

العنوان الرئيسي للوحدة : مدخل إلى كيمياء الكربون

الجزء الأول : الفحوم الهيدروجينية

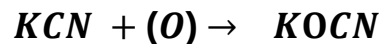
DAHEL MT – Lycée benalioui salah SETIF *****

مدخل إلى كيمياء الكربون

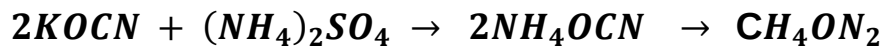
1 - الجانب التاريخي للكيمياء العضوية :

- **عنصر الكربون :** يعتبر الكربون (Carbone) العنصر المكون الرئيسي لجميع المركبات العضوية فهو بذلك من العناصر المهمة جدا على الأرض ، حيث تشكل المواد العضوية ما يقارب 6/5 من مجموع المواد الكيميائية عموما وعادة ما تعرف المواد العضوية بـ **مركبات الكربون** باستثناء بعض المواد التي يدخل في تكوينها هذا العنصر لكنها تصنف كمواد غير عضوية أي مواد معدنية مثل أكاسيد الكربون CO ، CO_2 وكذا بعض الفحومات مثل Na_2CO_3 والسيانيدات مثل KCN إلا أن هذه المواد لا تقلل من مجال المواد العضوية الواسع.
- **نشأة الكيمياء العضوية :** كان الاعتقاد السائد قديما أن المركبات العضوية لا يمكن استخلاصها إلا داخل الكائنات الحية الحيوانية والنباتية

نتيجة قوة حيوية خفية داخل عضويتها وبقي هذا الاعتقاد سائدا إلى غاية عام 1828 م أين تمكن العالم الألماني (فريدريك فوهلر) (Frederic Wohler) من اصطناع أول مركب عضوي في المختبر وهو البولة (اليوريا) $Urée$ (توجد في بول الحيوانات) حيث كانت المادة الأولية التي استخدمها ، ملحا غير عضوي هو سيانيد البوتاسيوم الذي يعطي عند أكسدته سيانات البوتاسيوم



وبتفاعل $KOCN$ مع كبريتات الأمونيوم ، نحصل على سيانات الأمونيوم التي تتحول عند التسخين إلى اليوريا



سيانات امونيوم يوريا

ومنذ هذا التاريخ توالى الأبحاث والاكتشافات والانجازات حيث توصل الكثير من الكيميائيين مثل **بيرتللو** (Berthelot: 1827 – 1907) و **كيكولي** (V.S.Kekulé) عام 1857 ، وغيرهم من التوصل إلى صناعة وإنتاج الكثير من المواد العضوية الطبيعية والاصطناعية وما أكثرها في يومنا هذا .

- **تعريف الكيمياء العضوية :** تعرف الكيمياء العضوية على أنها **كيمياء الكربون** ، وهي علم قائم بحد ذاته تهتم بدراسة وتحليل وتركيب كل المركبات العضوية التي يدخل في تكوينها بالأساس عنصري الفحم C والهيدروجين H على الأقل إضافة لعدد محدود جدا من العناصر الأخرى مثل الأكسجين O والأزوت N وبعض الهالوجينات مثل الكلور Cl أو المعادن مثل المغنيزيوم Mg ، وغيره من العناصر الأخرى الثانوية .

2 - (الفحوم الهيدروجينية :

الفحوم الهيدروجينية (الهيدروكربونات) : هي الأنواع الكيميائية العضوية التي تتألف جزيئاتها من عنصري الفحم C والهيدروجين H فقط

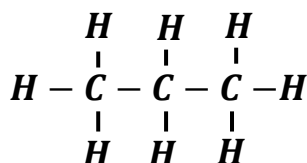
أي هي المركبات العضوية التي صيغتها العامة من الشكل C_xH_y .

تذكير: (تمثيل لويس للجزيئات)

مثلا : المركبين العضويين C_3H_8 و C_4H_{10}

يوجد نوعان للصيغ يعتمد عليها هذا التمثيل وهما : 1 : الصيغة المفصلة (المنشورة) . 2 : الصيغة نصف المفصلة (نصف منشورة)

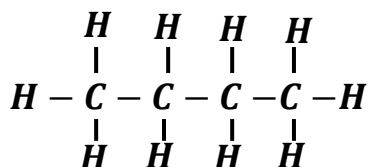
الصيغة المفصلة للمركب : C_3H_8



الصيغة نصف المفصلة :



بالمثل للمركب : C_4H_{10}



الصيغة المفصلة :

الصيغة نصف المفصلة : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

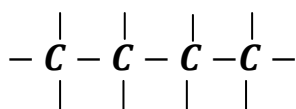
2-1 - السلاسل الفحمية المختلفة للفحوم الهيدروجينية :

تصنف الفحوم الهيدروجينية متعددة الكربون من حيث بنية هيكلها الكربوني إلى صنفين :

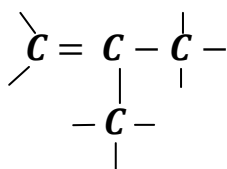
1- أ (الفحوم الهيدروجينية ذات السلاسل الفحمية المفتوحة) : وهي التي تكون فيها ذرات الفحم في الجزيء مرتبطة فيما بينها مشكلة سلسلة

مفتوحة ويمكن لهذه السلسلة أن تكون **خطية** أو **متفرعة** .

أمثلة :



• سلسلة فحمية مفتوحة خطية للمركب : C_4H_{10}



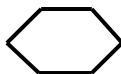
• سلسلة فحمية مفتوحة متفرعة للمركب : C_4H_8

1- ب (الفحوم الهيدروجينية ذات السلاسل الفحمية المغلقة (الحلقية)) : وهي التي تكون فيها ذرات الفحم في الجزيء مرتبطة فيما بينها مشكلة

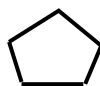
سلسلة مغلقة (حلقة) .



أو



أو



أو



أو



أمثلة :

(الأستاذ : د.أهل محمدر الطاهر)

2-2 - هندسة بعض الجزيئات العضوية وأنواع الروابط التكافئية في السلسلة الكربونية :

الجزيئات	C_2H_2	C_2H_4	C_2H_6
تمثيل لويس	$H \cdot \cdot C : : C \cdot \cdot H$	$\begin{array}{c} H \cdot \cdot \\ \cdot \\ H \cdot \cdot \end{array} C : : C \cdot \cdot \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ H \cdot \cdot \end{array} H$	$\begin{array}{c} H \cdot \cdot \\ \cdot \\ H \cdot \cdot \end{array} \ddot{C} \cdot \cdot \ddot{C} \cdot \cdot \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ H \cdot \cdot \end{array} H$
عدد الروابط التكافئية	3 - روابط تكافئية بسيطة σ 2 - رابطة تكافئية π	5 - روابط تكافئية بسيطة σ 1 - رابطة تكافئية π	7 روابط تكافئية بسيطة σ
الصيغ المنشورة	$H - C \equiv C - H$	$\begin{array}{c} H & & H \\ & \backslash & / \\ & C = C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C - C - H \\ & \\ H & H \end{array}$
الصيغ نصف منشورة	$HC \equiv CH$	$H_2C = CH_2$	$H_3C - CH_3$
تمثيل كرام	$H - C \equiv C - H$ ذرة ثنائية (خطية)	$\begin{array}{c} \text{ذرة ثلاثية} \\ \text{(مستوية)} \\ H & & H \\ & \backslash & / \\ & C = C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C - C - H \\ & \\ H & H \end{array}$ ذرة رباعية (هرمية)
السلسلة الكربونية	$-C \equiv C-$	$\begin{array}{c} \diagup & \diagdown \\ C & = & C \\ \diagdown & \diagup \end{array}$	$\begin{array}{c} & \\ -C & - & C- \\ & \end{array}$

نتيجة :

1- لا يكون للجزيئات الثلاثة السابقة هندسة فضائية متشابهة لأن ذرات الفحم في الجزيئات العضوية عموماً تتواجد بثلاثة حالات مختلفة :

1 - ذرة فحم رباعية الروابط (هرمية)

2 - ذرة فحم ثلاثية الروابط (مستوية)

3 - ذرة فحم ثنائية الروابط (خطية)

2 - تختلف الهندسة الفضائية لجزيئات الفحم الهيدروجينية باختلاف عدد ونوع الروابط التكافئية الموجودة في الجزيء وعدد ذرات الكربون فيها.

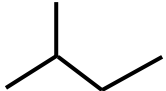
2 - 3. الكتابة الطوبولوجية (Ecritur Topologique) :

3 - أ) الهيكل الكربوني : نظرا لكون الفحوم الهيدروجينية تمتاز باحتوائها عنصري الكربون والهيدروجين فقط تم الاتفاق بين الكيميائيين على أن تمثل جزيئاتها بتمثيل مبسط يرتكز على **الهيكل الكربوني** للمركب

مثال : الهيكل الكربوني للمركب C_2H_6 هو ببساطة $C - C$ وللمركب C_3H_8 هو $C - C - C$

3 - ب) الكتابة الطوبولوجية : هي تمثيل للهيكل الكربوني للجزيء بواسطة الروابط الكربونية فقط أي هي اختصارا للهيكل الكربوني الوافق - اصطلاحا ، الكتابة الطوبولوجية ، عبارة عن خط متواصل منكسر وأحيانا متفرع مكون من قطع مستقيمة متساوية الطول حيث نهاية قطعة منها أو التقاء قطعتين أو ثلاثة توافق موقع ذرة الكربون .

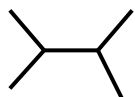
- أمثلة :

الصيغة المجملة	الصيغة نصف المنشورة	الهيكل الكربوني	الكتابة الطوبولوجية
C_2H_6	$H_3C - CH_3$	$C - C$	—
C_3H_8	$H_3C - CH_2 - CH_3$	$C - C - C$	
C_3H_6	$H_2C = CH - CH_3$	$C = C - C$	
C_4H_6	$HC \equiv C - CH_2 - CH_3$	$C \equiv C - C - C$	
C_5H_{12}	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C - C - C - C - C$	
C_5H_{12}	$H_3C - \overset{\overset{CH_3}{ }}{CH} - CH_2 - CH_3$	$\overset{\overset{C}{ }}{C - C} - C - C$	
C_5H_{12}	$H_3C - \overset{\overset{CH_3}{ }}{\underset{\underset{CH_3}{ }}{C}} - CH_3$	$\overset{\overset{C}{ }}{C - C} - C$	

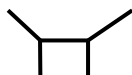
3 - ج) الكتابة الطوبولوجية المتكافئة :

نقول عن كتابتين طوبولوجيتين أنهما متكافئتين إذا أمطن الحصول على إحداها **بتشويه** أو **تدوير** الأخرى حيث يقصد بالتشويه تغيير توجيه واحدة من القطع المستقيمة أو أكثر بينما يقصد بالتدوير دوران التمثيل حول نفسه كما توضحه الأمثلة التالية :

(الأستاذ : د.أهل محمد الطاهر)



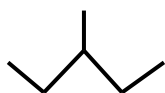
و



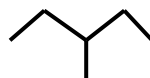
و



- كتابات طوبولوجية متكافئة بالتشويه :



و



- كتابات طوبولوجية متكافئة بـلتدوير :

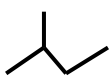
- كتابات طوبولوجية غير متكافئة : أنظر للجدول السابق بالنسبة للمركب C_5H_{12}

2 - 4 . المماكبات والتماكب (Les Isomeres et L'isomerie) :

المماكبات هي مركبات عضوية لها نفس الصيغة الجزيئية المجملّة وتختلف في الصيغ المنشورة فهي أنواع كيميائية تختلف في الخواص الكيميائية والفيزيائية .



و



و



مثال : الصيغ المنشورة للمركب C_5H_{12} هي

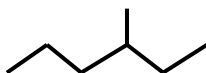
نتيجة : المماكبات هي المركبات الكيميائية غير المتكافئة

2 - 5 . أنواع التماكب :

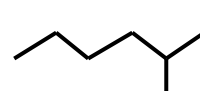
5 - أ (Isomerie de position) التماكب التكويني الوضعي :

في هذا النوع من التماكب يكون للمماكبات نفس السلسلة الرئيسية ونفس الفروع (الجذور) ولكنها تختلف في موضع التفرع .

(مماكبان لهما نفس الصيغة العامة : C_7H_{16})



و

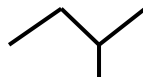


مثال :

5 - ب (Isomerie de chaine) التماكب التكويني التسلسلي :

في هذا النوع من التماكب يكون للمماكبات نفس الصيغة المجملّة وصيغ منشورة (أو نصف منشورة) بسلاسل فحمية مختلفة

(مماكبان لهما نفس الصيغة العامة : C_5H_{12})



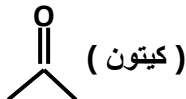
و



مثال :

ملاحظة : هاتين الحالتين من التماكب تخصان الفحوم الهيدروجينية فقط ، وتوجد حالة أخرى من التماكب التكويني تخص المماكبات الوظيفية

تعرف بـ **التماكب التكويني الوظيفي (Isomerie de fonction)** وفيها يكون للمماكبات وظائف كيميائية مختلفة ونفس السلاسل



(كيتون)



(ألدهيد)

(مماكبان لهما نفس الصيغة العامة : C_3H_6O)

2 - 6 . التسمية النظامية للفحوم الهيدروجينية (المشبعة وغير المشبعة) حسب توصيات (I . U . P . A . C)

نظرا للعدد الهائل من المركبات العضوية ولتسهيل دراستها والتعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية المختلفة تم تصنيفها في مجموعات (عائلات) على أساس التشابه في الخواص بين أفراد العائلة الواحدة وكذا وضع تسمية نظامية عامة وخاصة باتفاق دولي من قبل الاتحاد العالمي للكيميائيين IUPAC .

تعتبر الفحوم الهيدروجينية المركبات الأساسية لجميع المركبات العضوية أي هي المركبات الأصلية التي تشتق منها كل المركبات الأخرى ، وتصنف

وتصنف الفحوم الهيدروجينية إلى صنفين رئيسيين هما :

- الفحوم الهيدروجينية المشبعة : وهي التي تحتوي جزيئاتها روابط تكافئية فحمية أحادية (بسيطة) فقط .

- الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة : وهي التي تحتوي جزيئاتها على الأقل رابطة تكافئية فحمية ثنائية أو ثلاثية .

6-1 (الألكانات Les Alcanes)

الألكانات هي فحوم هيدروجينية C_xH_y مشبعة لجزيئاتها سلاسل كربونية مفتوحة (خطية ومتفرعة) يكون فيها عدد ذرات الكربون C : $(X = n)$ وعدد ذرات الهيدروجين H : $(y = 2n + 2)$ صيغتها العامة من الشكل : C_nH_{2n+2}

حيث $n \leq 1$ (عدد صحيح طبيعي غير معدوم) أي : $n = \{1, 2, 3, \dots\}$

يتركب الاسم النظامي للألكان من جزئين : ألكان = ألك + ان

- السابقة : ألك ... من أصل إغريقي تدل على عدد ذرات الكربون (n) في الجزيء .

عدد ذرات الكربون n	الصيغة العامة C_nH_{2n+2}	الإسم اللاتيني	الاسم بالعربية
1	CH_4	Methane	ميثان
2	C_2H_6	Ethane	إيثان
3	C_3H_8	Propane	بروبان
4	C_4H_{10}	Butane	بوتان
5	C_5H_{12}	Pentane	بننتان
6	C_6H_{14}	Hexane	هكسان
7	C_7H_{16}	Heptane	هبتان
8	C_8H_{18}	Octane	أكتان
9	C_9H_{20}	Nonane	نونان
10	$C_{10}H_{22}$	Decane	ديكان

6-2 (الجذور الألكيلية Les Alcyles)

الجذور الألكيلية هي مجاميع ألكيلية تشتق من الألكانات C_nH_{2n+2} بحذف ذرة هيدروجين H واحدة منها فتكون بذلك صيغتها العامة من

الشكل $C_nH_{2n+1}-R$ ويرمز لها اختصارا بالرمز $-R$

عدد ذرات الكربون n	الصيغة العامة $C_nH_{2n+1}-R$	الإسم اللاتيني	الاسم بالعربية
1	$-CH_3$	Methyle	ميثيل
2	$-C_2H_5$	Ethyle	إيثيل
3	$-C_3H_7$	Propyle	بروبيل
4	$-C_4H_9$	Butyle	بوتيل
5	$-C_5H_{11}$	Pentyle	بننتيل
6	$-C_6H_{13}$	Hexyle	هكسيل
7	$-C_7H_{15}$	Heptyle	هبتيل
8	$-C_8H_{17}$	Octyle	أكتيل
9	$-C_9H_{19}$	Nonyle	نونيل
10	$-C_{10}H_{21}$	Decyle	ديكيل

3-6 (تسمية المركبات العضوية :

تعتمد التسمية النظامية للمركبات العضوية وفق الاتحاد الدولي (I. U. P. A. C) على الصيغة الجزيئية المفصلة (او نصف مفصلة) للنوع الكيميائي بطريقة الترقيم وفق جملة من القواعد تضبط اسم المركب كالتالي :

تسمية الألكانات : - اختيار أطول سلسلة كربونية واعتبارها **السلسلة الرئيسية** ، ثم ترقيمها وتسميتها وإذا كان لها فروع يجب أن تأخذ ذرات

الكربون من السلسلة الموافقة لهذه الفروع أصغر الأرقام الممكنة .

- يسبق اسم السلسلة الرئيسية بأسماء فروعها على أن يرفق اسم كل فرع (جذر ألكيلي) برقم ذرة الكربون المرتبط بها مباشرة

من السلسلة الرئيسية وفي حالة وجود فروع متماثلة تسمى مرة واحدة رفقة أرقام ذرات ارتباطها بالسلسلة مع الإشارة لعددها

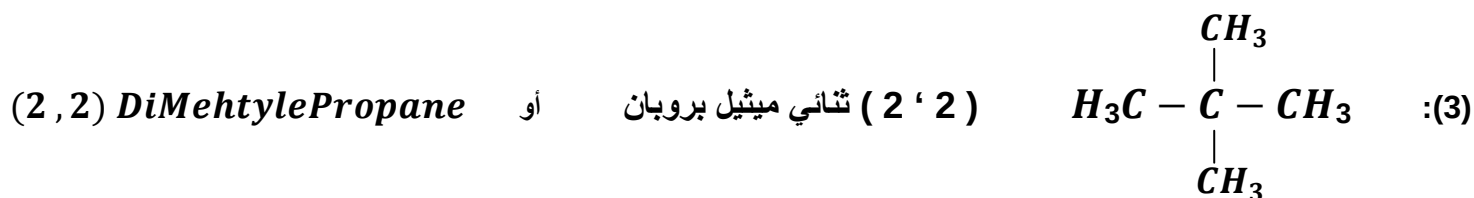
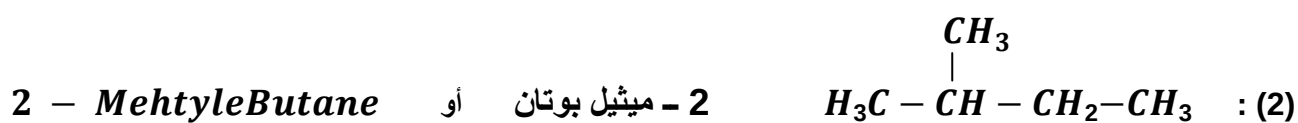
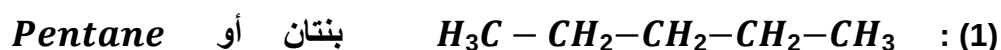
وفق النمط التالي :

- ثنائي أو (داي) في حالة وجود جذرين متماثلين .

- ثلاثي أو (تراي) في حالة وجود ثلاث جذور متماثلة .

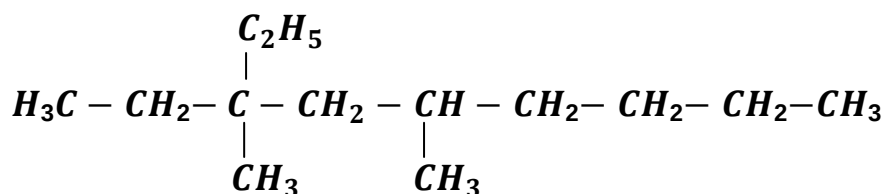
- رباعي أو (تترا) في حالة وجود أربعة جذور متماثلة إلخ

أمثلة : المماكبات الثلاثة للمركب العضوي C_5H_{12} والتسمية النظامية لكل مماكب :



ملاحظة : في حالة سلسلة رئيسية تحتوي عدة فروع لجذور مختلفة فتسمية هذه الجذور تخضع إلى الترتيب حسب الحروف الأبجدية بالفرنسية مع مراعاة القواعد السابقة في الترقيم .

مثال : أعط اسم المركب الموافق للصيغة نصف المفصلة التالية :



3 - إيثيل ، (3 ، 5) ثنائي ميثيل نونان أو *3 - Ehtyle , (3 , 5)DiMehtyleNonane*

نلاحظ هنا أن **E** يسبق **M**

6 - 4) الألسانات (الألكينات) : Les Alcènes

الألسانات أو الألكينات هي العائلة الثانية من الفحوم الهيدروجينية صيغتها العامة من الشكل C_nH_{2n} حيث $n \geq 2$ ، توجد رابطة ثنائية واحدة بين ذرتي كربون $C = C$ من النوع (σ, π) لذا فهي فحوم هيدروجينية غير مشبعة .

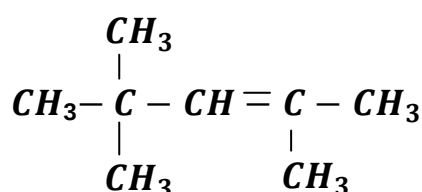
تسمية الألكينات : - ألكن = ألك + ن (ène)

أمثلة : C_2H_4 (إيثن Ethène) الشائع باسم (الإيثيلين : Ethylène)

C_3H_6 (بروبين Propène) ، C_4H_8 (بوتن Butène) الخ

وفي حالة تسمية الصيغة المفصلة للألسان نتبع نفس الخطوات السابقة على أن تشمل السلسلة الرئيسية الرابطة الثنائية والتي يشار إليها باللاحقة ن (ène) والتي تأخذ أصغر رقم من أطول سلسلة .

أمثلة : $H_3C - CH = CH - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CH_3$ 4 - ميثيل بنت - 2 - ن أو 4 - MehtylePent - 2 - ène



2, 4, 4 - triméthylpent - 2 - ène أو 4, 4, 2 - ثلاثي ميثيل بنت - 2 - ن

6 - 5) الألسينات (الألكينات) : Les Alcynes

الألسينات أو الألكينات هي العائلة الثالثة من الفحوم الهيدروجينية صيغتها العامة من الشكل C_nH_{2n-2} حيث $n \geq 2$ ، توجد رابطة ثلاثية واحدة بين ذرتي كربون $C \equiv C$ من النوع (σ, π, π) لذا فهي فحوم هيدروجينية غير مشبعة .

أمثلة : C_2H_2 (إيثين Ethyne) الشائع باسم (الأستلين : Acètylène)

C_3H_4 (بروبين Propyne) ، C_4H_6 (بوتين Butyne) الخ

وفي حالة عدة مماكبات لنفس الألسين يتم تسمية كل مماكب على أساس صيغته المفصلة (أو نصف المفصلة) بطريقة الترقيم على أن تعطى الأفضلية للرابطة الثلاثية في السلسلة الرئيسية والمرور عليها بأصغر رقم والتي يشار لها عند التسمية باللاحقة ... ين (yne)

أمثلة : (1) $H_3C - CH - C \equiv CH$ 3 - ميثيل هكس - 1 - ين أو 3 - méthylhex - 1 - yne



(2) $H C \equiv C - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$

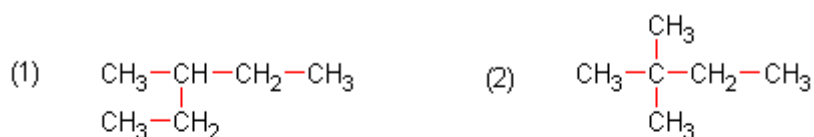
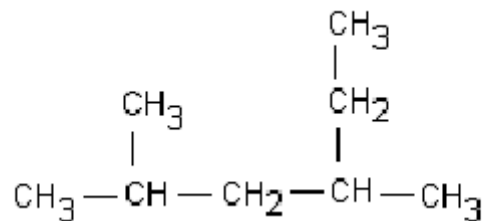
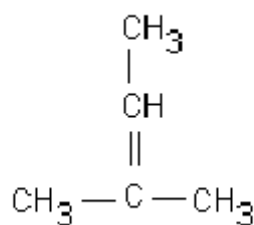


3 - إيثيل هكس - 1 - ين أو 3 - éthylhex - 1 - yne

تطبيقاً على مراحى للكيمياء العضوية

النسرين (الاول) :

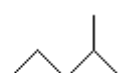
- أعط أسماء المركبات التالية حسب IUPAC :



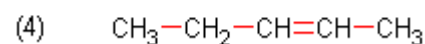
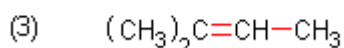
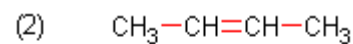
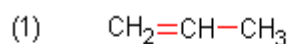
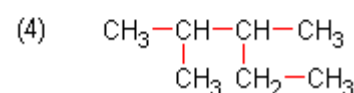
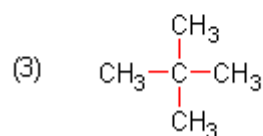
(1)



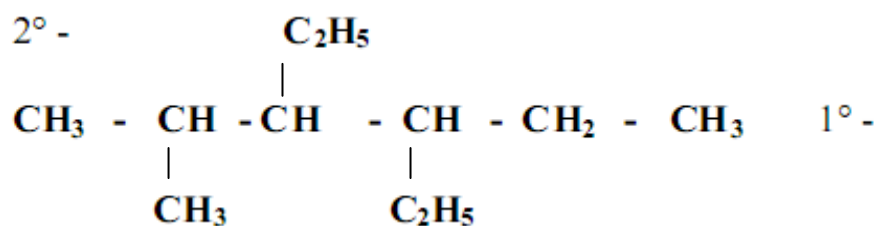
(2)



(3)



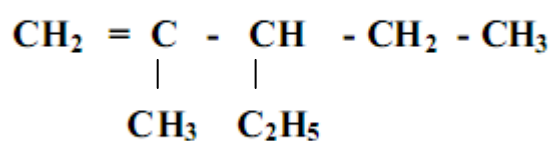
2° -



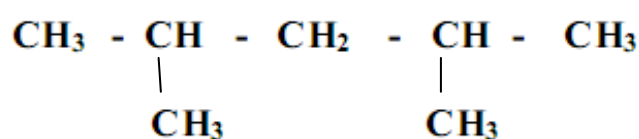
1° -



3° -

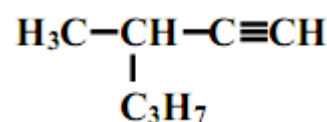
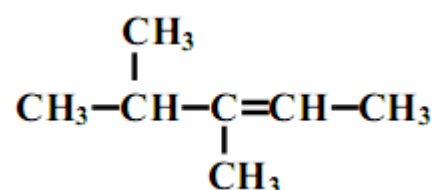
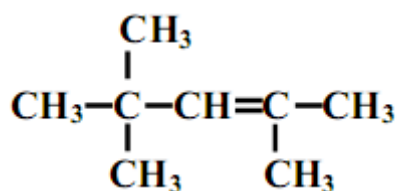
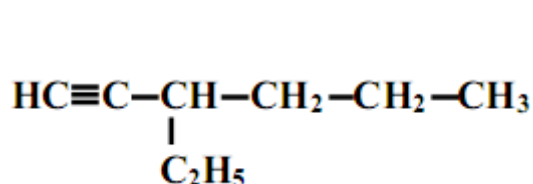
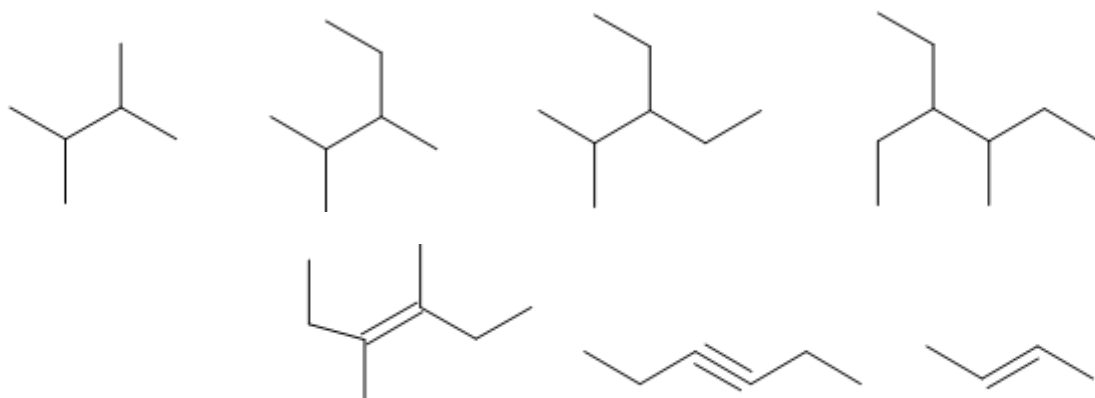


4° -



التسريع الثاني :

أعط أسماء المركبات التالية حسب IUPAC :

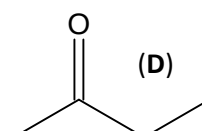
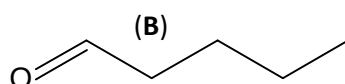
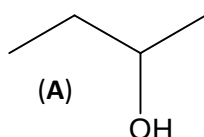


التسريع الثالث :

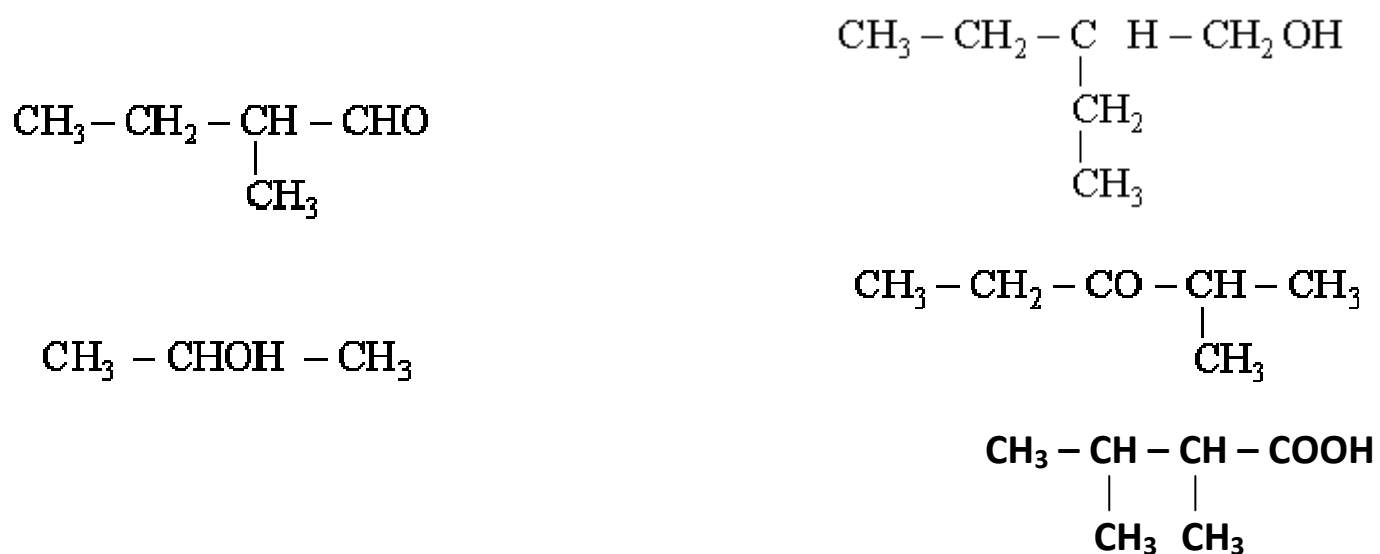
- اكتب الصيغة نصف المفصلة للمركبات التالية :

3- إيثيل، 2-ميثيل بنتان ، (2،2) -ثنائي ميثيل بنتان ، (5،3،2) -ثلاثي ميثيل هكسان

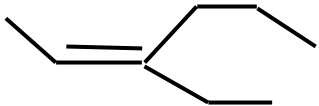
- أذكر العائلة الكيميائية التي ينتمي إليها كل مركب وأكتب الصيغة نصف المفصلة مع التسمية حسب IUPAC :



- سم المركبات التالية و أعط صيغة المجموعة الوظيفية لكل مركب وكذلك الكتابة الطوبولوجية :



- أكمل الجدول التالي :

المركب C	المركب B	المركب A	
			العائلة
		(2، 4) - ثنائي ميثيل بنت-1 - أل	اسم المركب
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		الصيغة نصف المفصلة
			الكتابة الطوبولوجية