*College of Environmental Sciences*

*Department of Environmental Health*

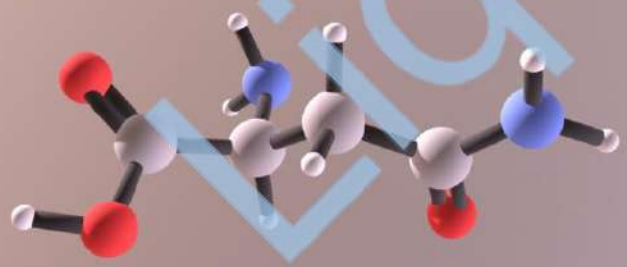
*Organic Chemistry*

*1st Class*

*Fifth Lecture*

*Dr. Liqa'a*

# Organic Chemistry



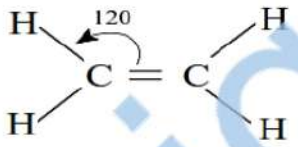
Dr. Liqaa

## Alkenes

**Alkenes** are unsaturated hydrocarbons that contain at least one carbon-carbon double bond (**C=C**). They are sometimes called **olefins**. The general formula for non-cyclic alkenes is $C_nH_{2n}$. For cyclic alkenes, the simplest member of the alkenes family is ethylene, $C_nH_{2n-2}$. the simplest member of the alkenes family is ethylene, $C_2H_4$.

٢. **الألكينات** alkenes :

الألكينات هيدروكربونات غير مشبعة تحتوي على رابطة كربون – كربون مزدوجة (C=C) واحده على الأقل ، وتسمى أحيانا بالاوليفينات olefins ، والصيغة العامة للألكينات غير الحلقية هي $C_nH_{2n}$ ، وللالكينات الحلقية $C_nH_{2n-2}$ وابسط عضو في عائلة الألكينات هو الأيثيلين $C_2H_4$.




## Physical properties of alkenes

Alkenes do not differ much from alkanes in their physical properties. They resemble alkanes that are close to them in molecular weight, in their boiling points, and in their solubility. Like alkanes, they do not dissolve in water, but rather they dissolve in non-polar solvents such as benzene, ether, and carbon tetrachloride, and there is a difference between Alkenes and alkanes, which is that alkanes dissolve in concentrated sulfuric acid, while alkenes do not dissolve in this acid.

٢ . ٢ الخواص الفيزيائية للألكينات :

لا تختلف الألكينات كثيرا عن الألكانات في خواصها الفيزيائية فهي تشبه الألكانات المقارنة لها في الوزن الجزيئي ، في درجات غليانها وذائبيتها ، فهي كالألكانات لا تذوب في الماء ، بل تذوب في المذيبات غير القطبية كالبنزين والأيثر ورابع كلوريد الكربون ، وهناك اختلاف بين الألكينات و الألكانات ، وهو أن الألكانات تذوب في حمض الكبريتيك المركز بينما لا تذوب الألكينات في هذا الحمض .

Dr. Liqaa

## *Naming alkenes*

## *Common nomenclature*

The **common nomenclature** is used in the case of alkenes with low molecular weights by replacing the syllable -ane at the end of the name of the alkane compound with the syllable -ylene to become the compound alkylene. As shown in the following table: Table: How to name common alkenes.

**٢ . ١ تسمية الألكينات :**

**٢ . ١ . ١ التسمية الشائعة :**

تستخدم التسمية الشائعة في حالة الألكينات ذات الأوزان الجزيئية القليلة وذلك باستبدال المقطع ane– الذي يقع في نهاية اسم المركب الالكاني alkane بالمقطع ylene– ليصبح المركب ألكيلين ، كما هو موضح في الجدول التالي :

**الجدول ٢– ٣): طريقة تسمية الألكينات الشائعة**

| Alkane **الألكان** | Alkene **الالكين** |
|---|---|
| Ethane $CH_3CH_3$ | Ethylene $CH_2=CH_2$ |
| Propane $CH_3CH_2CH_3$ | Propylene $CH_3\text{-}CH=CH_2$ |
| | Butylene $CH_3CH_2CH=CH_2$ |
| n-Butane $CH_3CH_2CH_2CH_3$ | B-Butylene $CH_3CH=CHCH_3$ |
| Isobutane $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$ | Isobutylene $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}=CH_2$ |

Dr. Liqaa

## IUPAC nomenclature: التسمية النظامية

Alkenes are named using the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) rules, IUPAC is most commonly used to name organic compounds, as follows:

1. The longest continuous chain of carbon atoms that includes two carbon atoms in the double bond is selected and given the name the corresponding alkane.
2. The syllable (ane) is deleted from the alkane name and the syllable (ene) is added instead.
3. The chain is numbered from the end that gives the two atoms of the double bond the smallest numbers.
4. The names of the substituted groups are written, preceded by the numbers of the carbon atoms they contain, and it is preferable to mention them (groups substitution) according to its alphabetical sequence, then giving the name of the alkene preceded by a number indicating the location of the double bond.

يتم تسمية الالكينات باستخدام قواعد الاتحاد العالمي للكيمياء الصرفة والتطبيقية (IUPAC) International Union of Pure and Applied Chemistry الاكثر استخداماً لتسمية المركبات العضوية وكما يلي :

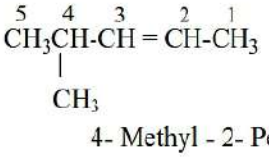
1- تنتخب اطول سلسلة مستمرة من ذرات الكاربون تضم ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة وتعطى اسم الالكان المقابل .

2- يحذف المقطع ( ane ) من اسم الالكان ويضاف المقطع ( ene ) بدله.

3- ترقم السلسلة من الطرف الذي يعطي ذرتي الاصرة المزدوجة اصغر الارقام .

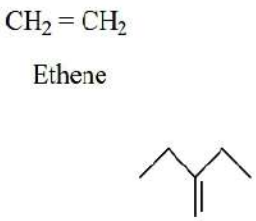
4- تكتب اسماء المجاميع المعوضه مسبوقة بأرقام ذرات الكاربون التي تحملها ويفضل ذكرها ( المجاميع المعوضه ) حسب تسلسلها الابجدي ومن ثم اعطاء اسم الالكين مسبوقا برقم يدل على موقع الاصرة المزدوجة .

Dr. Liqaa



4- Methyl - 2- Pentene

**أمثلة أخرى لتوضيح القواعد السابقة :**



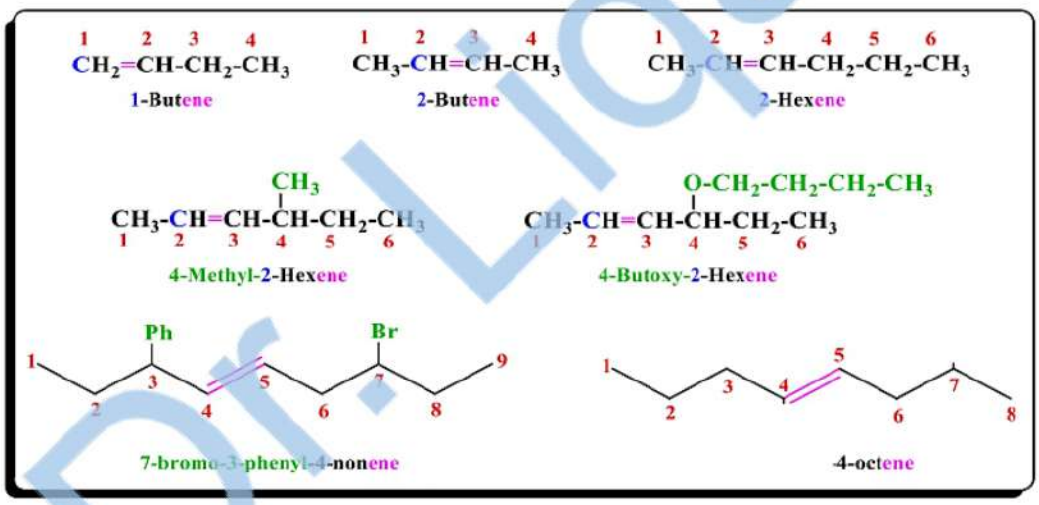
Ethene

Propene

1-Butene

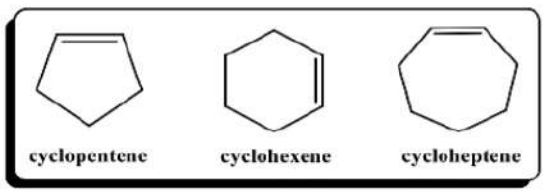
3-Chloro -l- Propene

2-Ethyl-1-Butene




**As for cyclic alkenes, they are named by placing the syllable (cyclo) before the name of the compound and replacing the syllable (ane) with the syllable (ene).**

اما الالكينات الحلقية فتسمى بوضع المقطع ( Cyclo ) قبل اسم المركب مع استبدال المقطع ( ane ) بالمقطع ( ene ) .



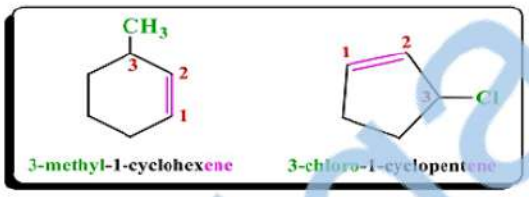

Dr. Liqaa

**If the alkene ring is substituted, there are two cases:**

**First**: The substituted group is not attached to one of the two carbon atoms of the double bond. In this case, the two carbon atoms of the double bond take the numbers (1, 2), and the numbering continues in the direction that gives the substituted groups the smallest numbers.

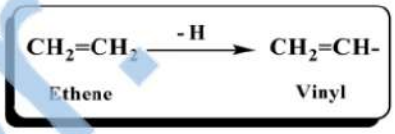
اما اذا كانت حلقة الالكين معوضه فهناك حالتين :

**الاولى** : عدم ارتباط المجموعة المعوضه بإحدى ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة وفي هذه الحالة تأخذ ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة الرقمين ( 1 , 2 ) ويستمر الترقيم بالاتجاه الذي يعطي المجاميع المعوضه اصغر الارقام




Note: The group derived from ethene after deleting a hydrogen atom is called vinyl.

ملاحظة : تدعى المجموعة المشتقة من الايثين بعد حذف ذرة هيدروجين منها بالفاينيل ( Vinyl )



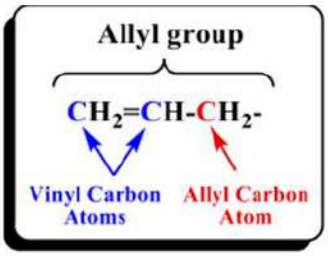

The compounds that result from replacing vinyl with some groups are called vinyl compounds.

اما المركبات التي تنتج من تعويض الفاينيل ببعض المجاميع فتدعى بمركبات الفاينيل .

Dr. Liqaa

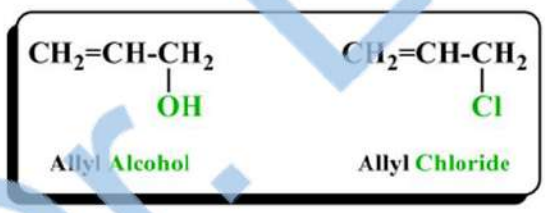
However, if a hydrogen atom is removed from propene, an allyl group containing an allyl carbon atom is produced and two vinyl carbon atoms.

اما اذا تم سحب ذرة هيدروجين من البروبين تنتج مجموعة الاليل Allyl التي تحتوي على ذرة كاربون الليلية وذرتي كاربون فاينيلية .




The compounds that result from replacing the allyl group with some groups are called allyl compounds.

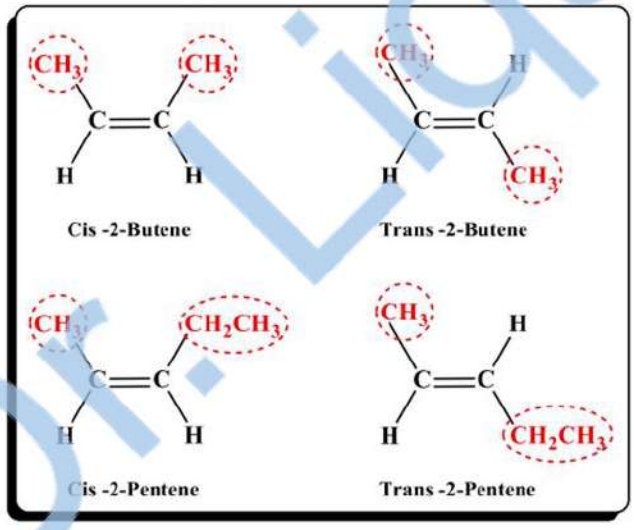
اما المركبات التي تنتج من تعويض مجموعة الاليل ببعض المجاميع فتدعى بمركبات الاليل .




Dr. Liqaa

Second, **Geometric isomers**: This means the presence of a compound that has the same molecular formula and exists in different stereoscopic structures. These stereoscopic structures result from the difference in the distribution of the groups on the two carbons of the double bond. When the groups are present on one side of the double bond, the Cis isomer is formed. However, if the two groups are present, each one on the other side. In this case, the Trans isomer is formed. Therefore, the name of the above compound 2-Butene is inaccurate due to not specifying the direction in which the two methyl groups are located with respect to the double bond.

**ثانياً الايزومرات الهندسية :** ويقصد بها تواجد المركب الذي يمتلك نفس الصيغة الجزيئية ويتواجد بهيئات فراغية مختلفة وتنتج هذه الهيئات الفراغية نتيجة الاختلاف بتوزيع المجاميع على ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة ، فعند تواجد المجاميع على جانب واحد من الاصرة المزدوجة يتكون الايزومر Cis اما اذا تواجدت المجموعتين كل واحدة على جانب فبهذه الحالة يتكون الايزومر Trans لذلك تسمية المركب اعلاه 2-Butene غير دقيقة بسبب عدم تحديد الاتجاه الذي تتواجد به مجموعتي المثيل بالنسبة للاصرة المزدوجة .




This applies if the two carbon atoms of the double bond contain two hydrogen atoms and two substituted groups. However, if the two carbon atoms of the double bond contain three different or similar groups and one hydrogen atom, or four different or similar groups that do not contain a hydrogen atom, in this case the system cannot be used.

Dr. Liqaa

هذه بالنسبة اذا كانت ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة محتوية على ذرتي هيدروجين ومجموعتين معوضه ، اما اذا كانت ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة محتوي على ثلاثة مجاميع مختلفة او متشابهة وذرة هيدروجين واحدة او اربعة مجاميع مختلفة او متشابهة وغير محتوية على ذرة هيدروجين ففي هذه الحالة لا يمكن استخدام نظام

## *Methods of preparing alkenes*

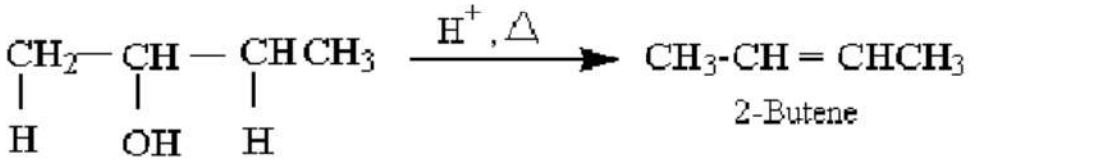
Alkenes are prepared in two main methods in the laboratory:

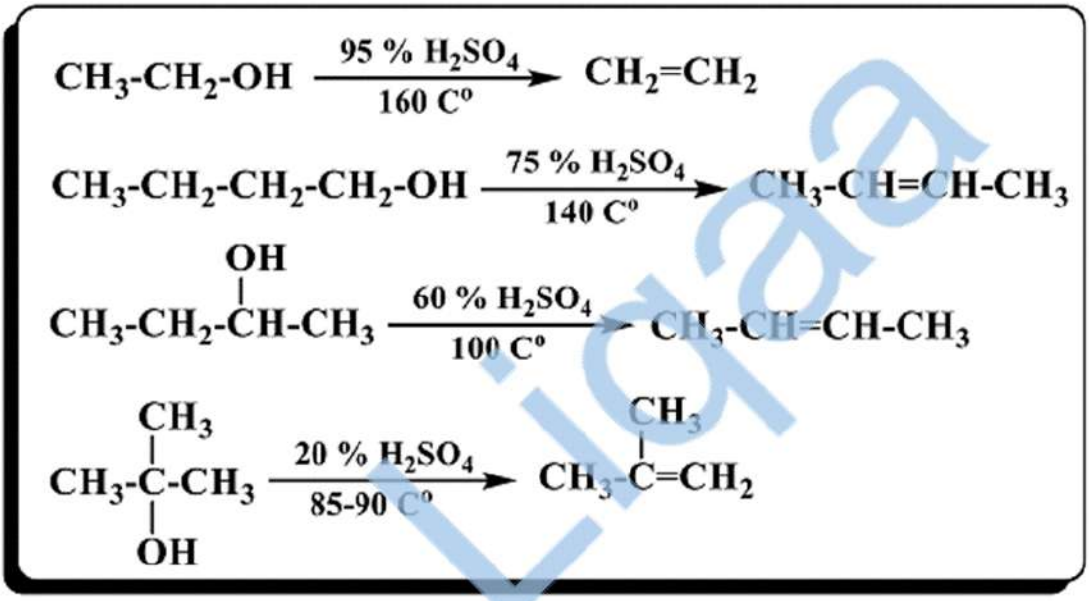
1. **Removing water from alcohol:** when the latter is heated, in the presence of a small amount of acid $H^+$. The most commonly used acids in this regard are sulfuric acid, $H_2SO_4$, and phosphoric acid, $H_3PO_4$.

**٢ . ٣ طرق تحضير الألكينات :**

تحضر الألكينات بطريقتين رئيستين في المختبر وهما :

١. **انتزاع الماء من الكحول** ، عند تسخين الأخير ، بوجود كمية قليلة من حمض $H^+$ ، وأكثر الأحماض استعمالا في هذا المضمار هي حامض الكبريتيك $H_2SO_4$ وحامض الفوسفوريك $H_3PO_4$



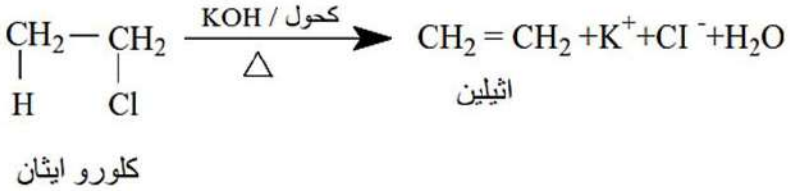




**2. Removal of hydrogen halide from alkyl halide**

The HX(X= Cl, Br, I) molecule is removed from the alkyl halide when heated with alcohol in the presence of KOH

**٢. انتزاع هاليد الهيدروجين من هاليد الألكيل :**

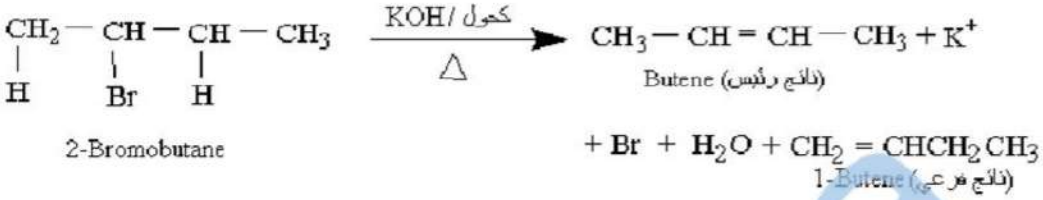
يتم نزع جزيء HX (X= Cl, Br, I ) من هاليدالألكيل عند تسخينه مع الكحول في وجود KOH .

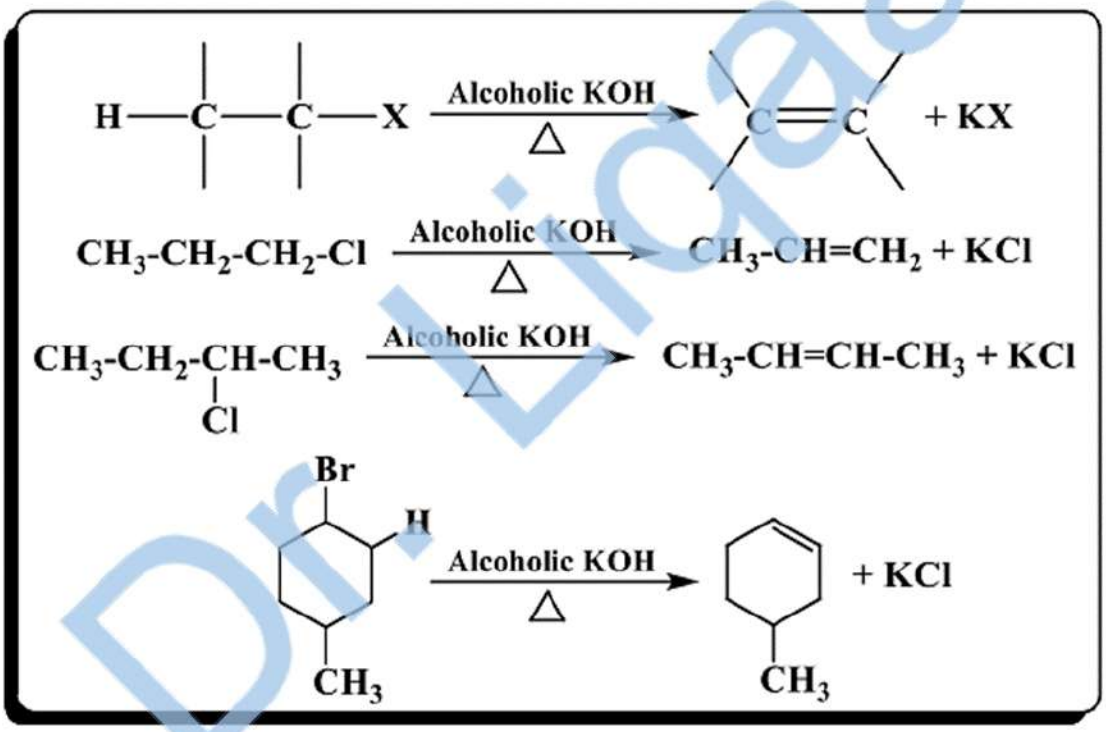



Dr. Liqaa

If the removal of a hydrogen halide leads to the formation of two products, the most substituted alkene is the main product

وإذا أدى انتزاع هاليدالهيدروجين إلى تكوين ناتجين ، فان الألكين الأكثر استبدالا هو الناتج الرئيس ، كما في الكحولات ، والمثال التالي يوضح ذلك :




Dr Ligaa

## Alkynes

Alkynes are unsaturated hydrocarbons containing a carbon-carbon triple bond (**C≡C**). The molecular formula for alkanes is: $C_nH_{2n-2}$, and the simplest known alkyne is acetylene gas, $C_2H_2$. The geometric shape of the molecule is linear, due to the use of sp hybridized orbitals by the two carbon atoms, meaning that the two carbon atoms and hydrogen atoms all lie on a straight line. Acetylene gas burns with oxygen, creating a flame with a very high temperature of up to 3000°C. For this reason, acetylene gas is used in welding work.

Acetylene is prepared industrially by heating coke with calcium oxide CaO in an electric furnace, then treating the resulting calcium carbide $CaS_2$ with water.

٣. **الألكاينات** Alkynes :

الألكاينات هيدروكربونات غير مشبعة تحتوي على رابطة كربون – كربون ثلاثية (– C≡C –).

والصيغة الجزيئية للألكانات هي $C_nH_{2n-2}$ ، وأبسط الألكاينات المعروفة هو غاز الأستيلين $C_2H_2$ ، الشكل الهندسي للجزيء خطي ، بسبب استعمال ذرتي الكربون لأفلاك sp المهجنة ، أي أن ذرتي الكربون وذرتي الهيدروجين تقع جميعها على خط مستقيم . ويحترق غاز الأستيلين مع الأوكسجين لإعطاء لهب ذي حرارة عالية جدا تصل إلى ٣٠٠٠ °م ، ولهذا السبب يستعمل غاز الأسيتلين في أعمال اللحام.

يتم تحضير الأسيتلين صناعيا بتسخين فحم الكوك مع أوكسيد الكالسيوم CaO في فرن كهربائي ، ثم معالجة كربيد الكالسيوم $CaS_2$ الناتج بالماء .

$$3C + CaO \xrightarrow{2500\ ^oC} CaC_2 + CO$$

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

## Naming of alkynes

Alkynes can be named in the common method or according to the systematic nomenclature (i.e. the IUPAC system). In common nomenclature, acetylene is used as a reference for some of them, especially small molecules. Acetylene is a common name for the smallest alkane molecule. In systematic nomenclature, the same naming rules are followed for alkynes, **except that the ending -yne replaces the ending -ene**, as shown in the following examples:

Dr. Liqaa

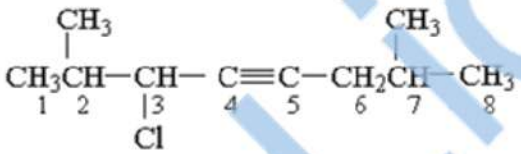
### ١ . ٣ تسمية الألكاينات:

يمكن تسمية الألكاينات بالطريقة الشائعة أو حسب التسمية النظامية( أي نظام IUPAC ) ففي التسمية الشائعة يستخدم الأسيتلين كمرجع لبعضها ، وبخاصة الجزيئات الصغيرة ، و الأسيتلين هو اسم شائع لأصغر جزيء ألكايني ، وفي التسمية النظامية تتبع قواعد التسمية نفسها للألكاينات إلا أن النهاية – yne تحل محل النهاية –ene كما يتضح من الأمثلة التالية :

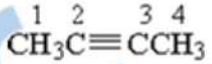
| | | | |
|---|---|---|---|
| $HC\equiv CH$ | $CH_3C\equiv CH$ | $CH_3CH_2C\equiv CH$ | |
| Acetylene | Methyl acetylene | Ethyl acetylene | تسمية شائعة |
| Ethyne | Propyne | 1- Butyne | تسمية نظامية |

**Examples of IUPAC systematic nomenclature:**

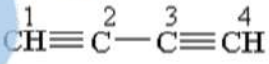
- أمثلة على التسمية النظامية IUPAC :




3-Chloro-2,7-dimethyl-4-octyne




2-Butyne

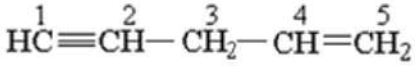



1,3-Butadiyne

If there are two bonds, one double and the other triple, in the compound at equal distances from both sides, the double bond takes the lowest number, and the ending remains the same as -yne preceded by the number indicating the location of the triplet bond, and this comes preceded by the name indicating the presence of an alkene.

Dr. Liqaa

وفي حالة وجود رابطتين إحداهما ثنائية والأخرى ثلاثية في المركب على بعدين متساويين من الطرفين ، فإن الرابطة الثنائية تأخذ أقل الأرقام وتبقى النهاية كما هي yne– مسبوقة برقم الدال على موقع الرابطة الثلاثية ،وهذا يأتي مسبوقا بالاسم الدال على وجود alkene .



1-Pentyn-4-ene

In the case of the distance between the two links differs from the end, the numbering begins from the end closest to either of the two links and ends with the name with the syllable -yne permanently

وفي حالة تفاوت بعد الرابطين عن الطرف يبدأ الترقيم من الطرف الأقرب لأي من الرابطين وينتهي الاسم بالمقطع yne– بصفة دائمة .

## *Physical properties of alkynes:*

Alkynes are nonpolar compounds. They do not dissolve in water, but they are highly soluble in organic solvents such as benzene and carbon tetrachloride. They are similar to alkenes in their boiling points. For example, you find that compounds from $C_2$ to $C_4$ are gases, and compounds from $C_5$ to $C_{16}$ in are liquids, and those above $C_{17}$ are substances.

## *Preparation of alkynes:*

Alkynes are prepared in the laboratory in several methods:
they are prepared from secondary alkyl halides and from Sodium acetylate as follows:

**تحضير الألكاينات :**

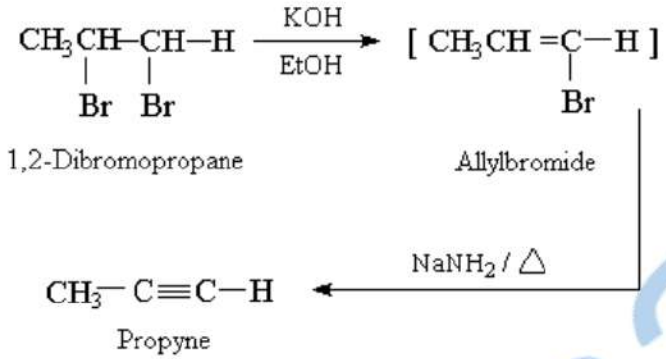
تحضر الألكاينات مخبريا بعدة طرق تحضيرها من هاليدات الألكيل الثنائية وتحضيرها من استيليدات الصوديوم كما يلي :

**1. Dehydrogenation and halogenation of alkyl dihalides: Dehydrohalogenation:** Two hydrogen atoms and two halogen atoms are removed from two adjacent carbon atoms in two stages as follows:

Dr. Liqaa

١- نزع الهيدروجين والهالوجين من الألكيل ثنائي الهاليد : Dehydrohalgenation

يتم نزع ذرتي هيدروجين وذرتي هالوجين من ذرتي كربون متجاورتين على مرحلتين كما يلي :

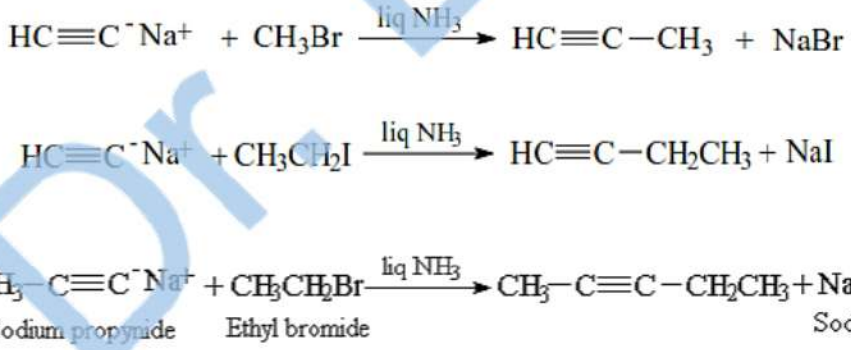



**2. From sodium acetylidene and its derivatives:**

Sodium acetylide reacts with primary alkyl halides to build long hydrocarbon chains as follows:

٢- من أستيليدات الصوديوم ومشتقاتها :

يتفاعل أستيليد الصوديوم مع هاليدات الألكيل الأولية لبناء سلاسل هيدروكربونية طويلة كما يلي :




This method is not suitable for secondary or tertiary alkyl halides because the acetylide acts as a strong base. They react with secondary and tertiary halides and produce unsaturated hydrocarbons.

ولا تصلح هذه الطريقة مع هاليدات الألكيل الثانوية أو الثالثية وذلك لأن الأستيليد يعمل كقاعدة قوية تتفاعل مع الهاليدات الثانوية والثالثية وتنتج مركبات هيدروكربونية غير مشبعة.

Dr. Liqaa