# الفحـوم الهيـدروجينـية (Les hydrocarbures)

## 1. تعــريف

الفحوم الهيدروجينية هي مركبات كيميائية تحتوي جزيئاتها على الكربون و الهيدروجين، صيغتها العامة $C_xH_y$.

تنقسم الفحوم الهيدروجينية إلى قسمين:

- فحوم هيدروجينية أليفاتية (خطية أو متفرعة)
- فحوم هيدروجينية حلقية

كما يمكـنها أن تكون مشبعة أو غير مشبعة

## 2. الفحـوم الهيـدروجينـية المشبعة و تشمل الألكانات و الألكانات الحلقية

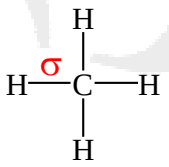
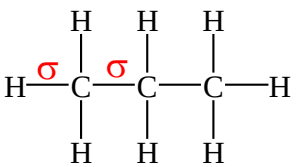
### 1.2/- الألكانات (Les Alcanes)

**أ/- تعــاريف**

الألكانات هي فحوم هيدروجينية مشبعة صيغتها العامة $C_nH_{2n+2}$ ، و جميع ذرات الكربون في جزيء الألكان لها 4 روابط تكافئية بسيطة من نوع سيقما σ مع 4 ذرات مجاورة على شكل هرم فتكون ذرة الكربون وسط الهرم و الذرات المجاورة على زوايا الهرم، كما تشكل الروابط فيما بينها زاوية بـ 109°.

يبلغ طول الرابطة C-C حوالي 0,154 nm.

**أمثلة:**

$CH_4$ méthane ⟶  ; $C_3H_8$ propane ⟶ 

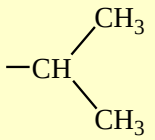
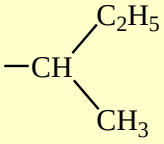
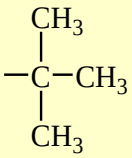
- كما يمكن للألكانات أن تتركب من ذرة إلى 40 ذرة:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ميثان $CH_4$ | إيثان $C_2H_6$ | بروبان $C_3H_8$ | بوتان $C_4H_{10}$ | بنتان $C_5H_{12}$ |
| هكسان $C_6H_{14}$ | هبتان $C_7H_{16}$ | أوكتان $C_8H_{18}$ | نونان $C_9H_{20}$ | ديكان $C_{10}H_{22}$ |

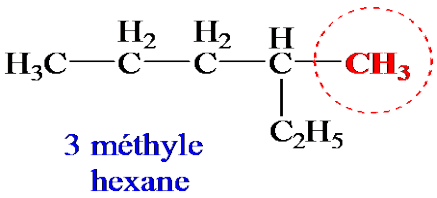
مختلف الصيغ للألكانات:

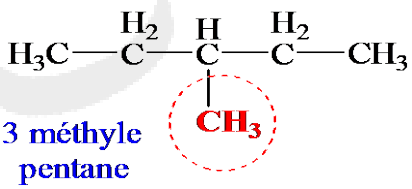
| الاسم | الصيغة الجزيئية | الصيغة النصف المفصلة | الصيغة المفصلة (المنشورة) |
|---|---|---|---|
| الإيثان Ethane | $C_2H_6$ | $CH_3 - CH_3$ | ..... |
| البوتان Butane | $C_4H_{10}$ | $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ | ..... |

**- الجذر الألكيلي:** هو ألكان أنتزع منه ذرة هيدروجين و يأخذ اسم الألكان الموافق له من حيث عدد ذرات الكربون C مع استبدال المقطع (ـان) للألكان بـ المقطع (يل) ، يرمز له بـ **R** وصيغته الجزيئية $-C_nH_{2n+1}$

| ميثيل $-CH_3$ | إيثيل $-C_2H_5$ | بروبيل $-C_3H_7$ |
|---|---|---|
| إيزوبروبيل  | إيزوبوتيل  | ثلاثي بوتيل  |

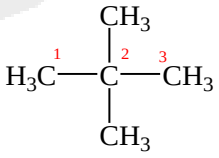
قد يكون للألكان سلسلة متفرعة فتعتبر الفروع الجانبية جذور ألكيلية، كما يكون الجذر الألكيلي هو الفرع الموجود على السلسلة الأكثر عدد من ذرات الفحم.



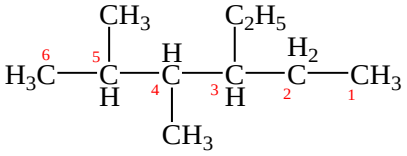



**ب/- تسمية الألكانات:** تخضع تسمية المركبات العضوية إلى القواعد التي حددها الاتحاد الدولي للكيمياء الصرفة و التطبيقية (U.I.P.A.C) ، لذالك يجب إتباع الخطوات التالية للحصول على اسم المركب العضوي.

1. تعيين السلسلة الكربونية الرئيسية و هي أطول سلسلة تحتوي على عدد أكبر من ذرات الكربون C
2. ترقيم السلسلة الكربونية الرئيسية من الجهة التي يكون فيها الجذر الألكيلي أقرب من الطرف
3. يبدأ اسم الألكان بأسماء الجذور مسبوقة برقم الكربون الحامل للجذر ثم اسم السلسلة الكربونية الأساسية
4. يكون ترتيب الجذور في الاسم حسب الترتيب الهجائي اللاتيني للأحرف الأولى للجذور
5. إذا كانت الجذور متماثلة، يذكر اسمها مرة واحدة مسبوقا بـثنائي أو ثلاثي أو رباعي مع أرقام الفحوم الحاملة لها و تفريقها بفاصلة



(2,2) diméthyle propane



3 éthyle (4,5) diméthyle pentane

**ملاحظة:** إذا كان الألكان خطي يضاف إلى اسمه حرف n و تعني normal أي عادي

**مثال:**

n-butane => $CH_3$-$CH_2$-$CH_2$-$CH_3$

**ج/- الخواص الفيزيائية**

الألكانات هي مركبات غير قطبية فلا تذوب في الماء و هي أقل كثافة منه، كما تختلف الحالة الفيزيائية للألكانات حسب عدد الذرات المكونة للجزئ.

من $C_1$ إلى $C_5$ حالة غازية - من $C_5$ إلى $C_{16}$ حالة سائلة - من $_{16}C$ إلى $C_{40}$ حالة صلبة

- تزداد درجة الغليان والانصهار عند الألكانات بازدياد الكتلة المولية، كما تنخفض درجة الغليان كلما ازداد التفرع لنفس الجزيء. كذلك للألكانات كثافة في حدود 0,7 في الحالة السائلة أما الصلبة من 0,8 إلى 0,9 .

**د/- الخواص الكيميائية**

الألكانات فعاليتها منخفضة لأن الروابط الأحادية بين C-C و C-H من نوع ρ تكون ثابتة نسبيا وصعبة التكسير وغير قطبية. كما أنها لا تتفاعل مع الأحماض و الأسس و المؤكسدات و المرجعات بينما تتفاعل مع الأكسجين و الهالوجينات.

**أ/- التفاعل مع الأكسجين:** تحترق الألكانات بفعل الأكسجين $O_2$ و تنشر حرارة كبيرة، فهي تستعمل كوقود جيد.

تفاعـــل تـام $C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2\ O_2 \Rightarrow nCO_2 + (n+1)\ H_2O + E$

تفاعل غير تام $C_nH_{2n+2} + (n+1)/2\ O_2 \Rightarrow nC + (n+1)\ H_2O$

**ب/- تفاعل الاستبدال (الهلجنة):** بتأثير الأشعة فوق البنفسجية uv أو تحت درجة حرارة عالية 250°C - 400°C تستبدل ذرة الهالوجين $X_2$ الذي غالبا ما يكون الكلور $Cl_2$ أو البروم $Br_2$.

$$RH + X_2 \xrightarrow{uv} RX + HX$$

- كذلك بوجود فائض من الكلور Cl يكون الاستبدال على نفس ذرة الكربون

| | |
|---|---|
| ▪ $CH_4 + Cl_2 \Rightarrow CH_3Cl + HCl$ | ▪ $CH_3Cl + Cl_2 \Rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$ |
| ▪ $CH_2Cl_2 + Cl_2 \Rightarrow CHCl_3 + HCl$ | ▪ $CHCl_3 + Cl_2 \Rightarrow CCl_4 + HCl$ |

**تطبيق:**

الاحتراق التام لـ 12 L من غاز الايثان ينتج كمية من $H_2O$ و $CO_2$ و طاقة حرارية

1. أكتب معادلة الاحتراق الحادث
2. أحسب كمية كل من $H_2O$ و $CO_2$ الناتجتين
3. أحسب حجم الهواء اللازم للاحتراق

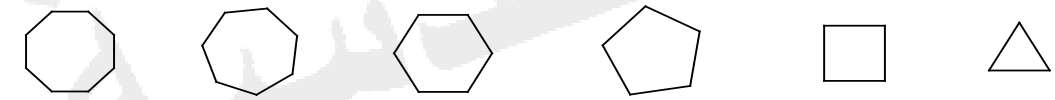
- الحجوم مقاسة في الشروط النظامية -

## 2.2/- الألكانات الحلقية (Les Cycloalcanes)

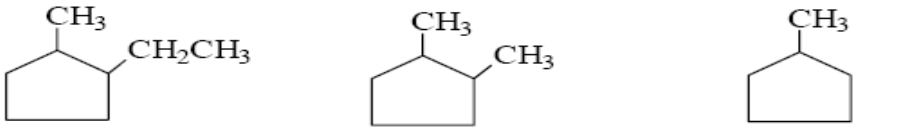
**أ/- تعريف:** السيكلوالكانات هي مركبات حلقية كربونية مشبعة مثل مركب سيكلوهكسان $C_6H_{12}$ ، وهذه المركبات تسمى باستخدام المقطع سيكلو مع بداية الألكان الذي يأخذ نفس عدد ذرات الكربون المكونة للحلقة.

تسمى السيكلوالكانات بترقيم الجذور الألكيلية المستبدلة بالهيدروجين مع مراعاة الترتيب الهجائي اللاتيني لأحرف بداية الجذور.

**أمثلة:**

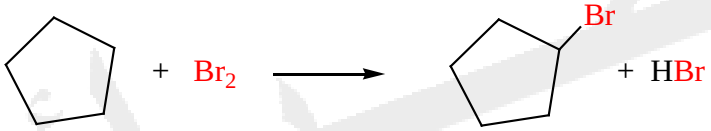


Cyclooctane Cycloheptane Cyclohexane Cyclopentane Cyclobutane Cyclopropane




Ethyle -1 méthyle-2 Cyclopentane Diméthyle-(1,2) Cyclopentane méthyle Cyclopentane

**ب/- تفاعل البروم مع السيكلوبنتان**



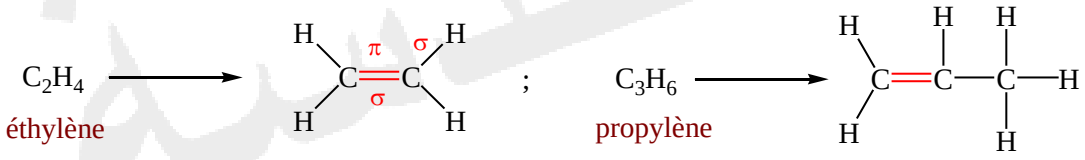

Bromocyclopentane

## 3. الفحوم الهيدروجينية غير المشبعة و تشمل الألسانات و الألسينات

### 1.3/ - الألسانات (Les Alcènes)

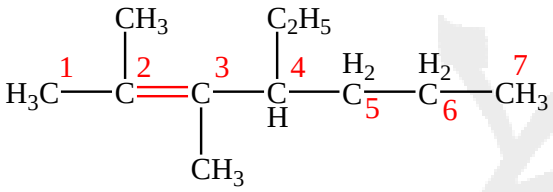
**أ/ - تعاريف:** الألسانات هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة صيغتها العامة $C_nH_{2n}$ ، تحتوي جزيئاتها على رابطة ثنائية واحدة C=C ، تتركب الرابطة الثنائية من رابطة قوية سيقما σ و رابطة ضعيفة π .

**أمثلة:**




- تسمية الألسانات هي نفس تسمية الألكانات الموافقة لكن يستبدل المقطع (ـان) للألكان بـ (ـن) مع زيادة رقم موقع الرابطة المزدوجة في السلسلة الكربونية، كما يكون الترقيم من الطرف الأقرب للرابطة المزدوجة.

**مثال:**



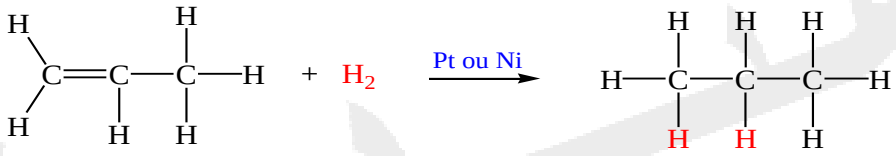

(2,3) Ethyle 4 diméthyle heptène-2

**ب/ - الخواص الفيزيائية للألسانات**

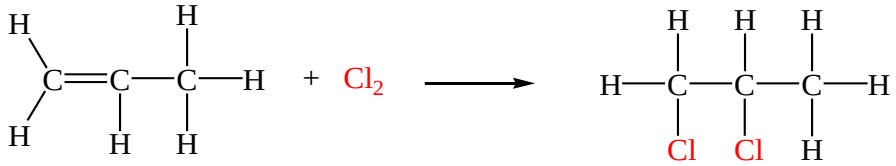
تختلف الحالة الفيزيائية للألسانات حسب عدد الذرات المكونة للجزئ. من $C_1$ إلى $C_5$ حالة غازية و من $C_6$ إلى $C_{18}$ حالة سائلة ثم تكون صلبة بعد ذلك. كما تزداد درجة غليان الألسانات بزيادة الكتلة المولية مع أنها أقل درجة غليان من الألكانات الموافقة و أكبر كثافة منها.

## ج/ - الخواص الكيميائية للألسانات

### ج.1/ - الهدرجة (ضم هيدروجين $H_2$)

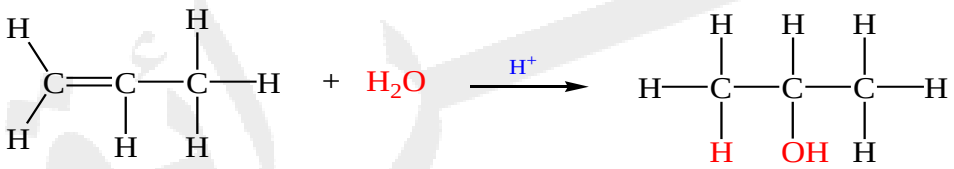



### ج.2/ - الهلجنة (ضم هالوجين $X_2$)



### ج.3/ - الإماهة (ضم الماء $H_2O$)

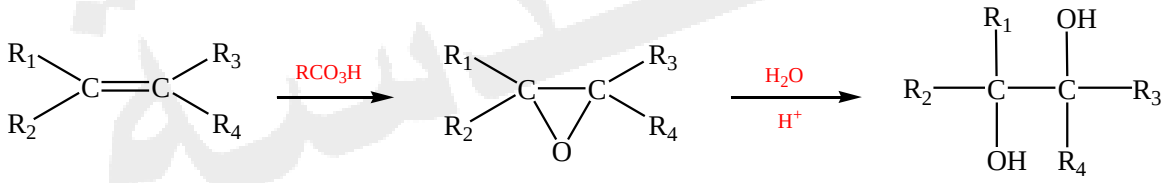
تتم الاماهة وفقا لقاعدة ماركوفنيكوف حيث يثبت الـ H على الـ C الأكثر هيدروجين



## ج.4/ - الأكسدة

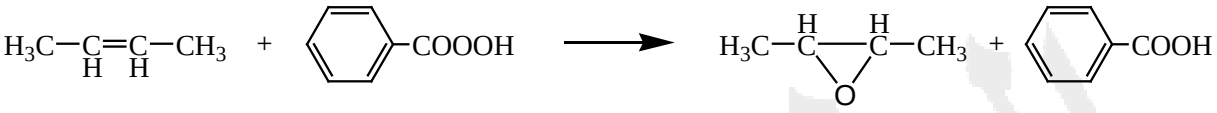
### - الأكسدة الخفيفة

يؤثر البيراسيد RCOOOH (مؤكسد ضعيف) على الألسانات فينتج الأيبوكسيد و عند معالجة هذا الأخير بالماء في وسط حمضي يتشكل مركب α ديول (كحول متعدد ثنائي) ، كذلك يعتبر الأكسوجين $O_2$ مؤكسد للألسانات في وجود الفضة Ag عند الدرجة 200°C .

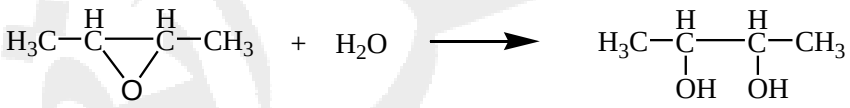



ألسان إيبوكسيد α ديول

مثال:



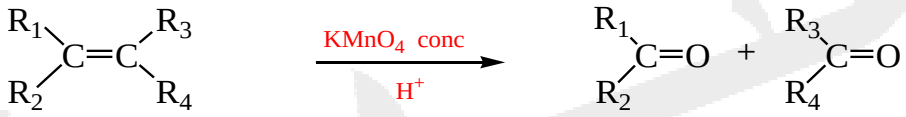

but-2-ène ac. perbenzoïque époxyde acide benzoïque



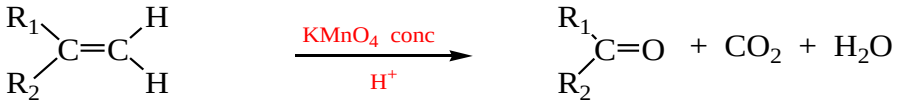

Époxyde 2,3-butylène glycol

### ـ الأكسدة العنيفة

يؤثر المؤكسد $KMnO_4$ أو $K_2Cr_2O_7$ المركز و الساخن على الألسانات في وسط حمضي إلى تشكيل سيتونين أو ألدهيدين أو سيتون مع ألدهيد حسب صيغة الألسان، يتأكسد الألدهيد بعد ذلك إلى حمض كربوكسيلي.



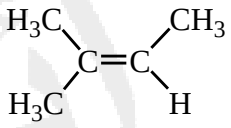

**ملاحظة:** إذا كان الكربون C المجاور للرابطة المضاعفة يحمل ذرتي هيدروجين (لا يحمل جذور ألكيلية) فإن نواتج الأكسدة العنيفة للألسان هي $CO_2$ و $H_2O$ مع سيتون أو ألدهيد.



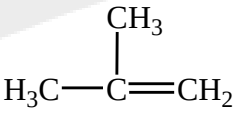

### تطبيق

سم المركبين A , B ثم أكتب تفاعل الأكسدة مع تحديد نوعها في حالة:

1. وجود الوسيط $K_2Cr_2O_7$ المركز و الساخن في وسط حمضي.
2. وجود الوسيط البيراسيد و الماء في وسط حمضي




-A-




-B-

## 2.3/ - الألسينات (Les Alcynes)

**أ/- تعاريف:** الألسينات هي فحوم هيدروجينية غير مشبعة صيغتها العامة $C_nH_{2n-2}$ ، تحتوي جزيئاتها على رابطة ثلاثية واحدة، تتركب الرابطة الثلاثية من رابطة سيقما σ و رابطتين π .

**أمثلة:**

- تسمية الألسينات هي نفس تسمية الألكانات الموافقة لكن يستبدل المقطع (ـان) للألكان بـ (ـين) مع زيادة رقم موقع الرابطة الثلاثية في السلسلة الكربونية، كما يكون الترقيم من الطرف الأقرب للرابطة الثلاثية.

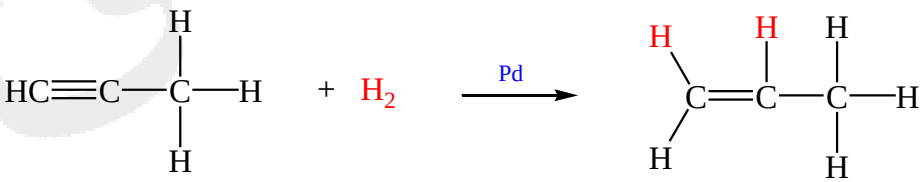
**- مثال:**

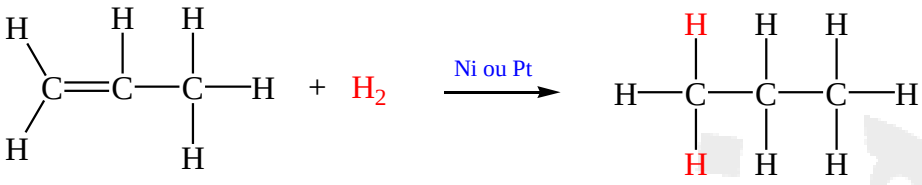
**ب/- الخواص الفيزيائية للألسينات**

الخواص الفيزيائية للألسينات هي نفسها للألسانات، كذلك الألسينات أحادية الاستبدال أقل من ثنائية الاستبدال.

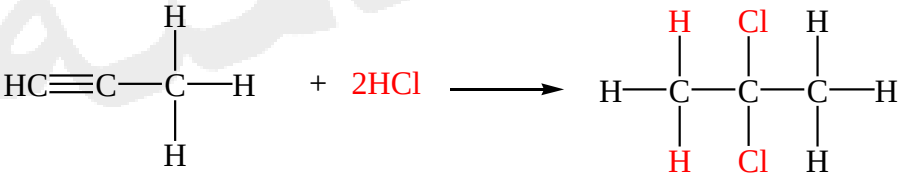
**ج/- الخواص الكيميائية للألسينات**

**ج.1/- الهدرجة (ضم هيدروجين $H_2$)**

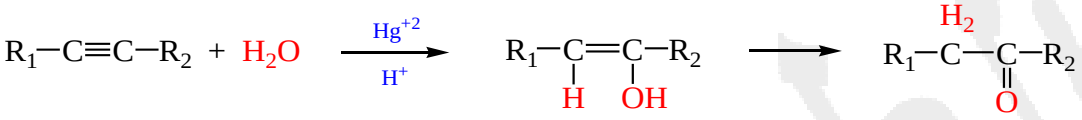





**ج.2/- ضم حمض هالوجيني HX**




**ج.3/- ضم الماء $H_2O$ (إماهة)**

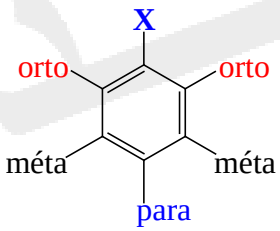



إينول (غير مستقر) سيتون

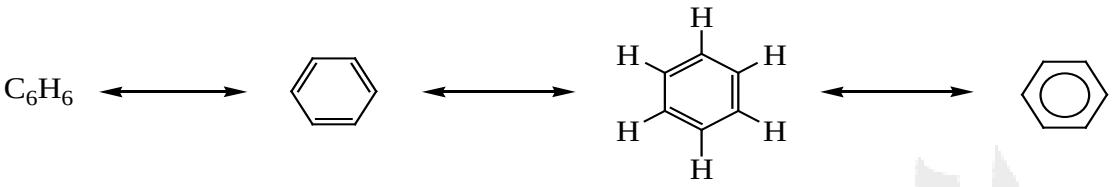
## 4. الفحوم الهيدروجينية العطرية (Hydrocarbure aromatique)

**1.4/ - تعريف:** الفحوم الهيدروجينية الأروماتية أو الأرينات هي مجموع الفحوم الهيدروجينية التي تحتوي جزيئاتها على نواة بنزينية واحدة على الأقل و أبسطها البنزين $C_6H_6$ .

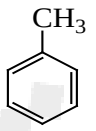
تكون تسمية المركبات الأروماتية التي تملك وظيفة كيميائية **X** على موضعين من النواة البنزينية على الشكل التالي:

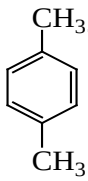


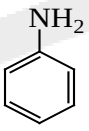

- الصيغة الكيميائية للبنزين

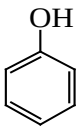



**أمثلة**


Toluéne


Para xylène

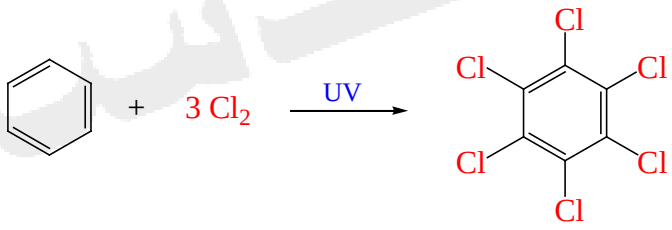

Aniline


Phénol

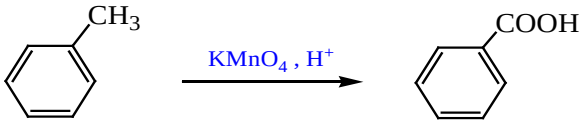
**2.4/- الخواص الفيزيائية للأرينات:** الأرينات عبارة عن سوائل أو مواد صلبة عند درجة الحرارة العادية و هي غير قابلة للذوبان في الماء، تعتبر الأرينات خاصة البنزن و الطوليين مذيبات جيدة للعديد من المواد العضوية كالمواد الدسمة، كما أنها مواد أساسية لكثير من الصناعات (البلاستيكية – الملونات – المنظفات – المبيدات – النسيج – المتفجرات...)

**3.4/- الخواص الكيميائية للأرينات**

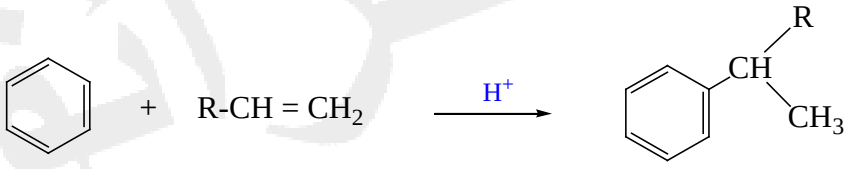
**أ/- ضم هالوجين $X_2$**



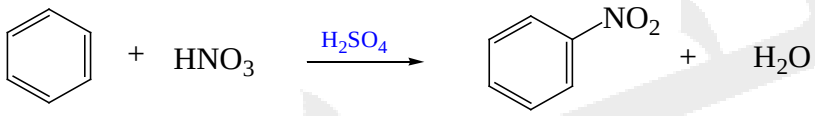

**ب/- الأكسدة**




**ج/- الألكلة بألسان:** يتحقق هذا التفاعل في وسط حمضي $H_2SO_4$



**د/- النترجة:** هي استبدال ذرة الهيدروجين H على النواة البنزينية بوظيفة النترو $NO_2$ باستعمال حمض الأزوت $HNO_3$ و حمض الكبريت المركز $H_2SO_4$.




هندسة الطرائق