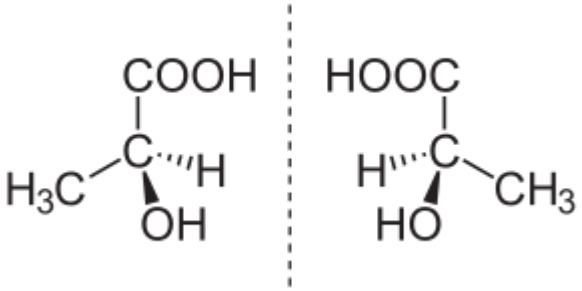
27. ارسم أشكال كل من سيس–3–هكسين وترانس–3–هكسين.

trans-3-hexene　　Cis-3-hexene

٢- أيزومرات ضوئية (إنانتومر)

اختلاف المواقع الفراغية للمجموعات الوظيفية المرتبطة بذرة كربون كيرالية ، لها نفس الخواص الفيزيائية والكيميائية ، غير أن تفاعلاتها الكيميائية تكون الكيرالية مهمة كالتفاعلات البيولوجية خاصة الأنزيمات

الكيرالية : خاصية التي يوجد بها الجزيء في صورتين أشبه بانعكاس الصور في المرآة

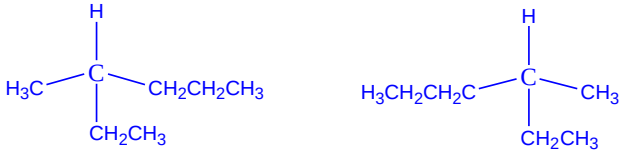


لتكون ذرة الكربون كيرالية يجب أن تكون غير متماثلة أي ترتبط بأربع مجموعات مختلفة

يحدث الدران الضوئي . عند تمرير ضوء مستقطب خلال محلول يحوي آيزومرات ضوئية ينحرف الضوء نحو اليمين (عكس عقارب الساعة) خلال الآيزومر D، وينحرف نحو اليسار (مع عقارب الساعة خلال الآيزومر L

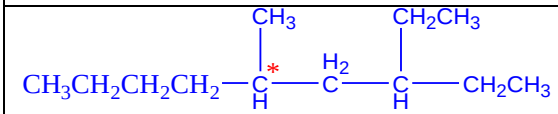
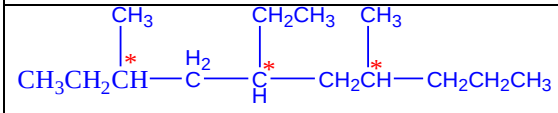
30. اعمل نماذج ابتداءً بذرة كربون واحدة، ارسم متشكلين ضوئيين بربط الذرات أو المجموعات التالية مع ذرة الكربون:

$-H, -CH_3; -CH_2CH_3; -CH_2CH_2CH_3.$

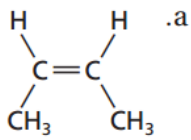


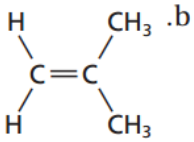
في الأنظمة الحيوية تلعب الكيرالية دورا مهما حيث أن كل الكربوهيدرات والبروتينات والأحماض الكربوكسيلية والأحماض الأمينية جميعها تحتوي ذرة كربون واحدة على الأقل كيرالية

عدد المتشكلات الفراغية هي 2^n حيث **n** عدد ذرات الكربون الكيرالية

س: كم متشكل فراغيا للمركبات التالية	نرسم الصيغة البنائية وننظر كم ذرة كربون كيرالية
a. 5،3–ثنائي ميثيل نونان	 ذرة كربون كيرالية واحدة فقط عدد الآيزومرات الضوئية $2^1 = 2$
b. 7،3–ثنائي ميثيل–5–إيثيل ديكان.	 3 ذرات مراكز كيرالية عدد الآيزومرات الفراغية $2^3 = 8$

77. هل تمثّل الصيغتان البنائيتان الآتيتان الجزيء نفسه؟ فسّر إجابتك.

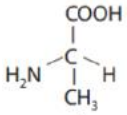
a. 

b. 

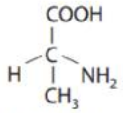
لا ليسا نفس الجزيء هما متشكلان بنائيان

a. Cis–2–butene , b. 2–methyl–1–probene

1. يوجد الألانين، مثل جميع الأحماض الأمينية، في صورتين:



L-ألانين



D-ألانين

توجد الأحماض الأمينية جميعها تقريبًا على هيئة (L). فأي المصطلحات الآتية يصف بدقة L-ألانين ، D-ألانين أحدهما بالنسبة إلى الآخر؟

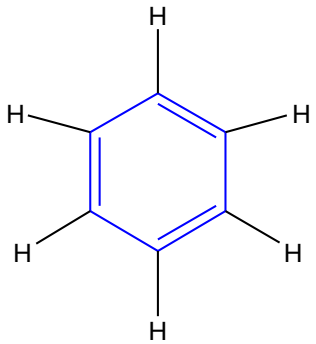
a. متشكلات بنائية
b. متشكلات هندسية
c. متشكلات ضوئية
d. متشكلات فراغية

الهيدروكربونات الأروماتية

- مركبات هيدروكربونية تحتوي على الأقل حلقة واحدة للبنزين
- الصيغة البنائية للبنزين
- سابقا كان يعتقد أن صيغة البنزين ألكين بأربع روابط ثنائية

$CH_2=C=CH-CH=C=CH_2$ لكن هذه الصيغة لم تفسر سلوك البنزين الخامل كيميائيا مقارنة بسلوك الهيدروكربونات المشبعة (الألكينات والألكاينات)

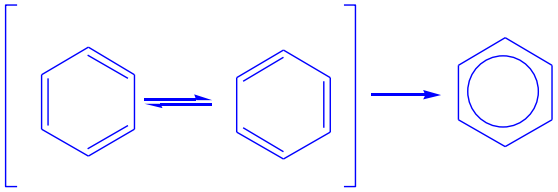
- **أوغست كيكولي** : أول من اقترح صيغة الحلقة السداسية للبنزين تحوي **3** روابط ثنائية وثلاث أحادية بالتناوب



اقتراح كيكولي لم يفسر ضعف النشاط الكيميائي للبنزين

- نموذج البنزين الحديث

لينوس باولنج : اقترح نظرية المجالات المهجنة التي تنبأت أن أزواج الإلكترونات المكونة للروابط الثنائية ليست ثابتة في مكانها كما في الألكينات بل هي متحركة (غير متمركزة **Delocalized**) الذي أعطى البنزين ظاهرة الرنين وهذا ما يجعل البنزين ثابت كيميائيا (غير نشط)

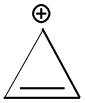


- قاعدة هوكل للتنبؤ بالصفة الأروماتية للمركبات

عدد إلكترونات $\boldsymbol{4n+2=\pi}$

إذا كانت قيمة **n** عدد صحيح أو صفر ← المركب أروماتي

ملاحظة : كل رابطة π تحمل إلكترونين وفي الغالب عدد روابط **π** الفردية هي مركبات اروماتية



رابطة π 1 أي إلكترونين

$\boldsymbol{4n+2=2}$

$4n=0 \rightarrow \boldsymbol{n=0}$

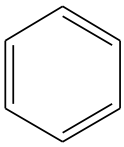
أروماتي

رابطتين π ، 4 إلكترونات

$\boldsymbol{4n+2=4}$

$\boldsymbol{4n=2 \rightarrow n=\frac{1}{2}}$

غير أروماتي



6 إلكترونات π

$\boldsymbol{4n+2=6 \rightarrow}$ $n=1$

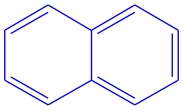
أروماتي

الحلقات الملتحمة **(Fused)**

هي مركبات تحوي حلقتين بينهما ضلع مشترك (ذرتي كربون مشتركة)

مثل

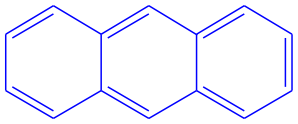
١- **النفثالين** (كرات العث) الذي يستخدم في أعمال الصباغة وطاردا للعث



يحمل 5 روابط π

$\boldsymbol{4n+2=10} \rightarrow n=4$ بالتالي فهو مركب أروماتي

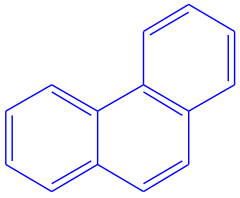
٢- **الانثراسين** يستخدم في صنع الأصباغ والدهان



يحمل 7 روابط π

$\boldsymbol{4n+2=14} \rightarrow n=6$ بالتالي فهو مركب أروماتي

٣- **فينانثرين** : يكثر وجوده في الجو بسبب الاحتراق غير الكامل للهيدروكربونات

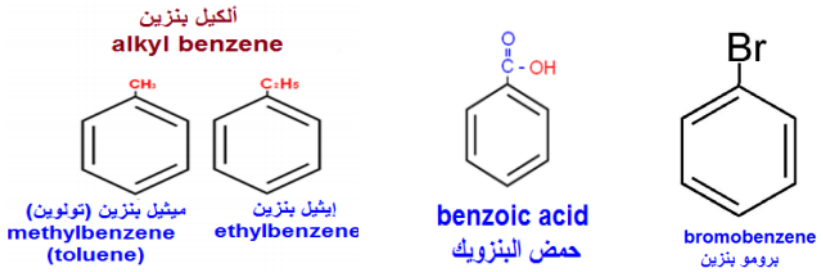


يحمل 7 روابط π

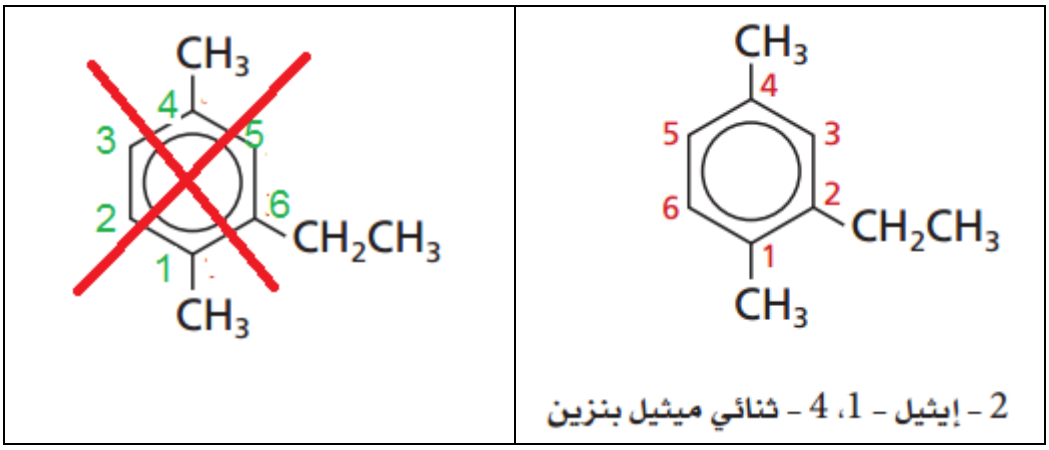
$\boldsymbol{4n+2=14} \rightarrow n=6$ بالتالي فهو مركب أروماتي

تسمية المركبات الأروماتية

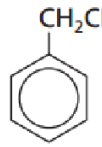
١- إذا وجد تفرع واحد فقط لا حاجة للترقيم وفي العادة تسمى بالاسم الشائع لها



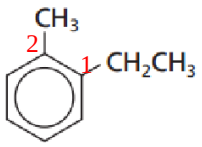
٢- إذا وجد أكثر من مجموعة بديلة ← ترقم بحيث تأخذ أصغر أرقام ممكنة في الاسم اسم البدائل بالترتيب الأبجدي



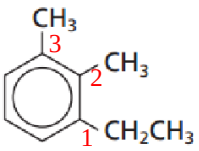
31. سمّ الصيغ البنائية التالية:

a. 

propyl benzene

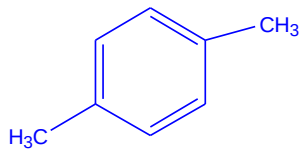
b. 

1-ethyl-2-methyl benzene

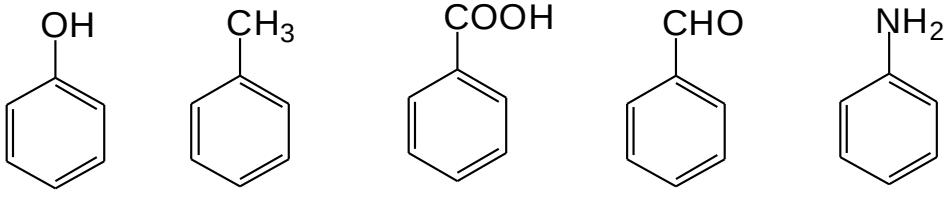
c. 

1-ethyl-2,3-dimethyl benzen

32. تحفيز ارسم الصيغة البنائية للمركب 1، 4– ثنائي ميثيل بنزين.



الأسماء الشائعة لبعض مشتقات البنزين ذات مجموعة بديلة واحدة



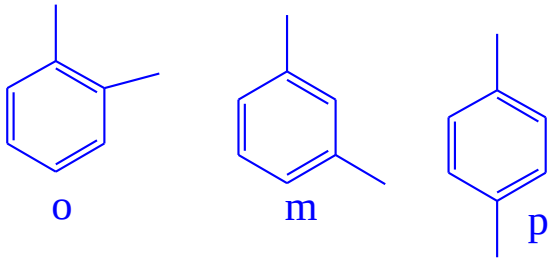
Phenol Toluene Benzoic acid Benzaldehyde Aniline

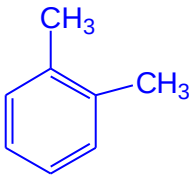
مشتقات البنزين أكثر نشاطا من البنزين كما أنها تنشط الحلقة تجاه تفاعلات الاستبدال

التسمية الشائعة للبنزين

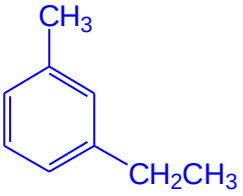
الحلقة أروماتية التي تحمل مجموعتين وظيفيتين لها 3 متشكلات بنائية (أورثو ، بارا ، ميتا) فإذا وجد فيه المستبدلين يستخدم البادئات

أورثو **o** في الموضع **1 , 2** ، ميتا **m** في الموضع **1,3** ، بارا **p** في الموضع **1,4**

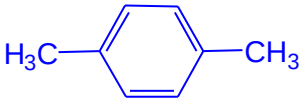




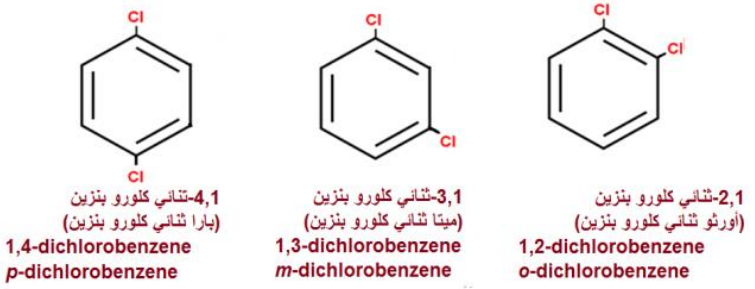
1,2-dimethyl benzene
o-dimethyl benzen



1-ethyle-3-methylbenzene
m-ethyl methyl benzen

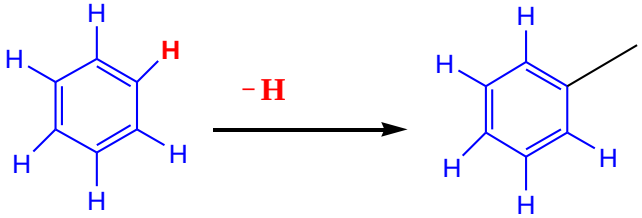


1,4-dimethyl benzene
p-dimethyl benzen



جذر البنزين (الآريل Aryl)

حلقة بنزين انتزع منها ذرة هيدروجين يسمى حلقة فينيل ويرمز له بالاختصار **ph**



Benzene — C_6H_6

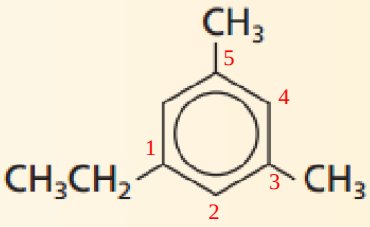
phenyl — C_6H_5

مخاطر المركبات الأروماتية

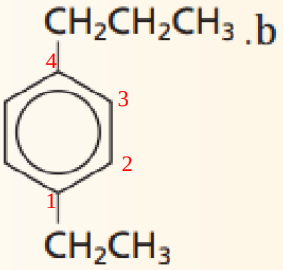
- البنزين والتولوين والإكزايلين رغم أنها جيدة كمذيبات صناعية ومخبرية إلا أنه من الضروري الحد من استخدامها لأنها مواد مسرطنة وتشمل أضرارها الجهاز التنفسي والعصبي والكبد
- مركب بنزوبايرين (سناج المداخن) ، الذي ينتج عن احتراق المخاليط المعقدة للمواد العضوية بأنه مادة مسرطنة

36. سمِّ الصيغ البنائية التالية:

.a



.b

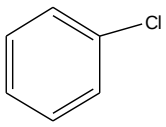


a. 1–إيثيل–3,2–ثنائي ميثيل بنزين 1–ethyl–2,3–dimethyl benzene

b. 1–إيثيل–4–بروبيل بنزين 1–ethyl–4–propyl benzene

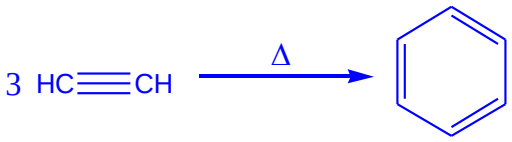
ملاحظة : ممكن يكتب بدل الحلقة C_6H_5–... أو ph...

مثال : كلوروبنزين : يكتب إما C_6H_5Cl أو phCl أو



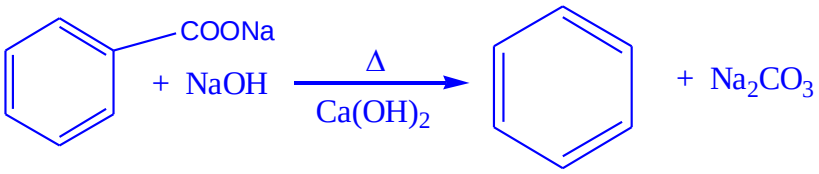
طرق تحضير البنزين

١- التفطير التجزيئي للبترول



٢- بلمرة الأستيلين

٣- تسخين بنزوات الصوديوم مع جير الصودا [١]



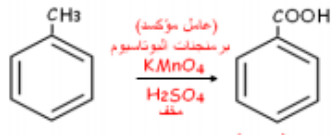
الخواص الفيزيائية للبنزين

- سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة
- لا يذوب في الماء ويذوب في المذيباتالعضوية مثل الكلوروفورم ، رابع كلوريد الكربون

[١] جير الصودا خليط من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم

- الخواص الكيميائية للبنزين

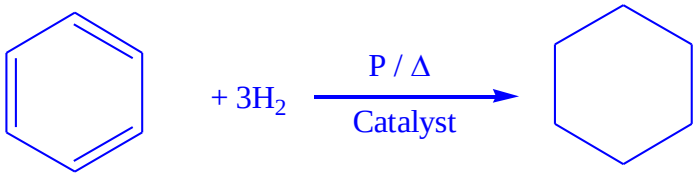
مقارنة لبعض تفاعلات الايثين والبنزين و التولوين (ميثيل بنزين):

	ايثين C_2H_4	بنزين C_6H_6	تولوين $C_6H_5CH_3$
تفاعلات الإضافة	تتفاعل بالإضافة	تقاوم تفاعلات الإضافة، وتحدث تحت ظروف صعبة من درجة حرارة وضغط وعامل حفاز ويقوم بتفاعل الإستبدال الإلكتروفيلي.	لاتتفاعل الحلقة بسهولة لكن تتفاعل السلسلة الجانبية كتفاعل المركبات الأليفاتية
الثبات (الاستقرار)	اقل استقرار أي أنها نشطة كمياناً بسبب وجود الروابط الثنائية	يعتبر مركب مستقر ثابت كمياناً بسبب ظاهرة الرنين	
النشاط الكيميائي (عكس الاستقرار أو الثبات)	عالية النشاط الكيميائي	اقل نشاط كيميائي ، بسبب رنين الروابط الثنائية في حلقة البنزين.	
الأكسدة	يتأكسد بسهولة ويزيل لون برمنجنات البوتاسيوم	لاتتأكسد حلقة البنزين ببرمنجنات البوتاسيوم	بالرغم من أن حلقة البنزين صعبة التأكسد إلا أن السلسلة الجانبية تتأكسد إلى مجموعة كربوكسيل كما توضح المعادلة التالية: 

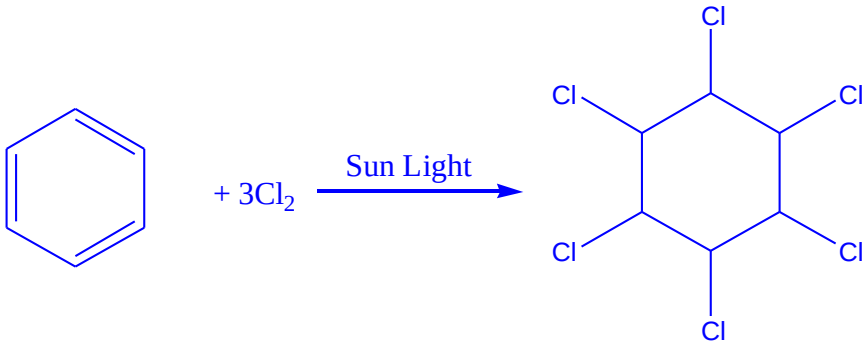
رغم أن معظم تفاعلات الألكين والألكاين الذين يخضعان لتفاعلات الإضافة
أغلب تفاعلات البنزين تتم بالاستبدال وفي وجود عامل حفاز

تفاعلات الإضافة :

١- هدرجة البنزين : يتم تحت ظروف شديدة ، ضغط ودرجة حرارة عاليين وعامل حفاز
الناتج هكسان حلقي

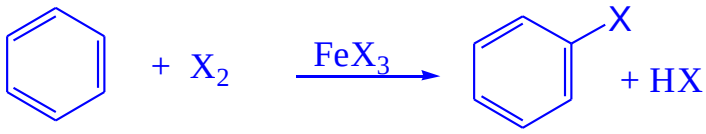


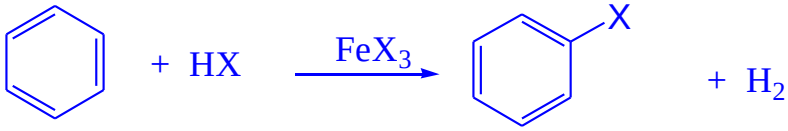
٢- إضافة الكلور : في وجود ضوء الشمس يتكون الجامكسان (سداسي كلوريد الهكسان)
يستخدم في المبيدات الحشرية



تفاعلات الاستبدال :

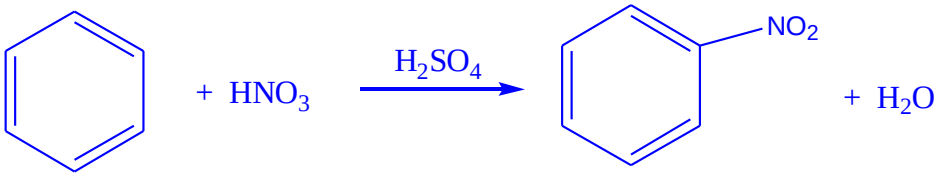
١- الهلجنة





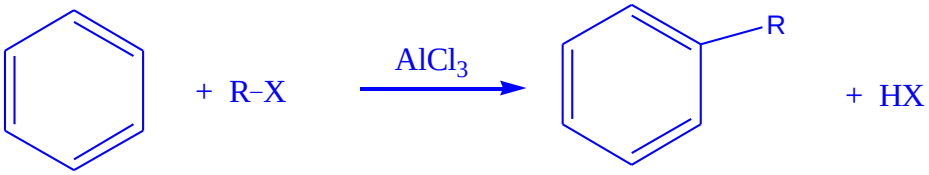
تفاعل البنزين مع الهالوجين قد يسير بطريقتين حسب الظروف ، إذا تم التفاعل بعيدا عن ضوء الشمس وفي وجود حمض لويس مناسب فإن التفاعل يتم بالاستبدال ، أما في وجود ضوء الشمس فإن التفاعل يتم بالإضافة

٢- النيترة إدخال مجموعة نيترو يتم في وجود حمض كبريتيك مركز الناتج نيتروبنزين الذي يستخدم تحضير العقاقير الطبية والأصباغ



Nitro-benzene

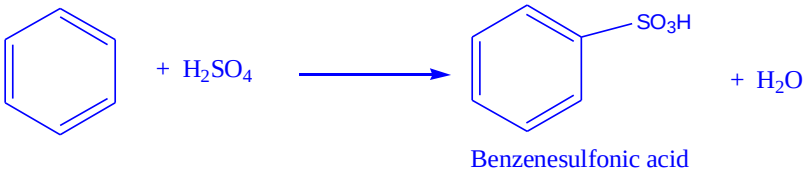
٣- الألكلة : (تفاعل فريدل كرافت) إدخال مجموعة ألكيل بواسطة هاليد الألكيل في وجود عامل مساعد (حمض لويس) مثل كلوريد الألمونيوم



R = جذر ألكيل

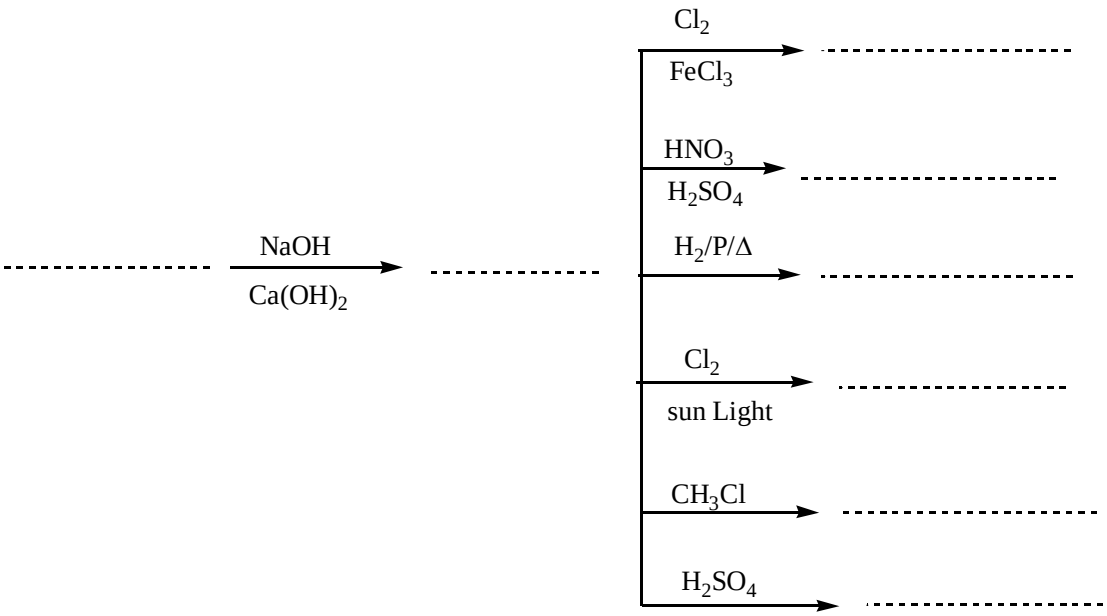
بهذه الطريقة يتم تحضير التولوين بتفاعل البنزين مع كلوروميثان في وجود كلوريد الألمونيوم

٤- السلفنة إدخال مجموعة السلفونيك على الحلقة بتفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك

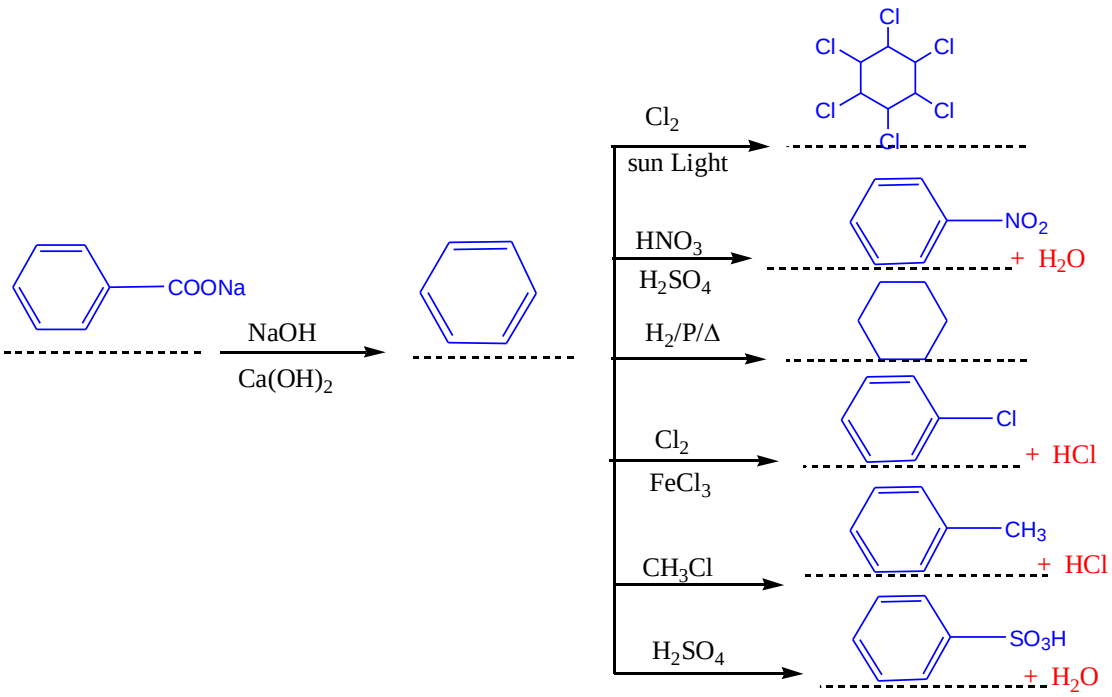


Benzenesulfonic acid

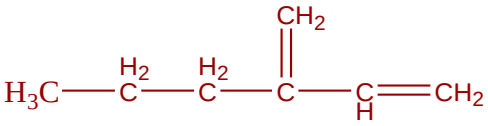
أكمل المعادلات التالية



الحل

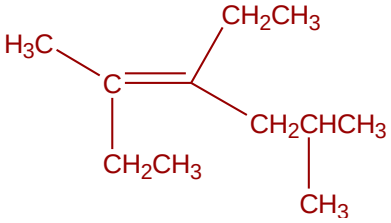


اختر الإجابة الصحيحة



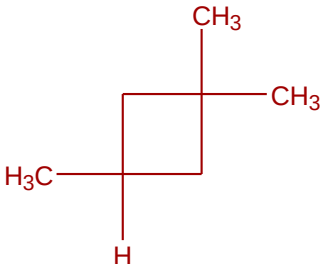
الاسم النظامي للمركب

.a	2–Propyl–1,3–butadiene	2– بروبيل 3,1– بيوتاديين
.b	3–propyl–1,3–butadiene	3 – بروبيل 3,1 – بيوتادايين
.c	2–ethenyl–1–pentadiene	2– إيثيل1,– بيوتاديين
√ .d	3–methenyl–1–hexene	3–ميثينيل – 1–هكسين



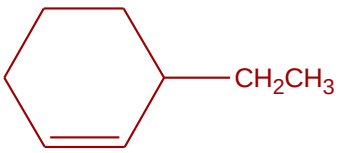
الاسم النظامي للمركب

√ .a	4–ethyl–3,6–dimethyl–3–heptene	4– إيثيل–6,3–ثنائي ميثيل –3– هبتين
.b	4–ethyl–3–methyl–5–isopropyl–3–pentene	4– إيثيل–3– ميثيل–5–أيزوبروبيل–3–بنتين
.c	4–ethyl–2,5–dimethyl–4–heptene	4–إيثيل–5,2–ثنائي ميثيل –٤–هبتين
.d	2,3–diethyl–5–methyl–2–hexene	3,2–ثنائي إيثيل –5–ميثيل – 2–هكسين



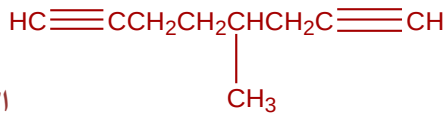
الاسم النظامي للمركب

.a	1,1–dimethyl–3–methyl cyclobutane	1,1–ثنائي ميثيل–3– ميثيل بيوتان حلقي
.b	1,3,3–trimethyl cyclobutane	3,3,1–ثلاثي ميثيل بيوتان حلقي
√ .c	1,1,3– trimethyl cyclobutane	1,1,3 – ثلاثي ميثيل بيوتان حلقي
.d	1 ,3– trimethyl cyclobutane	3,1 – ثلاثي ميثيل بيوتان حلقي



الاسم النظامي للمركب

.a	1–ethyl–2–cyclohexene	1–إيثيل –2– هكسين حلقي
.b	3–ethyl–1–cyclohexene	3–إيثيل –1– هكسين حلقي
√ .c	3–ethylcyclohexene	3–إيثيل هكسين حلقي
.d	6–ethylcyclohexene	6–إيثيل هكسين حلقي



الاسم النظامي للمركب

b. 5–methyl–1,7–octadiyne	a. 4–methyl–1,7–octadiyne √
d. 4–methyl–1,7–octayne	c. 1,8–nonadiyne

أي التالي ينطبق على الجزيء المجاور

a. الزاوية بين C3–C4 = 180°
b. الزاوية بين C2–C3 = 180° √
c. التهجين في C3–C4 هو sp
d. الزاوية بين C2–C3 = 120°

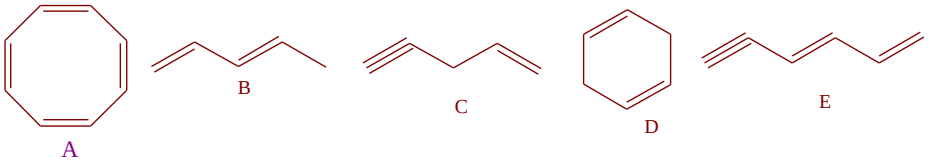
ما الكاشف الذي يمكن أن يستخدم للتفريق بين البروبان والبروبين

a. H_2
b. $KMnO_4$ √
c. HCl
d. $AgNO_3$

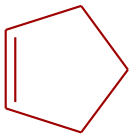
ما ميكانيكية التفاعل التالي $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{Light} CH_3Cl + HCl$

a. إحلال √
b. إضافة
c. حذف
d. تكاثف

أي المركبات التالية لها خاصية الرنين (Conjugated)



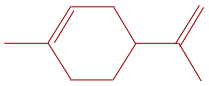
a. A & C
b. C & D
c. A & B √
d. D & E

 + Br_2 $\xrightarrow{Light}$

ما اسم ناتج التفاعل التالي

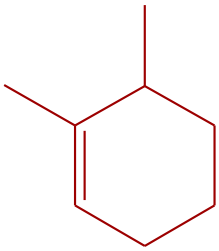
a. Bromocyclopentane بروموبنتان حلقي
b. 1,1–Dibromocyclopentane 1,1–ثنائي بروموبنتان حلقي
c. √ 1,2–Dibromocyclopentane 2,1 –ثنائي بروموبنتان حلقي
d. 1,5–Dibromocyclopentane 5,1 –ثنائي بروموبنتان حلقي

أي المركبات التالية لها متشكلات هندسية سيس \ ترانز

الصيغة الجزيئية للمركب 

a. $C_{10}H_{20}$
b. $C_{10}H_{16}$ √
c. $C_{10}H_{19}$
d. $C_{10}H_{17}$

a. 1–بنتين 1–pentene
b. √ 2–بنتين 2–pentene
c. 2–ميثيل–2–بنتين 2–methyl–2–pentene
d. 1–هكسين 1–hexene



الاسم النظامي للمركب

a. 1,2–ثنائي ميثيل –2–هكسين حلقي
b. √ 3,2–ثنائي ميثيل هكسين حلقي
c. 6,1–ثنائي ميثيل هكسين حلقي
d. 2,1–ثنائي ميثيل –6–هكسين حلقي

1,2–dimethyl–2–cyclohexene
2,3– dimethyl cyclohexene
1,6–dimethylcyclohexene
1,2–dimethyl–6–cyclohexene