



# اسم المقرر: كيمياء عضوية (٢) مركبات حلقيه غير متجانسة

اعداد

استاذ المادة: د/عواطف محمد المغربي

الفرقة: الثانية تعليم عام

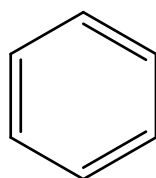
الشعبة: علوم بيولوجية وجيولوجية - كلية التربية

العام الدراسي ٢٠٢٢-٢٠٢٣

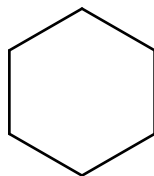
## المحتويات:

م	الموضوع	الصفحة
.١	مقدمة وتعريف	٣
.٢	المصادر الأساسية للمركبات الحلقية الغير متجانسة.	٥
.٣	أهمية المركبات الحلقية الغير متجانسة .	٥
.٤	تسمية المركبات الغير متجانسة الحلقة ذات ذرة واحدة غير متجانسة وتشمل الحلقات الثلاثية والرابعة والخماسية والسداسية والسباعية ذات ذرة واحدة غير متجانسة.	٦
.٥	الحلقات الخماسية ذات ذرتين غير متجانستين .	١١
.٦	الحلقات السداسية التي تحتوي على ذرتين غير متجانستين	١٢
.٧	مشتقات بنزو (بيرول -ثيوفين -فيوران -بيريدين)	١٣
.٨	الحلقات الثلاثية ( ازيридиين -اوكزييران -ثييران) .	١٣
.٩	الحلقات الرباعية ( ازيديدين - اوكزييتان - ثييتان)	١٨
.١٠	الحلقات الخماسية (فيوران -ثيوفين -بيرول)	٢٥
.١١	الحلقات السداسية ( بيريدين)	٣٩
.١٢	المراجع	٤٤

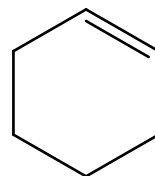
- المركبات العضوية تنقسم الي حلقيه ولا حلقيه
- المركبات الحلقيه تقسم الي متجانسة وغير متجانسة ,البنزين والسيكلوهكسان والسيكلوهكسين امثله علي حلقات متجانسة .



benzene



cyclohexane

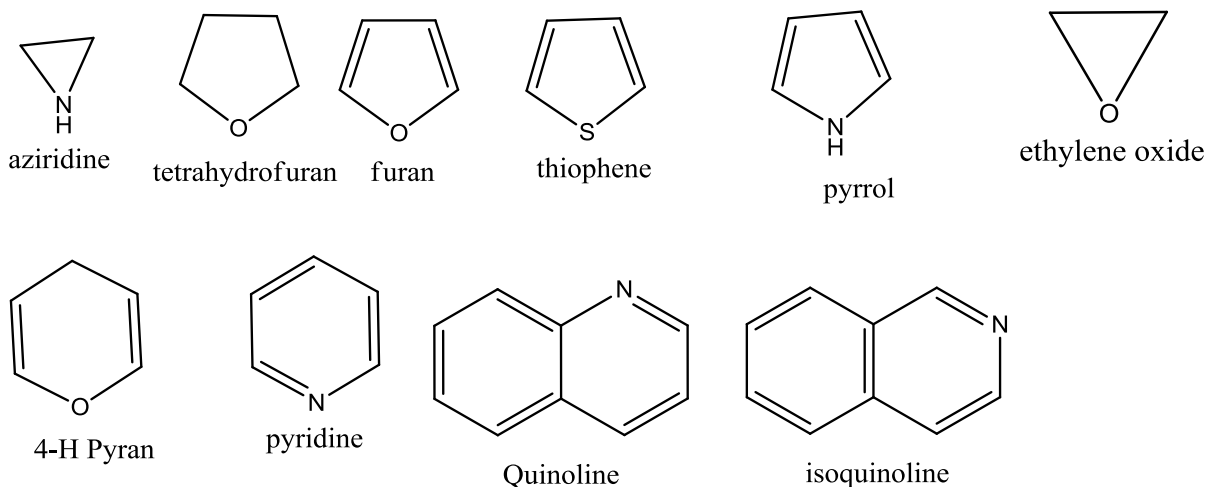


cyclohexene

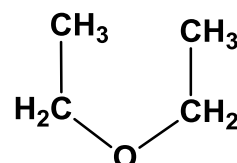
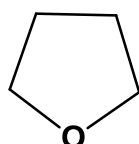
### المركبات العضوية الغير متجانسة الحلقة :

- هي تلك المركبات العضوية التي تحتوي ذرات من عناصر مختلفة أي أن هذه المركبات قد استبدلت فيها على الأقل ذرة كربون واحدة أو ذرتين كربون بذرات أخرى
- الذرات الغير متجانسة مثل ذرة الأكسجين (O), الكبريت (S), النيتروجين (N), و قد تكون الذرات من الزئبق (Hg), الفوسفور (P), الزرنيخ (As), الرصاص (Pb), البورن (B), السلينيوم (Se), و غيرها.
- و لقد وجد أن زاوية تكافؤ الأكسجين , الكبريت , و النيتروجين قيمة أقل من زاوية تكافؤ الكربون , و على هذا يمكن لهذه الذرات أن تحل محل ذرة واحدة أو أكثر من ذرات الكربون في حلقة ما, دون أن تخلق او تسبب توترا ملحوظا.
- أهم المركبات الحلقيه الغير متجانسة , و مثلها مثل المواد الحلقيه المتجانسة التي تشتمل حلقاتها على خمس أو ست ذرات مثل الفيوران والبيرول والبيريدين وغيرها
- و يمكن اعتبار اكسيد الأيثيلين هو أبسط الأعضاء من مجموعة المركبات الحلقيه الغير متجانسة , الا أن هذه الحلقة سهلة الكسر لأنها تعاني بدرجة كبيرة , كما أنها

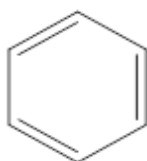
تقتصر الى الثبات و الى بعض الصفات الأروماتية , و هي الصفات التي تتميز بها  
أغلب المركبات الحلقية الغير متجانسة.



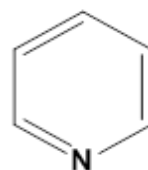
- المركبات الغير متجانسة الحلقة يمكن أن تكون مركبات لها صفات اليقاتية أو صفات أروماتية و ذلك يعتمد على التركيب الالكتروني للجزيء. المركبات الاليقاتية الغير متجانسة الحلقة متشابهة كيميائيا و الى حد كبير مع مثيلاتها الاليقاتية الغير حلقية و مثال لذلك رباعي هيدروفيوران له العديد من صفات ايثير ثنائي الايثيل.



- و من ناحية أخرى فإن المركبات العطرية الغير متجانسة الحلقة لها خواص متشابهة مع ما يناظرها من المركبات العطرية المتجانسة الحلقة.
- اما المركبات رباعية و ثلاثية الحلقة الغير متجانسة غير ثابتة كما انها ليس لها خواص أروماتية مثل اكسيد الإيثيلين (الأكزيران).



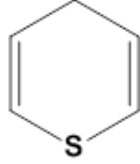
البنزين العطري



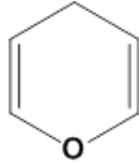
البيريدين

## المصادر الأساسية للمركبات الحلقية الغير متجانسة:

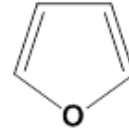
١. السكريات و مشتقاتها مثل فيتامين ج التي توجد في صورة حلقة خماسية تسمى فيوران أو حلقة سداسية تسمى بيران أو ثيوبيران.



ثيوبيران



بيران



فيوران

٢. توجد في فيتامين B و كمثال في فيتامين B<sub>6</sub> (البيريديوكسين) و هو أحد مشتقات البيريدين.

٣. تتمثل في القلويدات (وهي قواعد نيتروجينية) و التي توجد في النباتات.

٤. المضادات الحيوية بما في ذلك البنسلين الذي يحتوي ايضا على حلقات غير متجانسة.

## أهمية المركبات الحلقية الغير متجانسة:

- ١- في مجال العقاقير الطبية و كذلك التأثير البيولوجي على البكتريا السالبة و الموجبة
- ٢- استخدامها في مجال البلمرات و صناعة الأصباغ كما يستخدم الصابون المصنوع من المورفولين و الأحماض الدهنية كعوامل ممتازة لتكوين المستحلبات في صناعة دهان الأرضية و الورق و منتجات أخرى.
- ٣- بعض المركبات العضوية الغير متجانسة الحلقة مثل مركب ٢-أمينو-٤-ميثيل-ثيازول الذي ثبت أن له فاعلية كبيرة في علاج الأمراض.

## تسمية المركبات الغير متجانسة الحلقة

١- يكتب اسما يوضح نوع الذرات الغير متجانسه وعددها وموضعها و حجم الحلقة والتشبع من عدمه.

٢- ترقيم ذرات الحلقة الغير متجانسة احاديه الحلقة ابتداء من الذرة الغير متجانسة و تأخذ رقم (١) و تعطى المجموعات المستبدلة في الحلقة غير المتجانسة أصغر رقم ثم ترتب أسماء هذه المجموعات أبجديا أمام اسم المركب الأساسي , كما يراعى عند التسمية (المركب الحلقي) الحروف الاتية حسب نوعية الذرة الغير متجانسة الموجودة كالآتي:

- المقطع (او كزا Oxa) اذا كانت الذرة الغير متجانسة هي اكسجين (O), في حالة ذرتي او كسجين dioxo .
- المقطع (ثيا Thia) اذا كانت الذرة الغير متجانسة هي كبريت (S), في حالة ذرتي كبريت dithia .
- المقطع (ازا Aza) اذا كانت الذرة الغير متجانسة هي نيتروجين (N), في حالة ذرتي نيتروجين diaza
- المقطع (فوسفا Phospha) اذا كانت الذرة الغير متجانسة هي فوسفور (P).

جدول يوضح المقاطع الدالة علي حجم الحلقة والتشبع من عمه

		Containing Nitrogen		Containing no Nitrogen	
Ring size	symbol	Unsaturation	Saturation	Unsaturation	Saturation
3	ir	-irine	-iridine	-iren	-iran
4	et	-ete	-etidine	-et	-etan
5	ol	-ole	-olidine	-ole	-olan
6	in	-ine	perhydro	-in	-ane
7	ep	-epine	perhydro	-epin	-epan
8	oc	-ocine	perhydro	-ocin	-ocan
9	on	-onine	perhydro	-onin	-onan
10	ec	-ecine	perhydro	-ecin	-ecan

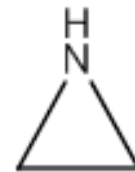
Three membered ring      الحلقات الثلاثية



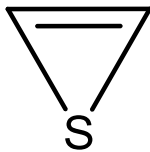
**Thiiran**



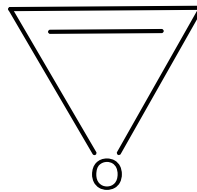
**Oxiran**



**Aziridine**



thiiren



oxiren



azirine

Four membered ring      الحلقات الرباعية



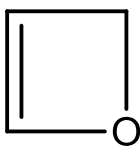
**Oxetan**



**Thietan**



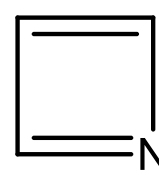
**Azetidine**



Oxet



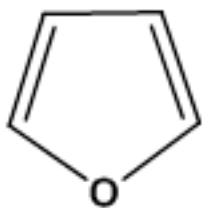
Thiet



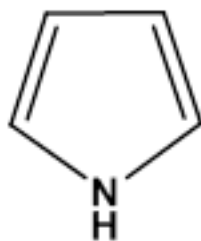
Azete



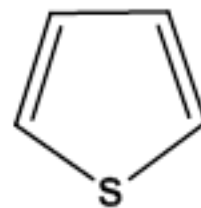
## الحلقات الخماسية Five membered ring



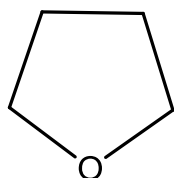
(فيوران) اوكزول  
(Furan)  
Oxole



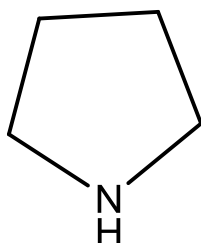
(بيرول) ازول  
(Pyrrole)  
Azole



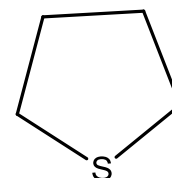
(ثيوفين) ثيول  
(Thiophene)  
Thiol



tetrahydrofuran  
oxolane



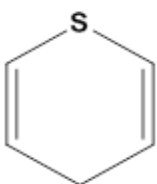
pyrrolidine  
azolidine



thiolane  
tetrahydrothiophene

## المركبات السداسية الغير متجانسة الحلقة و التي تحتوي على ذرة واحدة

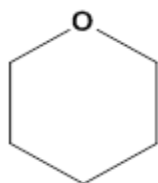
### غير متجانسة



4-H thiopyrane

4-H Thiin

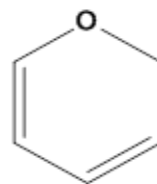
١،٤-ثيوبيران



Tetrahydropyran

Oxane

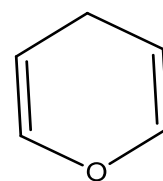
رباعي هيدروبيران



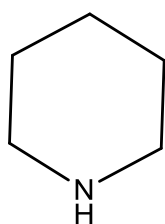
2- H pyrane

2-H Oxin

١،٢-بيران



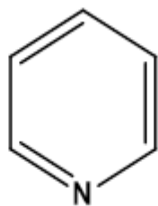
4-H Pyran  
4H-Oxin



piperidine  
perhydroazine

بييردين

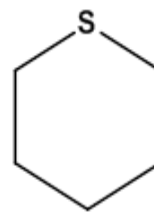
بيرهيدروازين



Pyridine

Azine

بييردين



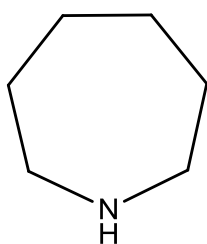
tetrahydrothiopyrane

thiane

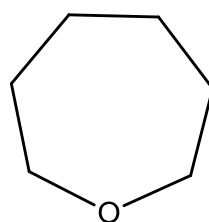
رباعي هيدروثيوبيران

### الحلقات السباعية ذات ذرة واحدة غير متجانسة

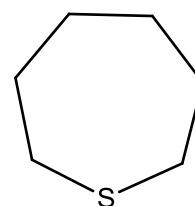
### Seven membered ring with one hetero atom



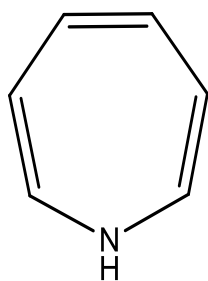
perhydro azepine



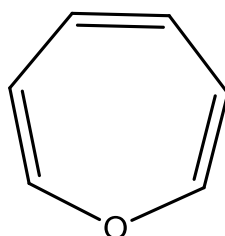
Oxepan



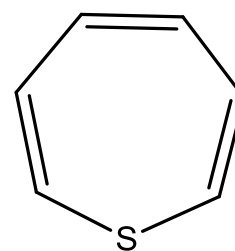
Thiepan



Azepine



Oxepine

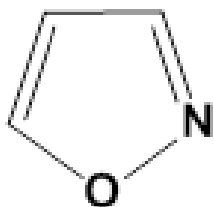


Thiepine

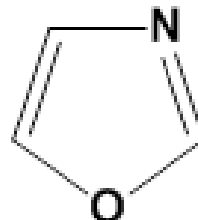
## Five membered ring with two hetero atom (O- S- N)

### الحلقات الخماسية ذات ذرتين غير متجانستين

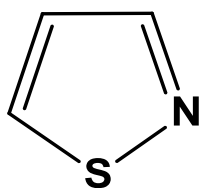
في حالة اختلاف الذرتين الغير متجانستين تكون الأفضلية O- S- N .



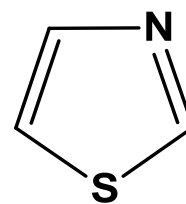
1,2 oxazole  
Isoxazole  
ايزواوكزازول



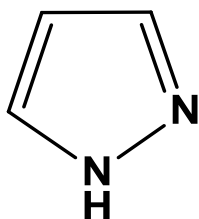
1,3Oxazole  
( Oxazol )  
اوكرزاول



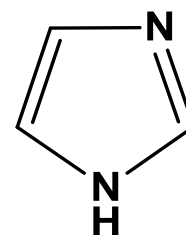
(Isothiazole)  
1,2Thiazole  
ايزوثيازول



(Thiazole)  
1,3 Thiazole  
ثيازول



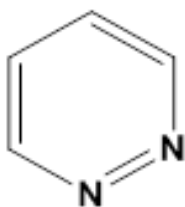
بيرازول pyrazol  
٢،١- ثنائي الأزول 1,2 Diazole



ايميدازول imidazole  
٣،١- ثنائي الأزول 1,3 Diazole

الحلقات السداسية التي تحتوى على ذرتين غير متجانستين

Six membered ring with two hetero atom

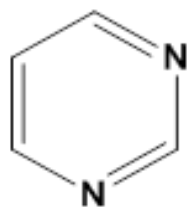


بيريدازين

٢،١-ثنائي الأزين

Pyridazine

1,2diazine

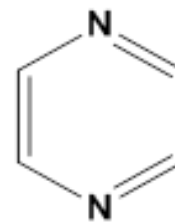


بيريميدين

٣،١-ثنائي الأزين

pyrimidine

1,3diazine

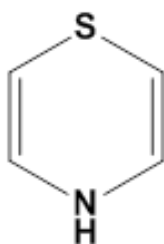


بيرازين

٤،١-ثنائي الأزين

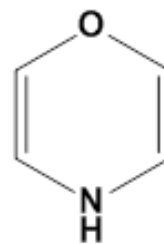
pyrazine

1,4diazine



1,4-thiazin

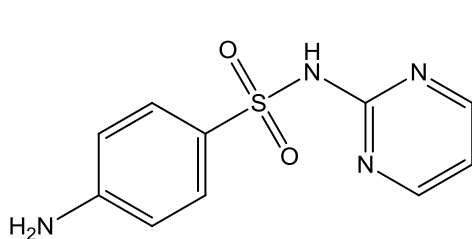
٤،١-ثيازين



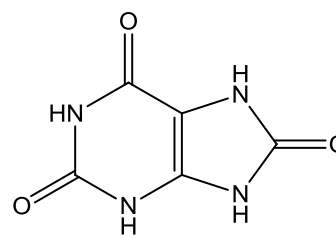
1,4-oxazine

٤،١-اكسازين

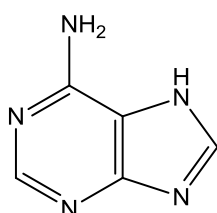
Biologically active Important examples on pyrimidine nucleus



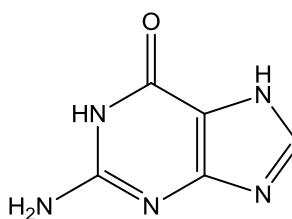
sulphadiazine



Uric acid



Adenine



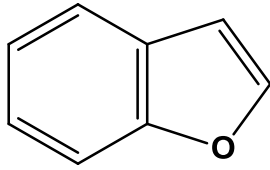
Guanine

مثلة هامة علي مركبات البيريميدين ذات اهمية بيولوجية

سلفاديازين (مضاد للبكتيريا) وادينين -جوانين - حمض اليوريك هي امثلة علي مركبات محتوية علي حلقة بيريميدين .

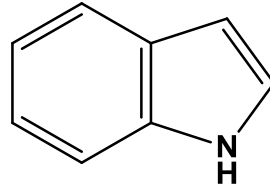
مشتقات البنزو لكل من (فيوران -بيرول-ثيوفين - بيريدين)

### Benzo derivatives of furan, thiophene, pyrrole and pyridine



Benzo[b]furan

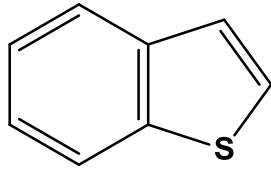
بنزو[b]فيوران



benzo[b]pyrrole

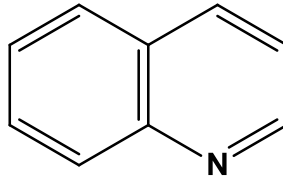
Indol

بنزو[b]بيرول



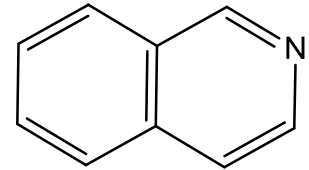
benzo[b] thiophene

بنزو[b]ثيوفين



benzo[b] pyridine

بنزو[b]بيريدين



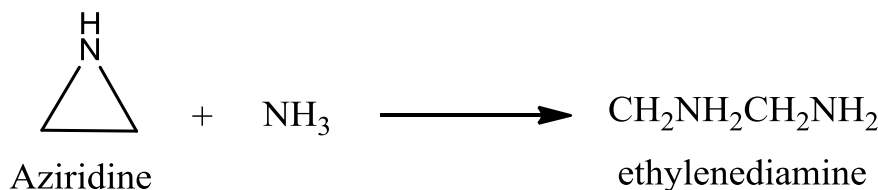
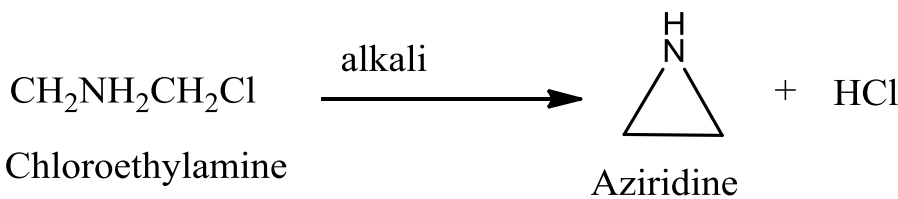
benzo[c]pyridine

بنزو [c] بيريدين

-

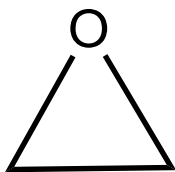
### الحلقات الثلاثية الازيريدين

التحضير:



مع الامونيا:

oxirane  
Ethylene oxide  
epoxyethane  
oxacyclopropane

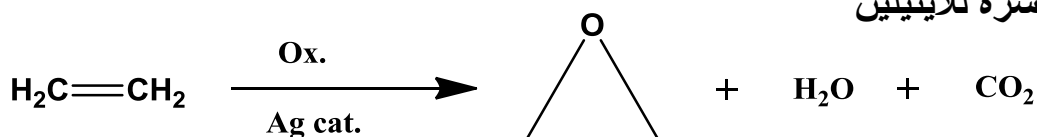


1,2- or beta oxidoethane

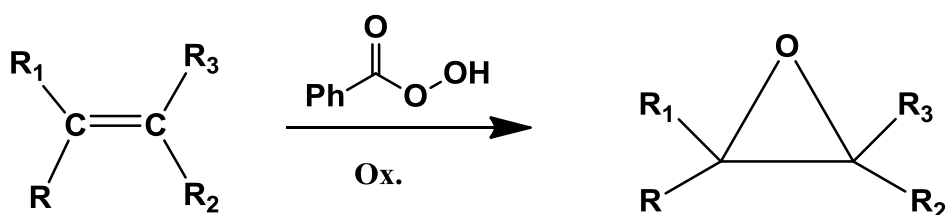
أكزيران- ايثيلين اوكسيد - ايبوكسي ايثان - اوكزاسيكلوبروبان - بيتاوكسيدوايثان

طرق التحضير: Preparation

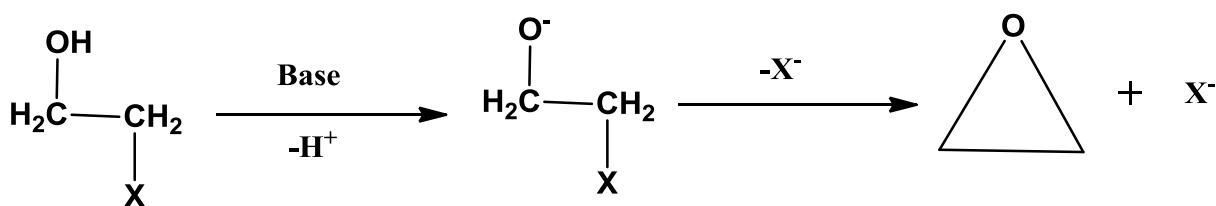
١. الأكسدة المباشرة للايثيلين



٢. أكسدة الأوليفينات باستخدام حمض البير بنزويك



٣. نزع الحمض الهالوجيني من مركبات هالوهيدرين:

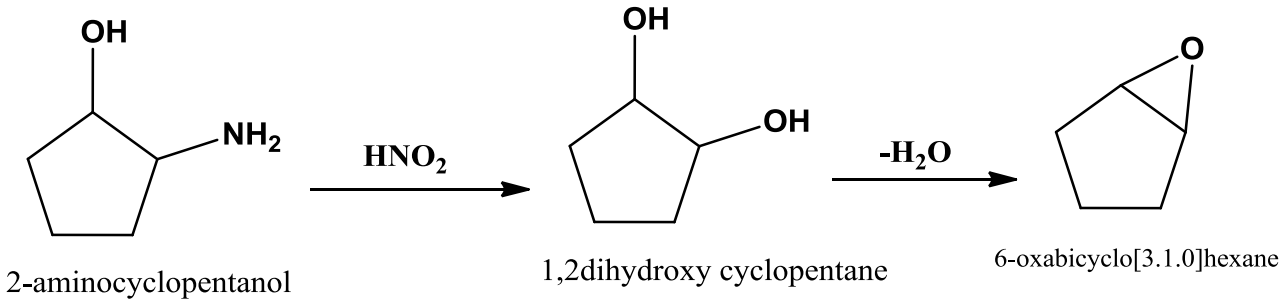


ethylene halohydrine

HOX

CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>  
ethylene

## تأثير حمض النيتروز على بعض الكحوليات الأمينية

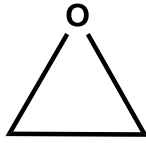


### التفاعلات:

#### أكسيد الإيثيلين درجة الغليان (٧٠،٧ م)

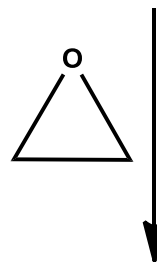
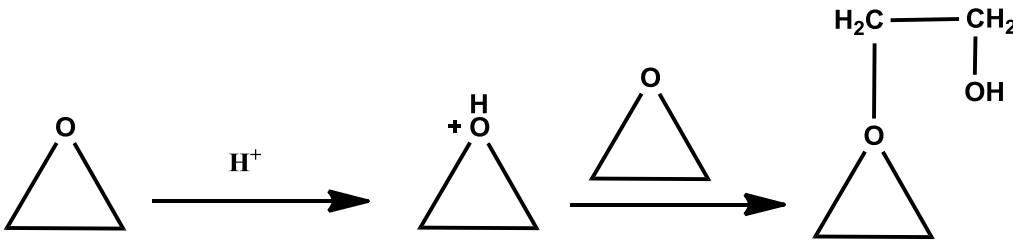
يتم الاحتفاظ به في أمبولات زجاجية ملحومة أو في اسطوانات معدنية و يجب الاحتراس الشديد عند استخدامه و ذلك من ملامسته للجلد حيث يسبب حروق شديدة.

برغم الشد الموجود في هذا المركب الحلقي و قابلية الحلقة للانفتاح فإن هذه المادة تكون ناتج الإضافة ١:١ مع ثلاثي فلوريد البورون عند درجة ٧٨،٨ مئوية.



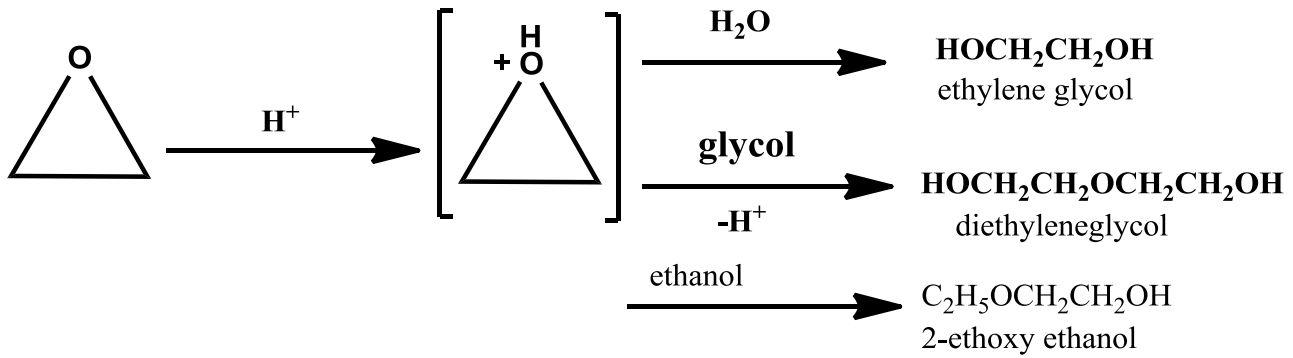
#### • البلمرة:

يتبلر هذا المركب ببطئ اذا ترك في وجود هيدروكسيد الصوديوم أو كلوريد الزنك بينما يتم التفاعل بسرعة في وجود كلوريد القصديريك و تتم البلمرة بميكانيكية أيونية و لا تتم عن طريق الشقوق الطليقة.

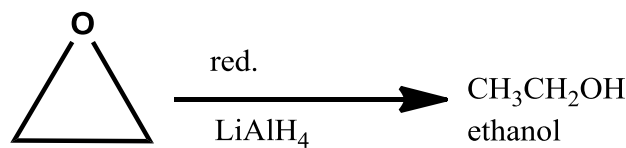


Polymer substance

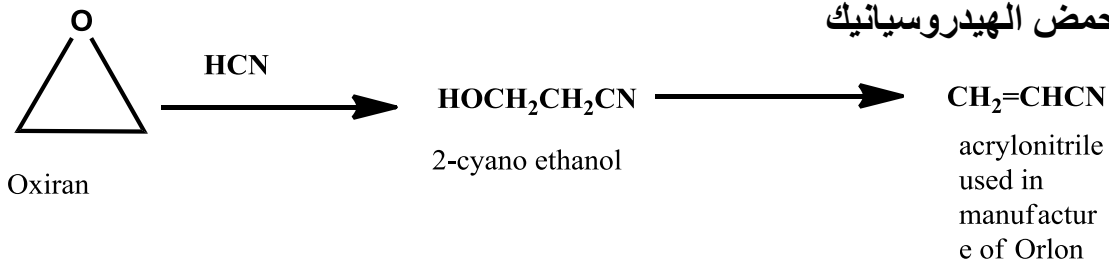
• التفاعل مع الماء والكحول



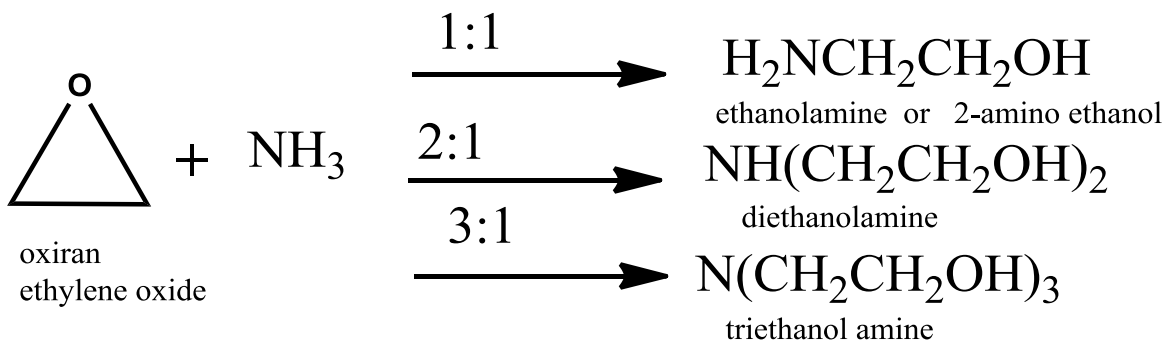
• الاختزال باستخدام الليثيوم الومنيوم هيدريد ينتج ايثانول



• مع حمض الهيدروسيانيك



• مع الامونيا

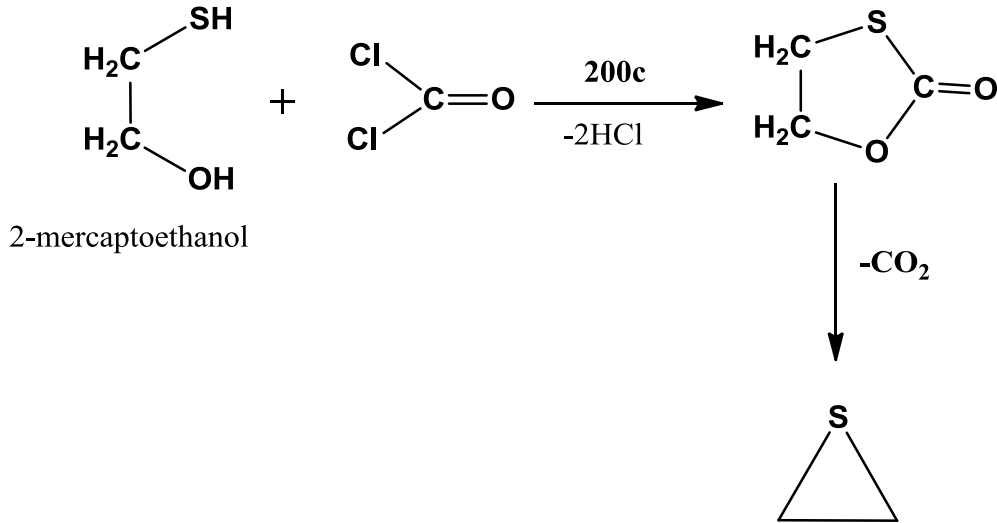




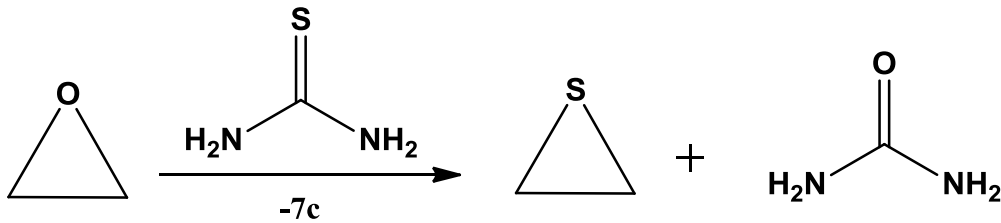
## ثيران

### طرق التحضير

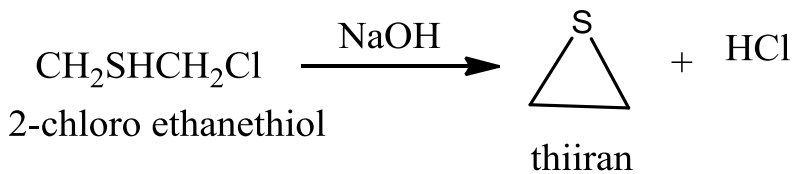
١. تفاعل الفوسجين مع ٢-ميركابتوايثانول في وجود خلاص الايثيل و البيريدين حيث يتكون اأادي ثيوايثيلين كربونات و الذي يفقد مجموعة الكربوكسيل ليكون الثيران.



٢. تأثير محلول مائي كحولي من مادة الثيوبوريا عند درجة حرارة -٧م على اكزيران.



٣- من ٢-كلورو ايثنان ثايول



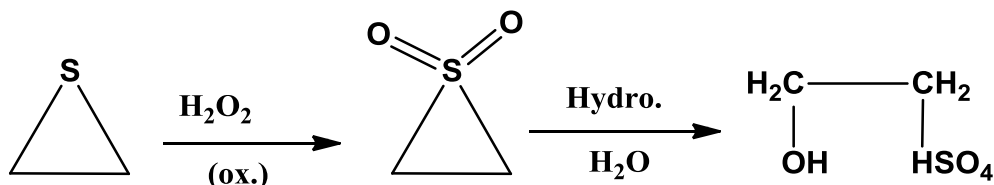
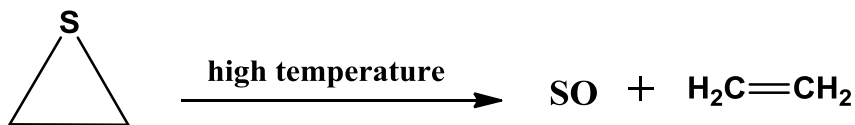
### الخواص

يعتبر مركب الثيران أقل نباتا من الاكزيران.

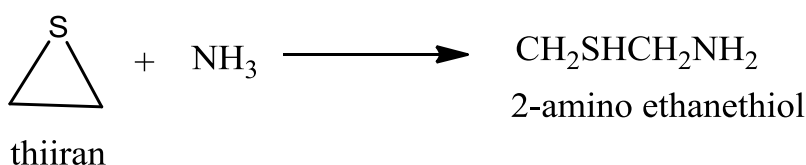
• البلمرة:

تتم بلمرة ثيران في الظلام أو باستخدام العوامل المساعدة الأيونية كالأحماض المعدنية و القواعد و كذلك باستخدام الشقوق الطليقة.

• التفكك الحراري:



• كسر الحلقة

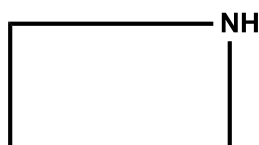
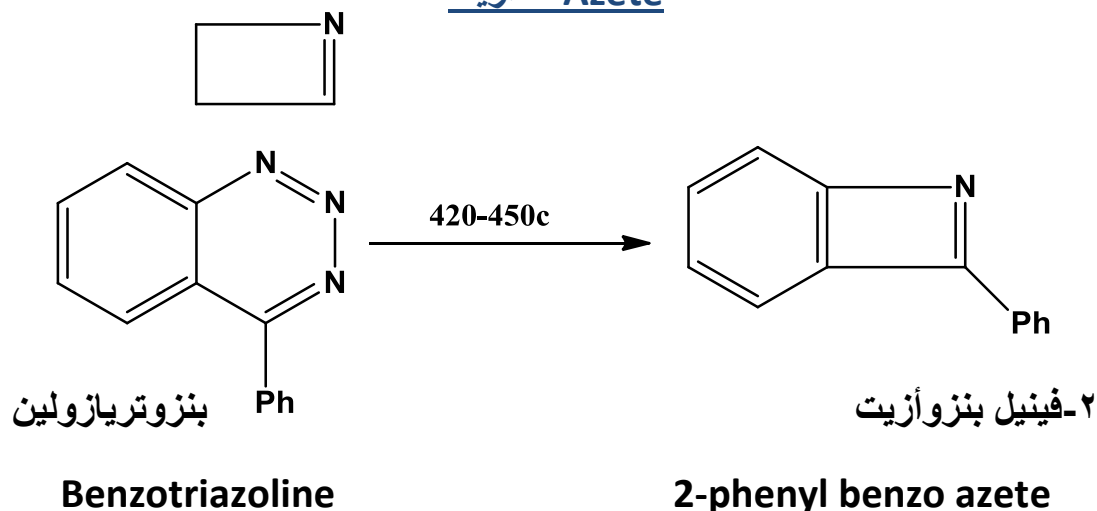


• مع الامونيا

thiiran

## Four membered ring المركبات الغير متجانسة الرباعية الحلقة

### ازيت Azete

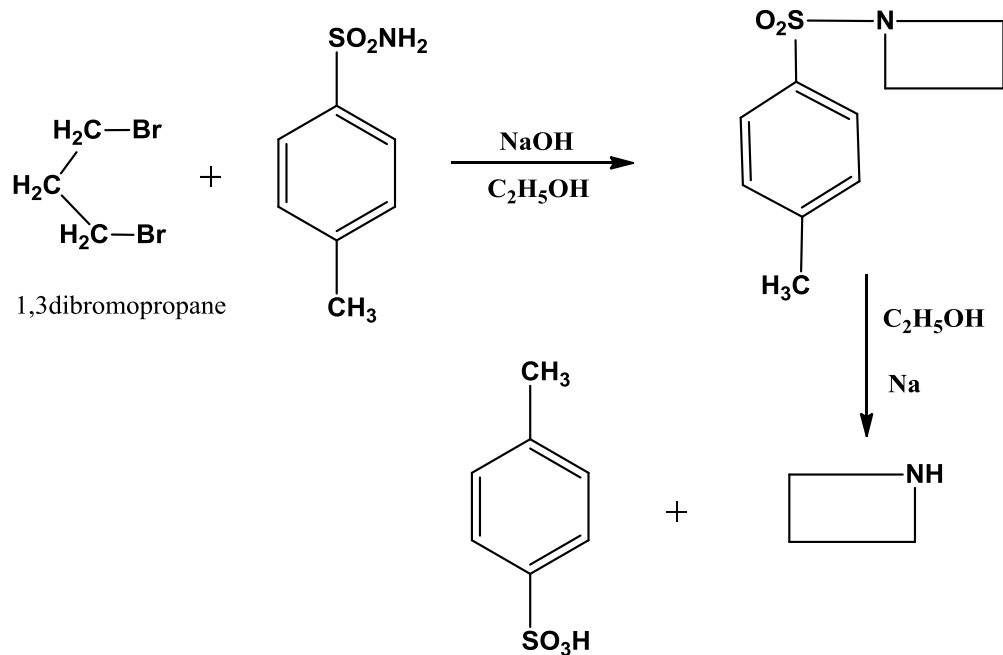


### Azetidine , trimethyleneimine or azacyclobutane

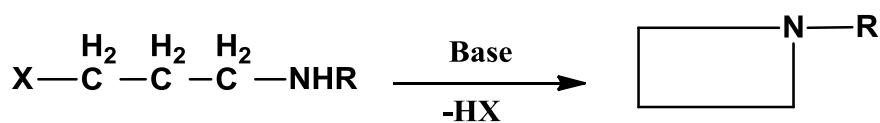
أزيتيدين او ثلاثي ميثيلين ايمين أو أزاسيكلوبوتان

طرق التحضير:

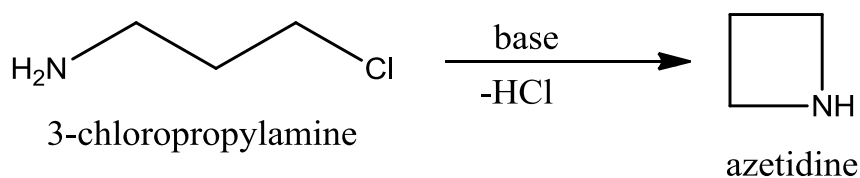
١. باستخدام ١،٣-ثنائي بروموبروبان



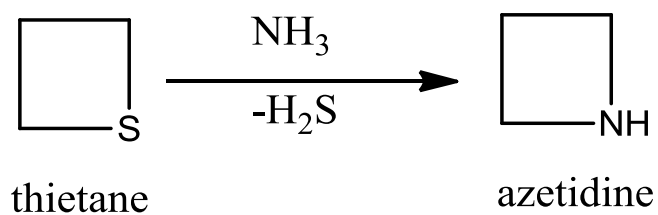
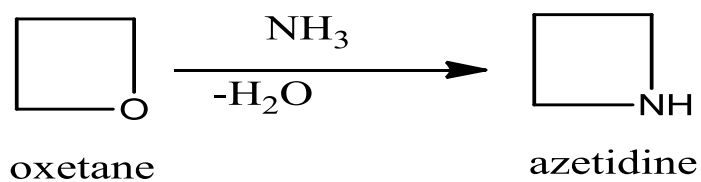
٢ - باستخدام ٣- هالو بروبيل أمين يتكون ١- الكيل ازيثيدين



مثال



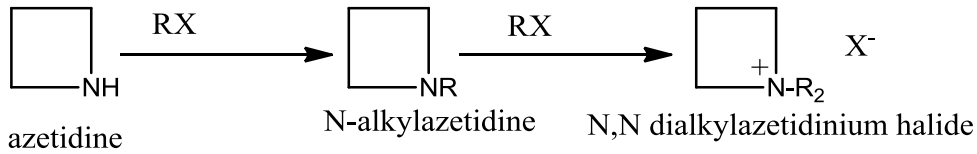
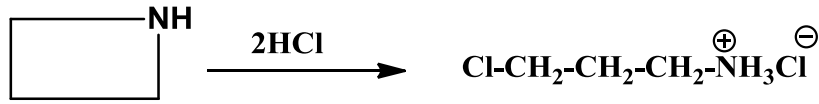
3- From other heterocycles



## الخواص الكيميائية

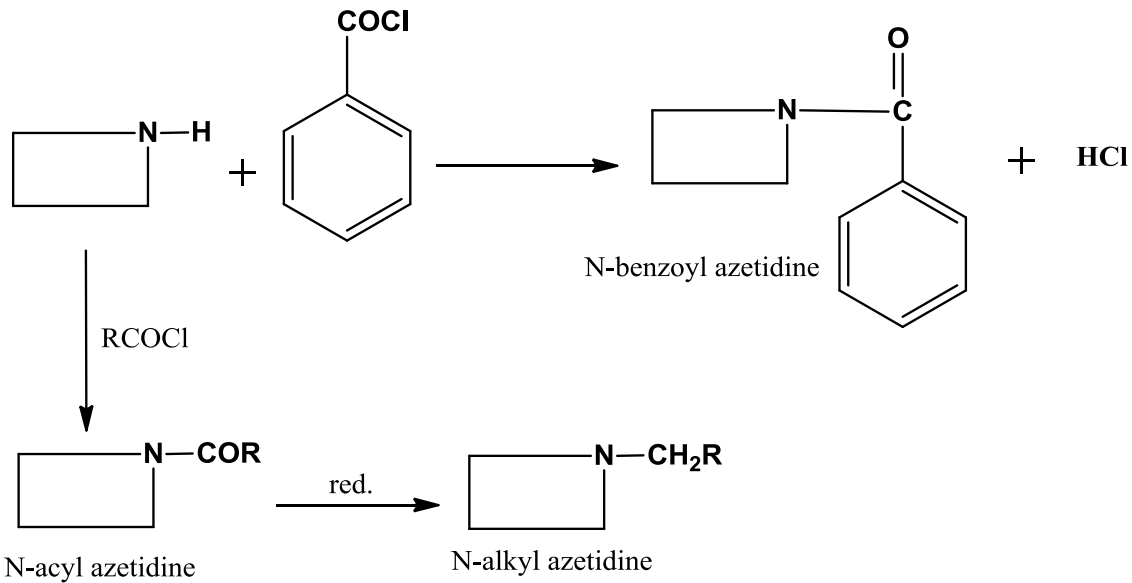
أقل نشاطا من الحلقة الثلاثية (ازيريدين) كما أنه يمتزج بالماء و هو أكثر قاعدية وأكثر ثباتا من ازيريدين .

تأثير حمض الهيدروكلوريك وهاليد الالكيل (تكوين املاح امونيوم رباعيه):

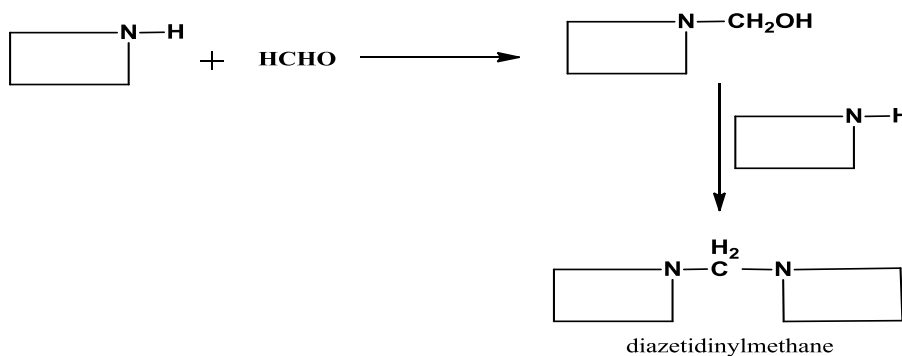


٣. تفاعل البنزولة والاسيلة مع كلوريد البنزويل وكلوريد الاسيل :

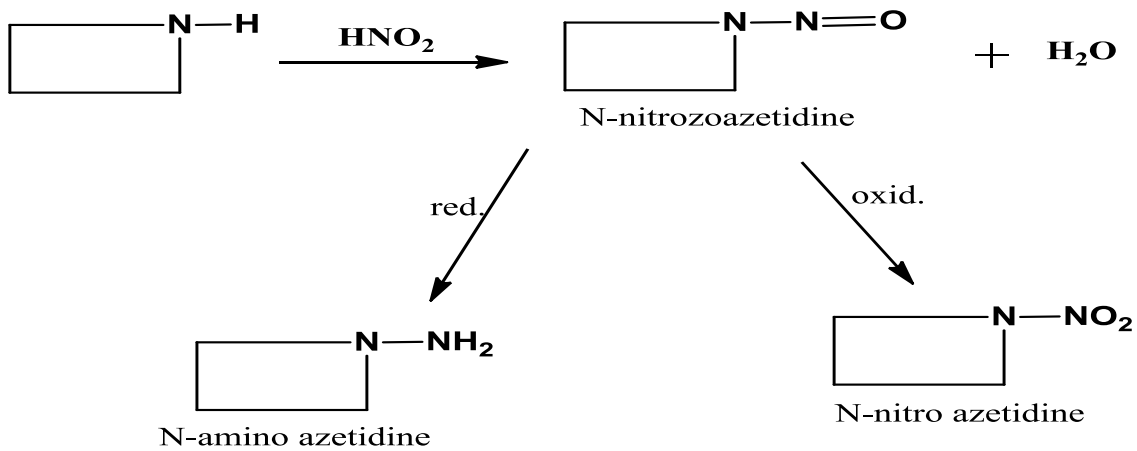
هذه التفاعلات تشبه تفاعلات الأمينات الثانوية مع كلوريد البنزويل



٤. تأثير الفورمالدهيد جزئي يكون داي ازيتيدينيل ميثان

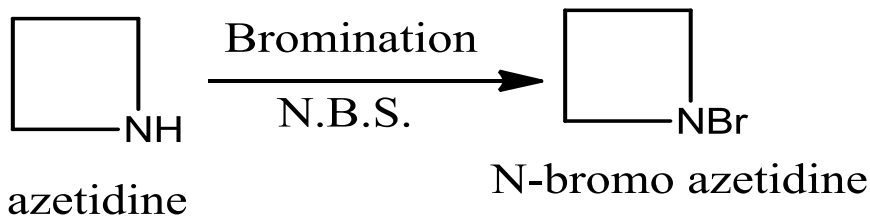


٥. تأثير حمض النيتروز يكون نيتروزو ازيتيدين والذي عند اكسدته يكون نيترو ازيتيدين اما عند الاختزال يكون امينو ازيتيدين :

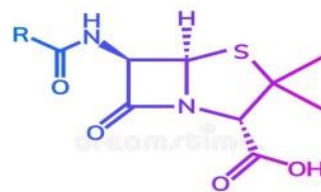


٦- التفاعل مع (N.B.S.)

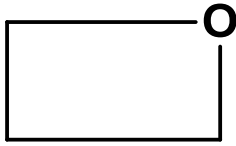
N - بروموسكسينيميد يكون N بروموازيتيدين



كما أن حلقة الازيتيدين توجد في صورة كيتونية و هي الازيتون التي توجد في المضاد الحيوي المعروف البنسلين متحدة مع حلقة ثيازول

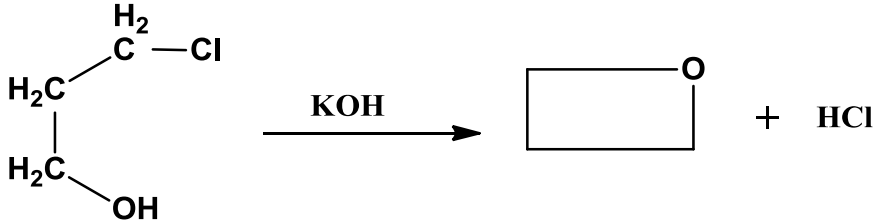


penicillin

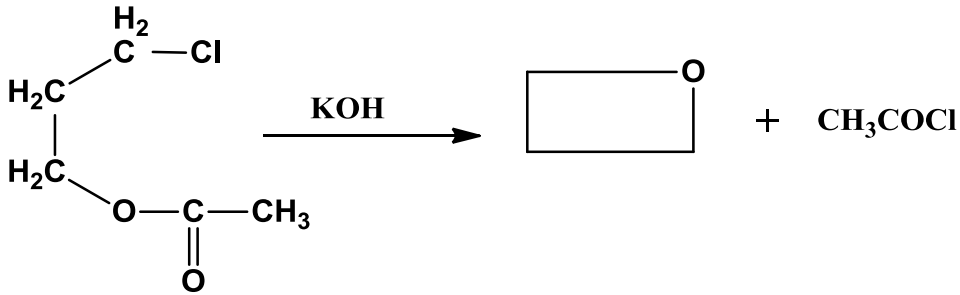


(تراي ميثيلين اوكسيد) اوكزيتان  
**Oxetane**  
 (trimethylene oxide)

التحضير:



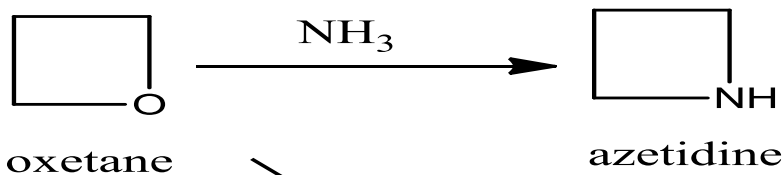
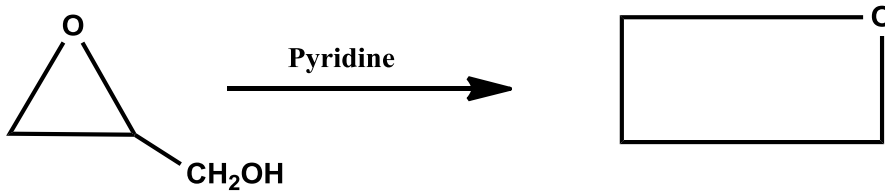
**3-chloro propanol**  
 ٣-كلوروبروبانول



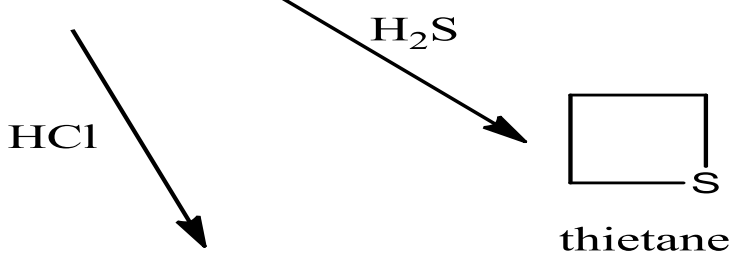
كلورو خلات البروبيل

التعديل الجزئي لحلقة الاوكزيران الى الاوكزيتان

**Rearrangement of oxiran into oxetane**

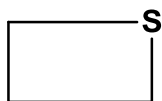


تفاعلات اوكزيتان:

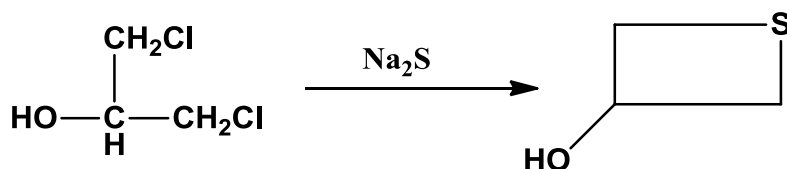
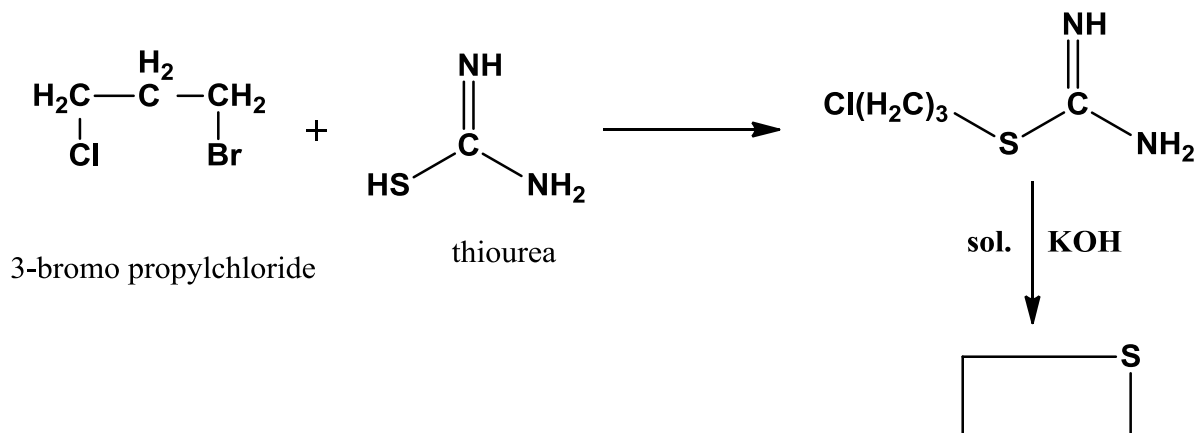


## 1,3propylene sulphide ,trimethylene sulphide Thietane

ثييتان ,ثلاثي ميثيلين سلفيد , ١,٣-بروبيلين سلفيد.



• التحضير:

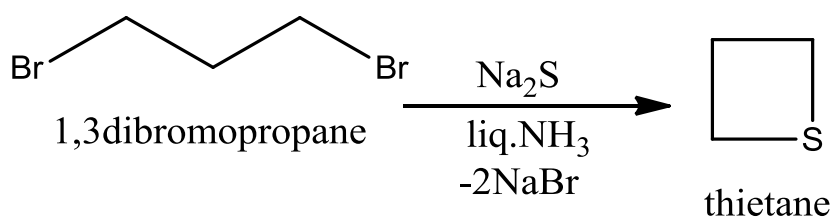


3-hydroxy thietane

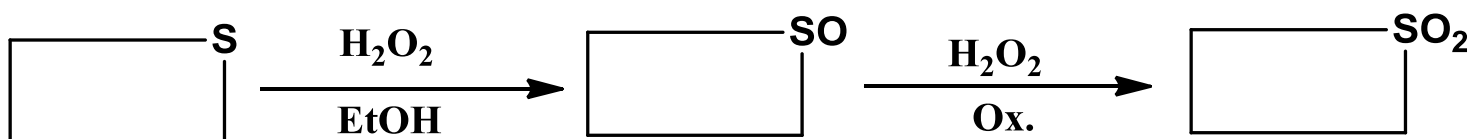
1,3-ثنائي كلورو ٢ بروبانول

٣-هيدروكسي ثييتان

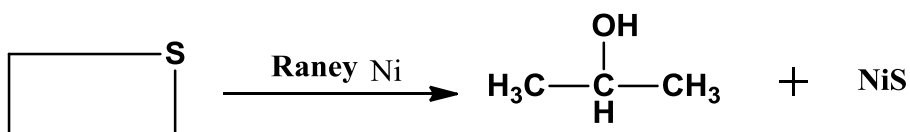
1,3dichloro 2-propanol



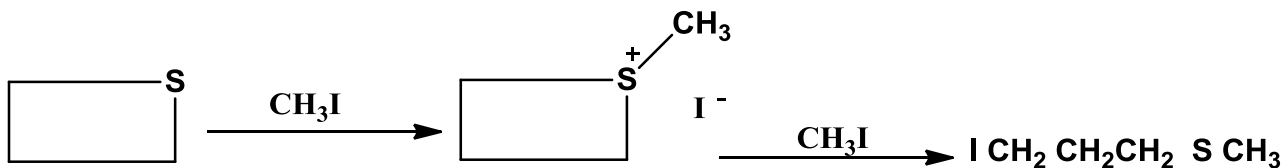
• التفاعلات:



إزالة الكبريت باستخدام راني نيكل (سبيكة من النيكل والالومنيوم في وجود هيدروكسيد الصوديوم)

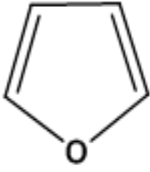


فتح الحلقة

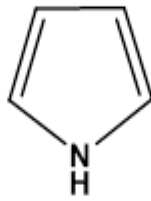




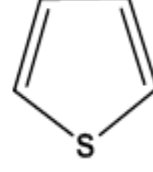
## المركبات الغير متجانسة خماسية الحلقة



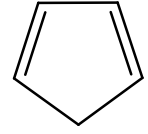
Furan  
Oxole



Pyrrole  
Azole



Thiophene  
Thiol



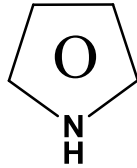
cyclopentadiene

- هذه المركبات هي الأكثر شيوعا و هي أبسط المركبات الغير متجانسة الحلقة حيث أنها تحتوي على ذرة واحدة غير متجانسة. و هذه المركبات هي فيوران , بيرول, ثيوفين. كما أنه من المتوقع أن تكون التفاعلات الأساسية لهذه المركبات تكون متماثلة للدايينات المتبادلة للايثيرات و الأمينات و الكبريتيدات ( أو الثيوايثيرات ) كما يشترك مركب سيكلوبنتادايين مع هذه المركبات في حجم الحلقة وايضا وجود الروابط المزدوجة المتبادلة .
- خواص هذه المركبات بختاف كثيرا عما هو متوقع للدايينات المتبادلة ( عدا بعض تفاعلات الاضافة ) و كذلك في تفاعلاتها كايثيرات أو كأمينات فمثلا الثيوفين لا يتأكسد مثل الكبريتات الأخرى كذلك البيروول يفقد الخواص القاعدية المميزة للأمينات
- لقد أوضحت حرارة الاحتراق (Heat of Combustion) للمركبات السابقة وجود ثبات رنيني (Resonance Stabilization) في حدود من ٢٢ إلى ٢٨ كيلو سعر/ جزئ وهي قيمة أقل من طاقة الرنين للبنزين ( ٣٦ كيلو سعر / جزئ ) و في نفس الوقت أكبر بكثير من القيم الخاصة بالدايينات المتبادلة (Conjugated Dienes) ( في حدود ٣ كيلو سعر / جزئ ) و بناء على ماسبق فهذه المركبات ( الفيوران , البيروول , الثيوفين ) لها خواص عطرية (Aromatic Characters) وتنطبق عليها قاعدة هوكل.

- يمكن التأكد من ذلك بألقاء نظرة على صورة المدارات الجزيئية في احدى هذه المركبات و ليكن هذه المركب هو البيروول حيث كل ذرة في حلقة البيروول سواء كانت ذرة كربون أو نيتروجين , ترتبط برابط سيجما ( $\sigma$ ) مع الثلاث ذرات الأخرى و ذلك باستخدام ثلاث مدارات من نوع ( $sp^2$ ) و التي تقع في مستوى واحد و يتباعد كل مدارين عن بعضهما البعض بزاوية مقدارها ١٢٠ درجة و بعد تخصيص الكترون من كل ذرة لبناء الروابط سيجما فانه يتبقى لكل ذرة كربون الكترون واحد و لذرة النيتروجين الكترونين حيث تحتل هذه الالكترونات مدارات ( $p$ ) و يتشابك هذه المدارات فيما بينهما تنتج سحابات باي ( $clouds\pi$ ) واحدة فوق الاخرى أسفل مستوى الحلقة , و تحتوي هذه السحابات من نوع باي على ما مجموعة ستة الكترونات , أي النظام العطري السداسي.

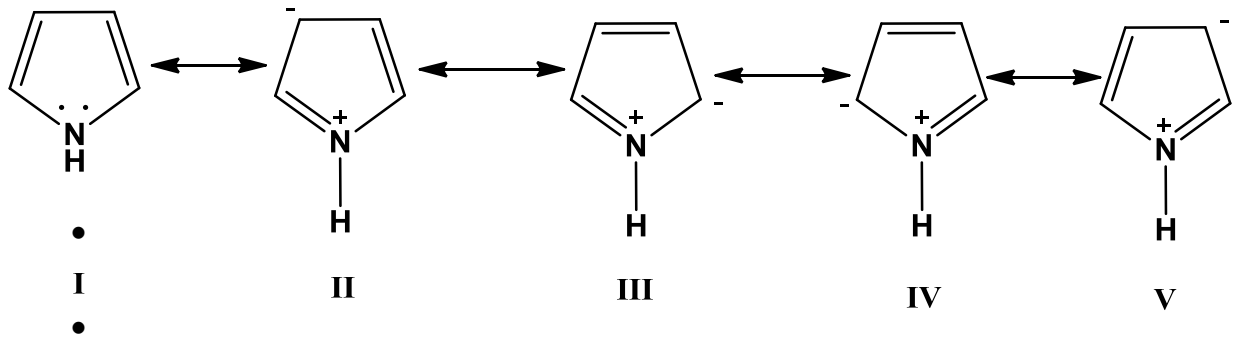
- يتضح الآن أن زوج الالكترونات الخاص بذرة النيتروجين في حلقة البيروول ( و هو المسئول عن الخاصية القاعدية في المركبات النيتروجينية ) أصبح مشتملا في السحابة باي و بالتالي يصبح غير متاح للمشاركة مع الأحماض لذلك نرى أنه بمقارنة البيروول بمعظم الأمينات نجد أن البيروول قاعدة ضعيفة للغاية حيث ( $K_b = 2.5 \times 10^{-14}$ ).

- نظرا لوجود كثافة الكترونية عالية على حلقة البيروول فان هذا المركب يصبح نشط للغاية تجاه تفاعلات الاستبدال الالكتروفيلي مثل النترزة أو الازدواج مع أملاح الديازونيوم و هذه تفاعلات تميز مشتقات البنزين النشطة مثل الفينولات و الأمينات العطرية.

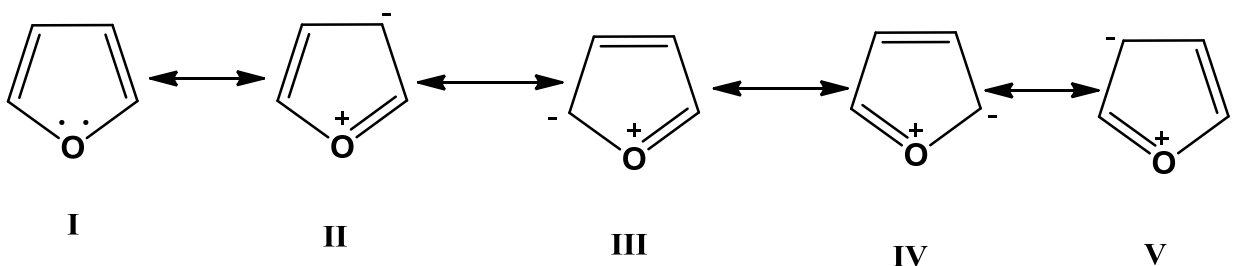


- الحقائق السابقة يصبح من الأفضل تمثيله بالشكل التالي

- حيث الدائرة داخل الحلقة تمثل النظام العطري السداسي و يمكن توضيح الشكل التركيبي السابق بالصور الرنينية الآتية
- حيث يعطي النيتروجين زوج من الالكترونات للحلقة و بذلك يصبح النيتروجين موجبا و ذرات الكربون سالبة.



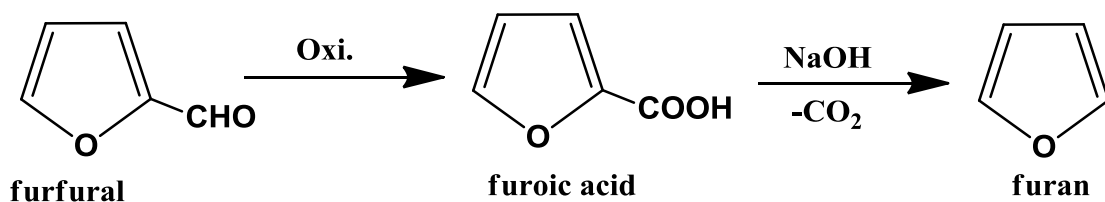
- هذه الصور الرنينية تنتج من انتقال الزوج الإلكتروني من ذرة النيتروجين إلى أي من ذرتي الكربون المجاورة ثم يتبع ذلك تعدل الروابط المزدوجة لنحصل على الصورتين II , III , نحصل على الصورتين IV , V , من ذلك يتضح أن البيرول عبارة عن خليط رنيني من خمسة صور هي I , II , III , IV , V و يتكون غالبية هذا الخليط من الصورتين II , III , هذا و بتطبيق نفس القواعد السابقة على مركب الفيوران نحصل على صور رنينية تشابه تلك الخاصة بالبيرول كالآتي:



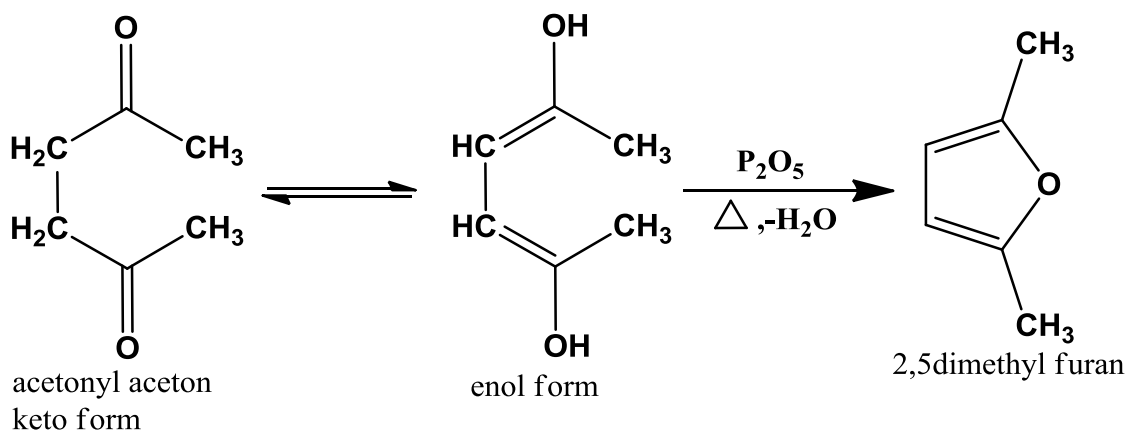
## الفيوران Furan

- الفيوران عبارة عن سائل عديم اللون ذو درجة غليان منخفضة هي ٣١ م.
- طرق التحضير:

١. من أكسدة الفيرفيورال الى حمض الفيوريك ثم نزع مجموعة الكربوكسيل من هذا الحمض:



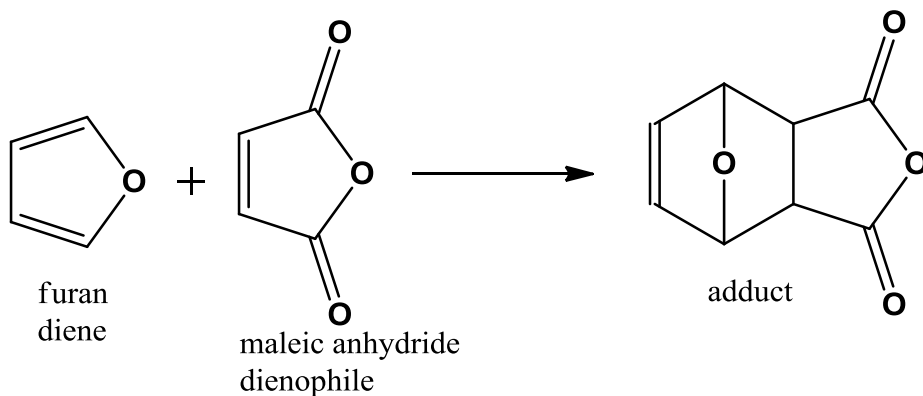
٢. يمكن تحضير ٢،٥-ثنائي ميثيل فيوران من مركب أسيتونيل أسيتون و ذلك بالتسخين في وجود خامس أكسيد الفوسفور ( نزع الماء).



### الخواص الكيميائية:

الفيوران مركب عطري أكثر نشاطا من البنزين (طاقة الرنين أقل منها في البنزين و هي في حدود من ٢٣،٧ – ٢٦،٥٤ كيلوسعر/جزئ) و نظرا لهذا النشاط فإن الفيوران يعطي تفاعلات تدل على وجود رابطتين مزدوجتين في وضع تبادلي و أهمها:

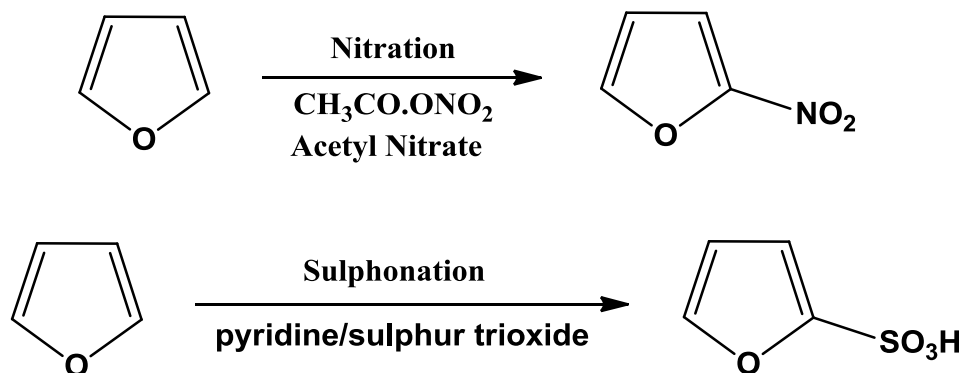
• تفاعل ديلز – ألدر : Deals – Alder Reaction



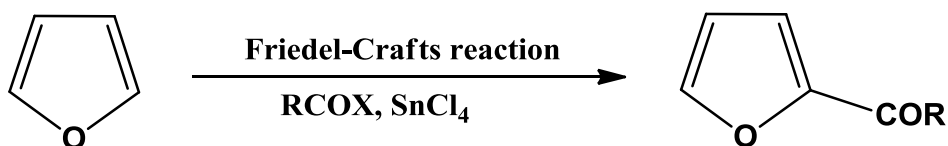
• تفاعلات الاستبدال العطرية في الفيوران:

• للفيوران صفات عطرية تماثل تلك الموجودة في البنزين و ان كان الفيوران أكثر نشاطا مما يضطرنا الى التخفيف من ظروف التفاعل ليتم هذا الاستبدال الالكتروفيلي Electrophilic Substitution. و أهم هذه

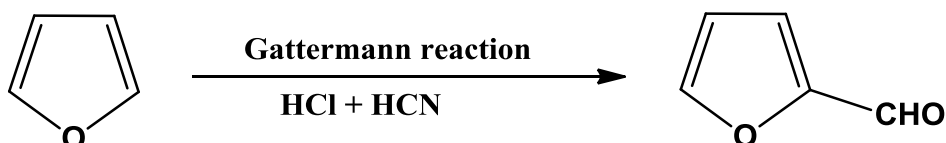
التفاعلات: ١- النيترة: ٢- السلفنة



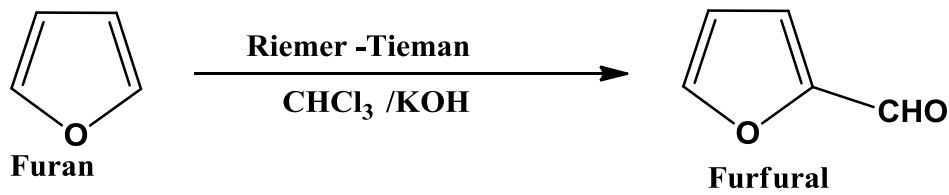
٣- فريدل – كرافت Acylation



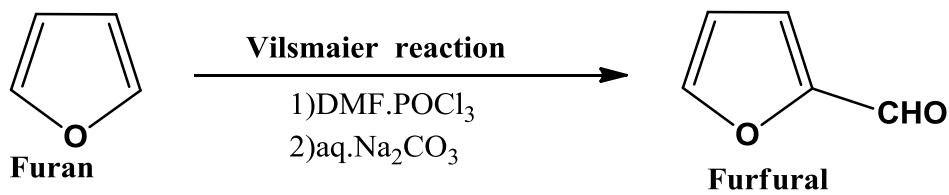
٤- تفاعل جاترمان



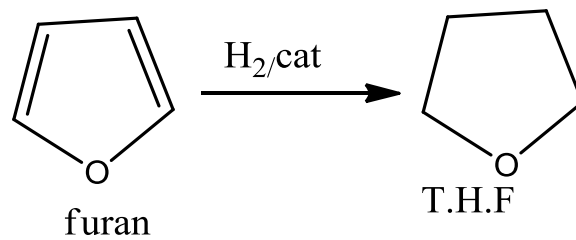
### ٥- تفاعل ريمر-تيمان



### ٦-تفاعل vilsmeier

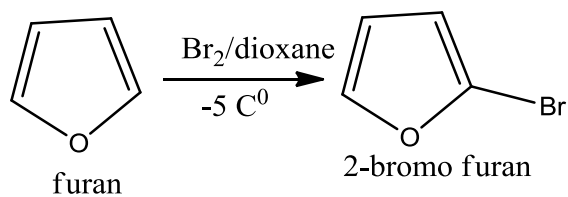


### 7-Reduction



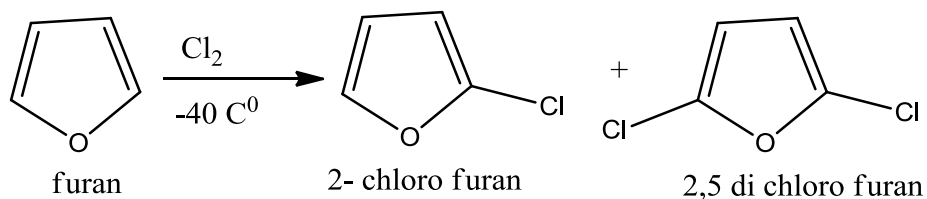
### ٧-الاختزال

### 8-Halogenation (Bromination)



### ٨-الهجنة (البرومة)

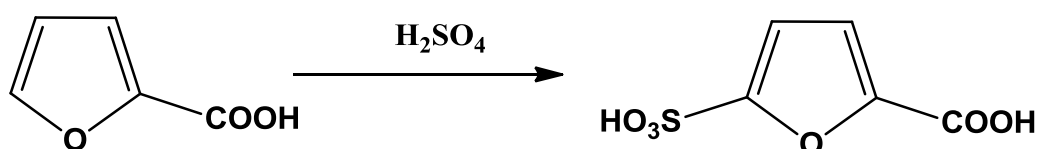
### 8-Halogenation (Chlorination)



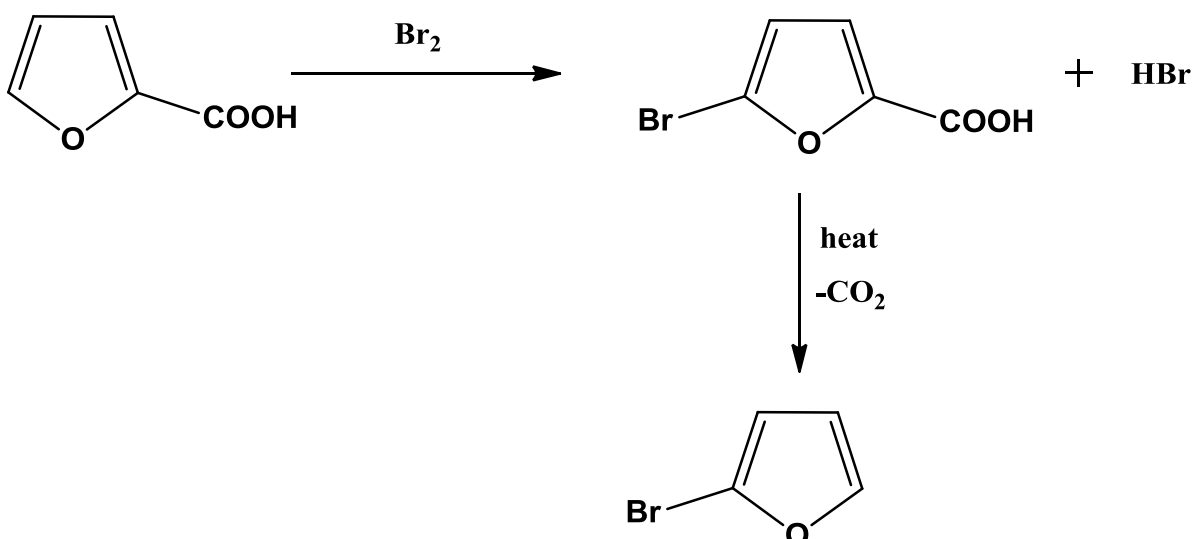
### ٨-الهجنة(الكلورة)

• بعض الملاحظات في تفاعلات الاستبدال السابقة:

١. تتم هذه التفاعلات بميكانيكية مشابهة لمثيلاتها في البنزين.
٢. نظرا لنشاط الفيوران عن البنزين فإن ظروف التفاعل هنا أقل حدة منها في البنزين.
٣. يمكن سلفنة الفيوران بحمض الكبريتيك مباشرة و ذلك في حالة وجود مجموعة ساحبة للإلكترونات في جزئ الفيوران مثل مجموعة الكربوكسيل كما في سلفنة حمض الفيوريك Furoic Acid.

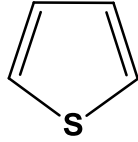


٤. لا يمكن هلجنة الفيوران مباشرة, بل يلزم وجود مجموعة ساحبة للإلكترونات في الجزئ و ذلك كما في المثال التالي:



## ٥. الشكل الهندسي لجزئ الفيوران

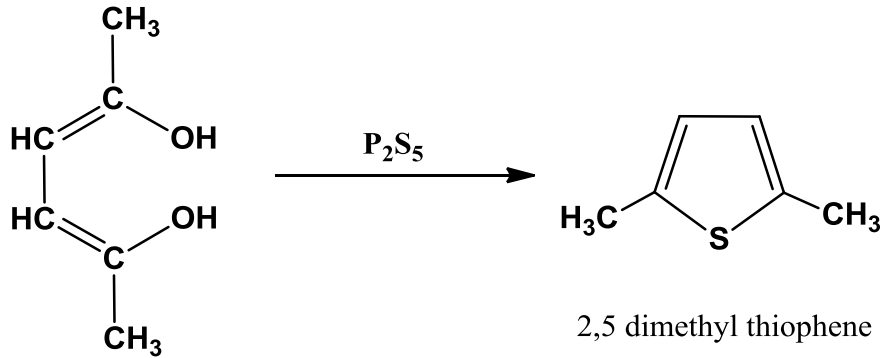
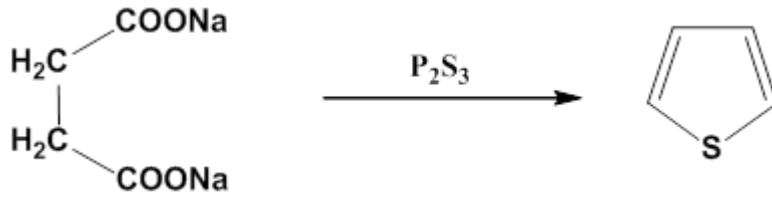
بفحص جزئ الفيوران باستخدام الأشعة السينية يتم تحديد أطوال الروابط و كذلك قيم الزوايا بين هذه الروابط، علما بأن الأطوال المقاسة بالانجستروم و هو = ١٠-٨ من السنتمتر و الزاوية تقاس بالدرجة.



### الثيوفين Thiophene

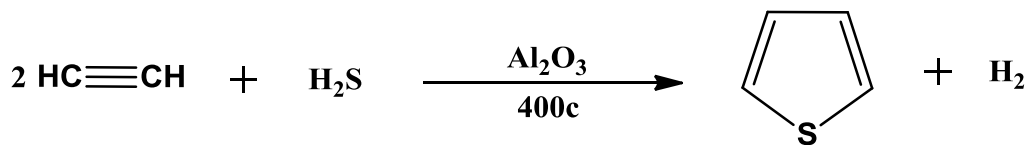
#### التحضير:

أولا : الطرق المعملية: ١- من ملح سكسينات الصوديوم بتقطيره مع ثالث كبريتيد الفوسفور.



enol form of acetonylacetone

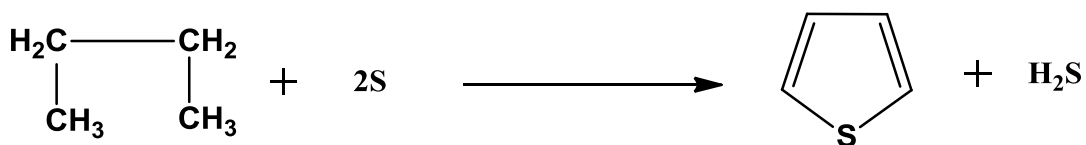
٢- تسخين مخلوط من الاستيلين و كبريتيد الهيدروجين في وجود الالومنيا كعامل مساعد عند درجة حرارة ٤٠٠م



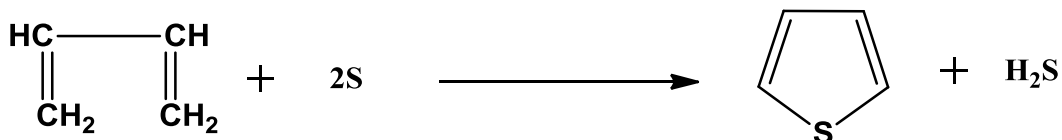
#### ثانيا: الطرق الصناعية



١- تسخين مخلوط غازي من البيوتان العادي مع عنصر الكبريت

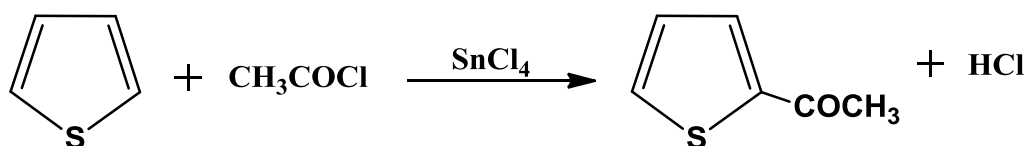
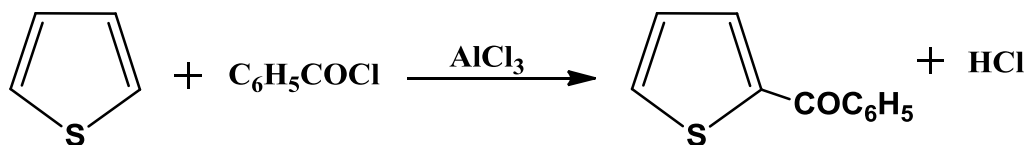


٢- تسخين البيوتاديين مع الكبريت.

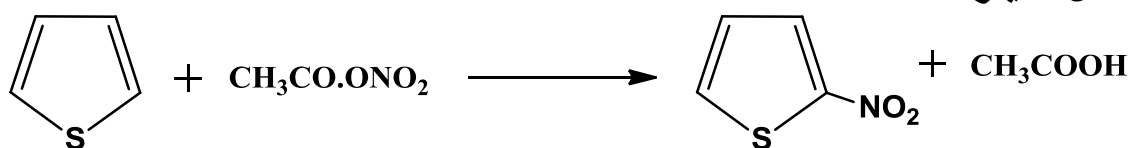


تفاعلات الثيوفين الكيميائية

تفاعل فريدل - كرافتس:

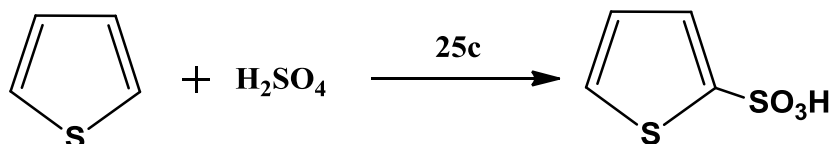


تفاعل النيترة:

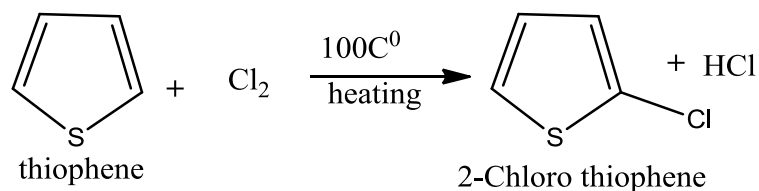


2-Nitrothiophene

تفاعل السلفنة

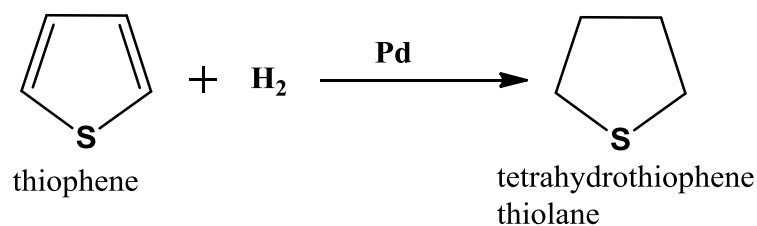


الهلجنة

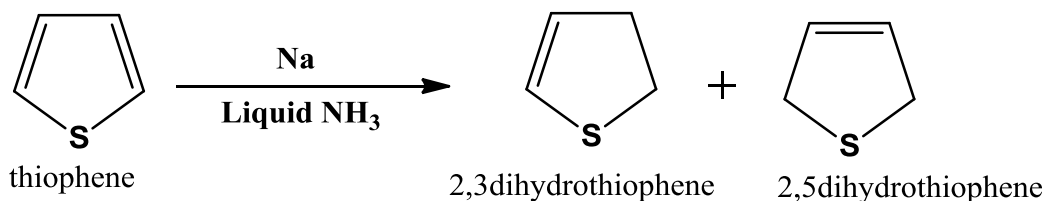


**الهدرجة: Hydrogenation**

**هدرجة كاملة: Full hydrogenation**

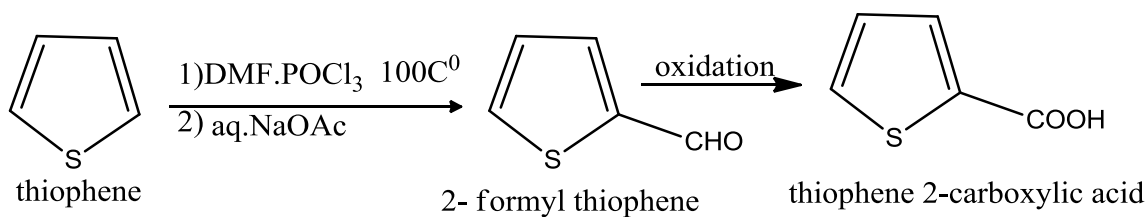


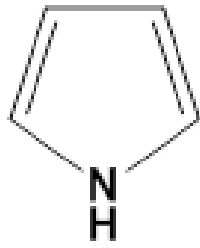
**هدرجة جزئية: Partial hydrogenation**



**Formylation Vilsmeier –Hack reaction**

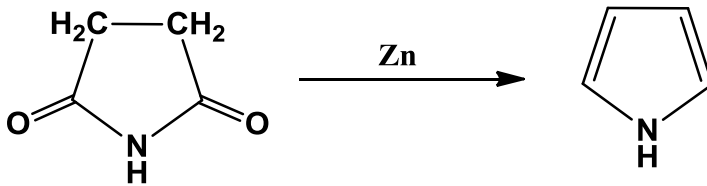
**فورملة**



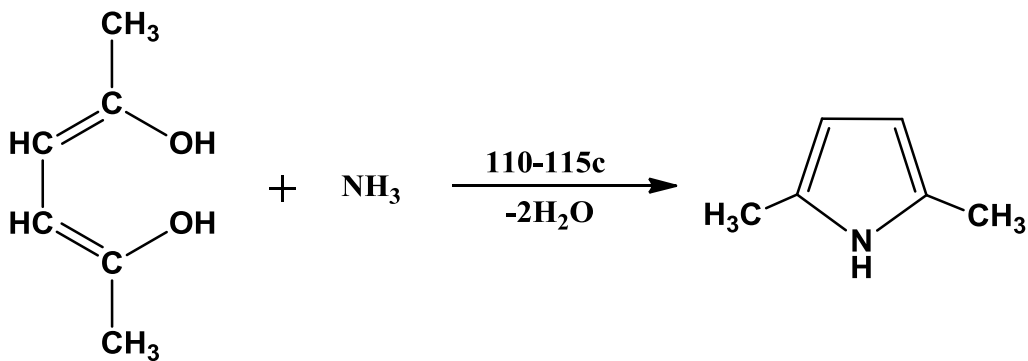


## البيرول Pyrrole

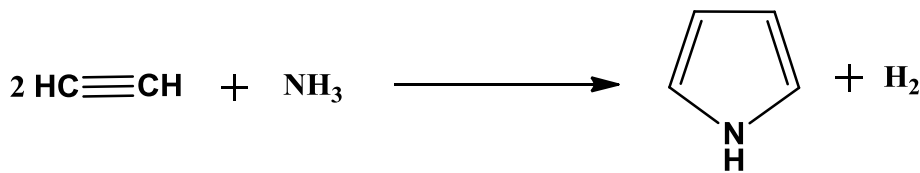
طرق تحضير البيرول ١- من تقطير السكسينيميد



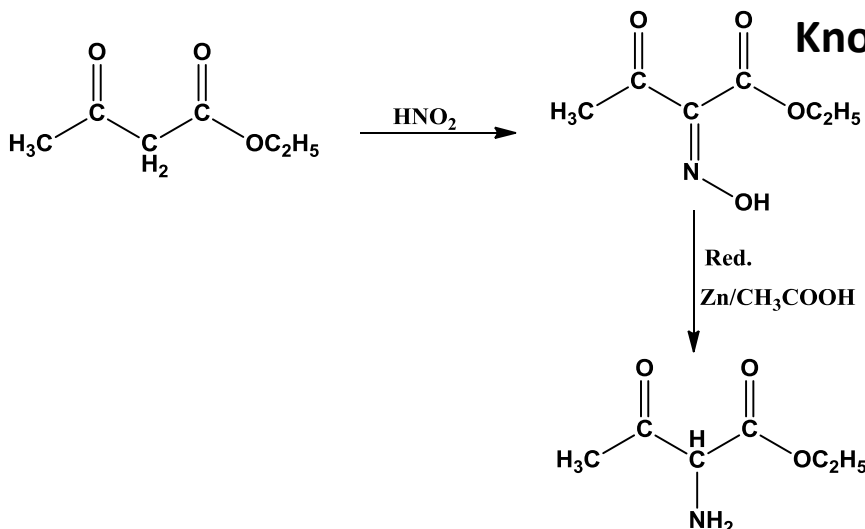
٢- من تفاعل الصيغة الاينولية لمركب الالاسيتونيل أسيتون مع النشادر



٣- إمرار خليط من الالاستيلين و النشادر في أنابيب ساخنة لدرجة عالية

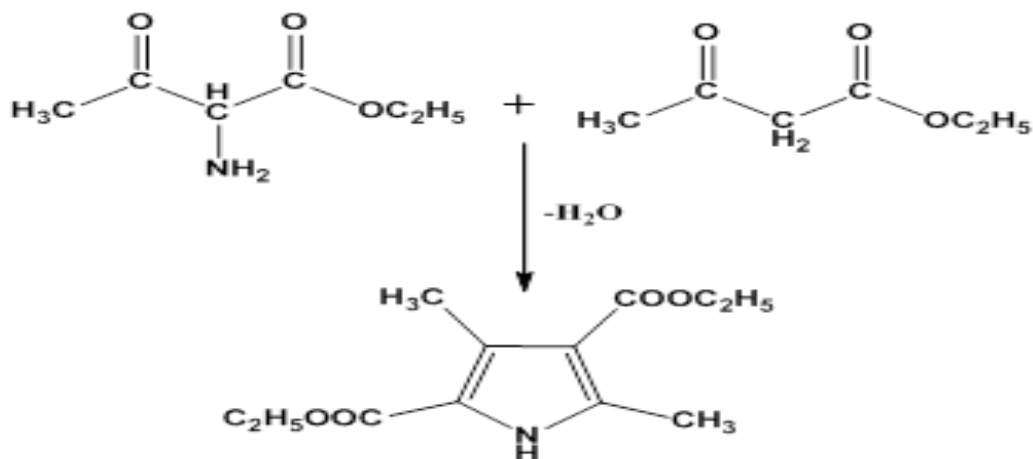


٤- طريقة كنور. Knorr Synthesis



(أ) تحضير مشتق (α-amino).

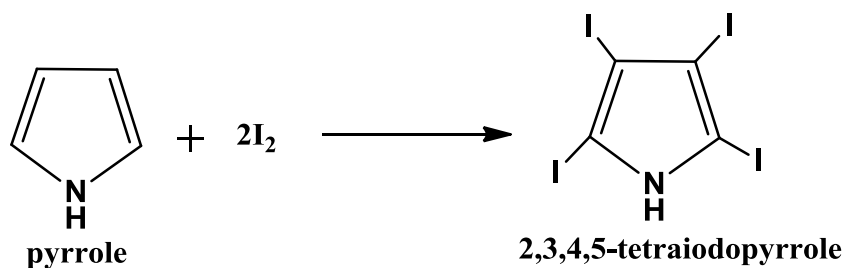
ب) تكاثف مشتق ( $\alpha$ -amino) مع إيثيل اسيتواسيتات



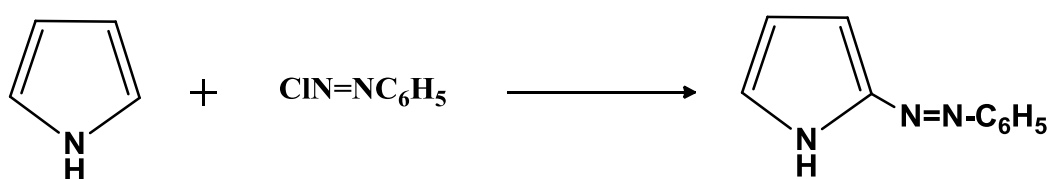
التفاعلات الكيميائية

الاستبدال الألكتروفي

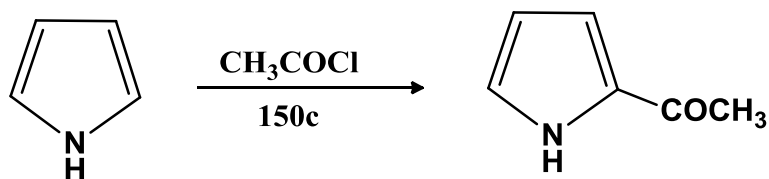
الهلجنة



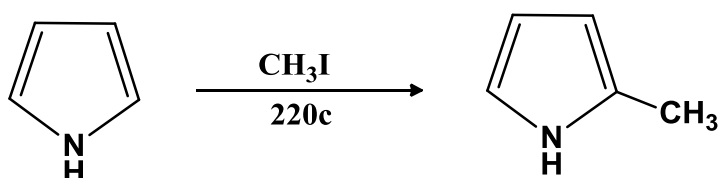
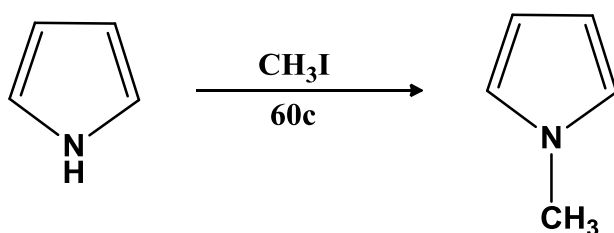
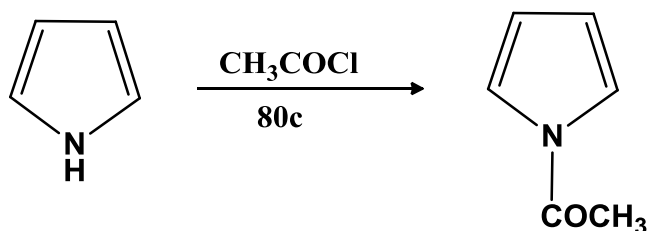
مع أملاح الديازونيوم



تفاعلات الاكللة و الأسيطة

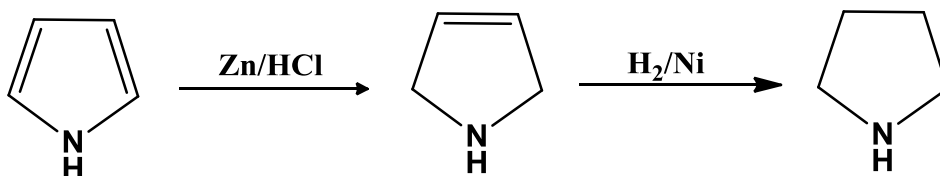


الاستلة عند درجة حرارة عالية تكون في الموضع ٢ اما عند الحرارة المنخفضة تكون في الموضع ١ وذلك ايضا في حالة الالكلة .



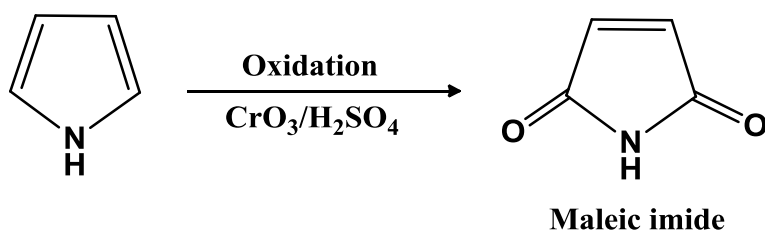
تفاعلات البيروول غير العطرية

الاختزال



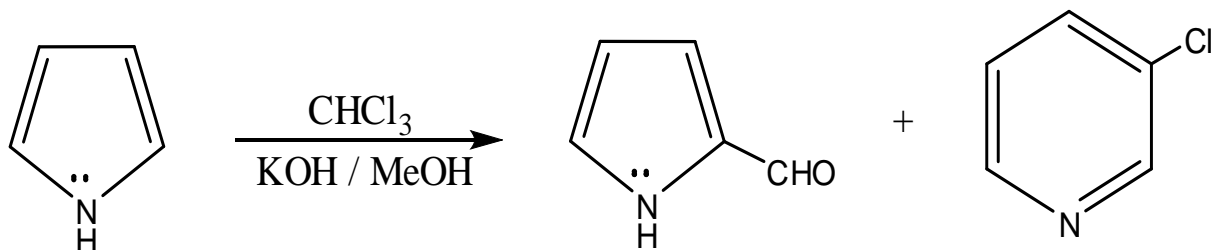
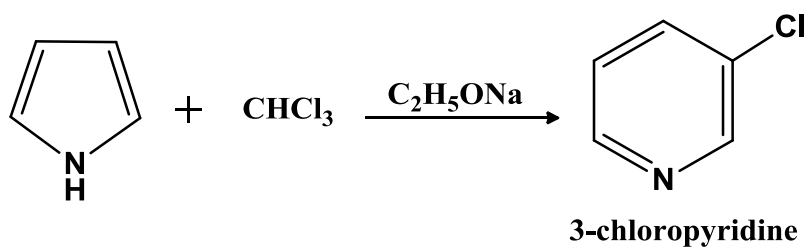
Oxidation

الأكسدة

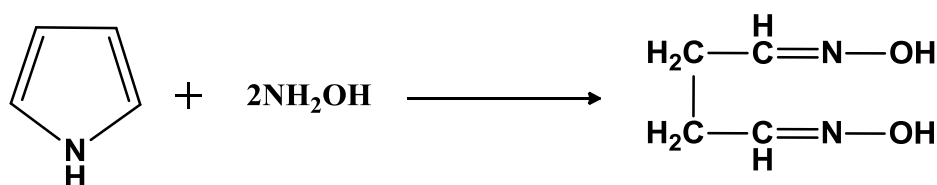


Maleic imide

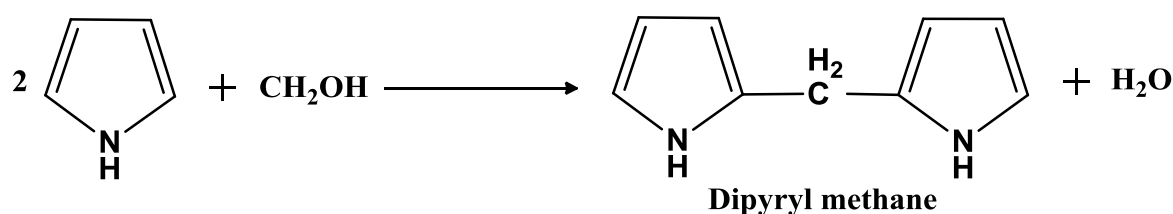
تفاعل اتساع الحلقة: ( تفاعل ريمر- تيمان )



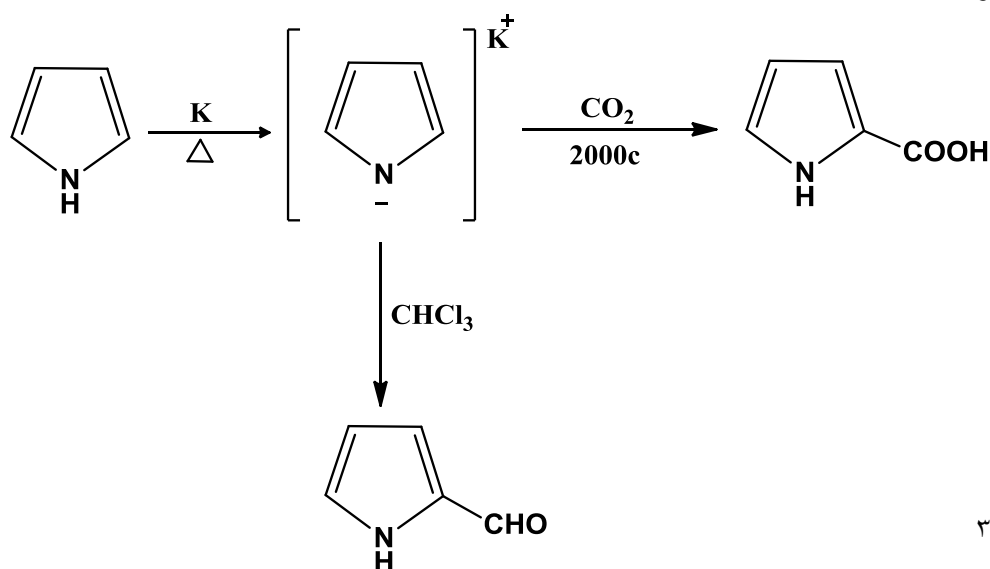
التفاعل مع الهيدروكسيل أمين



يتكاثف البيروول مع الفورمالدهيد

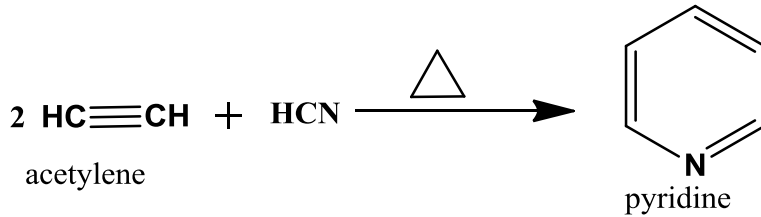
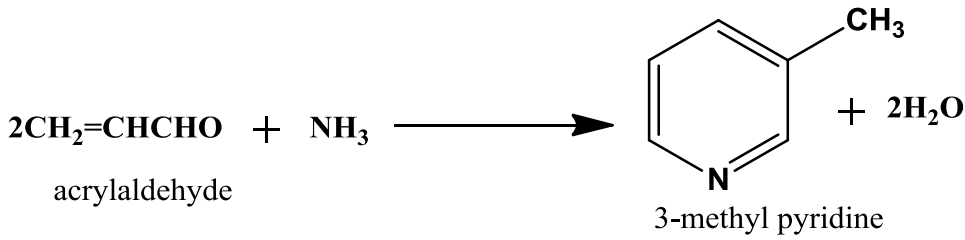
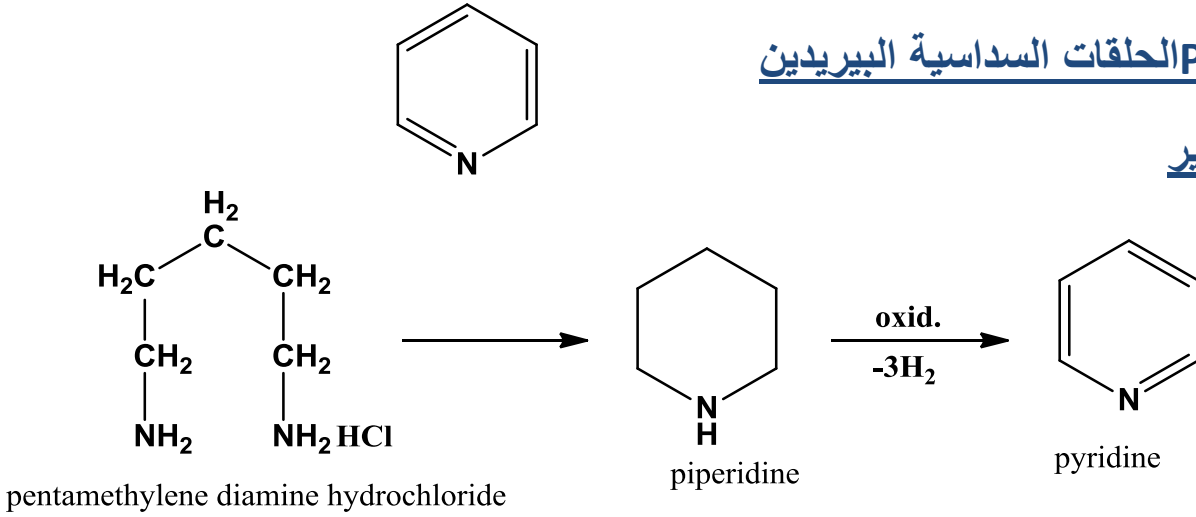


للبيروول خاصية حمضية ضعيفة



## Pyridine الحلقات السداسية البيريدين

### طرق التحضير



البيريدين سائل عديم اللون يكتسب اللون البني عند تعرضه للهواء يغلي عند 115 م. يذوب في الماء و كذلك في المذيبات العضوية و هو مادة قاعدية يقاوم الأكسدة و يستخدم في الصناعة كعامل مساعد و كمديب.

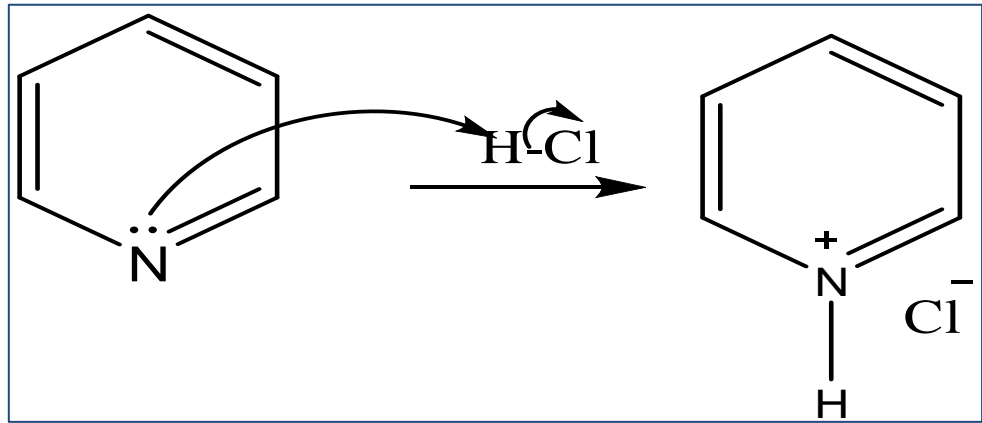
المركبات المحتوية على نواة البيريدين لها انتشار كبير في الطبيعة مثالا لذلك فيتامين B6, nicotinamide adenine dinucleotide phosphate.

مركبات البيريدين لها أهمية بيولوجية كبيرة. كذلك تدخل نواة البيريدين في العديد من العقاقير الطبية و القلويدات و الأصباغ.

نحصل على البيريدين في الصناعة من تقطير قطران الفحم و كذلك كنتاج إضافي في تكرير البترول و هذه المصادر كافية للحصول على البيريدين للإغراض الصناعية.

## الخواص الكيميائية للبيريدين

- البيريدين مركب اروماتى على درجة كبيره من الثبات وهو يشبه البنزين الى حد كبير .
- قاعدية البيريدين :-
- للبيريدين خواص قاعديه وذلك لان زوج الالكترونات الحره على ذرة النيتروجين لا يدخل فى تكوين الخاصيه الاروماتيه له , ولذلك يستخدم البيريدين كمذيب وقاعده لبعض التفاعلات التى يتكون فيها حمض كنتاج جانبى .
- يتفاعل البيريدين مع الاحماض القويه كقاعده ضعيفه وتتكون املاح قابله للذوبان فى الماء تسمى املاح البيريدينيوم

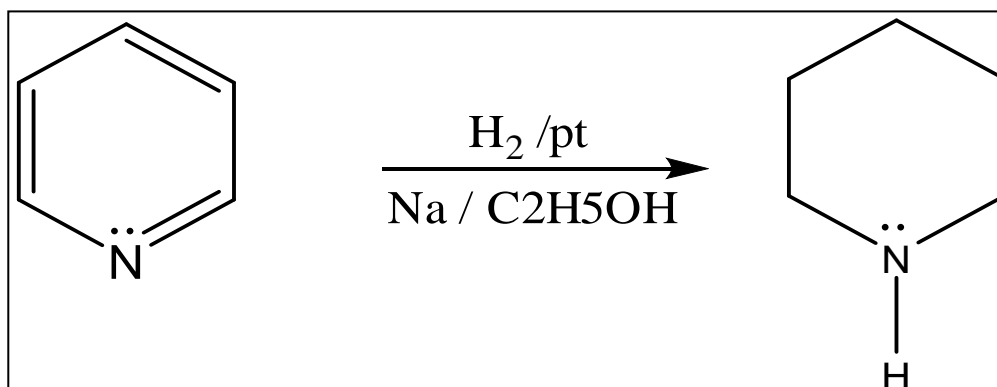


- يعتبر هذا التفاعل تفاعل اضافه . يسمى الناتج كلوريد البيريدينيوم .
- البيريدين اقوى قاعديه من البيروول ولكنه اقل قاعديه من الامينات الاليفاتيه

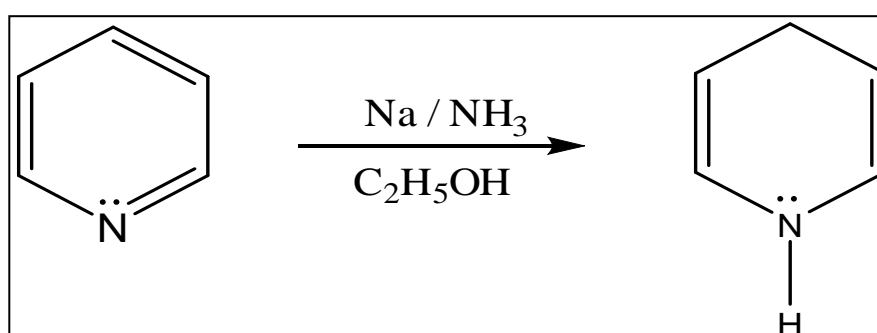
## اختزال البيريدين

يمكن اختزال البيريدين بواسطة الهيدروجين فى وجود عامل مساعد مثل النيكل او البلاتين كذلك يمكن اختزاله بواسطة الصوديوم فى الكحول .

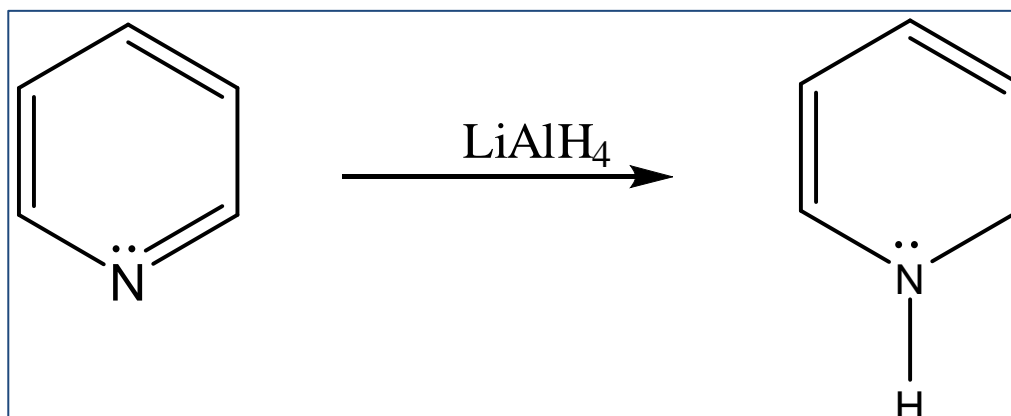




اختزال البيريدين بواسطة الصوديوم في وسط الامونيا وفي وجود الايثانول يؤدي الى اختزال جزئي حيث نحصل على ١،٤ ثنائي هيدروبيريدين .

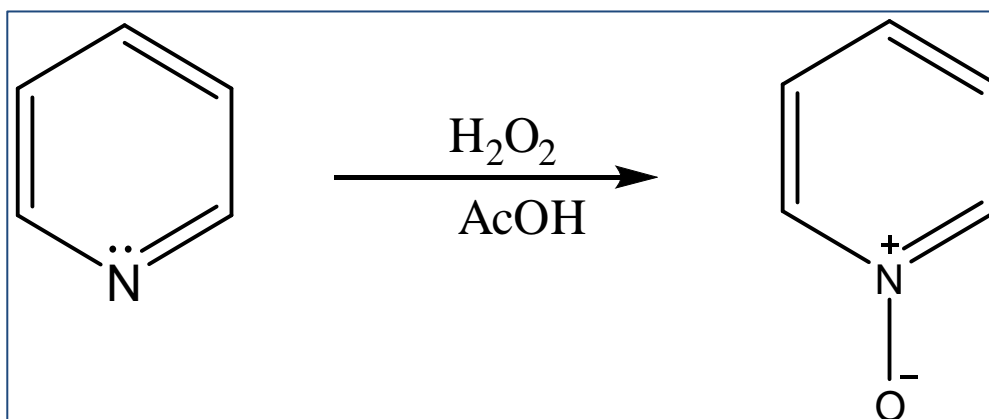


• اما  $LiAlH_4$  فيؤدي الى الحصول على ١،٢ ثنائي هيدروبيريدين في حالة وجود ظروف معينة .



الأكسدة

• يتأكسد البيريدين بواسطة الحموض فوق الاكسجينيه الى ١-اكسيد او  $N$  - اكسيد وهذا المركب يعتبر ملحاً داخلياً .



### تفاعلات الاستبدال الالكتروفيلى

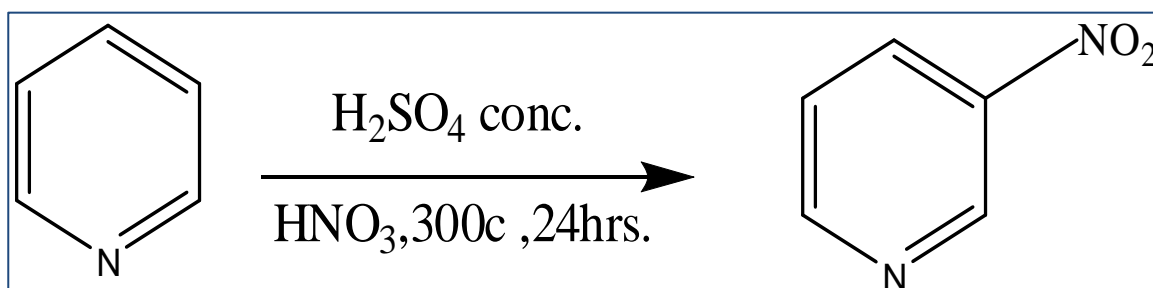
- يثبط نشاط الحلقة تجاه العوامل الالكتروفيلىه بسبب وجود ذرة النيتروجين ذات الكهروسالبية الاكبر من تلك التى للكربون مما يجعله يسحب الالكترونات من الحلقة باتجاهه . لذلك وجود مجموعه معطيه لالكترونات على حلقة البيريدين يساعد على التفاعلات الالكتروفيلىه .

- من الاشكال التارجحيه للبيريدين نلاحظ ان المواضع ٣ و ٥ هى اكثر كثافه الكترونيه لذلك فإن الكواشف الالكتروفيلىه تفضل هذين الموضعين بينما المواضع ٢ و ٤ و ٦ تكون اقل كثافه الكترونيه وعليه فإن الهجوم بواسطة العوامل النيوكلوفيلىه يفضل هذه المواضع .

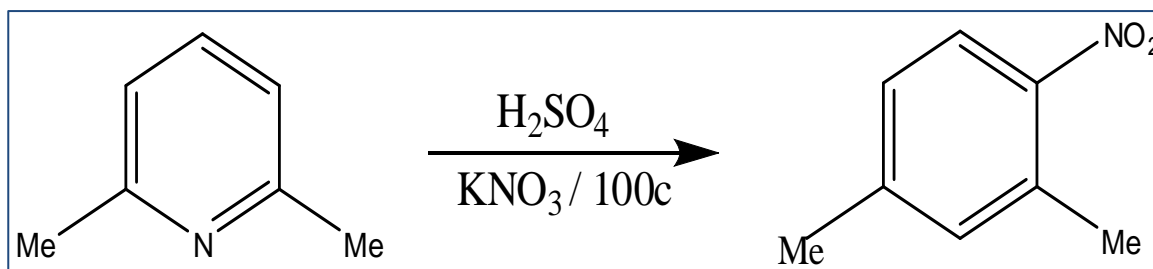
### ١- النيترة

تتم النيترة تحت ظروف قاسيه مثل حمض الكبريتيك المركز وحمض النتريك المدخن والتسخين الى درجة حراره عاليه تصل الى ٣٠٠°م حيث نحصل على

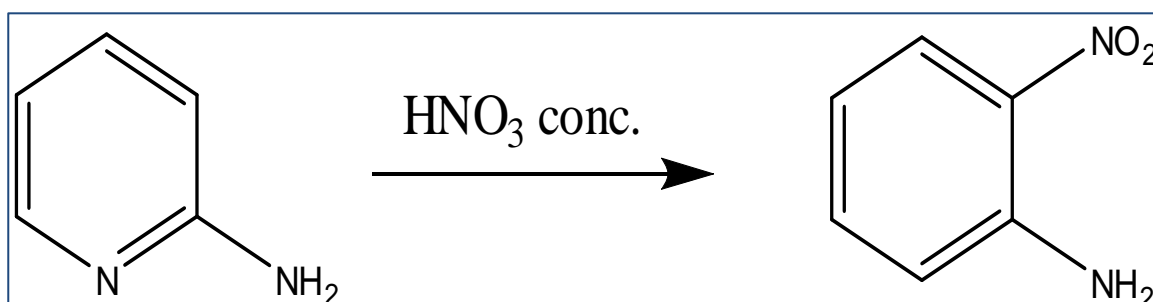
٣- نيتروبيريدين



- وجود مجموعات معطيه لالكترونات على الحلقه مثل المجموعات الالكيليه تسهل عملية النيترة.



كذلك وجود مجموعه الأمين او الهيدروكسيل



مراجع المقرر:

1- I.L.FINAR Organic Chemistry VOL 2

٢- المركبات الحلقية غير المتجانسة Heterocyclic Compounds، الحسن بن محمد الحازمي، ناصر بن محمد العندس، دار الخريجي،

٣- المركبات الحلقية غير المتجانسة والحيوية، الدكتور حمد بن عبد الله اللحيدان، الدكتور محمد بن ابراهيم الحسن، الدكتور سالم سليم الذياب، الرياض : جامعة الملك سعود، ١٩٩٦ .



SOUTH VALLY UNIVERSITY



FACULTY OF SCIENCE  
AT QENA

## الكيمياء الفراغية

### مبادئ الكيمياء الفراغية لمركبات الكربون

اعداد

د. امنية سيد زكي

كلية العلوم – قسم الكيمياء

العام الجامعي

٢٠٢٢-٢٠٢٣

## بيانات الكتاب

الكلية :- كلية التربية - التعليم العام

الفرقة :- الثانية

تاريخ النشر :-

عدد الصفحات :-

المؤلف :-

المحتوى :-

٣	مقدمة
٤	التشكل البنائي
٥	التشكل الفراغي
٩	التشكل الهندسي
١١	التشكل الهندسي في المركبات غير المشبعة
١٣	التشكل الهندسي في الاكزيمات
١٧	التشكل الهندسي في الاحماض الكربوكسيلية
٢٠	التشكل الهندسي في المركبات الحلقية
٢٣	طرق تعيين الشكل الفراغي
٢٧	التشكل الضوئي
٣٥	متشكلات الهيئة

## مقدمة :-

### الكيمياء الفراغية (Stereochemistry)

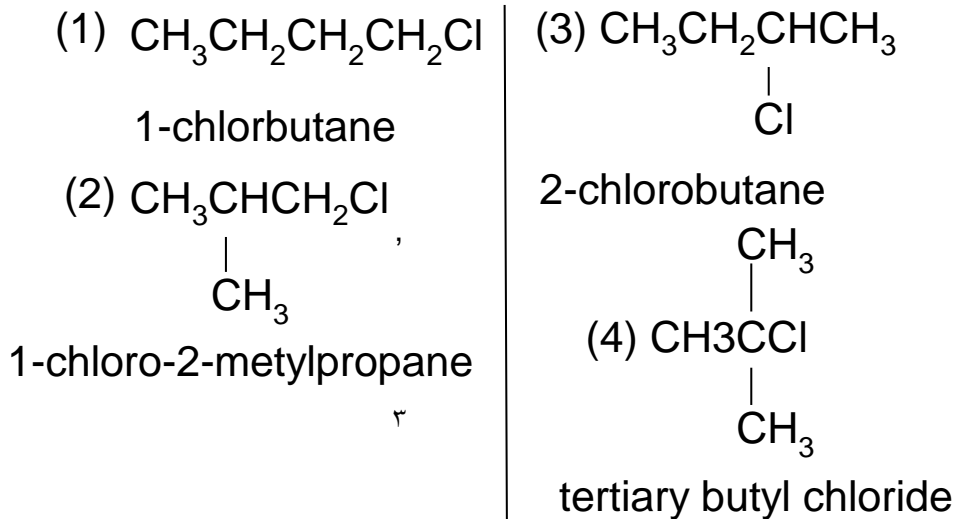
هي فرع من فروع الكيمياء يهتم بدراسة الترتيبات الفراغية للذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء وتأثيرها على الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركب وكذلك هناك قسم خاص يهتم بدراسة ترتيب الذرات في الأبعاد الثلاثة .

ويعتبر لويس باستير أول كيميائي فراغي، يلاحظ أن أملاح حمض الطرطريك يمكن أن يسبب دوران للضوء المستقطب، ولكن الأملاح المكونة من مصدر آخر لا تسبب دورانه. وهذه هي الخاصية الوحيدة فيزيائيا التي يمكن ان تفرق بين ملحي حمض الطرطريك، وهذا راجع (للنشاط الضوئي للمركب).

### الفصل الاول :-

تهدف الكيمياء الفراغية الي دراسة التشكل ويقصد بالتشكل (الايزومرات ) وجود مركبين او اكثر لهما نفس الصيغة الجزيئية ولكنهما يختلفان في الصيغة البنائية مثل وجود صيغة جزيئية واحدة لها اربع صيغ بنائية مثال :-

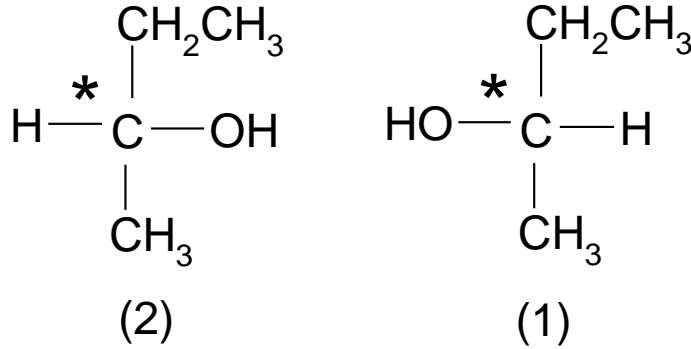
الصيغة الجزيئية  $C_4H_9Cl$  تتواجد في اربع صيغ بنائية هي



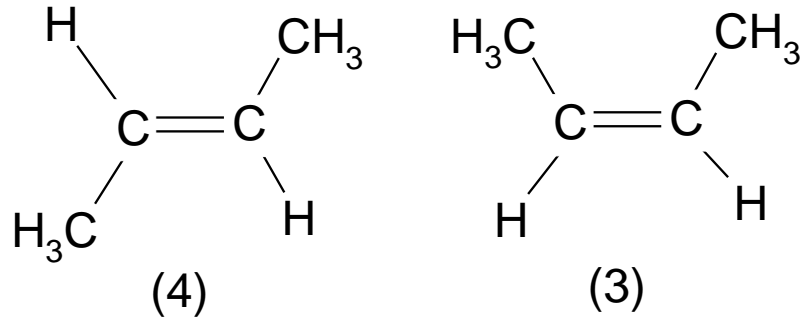
- كذلك يقصد بالتشكيل: - توزيع أو ترتيب الذرات أو المجموعات في الفراغ.

مثال (٢) المركبان متشابهان في عدد الذرات ونوعها ولكن يختلفان في توزيع

المجموعات حول ذرة الكربون\* (C)



كما في هذا المثال المركبان يختلفان في توزيع الذرات حول الرابطة المزدوجة

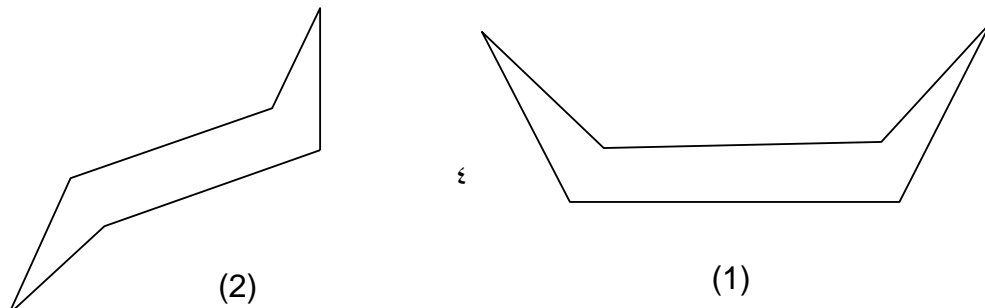


كذلك من انواع التشكل :- الهيئة:- هي الشكل الذي يوجد عليه الجزيء نتيجة

الدوران حول الروابط الاحادية أو الانحناء في المركبات الحلقية.

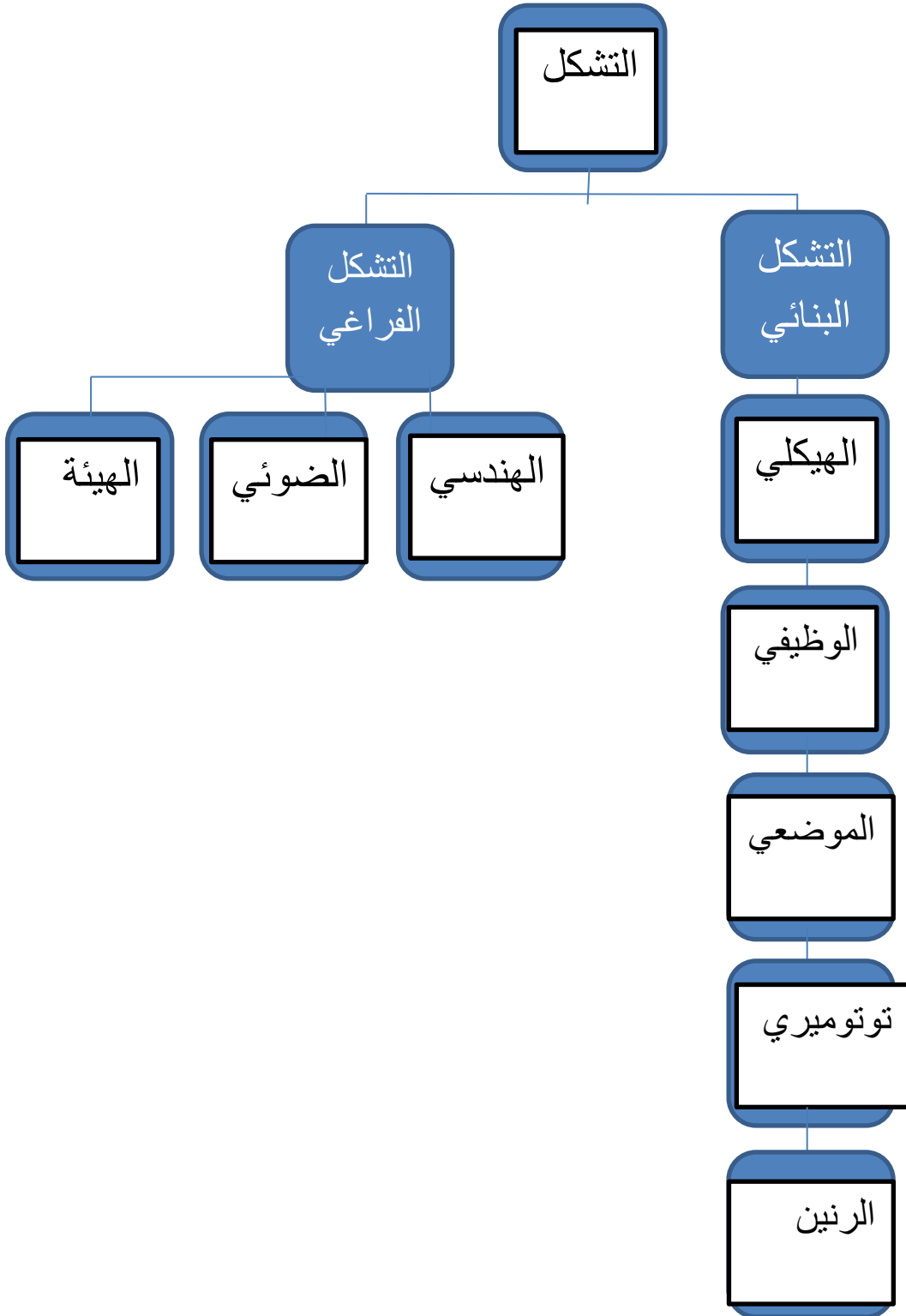
- مثال :- السيكلوهكسان  $\text{C}_6\text{H}_{12}$

يمكن ان يتواجد في اربع اشكال اشهرهما شكل القارب (1) ، شكل الكرسي (٢)





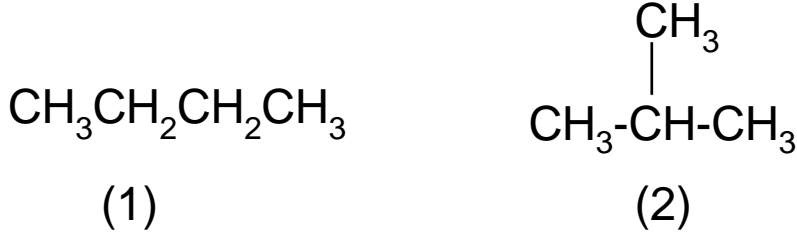
لذلك يقسم التشكل الى هذان النوعان في المركبات العضوية



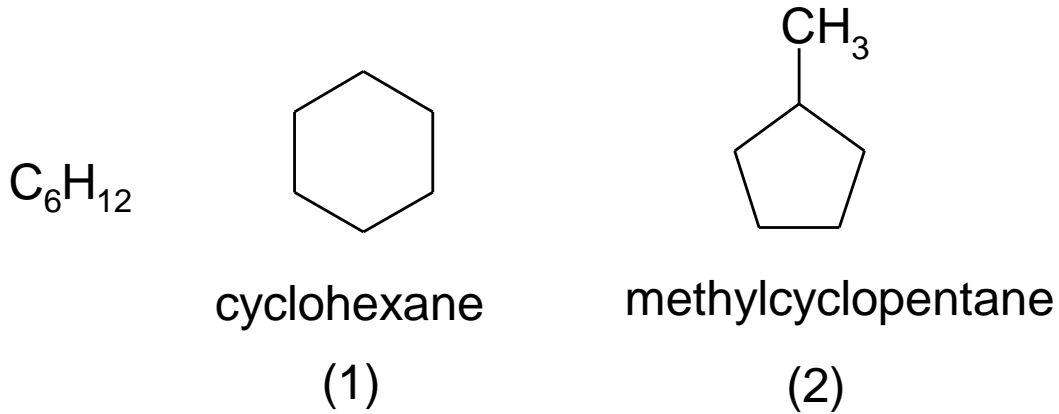
التشكل الهيكلي :- يقصد به أن المركبات لها نفس الصيغة الجزيئية ونفس المجموعات

الوظيفية ولكنها لها تختلف في ترتيب الهيكل الكربوني.

في هذا المثال المركبان (١) ، (٢) لهما نفس الصيغة الجزيئية  $C_4H_{10}$  ولكن مختلفان في ترتيب الهيكل الكربوني حيث ان المركب (١) هو للبيوتان العادي اما المركب (٢) فهو الايزوبيوتان.



كذلك في المركبات الحلقية المركبان (١) ، (٢) لهما نفس الصيغة الجزيئية  $C_6H_{12}$  ولكن مختلفان في ترتيب الهيكل الكربوني حيث ان المركب (١) الهكسان الحلقي والمركب (٢) ميثل الهكسان الحلقي .

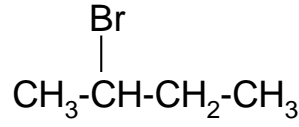


نلاحظ أنه في الالكانات يزداد عدد المتشكلات الهيكلية كلما زاد عدد ذرات الكربون في الجزيء.

ثانياً- التشكل الموضعي:-

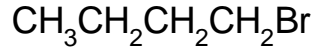
يقصد به أن المركبات لهن نفس الصيغة الجزيئية ونفس المجموعة الوظيفية ونفس الهيكل الكربوني ولكنها تختلف في موضع المجموعة الوظيفية في الهيكل الكربوني.

مثال (١) :- الصيغة الجزيئية  $C_2H_5Br$  هي الصيغة الجزيئية للمركبين (١) ، (٢)



2-bromobutane

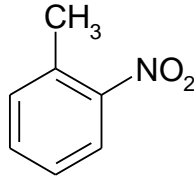
(1)



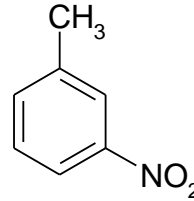
1-bromobutane

(2)

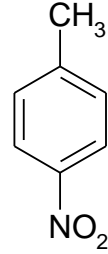
مثال (٢):- الصيغة الجزيئية  $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2$  هي صيغة لثلاث مركبات



*o*-nitrotoluene



*m*-nitrotoluene



*p*-nitrotoluene

ثالثا:-التشكل البنائي الوظيفي:-

يقصد به أن هناك مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في نوع المجموعة الوظيفية.

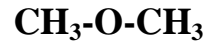
مثال

الصيغة الجزيئية  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  تمثل مركبين (١)، (٢)



(2)

إيثانول



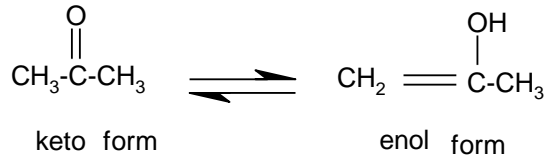
(1)

ثنائي ميثيل إيثير

رابعاً:- التشكل البنائي التوتوميري:-

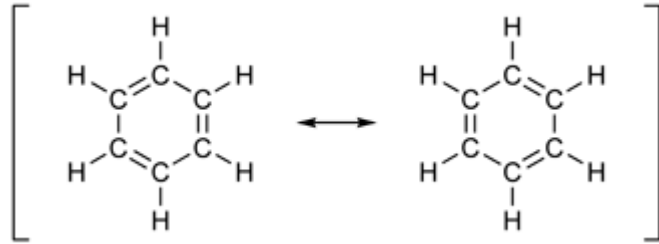
يقصد به أن هناك مركبات لها نفس الصيغة الجزيئية ولكن توجد في حالتين متوازنتين معا هما الكيتو (CO) والينول (OH) ولكي تحدث هذه الظاهرة (كيتو / اينول) لابد من احتواء هذه المركبات على مجموعة ميثيلين (CH<sub>2</sub>) تجاور مباشرة مجموعة كربونيل.

مثال :-



خامساً:- التشكل البنائي الرنيني:-

يقصد به وجود المركب في أكثر من صورة رنينية نتيجة لتغير موقع الربطة π.



التشكل الهندسي(في المركبات الغير مشبعة )

يحدث هذا النوع من التشكل في المركبات التي تحتوى على ذرتى كربون يربط بينهما رابطة

مزدوجة وهاتين الذرتين يحمل كل منهما مجموعتين مختلفتين كما في مركبات الالكين

الألكين في الكيمياء العضوية هو هيدروكربون غير متشبع يحتوى على الأقل رابطة واحدة

ثنائية بين ذرتي كربون. [1][2][3] تكون الألكينات البسيطة التي تحتوى على رابطة واحدة

مزدوجة سلسلة متجانسة، والألكينات لها الصيغة العامة  $C_nH_{2n}$ .

الهندسة الجزيئية للرابطة المزدوجة بين ذرتى كربون

مثل الرابطة التساهمية الأحادية، فإنه يمكن وصف الرابطة المزدوجة بكيفية التداخل الحادث

بين المدارات الذرية، فيما عدا أنه بعكس الرابطة الأحادية (والتي تتكون من رابطة

سيجما واحدة)، فإن الرابطة المزدوجة بين الكربون تتكون من رابطة سيجما ورابطة باي.

تستعمل كل ذرة كربون في الرابطة المزدوجة مداراتها  $sp^2$  المهجنة لتكون رابطة سيجما

لثلاث ذرات أخرى. بينما المدارات الذرية  $2p$  غير المهجنة، والتي تقع عموديا على مستوى

المتكون من محاور مدارات  $sp^2$  المهجنة، لتكوين رابطة باي.

ونظرا لأنه يتطلب كمية كبيرة من الطاقة لكسر الرابطة باي (٢٦٤ كيلو جول لكل مول في

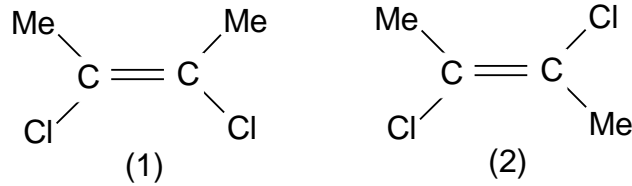
الإثيلين)، فإن الدوران حول الرابطة كربون-كربون المزدوجة صعب للغاية ومقيد بشدة.

ونتيجة عدم قدرة المركب علي الدوران حول الرابطة الثنائية يظهر التشكل الهندسي وهو

محور الدراسة .

مثال (١) :- احد مشتقات الالكين مرتبطة بمجموعتين مختلفتين ويظهر بها التشكل الهندسي

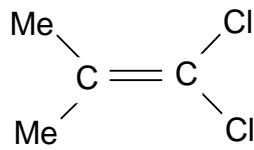
الصيغة الجزيئية مشتركة في المركبين ولكن الاختلاف في توزيع الذرات في الفراغ



يسمى المركب (١) بشكل سيس (cis) حيث ان المجموعات المتشابهة مثل Me او Cl في اتجاة واحد بينما المركب (٢) يسمى بشكل ترانس (trans) حيث نفس هذه المجموعات في اتجاهين مختلفين .

مثال ( ٢ ) :-

المركبات الاتيه لا يتوافر فيها هذا النوع من التشكل حيث ان ذرة الكربون الواحدة مرتبطة بنفس الذرة او المجموعة

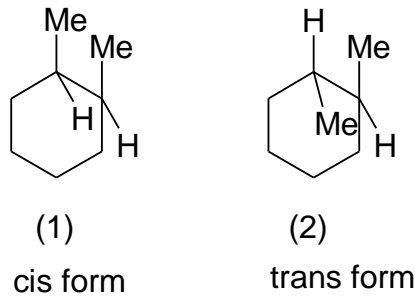


مثال (٣)

المركبات التالية تحتوي علي تشكل هندسي نتيجة وجود مجموعة واحدة متشابهة في كلا من ذرتين الكربون ، فالاول يسمى trans بينما الثاني يسمى cis .

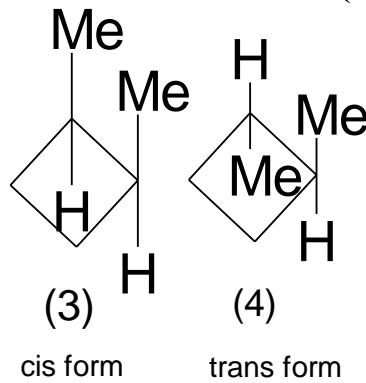


كذلك يحدث هذا التشكل الهندسي في المركبات الحلقية كما في المثال التالي



يسمى المركب (١) بشكل سيس حيث أن مجموعتي الميثيل في نفس الاتجاه ويسمى شكل (٢) ترانس حيث أن مجموعتي الميثيل في اتجاهين مختلفين.

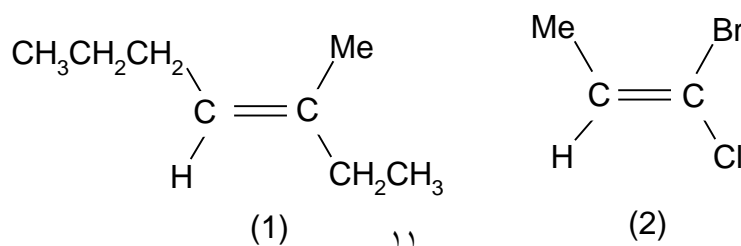
وكذلك في المثال (٣) و (٤)



### تصنيف التشكيلات الهندسية (E-Z)

يوجد مركبات يصعب فيها تحديد cis أو trans حيث أن ذرة الكربون مرتبطة بأربع

مجموعات مختلفة كالتالي

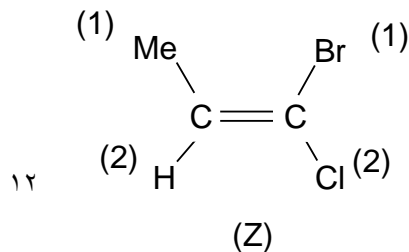
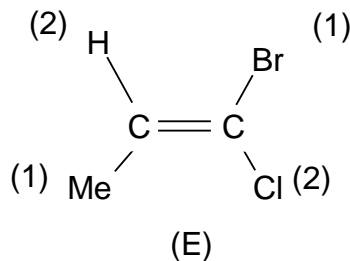


• لذلك تسمى بطريق (E-Z)

وهنا ننظر الى احدي ذرات الكربون وننظر الي الذرة المتصلة بها فان الذرة ذات الوزن الذري الاعلى المتصلة بذرة الكربون على احدي جانبي الرابطة المزدوجة ونعطيها رقم (1) وننظر الى الذرة ذات الوزن الذري الاقل ونعطيها رقم (2) ثم نطبق نفس الطريقة علي ذرة الكربون المجاورة وعلي المجموعات المتصلة بها فاذا كانت المجموعة (1) الاولى في اتجاه المجموعة (1) الثانية فان المركب يسمى (Z) واذا كانت في اتجاهين مختلفين فان المركب يسمى (E).

ببساطة، يتم تطبيق هذه القاعدة (قاعدة أولويات كان-إنغولد-بريلوغ لمعرفة اتجاه الجزيء في المركبات العضوية) لأي ذرة مرتبطة لمركز فراغي أو أي نظام به نظام يشبه الألكين (في وجود رابطة مزدوجة)، وتحدد الأولوية طبقا للوزن الذري للذرات المرتبطة بالمركز الفراغي، فكلما زاد الوزن الذري، زادت الأولوية.

وفي حالة أن أكبر ذرتين مرتبطتين بالمركز الفراغي لهما نفس العدد الذري، يتم عندها مقارنة الوزن الذري للذرات الأخرى المرتبطة بالمركز الفراغي. وفي حالة تساويها أيضا يتم ملاحظة الوزن الذري للذرات المرتبطة بأول ذرة في الترتيب لكلا المجموعتين وهكذا. على أن الروابط الثنائية والثلاثية تقيم على أن الذرة مرتبطة لاثنين أو ثلاثة من الذرات المرتبطة بالرابطة الثنائية أو الثلاثية. أمثلة:



مثال



Decreasing priority



Atoms: I, Br, Cl, S, P, F, O, N, C, H, lone-pair electrons.

Groups: -OCOR, -OR, OH.

-NO<sub>2</sub>, -NR<sub>2</sub>, -NHCOR, -NHR, -NH<sub>2</sub>.

-COCl, -COOR, -COOH, -CONH<sub>2</sub>, -COR, -CHO.

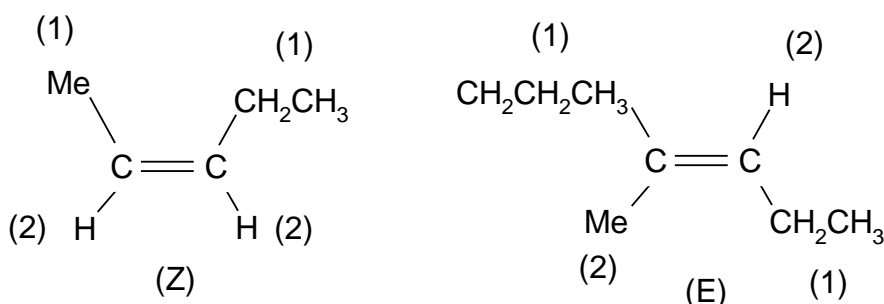
-C(R)<sub>2</sub>OH, -CH(R)OH, -CH<sub>2</sub>OH.

-CN, -C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, -C≡CR, -C≡CH, -C=CH<sub>2</sub>, -CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

-C(R)<sub>3</sub>, -CH(R)<sub>2</sub>, -CH<sub>2</sub>R, -CH<sub>3</sub>.

الوزن الذري الاعلى هو صاحب الافضية

مثال اخر :



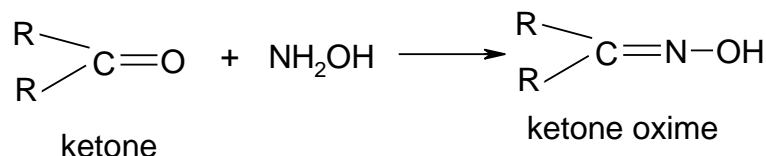
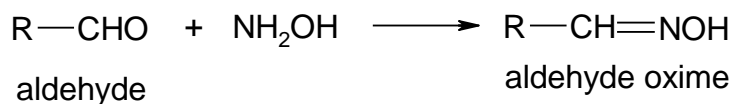
التشكل الهندسي في الاكزيمات

الأكزيمات : هي مركبات كيميائية تنتمي الي مجموعة ايمين ( imine ) والصيغة العامة لها

هي  $RR'C=NOH$  حيث  $R'$  هي هيدروجين في حالة الدواكزيم .... ومجموعة الكيل في

حالة كيتواكزيم .... وهي تنتج من تفاعل الالدهيدات أو الكيتونات مع هيدروكسيل أمين

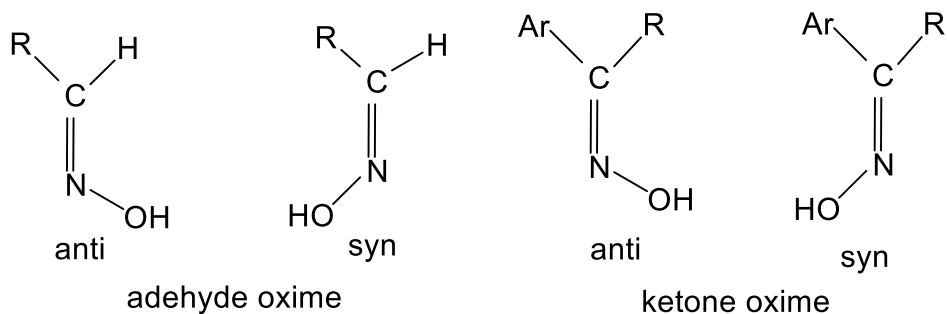
هيدروكلوريد  $(NH_2OH \cdot HCl)$ .



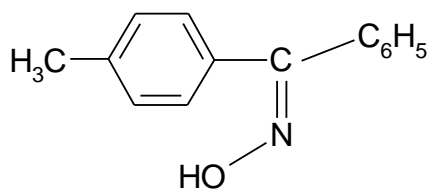
تسمية اكزيم الالدهيد واكزيم الكيتون:-

بالنسبة للاكزيم اذا وجدت ال (OH) في نفس اتجاه المجموعة الكبيرة فان المركب يسمى

(سن) أما اذا وجدت متعاكستين فان المركب يسمى (أنتي).



مثال :-



يسمى هذا المركب سن- باراطولويل - فينيل - كيتو اكزيم

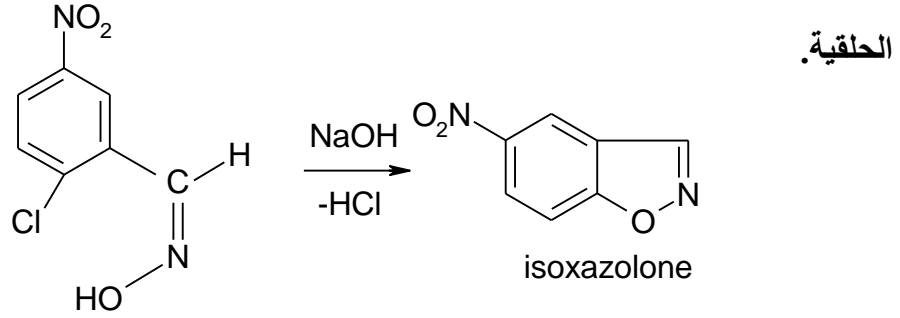
أو أنتي - فينيل - باراطولويل - كيتو اكزيم

ويلاحظ ان (سن) اكزيم الدهيد و اكزيم الكيتون أنشط من (anti) لهذه المركبات.

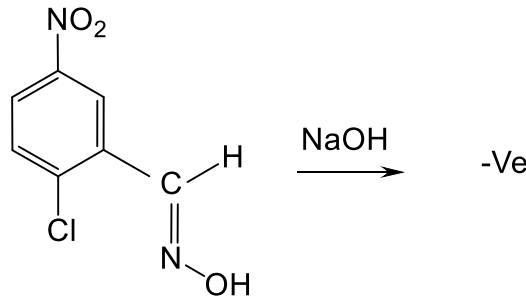
ويستدل على ذلك من التفاعلات الآتية:-

حيث أن ذرة الكلور قريبة من ال (OH) سن فهو نشيط ولكنها بعيدة في حالة (انتى) فلا يحدث

مثل هذا التفاعل تحت هذه الظروف لذلك فإن الاكزيمات (سن) هي التي تعطى المركبات



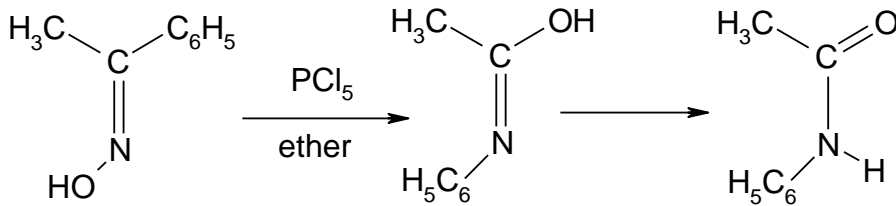
في حين ان نفس المركب في صورة (انتى) لا يعطى نفس التفاعل



اعادة ترتيب بكمات في الكيتونات:-

حيث انه اذا عولج اكزيم الكيتونات بخامس كلوريد الفسفور في الايثير فان الاكزيم يتحول الى

شكل آخر او يعانى من تغير في ترتيب الذرات ويتحول الاكزيم الى الاميد المقابل .

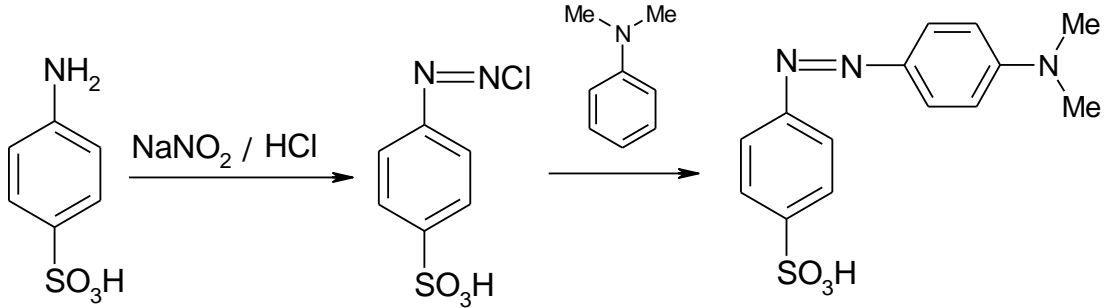


التمائل (التشكل) الهندسى في مركبات الازو (N=N)

مركبات الازو هي صبغات عضوية تحضر من تفاعل الامين الاروماتي مع حمض

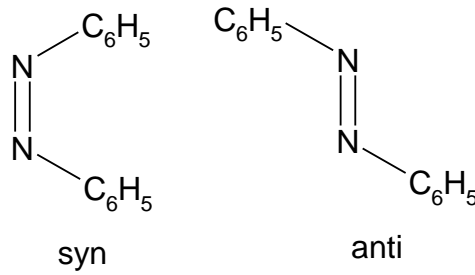
الهيدروكلوريد وملح نيتريت الصوديوم ثم دمجها مع الفينول او اي مركب يحتوي علي

مجموعة مثيلين نشطة ومن امثلتها صبغة الميثيل البرتقالي المستخدمة للتعرف علي نوع الوسط هل هو حامضي او قاعدي او متعادل .



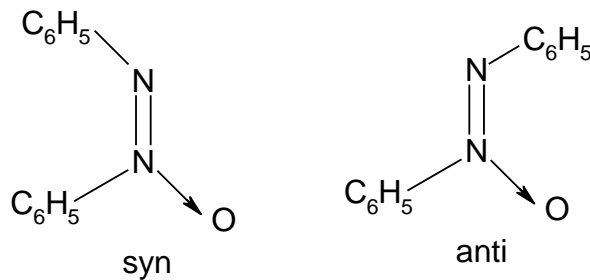
مثال (١):

أزو بنزول يوجد في صورتين (سن) و(أنتى)



مثال (٢):

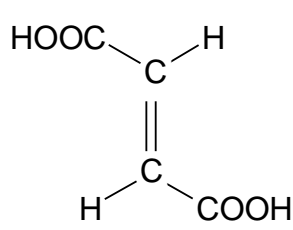
أزوكسى بنزول فيوجد أيضا في صورتين (سن) و(أنتى)



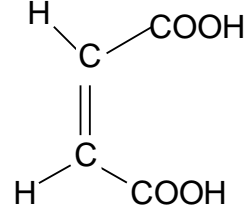
### التمائل (التشكل) الهندسى فى الاحماض الكربوكسيلية

يوجد بعض المركبات التى لها نفس الصيغة الجزيئية و تتواجد فى حالة تماثل ايزوميرى هندسى من بين هذه المركبات حمض المالبيك وحمض الفيوماريك وصيغتهما الجزيئية هى

$C_4H_4O_4$  و يوجد أحدهما في الشكل سيس ويسمى حمض المالبيك والاخر في الشكل ترانس ويسمى حمض الفيوماريك.



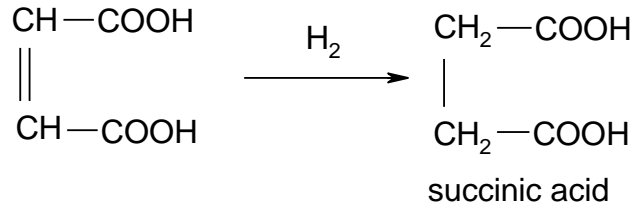
fumaric acid



maleic acid

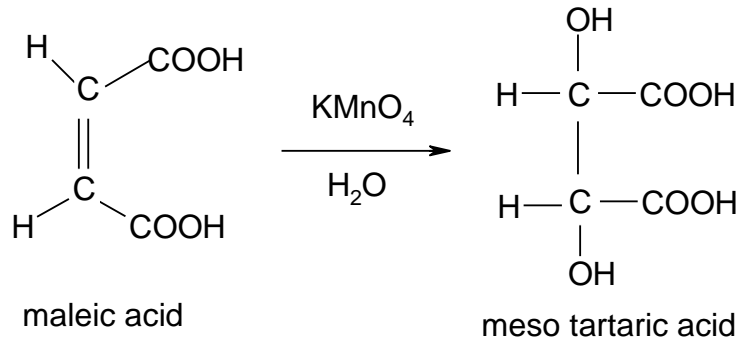
وبالتجربة نجد أن لهما الخصائص الآتية

١- بالاختزال نحصل على حمض السكسينك.



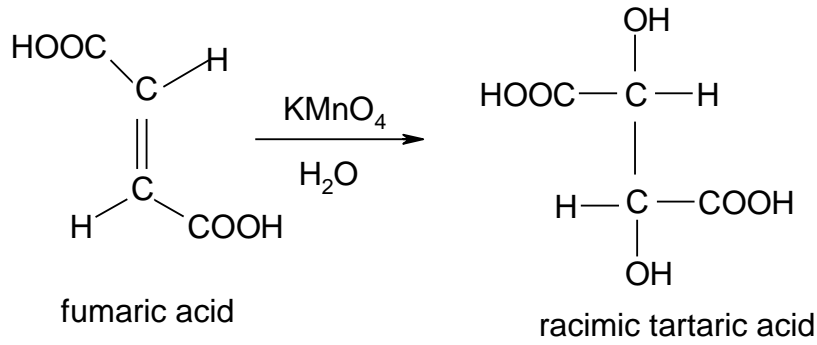
٢- بالأكسدة بيرمنجنات البوتاسيوم المخففة نحصل على حمض ميزو طرطريك (وهو

حمض ليس له نشاط ضوئي) وحمض راسيمي طرطريك (وهو حمض نشط ضوئيا).



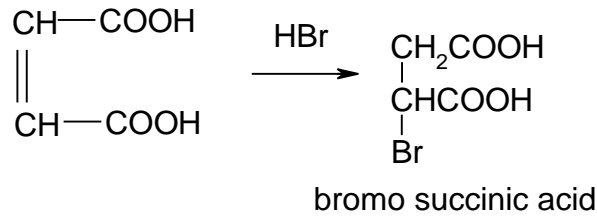
وسبب عدم النشاط الضوئي هو امكانية مرور مستوي (خط) يقسم المركب الي نصفين

متشابهين .

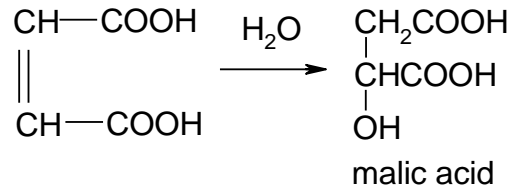


اما هذا المركب فهو نشط ضوئيا ( قدرة المركب علي تدوير الضوء الساقط عليه تجاه اليمين او اليسار ) لانه عند مرور مستوي فان المركب يقسم الي نصفين غير متشابهين .

٣- بالتفاعل مع HBr يعطيان نفس المركب الهالوجيني وهو برومو حمض السكسينيك



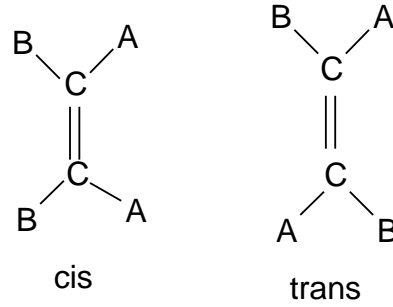
٤- بالتفاعل مع الماء نحصل على مركب واحد وهو حمض المالك.



تسمية المركبات ذات الروابط الثنائية في التماثل الايزوميري الهندسي:-

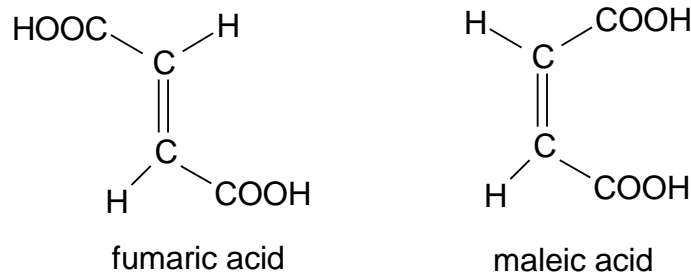
١- التسمية (سيس - ترانس)

وذلك في المركبات التي تحتوى على رابطة مزدوجة تربط بين ذرتى كربون متصلتان بنفس النوع من الذرات وفى اتجاه واحد فان المركب يسمى (سيس) اما اذا اتصلت ذرتى الكربون على جانبي الرابطة المزدوجة بنفس النوع من الذرات ولكن فى اتجاهين متضادين سمي المركب (ترانس).

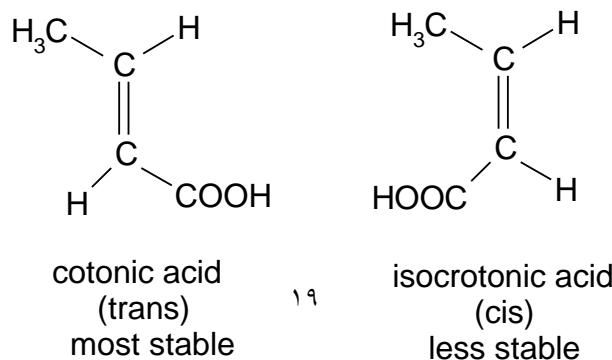


## ٢- الاحماض الكربوكسيلية المحتوية على رابطة مزدوجة:-

اذا عرف شكل الاحماض المتشابهة فى الصيغة الجزيئية ولكن مختلفة فى الشكل الهندسى فمن الممكن تمييزها باسمااء خاصة بكل شكل هندسى ( أى بدون وضع أى مقطع أمام اسم الحمض) فمثلا:- حمض المالبيك والفيوماريك.

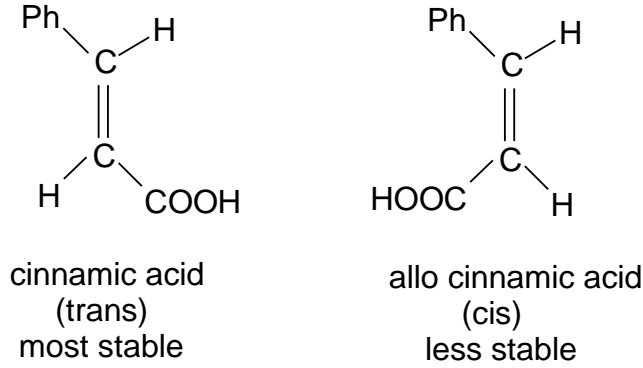


ب- اذا وضع المقطع (أيزو) امام اسم الحمض الالفاتى ميزه من حيث الثبات حيث أن المقطع (أيزو) يدل على الصورة الاقل ثباتا.



ج - اذا وضع المقطع (اللو) امام اسم الحمض فى الاحماض الاروماتية ميزه من حيث

الثبات ودل على الصورة الاقل ثباتا



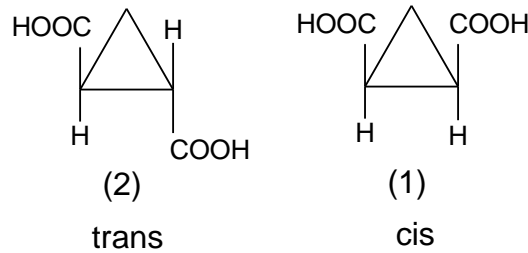
### التمائل الازوميرى الهندسى للمركبات الحلقية

المركبات الحلقية والتي تبدأ بالسيكلو بروبان (البروبان الحلقى) توجد فى حالة تماثل هندسى ومن الممكن أن تكون هذه الصور الهندسية فى هذه المركبات لها أيضا نشاط ضوئى.

### مثال (١)

أبسط المركبات الحلقية السيكلوبروبان ناخذ منه مشتق مثل حمض ١, ٢- سيكلوبروبان (المركبات ١, ٢)

يوجد فى شكلين احدهما يسمى (سيس) والاخر (ترانس).

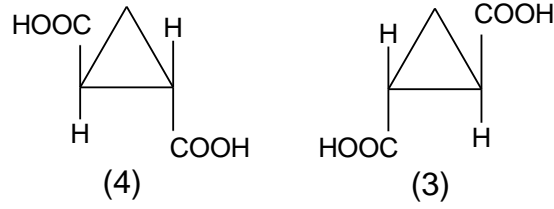


(سيس) (يسمى أيضا ميزو) وهو غير نشيط ضوئيا.



(ترانس) نشيط ضوئياً ويوجد منه صورتين (٣ ، ٤) حيث تديران الضوء يساراً (L)

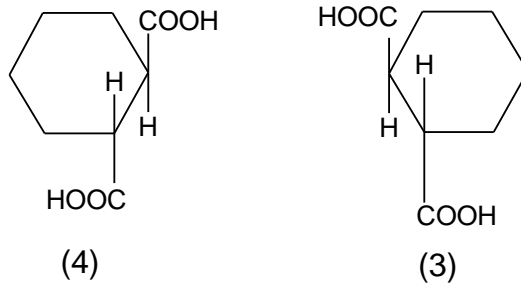
ويميناً (D)



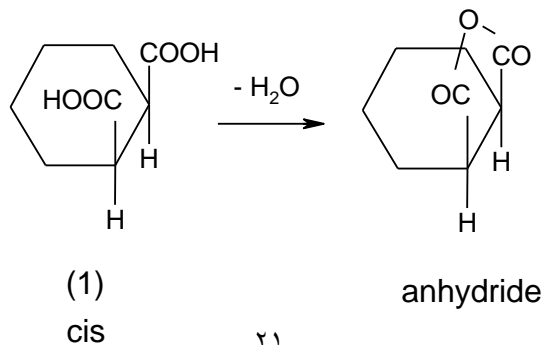
مثال (٢)

السيكلوهكسان اذا دخلت عليه مجموعتي كربوكسيل ليصبح حمض ثنائي الكربوكسيل فاننا نحصل على الاتي:-

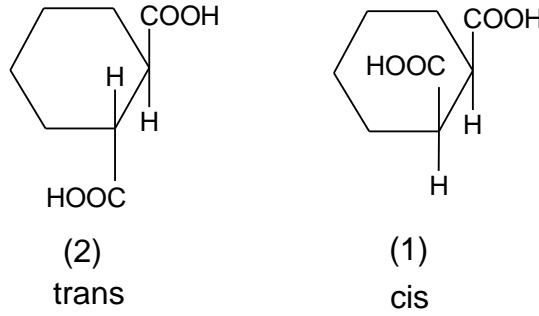
(أ) - مجموعتي الكربوكسيل على ذرتين متجاورتين في هذه الحالة نحصل على الشكلين (١ ، ٢) ويسميان ١,٢- سداسي هيدروحمض فيثاليك (سيس و ترانس) .



المركب (١) يسمى (سيس) وهو ليس له نشاط ضوئي ويعطى الانهيدريد بسهولة.



المركب (٢) يسمى ترانس وهو نشيط ضوئيا ويوجد منه صورتين (D, L).

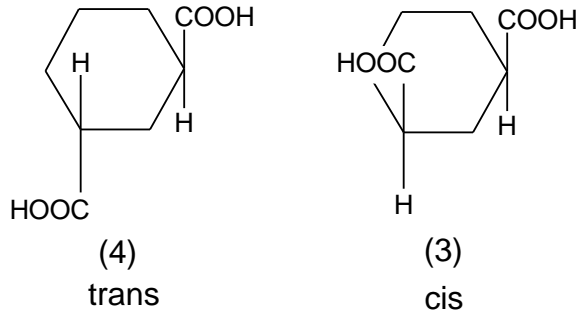


(ب) - مجموعتي الكربوكسيل على ذرتي الكربون (١ ، ٣).

يسمى المركب سداسي هيدروحمض ايزو فيثاليك ويوجد منه صورتين (٣ ، ٤).

المركب (٣) يسمى (سيس) و ليس نشاط ضوئى ، المركب (٤) يسمى (ترانس) وهو نشيط

ضوئيا. المركب (٣) يعطى أنهيدريد بسرعة على عكس (٤) الذى يعطى بصعوبة.

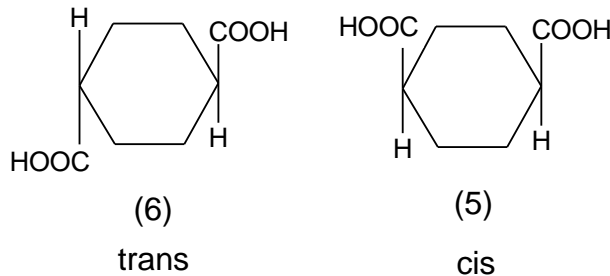


(ج) - مجموعتي الكربوكسيل على ذرتي الكربون (١ ، ٤).

ويسمى المركب سداسي هيدروحمض تير فيثاليك ويوجد منه صورتين (٥ ، ٦).

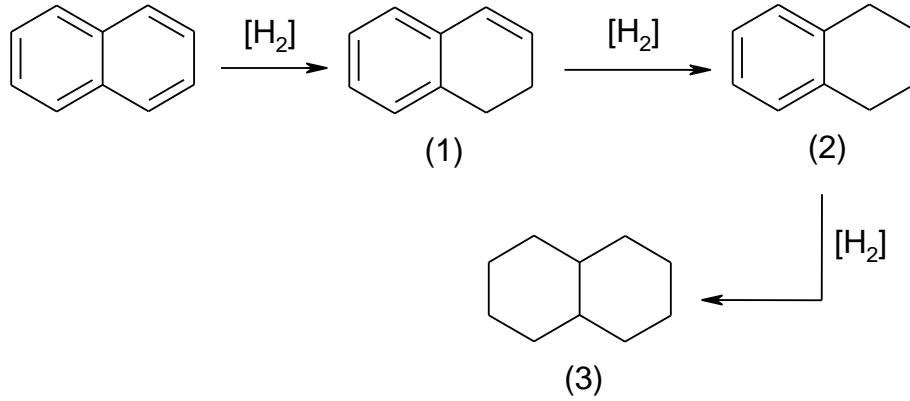
المركب (٥) يسمى (سيس) و ليس نشاط ضوئى ، المركب (٦) يسمى (ترانس) وهو أيضا

ليس نشيط ضوئيا. المركب (٥) يعطى أنهيدريد بسرعة ولكن (٦) لا يعطى أنهيدريد مطلقا.



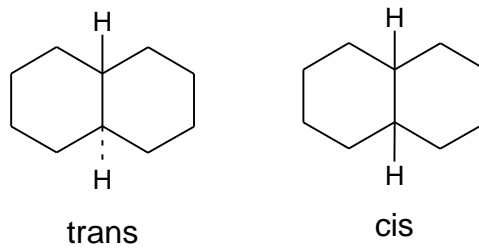
التمائل الازوميرى الهندسى للمركبات المحتوية على حلقتين

مثال:- النفثالين (حيث أنه يتحول الى مركبات مختلفة اذا تفاعل مع الهيدروجين)



المركب (٣) يسمى ديكالين وهو له نشاط هندسي حيث أنه يوجد في صورتين (سيس) و(ترانس).

نلاحظ أن الهيدروجين في كلا المركبين هو المسئول عن ظهور هذا النشاط الهندسي.

طرق تعيين التركيب الفراغى للمتماثلات لايزوميرى الهندسية

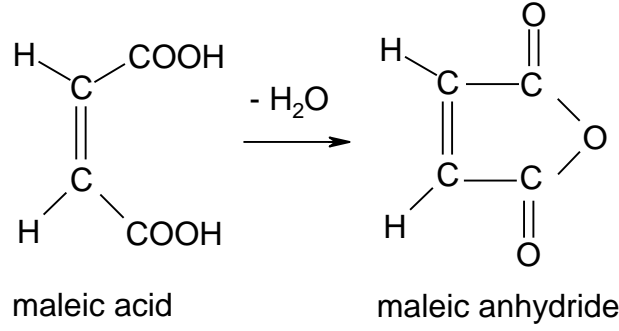
هناك طرق عديدة اتبعت لمعرفة التركيب الفراغى للمركبات ومن بين هذه الطرق ما يلى:-

١- طريقة تحويل المادة الى مركب حلقي مثل حمض المالبيك وحمض الفيوماريك.

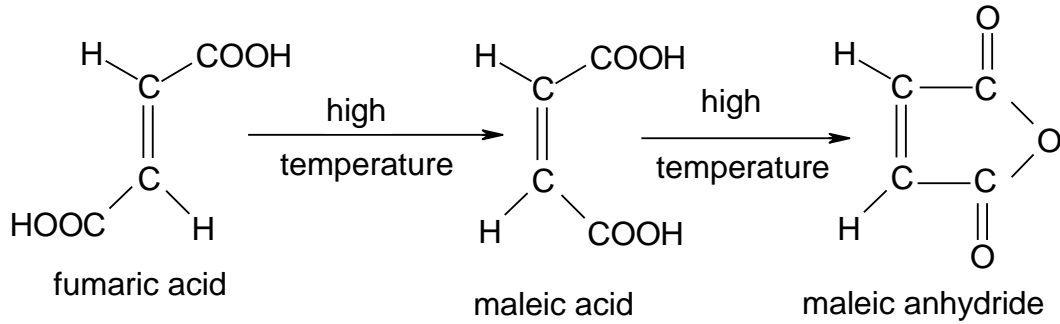
بالحرارة يتحول الاول الى الانهيدريد بسهولة عند درجة حرارة ١٤٠ درجة مئوية وهي درجة

انصهار حمض المالبيك وهذا يدل على قرب مجموعتى الكربوكسيل.

اما الثانى فلا يتحول بسهولة الى الانهيدريد نظرا لبعد مجموعتى الكربوكسيل عن بعضهما

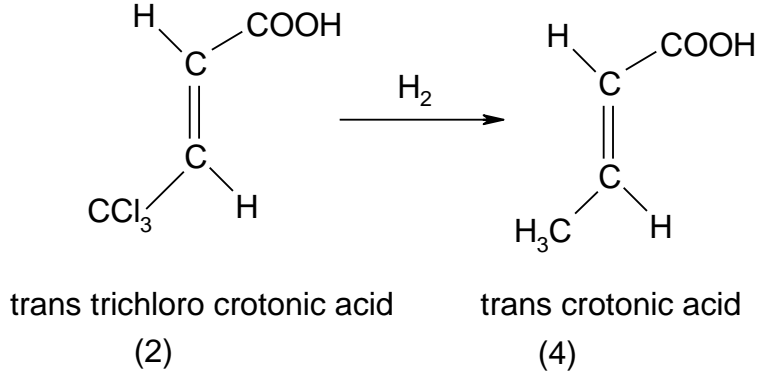
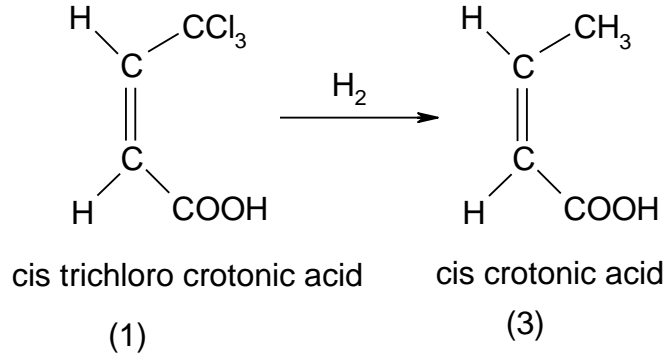


ومع ذلك إذا تعرض هذا حمض الفيوماريك للحرارة الشديدة عند درجة ٢٧٦ درجة مئوية وهي دجة انصهاره فإنه يتحول إلى حمض المالك ثم إلى الانهيدريد.



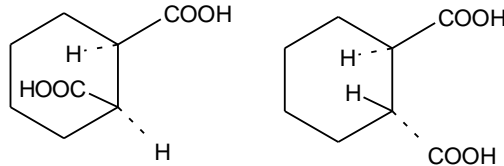
## ٢- تحويل المادة إلى مركب ذو تركيب فراغي معلوم.

المادة (٣) ، (٤) اثبت أنهما بهذا الشكل (مواد معروفة الشكل الفراغي) حيث أن أحدهما يسمى سيس حمض الكروتونيك والآخر يسمى ترانس حمض كروتونيك. وقد تم الحصول عليهما باختزال سيس وترانس ثلاثي كلورو حمض كروتونيك (١) ، (٢) وهي مواد غير معروفة الشكل الفراغي باستخدام مملغم الصوديوم والماء.



٣- الاسترشاد ببعض الخواص الفيزيائية مثل:-

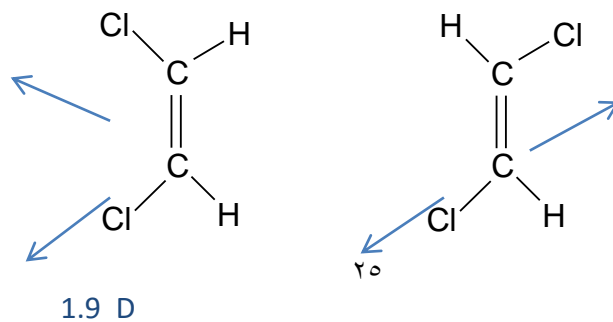
١ - النشاط الضوئي : المركبات المتماثلة هندسيا (ذات الشكل سيس ) تكون غير نشيطة ضوئيا اما ذات الشكل ترانس فتكون نشيطة ضوئيا لانها غير متماثلة (غير متطابقة).



ترانس سداسي هيدرو حمض  
فيثاليك (نشط)

سيس سداسي هيدرو حمض فيثاليك (غير نشط)

ب - المحصلة القطبية : تكون في حالة الشكل (سيس) أكبر وبالتالي فهي صفر في حالة



الشكل (ترانس).

ج- درجة الانصهار وشدة الامتصاص للمركبات التي لها الصورة (سيس) تكون أقل من تلك التي لها الصورة (ترانس).

د - درجة الغليان و الذوبان و الكثافة وثابت التفكك ( في حالة الاحماض) للمركبات التي لها الصورة (سيس) تكون أكبر من تلك التي لها الصورة (ترانس).

### تحويل المتماثلات الايزوميرية الهندسية بعضها الى البعض الاخر

المركبات (سيس) تكون غير مستقرة على العكس من المركبات (ترانس).

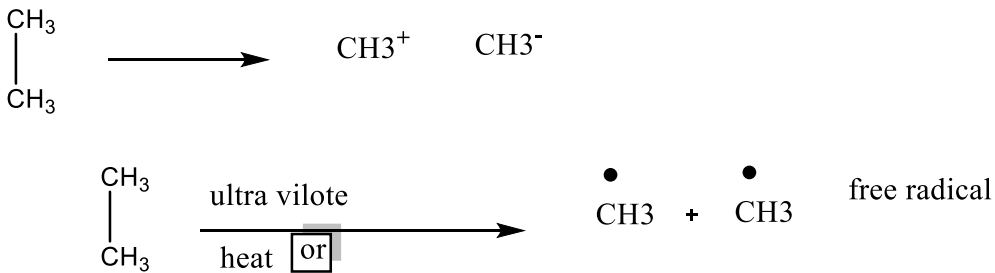
تحول المركبات (سيس) الى (ترانس) يكون سهلا تحت الظروف المناسبة مثل تعرض المركبات (سيس) للهالوجينات أو حمض النيتروزو (HNO<sub>2</sub>) أو بالتسخين.

أما تحول المركبات (ترانس) الى (سيس) يكون صعبا.

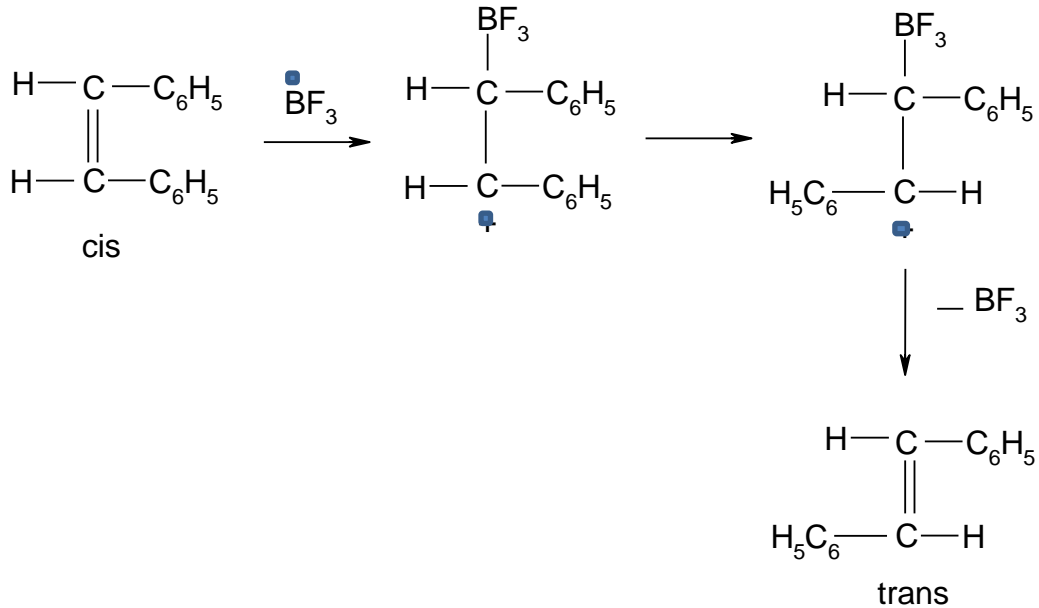
### نظرية الشقوق الحرة

وضعت لتفسير تحول المركبات (سيس) الى (ترانس) وهي تذكر أن المركب (سيس) يتحول الى (ترانس) عن طريق تكوين شقوق حرة باستخدام عوامل مساعدة مثل BF<sub>3</sub> ( ثالث فلوريد البورون).

### خطوة تكوين الشق الحر



بداية التفاعل



التمائل الايزوميري الضوئي

هذا النوع من التماثل يظهر في المركبات التي يوجد فيها عدم تناسق في الجزيء

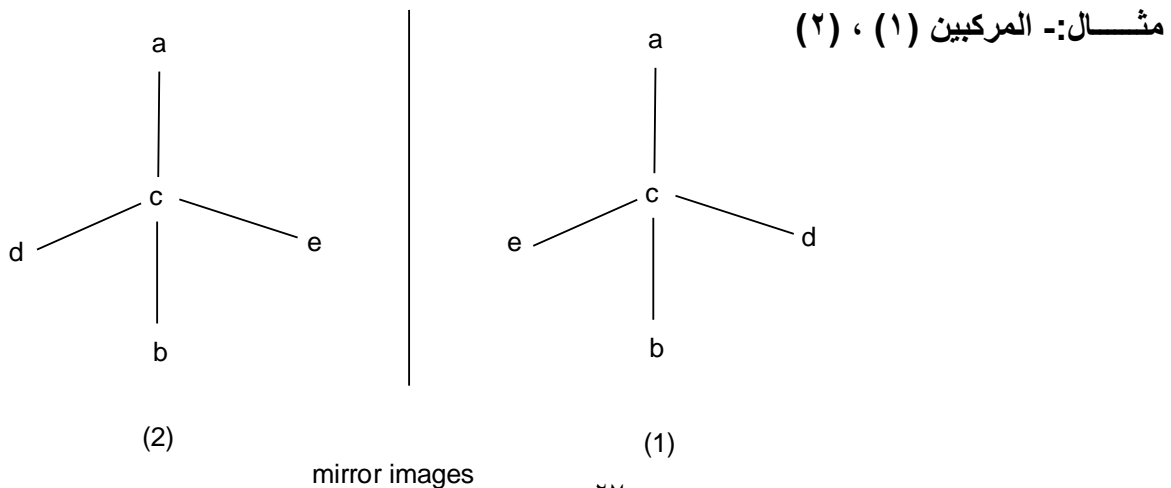
ويوجد على هيئة زوج من المتماثلات الضوئية وكلها لها نفس البناء ولكن تختلف من حيث

التركيب الفراغي واذا تشابهت هذه المركبات من حيث الخواص الفيزيائية والكيميائية الا انها

تختلف من حيث تأثيرها على مستوى الضوء المستقطب وعموما اذا احتوى المركب على ذرة

كربون غير متناسقة (ذرة كيرالية) فانه يعطى مركبين احدهما هو صورة المرآة للاخر ويدير

كل منهما الضوء المستقطب في اتجاه مضاد للاخر يمينا او يسارا.

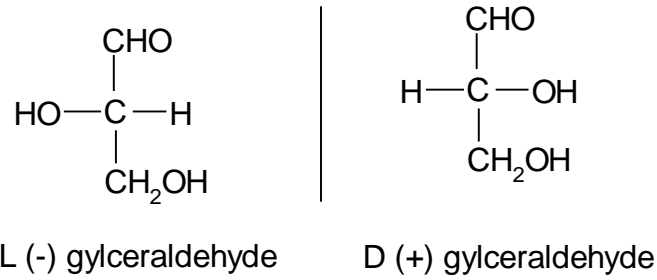


التسمية :-

يوضع الحرف (D) أو (+) أمام المركبات التي تدير الضوء يمينا او (L) أو (-) أمام اسم

المركبات التي تدير الضوء يسارا أو D مع + او L مع -

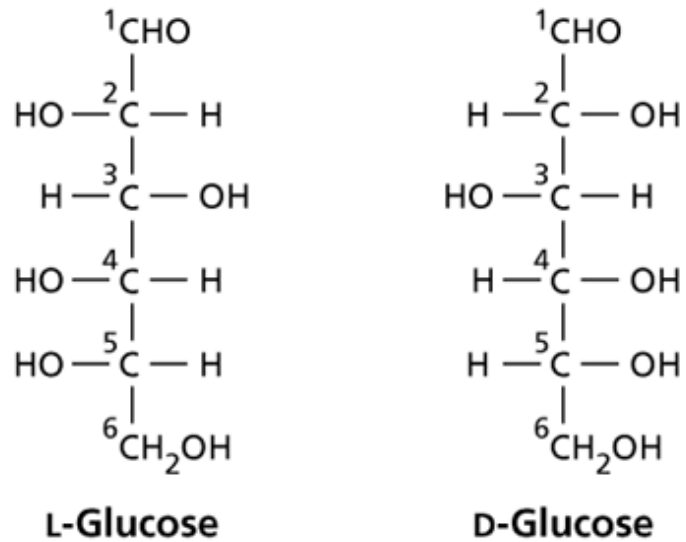
مثال :- D, L جلسرالدهيد



المركبات التي يزيد عدد ذرات الكربون فيها عن واحدة غير متماثلة (كيرالية) ينظر فيها فقط

الى اخر ذرة كربون من اسفل ونقارنها بالجلسرالدهيد.

مثال :- الجلوكوز





ذرات الكربون الكيرالية هي (C2-C3-C4-C5) لأنها تتصل بذرات او مجموعات غير متشابهة اما C1-C6 فهي غير كيرالية لأنها تتصل بذرات متشابهة .

اما بالنسبة الي التسمية فينظر الي اخر ذرة كربون كيرالية وهي C5 اذا كانت OH تجاة اليمين يصبح الاسم D-glucose اما اذا كان العكس فيسمى L-glycose .

عدد الايزومرات (المتشكلات) الضوئية التي من الممكن ان تكون من هذا الشكل تعرف من هذا القانون  $2^n = 2^4 = 16$  حيث n هي عدد ذرات الكربون الكيرالية .

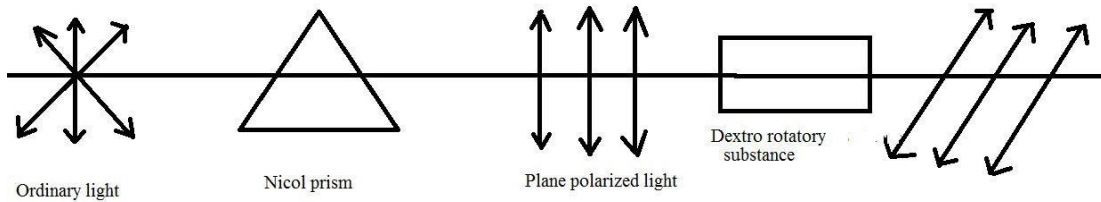
### النشاط الضوئي

النشاط الضوئي هو قدرة المركب علي تدوير الضوء المستقطب الساقط عليه

يطلق مصطلح الضوء المستقطب على تلك الموجات الضوئية التي تخضع لترتيب بسيط ومنظم، أما في حال كانت مُعقّدة وغير منتظمة فتعتبر بمثابة ضوء عادي.

يشار إلى أنه من الممكن خلق ضوء مستقطب من الضوء غير المستقطب بالاعتماد على ما

يُسمى بمرشح الاستقطاب، وهو عبارة عن عدسات خاصة بهذا الأمر



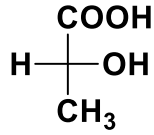
ويسمى الجهاز المستخدم لقياس النشاط الضوئي باسم البوليرميتر (مقياس الاستقطاب) وهو أداة علمية تستخدم لقياس مقدار دوران مستوى الضوء المستقطب عند مروره خلال عينة من المركب الذي به نشاط ضوئي

ويتكون من أنبوبة طويلة من الزجاج المستوي، ويتم وضع محلول من العينة. وفي آخر كل نهاية من الأنبوبة يوجد منشور نيكول. هذه الأنبوبة عبارة عن أسطوانة مجوفة موجودة بين صفيحتين من فلتر مستقطبة إحداها مثبتة والأخرى يمكن التحكم بزواوية دورانها مع جهة دوران عقارب الساعة أو عكسها؛ ويتم معرفة مقدار هذه الزاوية من خلال مقياس درجات زاوي، وخلف الفلتر المثبت يوجد مصدر ضوئي.

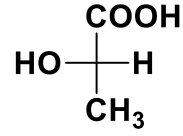
إذا ضبط المستوي المتحرك بشكل يعامد المستوي الثابت فإننا لن نشاهد سوى حقل مظلم أو معتم بشكل كبير، إلا أننا إذا وضعنا مركبات نشطة ضوئياً فإن لها القدرة على تدوير مستوي استقطاب الضوء المستقطب بزواوية يتم تحديدها بتدوير المستوي المتحرك بزواوية محددة تتعلق بالبنية الجزيئية للمركب اليدوي وتركيزه ودرجة الحرارة وطول أسطوانة جهاز الاستقطاب. إلا أن اتجاه الدوران يعتمد فقط على أي من يتم قياسه؛ يميني التدوير (D) أو يساري التدوير (L). مع العلم أن أي مادة قادرة على تدوير مستوي الاستقطاب تدعى مادة فعالة ضوئية.



مثال :-



D- حمض لاكتيك

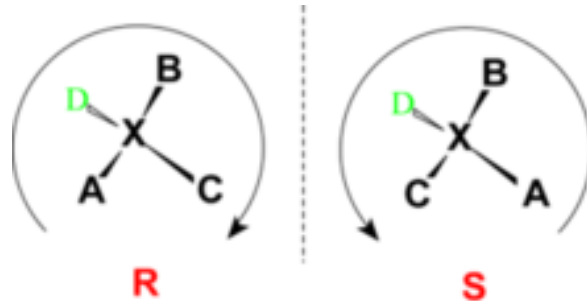


L- حمض لاكتيك

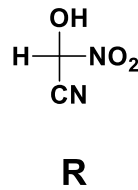
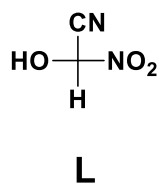
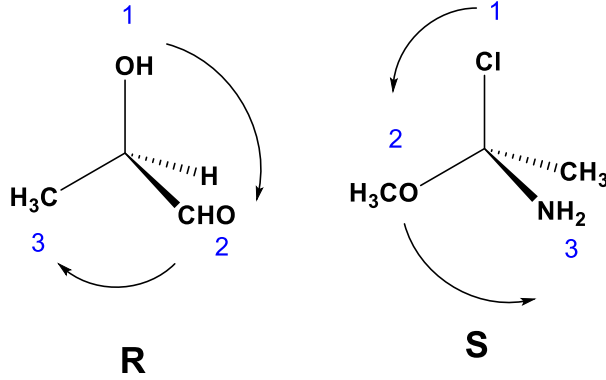
### Rectus (R) and sinister (S) طريقة العالم

- نظام ال R و S هو نظام تسمية مهم لللايزومرات الضوئية. لقواعد العالمان أولوية خان-انجولد-بريلوج اعتمادا على الوزن الذري للذرات . عندما تتصل ذرة الكربون الكيرالية بأربع مجموعات مختلفة، سوف يرى الناظر أحد الخيارين: إذا كانت الأولوية للدوران في اتجاه عقارب الساعة سوف تكون R، وإذا كانت عكس عقارب الساعة فتكون S

- نظام ال R و S ليس له علاقة ثابتة مع نظام ال D و L المعتمد علي موقع مجموعه هيدروكسيل يمين او يسار



امثلة :-

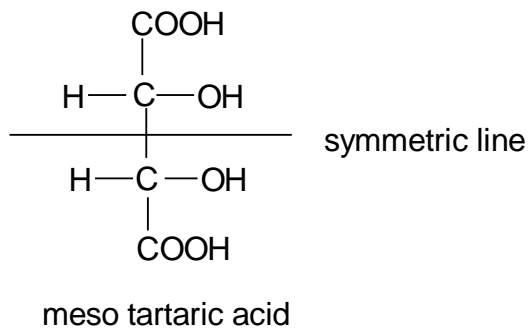


### عناصر التناسق

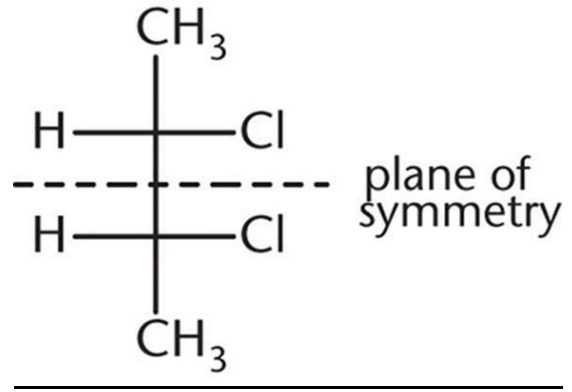
الجزء يصبح متناسقا وغير نشيط ضوئيا اذا وجد به :-

(١) مستوى للتناسق مثال على ذلك حمض ميزو طرطريك.

مثال (١)

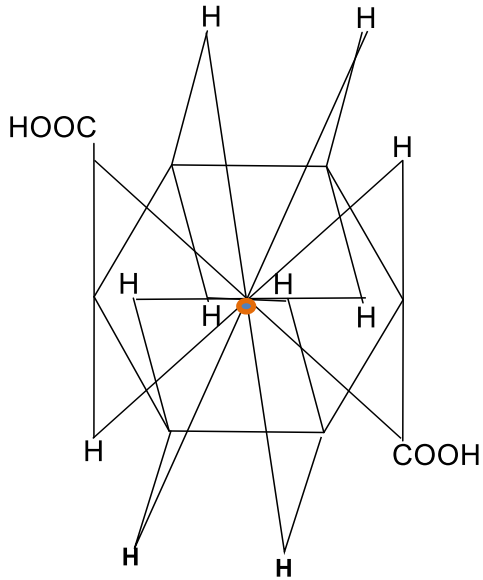


مثال (٢)



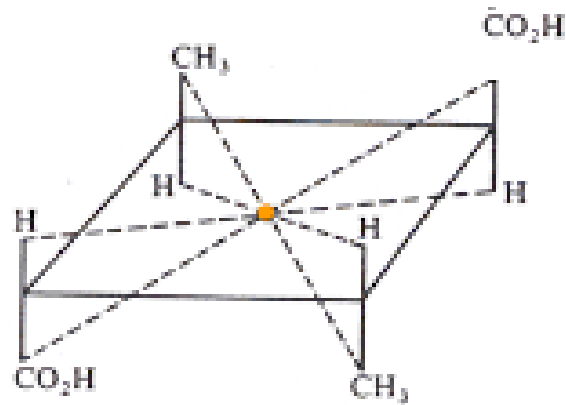
(٢) اذا وجدت نقطة بالمركب تمثل مركز يصل بين المجموعات المتشابهة مثل

ترانس ١,٤ - حمض سداسي هيدروفيثاليك.



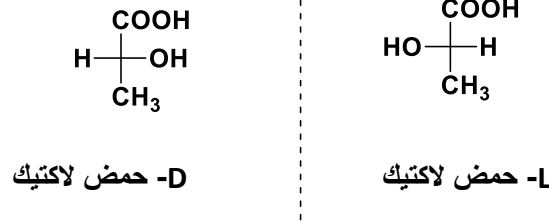
مثال (٢)

**trans-2,4-dimethylcyclobutane-1,3-dicarboxylic acid**



الايپانشومر :-

الايپانشومر :- هو الصورة المرآتية في الكيمياء يقال لإثنين من المصاوغات الفراغية بأنها متخاللة أو "متقابلة ضوئية" كأن كل واحدة منهما صورة مرآة للأخرى. ويعرفا أيضا بالمتخايل الأيمن والأيسر وهما لهما نفس الخواص الكيميائية و الفيزيائية باستثناء تدوير الضوء

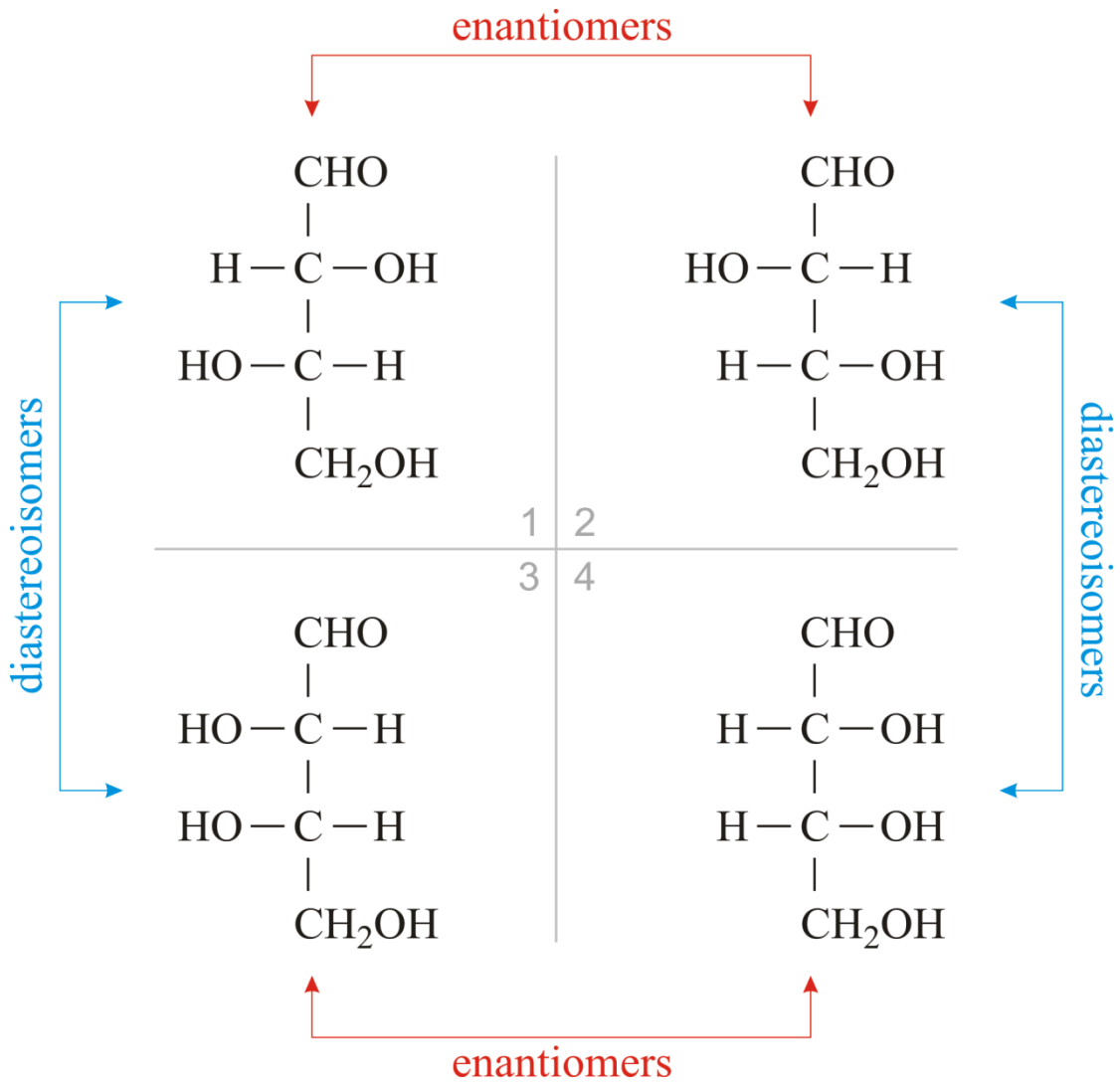


الداياستريوايزومر :-

تعرف بانها ايزمرات غير متطابقة الصورة وليست صورة المرآة لبعضها البعض لكنها متشابهة في معظم الشكل الفراغي ولكن هناك تغير واحد او اكثر عن الشكل الثاني كما انها مختلفة عن بعضها في الخصائص الفيزيائية و الكيميائية كما ان الذرات الكيرالية ليست صورة المرآة لبعضها البعض .

المثال التالي يوضح الفرق بين الايپانشومر كما في الشكل (١) و (٢) وكذلك (٣) و (٤).

والداياستريوايزومر في الشكل (١) و (٣) و كذلك (٢) و (٤) بالنسبة الي بعض .



الايزومرات (الشكلية) الهيئه

conformational isomers

هي ايزومرات فراغية تصف ظاهرة الجزيئات التي لها نفس الصيغه البنائية ولكن لها تشكـل

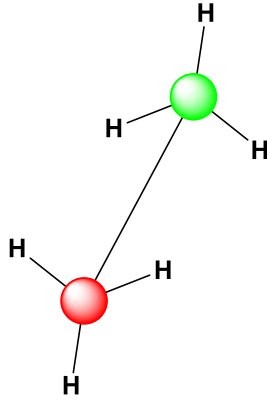
كيميائي مختلف نظرا لدوران الذرات حول الرابطة الاحادية  $\sigma$  سيجمـا. ونتيجة لهذا الدوران

يتواجد المركب في اكثر من شكل ، هذه الاشكال تسمى ايزومرات الهيئه (الشكلية).

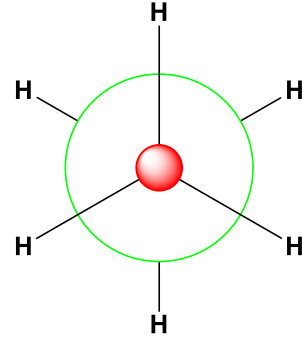
التشكل في الايثان CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>

بعض اشكال جزي الايثان تم التعبير عنها بطريقة (اسقاط العالم سورز والعالم نيومان )

نتيجة الدوران الحر حول الرابطة الاحادية كربون - كربون



اسقاط سورز

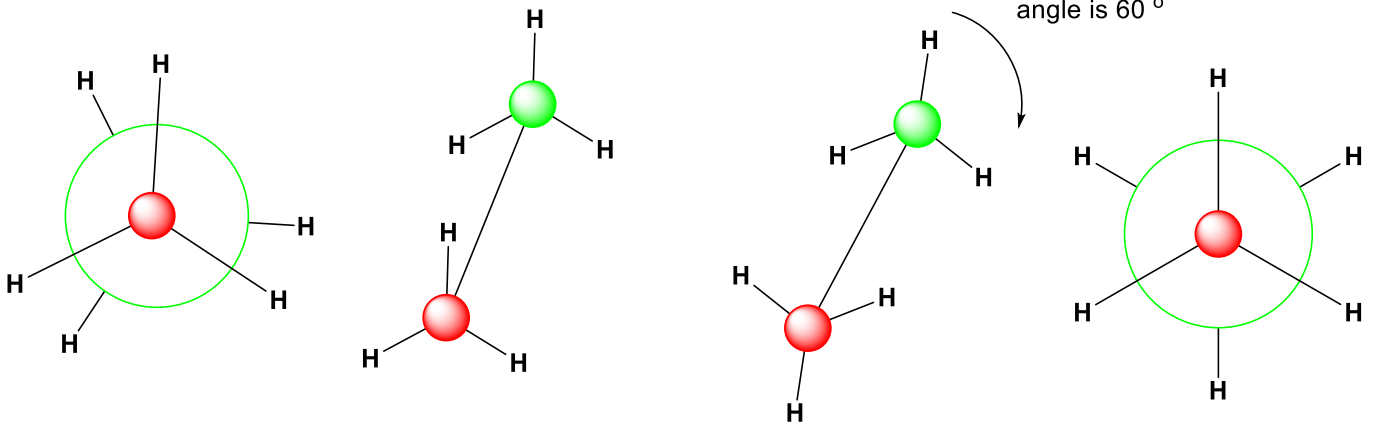


اسقاط نيومان

حيث يوجد الايثان يوجد في ٦ ايزومرات شكلية

(الشكل المتجاور )

( الشكل المتداخل )



ونلاحظ ان الشكل المتداخل هو الشكل الاكثر ثباتا حيث ان الزاوية بين المجموعات او الذرات

تكون ٦٠ درجة اما في الشكل المتجاور تكون الزاوية صفر .



## التشكل في الهكسان الحلقي :-

الهكسان الحلقي كل الروابط بة احادية وبالتالي هناك اربعة من الاشكال الحرة وهي :

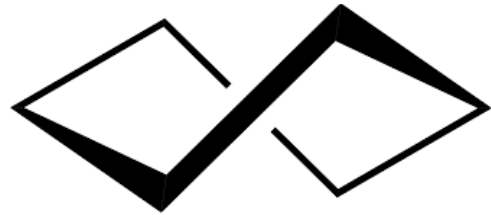


١- شكل الكرسي :-

تشكل كرسي هو مصطلح يستخدم لأكثر أنواع التشكل الكيميائي ثباتا لحفقات الكربون السداسية الروابط مثل الهكسان الحلقي. فعند ترابط الذرات معا، فإن الإلكترونات تميل للانتشار بعيدا عن بعضها قدر المستطاع.

نظرا للحاجة الطبيعية للمدار المهجن  $sp^3$  بمعنى آخر الروابط كربون-هيدروجين) الموجودة في ذرات الكربون الرباعية التكافؤ للوصول إلى  $109.5^\circ$ ، فإن الهكسان الحلقي ليس جزيء مستوي. يتواجد الهكسان الحلقي في شكل مقعد وشكل مفتول، ويمثل شكل المقعد أكثر الأشكال استقرارا، والإجهاد في هذا الشكل يجعل الزاوية  $C-C-C$   $111.5^\circ$ .

٢- شكل القارب الملفوف :-



ويتواجد الهكسان الحلقي أيضا في متشاكلات (conformer) على هيئة نصف مقعد مفتول أو قارب. والمتشاكل المفتول هي الوحيد الذي يمكن عزله مثل المتشاكل المقعد، لأنه

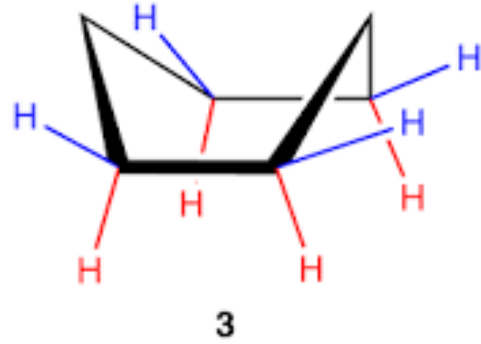
يمثل طاقة منخفضة، وإن كانت طاقته أعلى من البناء المقعدي (الكرسي)، نظرا لوجود **إجهاد**

**فتل** غير موجود في البناء المقعدي.

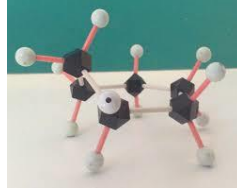
٣- شكل القارب :-

يمثل البناء القاربي والنصف مقعدي (كرسي) **حالة انتقالية** بين البناء المفتول والبناء المقعدي

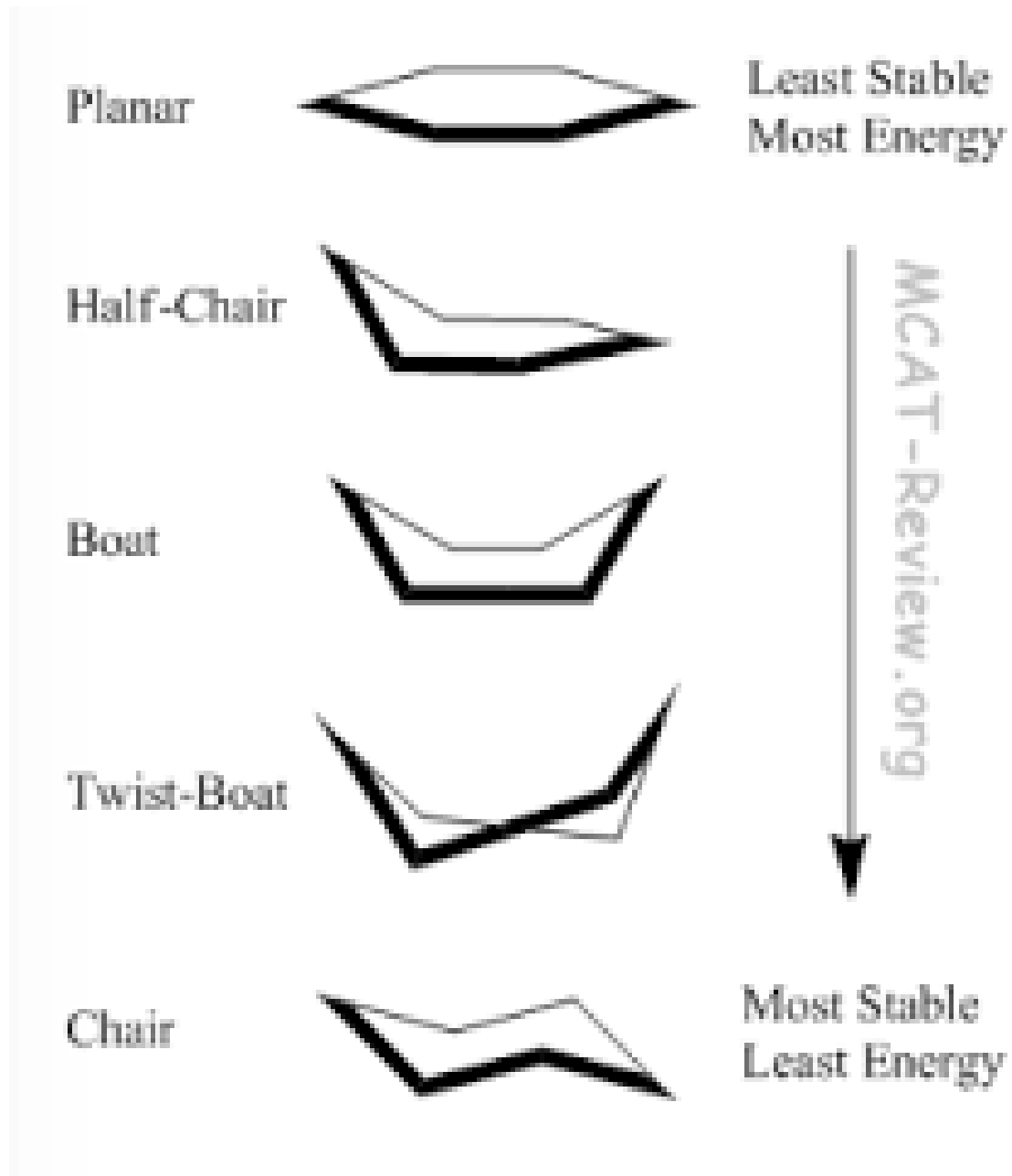
على الترتيب، ولا يمكن فصلهما



٤- شكل نصف الكرسي (المقعد) :-



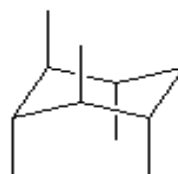
وهو الشكل الاعلى في الطاقة



اما بالنسبة لتوزيع المجموعات فانها تكون افقيا وراسيا كما في الصورة



**equatorial bonds**

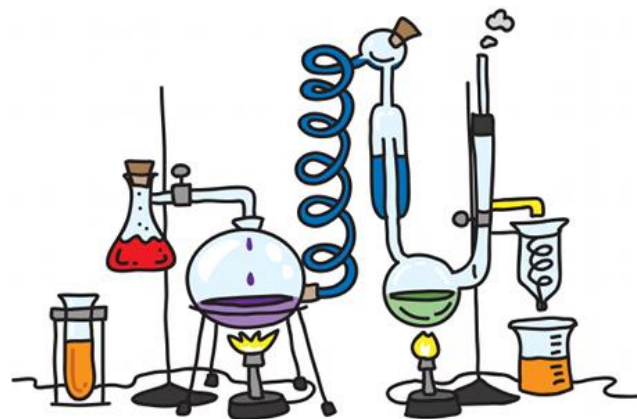


**axial bonds**

المراجع :-

- ١- كتاب الكيمياء العضوية الفراغية
- ٢- كتاب اسس الكيمياء العضوية

# تنقية المركبات العضوية



إعداد

**د/ محمد يوسف محجوب**

قسم الكيمياء – كلية العلوم

# العام الجامعي

2023-2022

بيانات الكتاب

الكلية: التربية

الفرقة: الثانية

الشعبة: العلوم البيولوجية والجيولوجية

عدد الصفحات: 100

## مقدمة:

علي عكس التفاعلات الأيونية للمركبات الغير عضوية فإن التفاعلات الكيميائية العضوية **لا تتم بشكل كامل** وتكون نواتج عرضية (**شوائب**) مما يؤدي إلى خفض ناتج التفاعل.

## التفاعلات العضوية



يتناول هذا الكتاب شرح مبسط عن تنقية المركبات العضوية الصلبة والسائلة كما يتناول الطرق والتكنولوجيا الحديثة المستخدمة في **التنقية**.



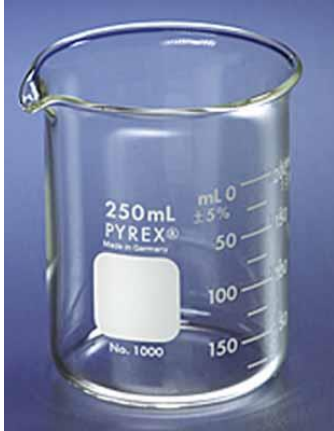
لإعطاء الوصف والتحليل الكامل للنتائج فإنه يستوجب  
عزله في حالة نقية من مخلوط التفاعل والتخلص من  
النواتج العرضية الجانبية (الشوائب).



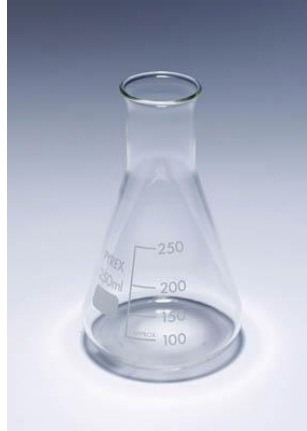
## نبذه عن محتوى الكتاب:

سوف نتناول عرض لأهم الأدوات والمعدات المستخدمة في معامل الكيمياء العضوية حتى تكونوا علي معرفة بها قبل الخوض في أنواع وطرق الفصل والتنقية المختلفة، بعد ذلك سنتعرف علي الطرق المستخدمة في تنقية المركبات العضوية الصلبة (عملية التبلور - عملية التسامي) ثم الطرق المستخدمة في تنقية المركبات العضوية السائلة (التقطير بأنواعه المختلفة - الإستخلاص - الكروماتوجرافي).

# أهم الأدوات الأساسية المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



كأس زجاجي



دورق مخروطي



مخبار مدرج



دورق كوري ذات فتحه واحدة



دورق كوري ذات فتحتين



بعض أدوات جهاز تقطير

# أهم الأدوات الأساسية المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



أنبوبة إختبار



حامل أنابيب إختبار



ماسك أنبوبة إختبار

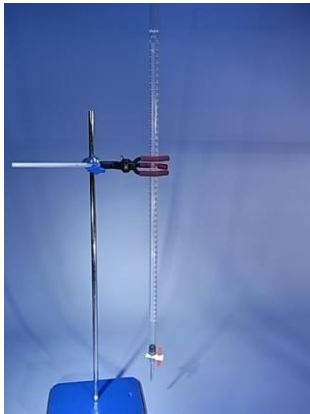


فرشة أنبوبة إختبار



موقد بنزن

# أهم الأدوات الأساسية المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



# أهم الأدوات الأساسية المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



قمع ترشيح



ورق ترشيح



قمع ترشيح بوخزر

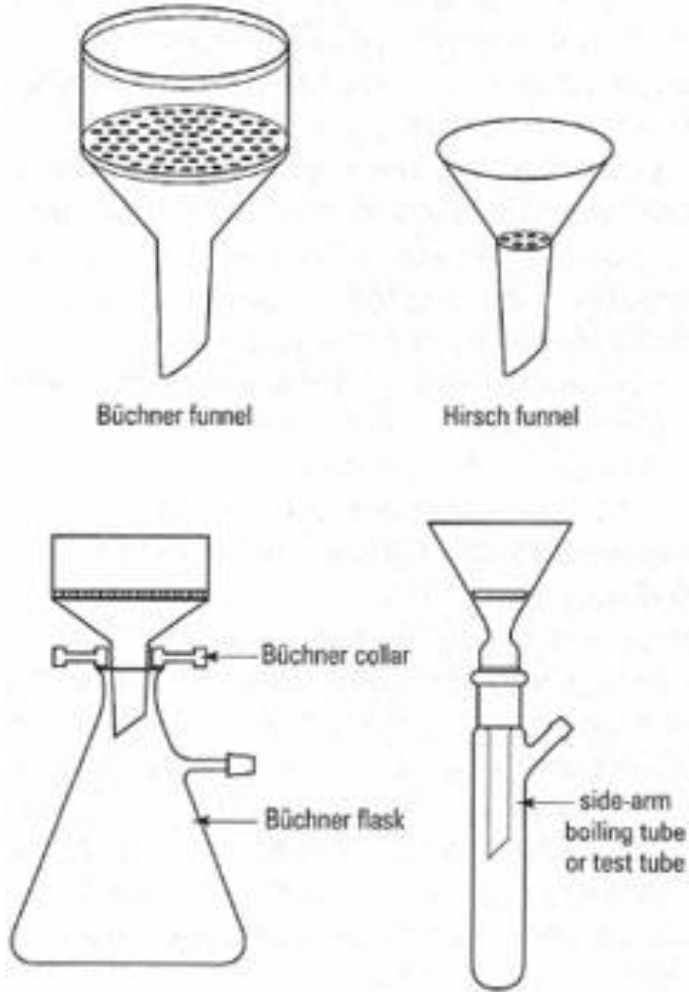


قمع ترشيح هرش





# أهم الأدوات الأساسية المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



نظام ترشيح بوخنر

# أهم الأجهزة المستخدمة في معمل الكيمياء العضوية



سخان مع مقلب



سخان



فرن معمل



جهاز لقياس درجة الإنصهار

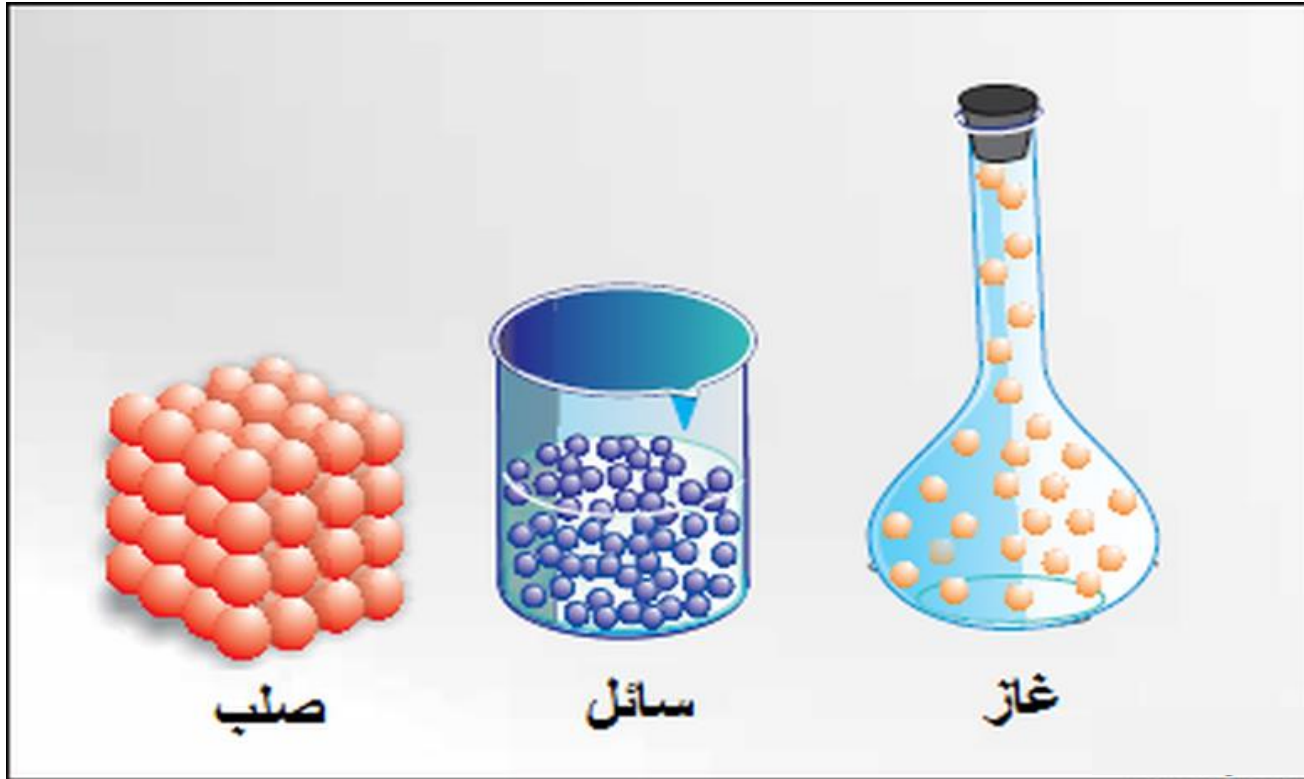


ميزان إلكتروني





# المركبات العنوية



# الطرق العملية لتنقية المركبات العضوية

---

تم عملية التنقية بعدة طرق عملية تضمن الدقة والنقاوة

المركبات الصلبة  
Solid Compounds

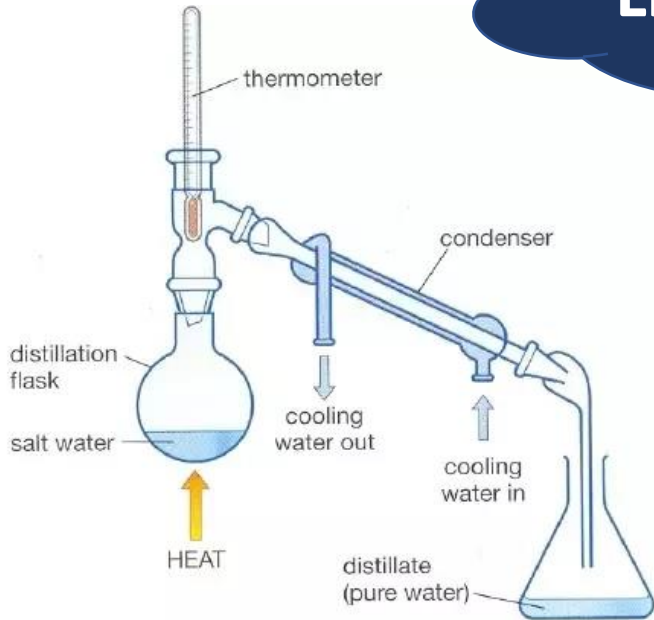
أولا

1- عملية التبلور Crystallization

2- عملية التسامي Sublimation

# المركبات السائلة Liquid Compounds

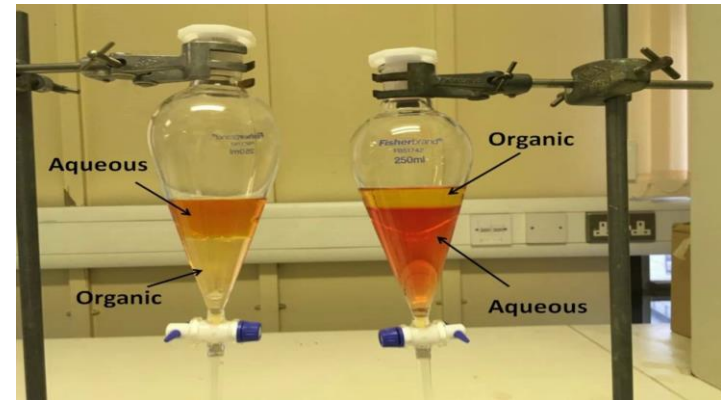
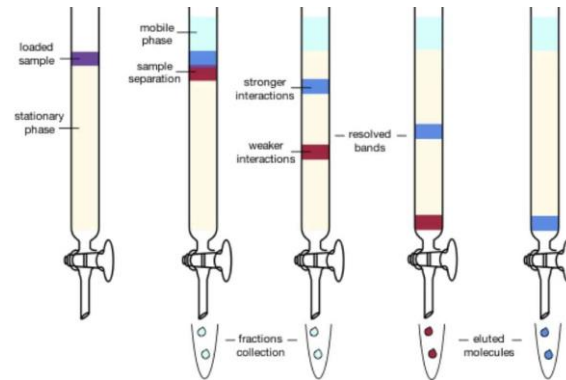
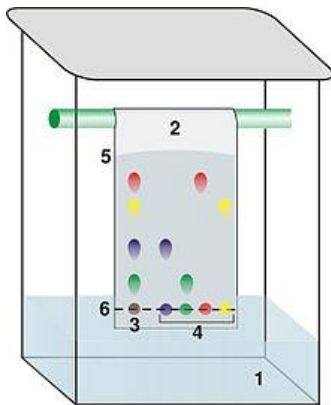
ثانيا



1- التقطير

2- الإستخلاص التفاضلي

3- الكروماتوجرافي



# عملية التبلور Crystallization

❖ تعتمد هذه الطريقة من التنقية على اختلاف ذوبانية المركبات العضوية الصلبة في مذيبات متعددة. وإذا كانت المواد العرضية (الشوائب) أكثر ذوبانية من المركب الرئيسي في ذلك المذيب فإن عزل المركب الرئيسي يكون بدون أية مصاعب ويتبلور بعد تبريد المحلول المشبع الساخن بينما تبقى الشوائب ذائبة في المحلول البارد والذي يُدعى السائل أو المذيب الأم.

❖ تُستخدم على الأرجح المذيبات العضوية في تنقية وإعادة بلورة المركبات العضوية مثل الكحولات والأسيتون والأثير والبنزين والكلورفوم وحمض الخليك الثلجي وخلات الإيثيل وغيرها من المذيبات كما يستخدم في بعض الأحيان الماء لقطبيته العالية.

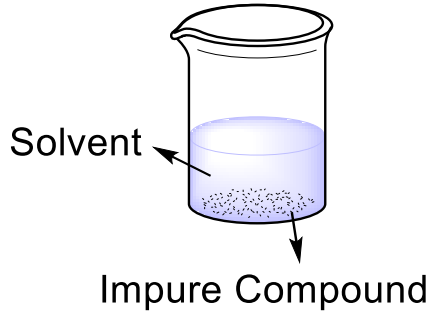
❖ يُستخدم مخلوط من مذيبين أو أكثر في عمليات البلورة عندما لا يذوب المركب غير النقي في أحد هذه المذيبات.

# التبلور

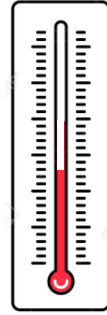
تستخدم في عملية إعادة التبلور محلول مشبع من المادة المراد تنقيتها، ويرشّح على الساخن، وذلك من أجل التخلّص من الشوائب غير المنحلة. تجري بعد ذلك عملية تبريد من أجل دفع المواد على التبلور مرة أخرى، وذلك بشكل تدريجي بحيث نحصل على المادة النقية المرغوبة.

في حال وجود مواد شائبة ملوّنة تضاف مواد مازّة مثل الفحم المنشط أو الألومينا المنشطة أو تراب المشطورات (تراب دياتومي) إلى المحلول المشبع الساخن لإزالة اللون، ثم بترشيح المادة المازة على الساخن.

# خطوات عملية التبلور

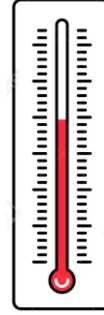


Sparingly soluble



Room temperature

Highly soluble

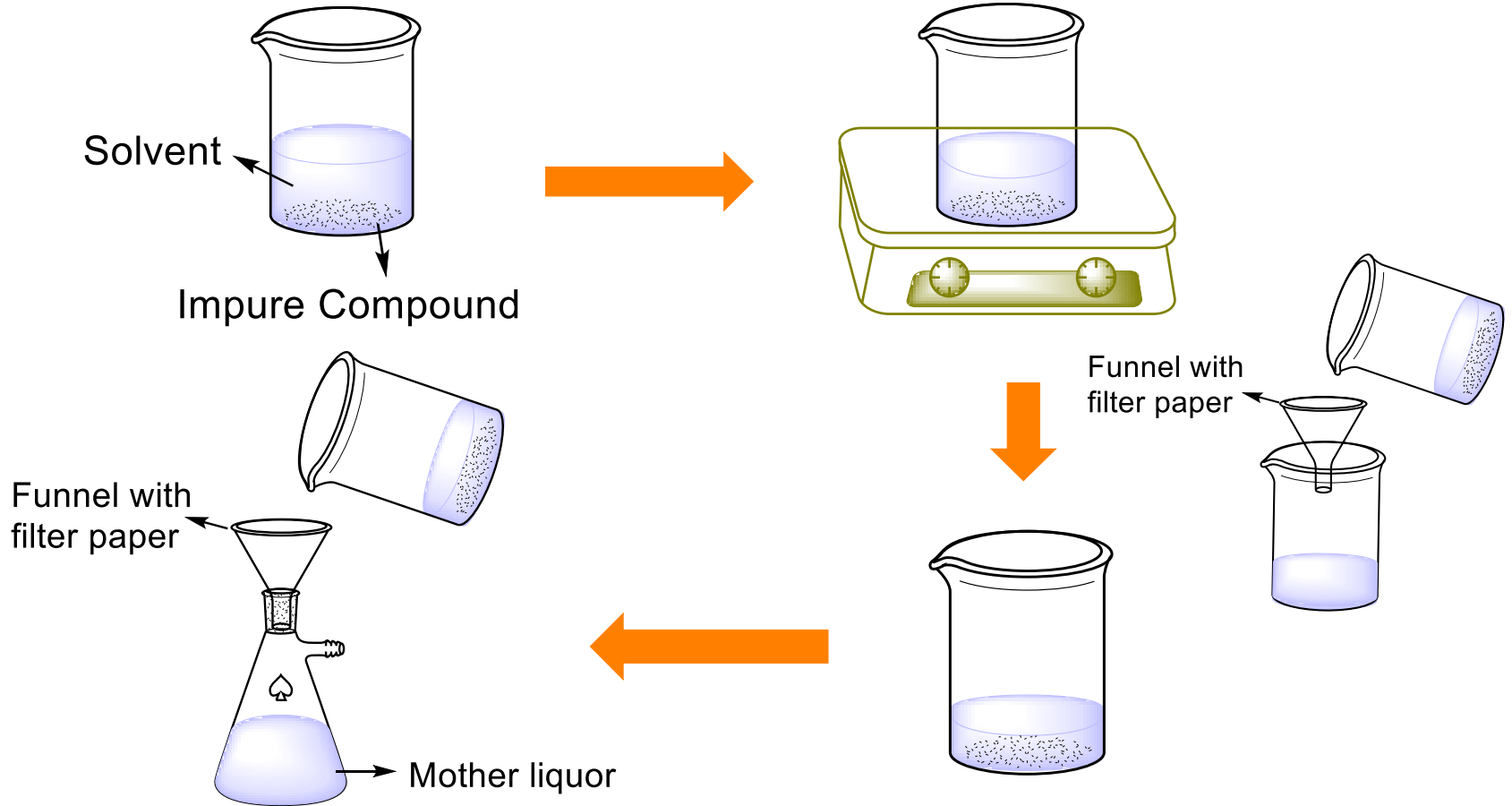


High temperature

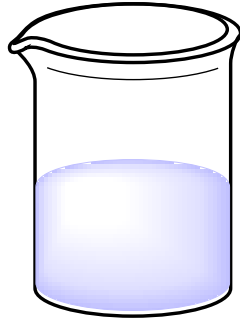
المبدأ هنا هو أن المركب والشوائب لها قابلية ذوبان مختلفة في المذيب، يتم اختيار المذيب حيث يكون المركب المراد تنقيته قليل الذوبان، أي أنه قليل الذوبان عند درجة حرارة منخفضة وقابل للذوبان عند درجة حرارة أعلى. يتم تسخين المحلول للحصول على محلول مشبع، وعند التبريد، تتم إزالة بلورات المركبات عن طريق الترشيح، إذا احتوى الخليط على شوائب لها نفس قابلية الذوبان للمركب المراد تنقيته، يتم إجراء التبلور المتكرر.

على سبيل المثال، يمكن بلورة بلورات حمض البنزويك بالماء، حمض البنزويك قابل للذوبان في الماء البارد بشكل ضئيل وقابل للذوبان في الماء الساخن.

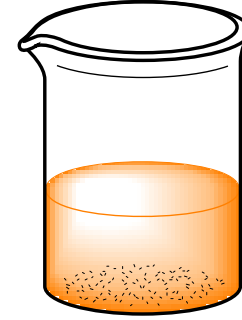
# خطوات عملية التبلور



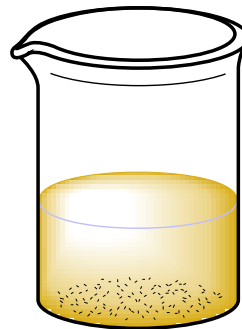
# التبلور



**Highly soluble  
compound**



**Less soluble  
compound**



**Crystallization solvent**



## عملية التسامي Sublimation

هي عملية تبخير المادة الصلبة بالحرارة وتكثيفها دون المرور بالحالة السائلة وتستخدم هذه الطريقة لتنقية المركبات قليلة الذوبان أو التي لا يمكن تنقيتها بإعادة بلورتها لعدة مرات. كما يمكن استخدامها لفصل المركبات التي تتبلور بصعوبة.

وتجرى عملية التسامي بشكل جيد تحت الضغط القليل (High vacuum) وهي طريقة عملية لتنقية أنهيدريد الفثاليك والأليزارين والكوينونات والهيدروكربونات ذات الأوزان الجزيئية العالية واليود وحمض السالسليك.

- مصطلح التسامي يحدث للتغيرات الفيزيائية فقط للحالة ولا علاقة له بالتحويلات التي تحدث أثناء التفاعلات الكيميائية حتى لو تحولت المادة الصلبة فيها إلى غاز مثل عملية إحتراق الشمع الذي يتبخر فيها البارافين ويحدث تفاعل مع الأكسجين مما ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون والماء وهو ما لا يعتبر تسامي.

# عملية التسامي Sublimation

من المعلوم أن السوائل تتبخر ولذلك لكل سائل ضغط بخاري ثابت عند درجة حرارة معينة. كذلك بعض المواد الصلبة قادرة على التبخر تماماً مثل السوائل فتتحول جزيئاتها إلى حالة غازية دون المرور بالحالة السائلة وهذه العملية تسمى بالتسامي Sublimation

– كما يحدث ذلك في ثاني أكسيد الكربون الصلب  $\text{CO}_2(s)$  (الثلج الجاف)، اليود ( $\text{I}_2$ )، النفثالين  $(\text{C}_{10}\text{H}_8)$ .



أما العملية العكسية وهي انتقال الجزيئات من الحالة الغازية (البخار) إلى الحالة الصلبة فتعرف بالترسيب. وعند حدوث عمليتي التسامي والترسيب بنفس المعدل، فتحدث تبعاً لذلك حالة اتزان ديناميكي بين الحالة الصلبة والحالة البخارية، ويحدث البخار تبعاً لذلك ضغطاً خاصاً يعرف بضغط التسامي.

# عملية التسامي Sublimation

## كيف ينشأ ضغط بخار المادة الصلبة؟

- تختلف جزيئات المادة الصلبة (التي تتسامى) فيما بينها بمقدار الطاقة الحركية.
- وهذا يعني وجود كمية محددة من الجزيئات وذلك عند درجة حرارة محددة تكون ذات قدر كاف من الطاقة الحركية يمكنها من التغلب على قوى التجاذب فيما بينها وبين الجزيئات الأخرى، ويتيح لها بالتالي فرصة الانفلات من حالة التماسك الصلبة إلى الحالة الغازية.
- وستصل سرعتها تحول جسيمات المادة الصلبة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية والعكس عند ثبوت درجة الحرارة إلى حالة التساوي (في الأنظمة المغلقة)، وهذا يدل على نشوء حالة توازن ديناميكي بين الحالتين الصلبة والغازية.

- وعند حدوث التوازن عند درجة معينة فإن ضغط بخار المادة الصلبة يكون ثابتاً ويسمى ضغط

بخار المادة الصلبة Equilibrium Vapour Pressure of Solid

# عملية التسامي Sublimation

## العوامل المؤثرة على قيمة ضغط بخار مادة صلبة

تعتمد قيمة ضغط بخار المادة الصلبة على:

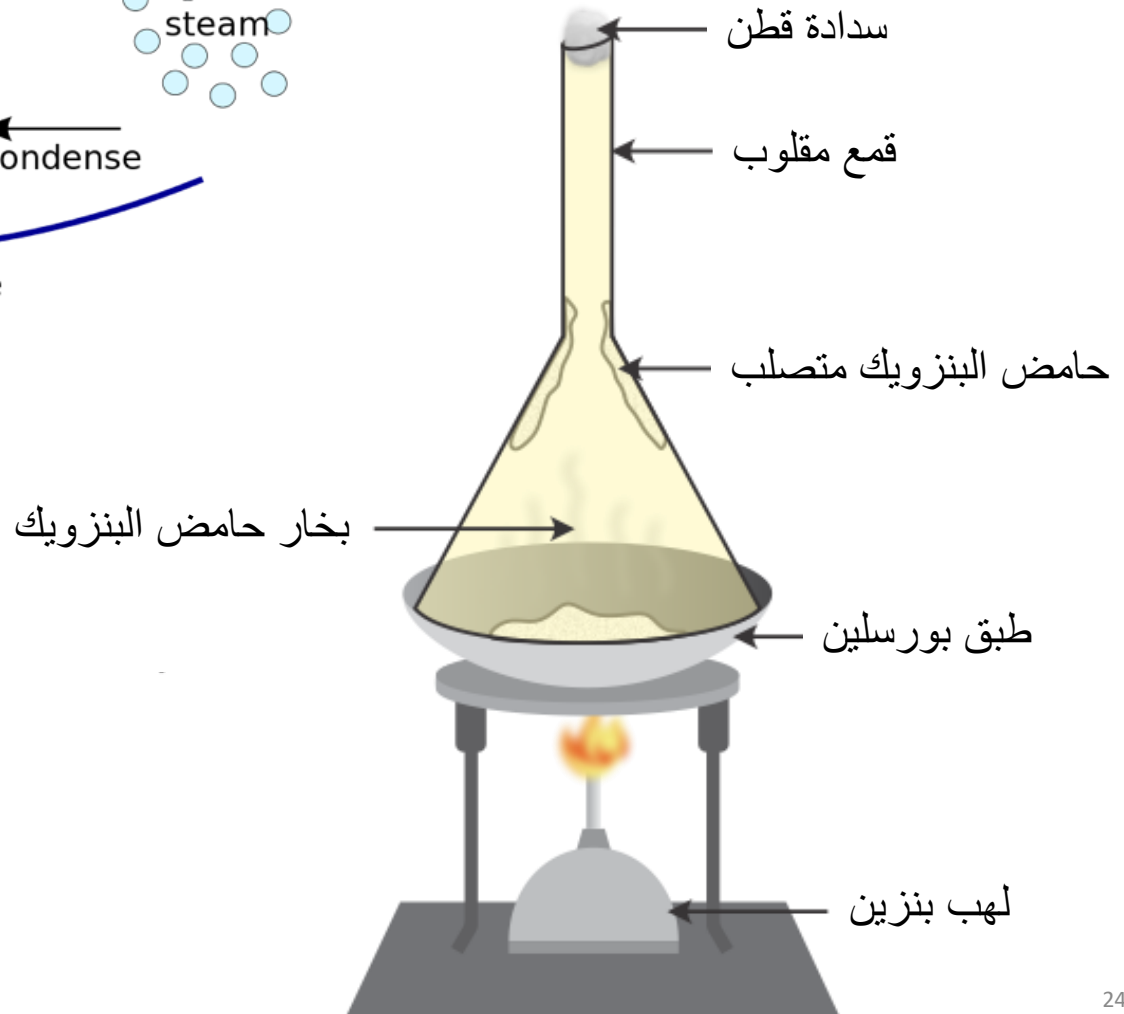
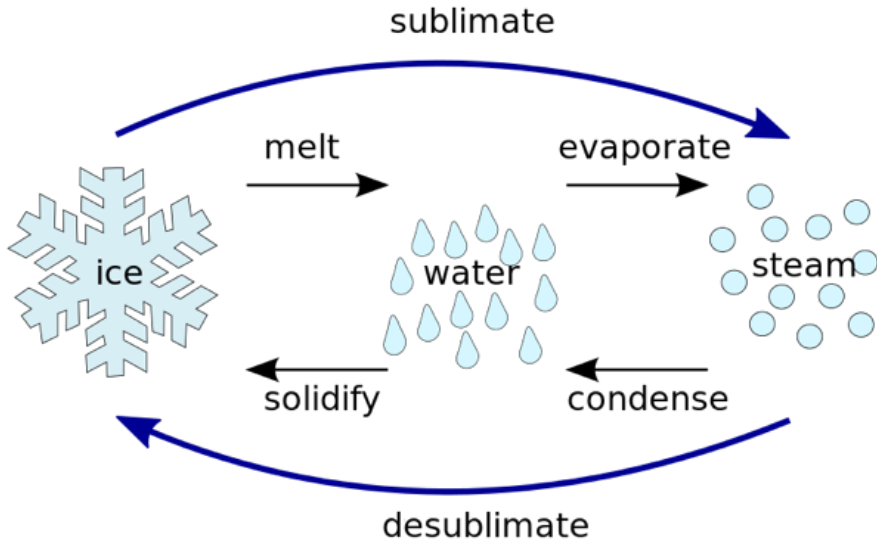
### (1) طبيعة المادة:

- قوى التجاذب بين المادة الصلبة يؤدي إلى اختلاف الضغط البخاري لهذه المادة.
- على سبيل المثال، فقوى التجاذب أقوى في المواد الصلبة الأيونية منها في المواد الصلبة الجزيئية، فتجد كما هو متوقع أن الضغط البخاري للمواد الصلبة الأيونية أقل بكثير من ذلك للمواد الصلبة الجزيئية.

### (2) درجة الحرارة:

- يزداد الضغط البخاري للمادة الصلبة بإزدياد درجة الحرارة.
- اختلاف الضغط البخاري للمواد الصلبة عند درجة حرارة ثابتة دليل على مدى اختلاف هذه المواد في قوى التجاذب بين الجزيئات بحيث يدل ارتفاع الضغط البخاري على ضعف هذه القوى.

# عملية التسامي Sublimation



## استخدامات التسامي

هناك العديد من الأمثلة التي تستخدم عملية التسامي في الحياة اليومية منها :

معطرات الجو المستخدمة في المراحيض : حيث تقوم المادة الصلبة الموجودة بها بالتسرب وإطلاق الروائح الجميلة خلال فترات زمنية معينة .

كرات النفتالين : حيث تستخدم كرات العثة التي تم صنعها من النفتالين لإبعاد العث وبعض الحشرات الأخرى والتخلص منهم .

يمكن أن يتسبب التسامي والتعرية في عملية تسمى الاجتثاث وهي عملية تسبب وتؤدي إلى تآكل الأنهار الجليدية .

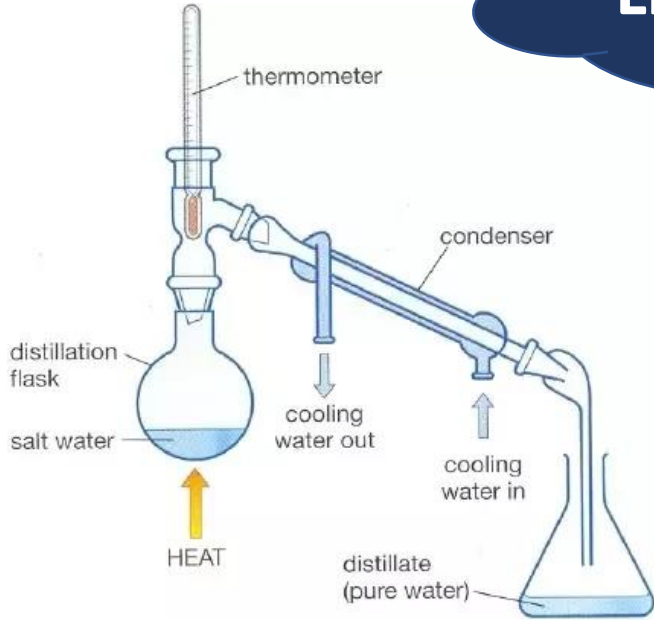
يمكن أن تستخدم عملية تسامي اليود حتى يتم الكشف عن بصمات الأصابع الموجودة والكامنة على الورق .

يمكن أن يستخدم التسامي لتنقية المركبات خصوصًا المركبات العضوية التي يعتبر مفيد جدًا لها .

يمكن أن يستخدم التسامي الخاص بالجليد الجاف في إنتاج تأثيرات الضباب فهو يتسامى بسهولة

# تنقية المركبات السائلة Liquid Compounds

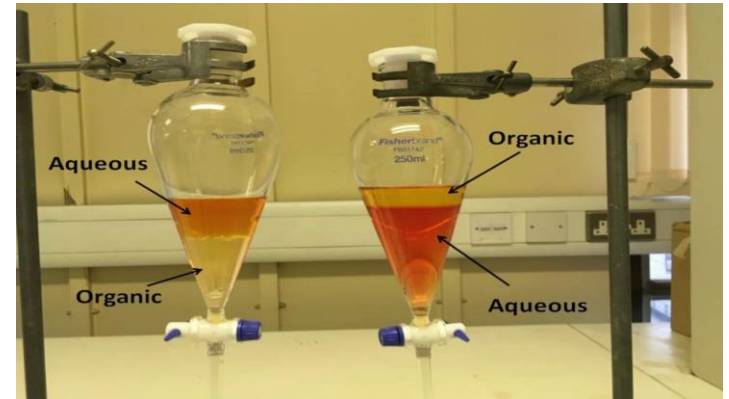
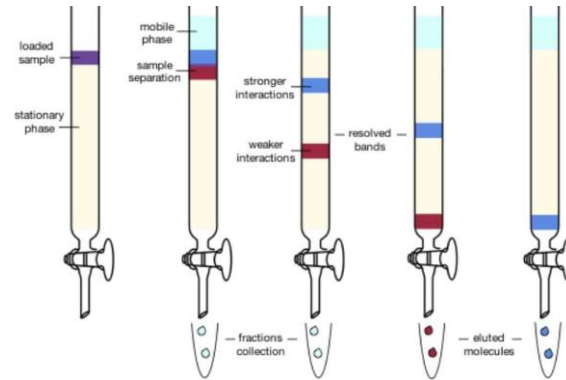
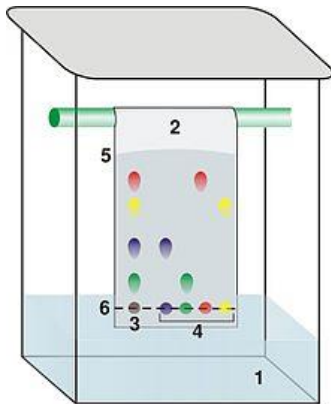
ثانيا



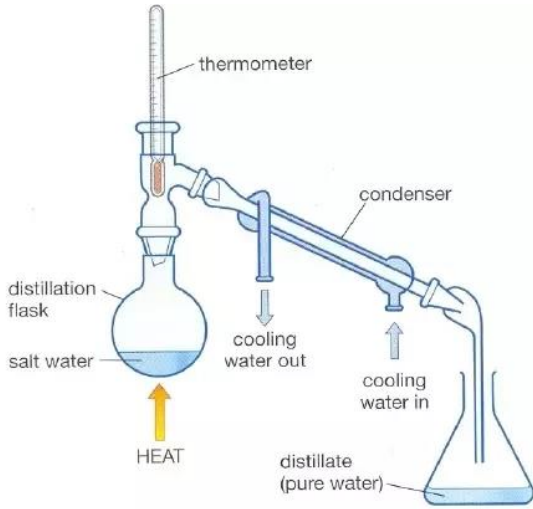
1- التقطير

2- الإستخلاص التفاضلي

3- الكروماتوجرافي



# التقطير Distillation

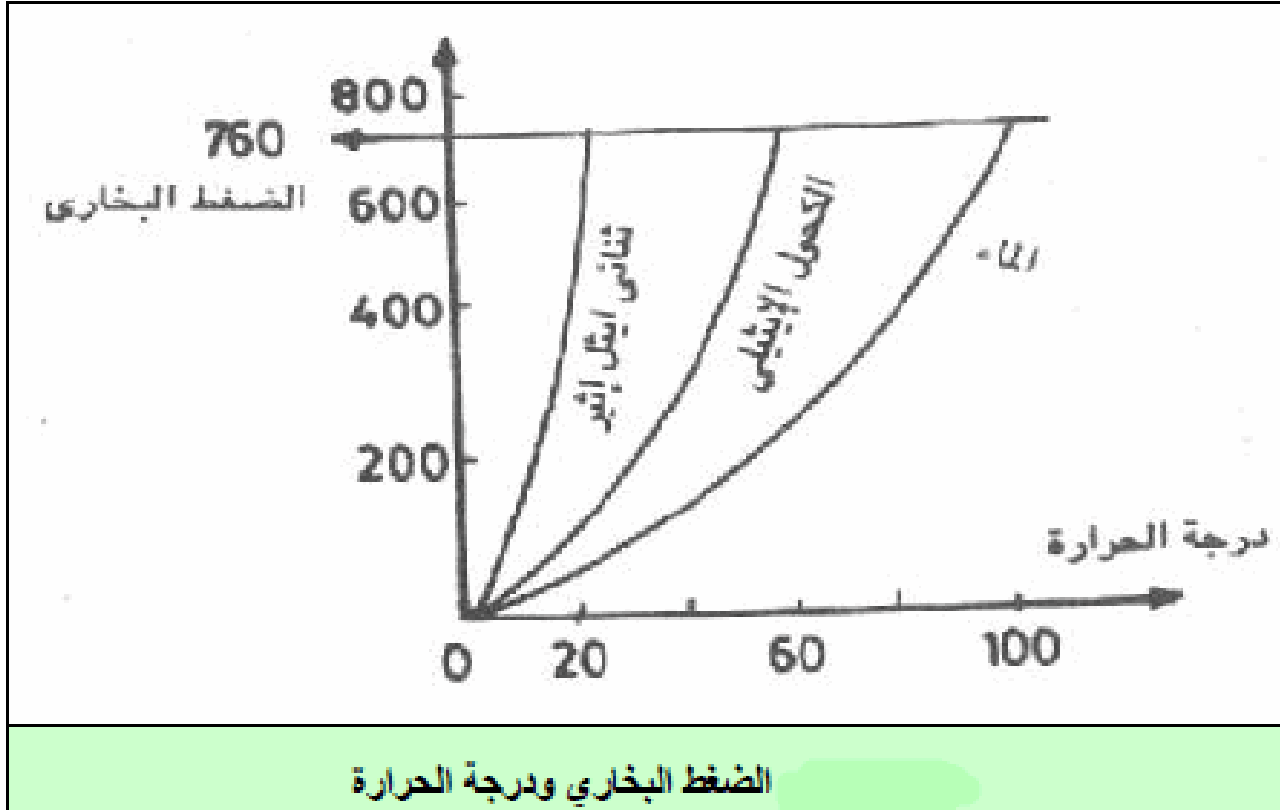


هو عملية يتم فيها تنقية مزيج من سائلين أو أكثر وذلك بتسخينه إلى درجة غليان أحد السوائل ثم السماح بتجميعه في قابلة أخرى (دورق ثاني)، وتتوقف عملية التقطير على الضغط البخاري للسوائل الممتزجة، والذي يتناسب مع الكسر المولي للمكونين.

بزيادة درجة حرارة المادة تزداد الطاقة الحركية مما يزيد من عدد الجسيمات التي يمكن ان تتحول الى الحالة الغازية ومنه يزداد الضغط البخاري للمادة واذا كان الوعاء مفتوح فإن البخار يدفع الهواء، ويتسرب الى الفراغ الموجود فوق سطح السائل. وبسبب تسرب هذا البخار، فإن ضغطه لا يمكن أن يثبت، ويتبخر السائل كله.



# العلاقة بين درجة الحرارة والضغط البخاري



# هناك 4 أنواع أساسية من التقطير

سوف نتناول شرحهم بشئ من التفصيل:

Simple Distillation

التقطير البسيط

Fractional Distillation

التقطير التجزيئي

Vacuum Distillation

التقطير تحت ضغط منخفض

Steam Distillation

التقطير البخاري

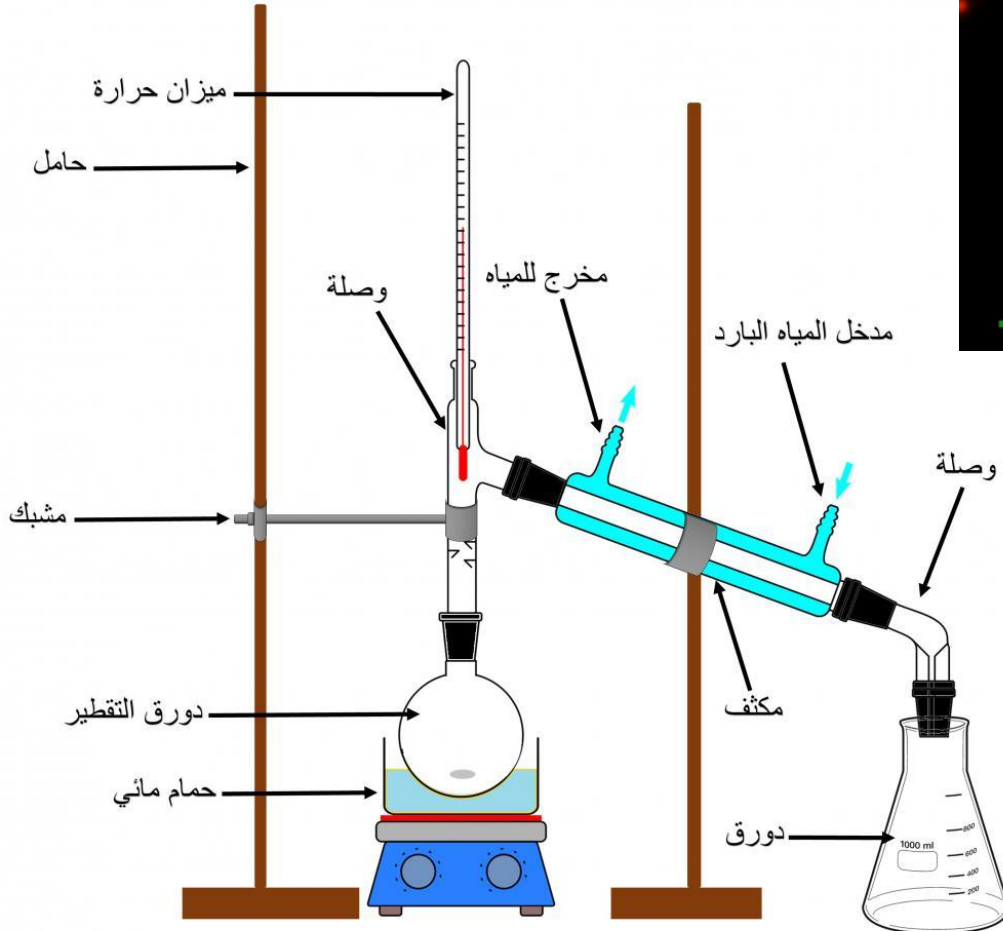
# التقطير البسيط Simple Distillation

يُستخدم التقطير البسيط عندما يكون هناك فرق كبير في الضغط البخاري (أي فرق كبير في درجة الغليان للسائلين 25-50 درجة) وتظل درجة الحرارة ثابتة خلال عملية التقطير حتى تنتهي عملية تبخير السائل المراد

(فصله) درجة غليان السائل النقي تساوي درجة تحوله إلى بخار

كما يمكن تنقية سائل من شوائب صلبة عالقه به عن طريق التقطير البسيط.

# الجهاز المستخدم في عملية التقطير البسيط



# دراسة تجرية عملية

## الاساس النظري

عند تسخين خليط من السوائل فان البخار الناتج يعمل على زيادة الضغط في مكان التسخين و باستمرار التسخين يزداد الضغط البخاري حتى يساوي الضغط الجوي عندئذ يغلي السائل درجة الغليان للسائل النقي خاصية مميزة له و مفيدة في التعرف على نوعيته وتمائل درجة بخاره قبل تكثيفه و تظل ثابتة خلال عملية التقطير كما يعتمد تبخير السوائل على **قانون دالتون** للضغوط الجزئية و **قانون راؤولت** الذي يعبر عن العلاقة بين الضغط البخاري و تركيب خليط سائل متجانس عند درجة حرارة معينة.

# دراسة تجربة عملية

فصل مزيج من الماء والأسيتون باستخدام التقطير البسيط

الهدف من هذه التجربة إكساب الطالب مهارة تركيب جهاز التقطير

## الأجهزة والأدوات



دورق دائري - سدادات من الفلين - دورق  
مخروطي - حامل - سخان- مكثف -  
ترموتر - توصيلات زجاجية- حجر منظم  
غليان - خليط من الماء والأسيتون.

## خطوات العمل

- 1- ركب جهاز التقطير من الأدوات المذكورة أعلاه كما هو موضح في الشكل التوضيحي على أن تكون جميع المفاصل مسدودة بإحكام، وأن يكون حجم الدورق ضعف المحلول المراد فصله، وأن يكون مستودع الترمومتر أسفل الفتحة الجانبية.
- 2- ضع المخلوط في الدورق وسخن إلى درجة بين 50 - 60 درجة مئوية.
- 3- إستمر في التسخين حتى يتوقف التقطير ثم إرفع درجة الحرارة ما بين 70-80 درجة مئوية وكرر العملية ما بين 80 -100 درجة.
- 4- يجفف الجزء المقطر في القابلة باستخدام كلوريد الكالسيوم اللامائي.
- 5- تحسب كمية كل من الماء والأسيتون وتقارن بالكمية قبل الخلط.

# بعض القوانين الهامه

## Raoult's Law

$$P_{\text{vap}} = (\chi_{\text{liq}}) P^{\circ}_{\text{vap}}$$

Mole fraction

الكسر المولي

## Dalton's Law

$$P_{\text{total}} = P_{\text{vap(a)}} + P_{\text{vap(b)}}$$



# بعض القوانين الهامه

## Ideal Gas Law

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_{(a)}}{P_{(total)}} = \frac{n_{(a)}}{n_{(total)}} = \chi_{(a)}$$

$$\frac{P_{(a)}}{P_{(total)}} = \chi_{(a)}$$

# Boiling a Binary Mixture



= Toluene

$$P^{\circ}_{\text{vap}} = 300 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = (\chi_{\text{liq}}) P^{\circ}_{\text{vap}}$$

$$P_{\text{vap}} = (0.5) * 300 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = 150 \text{ torr}$$



= Benzene

$$P^{\circ}_{\text{vap}} = 1200 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = (\chi_{\text{liq}}) P^{\circ}_{\text{vap}}$$

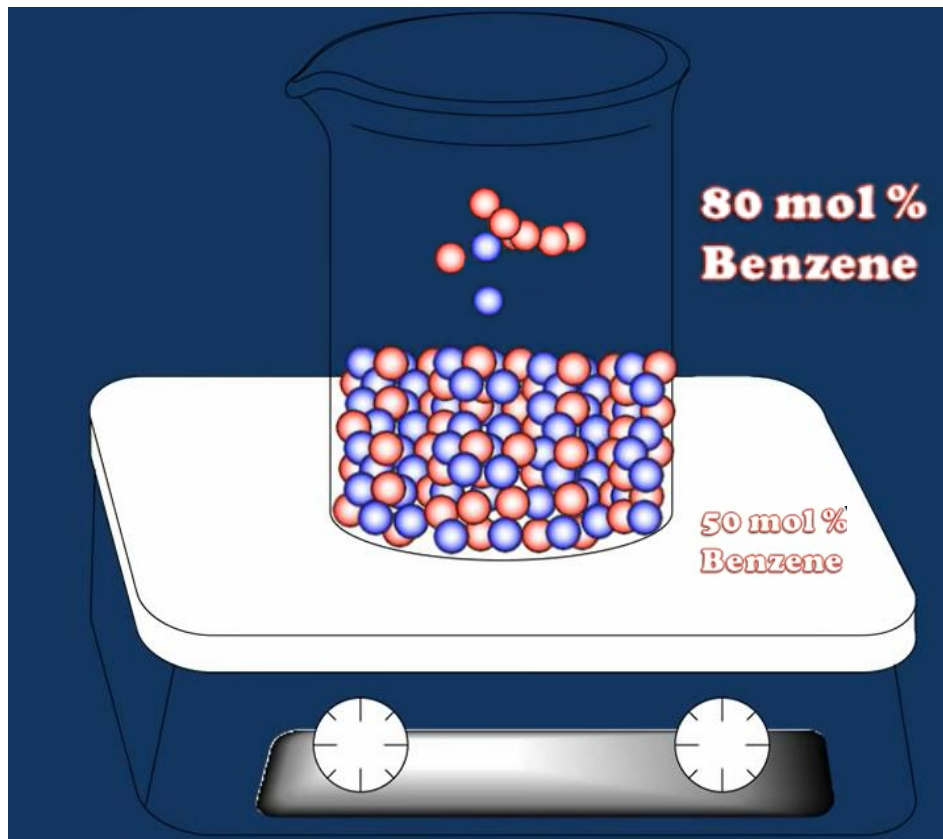
$$P_{\text{vap}} = (0.5) * 1200 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = 600 \text{ torr}$$

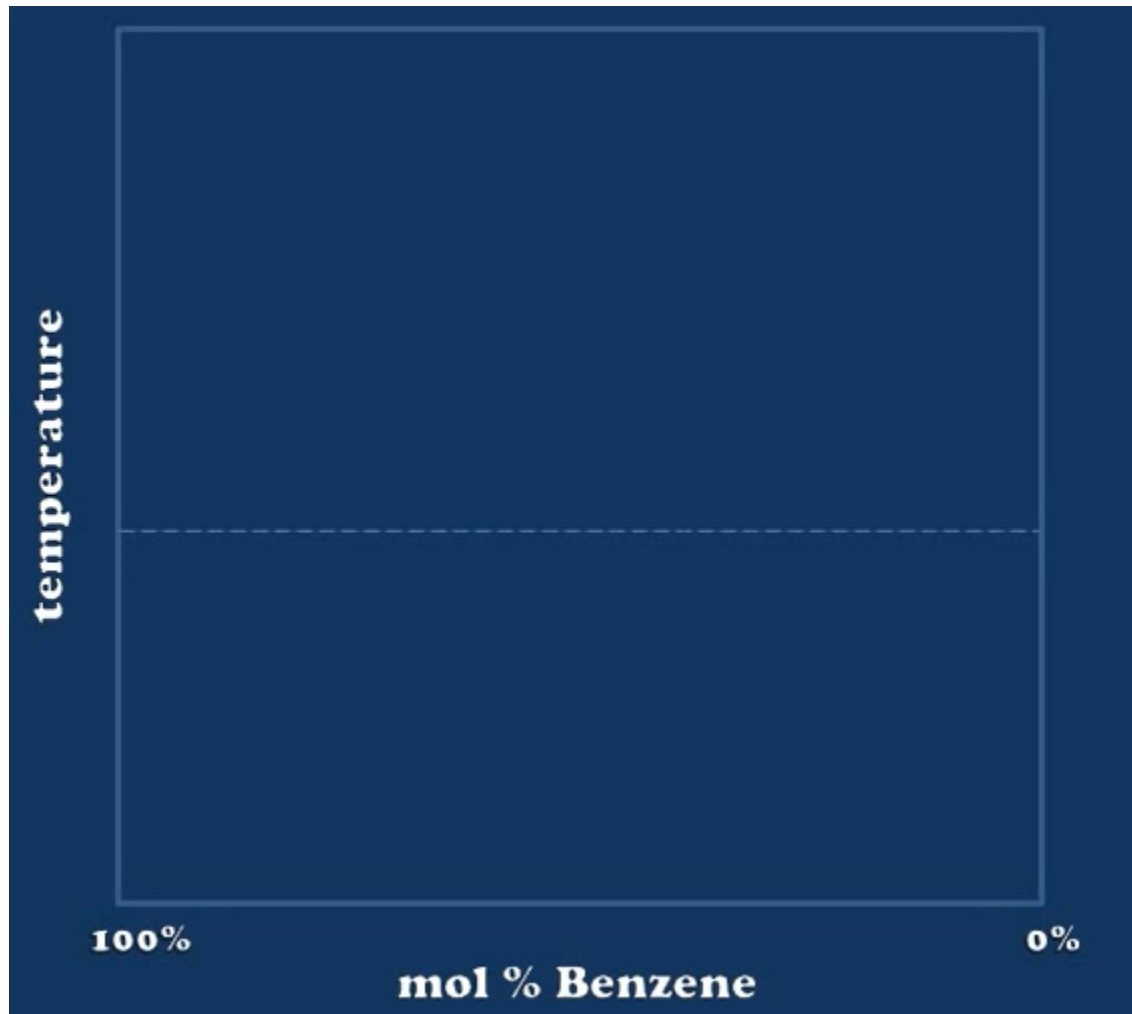
$$(\chi_{\text{vap}}) = P_{\text{vap}} / P_{\text{total}}$$

$$(\chi_{\text{vap}}) = 600 \text{ torr} / 750 \text{ torr}$$

$$(\chi_{\text{vap}}) = 0.80 = 80 \text{ mol\%}$$



# The Liquid-Vapor Composition Plot



# The Liquid-Vapor Composition Plot



= Toluene

$$P^{\circ}_{\text{vap}} = 300 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = (\chi_{\text{liq}}) P^{\circ}_{\text{vap}}$$

$$P_{\text{vap}} = (0.5) * 300 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = 150 \text{ torr}$$



= Benzene

$$P^{\circ}_{\text{vap}} = 1200 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = (\chi_{\text{liq}}) P^{\circ}_{\text{vap}}$$

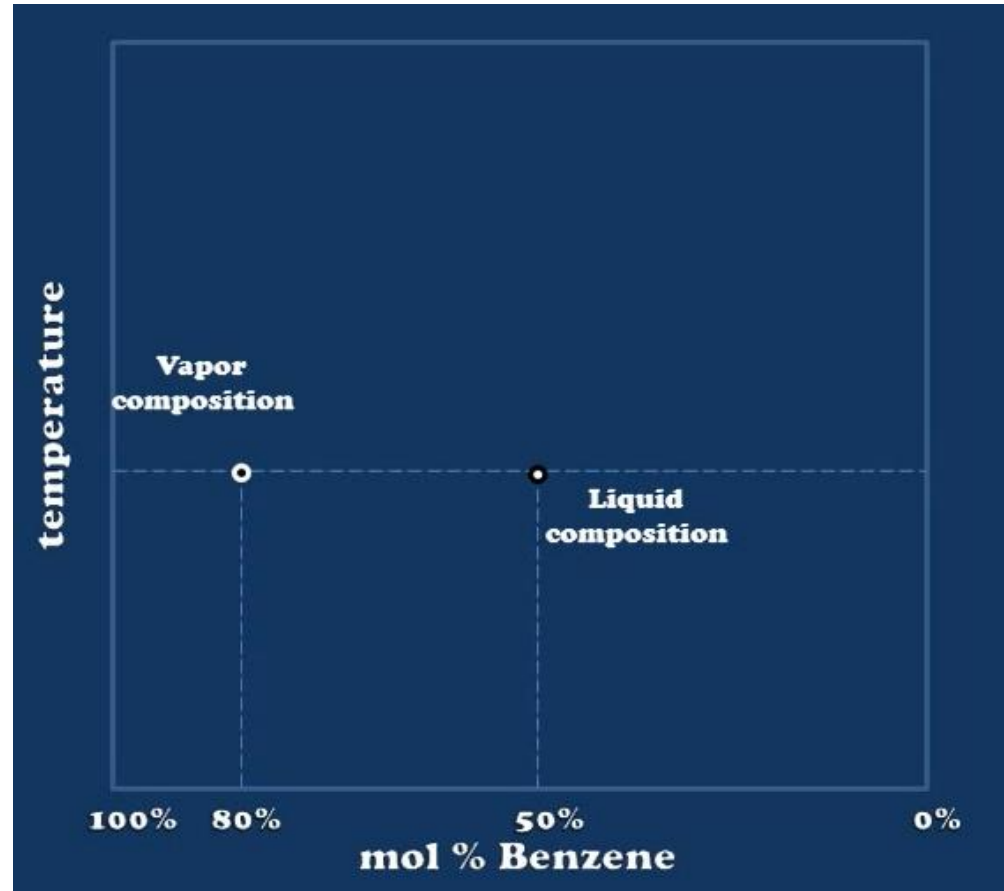
$$P_{\text{vap}} = (0.5) * 1200 \text{ torr}$$

$$P_{\text{vap}} = 600 \text{ torr}$$

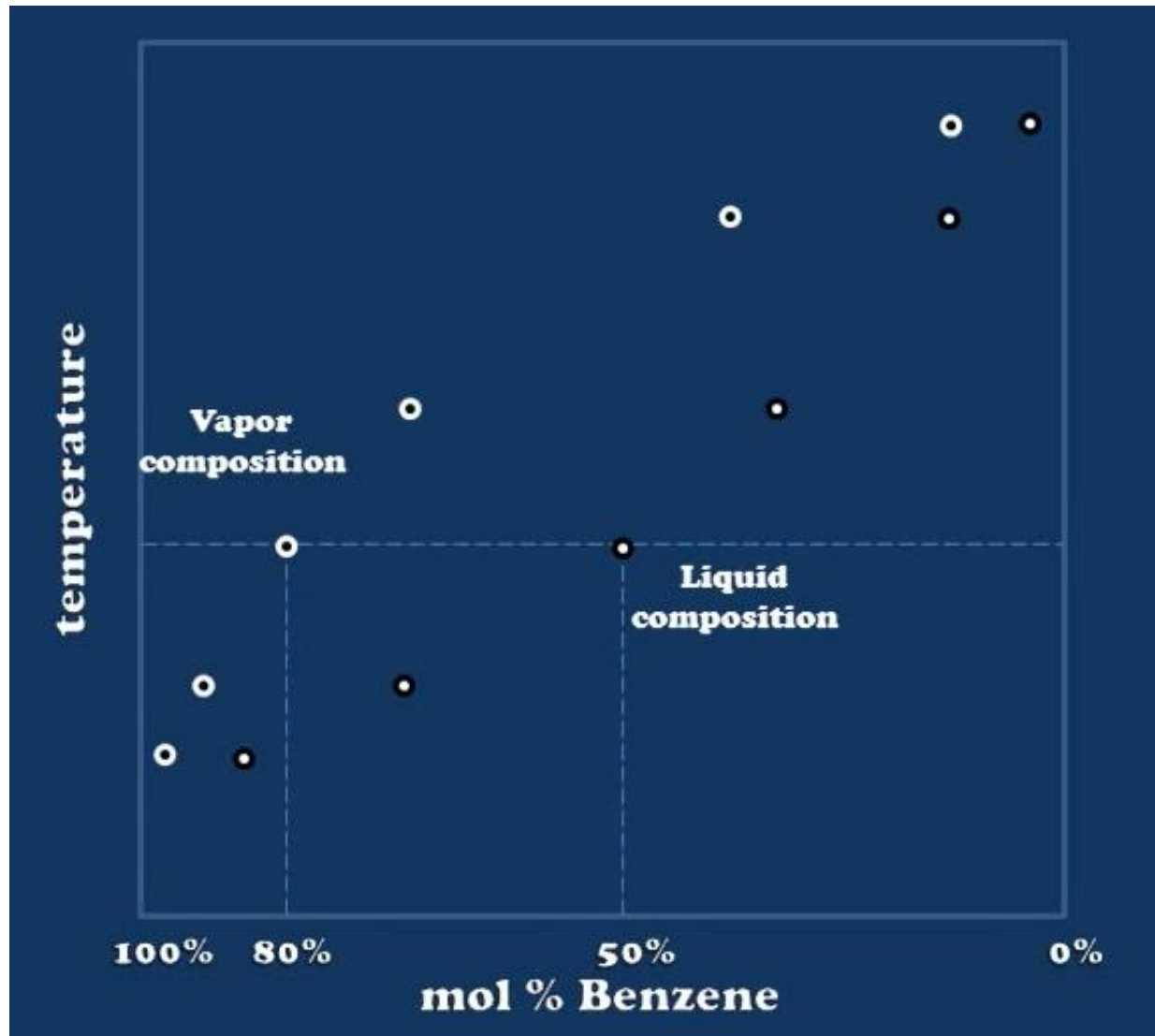
$$(\chi_{\text{vap}}) = P_{\text{vap}} / P_{\text{total}}$$

$$(\chi_{\text{vap}}) = 600 \text{ torr} / 750 \text{ torr}$$

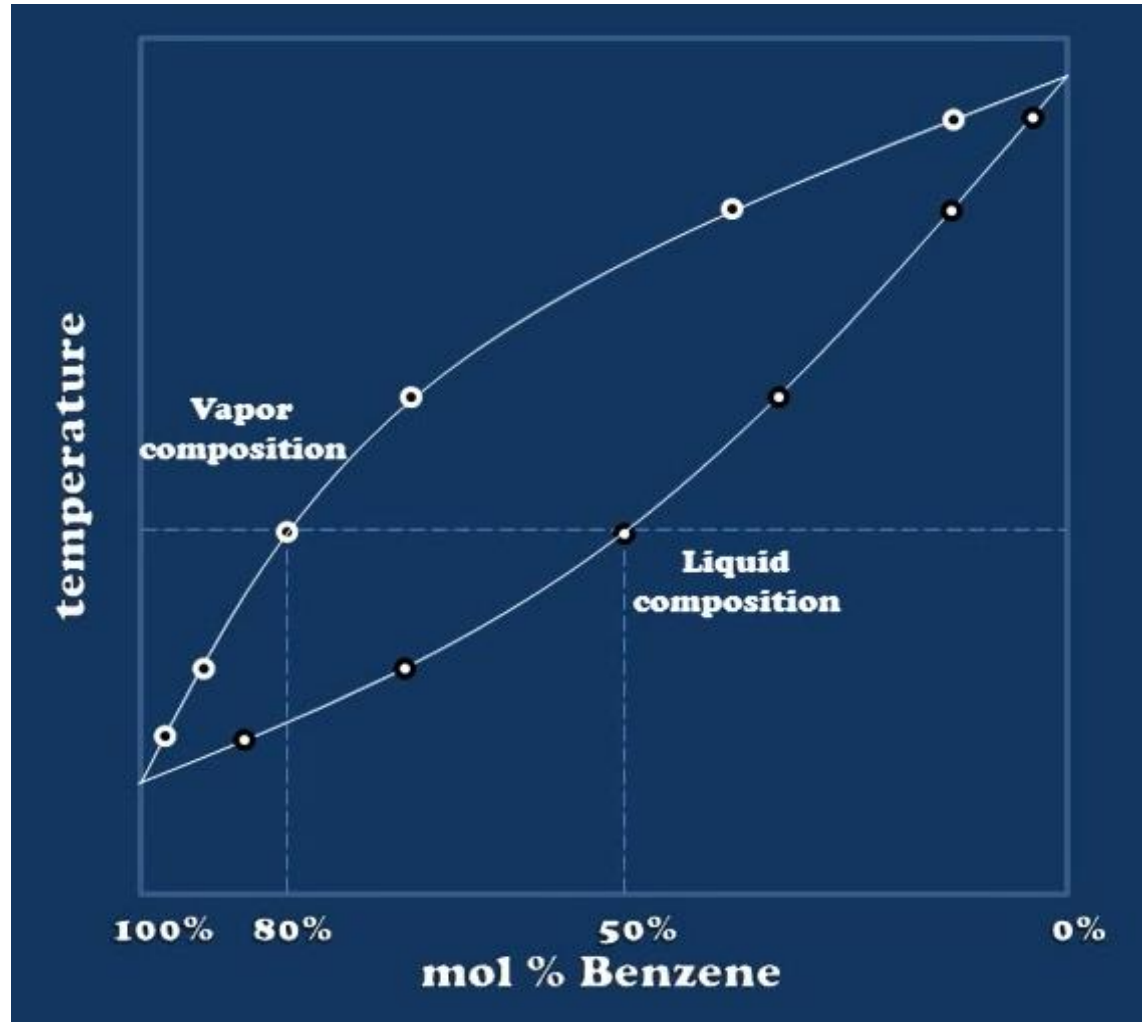
$$(\chi_{\text{vap}}) = 0.80 = 80 \text{ mol}\%$$



# The Liquid-Vapor Composition Plot

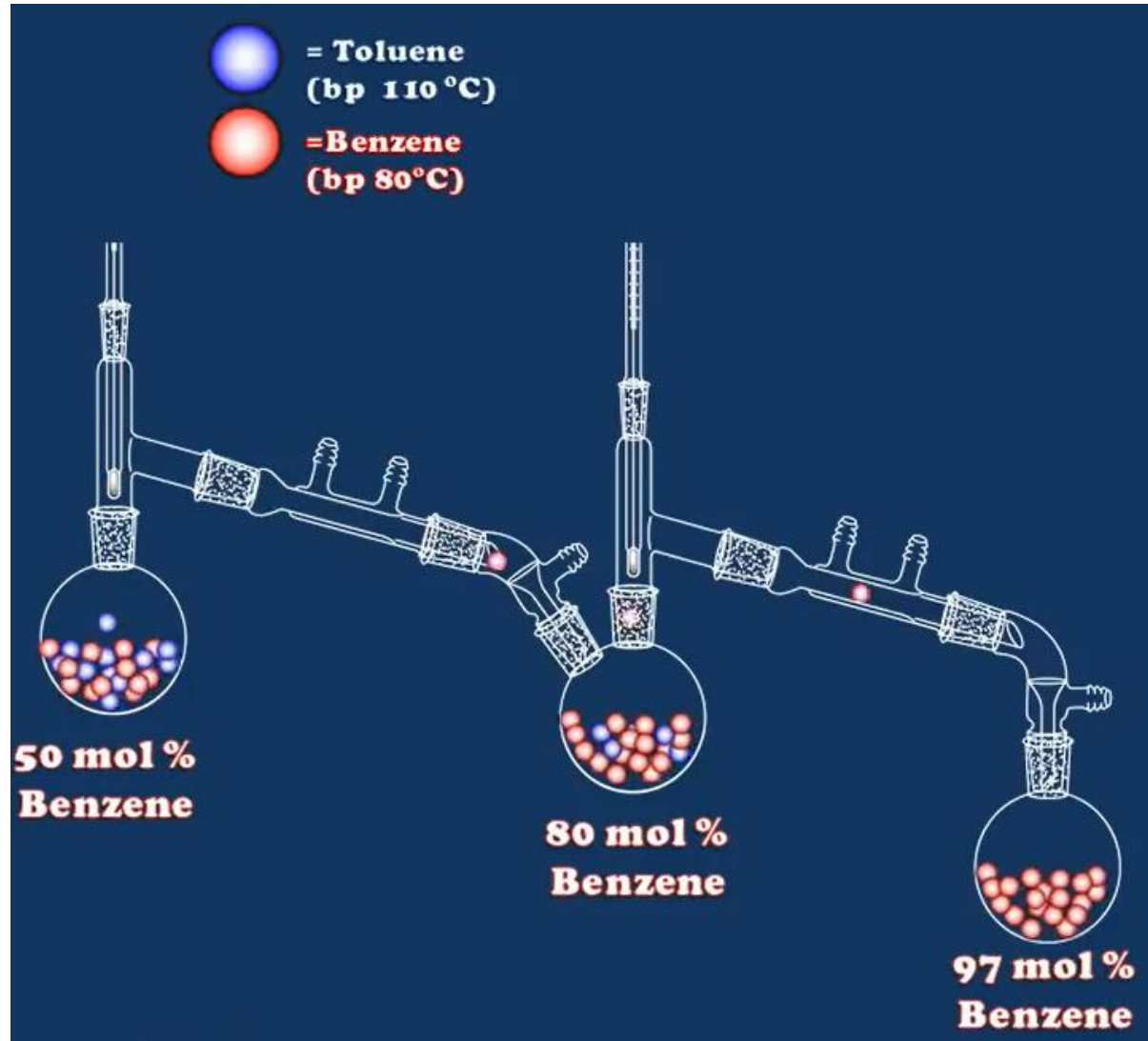
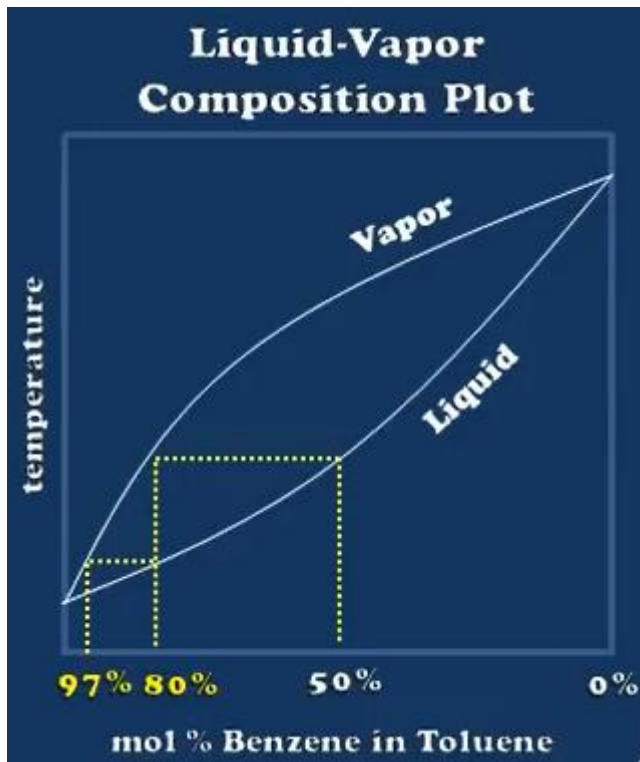


# The Liquid-Vapor Composition Plot





# هل يمكن عن طريق التقطير البسيط الحصول على سائل نقي؟



التقطير التجزيئي

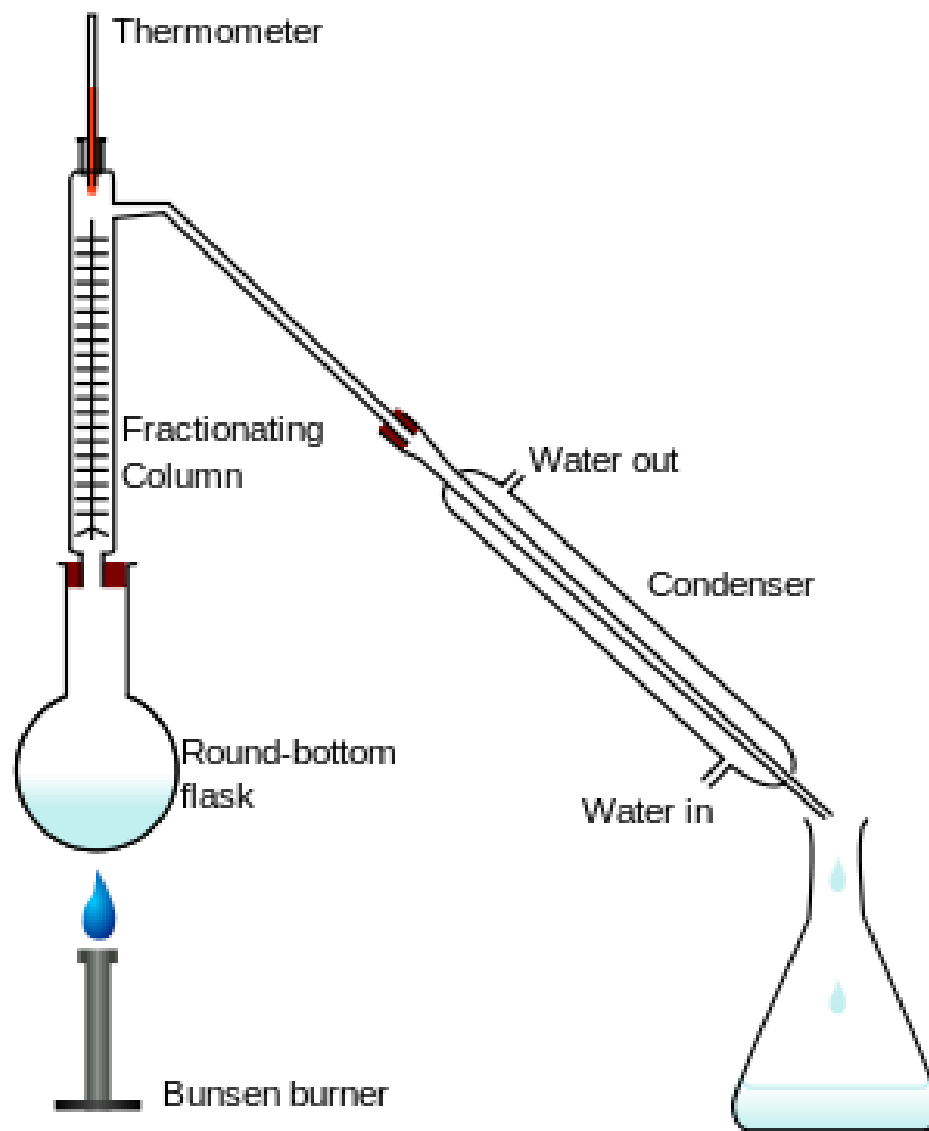
**Fractional Distillation**



# التقطير التجزيئي Fractional Distillation

❖ يستخدم التقطير التجزيئي لفصل أجزاء مخلوط مكون من عدة مكونات سائلة تختلف درجة غليانها عن بعضها البعض.

❖ تجري العملية بتسخين المخلوط وإستقبال الجزء المقطّر عند أقل درجة حرارة في قارورة، ثم تُستبدل القارورة بقارورة فارغة. ويكون اختيار وقت تغيير القارورة عندما تبدأ درجة حرارة المخلوط في الارتفاع مرة ثانية. فتتلقى القارورة الثانية المادة التالية التي تتميز بدرجة غليان أعلى قليلا عن درجة غليان المركب الذي سبقه في التقطير، وهكذا حتي الإنتهاء من فصل كل مكونات المخلوط.



# أنواع التقطير

التقطير التجزيئي :

## Fractional Distillation

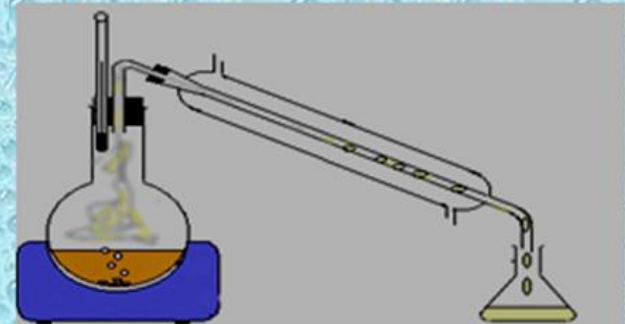
يستخدم للفصل بين مادتين أو أكثر تختلف في درجة الغليان ، و التقطير التجزيئي هو تكرار الغليان و التكثيف وهو يعتبر أكثر دقة في الفصل من التقطير البسيط ويستخدم بكثرة في الصناعة كما يستخدم في تقطير البترول للحصول على المنتجات المختلفة منه



التقطير البسيط

## Simple Distillation

يستخدم للحصول على سائل زائب في محلول ، مثل تقطير الكحول من الماء ، و يشترط في ذلك اختلاف درجات غليان السوائل المراد فصلها فدرجة غليان الكحول أقل من درجة غليان الماء



التقطير تحت ضغط منخفض

**Vacuum Distillation**

# التقطير تحت ضغط منخفض

## Vacuum Distillation

□ هو نوع من التقطير يفرغ فيه الهواء الموجود فوق المخلوط السائل في القارورة إلى ضغط يقل عن ضغط البخار مما يسمح بتبخر معظم المكونات الطيارة.

□ العملية تتم تحت ضغط أقل من 1 ضغط جوي.

# التقطير تحت ضغط منخفض

## Vacuum Distillation

❖ من الأنسب تقطير السوائل عند الضغط الجوي (760 تور)، لكن المركبات التي لها أوزان جزيئية عالية أو مجموعات وظيفية عديدة تتحلل أو تتأكسد أو تخضع لإعادة الترتيب الجزيئي في درجات حرارة أقل نقاط الغليان في الغلاف الجوي.

# التقطير تحت ضغط منخفض

## Vacuum Distillation

❖ يستخدم هذا النوع من التقطير في حالة المركبات التي لها حساسية للحراره (أي تتكسر عند درجة الغليان).

❖ كما يُستخدم في حالة المركبات التي لها درجة غليان أعلى من 200 م° مثل الجلسرين (290 م°)

# مصادر خفض الضغط



## شَفَّاط مائي Aspirator

- يعتمد علي الضغط البخاري للماء (الذي يعتمد علي درجة الحرارة)
- يعتمد علي كفاءة ضغط الماء
- رخيص --- يجب إستخدام مصيدة بين مصدر الماء وجهاز التقطير



## مصادر خفض الضغط

مضخة تفريغ الهواء (كهربائية)

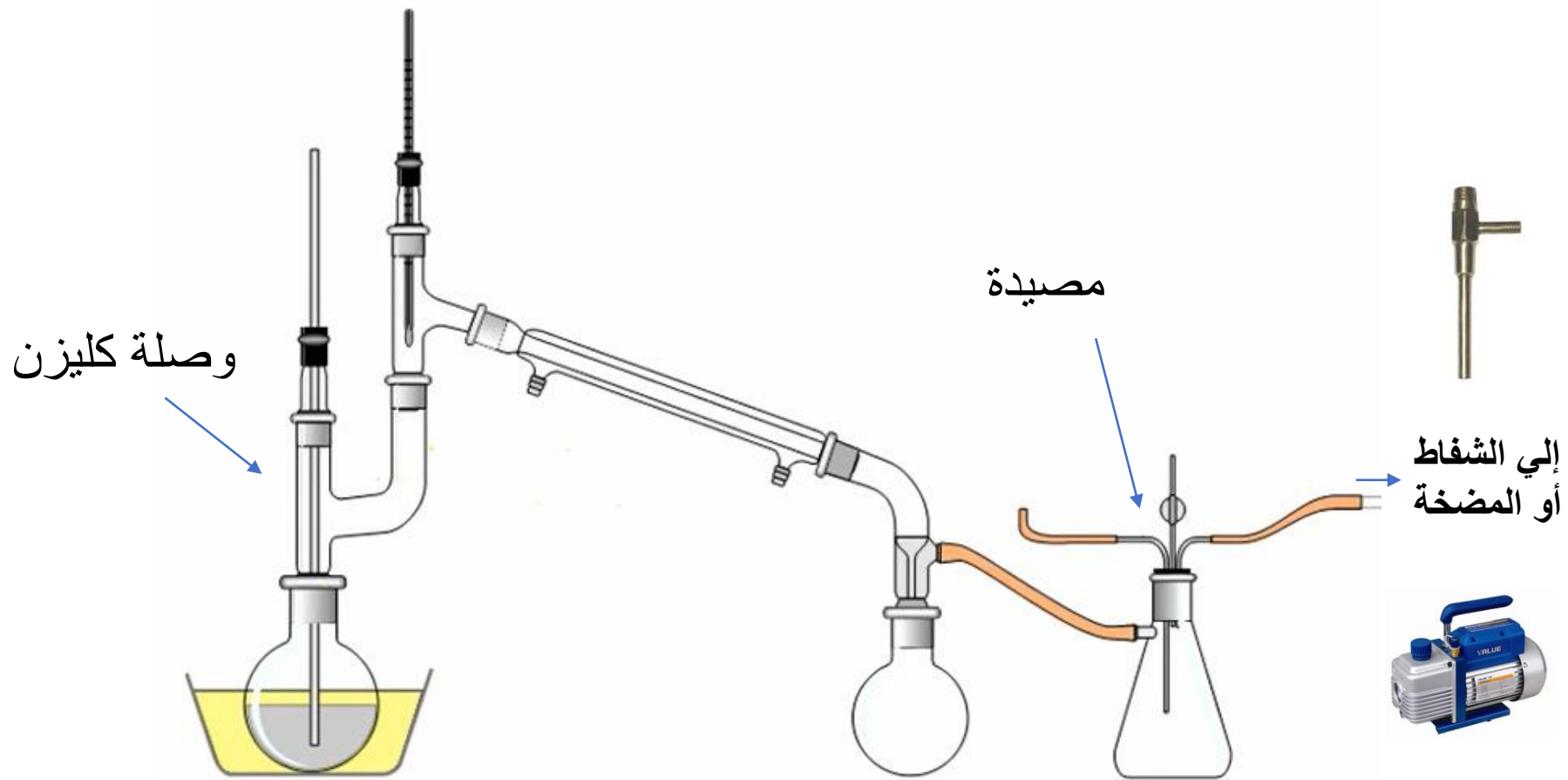
Vacuum pump



- يعتمد الضغط هنا علي قوة المضخة، حيث أنه يصل إلي أقل من 1 ضغط جوي.

- غالي السعر وخطر لكن ذات كفاءة عالية

# جهاز التقطير تحت ضغط منخفض

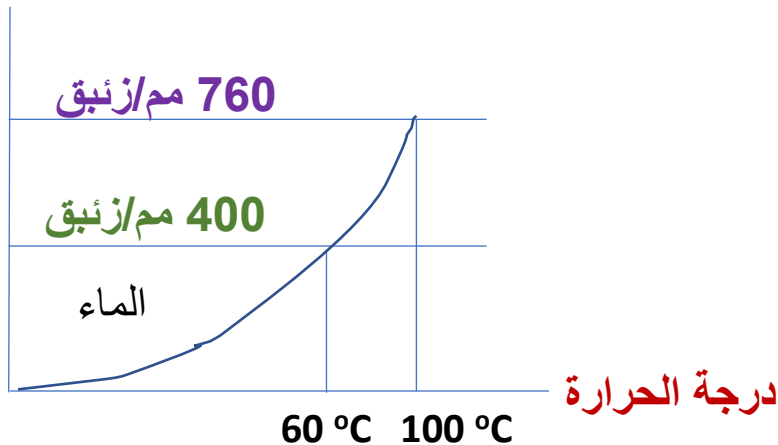


# لماذا تقل درجة الغليان باستخدام مضخة تفريغ الهواء؟

❖ يغلي السائل عندما يتساوي ضغطه البخاري مع الضغط الجوي

❖ تعمل المضخة علي تقليل الضغط الجوي (الخارجي) وبالتالي يقل الضغط البخاري و عليه تقل درجة الغليان.

الضغط الجوي



# صح أم خطأ؟

- 1- يعتبر التقطير عملية تنقية تعتمد على اختلاف ذوبانية المركبات العضوية الصلبة في مذيبات متعددة
- 2- التسامي هي عملية تبخير المادة السائلة بالحرارة وتكثيفها دون المرور بالحالة الصلبة
- 3- الضغط البخاري للسوائل الممتزجة يتناسب عكسياً مع الكسر المولي لها.

يعرف هذا القانون بقانون .....

$$P_{\text{total}} = P_{\text{vap}(a)} + P_{\text{vap}(b)}$$

التقطير البخاري

**Steam Distillation**

# التقطير البخاري

تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في المختبرات الكيميائية وتعتمد على حقيقة أن هنالك عدة مركبات لها درجات غليان أعلى من درجة غليان الماء تكون طيارة وتتصاعد مع الماء (Volatile) في الحالة البخارية بمعدل يتناسب طردياً مع الضغوط البخارية لها وبالتالي تتكاثف مع البخار في عمود التكثيف.

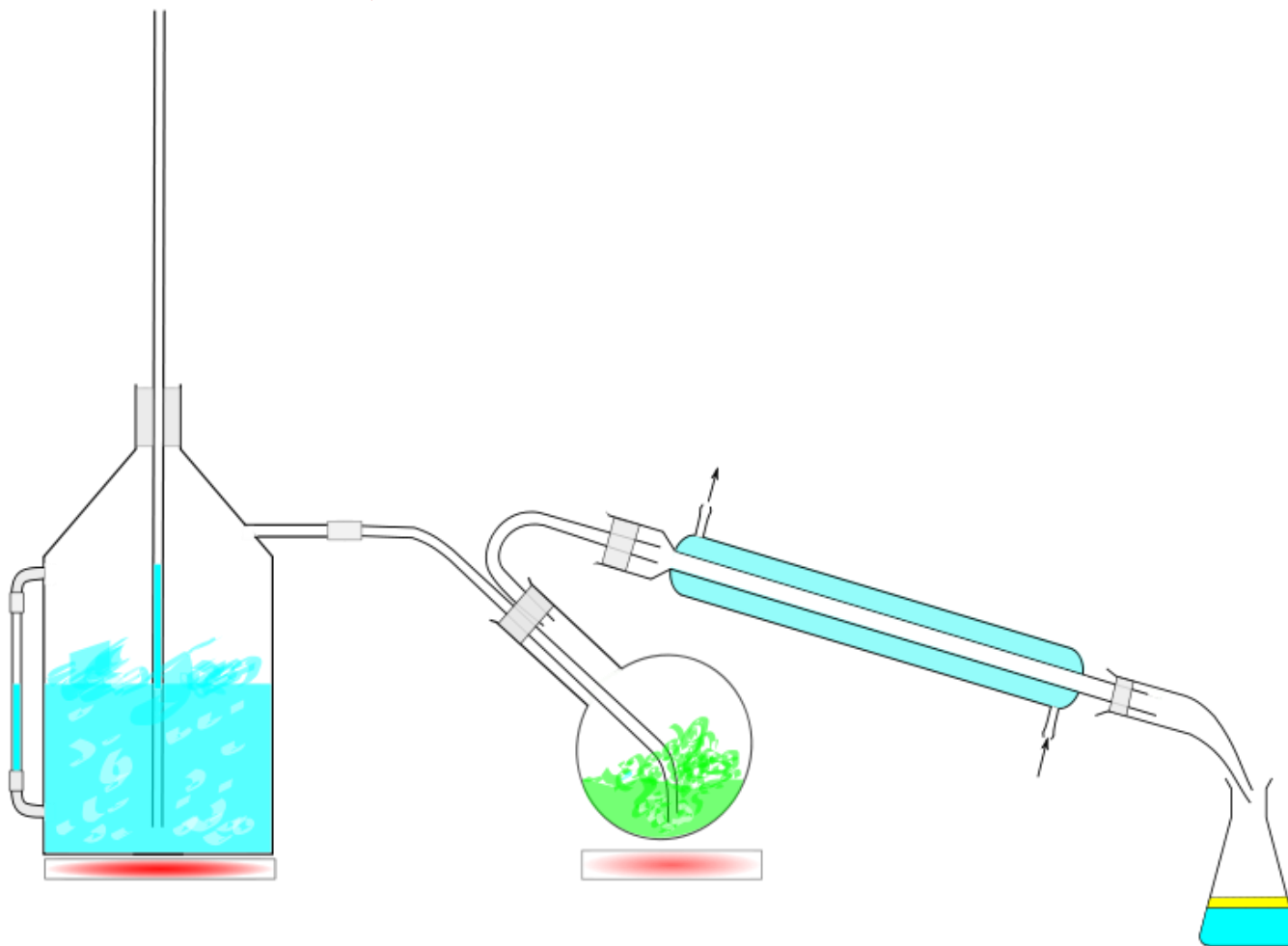
# لنجاح عملية التقطير البخاري لمركب ما يجب أن تتوافر فيه الشروط الآتية:

1- لا يمتزج بالماء

2- لا يتحلل حرارياً عند تسخينه لفترة عند نقطة غليان الماء

3- ألا يكون له ضغط بخاري قليل.

# جهاز التقطير البخاري





# تنقية الأنيلين عن طريق التقطير البخاري



## التقطير البخاري

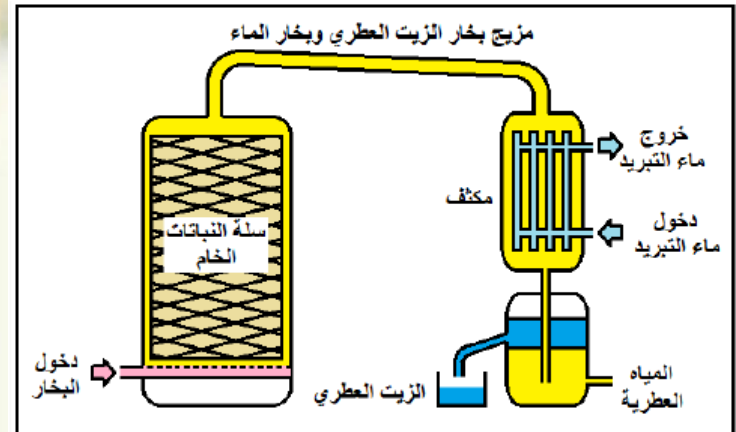
تستخدم هذه الطريقة في **تنقية الزيوت العطرية** من مصادرها الطبيعية المختلفة، وذلك لتكلفتها البسيطة حيث أنها تحتاج إلى ماء ومصدر للحرارة فقط.

**زيت الليمونين من قشر البرتقال والليمون - زيت الافندر -  
زيت الورد - ..... الخ**

# Essential oil distillation extracting equipment

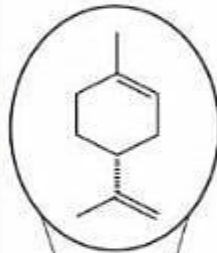
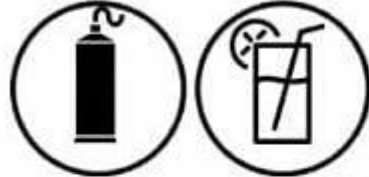
Easy operation  
One people can operate this machine easily.

IN THE HOLY PLACE, WAITING FOR GODD IN THE HOLY PLACE, WAITING FOR GODD IN THE HOLY PLACE, WAITING FOR GODD IN THE HOLY PLACE, WAITING FOR GODD



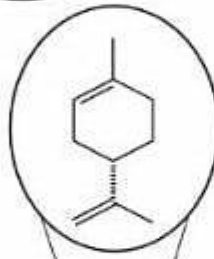


# ليمونين limonene



البرتقال

(R)-limonene



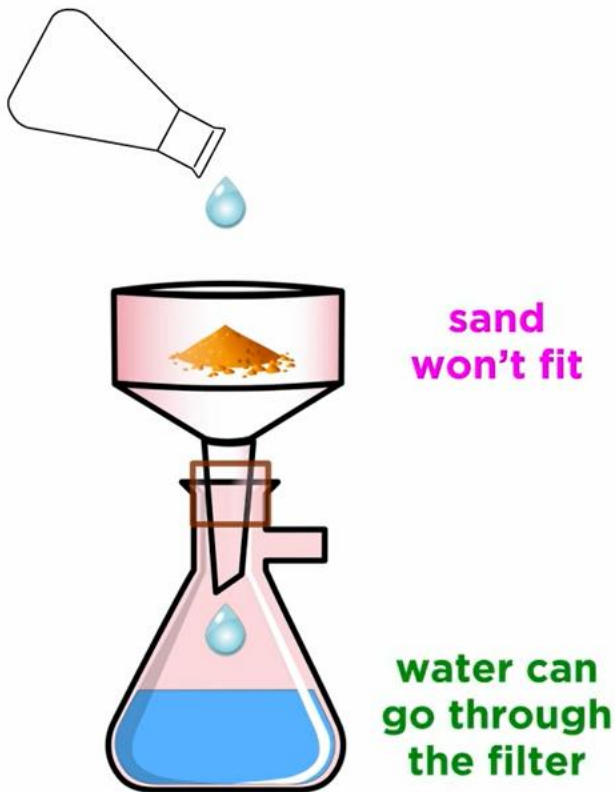
الليمون

(S)-limonene

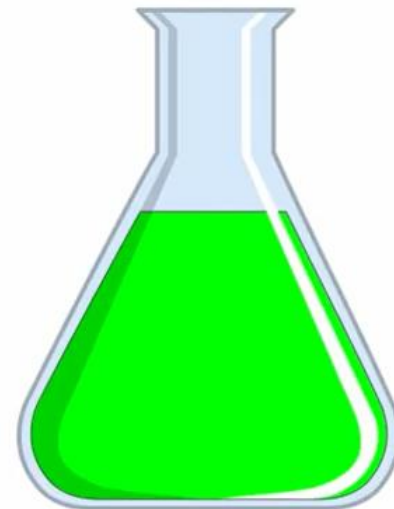
الليمونين مركب تربيني يتواجد طبيعياً في الفواكه الحمضية كالليمون والبرتقال هذا المركب له متماكيان ضوئيان هما إس-ليمونين هو المذاق المميز لليمون ، و آر-ليمونين وهو المذاق الخاص بالبرتقال. يمكن أستخلاص الليمونين من قشور الليمون أو البرتقال بأستخدام التقطير البخاري يستعمل الليمونين كمنكهة في الأطعمة و في منتجات التجميل وفي صناعة معطرات الجو وغيرها.....

# الإستخلاص التفاضلي

water and sand can be separated by **filtration**

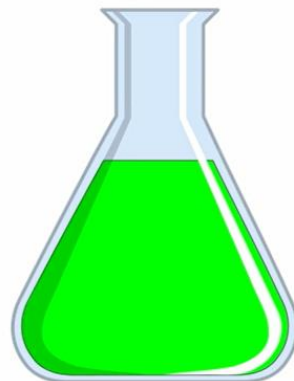


What about mixtures of only small molecules?



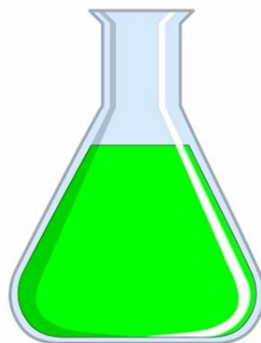
we will rely on  
**solubility** and  
**reactivity**

**Physical properties**

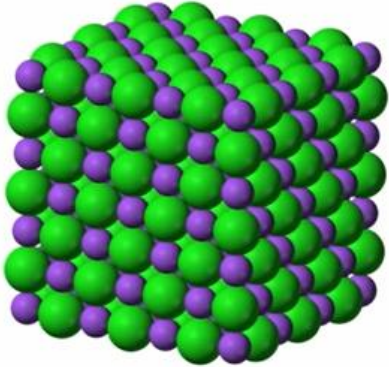


**Chemical properties**

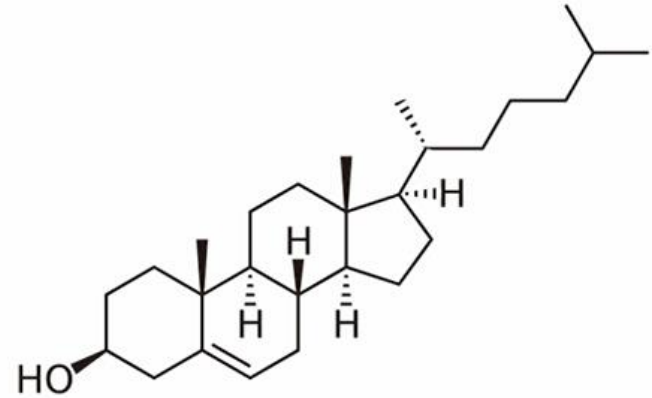
**A Technik to use this is called  
extraction**



**sodium chloride**



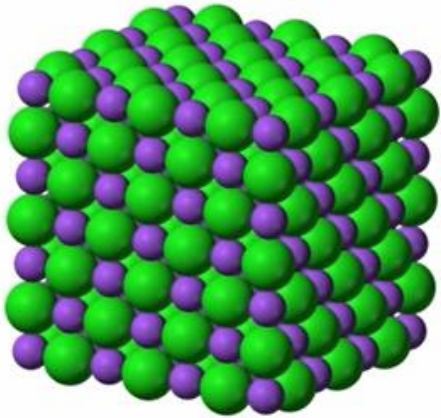
**cholesterol**



**mixture**

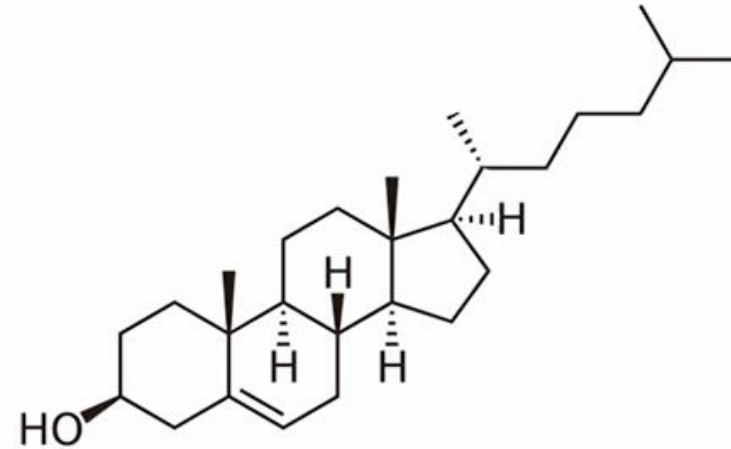


# sodium chloride



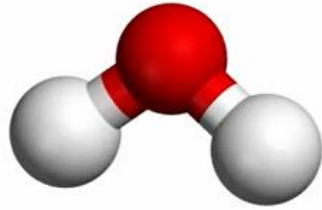
**ionic compound**  
**water soluble**

# cholesterol

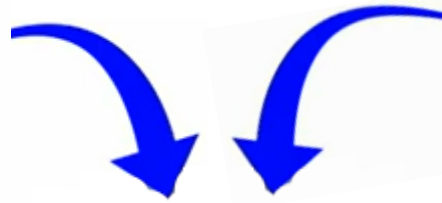
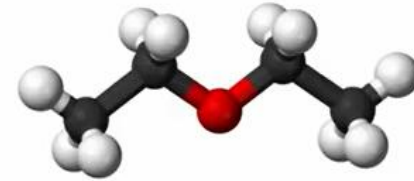


**steroid (lipid)**  
**water insoluble**  
**ether soluble**

**water**



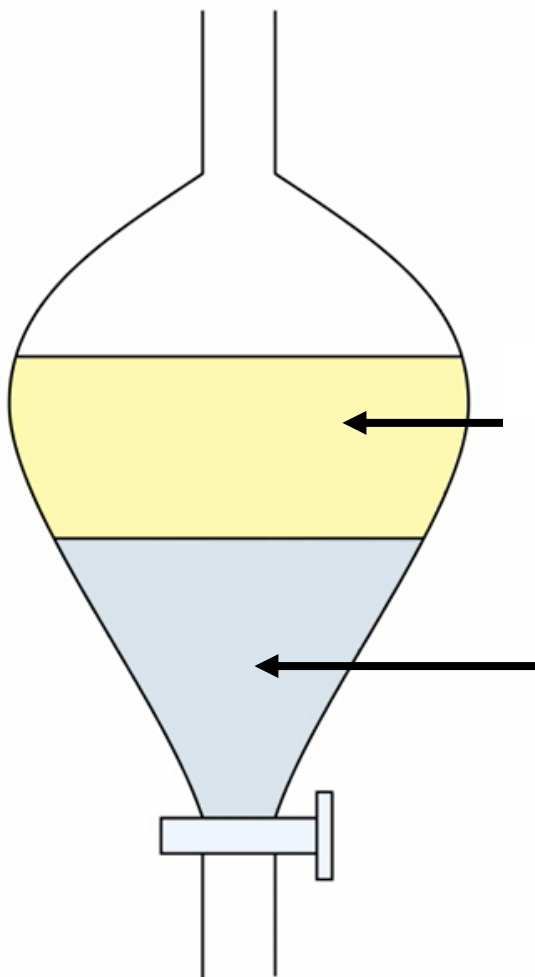
**ether**



# separatory funnel

the solvents  
are **immiscible**

↓  
increasing  
density



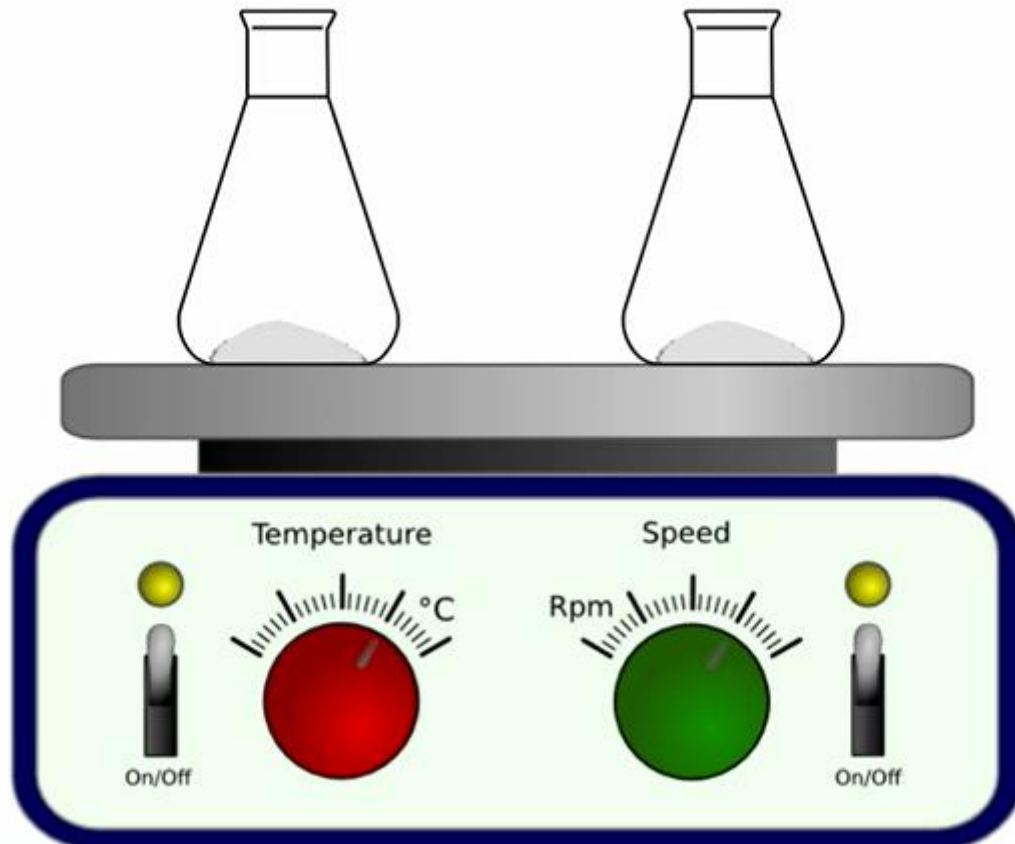
**organic layer**  
(ether + cholesterol)

**aqueous layer**  
(water + NaCl)

# evaporate the solvents

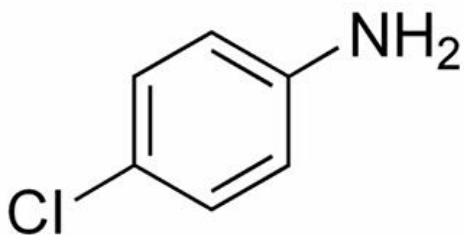
sodium  
chloride

cholesterol

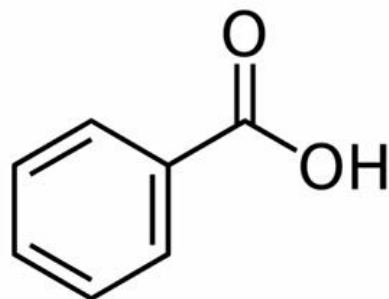


كيف يمكنك فصل مخلوط مكون من المواد التاليه:

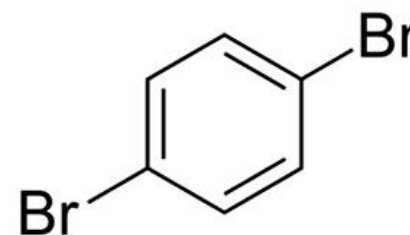
**4-chloroaniline**



**benzoic acid**



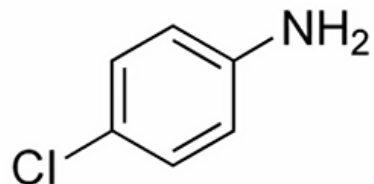
**1,4-dibromobenzene**



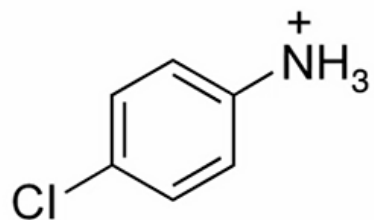
these compounds have **similar solubilities**



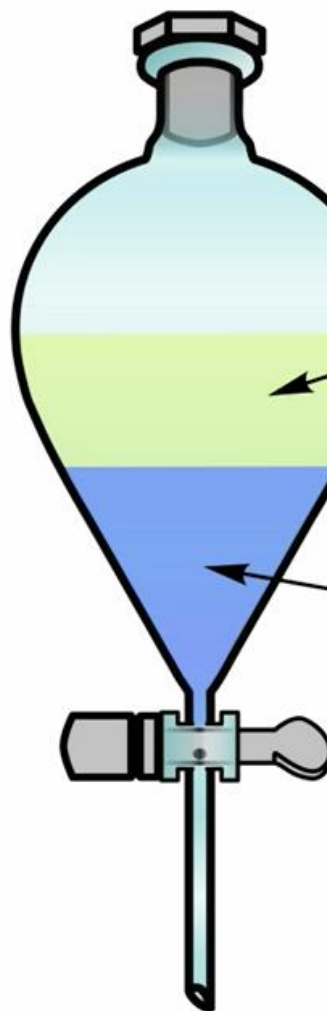
## 4-chloroaniline



**HCl**



this compound is  
now **water soluble**  
(ion-dipole interactions)



طبقة عضوية

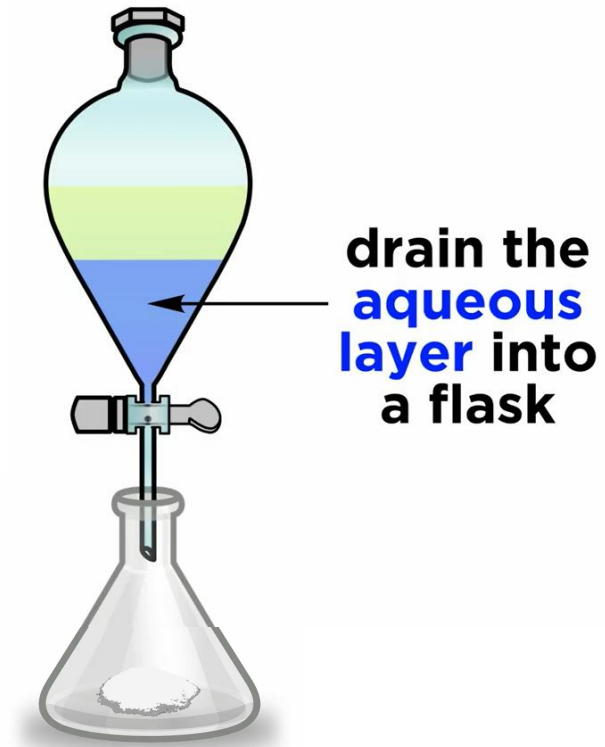
**organic layer**

ether  
benzoic acid  
1,4-dibromobenzene

طبقة مائية

**aqueous layer**

water  
4-chloroaniline salt



كرر هذا 3 مرات

هل تستطيع تكملة باقي  
المخلوط ؟



# الكروماتوجرافي

# Chromatography

# نبذة تاريخية

Mikhail Tswett

Russian Botanist



❖ إستخدم الكروماتوجرافي في فصل أصباغ النباتات

Chroma means “color” and  
graphein means to “write”

# الأهمية

❖ الكروماتوجرافيا لها تطبيقات في كل مجالات العلوم

(الكيمياء – الفيزياء – البيولوجي)

❖ 12 جائزة نوبل تم منحها بين 1937-1972 في

أعمال كانت تلعب الكروماتوجراف فيها دور هام

للغاية



# الكروماتوجرافي

❖ هي عملية فصل فيزيائية حيث تتوزع فيها المكونات المراد فصلها بين طورين، أحدهما يُسمى **الطور الثابت** والآخر يُسمى **الطور المتحرك**

❖ عملية الكروماتوجرافي تتم بسبب إختلاف معامل التوزيع لكل مكون من مكونات المخلوط.

# الكروماتوجرافي

هي طريقة تُستخدم لفصل ومعرفة مكونات المخلوط

حيث تسمح لمكونات المخلوط بالانتشار بين الطور الثابت

والمتحرك

❖ المكونات (المركبات) التي تقضي وقت أطول في الطور

المتحرك تُحمل أسرع والعكس صحيح

# تقسيم الكروماتوجرافي

## Classification of Chromatography

### طبقا للطور المتحرك

1- Liquid chromatography: mobile phase is a liquid, (**LLC, LSC**). طور متحرك سائل

2- Gas chromatography : mobile phase is a gas, (**GSC, GLC**). طور متحرك غاز

# تقسيم الكروماتوجرافي

## Classification of Chromatography

### طبقة لتعبئة الطور الثابت

**1- Thin layer chromatography (TLC)** : كروماتوجراف الطبقة الرقيقة : the stationary phase is a thin layer supported on glass, plastic or aluminium plates. الطور الثابت عبارة عن طبقة رقيقة من السيليكا جل مثبتة علي شريحة زجاجية، بلاستيك أو ألومنيوم.

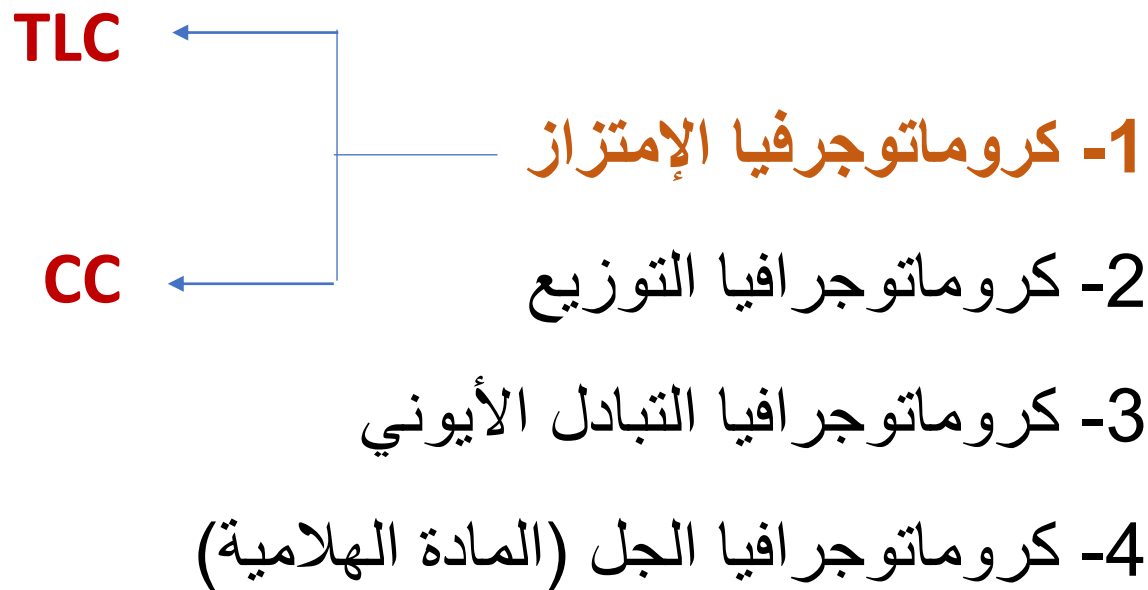
**2- Paper chromatography (PC)** : كروماتوجراف الورق : the stationary phase is a thin film of liquid supported on an inert support.

**3- Column chromatography (CC)** : كروماتوجراف العمود : stationary phase is packed in a glass column. الطور الثابت عبارة عن سيليكا جل معبئة في عمود زجاجي.

# تقسيم الكروماتوجرافي

## Classification of Chromatography

طبقا لقوة الفصل:





# Thin Layer Chromatography (TLC)

كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة

# Thin Layer Chromatography (TLC)

هي طريقة لمعرفة وإختبار نقاوة المركبات

Is a method for identifying substances and testing the purity of compounds.

❖ TLC is a useful technique because it is relatively quick and requires small quantities of material.

❖ طريقة مفيدة لأنها سريعة وتحتاج إلي كميات صغيرة جدا من

المادة.

# Thin Layer Chromatography (TLC)

تعتمد عملية الفصل في TLC علي توزيع مخلوط مكون من مادتين أو أكثر بين الطور الثابت والطور المتحرك.

Separations in TLC involve distributing a mixture of two or more substances between a stationary phase and a mobile phase.

➤ الطور الثابت غالبا يكون عبارة عن شريحة زجاجية أو بلاستيكية مغطاه بسيليكا جل (G or F) او ألومينا.

➤ The stationary phase: is a thin layer of adsorbent (usually **silica gel (G or F) or alumina**) coated on a plate.

➤ الطور المتحرك يكون عباره عن سائل يتحرك علي الطور الثابت حاملا معه المواد المكونه للمخلوط.

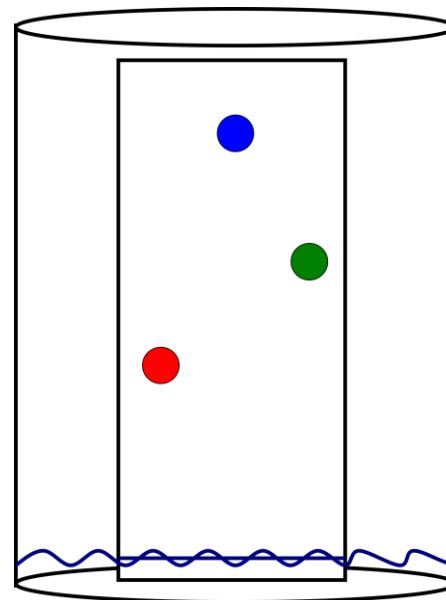
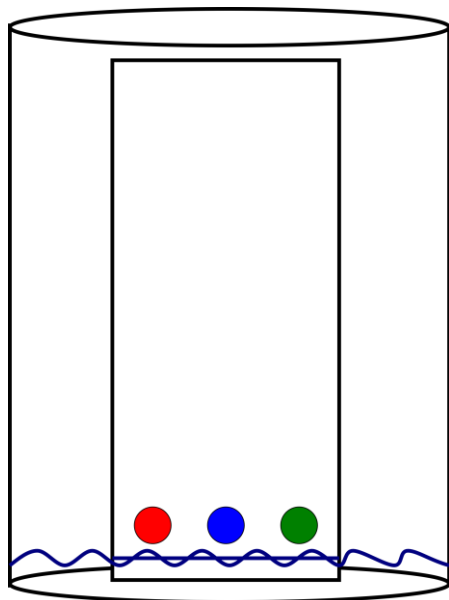
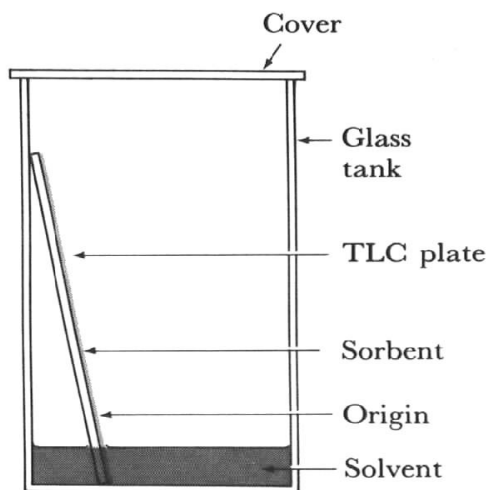
➤ The mobile phase: is a **developing liquid** which travels up the stationary phase, carrying the samples with it.

# Thin Layer Chromatography (TLC)

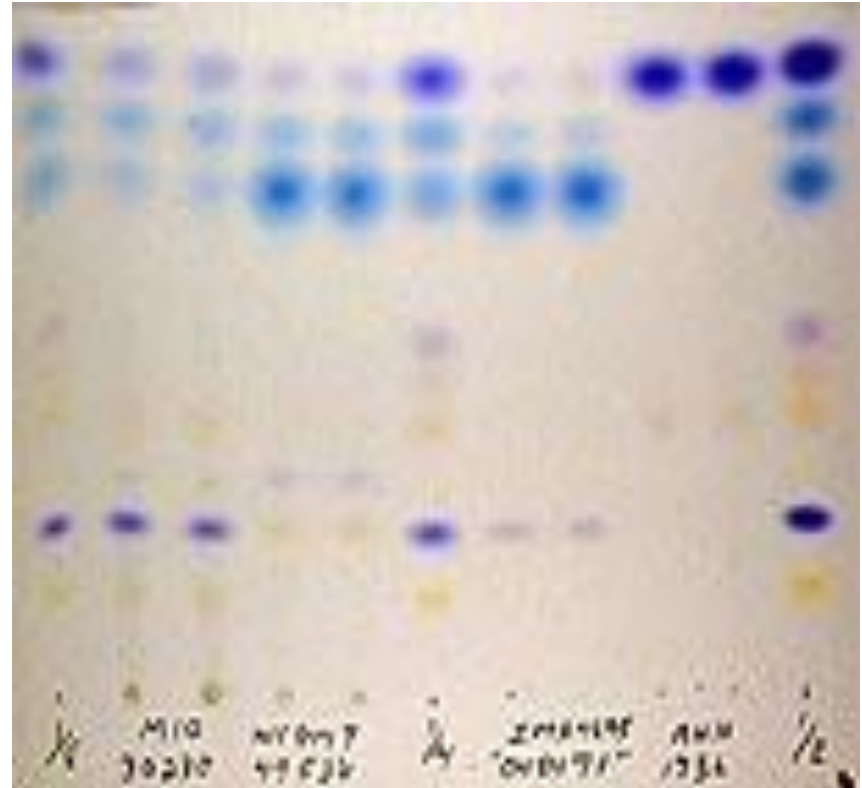
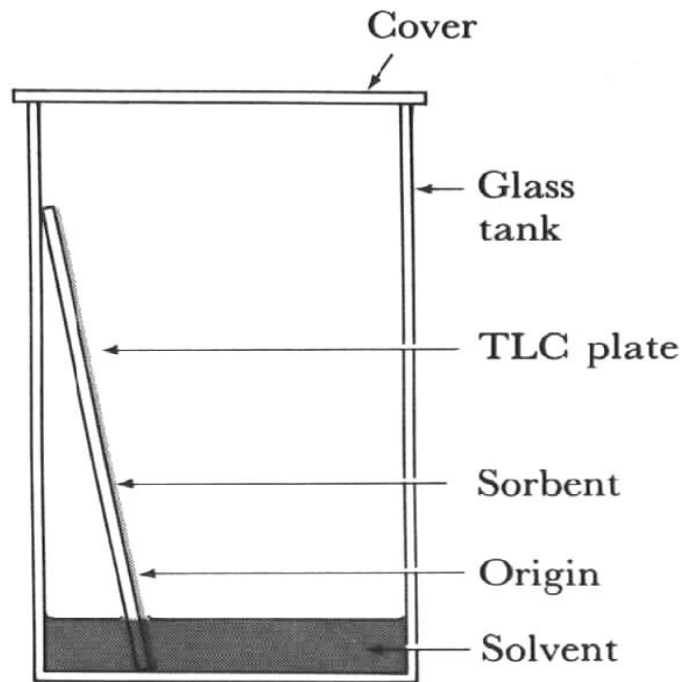
Components of the samples will separate on the stationary phase according to

how much they adsorb on the stationary phase **versus** how much they dissolve in the mobile phase.

# Thin Layer Chromatography (TLC)



# Thin Layer Chromatography (TLC)



# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

هذه الخطوات عملية سيتم شرحها بالتفصيل في المحاضرة وكذلك في المعمل

### Step 1: Preparing the Chamber

- To a jar add enough of the appropriate developing liquid so that it is 0.5 to 1 cm deep in the bottom of the jar.
- Close the jar tightly, and let it stand for about 10 minutes so that the atmosphere in the jar becomes saturated with solvent.

# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

### Step 2: Preparing the stationary phase

#### A) Prepare the TLC plate:

##### Mix:

Adsorbent

Small amount of an inert binder ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ )

Water (solvent)

Spread a thin layer (no more than a few mm) of the mixture on plate

After the plate is dried, it is activated by heating in an oven for approximately 30 minutes at  $110^\circ\text{C}$



# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

### Step 2: Preparing the stationary phase

#### A) Prepare the TLC plate:

TLC plates are also commercially prepared and can be purchased ready for use.



B) Draw a line of origin approximately 0.5 cm from the bottom of the filter paper.

C) Indicate where each sample will be added.



# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

### Step 3: Spotting the samples

➤ If the sample isn't in solution, dissolve it in an appropriate solvent.



➤ Spot a small amount of sample onto the plate. Make sure the sample spot is dry before continuing.

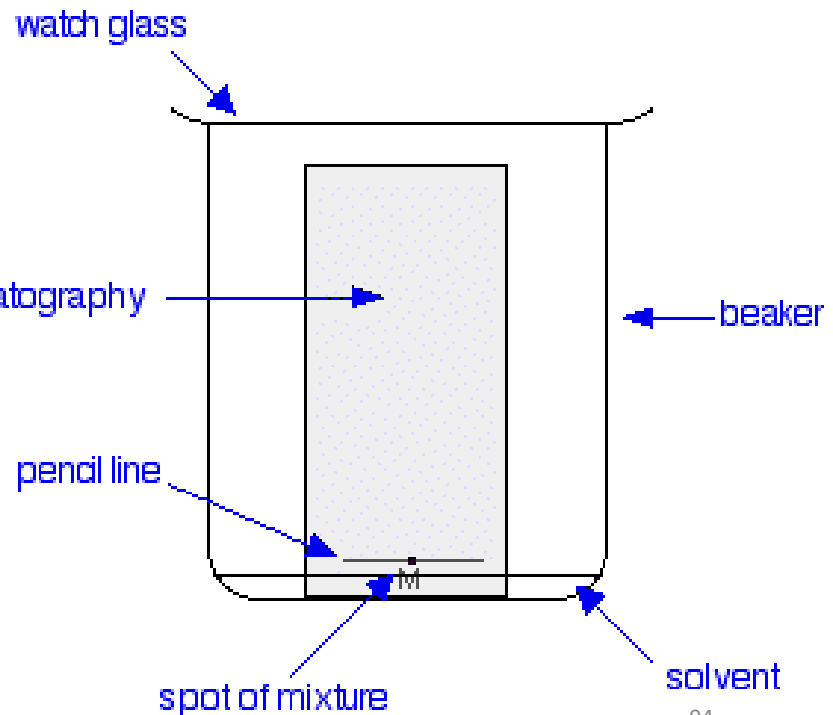


# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

### Step 4: Developing the chromatograms

- When the sample spot has dried, the TLC plate is placed into the chamber containing the solvent.
- It is important that the sample spot is above the level of the solvent.



# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

## Applying the TLC

### Step 4: Developing the chromatograms

- Allow the solvent to rise until it almost reaches the top of the plate.
- Remove the plate from the chamber and mark the position of the solvent and front before it can evaporate.
- If the sample spots are visible, mark their positions.

# كيفية تطبيق كروماتوجراف الطبقة الرقيقة

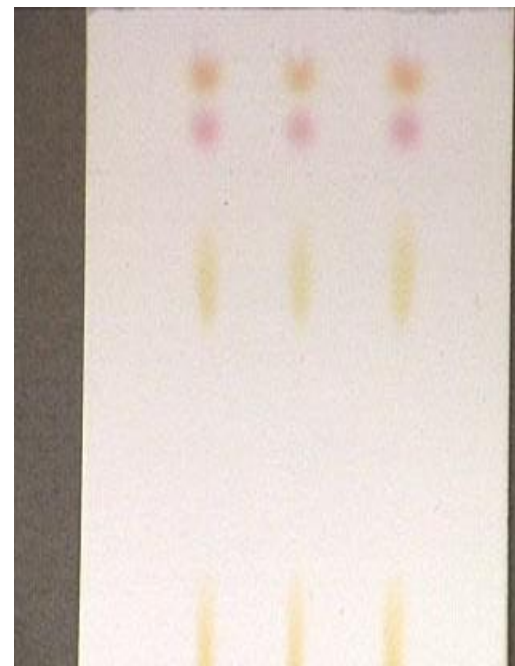
## Applying the TLC

### Step 5: Identify the spots and interpret the data

If the spots can be seen, outline them with a pencil.

If no spots are obvious, the most common visualization technique is to hold the plate under a UV lamp.

Many organic compounds can be seen using this technique, and many commercially made plates often contain a substance which aids in the visualization of compounds.



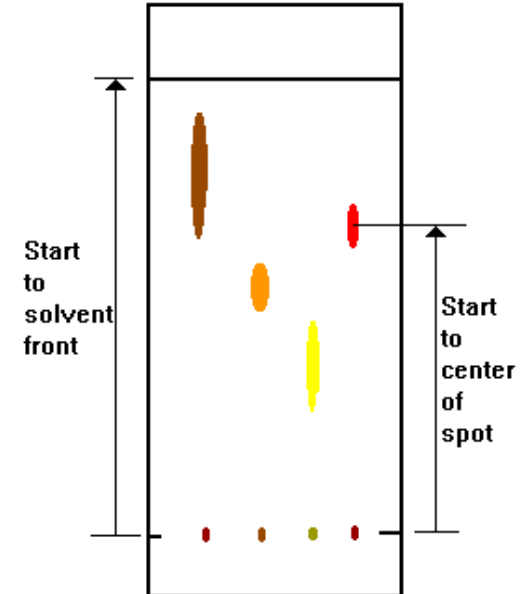
# تفسير البيانات

## Interpreting the Data

The  $R_f$  (retention factor- عامل الإعاقة) value for each spot should be calculated.

It is characteristic for any given compound on the same stationary phase using the same mobile phase for development of the plates.

$$R_f = \frac{\text{المسافة التي يقطعها المركب}}{\text{المسافة التي يقطعها المذيب}}$$



## قيمة Rf قيمة نسبية قد تتأثر بعدة عوامل أهمها :

❖ المميزات المستخدمة

❖ نظام المذيبات المستخدم

❖ درجة حرارة

❖ سماكة الطبقة الممتصة

❖ كمية مادة العينة التي تم رصدها

قد يكون من الصعب الحفاظ على كل هذه المتغيرات ثابتة من تجربة إلى أخرى.

❖ إذا كانت هناك مادتان لهما نفس قيمة Rf، فقد يكونان نفس المركب وقد لا يكونان.

❖ إذا كانت مادتان لهما قيم Rf مختلفة، فهما بالتأكيد ليسا نفس المركب.

# TLC Applications

## التطبيقات

- ✓ يمكن استخدامه لتحديد عدد المكونات في المخلوط.
- ✓ يمكن استخدامه للتعرف على وجود مركبات معينة / مركبات غير معروفة.
- ✓ يمكن استخدامه لمراقبة تقدم التفاعل. سيُظهر ما إذا كان أي من المتفاعلات قد اختفى، وما إذا ظهر أي منتج، وعدد المنتجات الموجودة.
- ✓ غالبا ما تستخدم لمراقبة التفاعلات العضوية.
- ✓ تُستخدم لتحديد الظروف المثالية للاستخدام في كروماتوغرافيا العمود. على سبيل المثال: أي نظام مذيب يجب استخدامه.
- ✓ كما أنها تستخدم لرصد كروماتوغرافيا العمود.
- ✓ تستخدم لتحديد نقاء العينة.



# Advantages of TLC

- ✓ Low cost
  - ✓ Short analysis time
  - ✓ Ease of sample preparation
  - ✓ All spots can be visualized
  - ✓ Uses small quantities of solvents
- ✓ منخفض التكلفة
  - ✓ وقت التحليل القصير
  - ✓ سهولة تحضير العينة
  - ✓ يمكن تصور كل البقع
  - ✓ يستخدم بكميات قليلة من المذيبات

## References:

**Purification of Laboratory Chemicals text book** , Sixth Edition • 2009, Wilfred L.F. Armarego and Christina Li Lin Chai, DOI:<https://doi.org/10.1016/C2009-0-26589-5>

Stock & Rice chromatographic methods, third edition, by John Willy & Sons, Inc 1994

A.I. Vogel, *Textbook of Quantitative chemical Analysis*, fifth edition, Longman, London 1975.

طرق الفصل الكيمائي – 252 كيم – تقنية مختبرات كيميائية – المملكة العربية السعودية.