



**اسم المقرر: كيمياء عضوية عديدة النواة**

**كود المقرر: 301 عل ك**

**المقرر من 3 أجزاء**

**1- كيمياء حيوية**

**(ا م د/ حسين تميرك)**

**2- هيدروكربونات أروماتية عديدة النواة**

**(ا م د/ عواطف محمد المغربي)**

**3- الأيض**

**قسم الكيمياء - كلية العلوم**

**للعام الجامعي : 2023\2022**

# بيانات الكتاب

الكلية: التربية

الفرقة: الثالثة تعليم عام

الشعبة: كيمياء

تاريخ النشر: 2023\2022

عدد الصفحات ١٤٧



قسم الكيمياء

# الكيمياء الحيوية

## Biochemistry

تجميع واعداد

د. ابوبكر هريدي حجاب

قسم الكيمياء- كلية العلوم- جامعة جنوب الوادي

تدريس : أ.م.د حسين تميرك

قسم الكيمياء- كلية العلوم- جامعة جنوب الوادي

## المحتويات

رقم الصفحة	العنوان	م
٣	الكربوهيدرات	١
٥	السكريات الأحادية	٢
١٢	الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية	٣
١٤	السكريات الثنائية	٤
١٦	السكريات عديدة التسكر	٥
١٩	الإيمرات و الأنومرات	٦
٢٢	الأحماض الأمينية	٧
٢٤	الروابط البيبتيدية	٨
٢٦	البروتينات	٩
٣٤	الفيتامينات	١٠
٣٧	الأحماض الدهنية	١١
٤١	الانزيمات	١٢
٤٣	تسمية الإنزيمات	١٣

# الكيمياء الحيوية

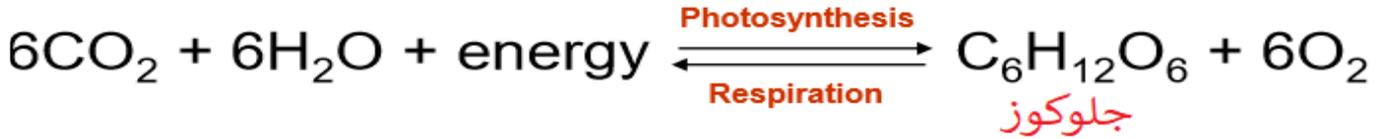
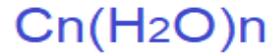
## لطلاب الفرقة الثالثة تربية كيمياء

إسم الطالب:-----

## الكربوهيدرات

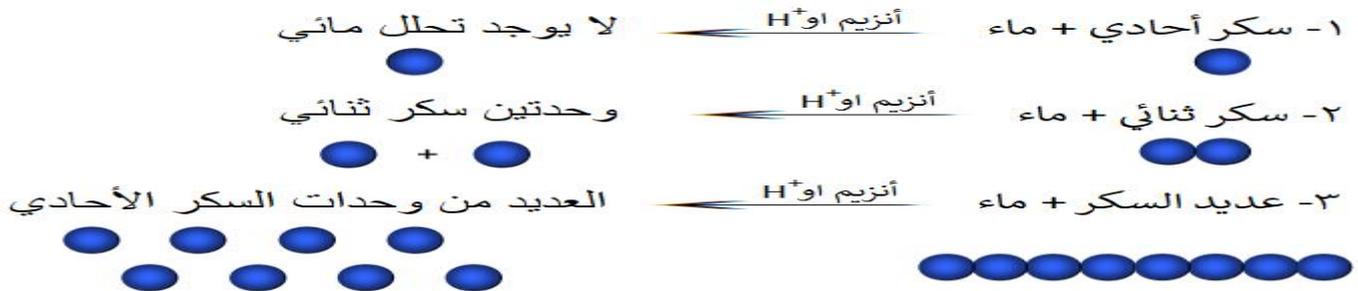
- تُنتج بواسطة عملية البناء الضوئي في النباتات
- المصدر الرئيسي للطاقة من نظامنا الغذائي
- تحتوي علي من العناصر الاتية (O ، H ، C)

- الكربوهيدرات هي الأطعمة التي تتحول إلى جلوكوز بعد هضمها.
- جميع الكربوهيدرات تتحول إلى جلوكوز وترفع مستوى السكر في الدم، ولكن بعضها يفعل ذلك أسرع من البعض الآخر، والتحكم بمستوى سكر الدم أمر هام للتحكم بالوزن والسيطرة على السكري.
- وهذا هو المصدر الرئيسي للطاقة في الجسم، وهو مهم خاصة للدماغ الذي لا يستطيع استخدام مصادر الطاقة الأخرى (مثل الدهون أو البروتينات) بسهولة.



## الكربوهيدرات

- أكثر المركبات العضوية وفرة في الطبيعة (٥٠ ٪ من الكتلة الحيوية للأرض).
- ٣/٤ من وزن النباتات
- ١ ٪ من وزن الحيوانات والبشر
- ٦٥ ٪ من الأطعمة في نظامنا الغذائي



## شروط المركب لكي يكون سكر

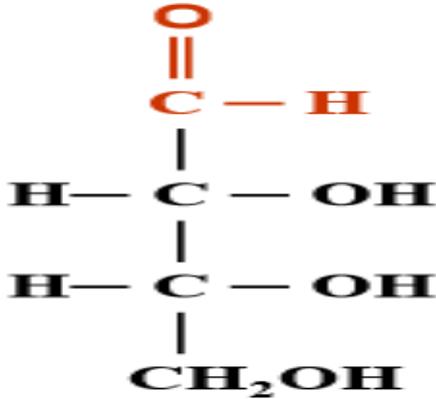
- المركب يحتوي علي ذرة كربون كيرالية.
- المركب يحتوي علي (C , H, O) ونسبة (O:H) = (2:1).
- يحتوي علي مجموعة هيدروكسيل (OH).
- يحتوي علي مجموعة فورميل (الدهيد) او مجموعة كربونيل (كيتون).

## السكريات الأحادية (سكريات بسيطة)

### السكريات الاحادية

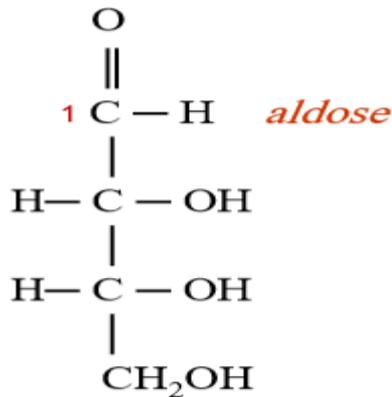
هي الكربوهيدرات التي لا يمكن تقسيمها أو تحللها إلى كربوهيدرات أصغر

### السكريات الاحادية



- أبسط الكربوهيدرات حيث انها لا تتحلل
- 3-9 ذرات كربون
- تحتوي علي مجموعة كربونيل (ألدهيد أو كيتون)
- تحتوي علي عدة مجموعات هيدروكسيل
- صيغتها  $C_n(H_2O)_n$

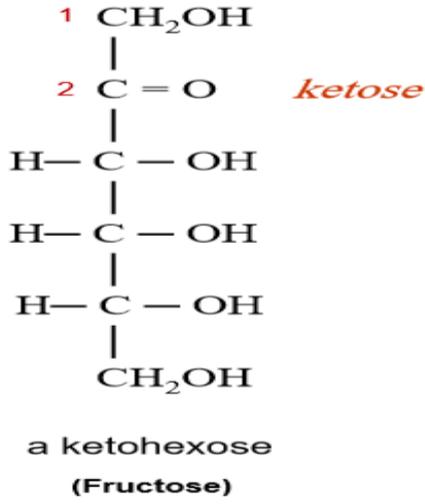
### تسمية السكريات الأحادية - ألدوز



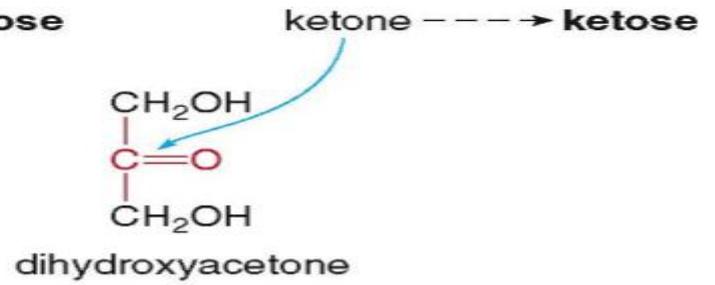
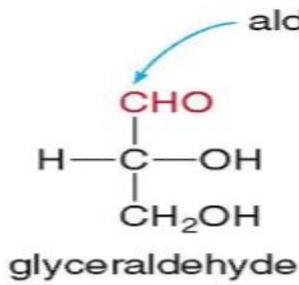
an aldotetrose  
(Erythrose)

- يتكون من مجموعة الفورميل (الألدهيد) CHO والعديد من مجموعات الهيدروكسيل (OH-)
- ثلاثي ( يتكون من 3 ذرات كربون )
- رباعي ( يتكون من 4 ذرات كربون )
- البنتوز ( يتكون من 5 ذرات كربون )
- هيكسوز ( يتكون من 6 ذرات كربون )
- أبسط ألدوز هو جليسرالدهيد

## تسمية السكريات الأحادية - الكيتوز

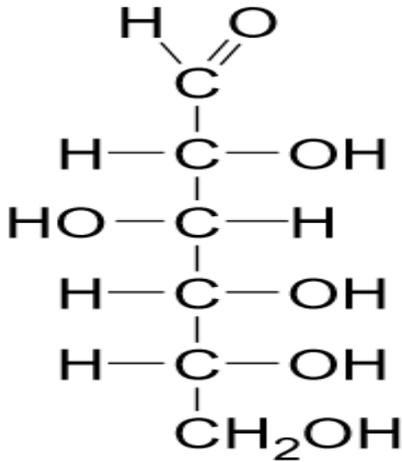


- يتكون من مجموعة الكربونيل CO (الكيتون) والعديد من مجموعات الهيدروكسيل (OH-)
- ثلاثي ( يتكون من ٣ ذرات كربون )
- رباعي ( يتكون من ٤ ذرات كربون )
- البنتوز ( يتكون من ٥ ذرات كربون )
- هيكسوز ( يتكون من ٦ ذرات كربون )
- أبسط الكيتوز هو ثنائي هيدروكسي أسيتون ( ليس سكر )



## بعض السكريات الأحادية المهمة :-

### الجلوكوز ( سكر العنب )

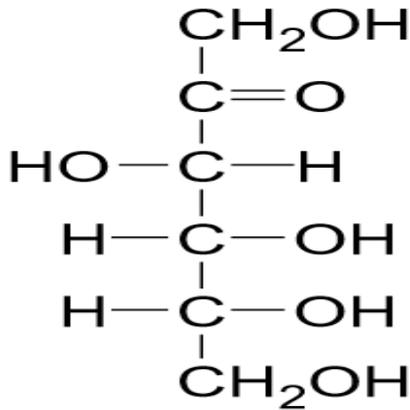


- (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ، الدوهكسوز) - نسبة السكر في الدم
- أكثر السكريات الأحادية وفرة
- يوجد في الفواكه والخضروات وشراب الذرة والعسل
- يوجد في السكريات مثل السكر واللاكتوز والمالتوز
- يصنع السكريات مثل النشا والسليلوز والجليكوجين

## الجلوكوز (سكر العنب)

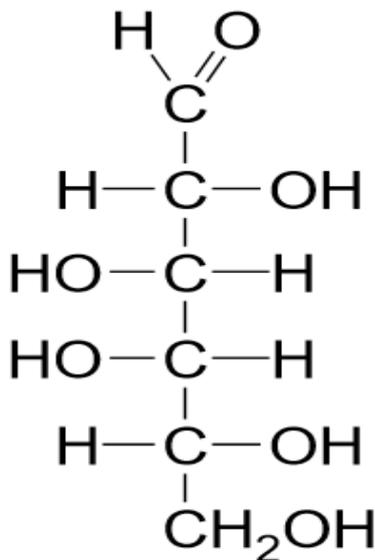
- في الحقيقة إن الكبد هو مخزن السكر في الجسم، وسكر الجلوكوز هو مصدر طاقة مهم للخلايا، ويعمل الكبد على تصنيع وتخزين وتحرير سكر الجلوكوز في الجسم.
- مستويات السكر في الدم الطبيعية هي (٧٠ - ١١٠) ملي / ديسي لتر
- الأنسولين (بروتين ينتج في البنكرياس) ينظم مستويات الجلوكوز في الدم عن طريق تحفيز امتصاص الجلوكوز إلى الأنسجة أو تكوين الجليكوجين
- مرضى السكري ينتجون الأنسولين غير الكافي لتنظيم مستويات السكر في الدم بشكل كاف ، لذلك يجب عليهم مراقبة نظامهم الغذائي / أو حقن الأنسولين يوميًا

## الفركتوز (سكر الفاكهة)



- (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ، كيتوهكسوز) أحلى الكربوهيدرات
- يوجد في عصائر الفاكهة والعسل (سكر الفاكهة)
- في مجرى الدم ، يتم تحويله إلى أيزومر ، جلوكوز
- مرتبط بالجلوكوز في السكروز (سكر ثنائي يعرف باسم سكر الجدول)

## الجالاكتوز



- (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ، الدوهكسوز)
- له هيكل مشابه للجلوكوز باستثناء (-OH) على ذرة الكربون رقم ٤
- موجود في الأغشية الخلوية للمخ والجهاز العصبي
- يمزج مع الجلوكوز في اللاكتوز (ثنائي السكاريد والسكر في الحليب)
- يصنع السكريات مثل النشا والسليلوز والجليكوجين

عند تناول الوجبات فإن الجسم يحصل على الطاقة التي تكفيه من الطعام، ويقوم الكبد بتخزين الزائد من لسكريات، ومنها سكر الغلوكوز على شكل السكر الأكثر تعقيداً وهو الجلايكوجين (Glycogen) تحريره عند الحاجة.

ذ يساعد ارتفاع هرمون الأنسولين أثناء تناول الطعام وانخفاض هرمون الجلوكاجون (Glucagon) في عملية تخزين الغلوكوز في الكبد.

ولكن يبقى السؤال متى يفرز الكبد السكر؟ إن الإجابة تكمن في الحالات الآتية:

- الصيام والامتناع عن تناول الطعام لفترات متقطعة خاصة فترة الليل أو الساعات ما بين الوجبات، ففي هذه الحالات ينخفض مستوى السكر في الدم، وينخفض مستوى الأنسولين، ويصبح الجسم بحاجة شديدة للطاقة والسكريات، وعندها يعمل الكبد على إفراز سكر الغلوكوز ويكون ذلك بعد تحليل الجلايكوجين المعقد.
- انخفاض سكر الغلوكوز بشكل كبير، حيث يلجأ الكبد بالتعاون مع الكلية في تحويل الأحماض الأمينية وفضلات الدهون إلى سكر الغلوكوز لتعويض النقص وتزويد الجسم بالطاقة اللازمة.

كيف يتم تنظيم سكر الدم؟

كما ذكر فإن علاقة تنظيم سكر الغلوكوز في الدم تعتمد بشكل أساسي على هرمون الأنسولين، بحيث في لوضع الطبيعي وعند ارتفاع نسبة سكر الغلوكوز في الدم فإن البنكرياس يقوم بإفراز هرمون الأنسولين يعمل على خفض نسبة سكر الغلوكوز في الدم.

يقوم الأنسولين بخفض سكر الدم عن طريق عدة مهام، ومنها العمل على تحفيز خلايا الجسم المختلفة على استهلاك وتخزين سكر الغلوكوز داخلها، وبالتالي انخفاض نسبته في الدم.

ومن هذه الخلايا خلايا الكبد، بحيث يأمر الأنسولين خلايا الكبد في هذه الحالة بتخزين سكر الغلوكوز لزائد في الدم.

تى يفرز الكبد السكر في حالة مرض السكري؟

تكمّن المشكلة في مرض السكري بانعدام التوازن بين هرمون الإنسولين وخلايا الجسم ومنها خلايا الكبد، بحيث أن البنكرياس يصبح غير قادر على إنتاج الإنسولين أو تصبح خلايا الجسم مقاومة للإنسولين ولا تستجيب له.

ذ عند تناول الطعام يرتفع مستوى سكر الغلوكوز في الدم، ولكن بسبب الإصابة بمرض السكري فإن هرمون الأنسولين لن يعمل بالشكل الصحيح ولن يرتفع فيبقى سكر الغلوكوز بنسبة عالية في الدم.

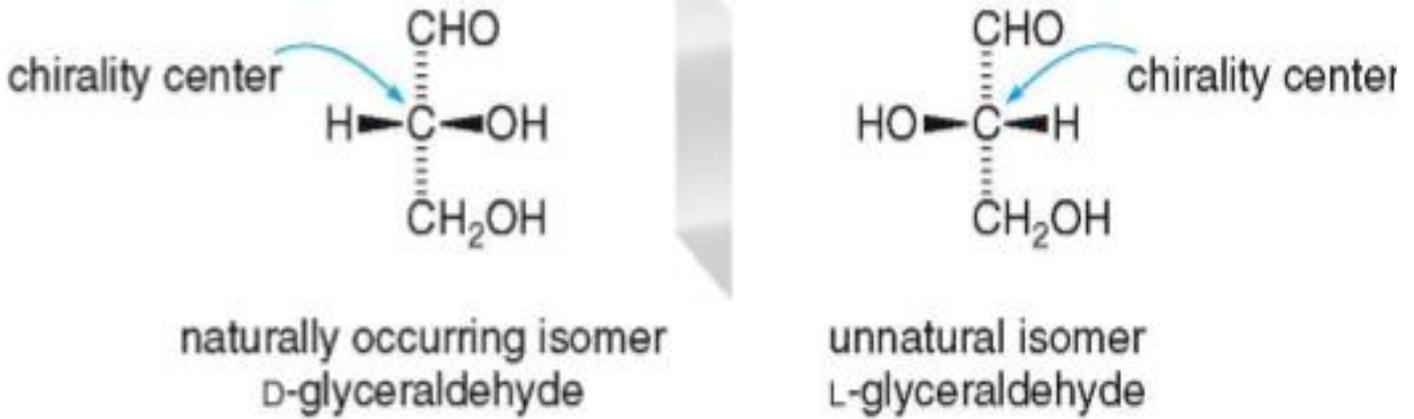
مع تقدم المرض أكثر وانخفاض الإنسولين بشكل ملحوظ فإن خلايا الكبد تبدأ بإفراز سكر الغلوكوز وتحريره مع عدم الحاجة له، فتبدأ مشكلات مرض السكري في حال عدم السيطرة على المرض في وقت باكراً.

يكون العلاج باستخدام الإنسولين المصنوع، أو الحبوب الخافضة لسكر الدم.

## كيرالي

- جميع الكربوهيدرات تحتوي علي واحد او أكثر من مركز كيرالي
- يحتوي جليسرالدهيد وهو أبسط ألدوز على مركز كيرالي واحد وله عدد اثنان من التماثلات الضوئية

### Two enantiomers of glyceraldehyde

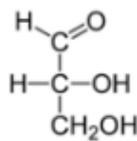


عدد التماثلات الضوئية لأي مركب يحتوي على كربون كيرالي = ٢<sup>n</sup>

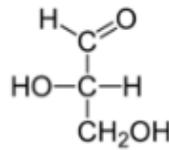
حيث n هو عدد ذرات الكربون الكيرالية

امثلة :

- عدد التماثلات الضوئية للجليسرالدهيد = ٢



**D(+)** glyceraldehydes



**L (-)**glyceraldehydes

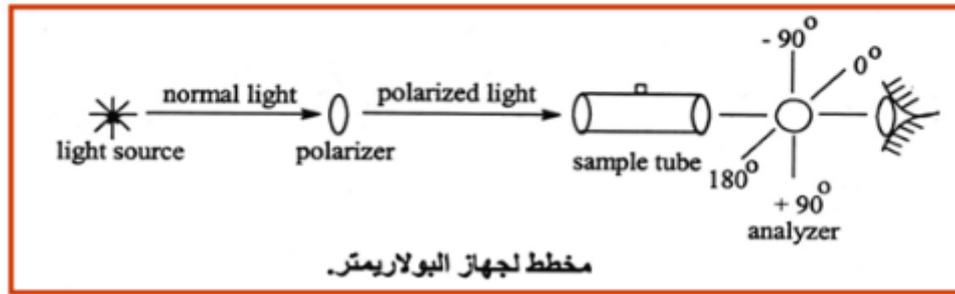
## التناوب الضوئي /

تشمل المتشابهات الضوئية المركبات غير المتماثلة والتي لها القدرة على تغيير مسار "تدوير" مستوى الضوء المستقطب وحيد المستوى .

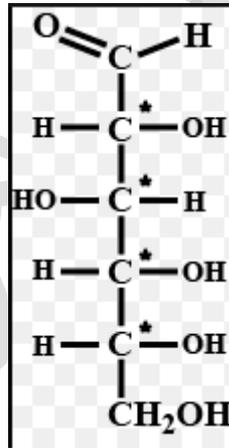
**الضوء المستقطب** هو الضوء الذي تسير موجاته في مستوى واحد على عكس الضوء العادي الذي تسير موجاته في مستويات مختلفة .

ان مركبات الكربون تقوم بتدوير مستوى الضوء حتى وهي على هيئة محاليل وكذلك في الحالة الغازية

**البولاريمتر** هو جهاز ضوئي يمكن بواسطته قياس مدى قدرة جزيئات المركب العضوي على تدوير مستوى الضوء المستقطب والتعرف على مثل هذه المواد الفعالة ضوئياً .



- عدد المتماثلات الضوئية للجلوكوز = ١٦



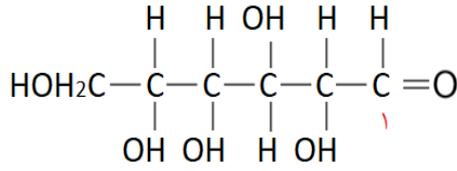
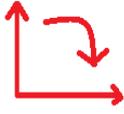
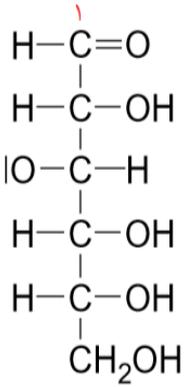
- عدد المتماثلات الضوئية للفرکتوز = ٨

توصف المادة الفعالة ضوئياً ..

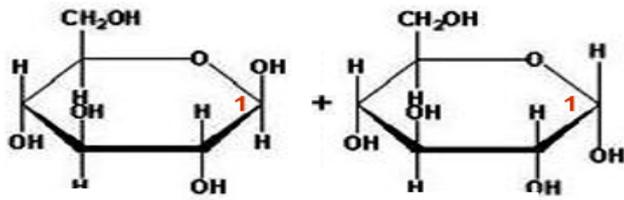
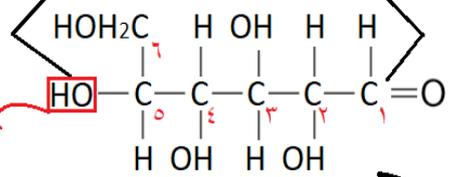
- بأنها نشطة ضوئياً (او فعالة ضوئياً) عندما تكون لها المقدرة على تغيير مسار (تدوير) الضوء المستقطب .
- بأنها ذات نشاط يميني اذا قامت بتدوير مستوى الضوء المستقطب الى اليمين واذا قامت بالعكس تكون ذات نشاط يساري وتستخدم الإشارة ( + ) للدلالة عن الدوران ناحية اليمين والأشارة ( - ) للدلالة على الدوران ناحية اليسار .

## الهيكـل الدورـي ١- هيكـل هاورث

١- هيكـل هاورث الذـي يمثـل الشكـل الدورـي للسكر



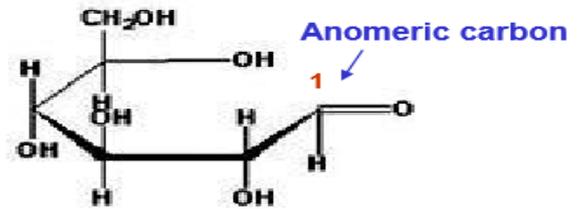
مجموعـة الهيدروكسـيل هذـه هـي المسـافة الصـحـيـحـة بـعـيـداً عـن حـلـقـة الكـربونـيل فـي المـجموعـات السـتـه



Beta (β)

Alpha (α)

Anomers



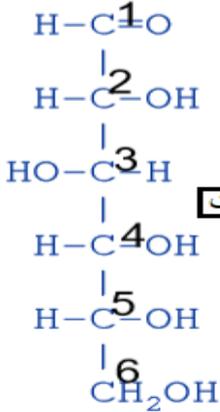
More stable form

## تابع: الهيكـل الدورـي هيكـل هاورث

الجلوكوز

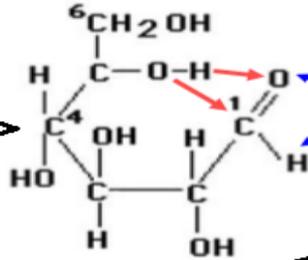
الصيغة الهيكلية

سلسلة مستقيمة للجلوكوز



إنحناءات

الجلوكوز  
إنحناء الجلوكوز



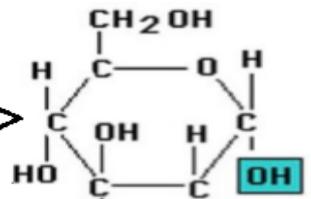
تستخدم في  
صنع النشا

تقلب في  
كلا  
الحالتين

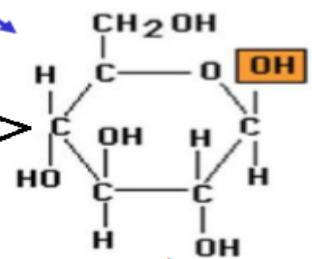
تستخدم في  
صنع السليلوز

الجلوكوز

أشكال الحلقة



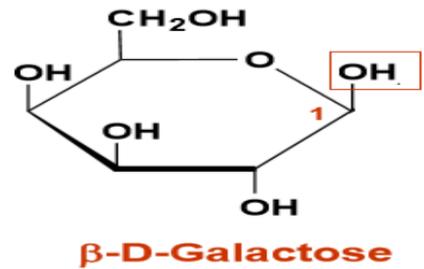
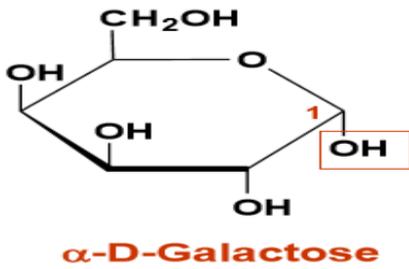
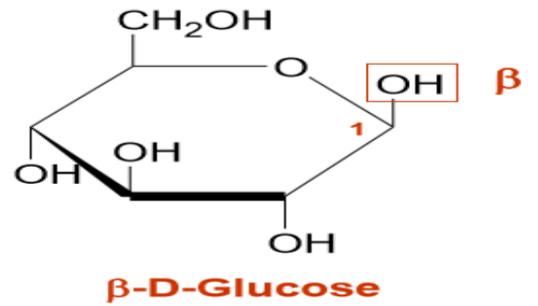
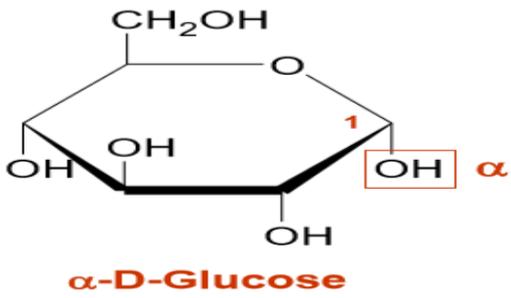
ألفا جلوكوز



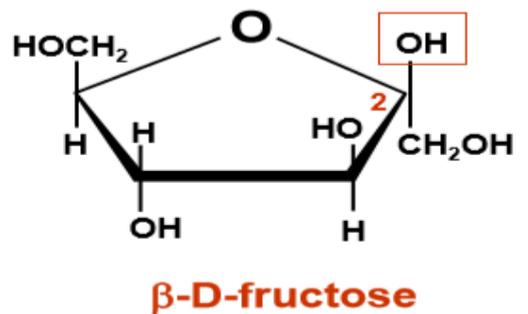
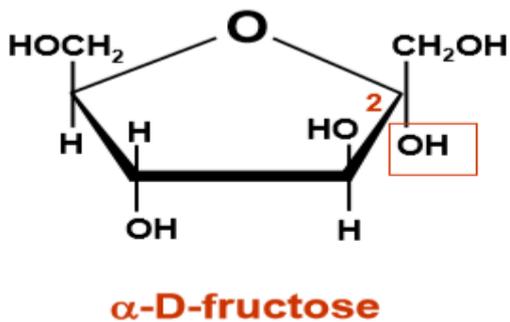
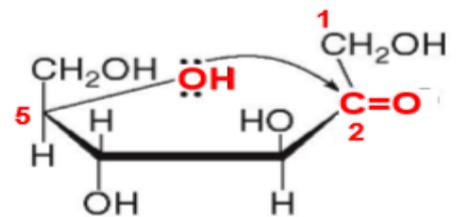
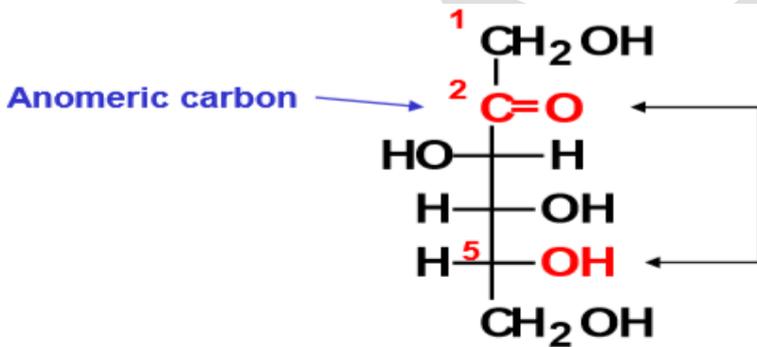
بيتا جلوكوز

يقسم الجلوكوز نفسه إلى ٤ أشكال مختلفة  
ملايين المرات في الثانية

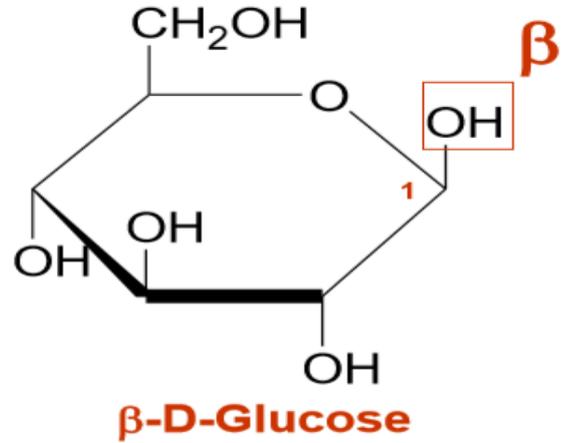
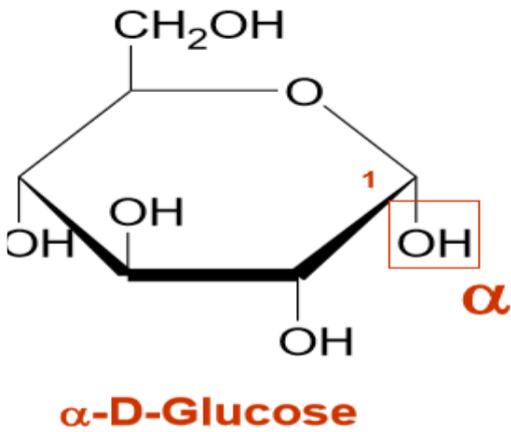
تابع: الهيكل الدوري هيكل هاورث



الهيكل الدوري هيكل هاورث



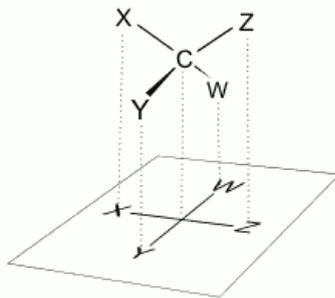
## الهيكل الدوري هيكل هاورث



- البشر لديهم إنزيم (ألفا الأميليز) ويمكنهم هضم منتجات النشا مثل المكرونة (تحتوي على ألفا جلوكوز)
- وليس لديهم إنزيم (بيتا الأميليز) ولا يمكنهم هضم السليلوز مثل الخشب أو الورق (تحتوي على بيتا جلوكوز)

## الهيكل الدوري ٢- توقعات فيشر

- الخطوط الأفقية تمثل سندات الإسقاط للأمام من جهاز التجسيم
- الخطوط العمودية تمثل روابط إسقاط إلى الخلف
- فقط التجسيم (رباعي السطوح الكربون) هو في الطائرة



## الخصائص الفيزيائية للسكريات الأحادية

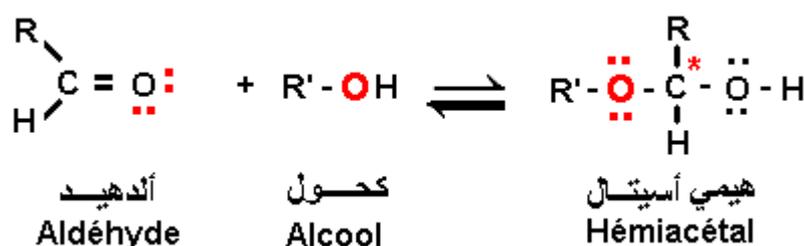
- عديم اللون
- ذات مذاق سكري
- الحالة البلورية صلبة
- القطبية مع نقاط انصهار عالية (بسبب مجموعات OH)
- قابل للذوبان في الماء وغير قابل للذوبان في المذيبات غير القطبية (بسبب مجموعات OH)

## الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية

١. تكوين جليكوزيدات (الأسيتال)
٢. الأكسدة
٣. الاختزال

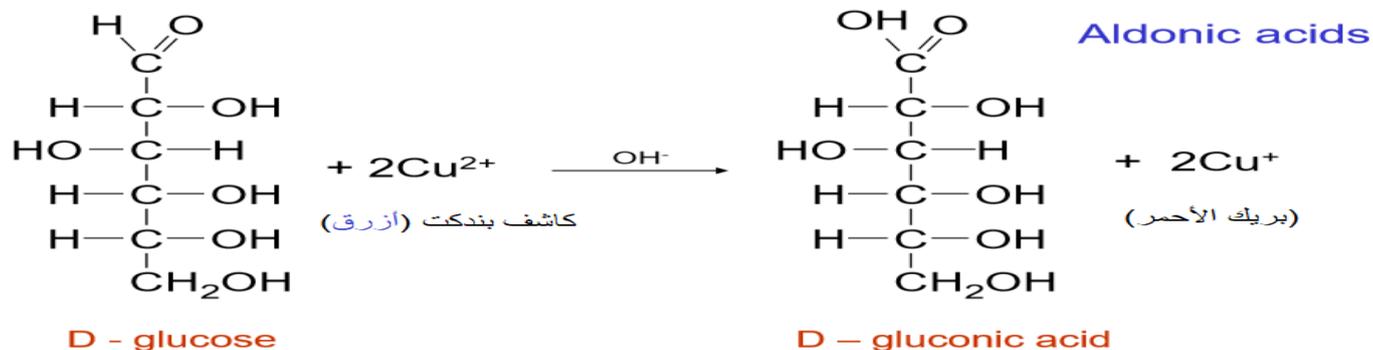
• يحتوي الهيمي أسيتال على مجموعة هيدروكسيل (OH) ومجموعة ألكوكسي (OR) على نفس ذرة الكربون لكن الجلوكوز يتفاعل مع (ROH) واحد من الأسيتال

ملحوظة



## أكسدة السكريات الأحادية

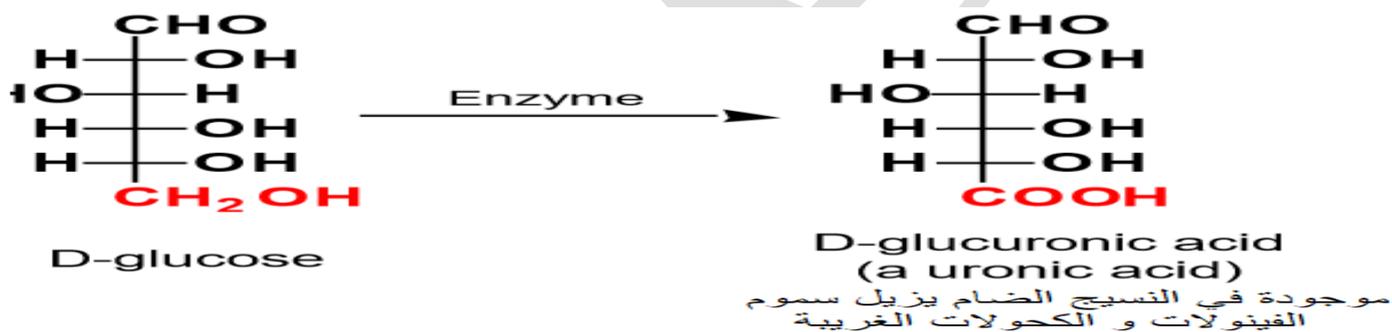
### أ- الأكسدة بواسطة عامل بندكت (ضعيف)



حمض الجلوكونيك

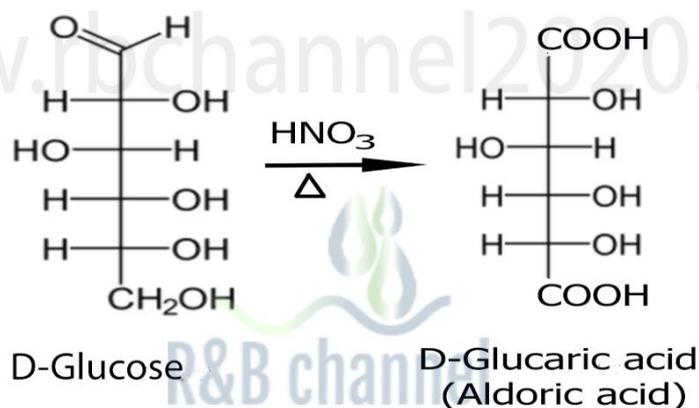
### ب- الأكسدة بواسطة الانزيمات

يتأكسد الكحول الأساسي في C-6 من hexose إلى حمض uronic بواسطة إنزيم (محفز).



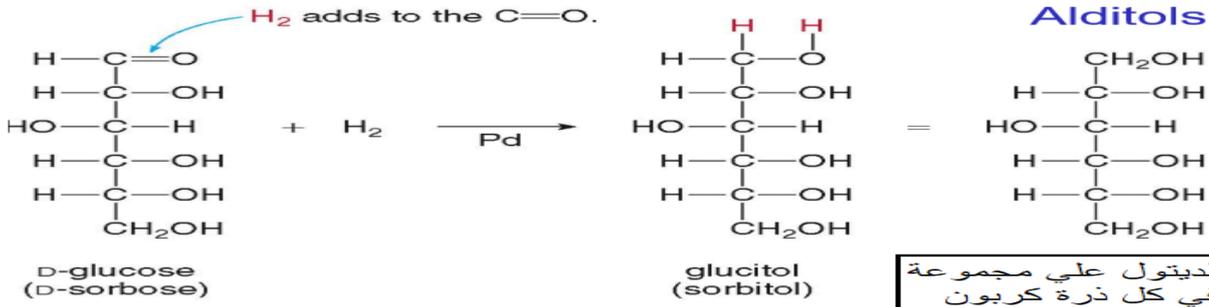
حمض الجلوكورونيك

### ج - الأكسدة بواسطة حمض النيتريك (قوي)



حمض الجلوكاريك

### ٣- إختزال السكريات الأحادية



يحتوي الألديتول علي مجموعة (OH) في كل ذرة كربون

كحول السكريات هي المحليات في العديد من الأطعمة الخالية من السكر  
 لمشكلة:- الإسهال وإعتام عدسة العين

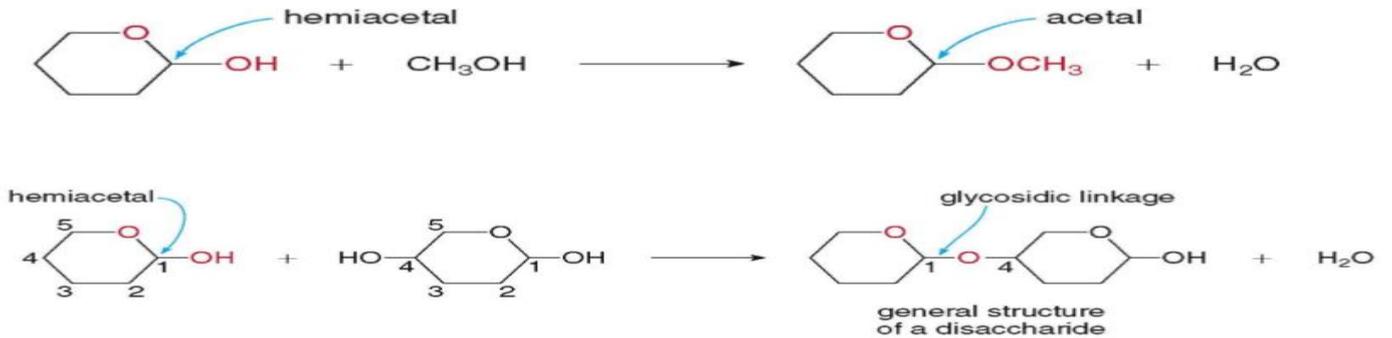
## السكريات الثنائية

• يتكون من اثنين من السكريات الأحادية مرتبط برابطة جليكوزيدية -O-  
(عندما تتفاعل مجموعة واحدة -OH مع مجموعة أخرى -OH مع نزع ماء)

- الجلوكوز + الجلوكوز ← مالتوز + ماء
- الجلوكوز + الجالاكتوز ← لاكتوز + ماء
- الجلوكوز + الفركتوز ← سكروز + ماء

• تحتوي السكريات الثنائية على كربون أسيتال واحد على الأقل (ذرة كربون مفردة مرتبطة بمجموعتين الكوكسي (OR)

ملحوظة

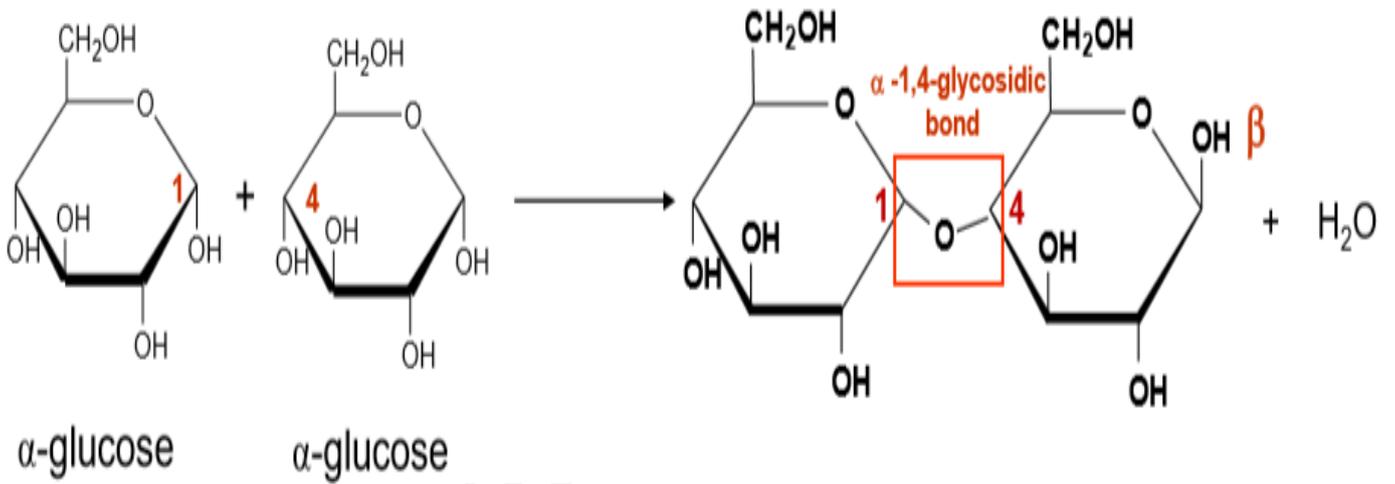


لرابطة الجليكوزيدية تربط الحلقتين يمكن أن تكون (ألفا او بيتا)

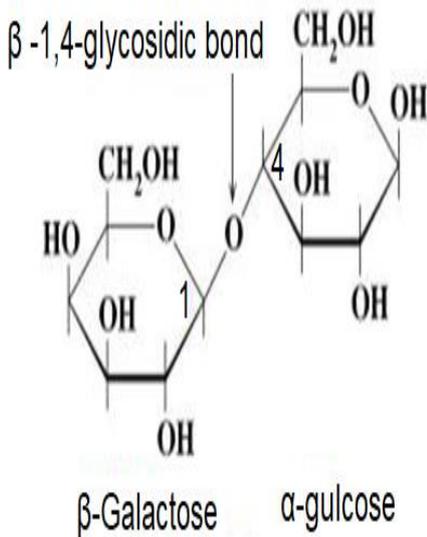
## امثلة السكريات الثنائية

### ١- المالتوز (سكر الشعير)

- من السكريات الثنائية يتكون من جزيئين الجلوكوز
- لديه رابطة جليكوزيدية من النوع ألفا بين ذرتين الكربون (١ و ٤ ألفا جلوكوز)
- يتم الحصول عليه من تكسير النشا
- هو سكر مختزل (يمكن للكربون رقم ١ أن يفتح لإعطاء الألدheid المجاني للأكسدة)

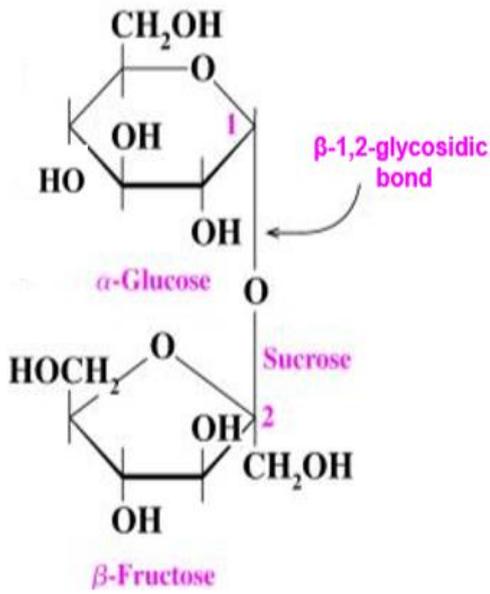


### ٢- اللاكتوز (سكر اللبن)



- من السكريات الثنائية يتكون من جزيئين جلوكوز و جالاكتوز
- لديه رابطة جليكوزيدية من النوع بيتا بين ذرتين الكربون (١ بيتا جالاكتوز و ٤ ألفا جلوكوز)
- يوجد في الحليب ومنتجات الألبان
- هو سكر مختزل (يمكن للكربون رقم ١ أن يفتح لإعطاء الألدheid المجاني للأكسدة)

### ٣- السكروز (سكر القصب)



- من السكريات الثنائية يتكون من الجلوكوز الفركتوز
- لديه رابطة جليكوزيدية من النوع بيتا بين ذرتين الكربون ( ١ ألفا جلوكوز و ٢ بيتا فركتوز)
- يوجد في سكر المائدة (الناتج من قصب السكر وبنجر السكر)
- ليس سكر مختزل (لا يمكن فتح الكربون ١ لإعطاء الألدريد المجاني للأكسدة)

## السكريات عديدة التسكر

### بوليمرات العديد من وحدات السكريات الأحادية

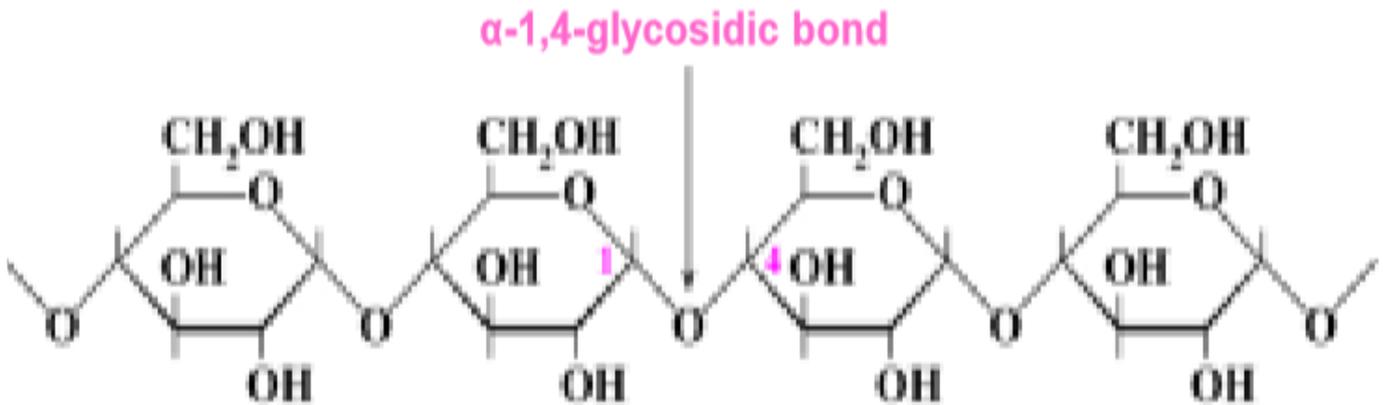
- نشا ← أميلوز (٢٠٪) & أميلوبكتين (٨٠٪)
- الجليكوجين (تخزين الطاقة في الحيوانات والبشر)
- السليلوز (المنشآت النباتية والخشبية)

- نشا يخزن الجلوكوز في نباتات مثل الأرز والبطاطا والفاصوليا وتخزين طاقة القمح

ملحوظة

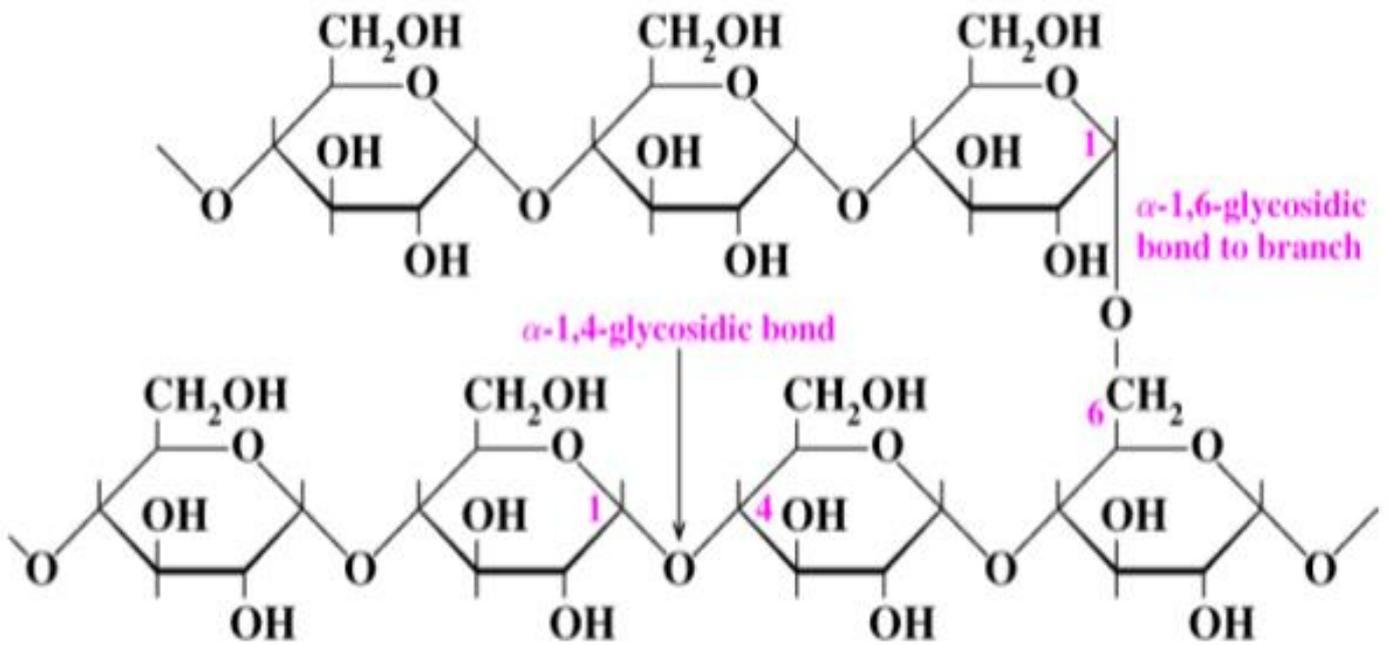
### أميلوز

- هي سكريات عديدة ألفا الجلوكوز في سلسلة مستمرة (حلزونية أو ملفية)
- يحتوي على روابط جليكوزيدية ألفا-١،٤ بين وحدات الجلوكوز ألفا من (٢٥٠ إلى ٤٠٠٠ وحدة)



## الأميلوبكتين

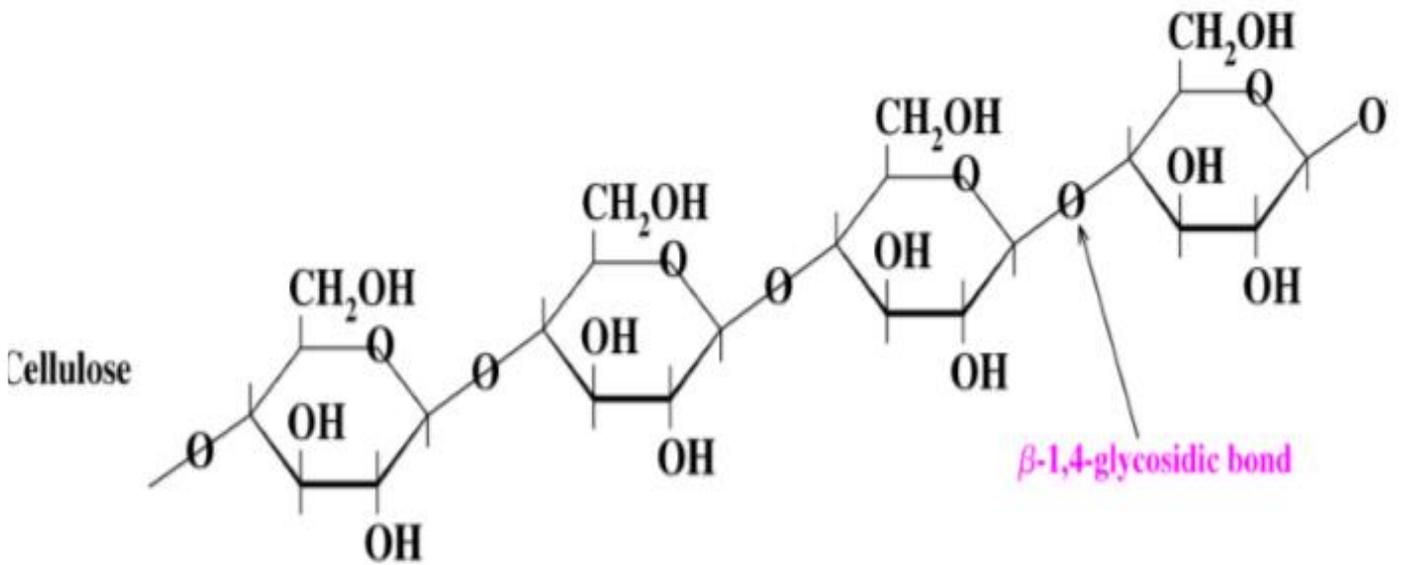
- من سكريات عديدة التي تتكون من وحدات الجلوكوز في سلاسل متفرعة
- يحتوي على روابط ألفا-١،٤ جليكوزيدية بين وحدات الجلوكوز
- لديه روابط ألفا-١،٦ في فروع وحدات ألفا الجلوكوز (في كل ٢٥ وحدة سكر يوجد فرع)
- كلا أشكال النشا قابلة للذوبان في الماء



## السكريات عديدة التسكر

## السليولوز

- السكريات العديدة التي تتكون من وحدات الجلوكوز في سلاسل غير متفرعة مع روابط بيتا-١،٤ جليكوزيدية (٢٢٠٠ وحدة من الجلوكوز)
- لديه بنية صلبة (رابطة H) وغير قابلة للذوبان في الماء
- هي المادة الهيكلية الرئيسية للخشب والنباتات (القطن: ١٠٠٪).
- لا يمكن هضمها من قبل البشر بسبب الروابط بيتا-١،٤ جليكوزيدية (يحتاج إلى إنزيم:  $\beta$ -glycosidase)



## السليولوز

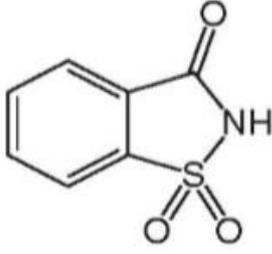
- السليولوز يشكل الألياف غير القابلة للذوبان في وجباتنا الغذائية
- يمر عبر الجهاز الهضمي دون استقلاب
- الألياف مهمة في إضافة كميات كبيرة من النفايات للمساعدة في القضاء عليها بسهولة أكبر (على الرغم من أنها لا تمنحنا أي تغذية)

ماذا يحدث لجسمك اذا كنت لا تتناول كميات كافية من الكربوهيدرات؟

ذا كنت لا تتناول كميات كافية من الكربوهيدرات، فلا بد أن يستخدم جسمك الدهون والبروتينات من أجل طاقة، لكن لا البروتينات ولا الدهون هي مصادر كافية للطاقة، وهذا ما يحدث:

- هضم الدهون: لا تهضم الدهون بشكل كامل عند استخدامها كمصدر طاقة، فيتم تكوين مركبات [الكيتونات](#)، وهذه حمضية قليلا، وقد تتراكم في الدم لتجعله أكثر حموضة، ما قد يكون ضارا مع الوقت.
- هضم البروتينات: وظيفة البروتينات الرئيسية هي أن تكون وحدات بنائية، وليس إنتاج الطاقة واستخدام البروتينات من أجل الطاقة يمكن أن يقلل من بناء العضلات والخلايا الأخرى.

## ١- السكرين

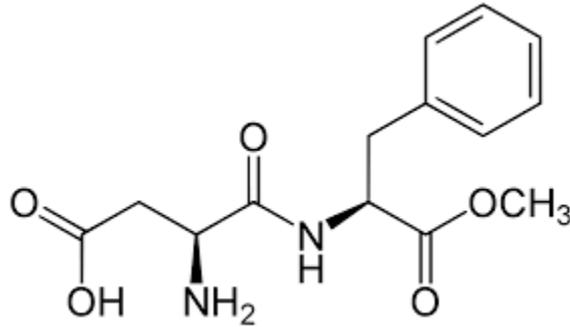


saccharin  
(Trade name: Sweet'n Low)

- تم استخدامه على نطاق واسع خلال الحرب العالمية الأولى
- كانت هناك مخاوف في السبعينيات من أن السكرين يسبب السرطان
- لا يعتبر سكر لأنه لا تتحقق فيه الشروط الأربعة

## ٢- الأسبارتام

- ويُرمز لـ"أسبرتام" في أوروبا بالرمز (E951) وتضاف إليها أملاح أسيسلفام البوتاسيوم ورمزها (E962) وتعد "أسبرتام" المضافة إليها أملاح أسيسلفام البوتاسيوم أكثر مادة محلية انتشارا في العالم. وتضاف المادة إلى الكثير من المواد الغذائية الخالية من السكر، وخاصة في مشروبات "زيرو" والمعجنات ومنتجات الحليب.
- وتعمل مادة "أسبرتام" على منع الإنزيم بصورة غير مباشرة، حيث تنشأ في المعدة مادة اسمها "فينيل الأنين" تحول دون إنتاج الإنزيم.



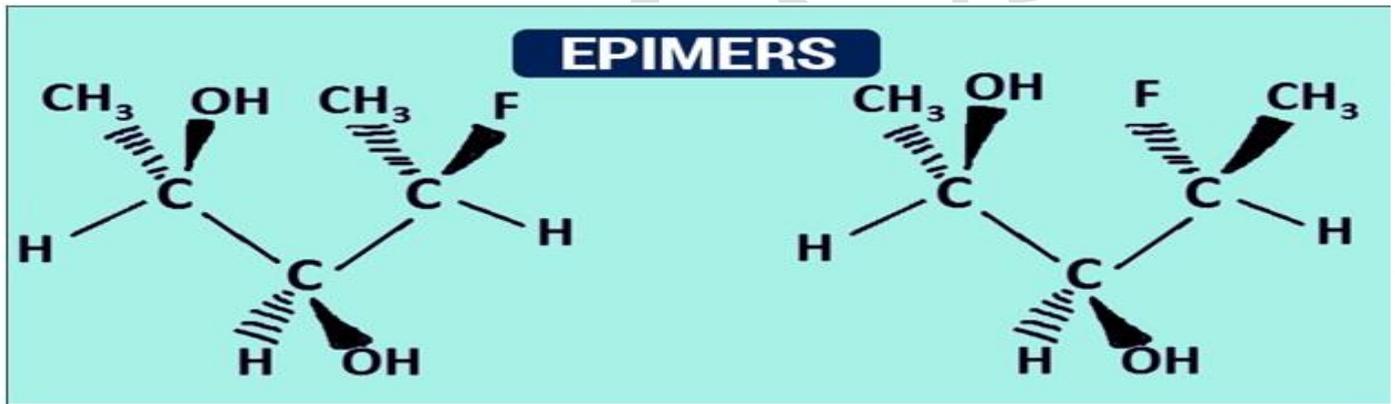
## الإبيمرات و الأنومرات

### الإبيمرات و الأنومرات

كلاهما عبارة عن تماثلات فراغية يختلف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الكيرالية

### الإبيمرات و الأنومرات

- كلاهما تماثل فراغي ولكن الإبيمر عبارة عن تماثل يختلف في التكوين في أي من ذرات الكربون الكيرالية بينما يكون الإنومر في الواقع إبيمر يختلف في تكوين ذرة الكربون الأسييتال و هيمي أسييتال



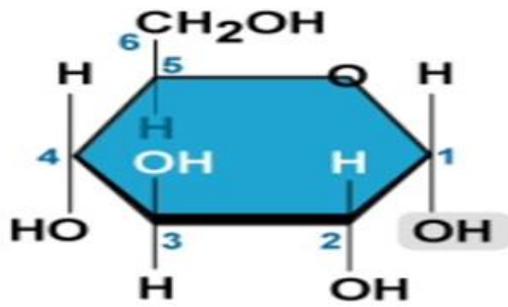
### الإبيمر

هو عبارة عن تماثل فراغي يختلف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الكيرالية

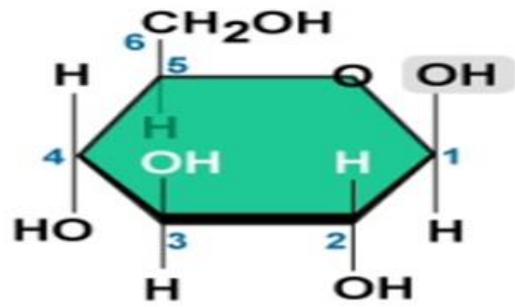
مثال :- الجالاكتوز و المانوز كلاهما إبيمر للجلوكوز



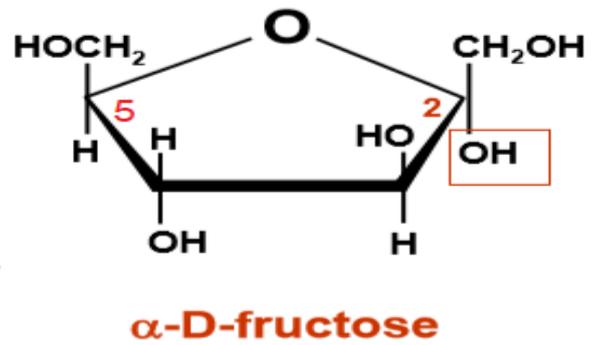
$\alpha$ -D-glucose



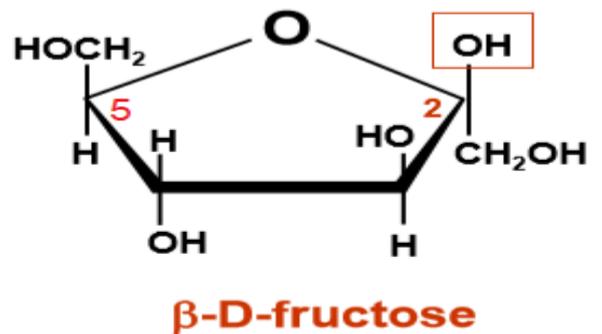
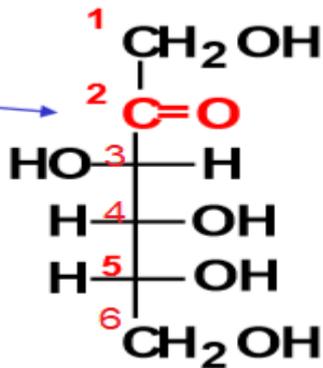
$\beta$ -D-glucose



- الشكل ألفا يحتوي علي مجموعة (OH) أنومرية في C-1 علي الجانب المقابل للحلقة من مجموعة  $\text{CH}_2\text{OH}$  في C-5  
- الشكل بيتا يحتوي علي مجموعة (OH) أنومرية في C-1 علي نفس الجانب في مجموعة  $\text{CH}_2\text{OH}$



ذرة كربون  
أنومرية



## الأحماض الأمينية

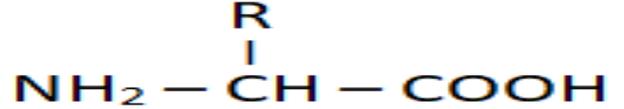
### الأحماض الأمينية

هي مركبات عضوية متكونة من مجموعة أمين ( $\text{NH}_2$ ) متصلة مع مجموعة كربوكسيل ( $\text{COOH}$ ).

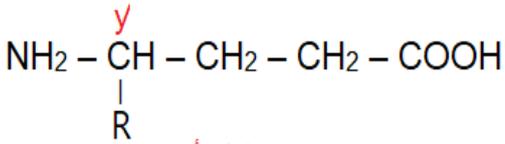
### ملحوظة

- لكي يقوم الجسم بإنتاج ما يحتاجه من أحماض أمينية فهو يقوم بهضم الغذاء وهنا علي الاخص هضم البروتينات فيحلل البروتين الي أجزائه الاساسية وهي أحماض أمينية

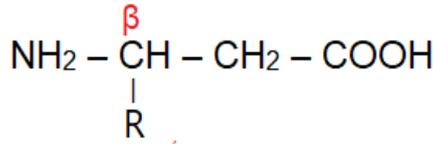
. البنية الكيميائية لحمض أميني



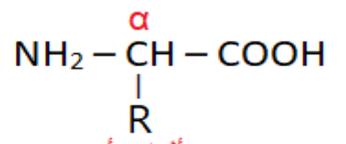
. ترقيم ذرات الكربون في الاحماض الامينية



حمض جاما - أميني



حمض بيتا - أميني



حمض ألفا - أميني

## تتقسم الأحماض الأمينية حسب أهميتها الغذائية و توفرها إلى :-

### - أحماض أمينية غير أساسية

- متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، و لا تستلزم حضورها في الغذاء
- مثال الجليسين و البرولين

### - أحماض أمينية شبه أساسية

- يستطيع الجسم تخليقها ولكن ليس بكميات كافية، خاصة في مرحلة النمو، و يحبذ أن تتوفر في الغذاء
- مثال الأرجينين و الهستيدين

### - أحماض أمينية أساسية

- لا يصنعها الجسم، و يجب تناولها في الغذاء
- مثال الليوسين و الليسين

- رغم وجود عدد كبير من الأحماض الألفا - الأمينية في الطبيعة إلا أن السلاسل البروتينية لا تحتوي سوى ٢٠ نوع منها فقط

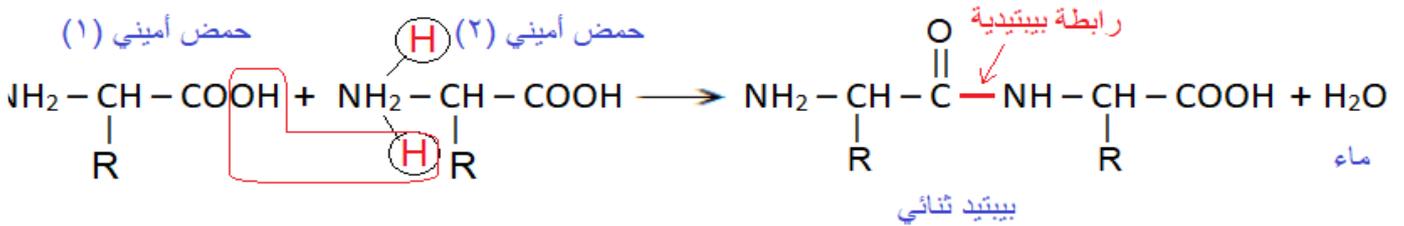
ملحوظة

### أهمية الأحماض الأمينية

- مواد أولية لبعض الهرمونات أو كمصدر للطاقة
- بناء الخلايا وإصلاح الأنسجة
- تشكل الأحماض الأمينية مادة البناء الأساسية للأجسام المضادة لمكافحة غزو البكتريا والفيروسات
- كما تقوم الأحماض الأمينية بحمل (الأكسجين في الهيموجلوبين) وتوزعه في أعضاء الجسم المختلفة
- وهي المكون الأساسي للعضلات وبروتينات الجسم

### لخواص الكيميائية العامة:

#### ١- تكوين الرابطة البيبتيدية



## الروابط البيبتيدية

هي الروابط التي تتشكل بين جزيئين عندما تتفاعل مجموعة الكربوكسيل للجزيئة الأولى مع مجموعة الامينو للجزيئة (تفاعل التكثيف) ويحدث بين الأحماض الأمينية و الرابطة الناتجة من هذا التفاعل تسمى الرابطة البيبتيدية تسمى الجزيء الناتج بالأميد.

## الأميدات

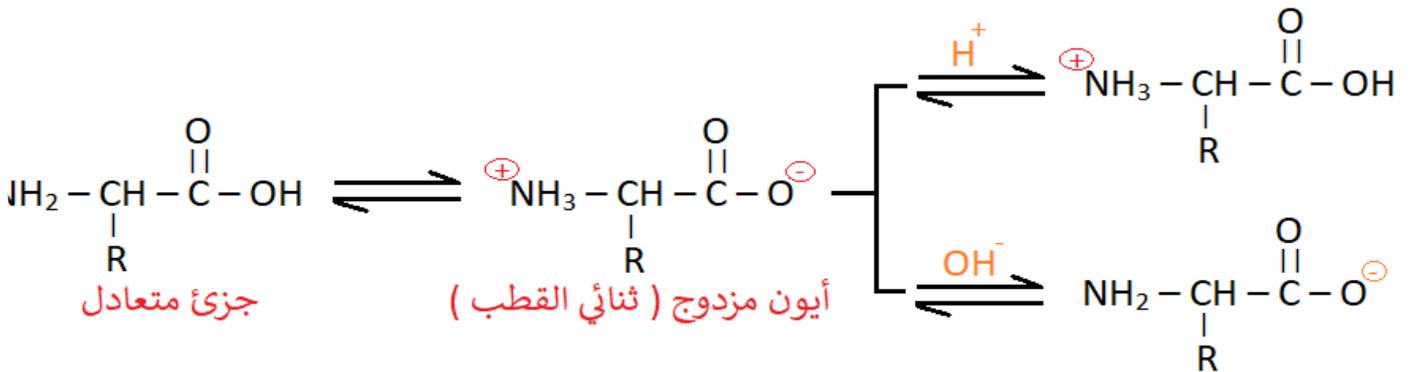
هي مركبات عضوية تحتوي مجموعة وظيفية تدعى الأميد وهي عبارة عن مجموعة كربونيل متصلة بمجموعة أمين.

## ٢- الخواص الأيونية للأحماض الأمينية

بالنظر لاحتواء الأحماض الأمينية علي مجموعتين الأمين و الكربوكسيل لذا فإنها تعتبر **ثنائية لقطب** أي تعمل كحامض أو كقاعدة وتسمى **امفوتيرية** أي تفقد وتكتسب بروتون لذلك تكون علي صورة ما يسمى **بالايون المزدوج (Zwitter ion)**

## الايون المزدوج ( zwitter ion )

هو شكل الحمض الاميني الناتج عن منح مجموعة الكربوكسيل فيه بروتينها لمجموعة الامين



## علل (الأحماض الأمينية لها خواص مترددة ؟

- لأن الحمض الأميني يسلك مسلك الحمض في الوسط القاعدي نظراً لأن الوسط القاعدي يمتلك القدرة علي انتزاع البروتون من الحمض الأميني و بالنتيجة يفقد الحمض الأميني بروتوناً وبذلك فهو يتصرف كحمض كما أن الحمض الأميني يسلك مسلك القاعدة في الوسط الحمضي لأن الوسط الحمضي يمتلك القدرة علي منح بروتون للحمض الأميني نظراً لوجود أيونات الهيدروجين بتركيز كافٍ في الوسط الحمضي أما في الوسط المتعادل فإن الحمض الأميني يكون متعادلاً.

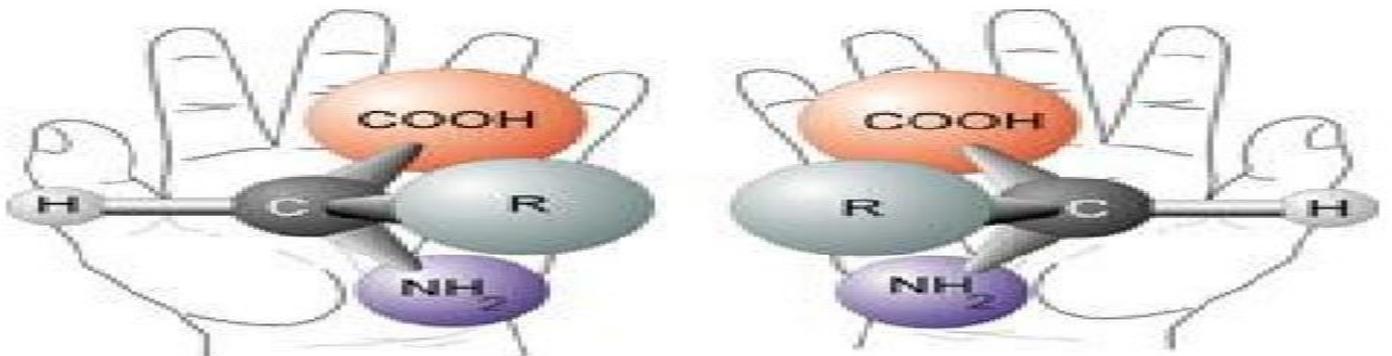
### نقطة التماثل الكهربائي

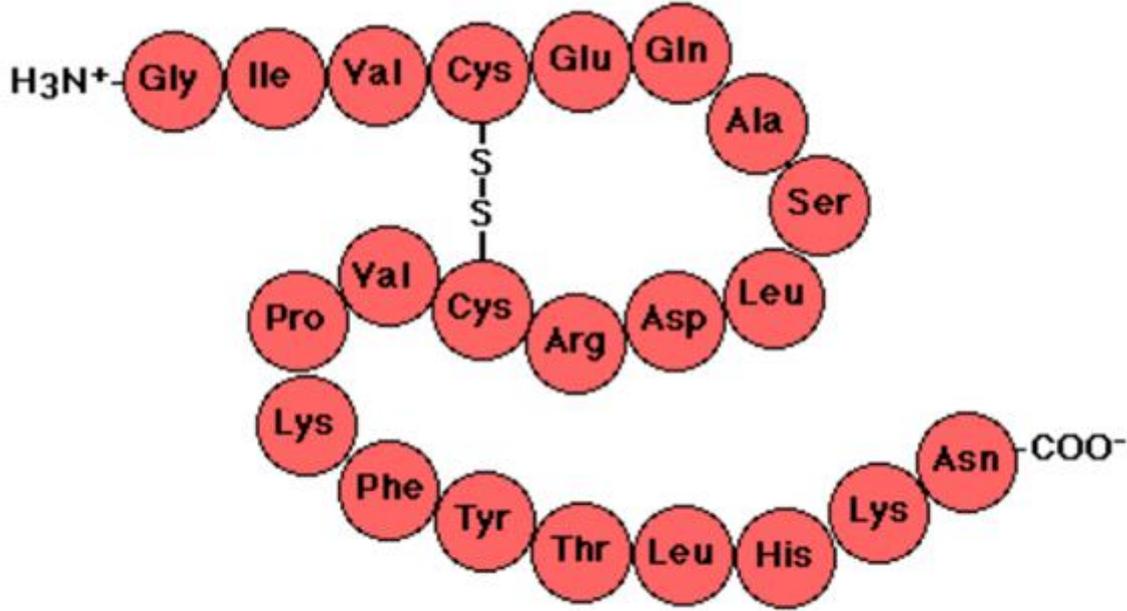
نقطة التعادل الكهربائي للبروتينات هي النقطة التي تتساوى فيها عدد شحنات البروتين مع الشحنات المحيطة في الوسط ، و يكون هناك PH معينه للأحماض الأمينية المتعادلة و الأحماض الأمينية القاعدية و الأحماض الأمينية لحمضيه، لذلك فنقطه التعادل الكهربائي يتم استخدامها في فصل البروتينات و الأحماض الأمينية عندما تتساوى عدد الشحنات السالبة مع عدد الشحنات الموجبة يكون هناك تعادل كهربائي.

### ٢- التماثلية البصرية (التناظر)

- لدي جميع الأحماض الألفا - امينية باستثناء الجليسين يكون الكربون ألفا مرتبطاً بجذور مختلفة ومجموعة جانبية مميزه لذا نقول انه كائيرالي أو ناشط بصرياً

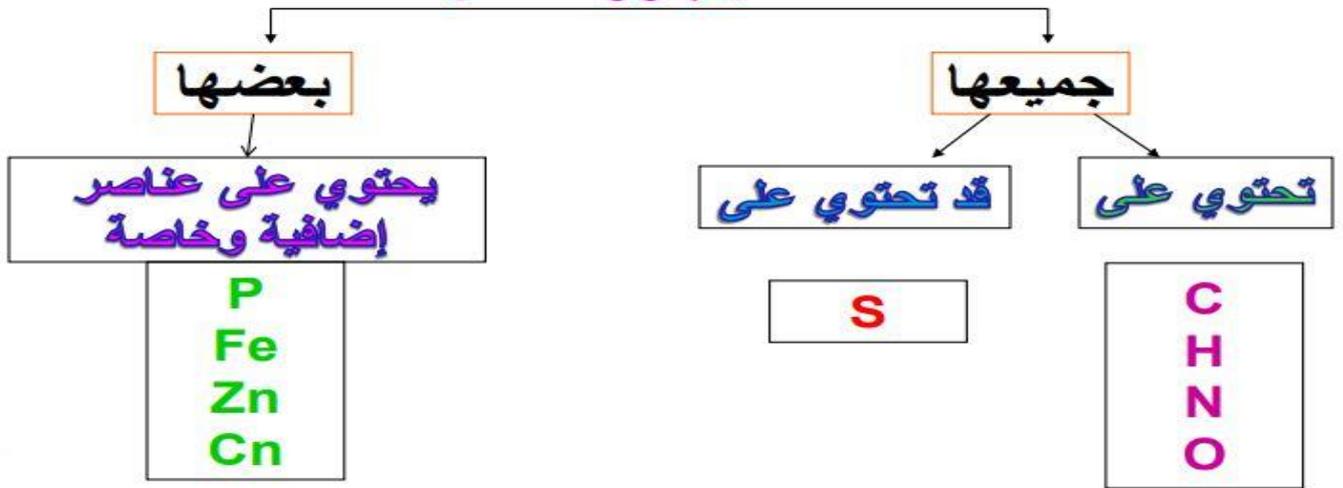
ملحوظة





## مكونات البروتينات

عدد كبير من البروتينات التي يتم فصلها وتحويلها إلى شكل بلورات نقية



\* التحلل المائي للبروتينات بوجود حامض ينتج عنه أحماض أمينية - ألفا - حرة كنتاج نهائي

Protein

بوجود حمض

تحلل مائي

Hydrolysis

Free  $\alpha$ - Amino Acids

أحماض أمينية حرة كنتاج نهائي

• الأحماض الأمينية لأي بروتين لا توجد بكميات متساوية وليست جميع البروتينات تحتوي على العشرين ألفا - حمض أميني.

يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التراكيب التي تعطي البروتين شكله النهائي

□ يمكن أن يكون للبروتين أربعة مستويات من التركيب

- Primary structure التركيب الاولي
- Secondary structure التركيب الثانوي
- Tertiary structure التركيب الثلاثي
- Quaternary structure التركيب الرباعي

## التركيب الأولي للبروتينات

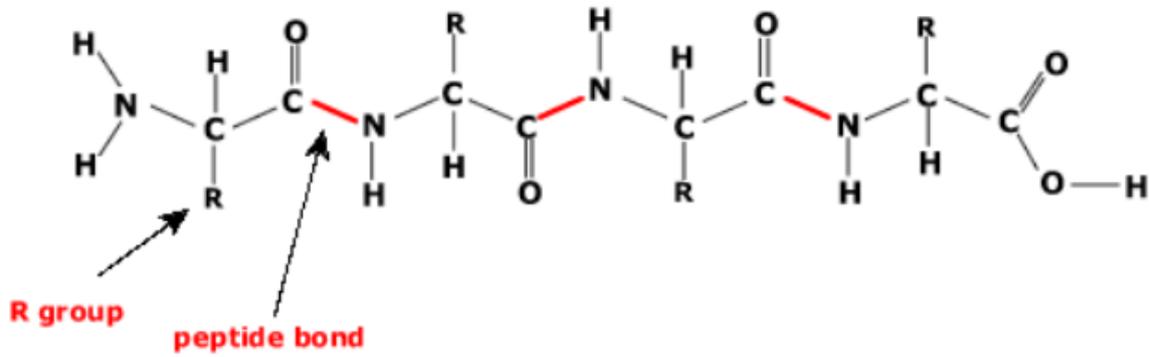
□ الروابط المسؤولة عن تكوين التركيب الأولي للبروتينات هي:

1. الروابط الببتيدية

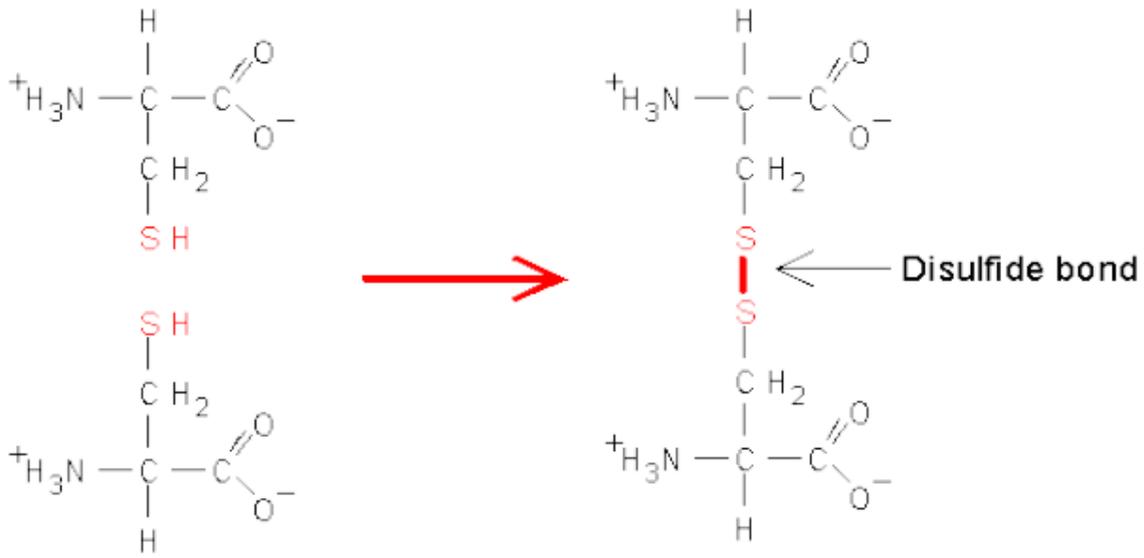
2. روابط ثنائي الكبريتيد

هي روابط تساهمية قوية لا تتأثر بالتسخين .

## تكوين الروابط الببتيدية بين الأحماض الأمينية لتكون سلسلة متعددة الببتيد



## رابطة ثنائي الكبريتيد

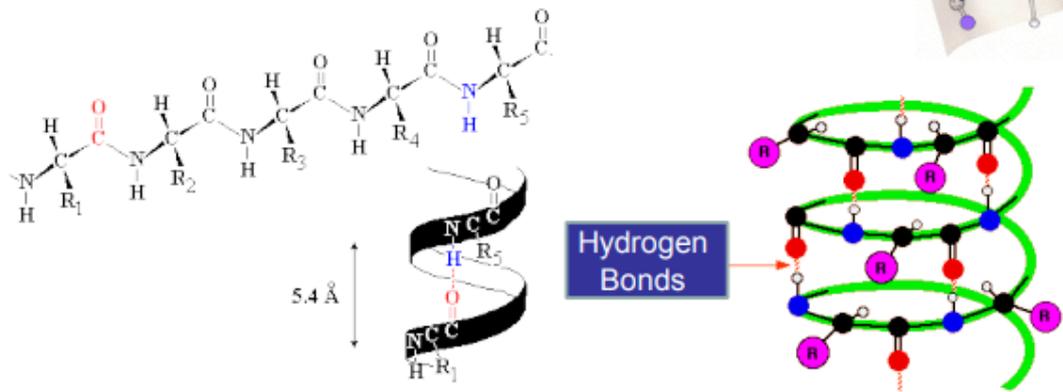


## II. التركيب الثانوي

□ ينتج التركيب الثانوي للبروتين من إتفاف أو طي السلسلة متعددة البيبتيد.

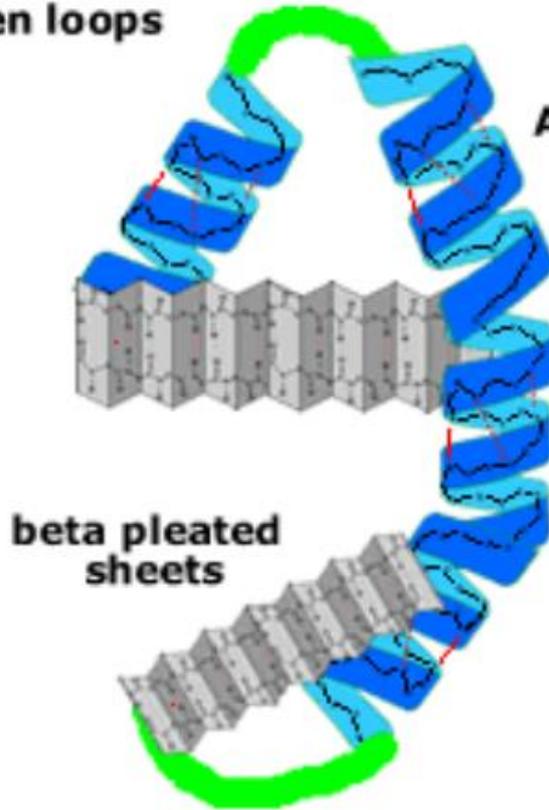
- التركيب الثانوي قد ينتج عن عملية إتفاف للسلسلة البيبتيدية عندها يكون البروتين ذو تركيب حلزوني يسمى بحلزون ألفا.
  - التركيب الثانوي قد ينتج من طي في السلسلة البيبتيدية مما يؤدي الى تركيب يسمى بالصفحة المطوية.
- ينتج الإلتفاف أو الطي من تكون روابط هيدروجينية بين مناطق محددة في السلسلة المتعددة البيبتيد

### المنحنى الحلزوني ألفا - Helix



- لكل دورة من المنحنى الحلزوني يوجد به 3.6 وحدة حامض أميني.

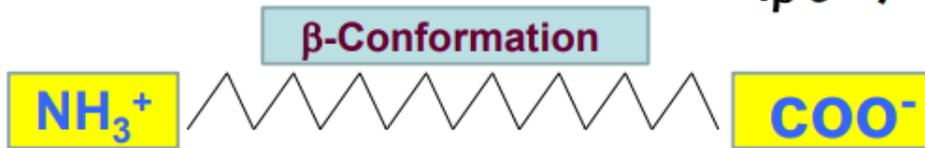
open loops



Alpha helix

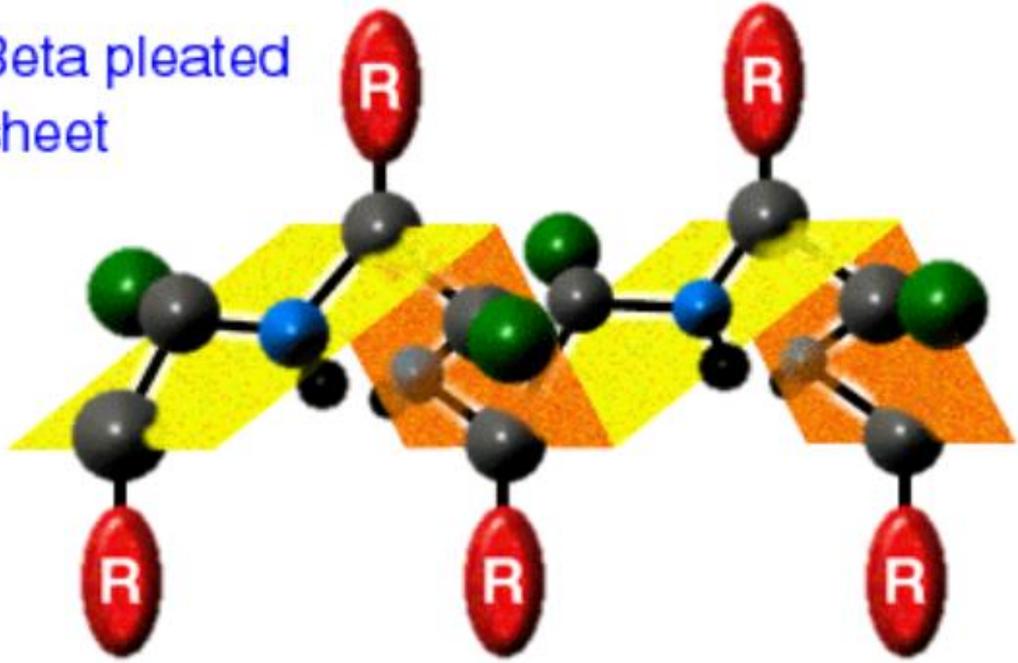
البناء الثانوي  
للبروتينات  
الكروية:  
 $\alpha$ -Helix  
+  
 $\beta$ -Sheet  
+  
Loop  
Structures.

- تمتد سلاسل متعددة البيبتيد للبروتين الليفي الفيبروين **Fibroin** (بروتين الحرير) بأبعاد متعرجة تأخذ شكل الـ Zig Zag ويسمى شكل هذه السلسلة بشكل  $\beta$ .



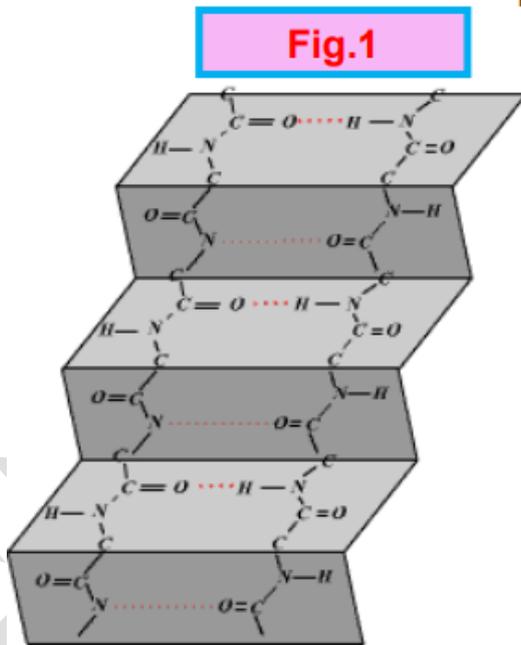
- تترتب مثل هذه السلاسل ممتدة و بعضها جنب بعض لتشكل مركبات تشبه سلسلة من الصفائح لذلك سمي هذا الشكل بشكل الصفائح المطوية

Beta pleated sheet



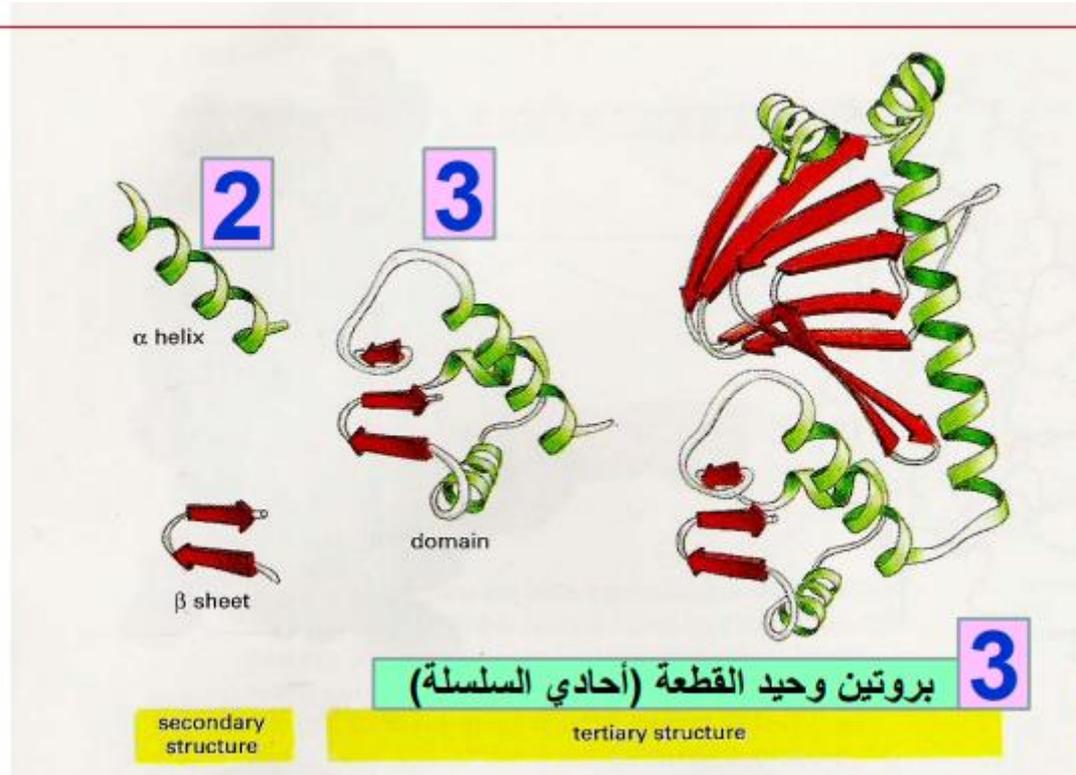
□ السلاسل المتجاورة ترتبط بروابط هيدروجينية

■ الروابط الهيدروجينية يمكن أن:  
(2) تكون بين  $\beta$ -Conformation في سلاسل مختلفة من متعدد الببتيد (Fig. 1).



■ تمتد مجاميع R:  
(1) بعيداً عن السلسلة  
(2) بمستويات عكسية فوق وتحت مستوى الصفحة.

## التركيب الثلاثي للبروتينات



## الفيتامينات

### الفيتامينات

- الخواص الكيميائية شبيهة بالأمينات فسميت بالأمينات الحيوية ثم إختصاراً إلى فيتامينات
- مواد عضوية يحتاجها الجسم بكميات قليلة
- معظم الفيتامينات لا يمكن لجسم الإنسان تخليقها (عدا فيتامين D و حمض النيكوتينيك)
- نقصها يؤدي إلى ظهور أعراض لكثير من الأمراض تسمى سوء التغذية
- أهميتها في أنها تدخل في تركيب المرافقات الإنزيمية
- المرافقات الإنزيمية هي مواد عضوية غير بروتينية و ترتبط مع الإنزيم

### الفيتامينات

#### الذوابة في الماء

- 1- تحتوى على أجزاء قطبية تذوب في الماء
  - 2- معظمها يدخل في تركيب المرافق الإنزيمي
  - 3- لا تخزن في جسم الإنسان
- تحتوي علي :-**  
فيتامين C (حمض الأسكوربيك)

#### الذوابة في الدهون

- 1- تحتوى على أجزاء لا قطبية تذوب في الدهون
  - 2- لا تدخل في تركيب المرافق الإنزيمي
  - 3- تخزن في جسم الإنسان وقد تظهر حالات سمية
- تحتوي علي :-**  
فيتامين (Q , K , E , D , A)

### فيتامين C (حمض الأسكوربيك)

هو فيتامين ج ويسمي حمض الأسكوربيك من الفيتامينات التي تذوب في الماء وهذا يعني أنه لا يخزن في الجسم ويمكن الحصول عليه طبيعياً من الغذاء بما في ذلك الحمضيات و القرنييط و الطماطم

## علامات نقص فيتامين ج

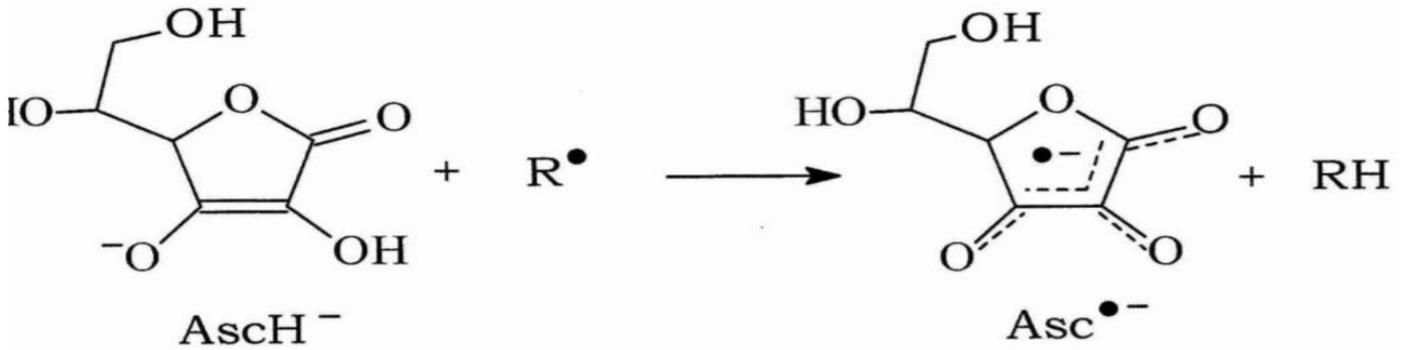
- تشمل الجفاف وتقصف الشعر التهاب اللثة و نزيف اللثة تقشر وجفاف الجلد و انخفاض معدل التئام الجروح و نزيف الأنف و انخفاض القدرة لدرء العدوى و النقص الحاد (لفيتامين ج) يعرف بداء الإسقربوط

## أهمية فيتامين ج

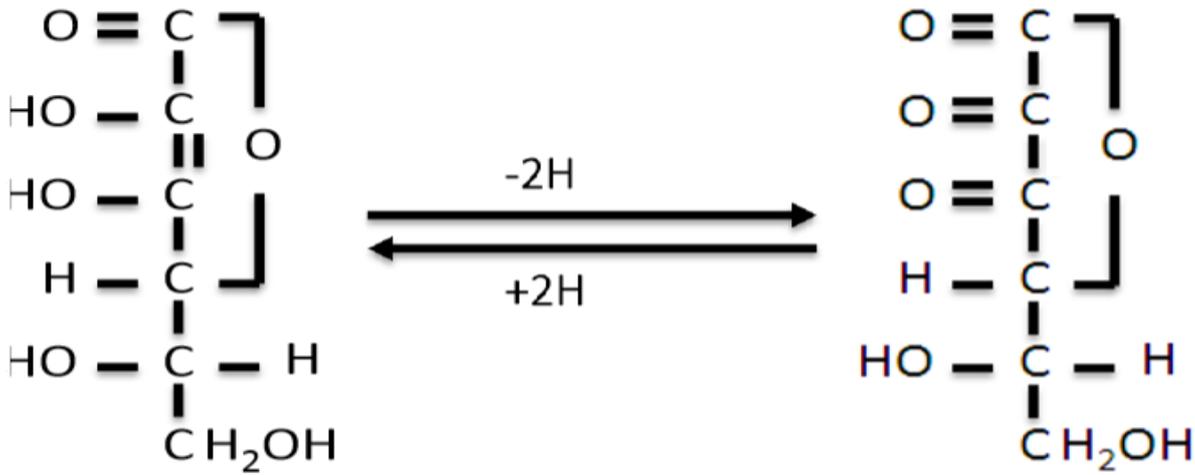
- يلزم لنمو و إصلاح الأنسجة في جميع أنحاء الجسم
- يساعد الجسم على صنع الكولاجين و هو بروتين مهم يستخدم لبناء (الجلد و الغضاريف و الأوتار و الأربطة و الأوعية الدموية)
- هناك حاجة إلى فيتامين ج لالتئام الجروح و ترميم و الحفاظ على العظام و الأسنان
- فيتامين ج من مضادات الأكسدة يمنع الضرر الناتج عن الجذور الحرة و تراكمها مع الوقت يسبب الشيخوخة و أمراض القلب و المفاصل و السرطان

## فيتامين C كمضاد أكسدة

- يستطيع أن يمتص الشقوق الحرة للأكسجين حتي لو بكميات قليلة يعمل علي حماية الجزيئات المهمة داخل جسم الانسان مثل البروتينات و الليبيدات و الكربوهيدرات و الحمض النووي (DNA , RNA) من التحطيم بواسطة الشقوق الحرة



عامل مختزل قوى:- يفقد حمض الأسكوريك بسهولة ذرتى هيدروجين فينتج حمض  
 لأسكوريك منزوع الهيدروجين **ديهيدروسكوريك** – (Dehydroascorbic Acid)



حمض الأسكوريك

حمض الأسكوريك منزوع الهيدروجين

## الأحماض الدهنية

### الأحماض الدهنية

هي عبارة عن أحماض كربوكسيلية أليفاتية ذات مجموعة كربوكسيل واحدة والتي تكون متصلة غالباً بسلسلة كربونية غير متفرعة يمكن للسلسلة الكربونية أن تكون مشعبة او غير مشعبة.

• أغلب الأحماض الدهنية المتوفرة طبيعياً تكون حاوية علي سلسلة كربونية ذات عدد زوجي من ذرات الكربون يتراوح بين ٤ : ٢٨

ملحوظة

### ١- أحماض دهنية مشعبة

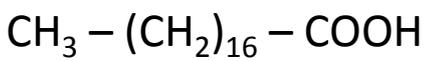
لأحماض الدهنية المشعبة هي أحماض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكربون مشعبة الهيدروجين وتكون صُغتها العامة هي  $C_nH_{2n+1}COOH$

يكون الحمض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة  $n = 3:9$

يكون الحمض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلة  $n \geq 11$

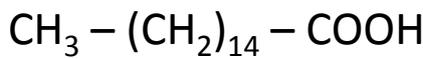
### ومن أهم الأحماض الدهنية المشعبة:-

٣- حمض الشمع أو حمض الستياريك هو حمض يحتوي على ١٨ ذرة من الكربون ويوجد في الدهون الحيوانية والنباتية وصيغته هي



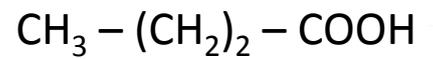
= IUPAC أوكتا ديكانويك

٢- حمض زيت النخيل أو حمض البالميتيك هو حمض يحتوي علي ١٦ ذرة من الكربون وتوجد في دهون الحيوانات وصيغته هي



= IUPAC هكسا ديكانويك

١- حمض الزبدة أو حمض البوتيريك و هو حمض يحتوي على أربع ذرات كربون وتوجد أساساً في الزبدة وصيغته هي



= IUPAC بيوتانويك

## ٢- أحماض دهنية غير مشبعة

- هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثة على الأقل بين ذرتي كربون .
- هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية وحيدة توجد غالبا بين الكربون C9 و C10 .
- صيغته العامة هي  $C_nH_{2n-1}COOH$

### ملحوظة

- الحمض الدهني غير المشبع يشبه في تركيبته الكيميائية الحمض الدهني المشبع إلا أن ذرة كربونية واحدة على الأقل في منتصف السلسلة الكربونية ترتبط بذرة هيدروجين واحدة عوضاً عن ذرتين (غير مشبعة بالهيدروجين)
- تمتاز الدهون غير المشبعة بعدم تجمدها في درجة الحرارة العادية بعكس الدهون المشبعة
- الزيوت الطبيعية مثل زيت الزيتون وزيت الذرة وغيرها تكون سائلة على عكس الزبدة أو الشحوم الحيوانية الغنية بالدهون المشبعة

### أمثلة علي الأحماض الغير مشبعة

- ١- حمض البالميتوليك (حمض زيت النخيل غير مشبع) و صيغته هي  $CH_3 - (CH_2)_5 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$
- IUPAC = هكسا ديكين ويك
- ٢- حمض الأوليك (حمض زيت الزيتون) و صيغته هي  $CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$
- IUPAC = أوكتا ديكين ويك

**ملحوظة :- تكون الرابطة الثنائية بين ذرتين الكربون (٩ & ١٠)**

## الأحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة لها الخواص التالية:-

١- توجد في سلاسل مستقيمة

٢- تحتوي على أعداد زوجية من ذرة الكربون

٣- نوبانيتها تعتمد على عدد ذرات الكربون للحامض الدهني

- لو كان الحمض الدهني يحتوي على ٢ : ٦ ذرات كربون فإنه يذوب في الماء

- إذا زاد عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني عن ٦ ذرات فإنه لا يذوب في الماء ولكن يذوب مذيبات الدهون مثل الإيثر

- أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية (الصابون) تذوب في الماء

٤- درجة الانصهار:

- الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة

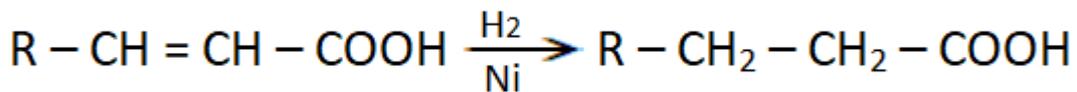
- الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة

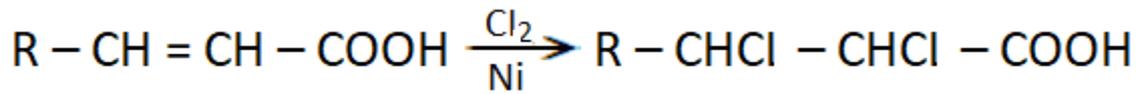
(أي درجة انصهارها أصغر)

## تفاعلات الأحماض الدهنية

### ١- الهدرجة و الهلجنة :-

هذه إحدى خصائص الأحماض الدهنية غير المشبعة ، حيث يضاف الهيدروجين أو لهالوجين من خلال الرابطة الزوجية للحمض الدهني غير المشبع





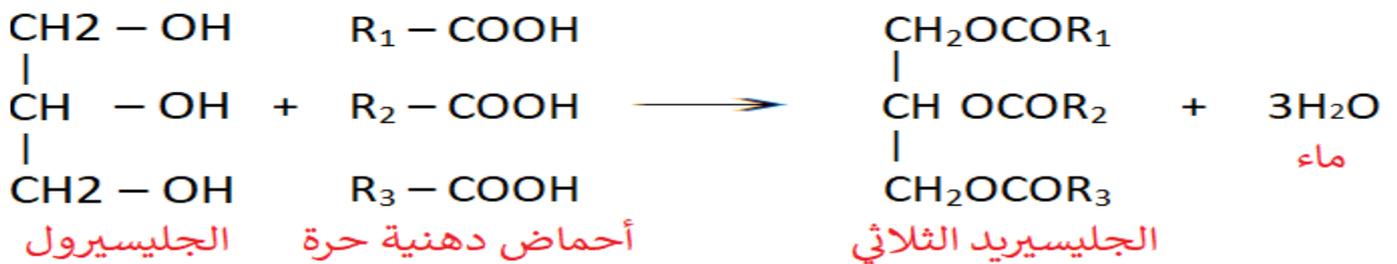
تفاعل الهدرجة تطبيقات صناعية :-

٢- المستحضرات التي لها مظهر الزبدة وميوعتها

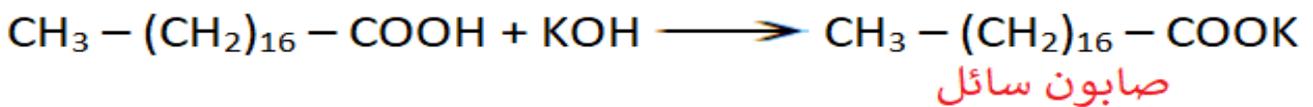
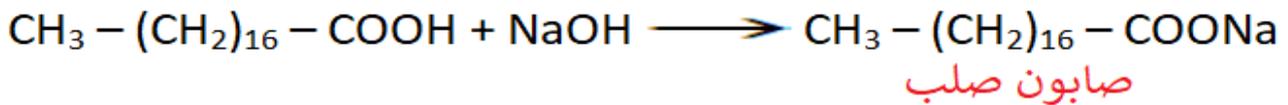
١- تصنيع السمن النباتي

### ٢- تكوين الدهون :-

حمض + كحول (جليسيرول) ← إستر + ماء



### ٣- تكوين الصابون :-



الانزيمات

## الإنزيمات

هي محفزات بيولوجية تسرع التفاعلات الكيميائية ويختص كل إنزيم بتفاعل معين و تفرز بواسطة الأحياء الدقيقة

- أو أنواع خاصة من البروتينات وهي مصنوعة من سلاسل من الأحماض الدهنية ويتم تحديد وظيفة الإنزيم حسب تسلسل الأحماض الأمينية وأنواعها
- أو كيميائياً هو عبارة عن بروتين حبيبي يتكون من ١٠٠ إلى ٤٠٠ حمض أميني

## وظائف الإنزيمات

- مسؤولة عن الكثير من الأعمال التي تحدث في الخلايا كما تلعب دور المحفزات فهي تساعد في إنتاج وتسريع التفاعلات الكيميائية داخل الجسم وعندما تحتاج الخلية إلى القيام بشيء ما فإنها تستخدم دائماً احد او بعض الإنزيمات لتسريع العملية
- تحتاج الي مركبات كيميائية معقدة لتأدية وظيفتها وتسمى ( المعاونات الإنزيمية )

## الوزن الجزيئي

- M.Wt = 12,000 to 40,000

لإنزيمات تكون محددة للغاية وهذا يعني أن كل نوع من الإنزيمات يتفاعل فقط مع نوع معين من المواد التي تمت صناعته من أجلها وهذا شيء مهم جداً حتى لا يقوم الإنزيمات بفعل الشيء لخطأ وتتسبب في تفاعلات الكيميائية غير مرغوبة داخل الجسم.

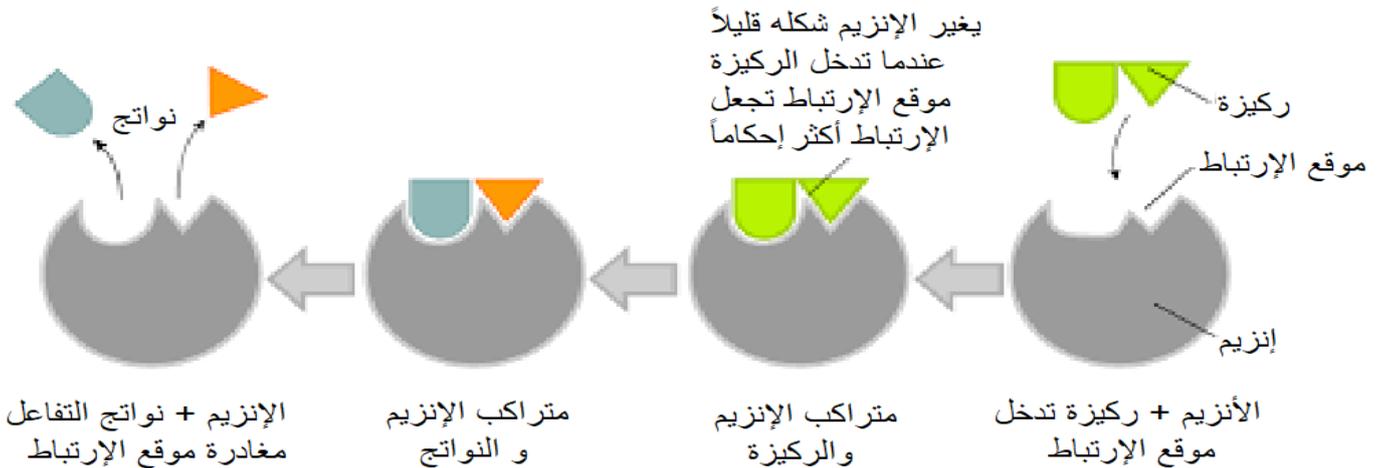
## العوامل التي تؤثر علي الانزيمات :-

١- (درجة الحرارة) كلما ارتفعت درجة الحرارة سوف يحدث رد الفعل بشكل اسرع ومع ذلك إذا اصبحت درجة الحرارة عالية جداً فإن الانزيم يتوقف عن العمل

٢- ( الرقم الهيدروجيني ) في كثير من الحالات يمكن لمستوي درجة الحموضة في البيئة المحيطة بالانزيم ان يؤثر علي معدل التفاعل فإذا كانت درجة الحموضة (عالية جداً او منخفضة جداً ) فإن رد الفعل سيتباطأ او يتوقف تماماً

٣- ( التركيز ) كلما كان تركيز الانزيم مرتفع كلما زاد معدل التفاعل

٤- ( المثبطات ) تستطيع المثبطات ان تقوم بإبطاء التفاعل او وقفه تماماً فبعض المثبطات تتحد مع الانزيم مما يؤدي الي تغيير شكله وعدم عمله بشكل صحيح



## تسمية الإنزيمات

اشتق اسم الإنزيم من مادة التفاعل مع إضافة ( آز ) :-

١- إنزيم الليبيز الذي يعمل علي الليبيدات

٢- إنزيم اليوريز الذي يفكك اليوريا إلي أمونيا وثاني أكسيد الكربون

٣- إنزيمات الأكسدة والاختزال :- وهي تقوم بنقل الإلكترونات من مادة الهدف إلي آخر فتؤكسد الأولي وتختزل الثانية مثل { Dehydrogenases ، Oxidases }

٤- إنزيمات النقل:- وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل علي نقل مجموعة كيميائية من هدف إلي آخر مثل الإنزيمات التي تنقل مجموعة الفوسفات من ATP إلي جلوكوز

٥- إنزيمات التحلل المائي:- وهي تقوم بتحطيم بعض الروابط بإضافة الماء ومنها الإنزيمات التي تعمل علي تميؤ او تحلل الروابط الجلايكوسيدية والاسترية و الببتيدية مثل إنزيم { سكروز ، اميليز }

٦- إنزيمات التشكل :- وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل علي تحويل المادة الهدف إلي متشكل آخر مثل تحول { الجلوكوز - ٦ - فوسفات } إلي { فركتوز - ٦ - فوسفات } بواسطة إنزيم فوسفوهيكسو ز ايزومريز

٧- إنزيمات الارتباط :- وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل علي إنشاء رابطة جديدة بين مركبين مختلفين وتعتمد في ذلك علي الطاقة المخزنة في جزئ ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP مثل إنزيم RNA ligase الذي يعمل علي في بناء البروتين في الخلية

## الإنزيمات الهاضمة الأساسية

### الإنزيمات الهاضمة

• تلعب دوراً محورياً في عملية هضم الطعام في الجسم إذ تقوم بتحفيز التفاعلات الكيميائية اللازمة لعمليات الهضم المختلفة ومن هذه الإنزيمات

١- إنزيم الاميليز:- يعمل علي تحفيز عملية هضم وتحويل الكربوهيدرات إلي سكريات ويتواجد هذا الإنزيم في الغدد اللعابية والبنكرياس والأمعاء الدقيقة ويؤثر نقص هذا الإنزيم علي الصحة ككل لا علي عمليات الهضم فقط لأنه مسئول عن أيضا عن تحليل خلايا الدم البيضاء الميتة وعدم تحللها قد يؤدي إلي نشأة تورمات تحمل صديد

٢- إنزيم بروتيز:- وهو المسئول عن تحليل البروتينات وتحويلها إلي أحماض امينية يتركز إنزيم بروتيز في المعدة والبنكرياس والأمعاء الدقيقة وأي نقص في هذا الإنزيم قد يتسبب في عدة مشاكل في الجسم مثل ( القلق وقلة النوم ، والتهاب المفاصل وهشاشة العظام نتيجة نقص كمية الكالسيوم في الدم ويعمل علي التخلص من بعض أنواع البكتريا الفيروسات في الدم فقد يؤدي نقصه كذلك إلي الالتهابات وانخفاض كفاءة جهاز المناعة في الجسم

٣- إنزيم ليبيز :- وظيفة هذا الإنزيم الرئيسية هي تحليل الدهون وتحفيز عملية تحويلها الي أحماض دهنية في البنكرياس والأمعاء الدقيقة وأي نقص في هذا النوع من الإنزيمات له تأثيرات سلبية علي صحة الإنسان مثل ( ارتفاع نسبة الكوليسترول والدهون الثلاثية ، مواجهة صعوبة في إنقاص الوزن ، الإصابة بمرض السكري ، تخلص خلايا الجسم من الفضلات او امتصاصها للغذاء بصعوبة وبعد عناء ، ويعاني أيضا من تشنج العضلات خصوصا في منطقة الأكتاف بسبب نقص مؤبن الكالسيوم في الدم

٤- إنزيم اللاكتيز:- وظيفة هذا النوع من الإنزيمات هي تحليل وهضم اللاكتوز المتواجد في سكر الحليب ويؤثر نقصه علي الإنسان عند الكبر فقد يسبب نقصه صعوبة في هضم هذا النوع من السكريات في حالة يطلق عليها عدم تحمل اللاكتوز.

## المصادر و المراجع

1. ["Carbohydrates"](#). *Chemistry for Biologists*. Royal Society of Chemistry.
2. [^ animation mécanisme cyclisation du glucose](#) نسخة محفوظة
3. [^ Pigman, William Ward; Anet, E. F. L. J. \(1972\). "Chapter 4: Mutarotations and Actions of Acids and Bases". In Pigman and Horton \(المحرر\). The Carbohydrates: Chemistry and Biochemistry Vol 1A \(ndالطبعة ٢\). San Diego: Academic Press. صفحات ١٦٥–١٩٤.](#)
4. Proteins (the journal), also called "Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics" and previously "Proteins: Structure, Function, and Genetics" (1986-1995).
5. المظفر، سامي عبد المهدي، رياض رشيد سلمان "الكيمياء الحياتية (دار الكتب الطباعة – النشر" جامعة بغداد، كلية التربية ١٩٨٤
6. Roger, L; DeKock, Harry, B. gray "chemical structure and bonding" 1980 ترجمة: (زكوم، مهدي ناجي، جماعة البصرة (١٩٨٣).
7. مقدمات في كيمياء الحياة، ترجمة الدكتور أحمد سلمان الجنابي.
8. أسس الكيمياء العامة والعضوية والحياتية/ تأليف جون ر. هرار ترجمة الدكتور عبد ناجي
9. هربت ما يسليش/ تأليف هوارد بنجامكين/ جاكوب شارفكين
10. هابر "الكيمياء الحيوية" ترجمة وأشرف أ.د. رويدة أبو سمرة د. نزار حمود / د. عماد أبو علي.
11. [IUPAC Compendium of Chemical Terminology](#) (ndالطبعة ٢). *International Union of Pure and Applied Chemistry*. 1997. [ISBN 0-521-51150-X](#). مؤرشف اطلع عليه بتاريخ ٣١ أكتوبر ٢٠٠٧. في ٠٨ يناير ٢٠١٧ [الأصل من](#)
12. في ٢٦ يناير [الأصل](#) مؤرشف من [id.ndl.go.jp](#). [id.ndl.go.jp](#) معلومات عن [دهن على موقع](#) " في ٢٠٢٠.
13. في ١٢ يناير [الأصل](#) مؤرشف من [jstor.org](#). [jstor.org](#) معلومات عن [دهن على موقع](#) " في ٢٠٢٠.
14. في [الأصل](#) مؤرشف من [psh.techlib.cz](#). [psh.techlib.cz](#) معلومات عن [دهن على موقع](#) " في ١٠ يناير ٢٠٢٠.
15. بنية/وظيفة الإنزيمات، دليل تعليمي حول بنية الإنزيمات ووظيفتها. (بالإنجليزية).
16. \*Enzyme spotlight Monthly feature at the European Bioinformatics Institute on a selected enzyme.



اسم المقرر: كيمياء عضوية عديدة النواة

جزء

**Polynuclear aromatic hydrocarbons**

هيدروكربونات أروماتية عديدة النواة

اعداد

ام د/عواطف محمد المغربي

قسم الكيمياء - كلية العلوم

بيانات الكتاب

الكلية: التربية الفرقة: الثالثة تعليم عام

الشعبة: كيمياء

تاريخ النشر: 2023\2022

عدد الصفحات 53

## المحتويات

الصفحة	العنوان
3	الهيدروكربونات الاروماتيه عديدة النواه-التقسيم
4	الانظمة المعزولة- داي فينيل
6	مشتقات داي فينيل - بنزيدين
6	حمض داي فينيك
8	داي فينيل ميثان
9	ثلاثي فينيل ميثان
11	1,2 داي فينيل ايثن (داي بنزيل)
11	ستلبيين
16-14	بنزوين -بنزيل
17	اسئلة
18	انظمة ملتحمة -النفثالين
20-18	تركيب النفثالين -التحضير
29-23	التفاعلات
32-30	النفثاليل امين
33	احماض السلفونيك
36-33	التافتولات - احماض النفثالين الكربوكسيلية
38-37	النافثوكينون- 1 و4 نافثوكينون
40	اسينافئين
41	انثراسين
49	الاليزارين
50	فينانثرين
52	فينانثراكينون
53	المراجع

## الهيدروكربونات الاروماتية عديدة النواه

### Polynuclear Aromatic Hydrocarbons

#### الاروماتية

اي مركب لكي يكون اروماتيا يجب ان يكون :

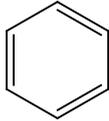
1- حلقيًا 2 - يوجد في مستوي واحد

3- كل الذرات من نوع  $sp^2$

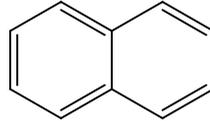
4- كل الروابط المزدوجة يجب ان تكون متبادلة

5- يجب ان يتبع قاعدة هوكل (يحتوي علي عدد من الكترونات باي مساو للمعادلة  $(4n+2)$ )

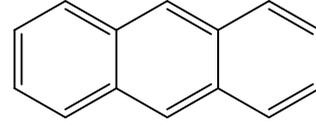
امثلة



$n=1$   
 $6 \pi$  electron



$n=2$   
 $10 \pi$  electron



$n=3$   
 $14 \pi$  electron

#### تقسيم الهيدروكربونات الاروماتية عديدة النواه

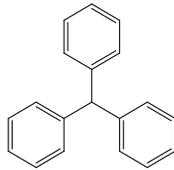
##### 1- انظمة معزولة Isolated systems

ثلاثي فينيل ميثان

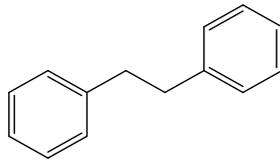
1,2 ثنائي فينيل ايثان

ثنائي فينيل ميثان

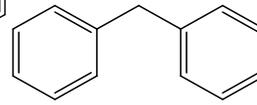
ثنائي الفينيل



triphenylmethane



1,2 diphenylethane



diphenylmethane

ph-ph

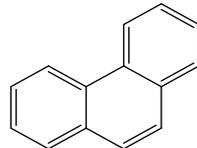
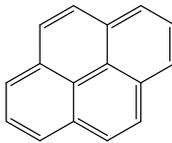
diphenyl

##### 2- انظمة ملتحة Fused systems

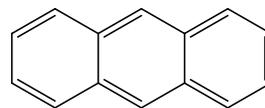
فينانثرين

انثراسين

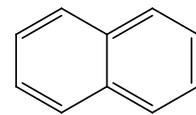
نفثالين



phenanthrene



anthracene



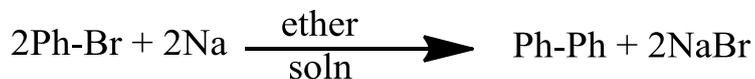
naphthalene

## الانظمة المعزولة Isolated Systems

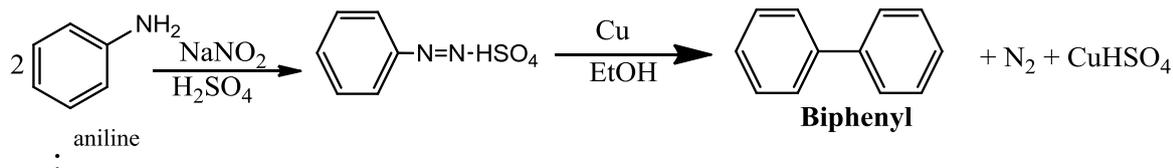
### 1-داي فينيل (Diphenyl) (Biphenyl)

تحضير داي فينيل Preparation of diphenyl

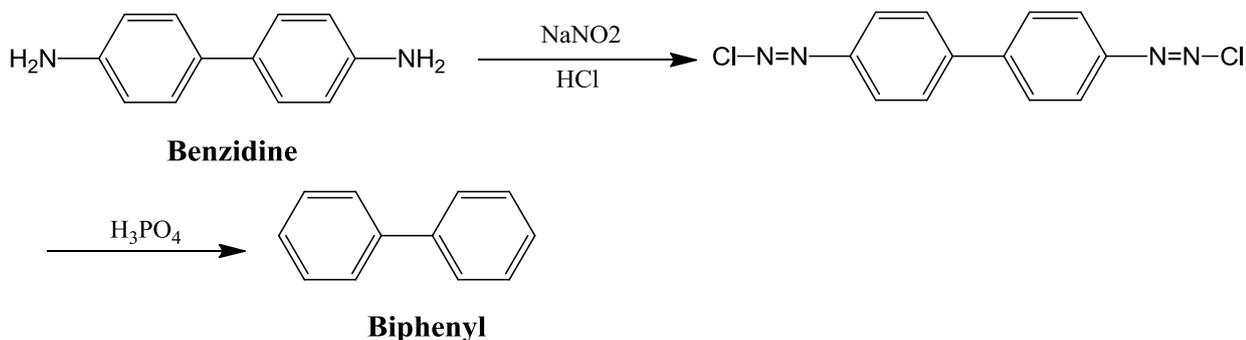
1) By Fittig's reaction



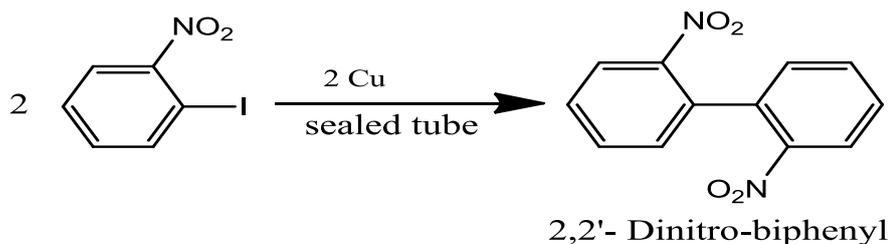
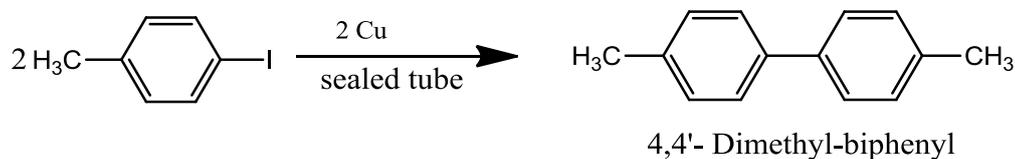
2) From benzene diazonium sulphate

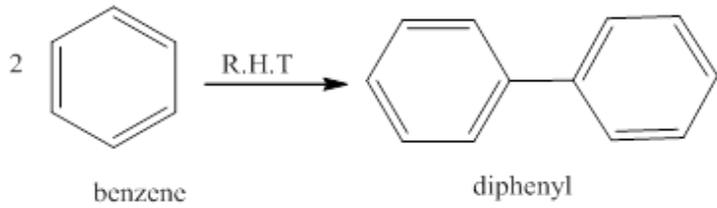


3) From benzidine

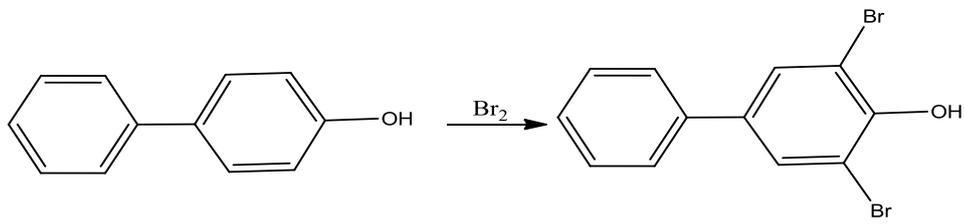
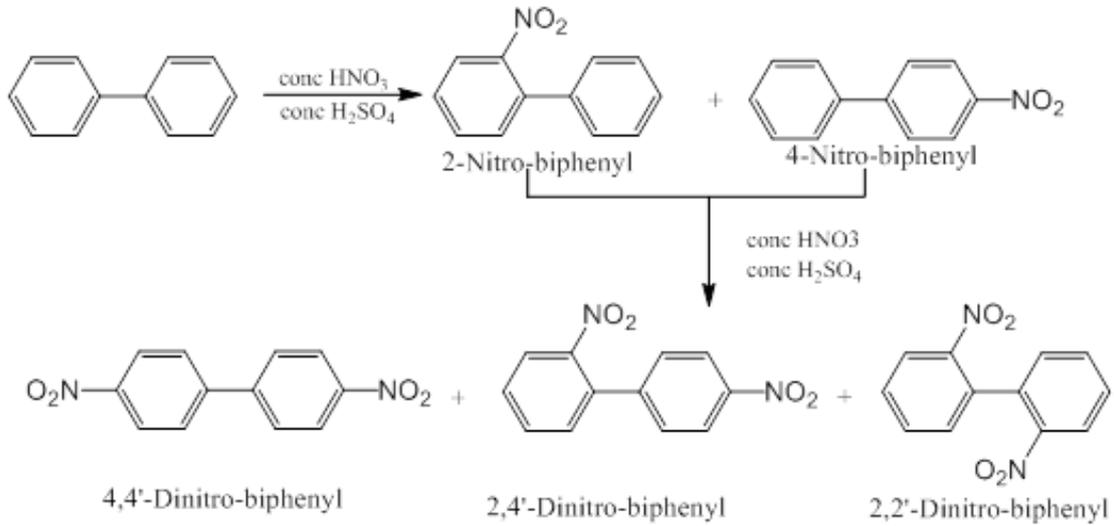


### 4- تفاعل اولمان Ulmann synthesis





**تفاعلات داي فينيل 1-تفاعلات الاستبدال (النيترة) - (البرومة)**



**2-الأكسدة**



**3-التفاعل مع الاوزون**

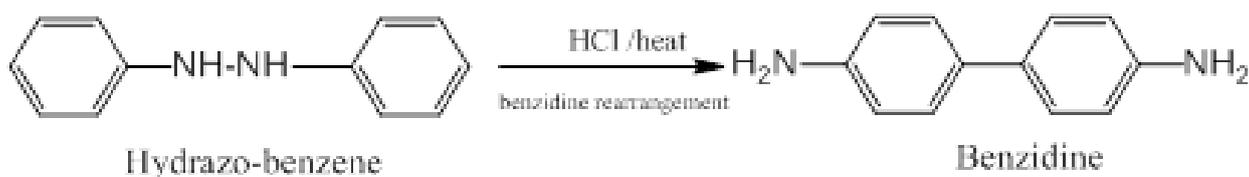


## مشتقات داي فينيل Derivatives of diphenyl بنزيدين (4,4' diamino diphenyl Benzidine)

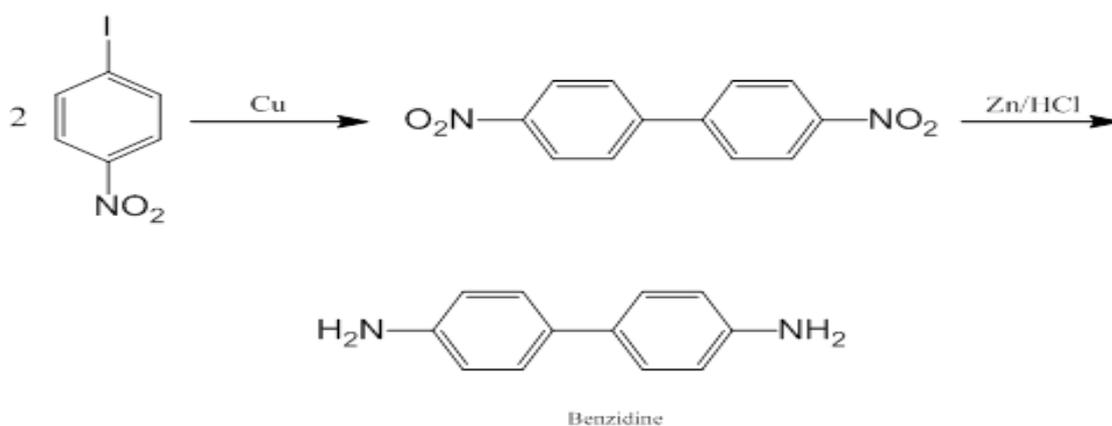
بنزيدين ذو اهمية كبيرة تجاريا حيث انه يستخدم في تحضير اصباغ ازو و علي سبيل المثال احمر كونجو

التحضير

1- من هيدرازو بنزين



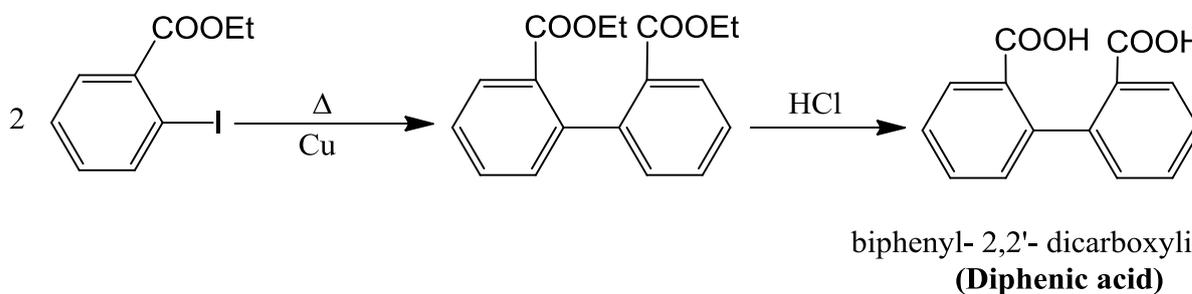
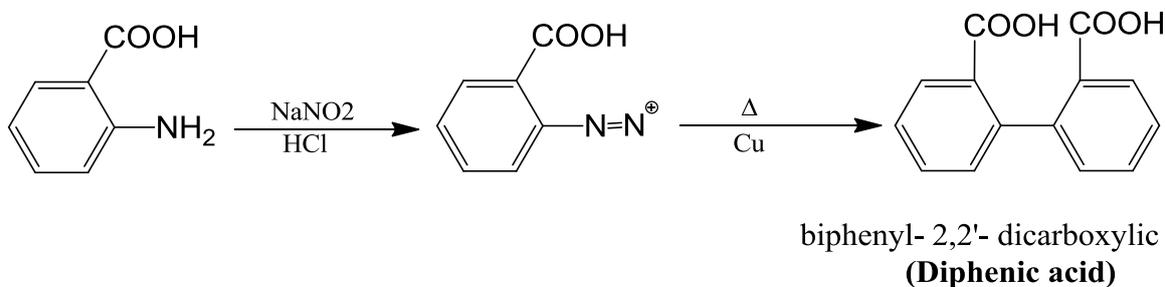
2- من بارا ايودو بنزين (تخليق اولمان)

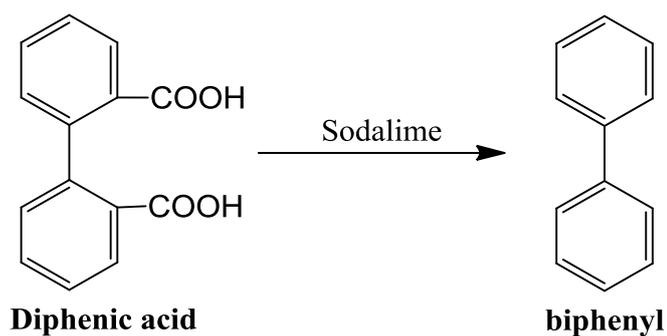
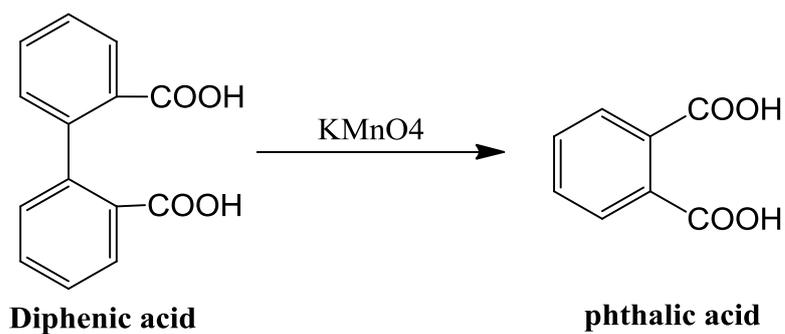
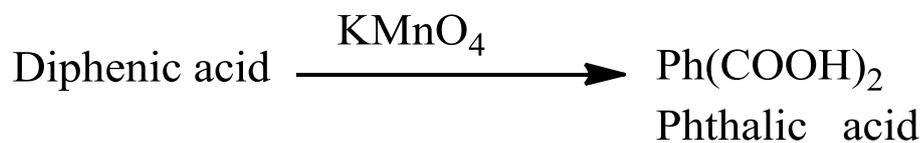
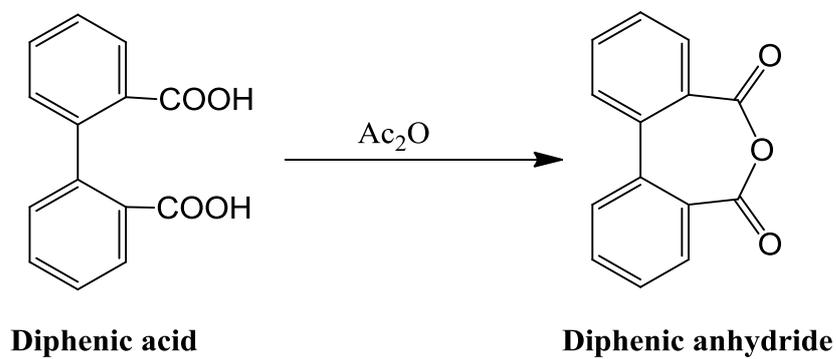
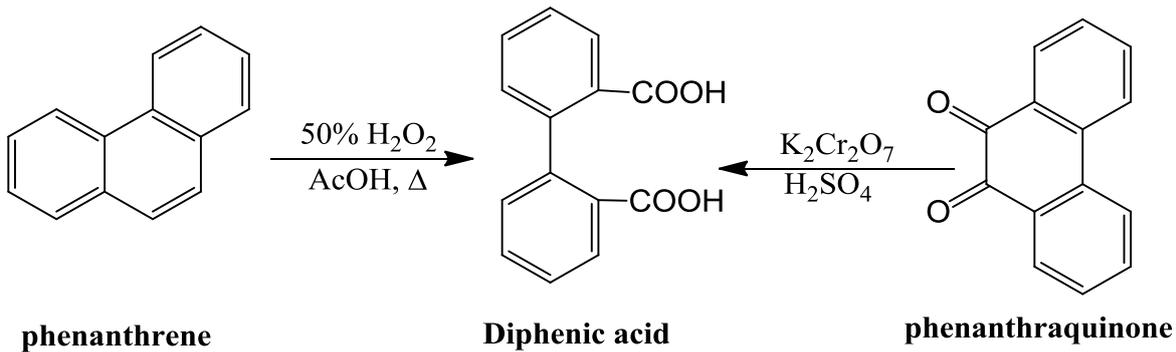


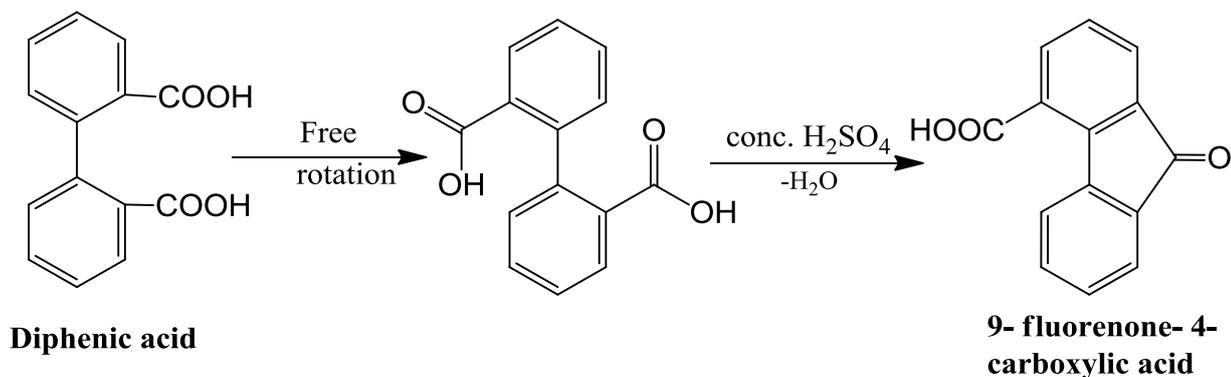
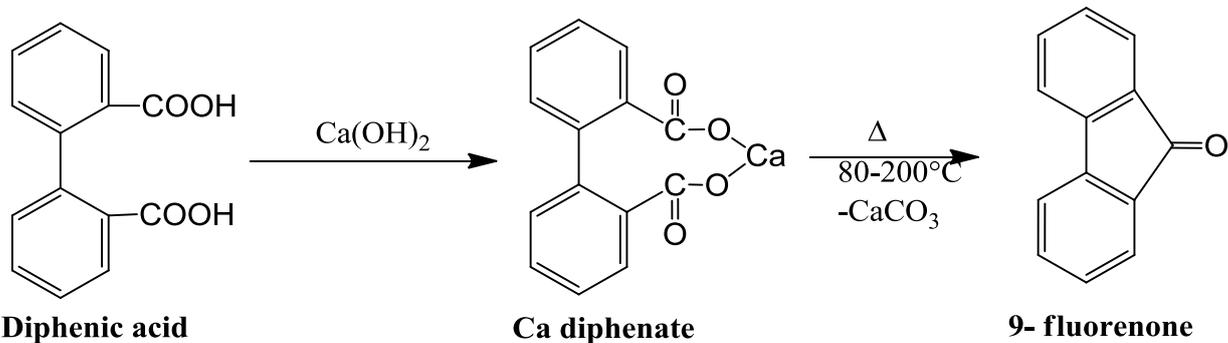
## Diphenic acid (diphenyl 2,2' dicarboxylic acid

حمض داي فينيك

التحضير

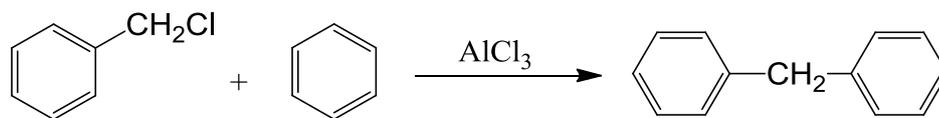






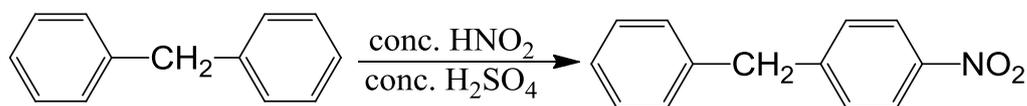
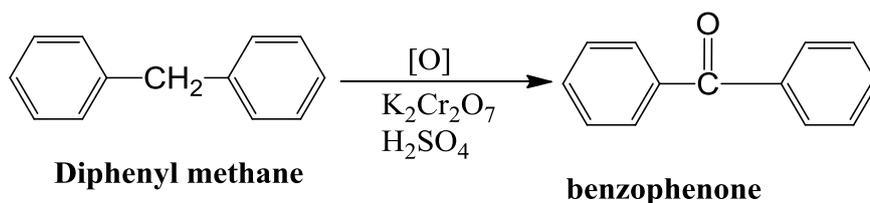
## داي فينيل ميثان Diphenyl methane

طرق التحضير



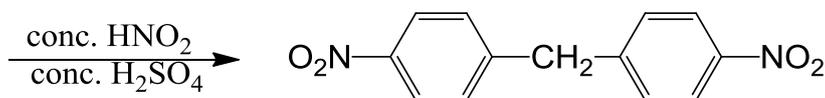
Benzyl chloride

Diphenyl methane

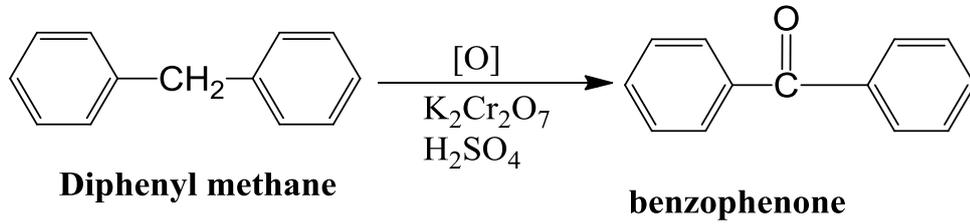
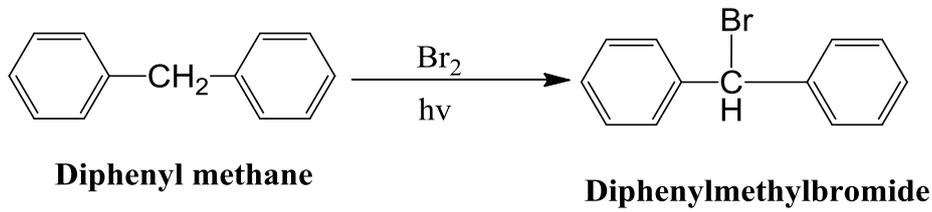


Diphenyl methane

1-benzyl-4-nitrobenzene  
4-nitro diphenylmethane

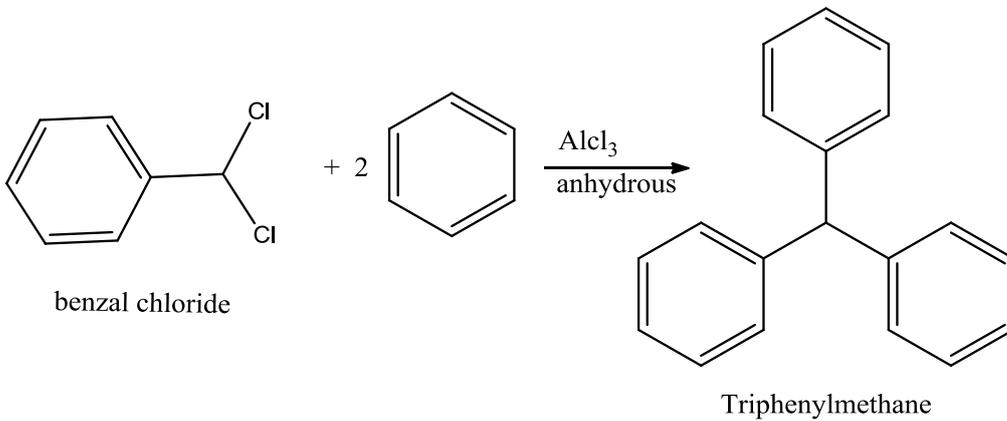


bis(4-nitrophenyl)methane  
4,4'-dinitrodiphenyl methane

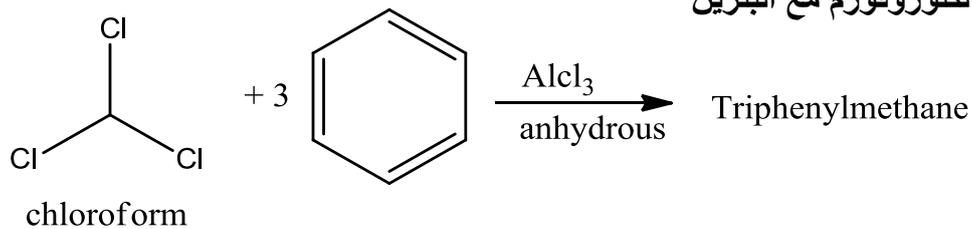


### ثلاثي فينيل ميثان (Tritane) Triphenyl methane

#### التحضير 1- من كلوريد البنزال



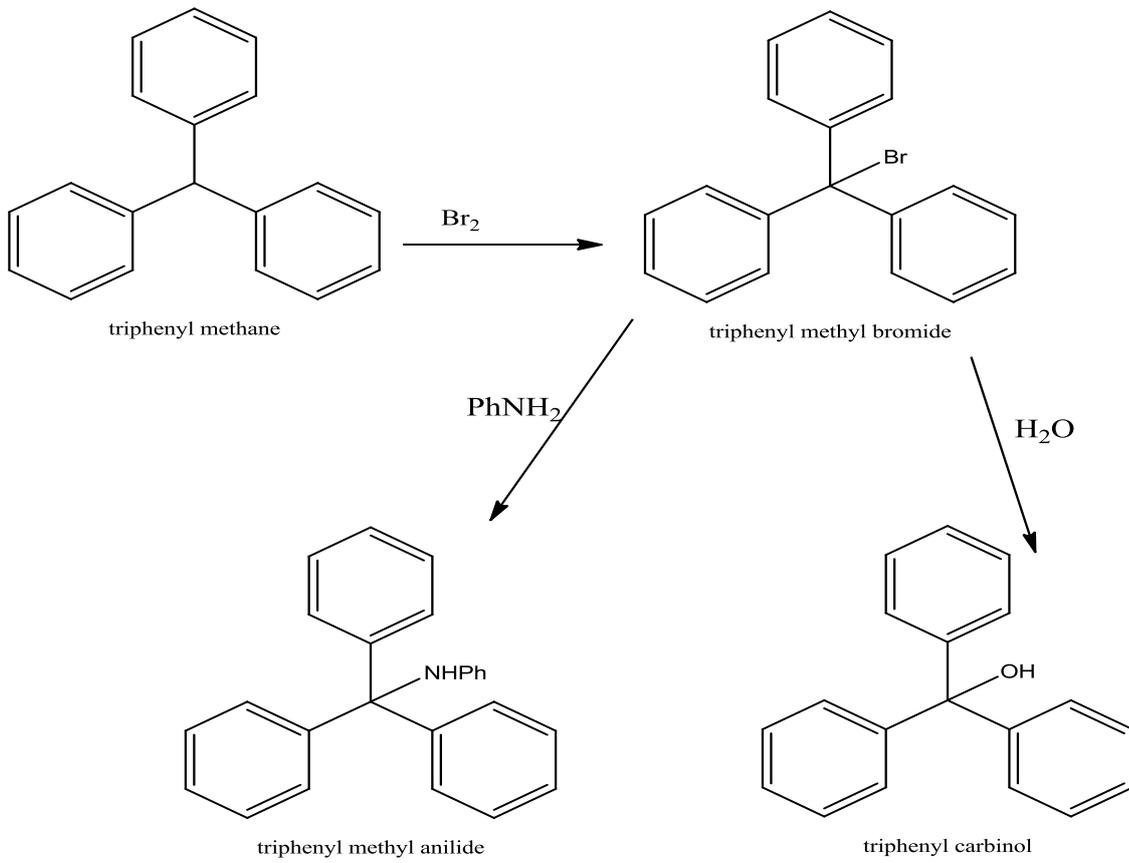
#### 2- من الكلوروفورم مع البنزين



#### 3- من بنزالدهيد مع بنزين في وجود كلوريد الخارصين الالاماني

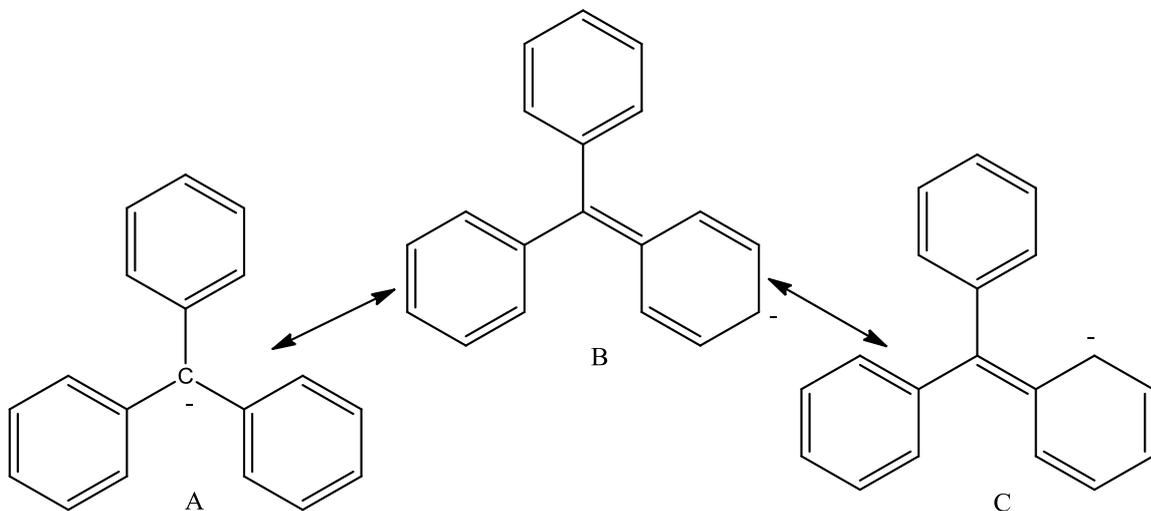


## فاعلات تراي فينيل ميثان



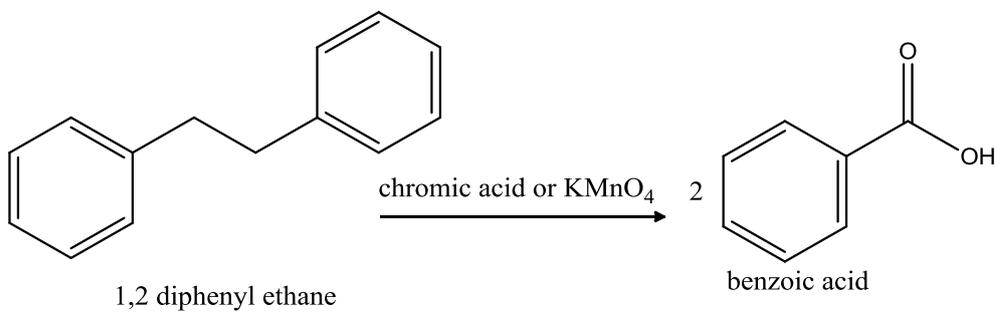
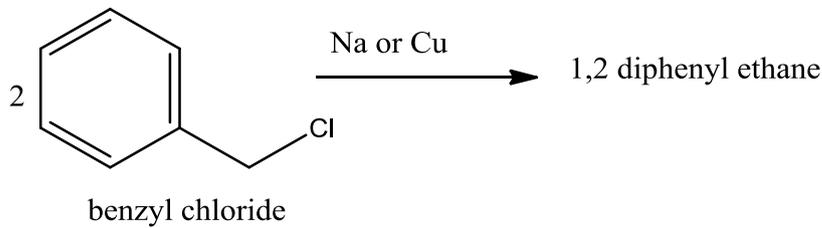
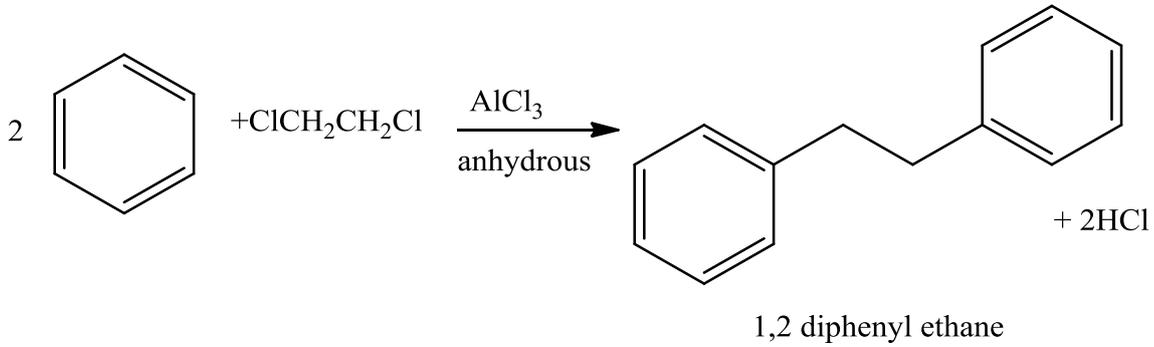
## الخاصية الحامضية لتراي فينيل ميثان

تراي فينيل ميثان اكثر حامضية من ثنائي فينيل ميثان وذلك لوجود الرنين الالكتروني.

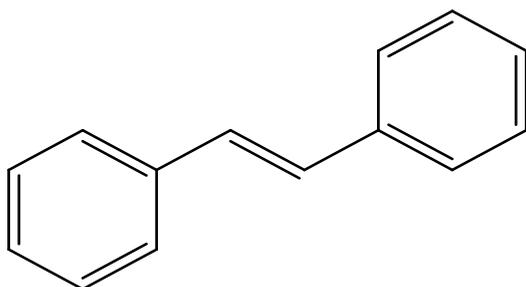


## 1,2-داي فينيل ايثنان (داي بنزيل)

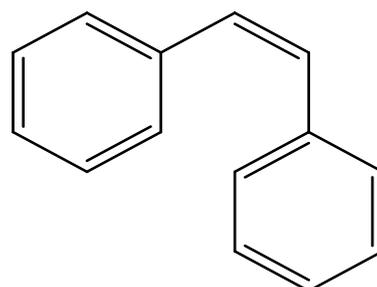
### طرق التحضير 1,2-diphenyl ethane(dibenzyl)



### Diphenyl ethylene Stilbene(trans diphenyl ethylene) Iso stilbene (cis diphenyl ethylene)



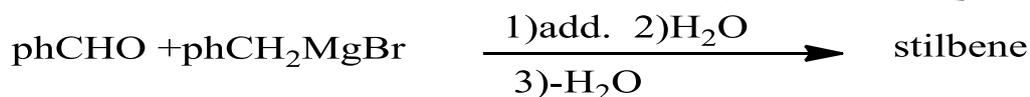
Stilbene  
trans 1,2 diphenylethylene  
stable m.p:124



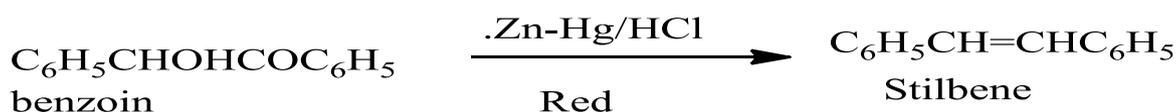
Isostilbene  
cis 1,2 diphenylethylene  
unstable b.p:145

## التحضير

1- من بنزالدهيد مع بنزيل ماغنسيوم بروميد

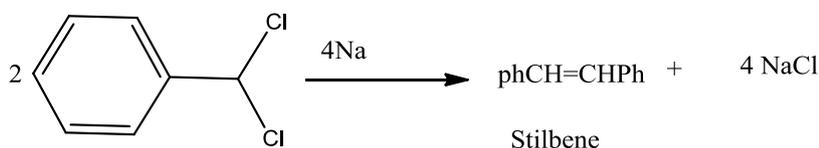


## 2- اختزال بنزوين [zn/Hg] Hcl



## From benzal chloride

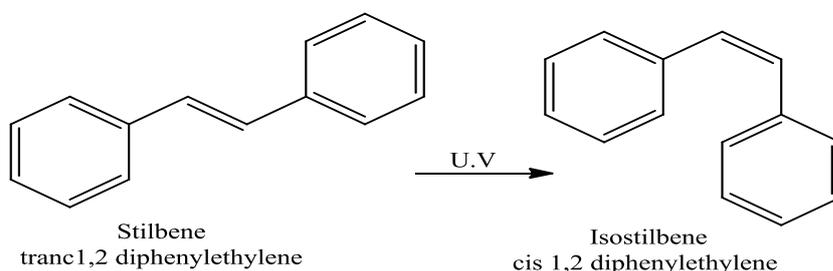
## 3- من كلوريد البنزال



## تحضير ايزوستيلبين

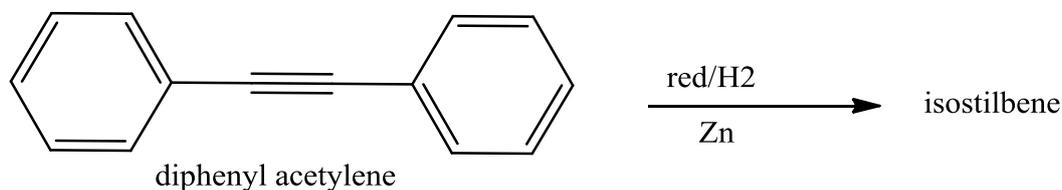
benzal Chloride

## 1- تحويل الاستلين الي ايزوستيلبين



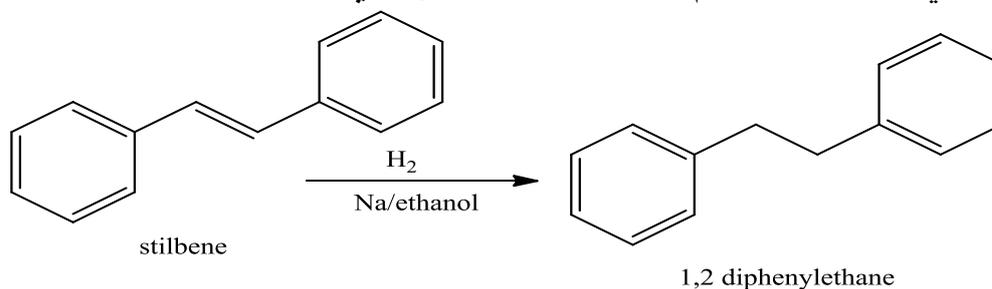
## 2- Reduction of tolane

## 2- اختزال تولان

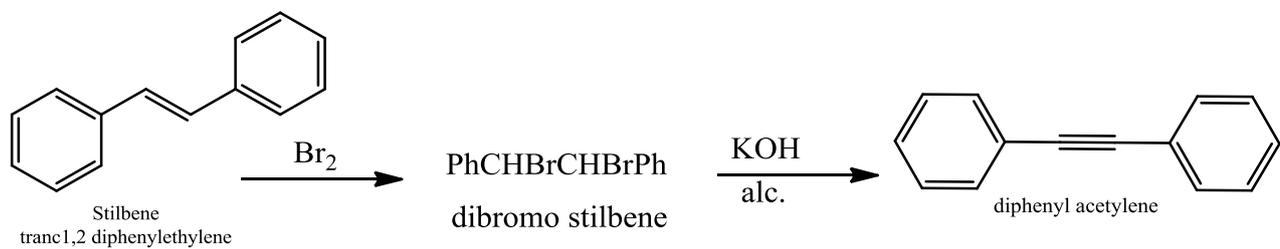


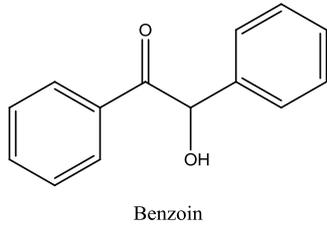
## التفاعلات

1- الاختزال في وجود الصوديوم والايثانول مكونا 1,2 داي فينيل ايثان



2-التفاعل مع البروم بالاضافة مكوناتائي البروميد وعند تسخينه مع هيدروكسيد البوتاسيوم يكون داي فينيل اسيتيلين (تولان)

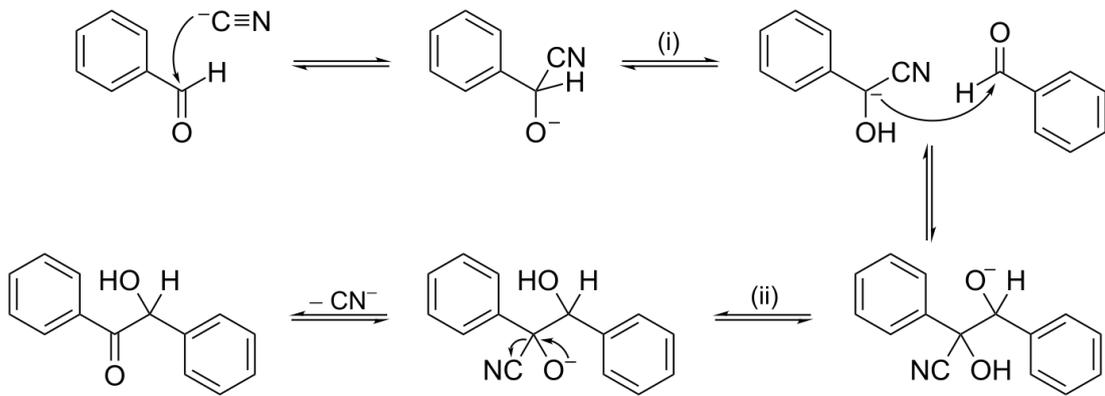
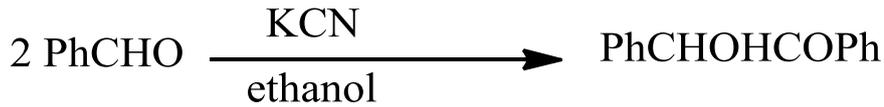




Benzoin

بنزوين

يحضر من تسخين بنزالدهيد مع محلول كحولي من سيانيد البوتاسيوم وهو ما يعرف بتكاثف بنزوين ( Benzoin condensation )

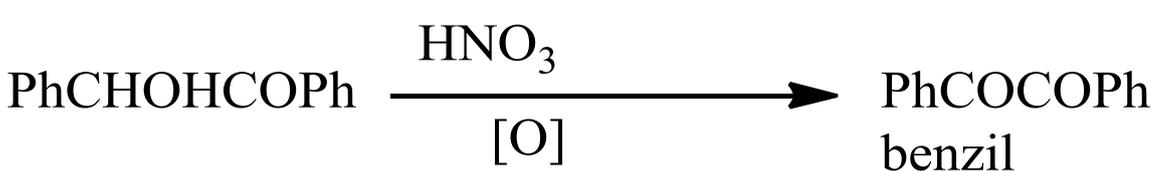
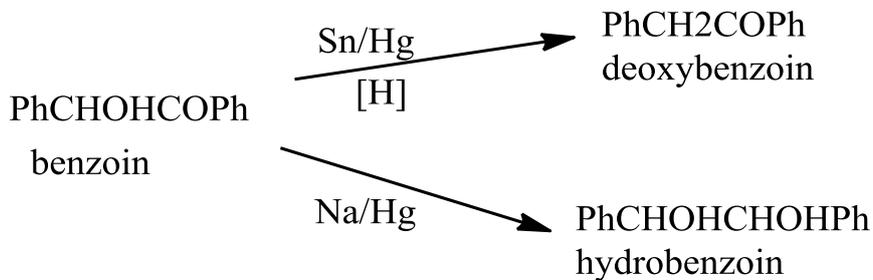


### الخواص الكيميائية

بنزوين له ايزومر اين دايلول (endiol)

$\text{PhC(OH)=C(OH)Ph}$  وهو اقل ثباتا من بنزوين

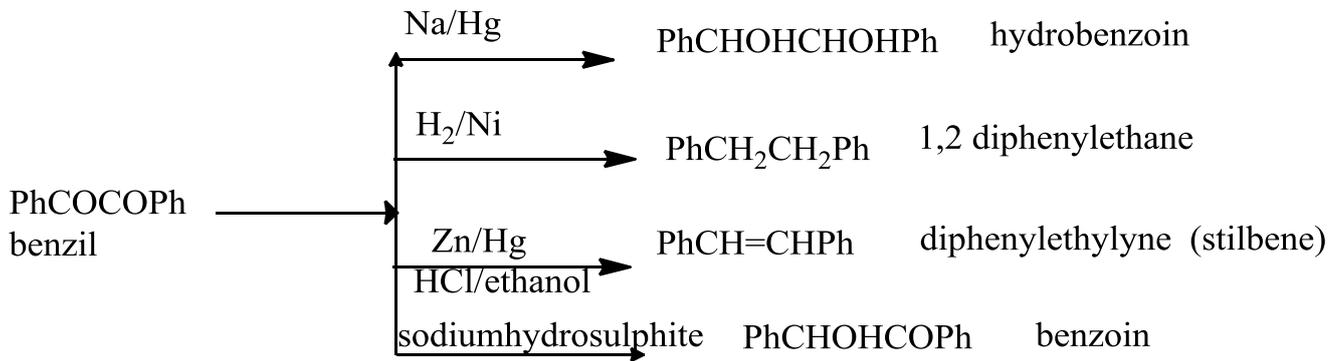
2-الاختزال: يعتمد الناتج علي ظروف الاختزال .



الاكسدة

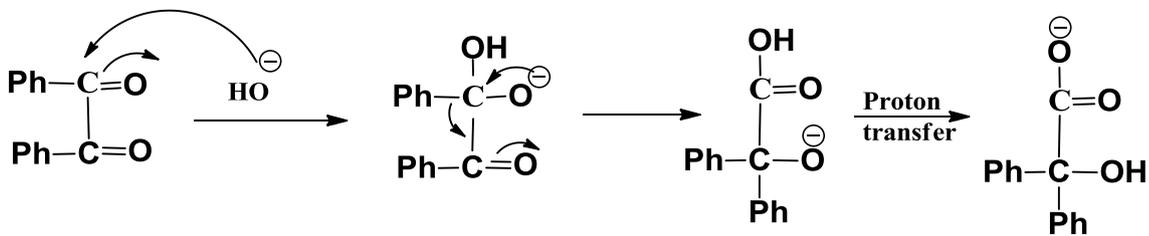
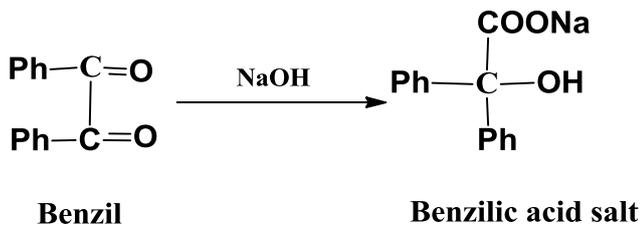


## - الاختزال



## تعديل بنزيليك

عند تسخين البنزيل مع هيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم الكحولي يتحول الي  
الملح المقابل لحمض البنزيليك وقد اقترح انجولد Ingold ميكانيكية للتفاعل



اسئلة

اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس

1- من الهيدروكربونات العطرية عديدة النواة المعزولة:

- ا- نفتالين  
ب- فينانثرين  
ج- اسينافثين  
د- ستلبين

2- من الهيدروكربونات العطرية عديدة النواة الملتحمة:

- ا- داي فينيل  
ب- داي فينيل ميثان  
ج- انثراكينون  
د- بنزوين

3- يستخدم تخليق اولمان لتحضير:

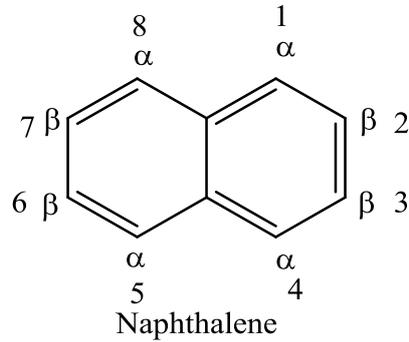
- ا- داي فينيل  
ب- تريتان  
ج- ايزوستلبين  
د- هيدروبنزوين.

4- تكاتف 2 جزئى من البنزالدهيد في محلول كحولي من سيانيد البوتاسيوم ينتج:

- ا- دي اوكسي بنزوين  
ب- هيدروبنزوين  
ج- بنزوين  
د- داي فينيل ميثان

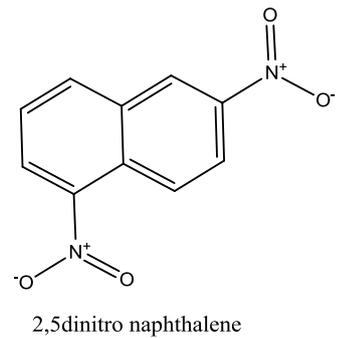
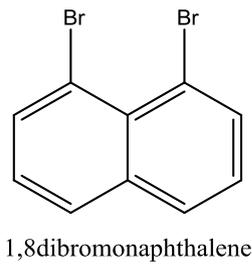
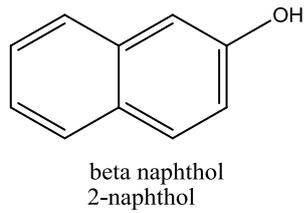
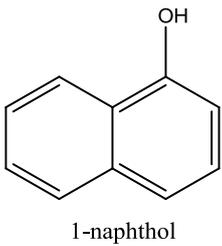
## Fused System الأنظمة الملتحمة

### Naphthalene النفثالين



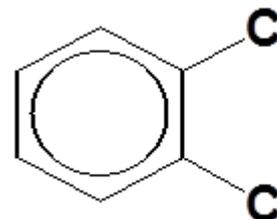
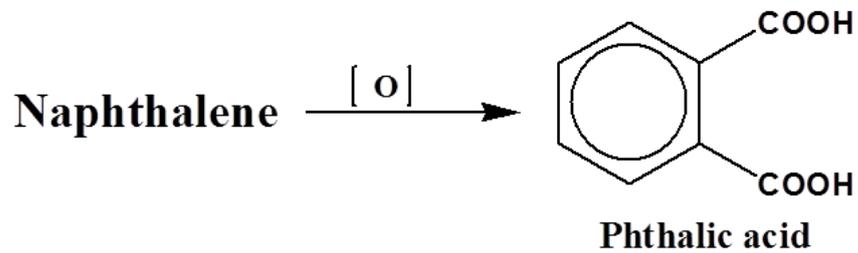
## Nomenclature

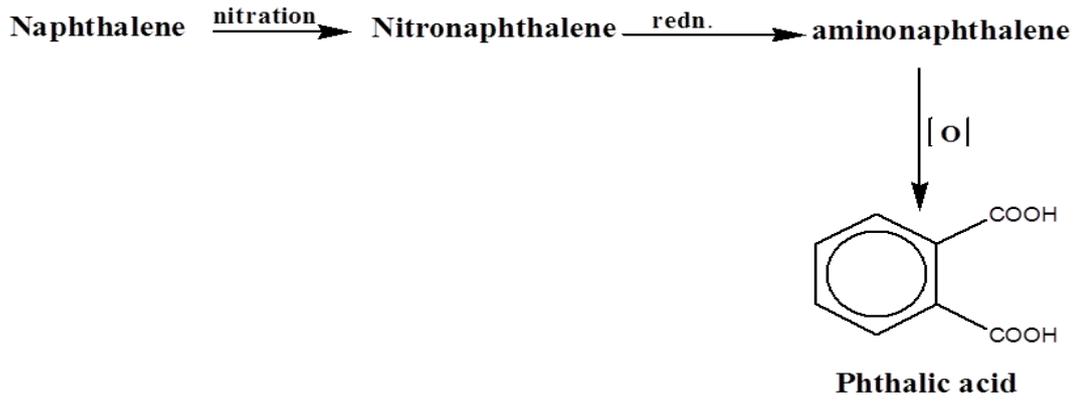
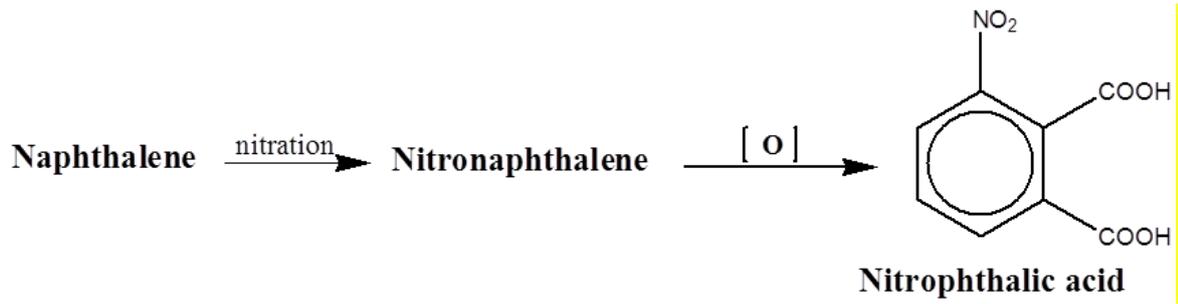
### التسمية والترقيم



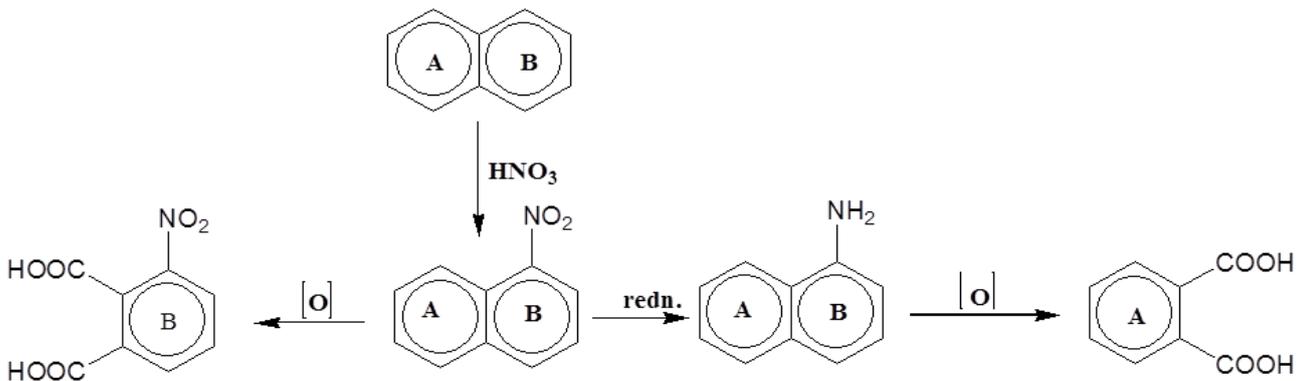
### تركيب النفثالين Structure of naphthalene

### الصيغة الجزيئية Molecular formula (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>)





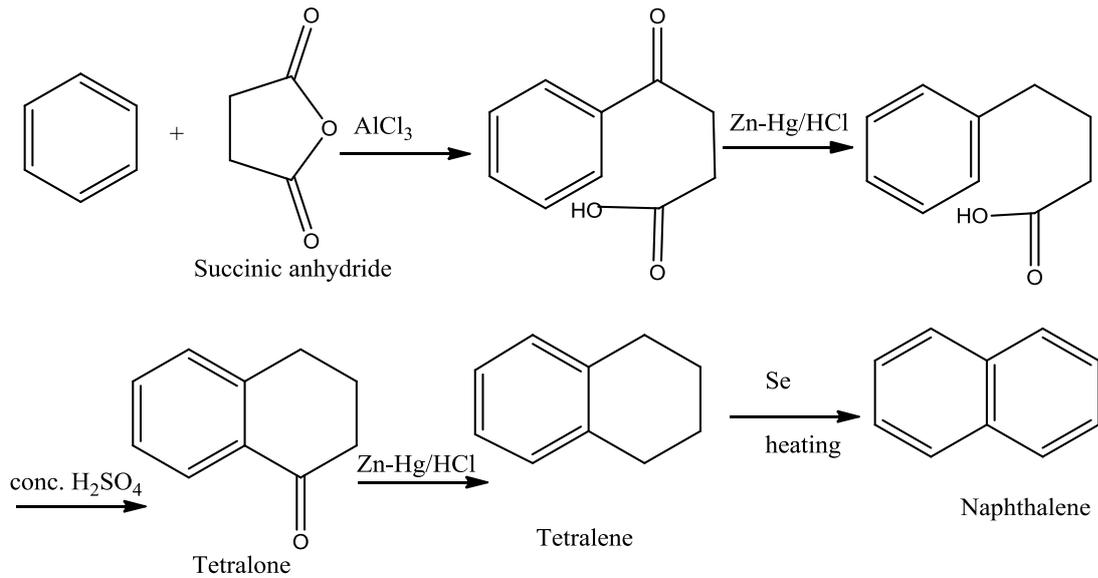
أكسدة النفثالين تكون حمض الفيثاليك وهذا يدل علي احتوائه علي حلقة بنزين بها سلسلتين جانبيتين في الوضع اورثو لبعضهم



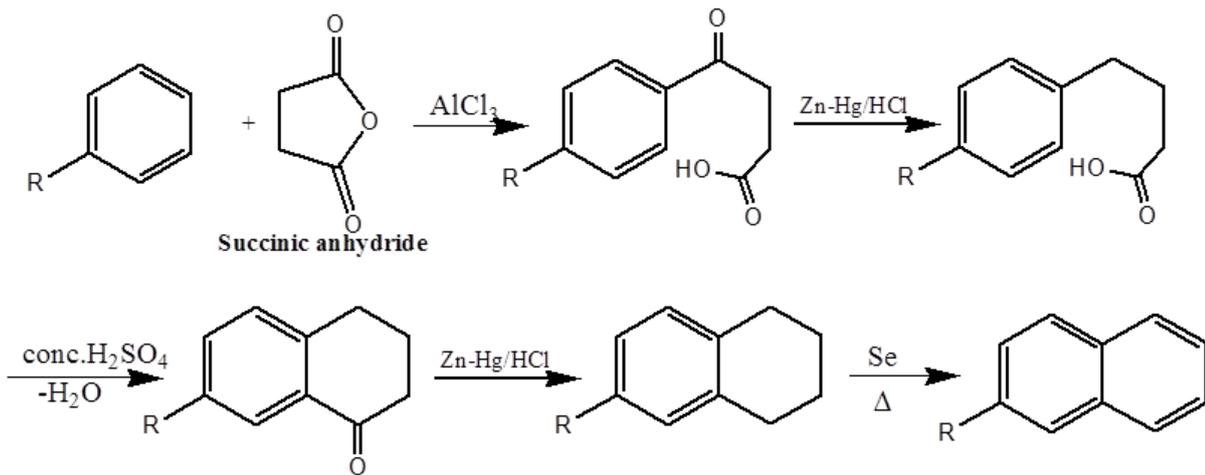
مما سبق يتضح ان النفثالين يتكون من حلقتي بنزين ملتحمتين في الوضع اورثو

تركيب النفثالين يمكن اثباته ايضا عن طريق تحضيره (تخليق هاورث) Haworth synthesis

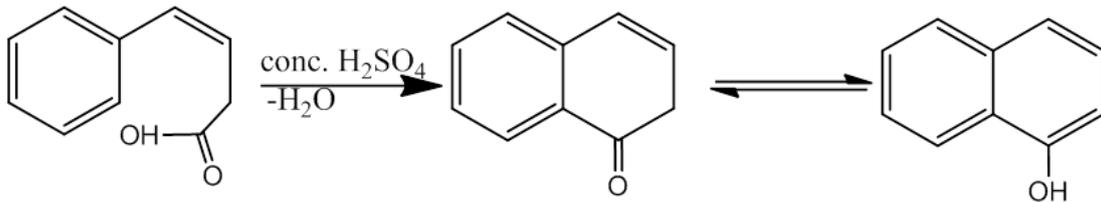
Preparation of naphthalene



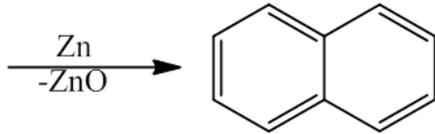
Preparation of alkyl naphthalene



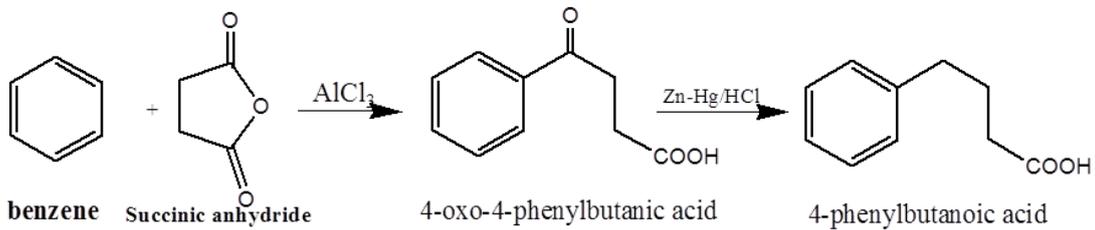
تحضير الكيل نفثالين



4-phenyl-3-butenic acid



naphthalene

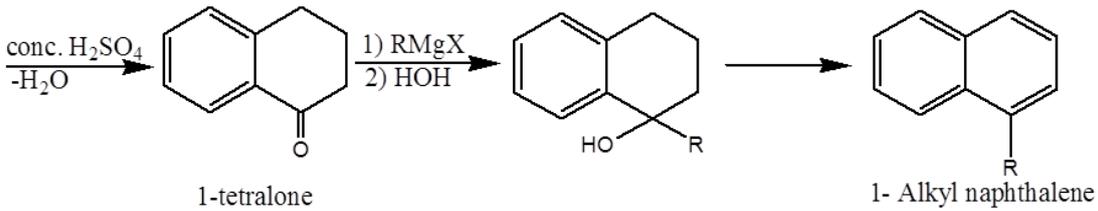


benzene

Succinic anhydride

4-oxo-4-phenylbutanoic acid

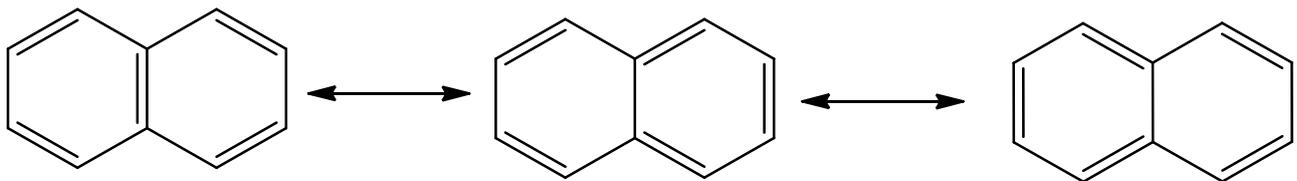
4-phenylbutanoic acid



1-tetralone

1- Alkyl naphthalene

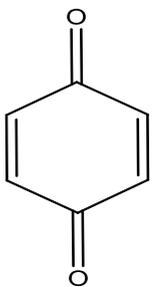
موضع الروابط المزدوجة - قاعدة فريز Position of double bond - Fries Rule



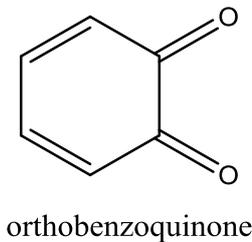
1

2

3



p-benzoquinone



orthobenzoquinone

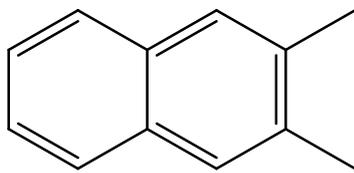
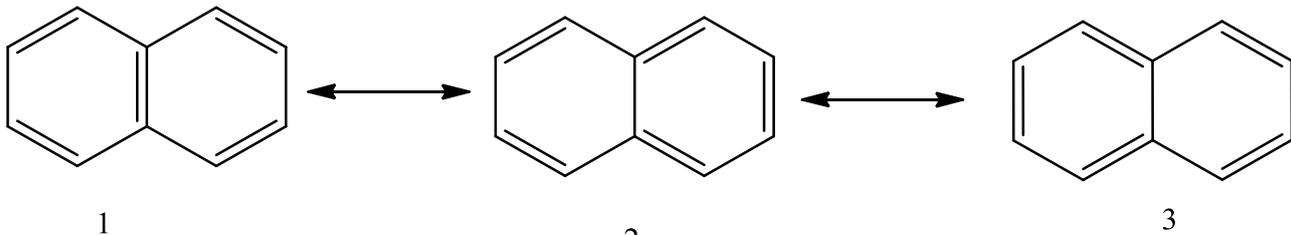
لكينونات هي مركبات نشطة ومثال اورثو بنزوكينون

قارن فريز وضع الروابط المزدوجة في المركبات عديدة النواة بمثيلتها في البنزوكينون وطبقا للقاعدة التركيب 2 و3 يحتوي كل منهما علي حلقة واحدة لها ترتيب بنزيني وحلقة واحدة لها

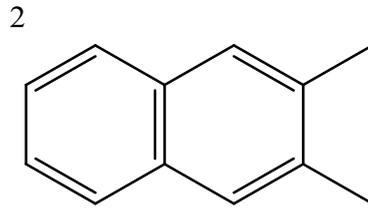
ترتيب كينوني وبالتالي يكون الشكل 1 هو اكثر ثباتا وممثلا للنفتالين لانه يحتوي حلقتين لهما ترتيب بنزيني .

دراسة النفتالين بالاشعة السينية اوضح ان الحلقتين في نفس المستوي

وان النفتالين هو هجين من التراكيب الالكترونية الثلاثة 1 و2 و3 وله طاقة رنين عالية



2,3dimethyl naphthalene



2,3dimethyl naphthalene

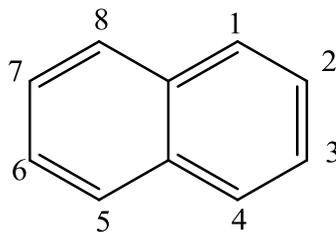
التحلل الاوزوني لمركب 2 و3 ثنائي ميثيل نفتالين اعطي النواتج الاتية :

1 - Glyoxal CHO-CHO -2 methyl glyoxal CH<sub>3</sub>CO CHO

3 - dimethyl glyoxal CH<sub>3</sub>COCOCH<sub>3</sub>

هذه المركبات لايمكن الحصول عليها الا اذا كان 2 و3 ثنائي ميثيل نفتالين يوجد في حالة هجين من الاشكال الموضحة

### Isomerism التشكل



( Positions 1,4,5and 8 are identical (alpha positions )

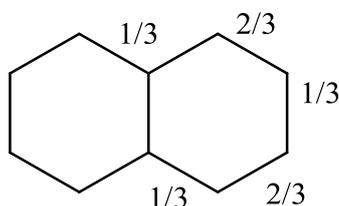
- 2,3,6 and 7(beta positions )

Mono substitution products C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>X gave two 1-and 2-isomers,.Disubstitution products gave 10 isomers

Trisubstitution products gave 14 possible isomers

Tetrasubstitution products gave 22 possible isomers

14 for  $C_{10}H_3X_5$ , 10 for  $C_{10}H_2X_6$ , 2 for  $C_{10}HX_7$ , and 1 for  $C_{10}X_8$



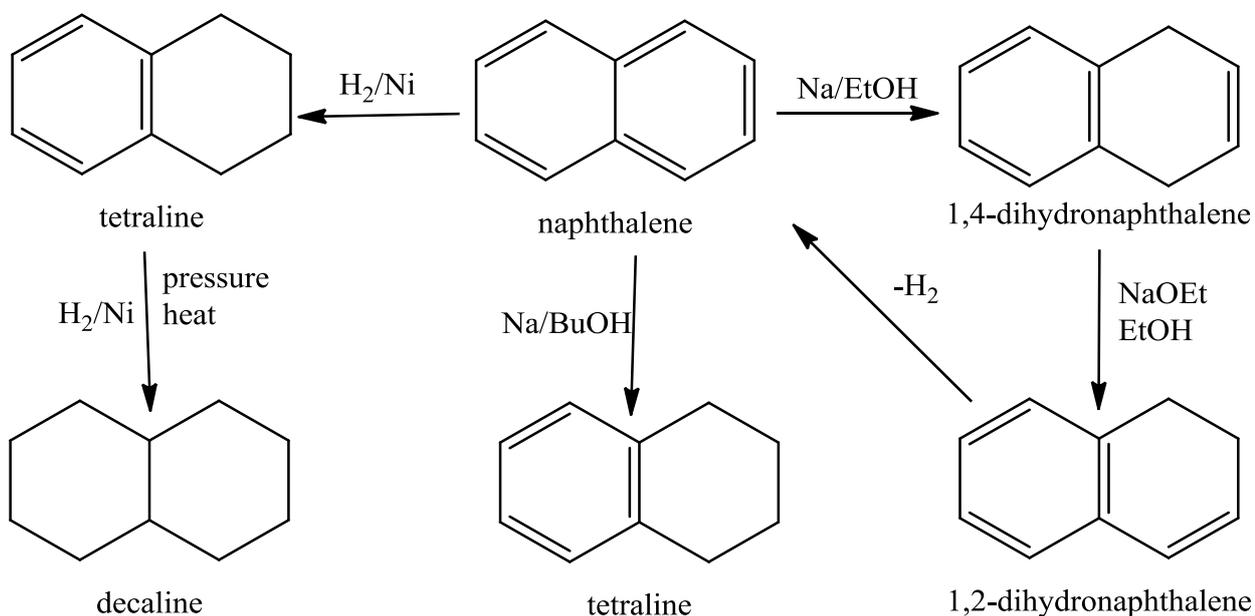
اثبتت الاشعة السينية ان الحلقتين في مستوي واحد وان الروابط تحمل نسب مختلفة الروابط المزدوجه

X ray confirmed that the position 1,2 contain 2/3 from double bond

Properties, position 2,3 contain 1/3 from double bond Properties but benzene every bond contain  $\frac{1}{2}$  from double bond Properties.

تفاعلات الاضافة Addition reactions

اضافة الهيدروجين Addition of hydrogen

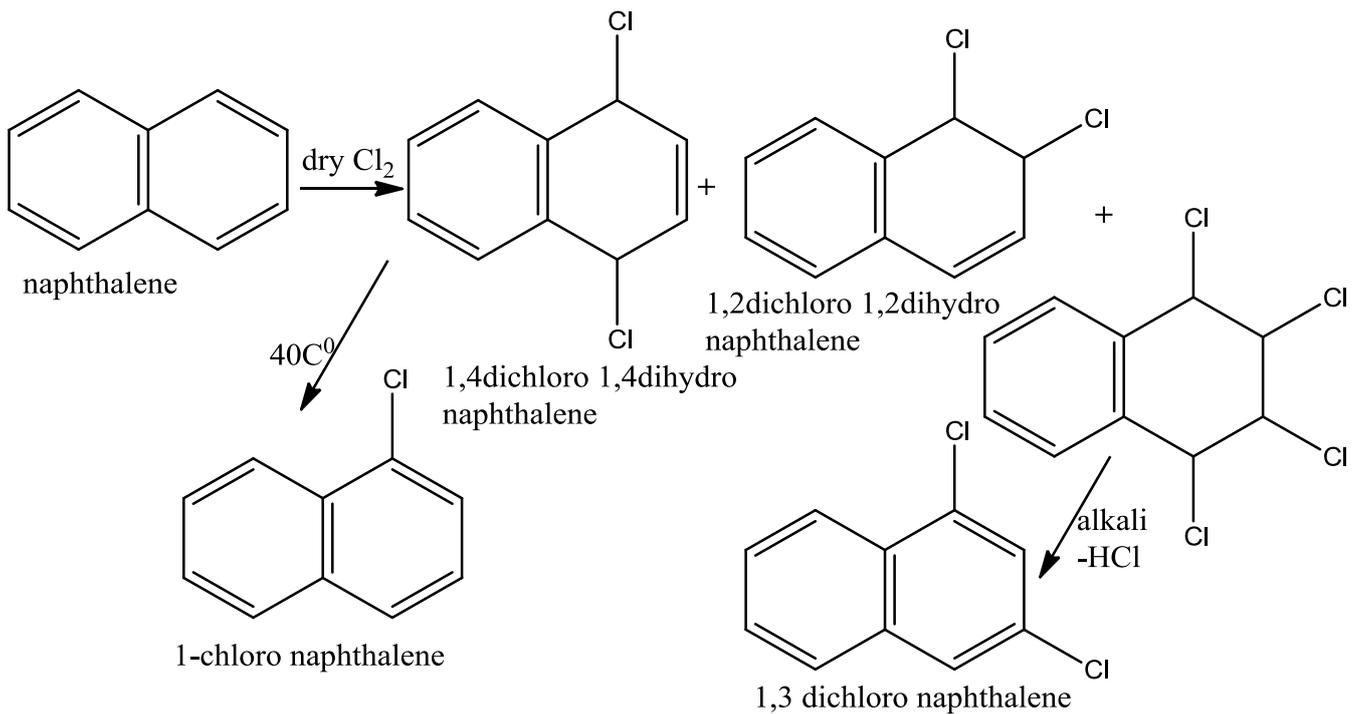


بعض استخدامات النفثالين

يستخدم كطارد للحشرات وفي تحضير الاصباغ اما تترالين وديكالين فيستخدمان كمذيبات في الصناعات المختلفة

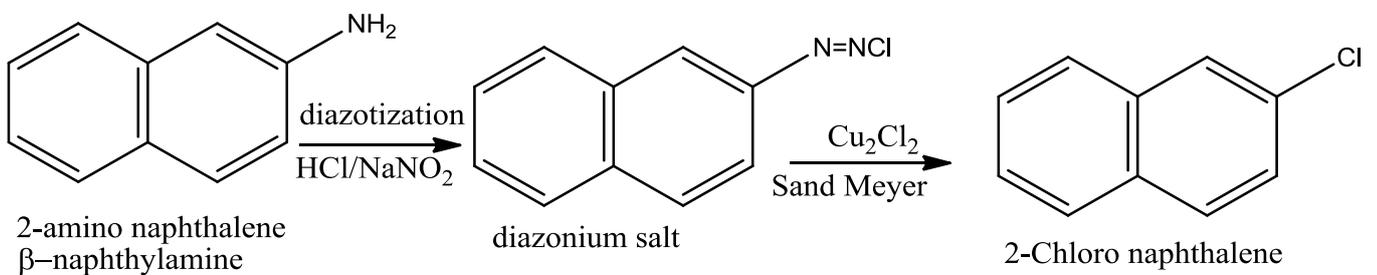
Addition of halogen (Cl<sub>2</sub>)

اضافة الكلور



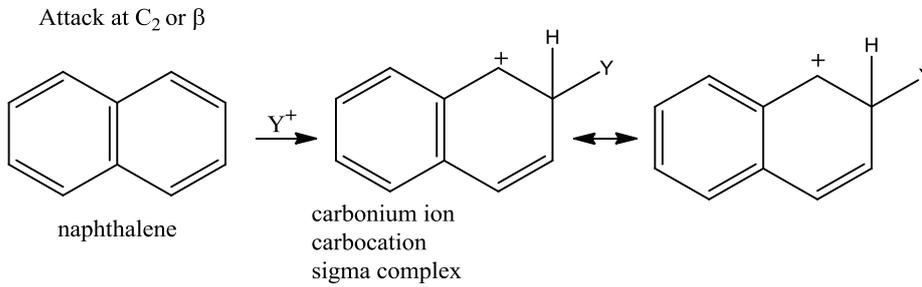
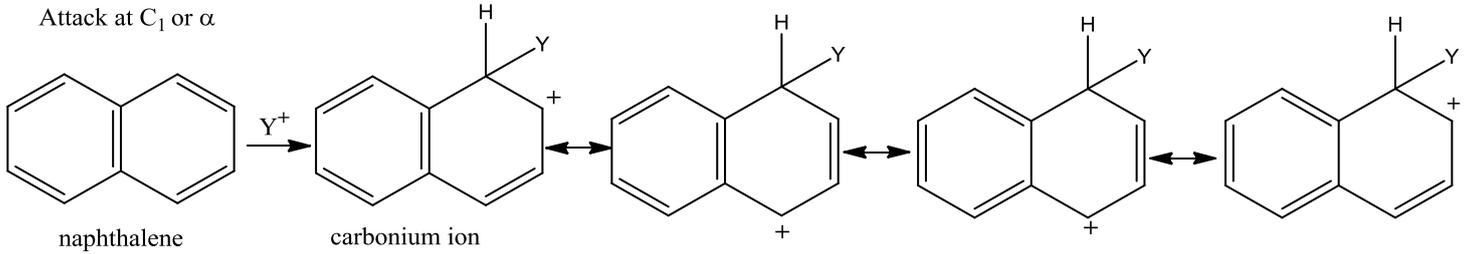
Preparation of 2-chloro naphthalene

تحضير 2-كلورو نفثالين (indirect method)



## Substitution reactions of Naphthalene

### النفثالين - تفاعلات الاستبدال

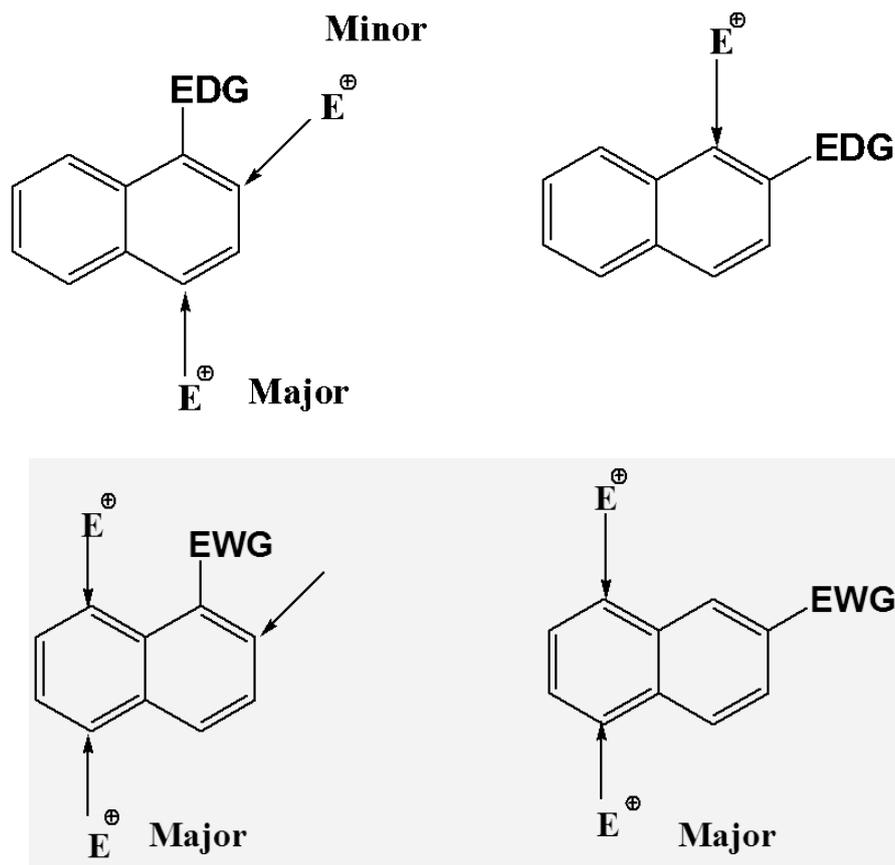


يختلف الاستبدال في النفثالين عنه في حالة البنزين لوجود حلقتين مندمجتين والموضع 1 أو  $\alpha$  مفضل عن الموضع 2 أو  $\beta$  وذلك لان الموضع 1 يختص ب 3/2 من خاصية الرابطة المزدوجة اما الموضع 2 فيختص ب 3/1 من خاصية الرابطة المزدوجة و السبب الاخر انه عند المهاجمة بكاشف الكتر وفيلي في الموضع 1 أو  $\alpha$  يكون عدد التراكيب الالكترونية (ايون كربونيوم كحالة وسطية) اكثر منه في حالة الهجوم بكاشف الكتر وفيلي علي الموضع 2 أو  $\beta$  وبذلك يكون اكثر ثباتا .

وهناك حالتين للاستبدال في الموضع 2 وهما :1- عند اجراء السلفنة عند حرارة عالية

2- عند تفاعل فريدل كرافت

Homonuclear substitution  
heteronuclear substitution



a) When  $\text{NHCOCH}_3$ ,  $\text{NHR}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3$  is in the 1- position homonuclear substitution take place mainly in position 4 and lesser in position 2 .

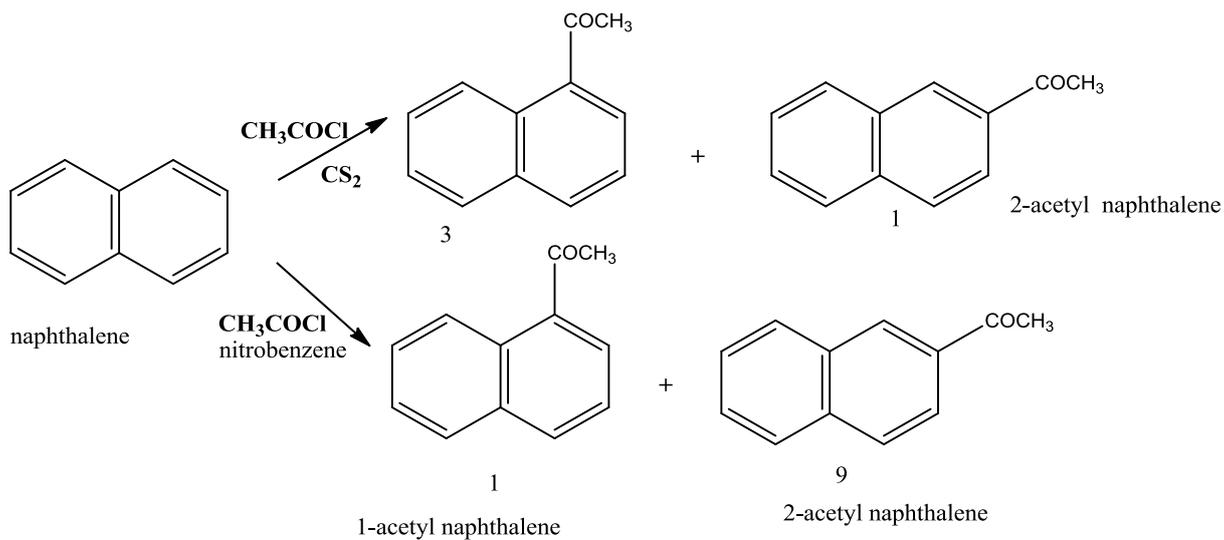
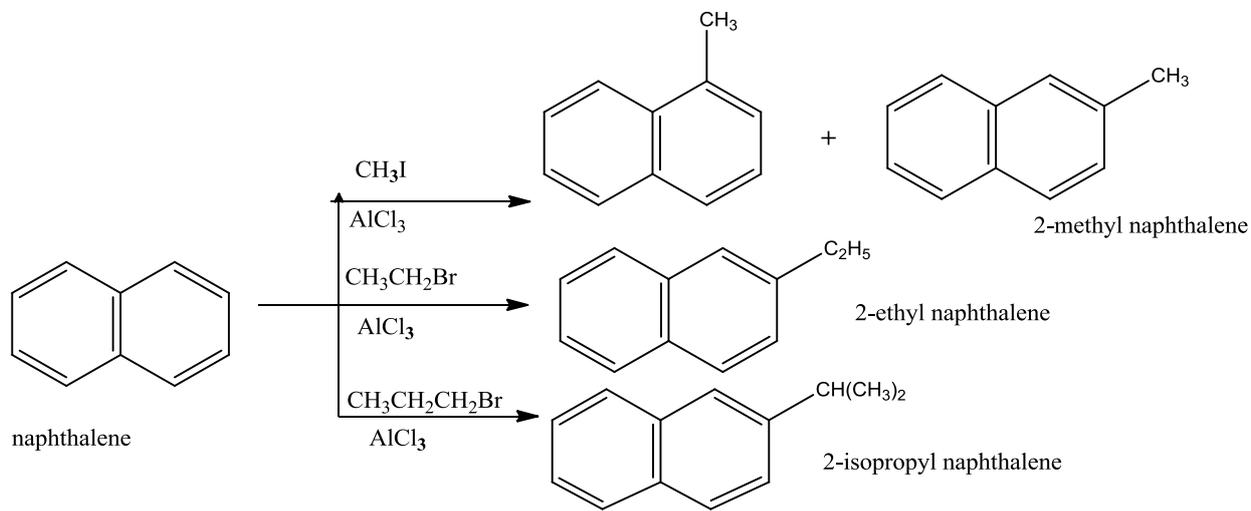
b) When  $\text{NHCOCH}_3$ ,  $\text{NHR}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3$  is in the 2- position homonuclear substitution take place in the 1 position.

c) When  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{CH}_2\text{Cl}$  in the position 1 or 2 heteronuclear substitution occurs in position 5 or 8 .

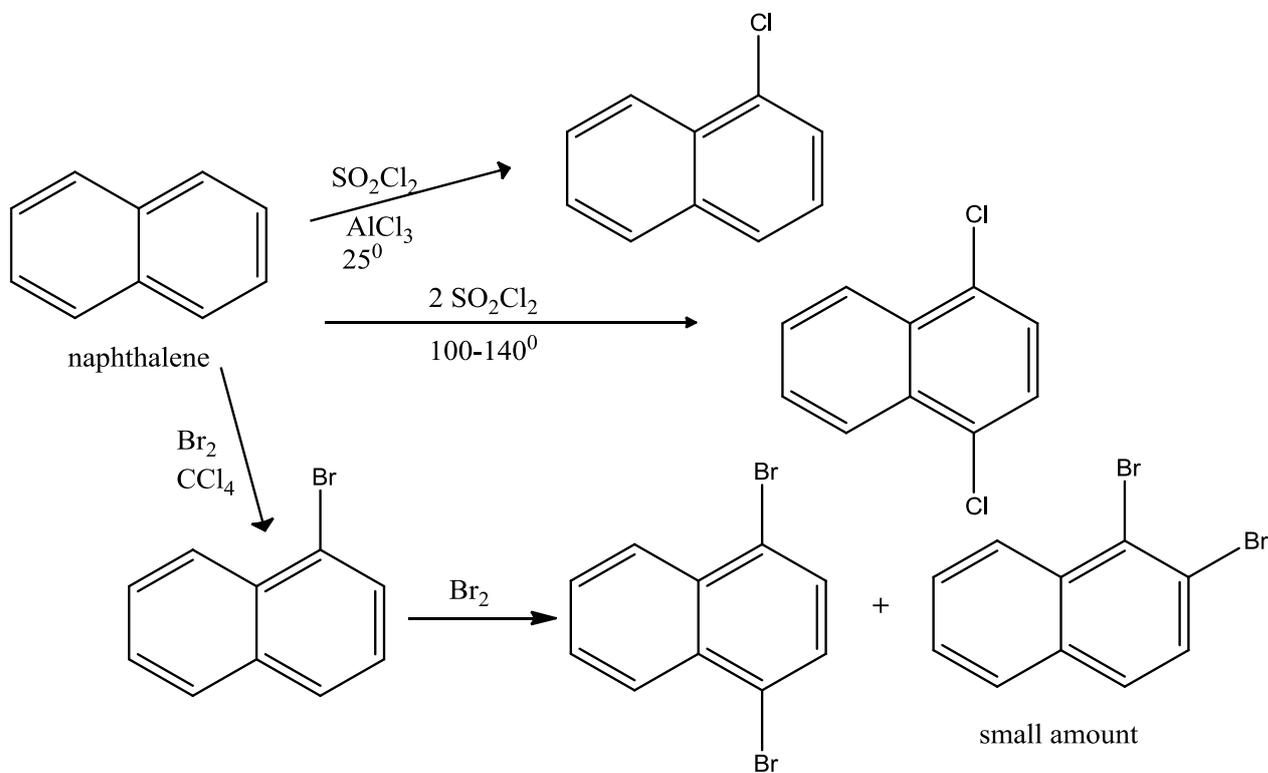
امثلة علي تفاعلات الاستبدال الالكتروفيلي  
reactions Examples of electrophilic substitution

Alkylation and acylation(Friedel-Craft)

الالكلة والاسيلة (فريدل - كرافت)

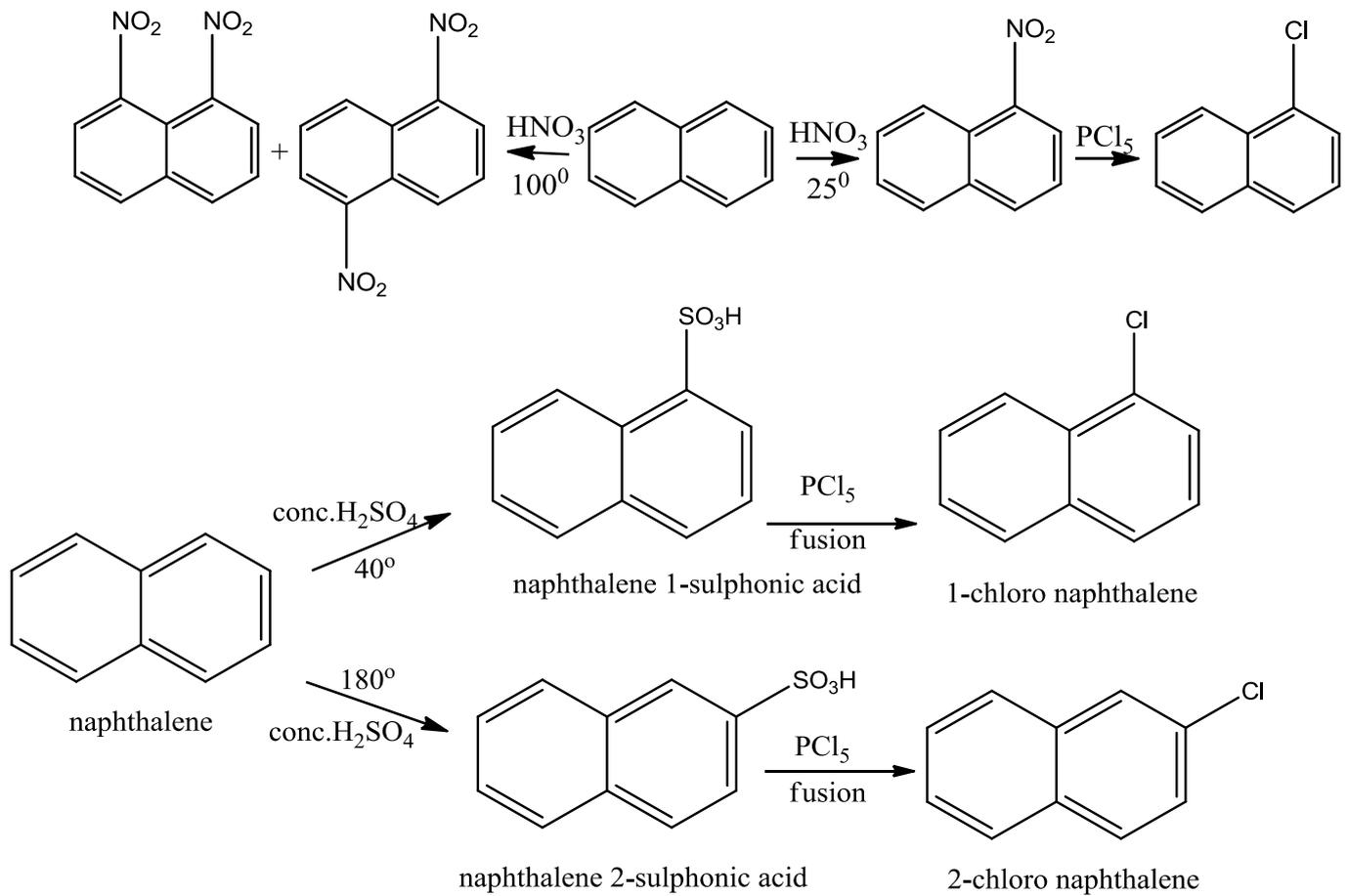


## الهجنة Halogenation

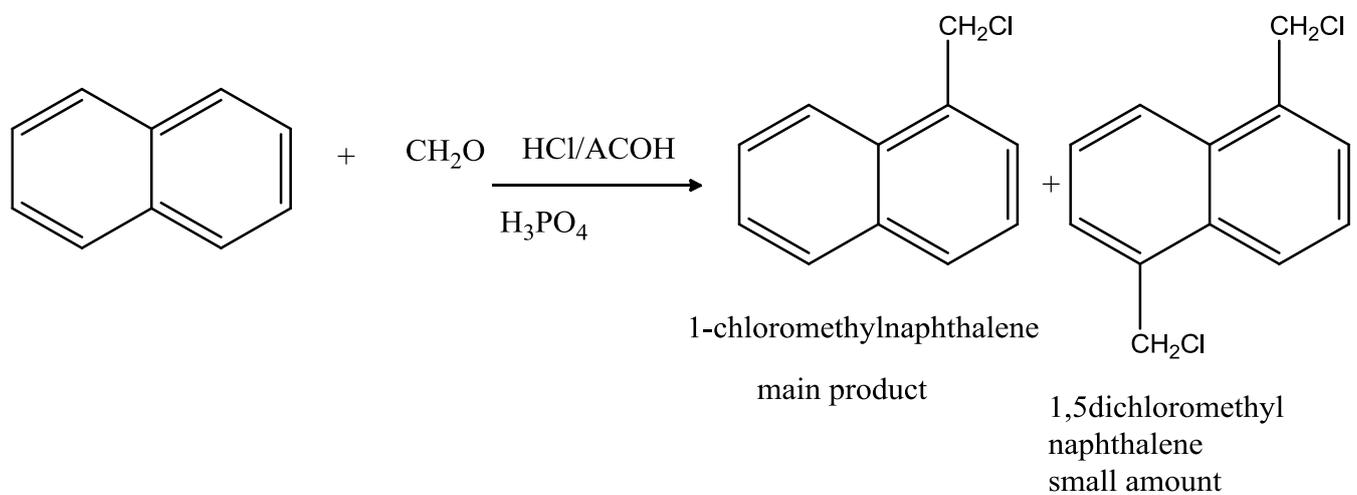


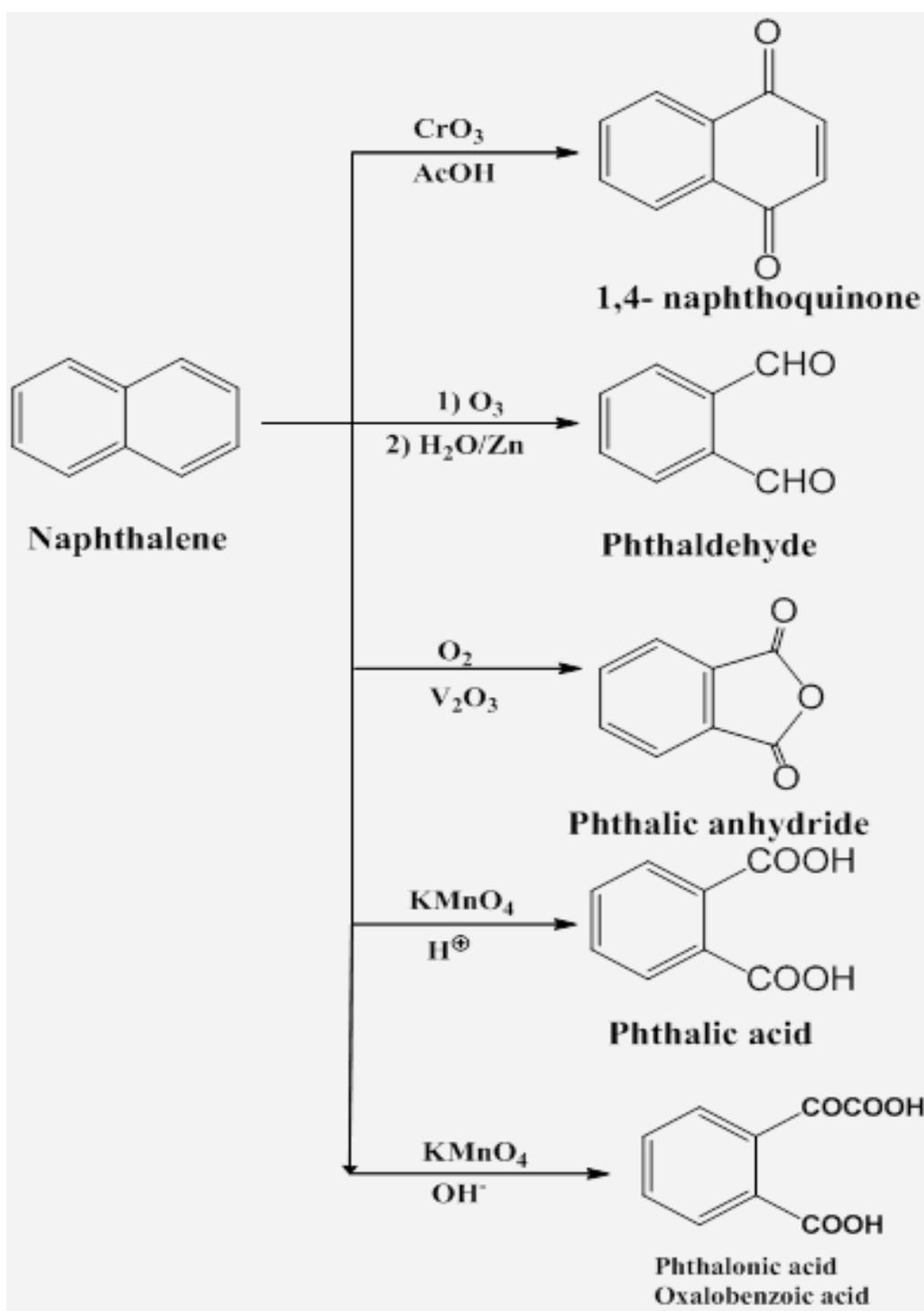
## Nitration Sulphonation

النيترة السلفنة



## Chloro methylation ومثيلة كلور

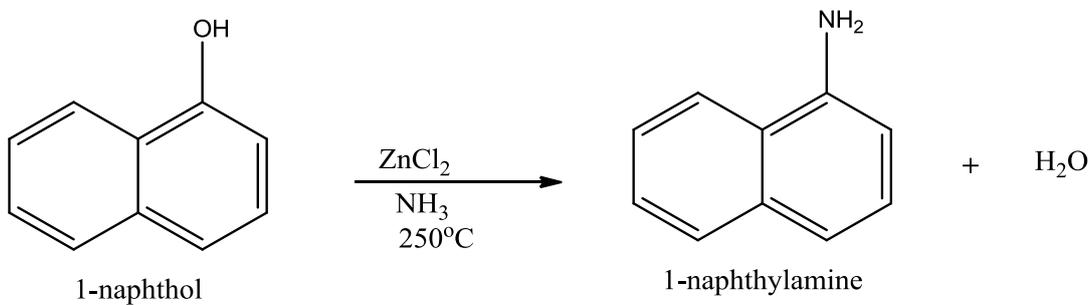
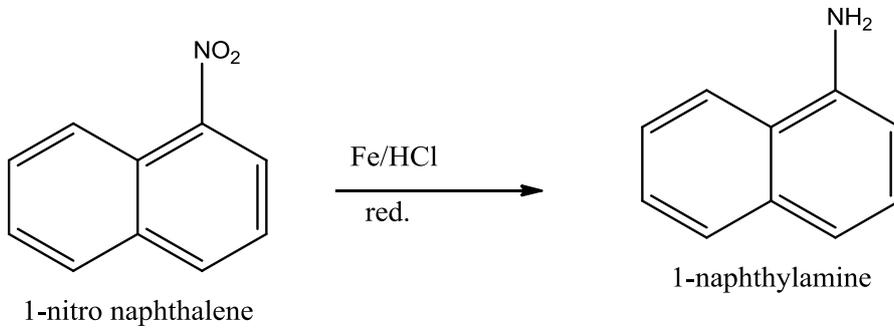




## Naphthylamine نفتايل امين

### 1-Naphthylamine ( $\alpha$ -naphthylamine) 1-amino naphthalene

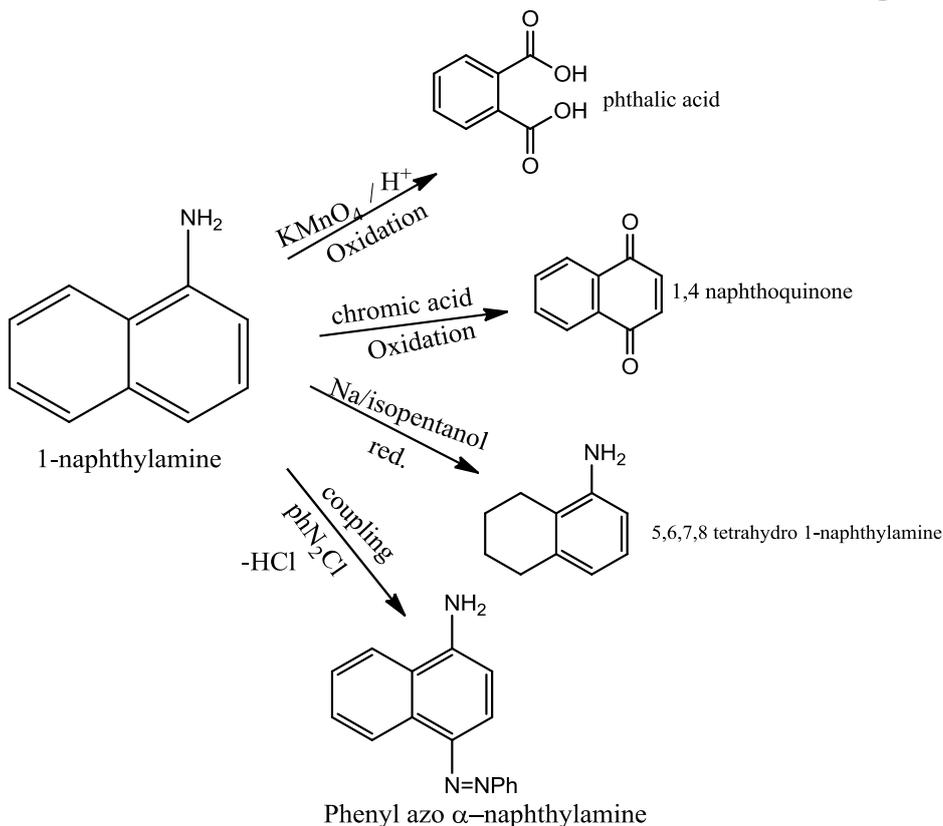
1- نفتايل امين الف نفتايل امين 1-امينو نفتالين



### Properties of 1-naphthylamine الخواص

1-Reduces ammoniacal silver nitrate.

2-Solution of its salts gives a blue ppt. with FeCl<sub>3</sub>.



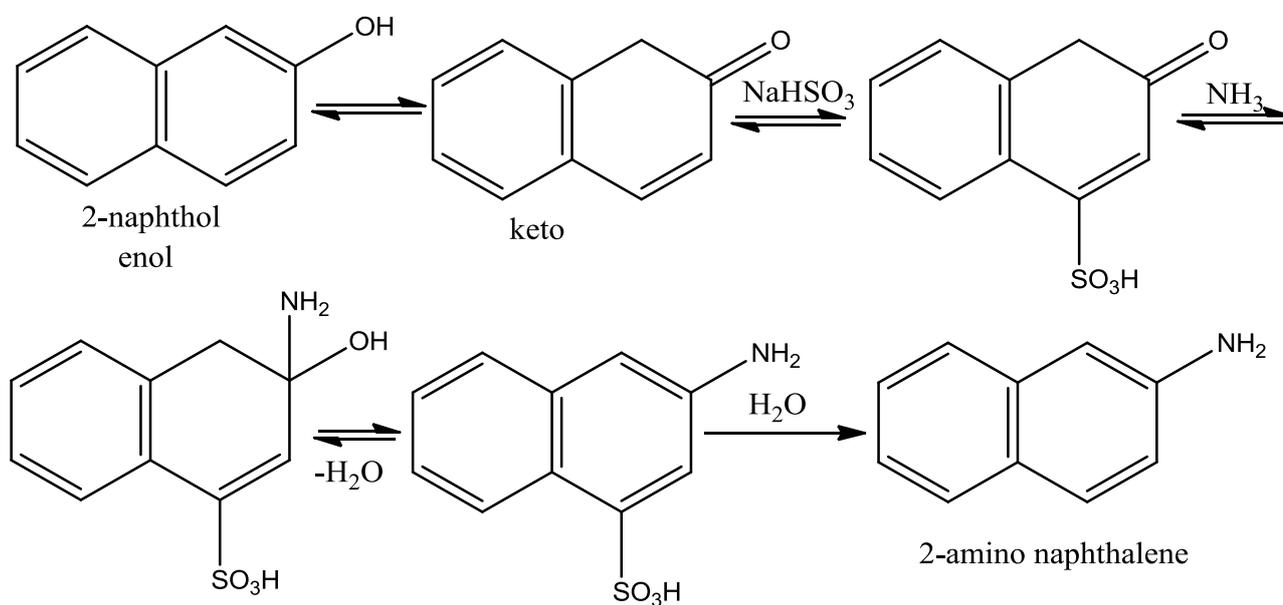
## 2-naphthylamine ( $\beta$ -naphthylamine) 2-amino naphthalene

2-نفتايل امين (بيتا نفتايل امين) 2-امينو نفتالين

### تفاعل بوشرر Bucherer reaction

يتم تحضير بيتا نفتايل امين بشكل غير مباشر بتفاعل بيتا نفتالين مع بيكبريتيت الصوديوم والامونيا عند 50 درجة مئوية وضغط مرتفع.

#### Bucherer Reaction

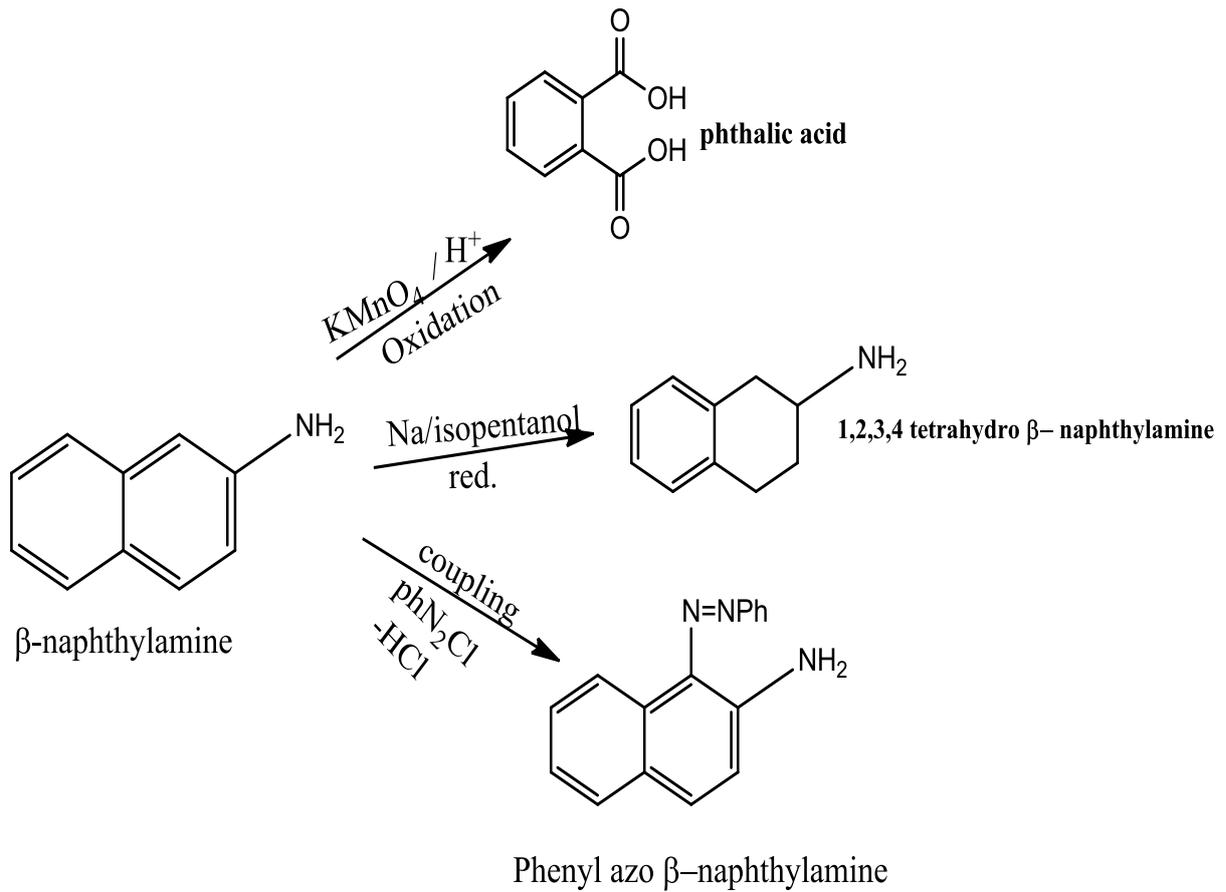


## بيتا نافتيل امين $\beta$ -Naphthyl amine

### الخواص Properties

1-It reduces ammonical silver nitrate .

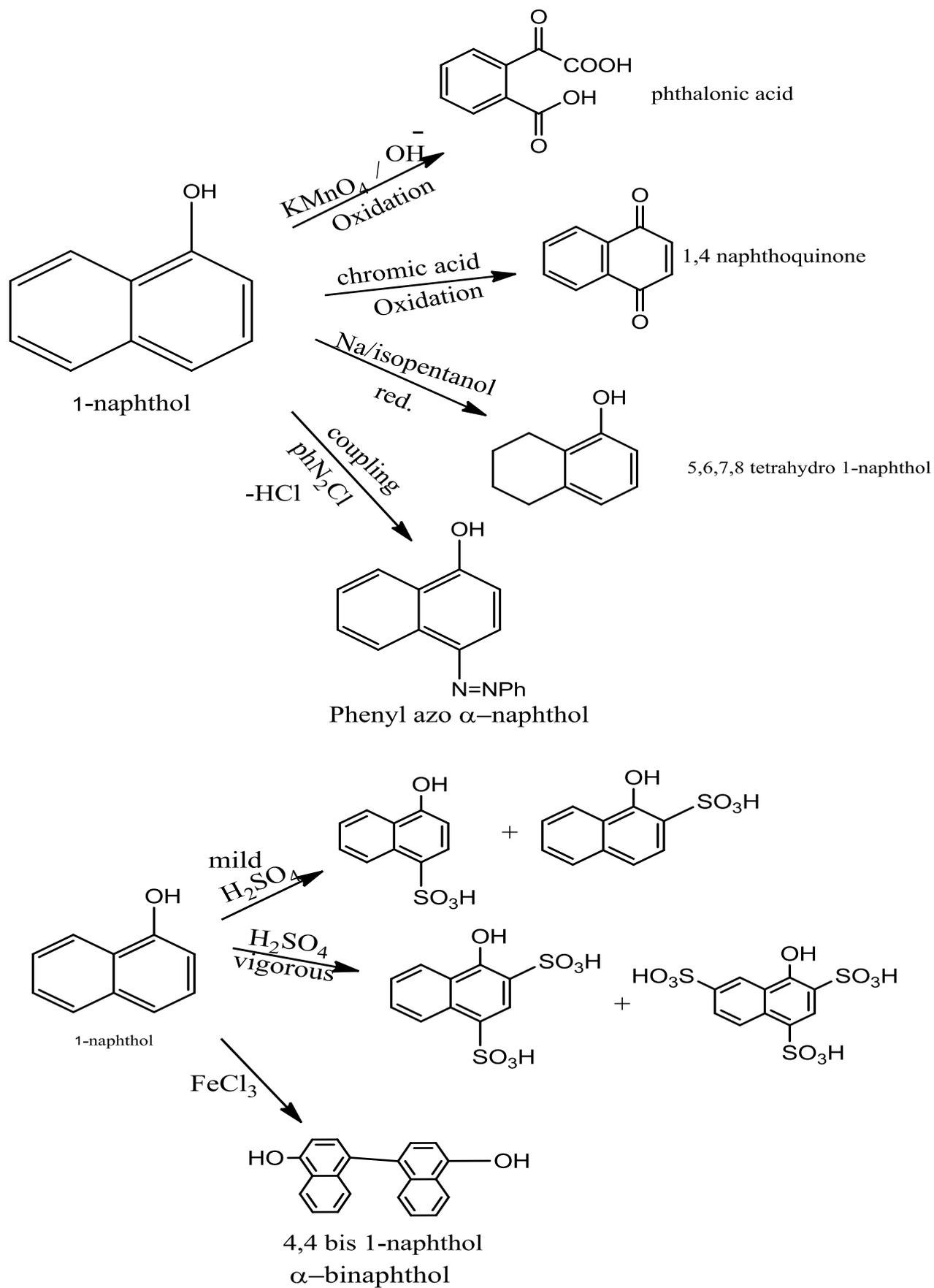
2-Solution of its salts gives no colouration with  $\text{FeCl}_3$  .





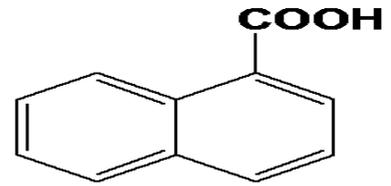
# $\alpha$ -Naphthol

# 1-Naphthol

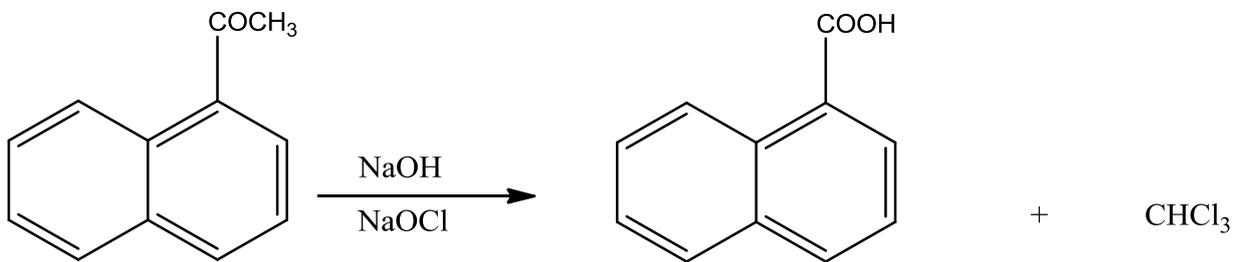


# Naphthalene Carboxylic acid احماض النافثالين الكربوكسيلية

## 1-Naphthoic acid

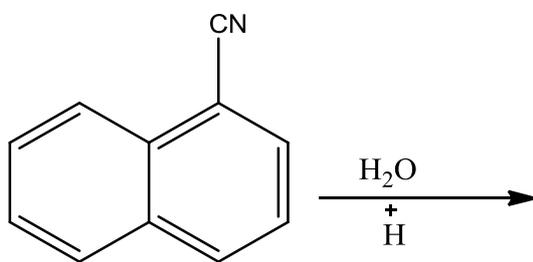


**1- Naphthoic acid  
or  
 $\alpha$ - Naphthoic acid**



1-acetyl naphthalene

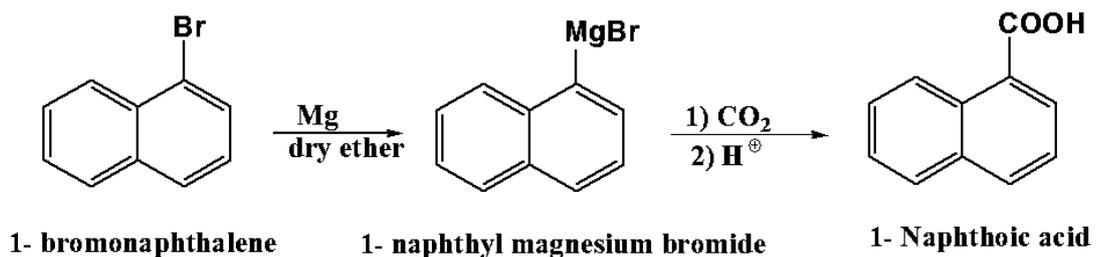
1-naphthoic acid  
naphthalene 1-carboxylic acid



1-cyano naphthalene

1-naphthoic acid  
naphthalene 1-carboxylic acid

### From bromo naphthalene Grignard

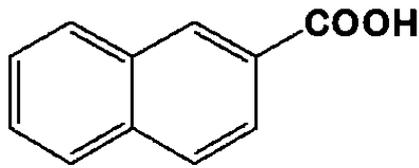


1- bromonaphthalene

1- naphthyl magnesium bromide

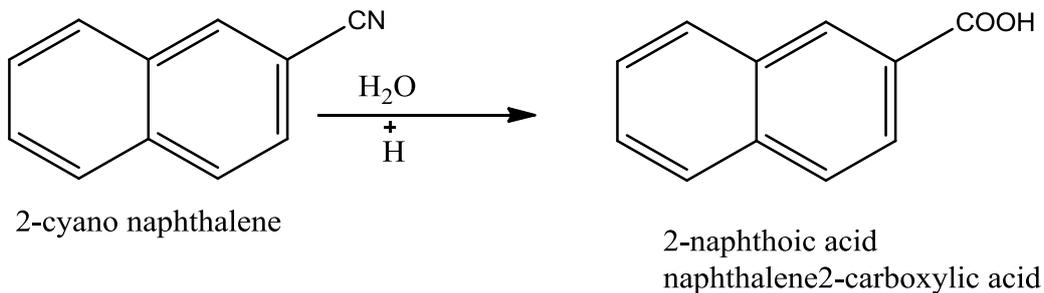
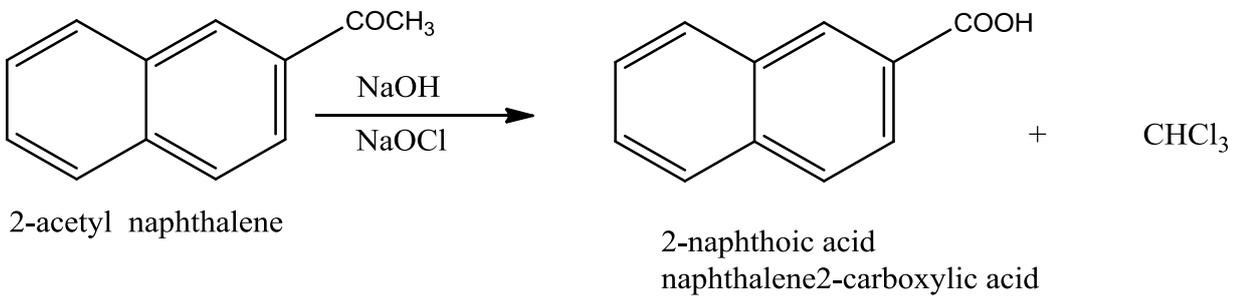
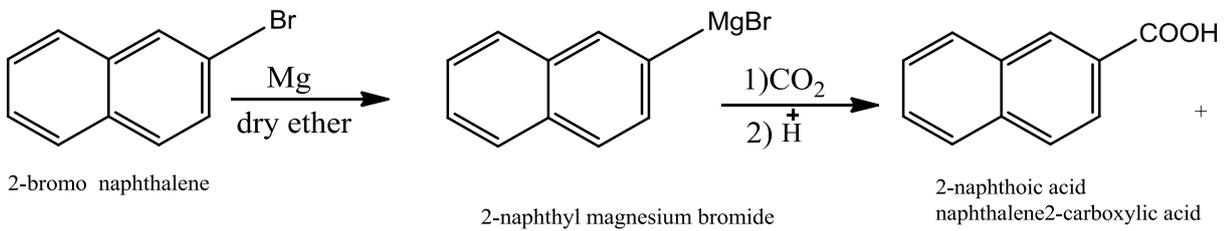
1- Naphthoic acid

## Naphthalene 2-carboxylic acid) 2-Naphthoic acid



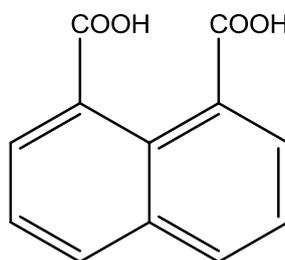
### 2- Naphthoic acid or $\beta$ - Naphthoic acid

### Preparation



### Naphthalic acid

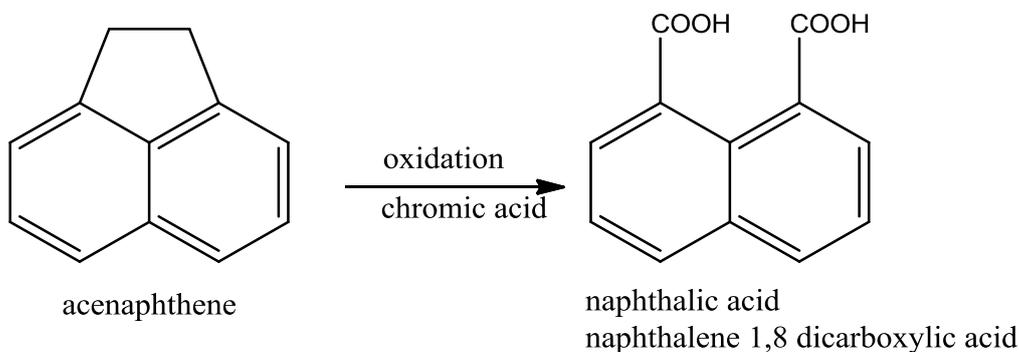
حمض النفثاليك



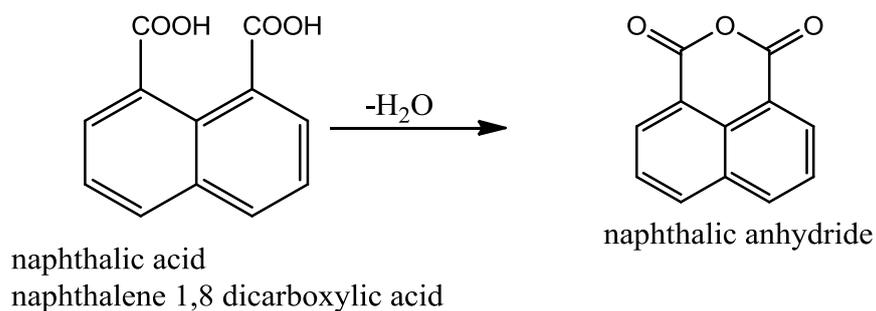
naphthalic acid  
naphthalene 1,8 dicarboxylic acid

يحضر باكسدة اسينافثين بحمض الكروميك .

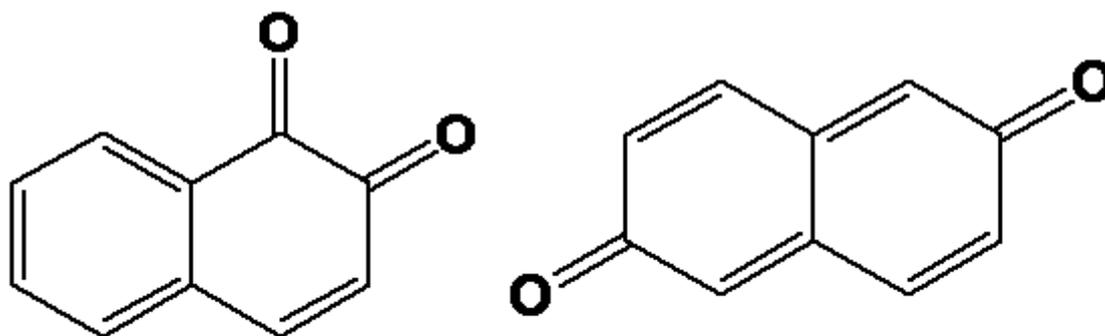
Prepared by oxidation of acenaphthene



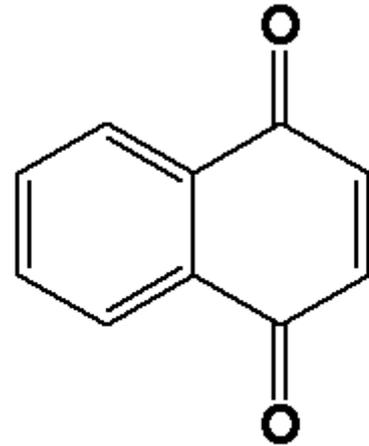
تكوين انهدريد Formation of anhydride



Naphthaquinones



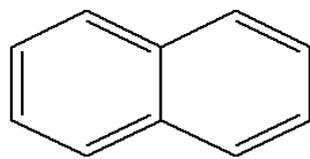
1,2- Naphthaquinone 2,6- Naphthaquinone



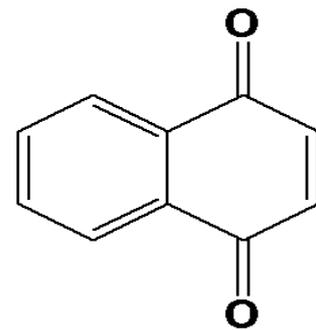
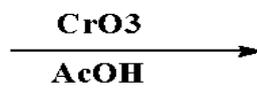
## 1,4- Naphthaquinone

### Preparation of 1,4 naphthoquinone

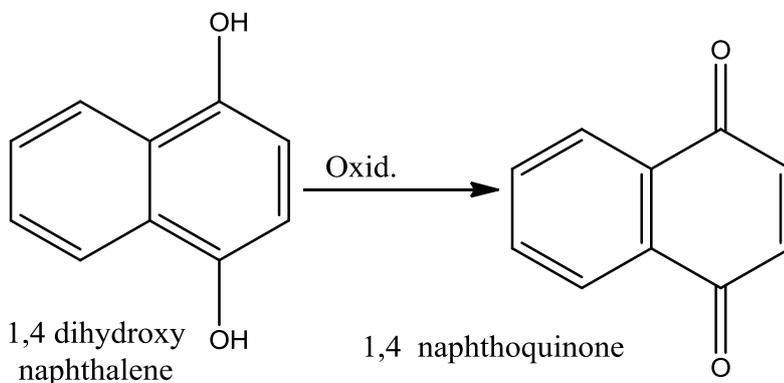
طرق تحضير 1 و 4 نافتاكوينون

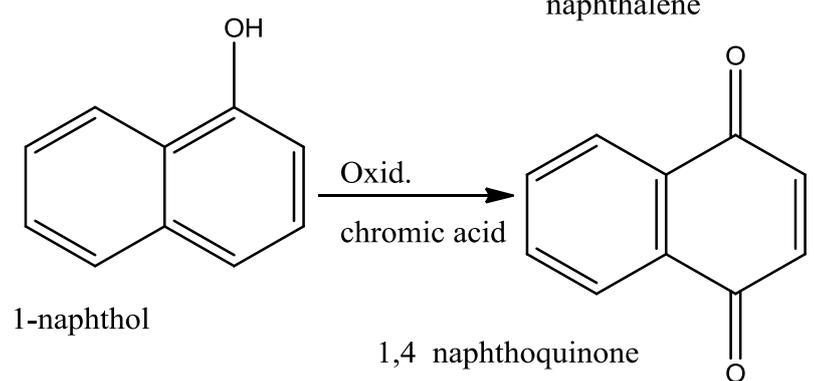
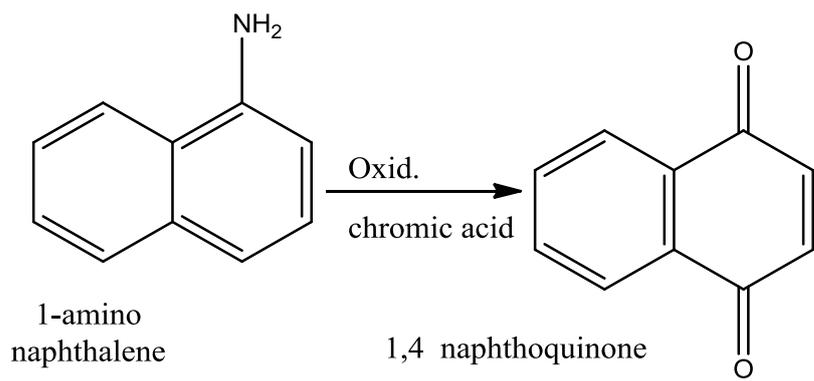
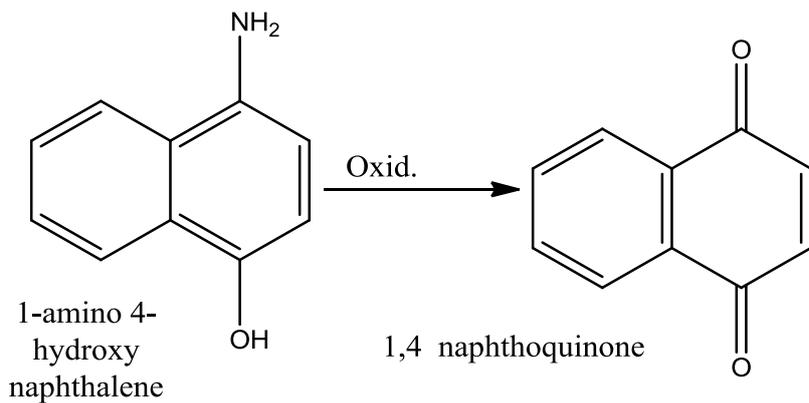


**Naphthalene**



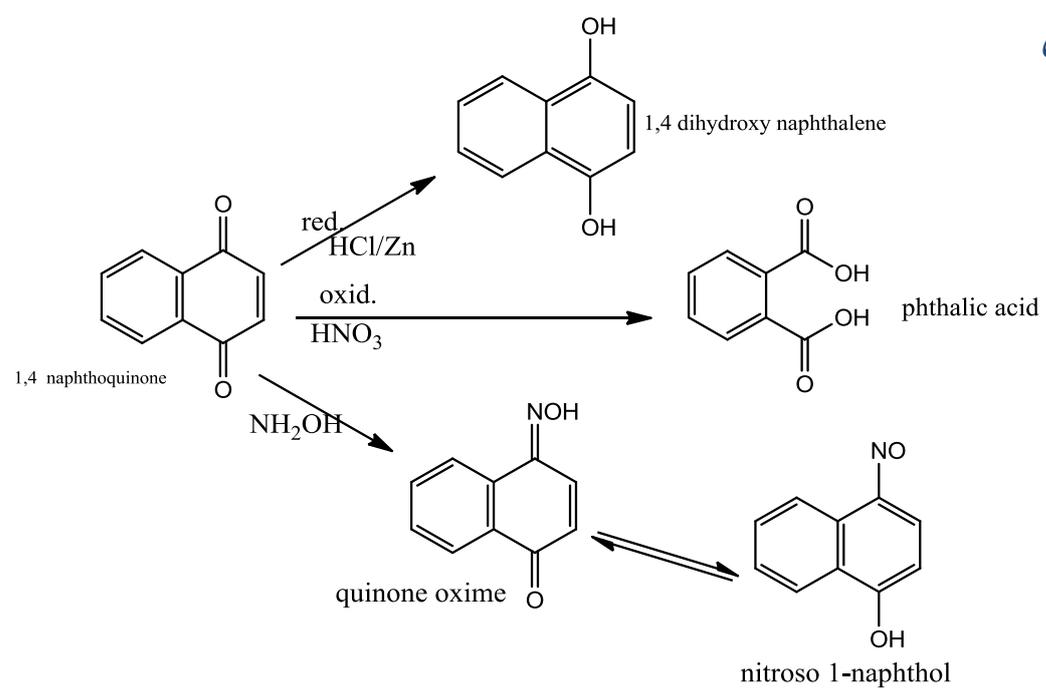
**1,4- Naphthaquinone**



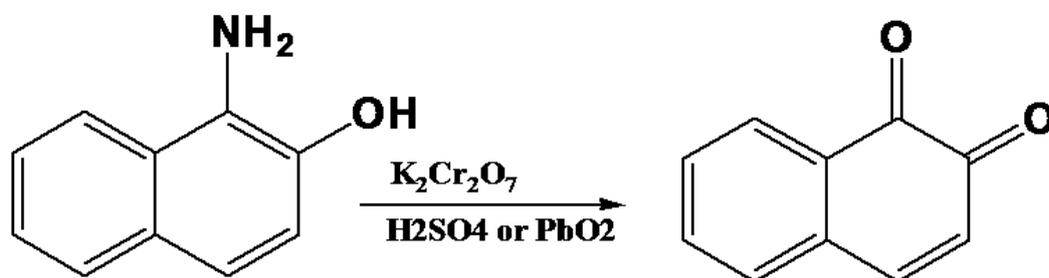


## Reactions of 1,4-naphthoquinone

### تفاعلات 1,4 نافتوكينون



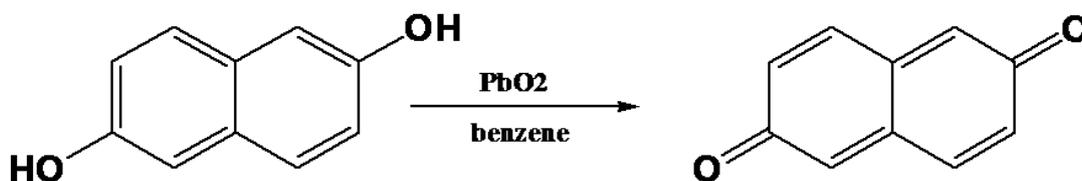
## 1,2-Naphthoquinone ( $\beta$ -naphthoquinone)



**1- Amino- 2-naphthol**

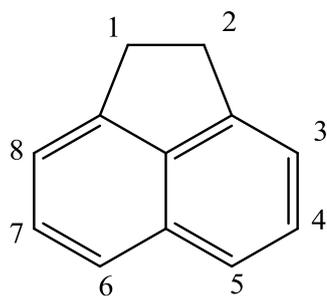
**1,2- Naphthaquinone**

## 2,6- Naphthaquinone



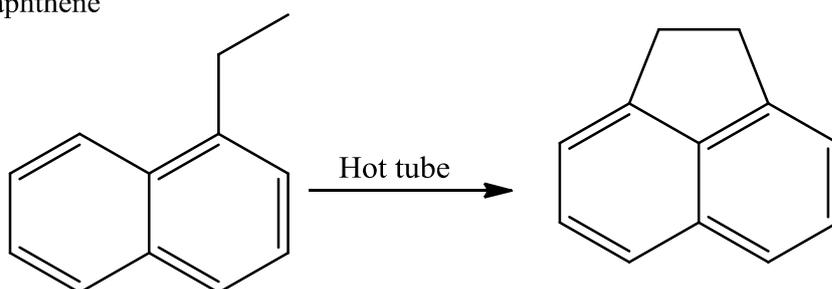
**2,6- dihydroxynaphthalene**

**2,6- Naphthaquinone**



acenaphthene

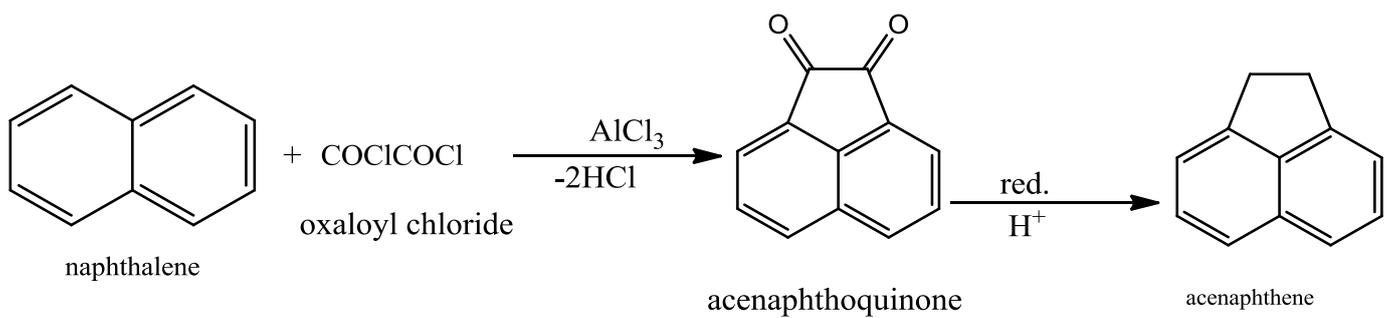
## اسينافئين Acenaphthene



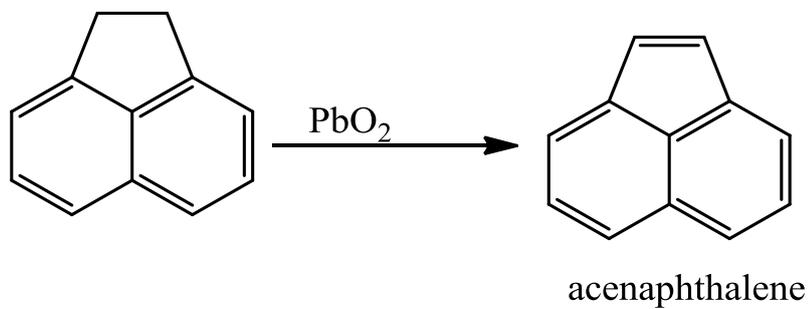
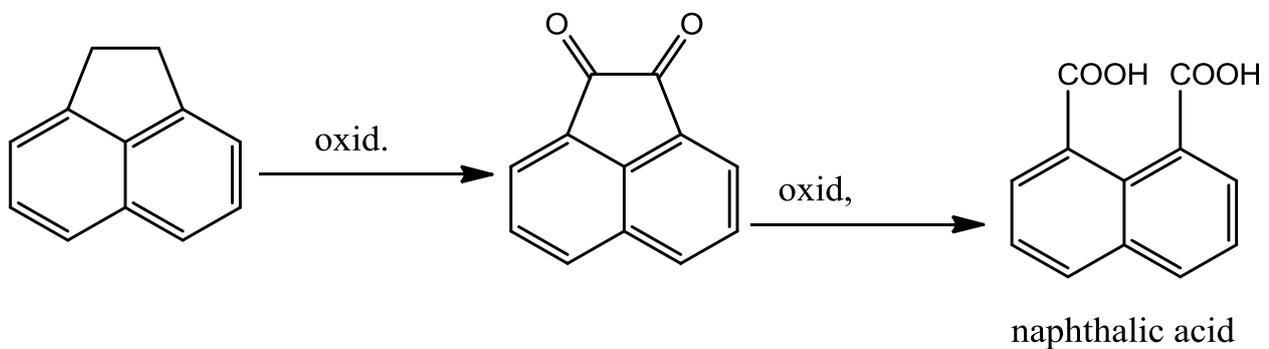
1- ethyl naphthalene

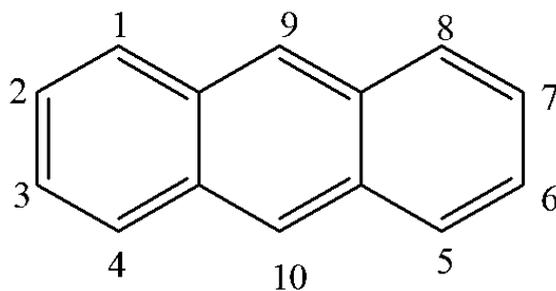
acenaphthene

**preparation**



### اثبات تركيب الاسينافثين confirmation of the structure





## انثراسين Anthracene

يوجد في زيت الانثراسين الناتج من قطران الفحم الحجري. يبرد الزيت حتي يتجمد الانثراسين ويفصل عن السائل غير المتجمد ويحتوي الانثراسين الخام علي فينانثرين وكربازول

### Structure of anthracene تركيب الانثراسين

#### 1- الصيغة الجزيئية $C_{14}H_{10}$

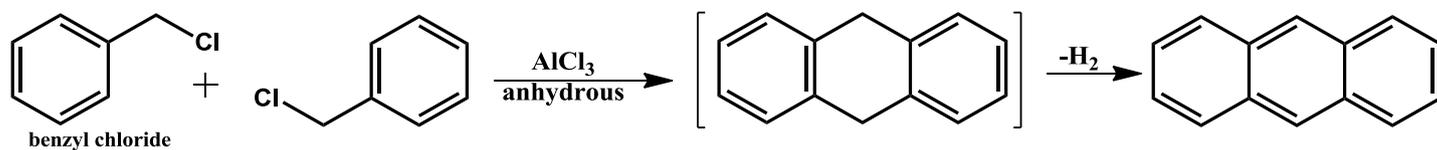
2- تفاعله مع البروم كون  $C_{14}H_9Br$  والذي يعطي عند صهره مع هيدروكسيد البوتاسيوم مركب هيدروكسيد انثراسين ويعطي عند اكسدته خليط من حمض الفيثاليك وحمض اورثوبنزويل بنزويك وهذا يدل علي ان الانثراسين يحوي علي الاقل حلقتين بنزين

3- تاكد وجود حلقتي بنزين بصهر الانثراكينون مع هيدروكسيد البوتاسيوم فتكون 2جزيئ من حمض البنزويك وبالتالي فان جزيئ الانثراسين  $C_{14}H_{10}$  وللمحافظة علي التكافؤ الرباعي لذرة الكربون لابد ان يحتوي الانثراسين علي ثلاث حلقات بنزين ملتحمة في شكل خطي .

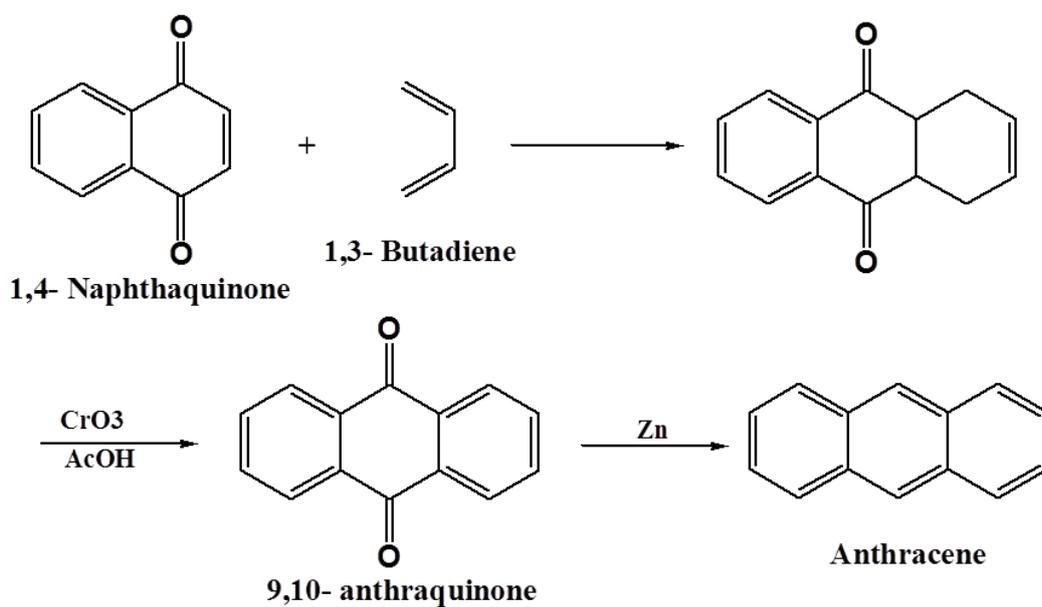
ويمكن اثبات التركيب عن طريق تحضيره

### Synthesis of anthracene تخليق الانثراسين

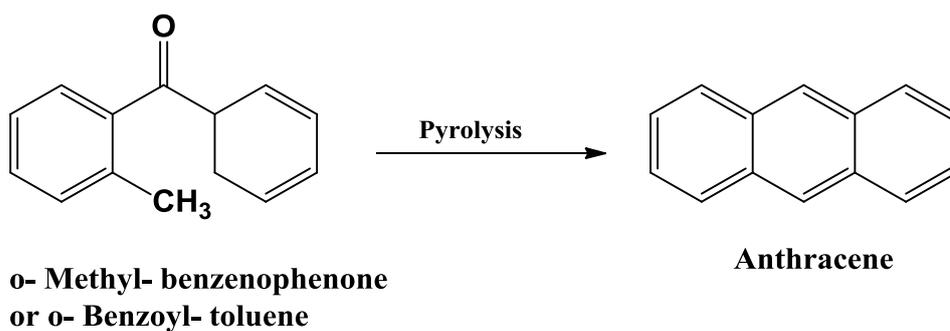
## 1- من جزئی من کلورید البنزیل (فریدل-کرافت)



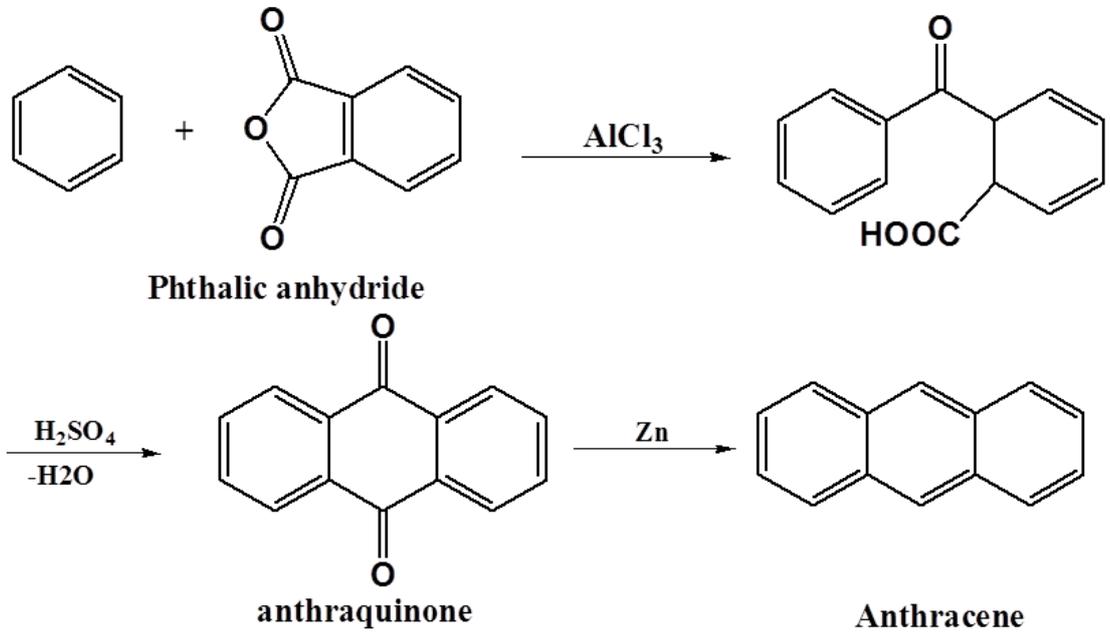
## 2 - دیز-الدر (Diels-Alder)



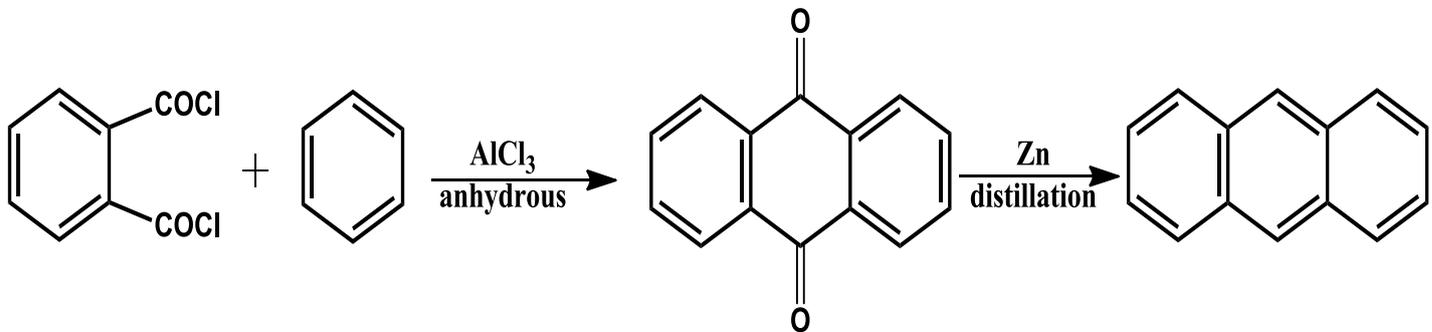
## 3-Elbe reaction



#### 4- من فيثاليك انهدريد مع البنزين

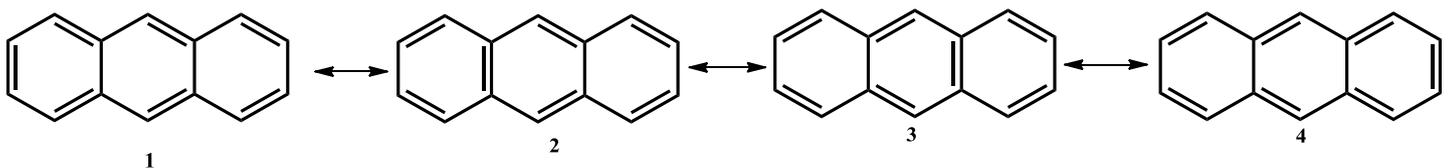


#### 5- من فيثالويل كلوريد مع بنزين



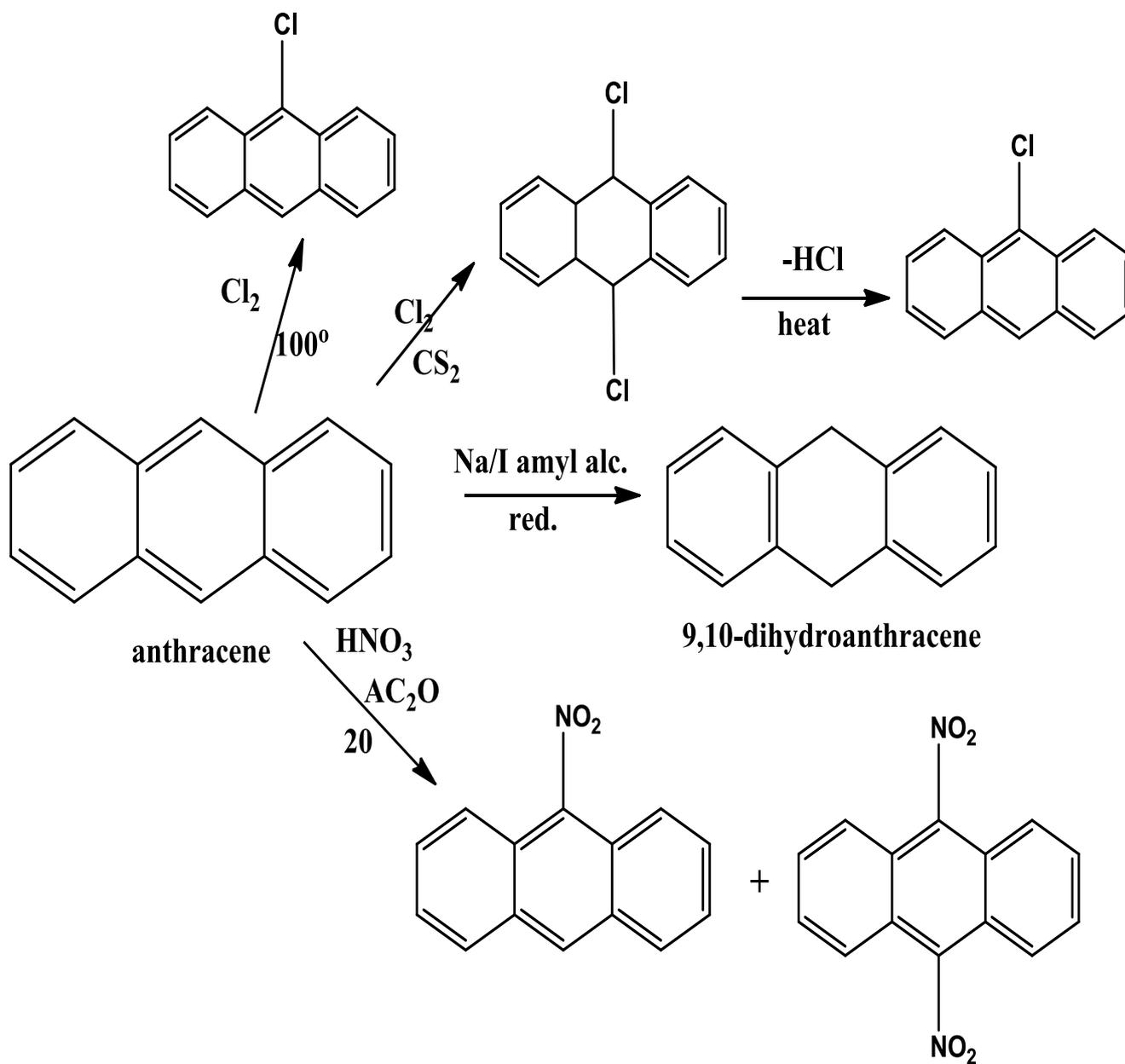
#### Position of double bond

موضع الروابط المزدوجة في الانثراسين

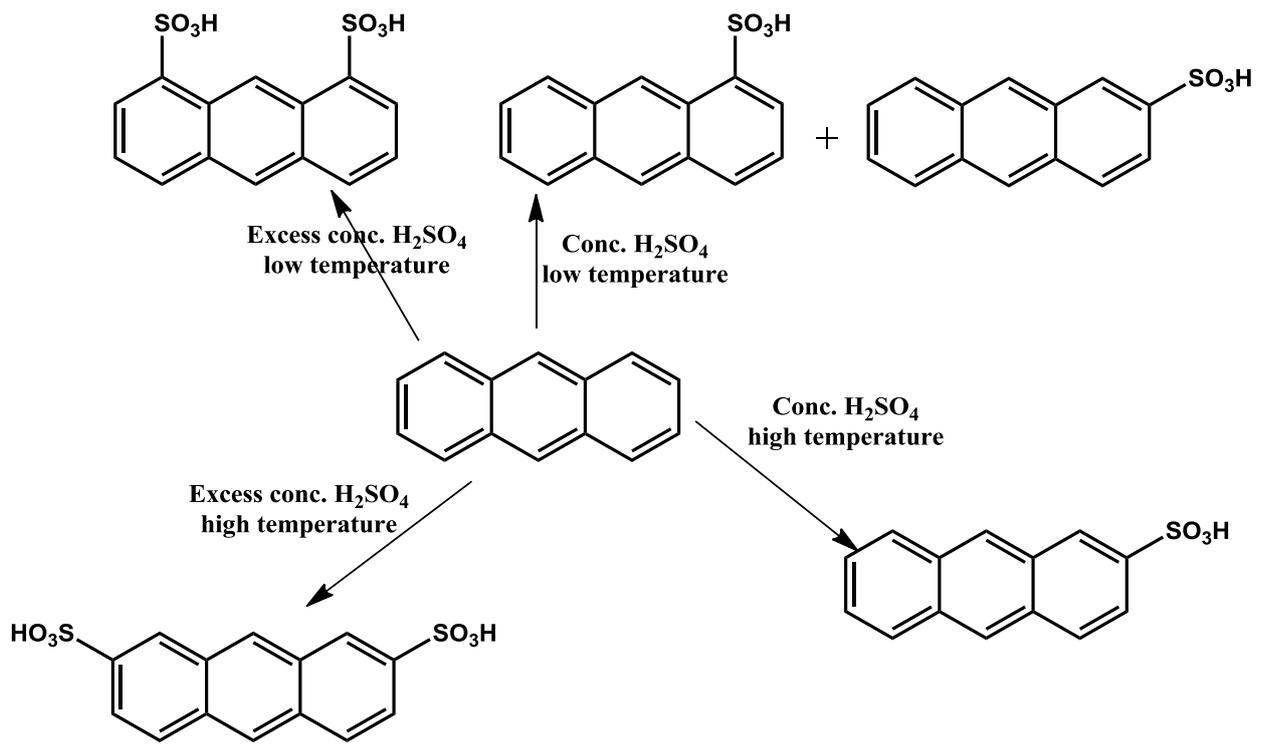


## Reactions

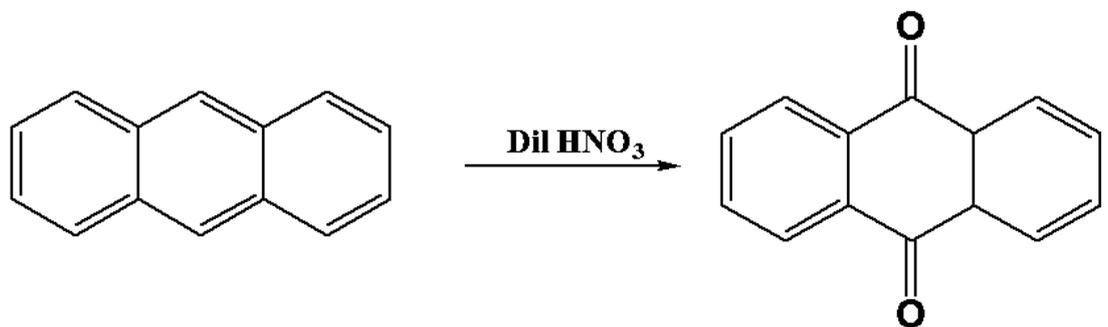
النيترة - الاختزال - الهلجنة (الكلورة)



السلفنة

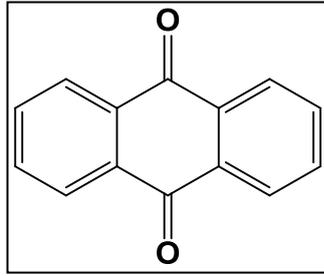


الأكسدة



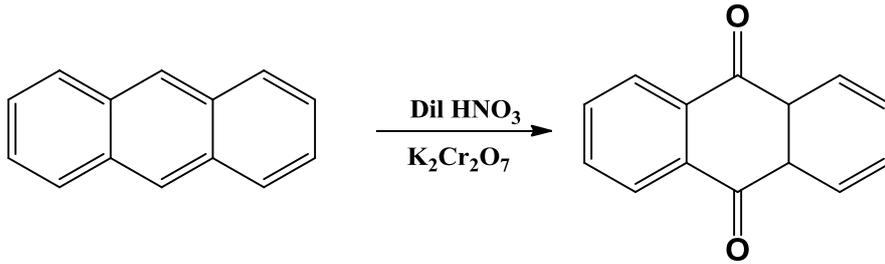
Anthracene

9,10- Anthraquinone



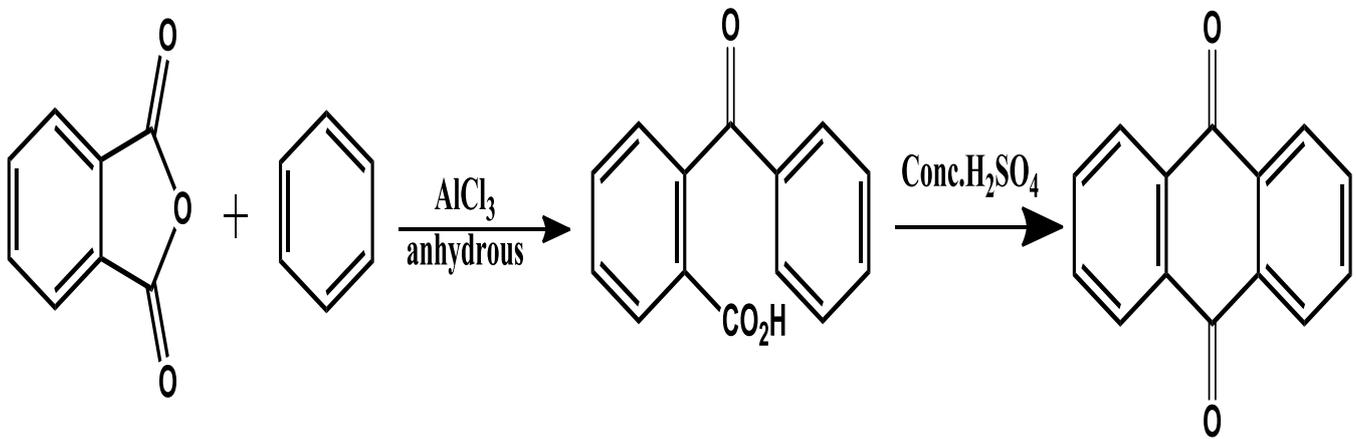
**Anthraquinone**

**التحضير preparation**

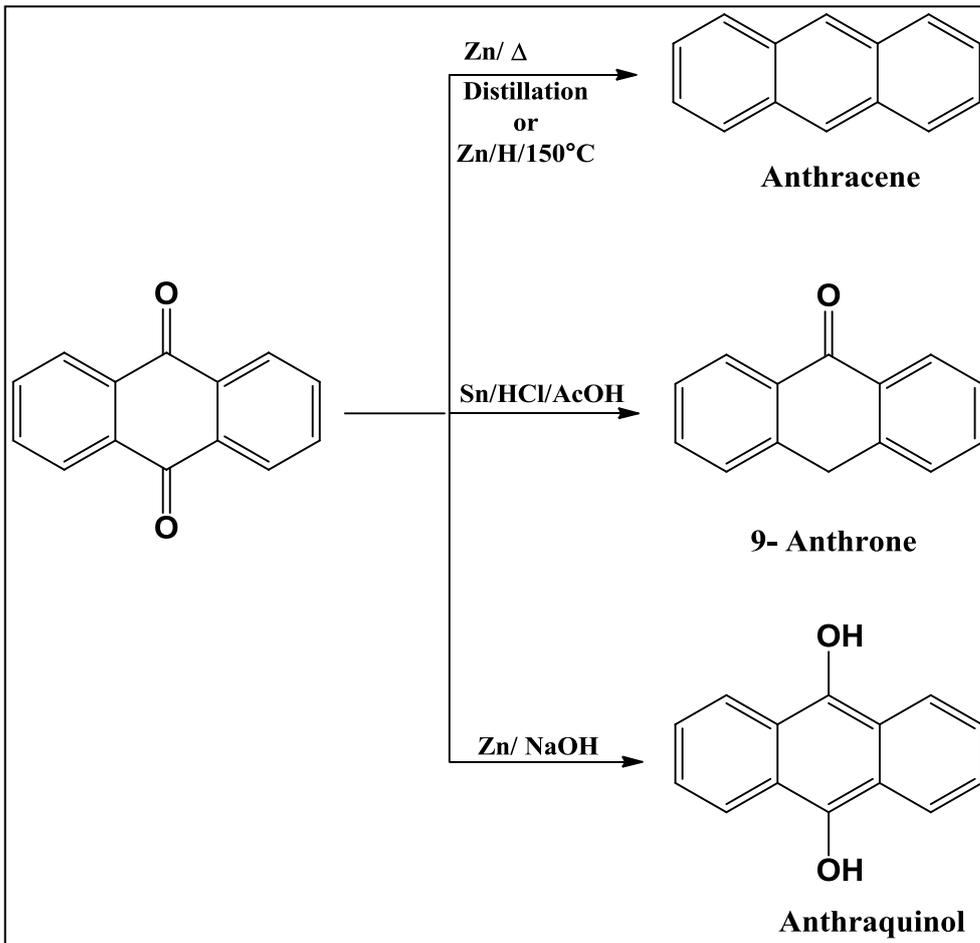


**Anthracene**

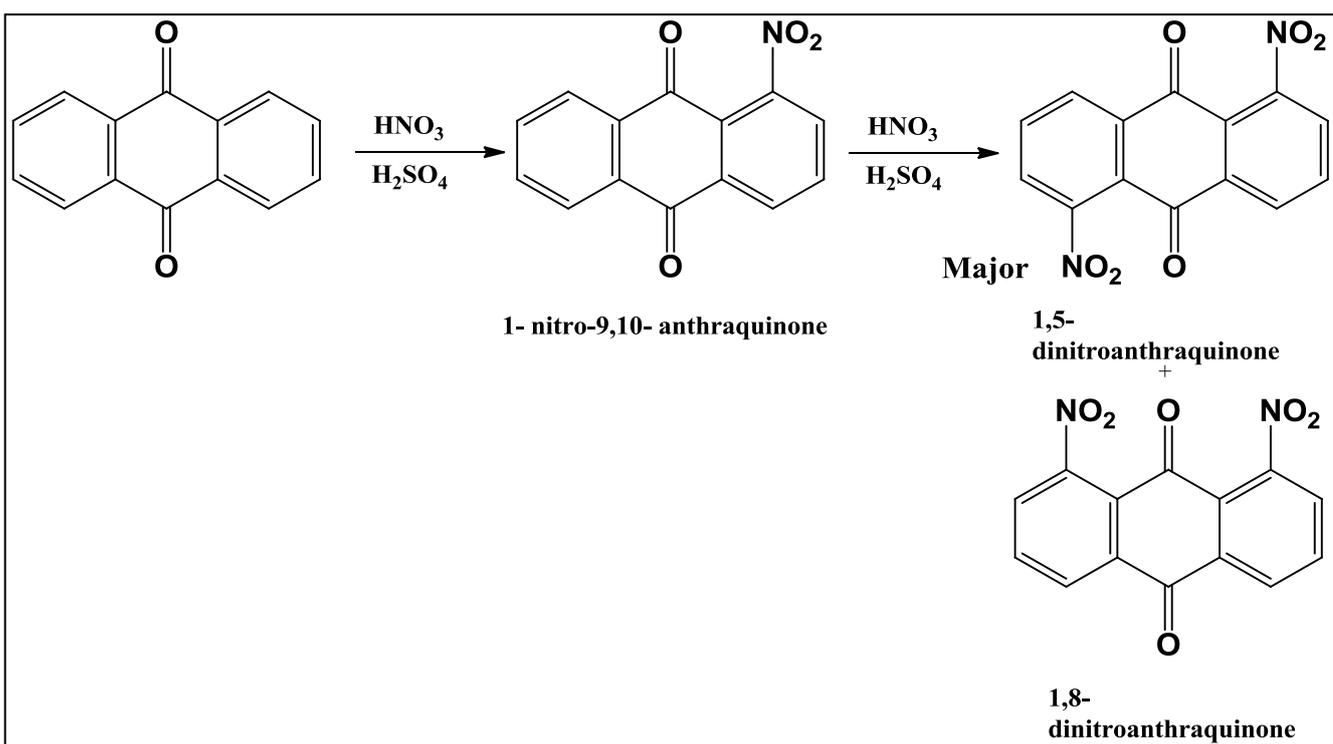
**9, 10- Anthraquinone**



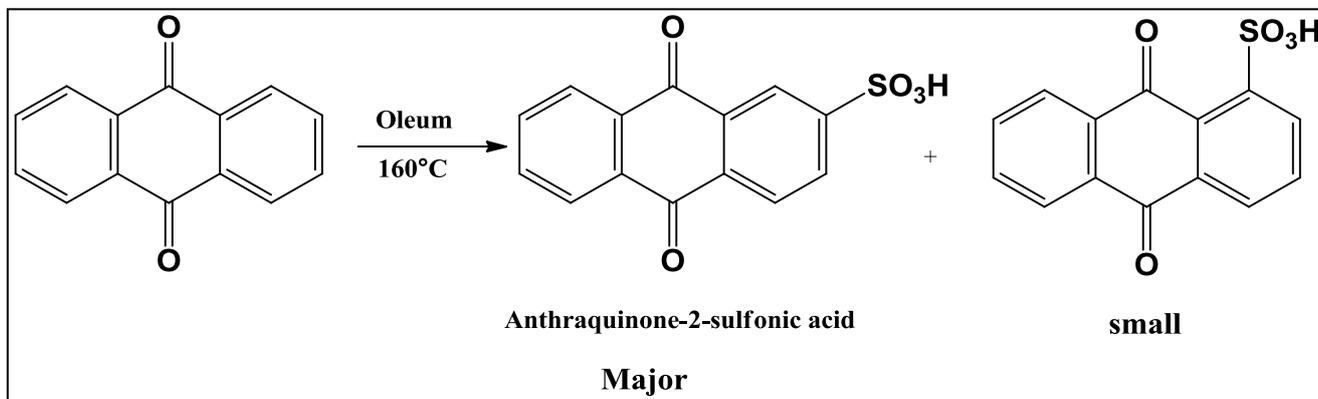
## Reduction الاختزال



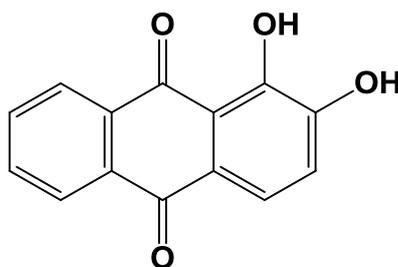
## Nitration النيترة



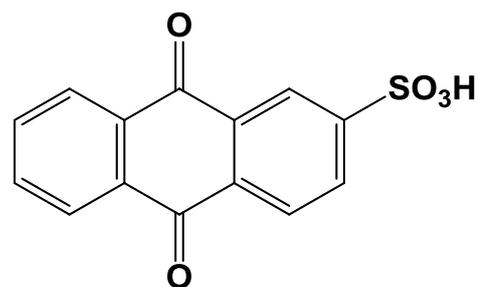
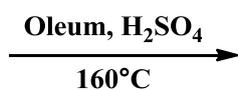
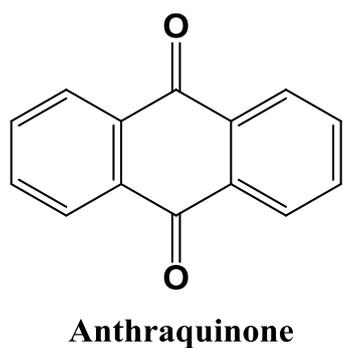
السلفنة



Alizarine



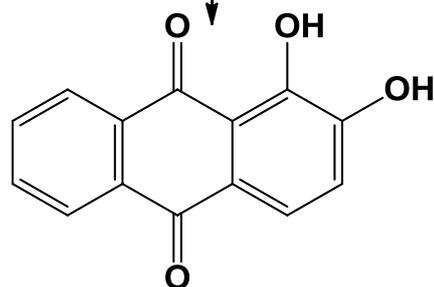
التحضير  
1,2-dihydroxyanthraquinone preparation  
Alizarine



9,10- anthraquinone-2- sulfonic acid

1) NaOH, Δ

2) [O]



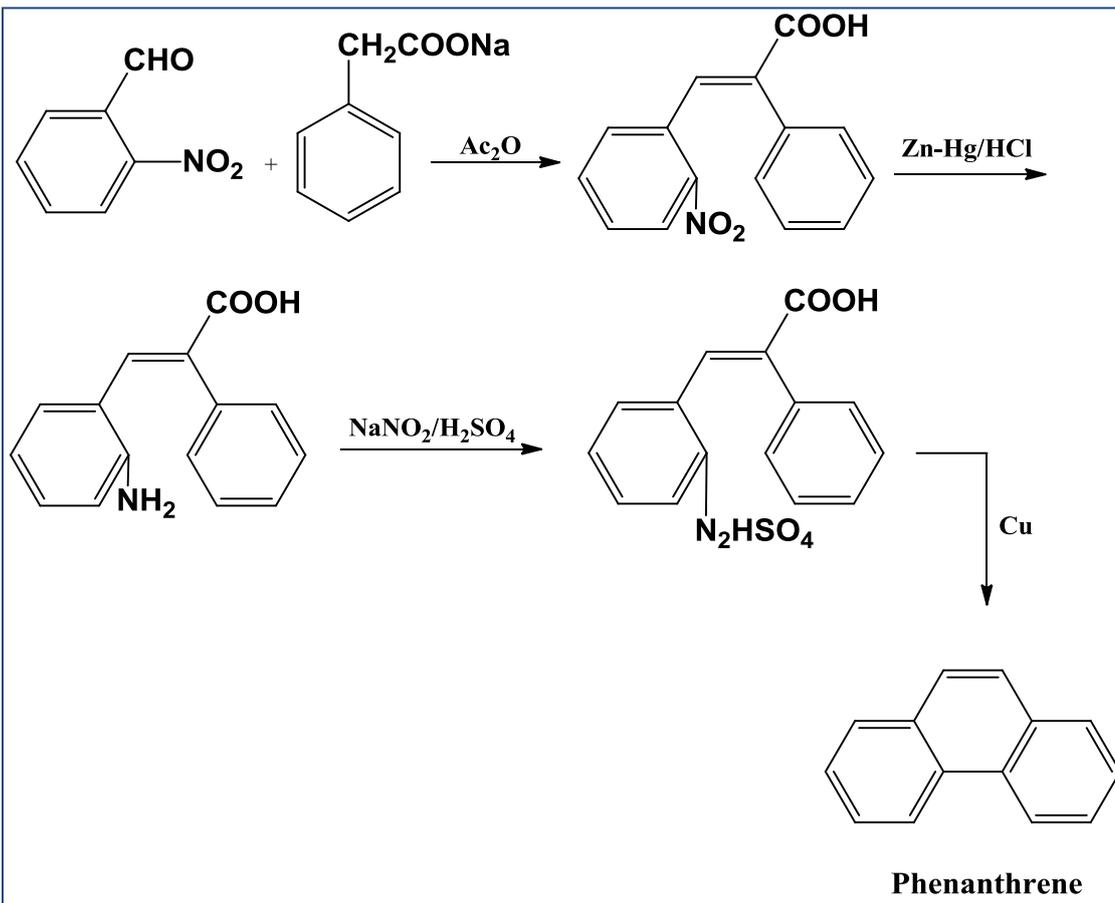
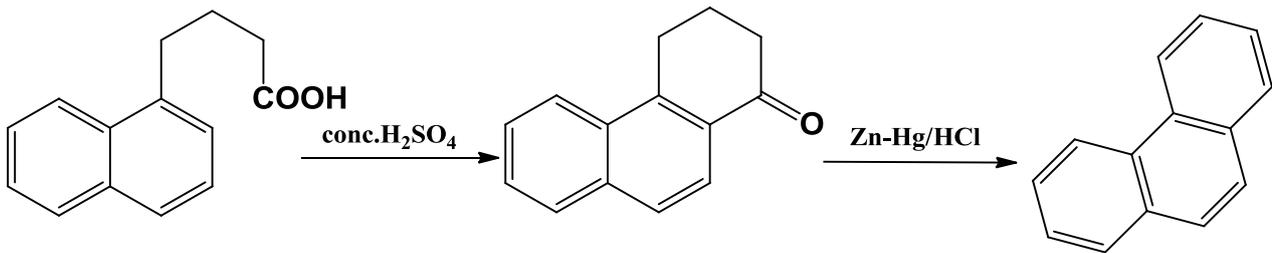
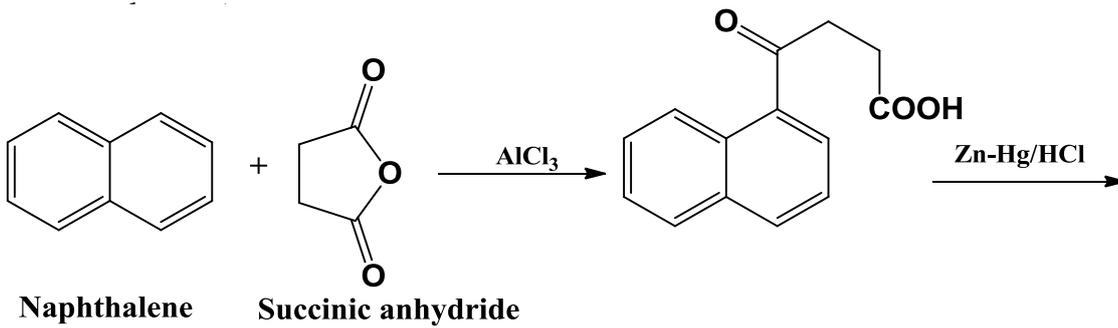
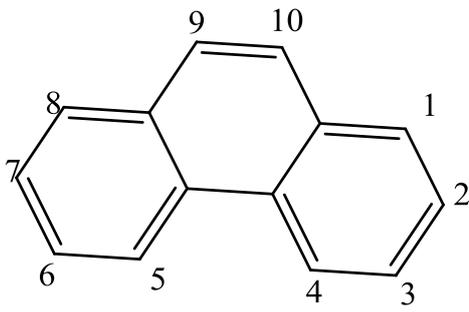
Alizarine

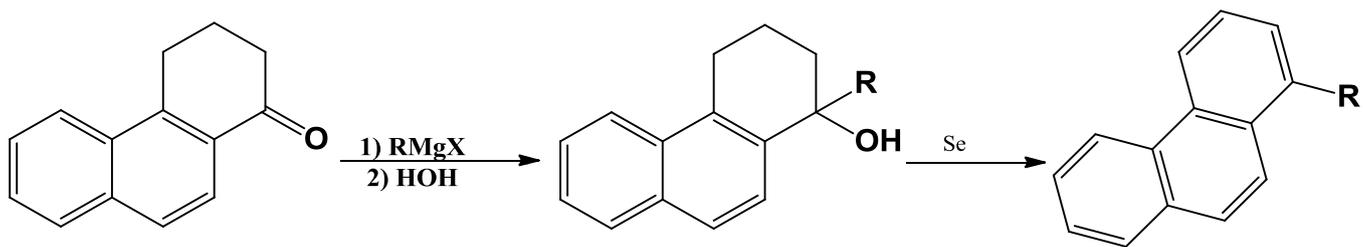
# فينانثرين

## التحضير

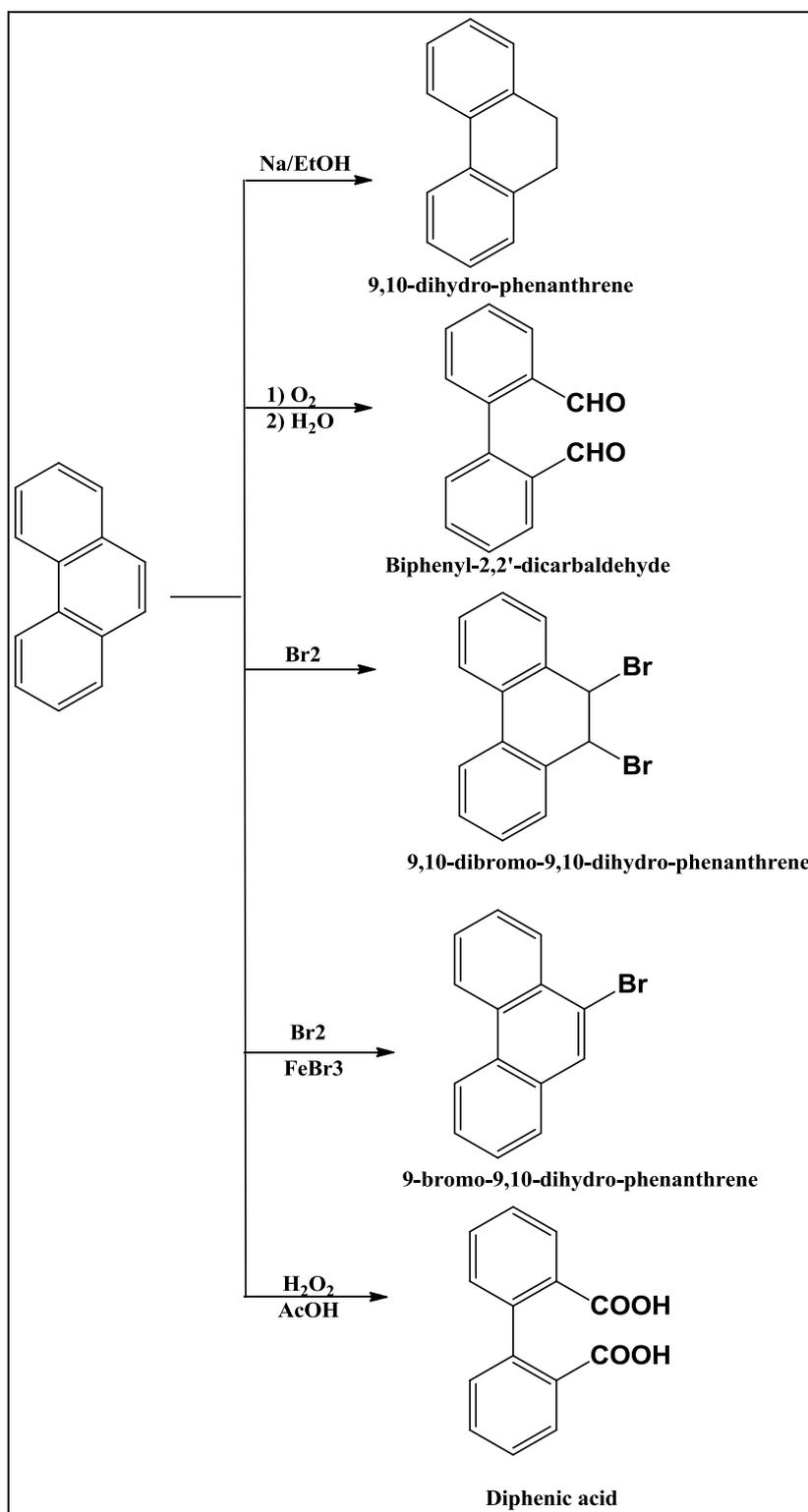
فينانثرين

التحضير

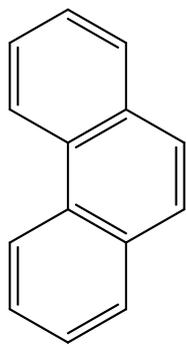




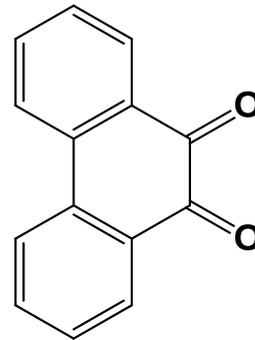
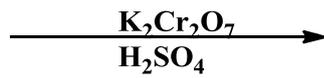
## التفاعلات Reactions



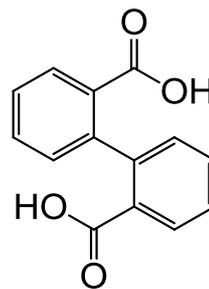
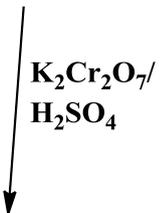
## فينانثراكوينون Phenanthraquinone



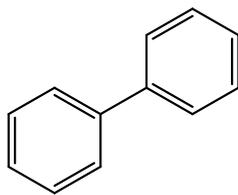
Phenanthrene



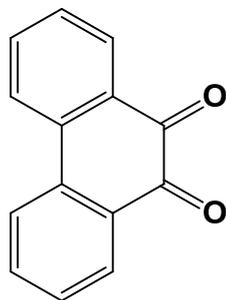
Phenanthraquinone



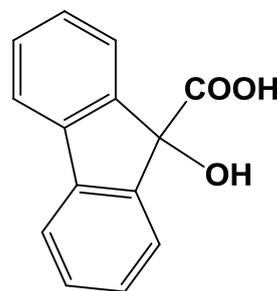
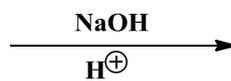
Diphenic acid



biphenyl



Phenanthraquinone



9-hydroxy-9H-flourene-9-carboxylic acid

## المراجع

**1-I.L.Finar Organic Chemistry**

**2- Polynuclear Hydrocarbons PPT by  
Dr.Mohanad Mousa Kareem**



## الايض

كلية العلوم  
قسم الكيمياء

العام الجامعي

2023\2022

بيانات الكتاب

الكلية: التربيه

الفرقه: الثالثه

التخصص: كيمياء

## المحتوى

<u>الصفحات</u>	<u>الموضوعات</u>
4	مقدمه
4	تقسيم العمليات الايضية
5	هضم الكربوهيدرات
7-6	ايض السكريات
13-8	خطوات تحلل الجلوكوز
14	التفاعلات اللاهوائية للبيروفيت
15	التفاعلات الهوائية للبيروفيت
20-16	دورة كيريس
21	محصلة الطاقة الناتجة من دورة كيريس
22	بناء الجلايكوچين
23	استحداث الجلايكوچين
26-23	تحليل الجلايكوچين
28-27	هضم البروتينات
29	اهمية الاحماض الامينية
32-29	ايض الاحماض الامينية
35-32	دورة اليوريا
38-36	التمثيل الغذائي للبيدات
41-39	الفيتامينات

## Metabolism ( الأيض )

• تُعرف العمليات الأيضية : التمثيل الغذائي على أنها مجموع كل التفاعلات الكيميائية للجزيئات الحيوية التي تحدث داخل الخلية.



عملية الهدم: هي عملية تكسير الجزيئات الحيوية الكبيرة كالبروتينات، الكربوهيدرات، الدهون، والأحماض النووية إلى جزيئات أصغر منها كالأحماض الأمينية، السكريات الأحادية، الأحماض الدهنية، والنيوكليوتيدات.

عملية البناء: في هذه العملية تُستخدم الجزيئات الصغيرة كمواد أولية تدخل في تفاعلات عديدة لإنتاج جزيئات أكبر وأكثر تعقيداً .

ملاحظة: عمليتا الهدم والبناء عمليتان منفصلتان وغير متعاكستان، فعملية الهدم تتم لإنتاج الطاقة وعملية البناء تحتاج إلى الطاقة.

## هضم الكربوهيدرات

### في الفم:

- يتم تحلل النشا إلى مالتوز وسلاسل من السكريات العديدة بواسطة إنزيم أميليز اللعاب وذلك بكسر الرابطة الجلايكوسيدية (  $\alpha-1 \rightarrow 4$  )
- يتوقف عمل هذا الإنزيم عند وصوله مع الطعام إلى المعدة بسبب درجة حموضتها الشديدة.

### في المعدة:

- لا يوجد هضم للمواد السكرية.

### في الأمعاء:

- يُكمل إنزيم أميليز البنكرياس ما بدأه أميليز اللعاب ويُحطم المزيد من الروابط الجلايكوسيدية لينتج خليط من السكريات الثنائية.
- تُفرز الإنزيمات الخاصة بهضم السكريات الثنائية مثل إنزيم اللاكتيز، السكريز، والمالتيز ليكون الناتج النهائي خليط من السكريات الأحادية.
- يتم إمتصاص السكريات الأحادية من خلال الغشاء الطلائي المبطن للأمعاء الدقيقة.
- وبعد الإمتصاص يتم نقلها في الدم إلى الكبد، حيث يعمل الكبد على تحويل السكريات الأحادية المتنوعة مثل الفركتوز والجالاكتوز إلى جلوكوز لتستفيد منه باقي الخلايا.
- يتم نقل الجلوكوز بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة ليتم إستغلاله بالطرق الآتية:

1 - أكسدة الجلوكوز لإنتاج الماء، ثاني أكسيد الكربون، والطاقة عن طريق تحلل الجلوكوز ودورة كربس.

2 -تحويل الجلوكوز إلى مكونات أخرى ذات أهمية بيولوجية مثل:

- الريبوز والديوكسي رايبوز لتصنيع الأحماض النووية.

- الفركتوز يدخل في تكوين السائل المنوي.

- حمض الجلوكيورونك في الكبد وهو هام للتفاعلات التي يتم فيها تحويل المواد السامة إلى مواد غير سامة.

- سكريات أمينية لصنع السكريات المتعددة المخاطية.

### تخزين الفائض منه:

• يتم تخزين الجلوكوز في الكبد والعضلات على هيئة جلايكوجين بواسطة عملية تسمى الجليكوغينيس Glycogenesis .

• يتم تخزينه في الكبد والنسيج الشحمي على هيئة دهون متعادلة عن طريق عملية تسمى ليوجينيس Lipogenesis

### أيض السكريات

Glycolysis	- تحليل الجلوكوز
Krebs Cycle	- دورة كربس
Glycogenesis	- بناء الجلايكوجين
Gluconeogenesis	- إستحداث الجلايكوجين
Glycogenolysis	- تحليل الجلايكوجين

### تحلل الجلوكوز Glycolysis

هو عبارة عن تحلل (تكسر) سكر الجلوكوز 6 ذرات كربون إلى جزيئين من البيروفيت ( Pyruvate) 2 جزيء X 3 ذرات كربون من خلال 10 تفاعلات إنزيمية محفزة.

### أهمية عملية تحلل الجلوكوز:

- تُعتبر هذه العملية بمثابة المرحلة الممهدة للأكسدة الكاملة لجزيء الجلوكوز ليعطي: ماء + ثاني أكسيد الكربون + طاقة (ATP)

- تزويد الخلية ببعض المركبات الحيوية اللازمة لعمليات البناء.

• تتم جميع التفاعلات الإنزيمية لعملية الجليكوليسيس في سيتوبلازم جميع خلايا الكائنات الحية.

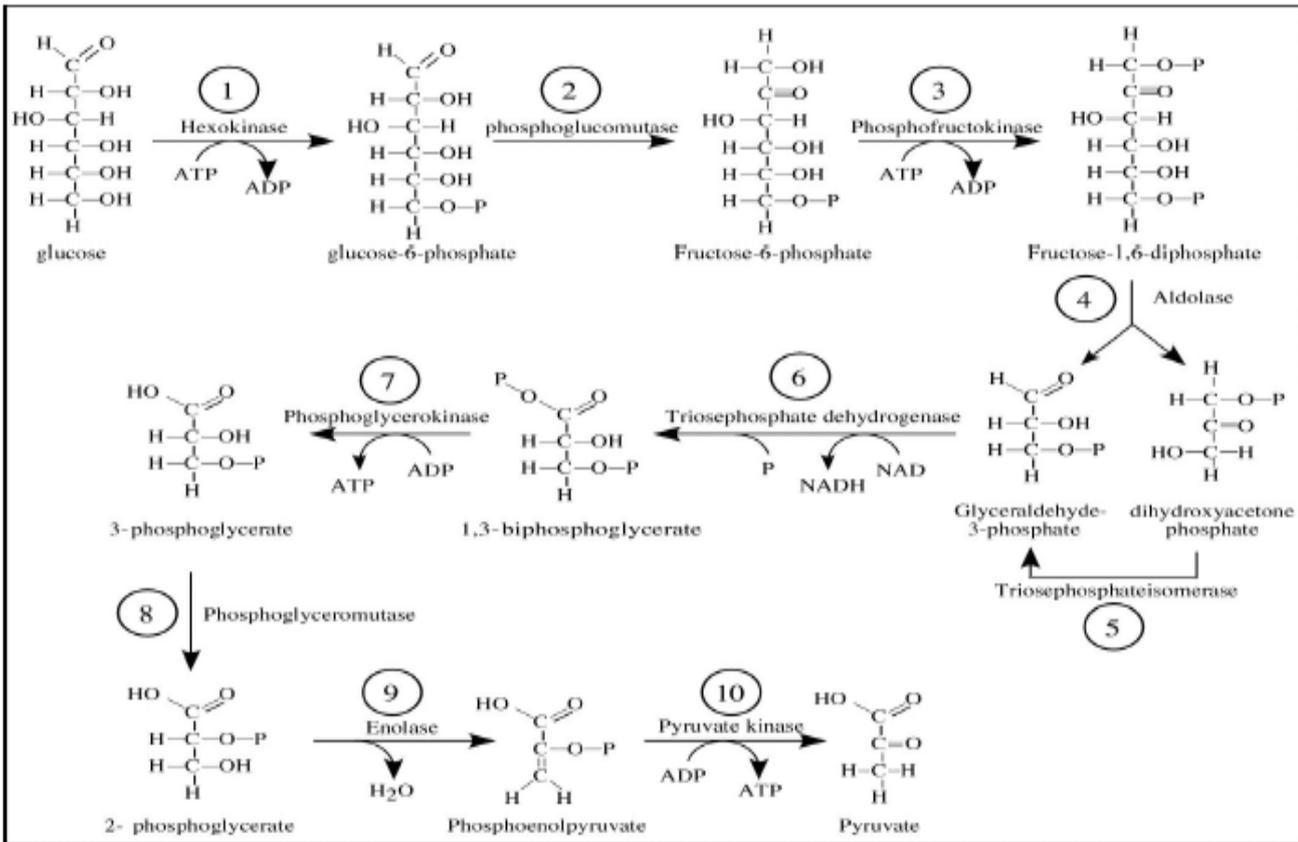
### مراحل تحلل الجلوكوز:



• المرحلة الأولى : المرحلة التحضيرية (تتكون من خمسة تفاعلات إنزيمية ) 1 إلى 5 تبدأ بالجلوكوز وتنتهي بالجليسر أدهيد 3- فوسفات ويتم في هذه التفاعلات إستهلاك للطاقة.

• المرحلة الثانية :مرحلة حفظ الطاقة تتكون من خمسة تفاعلات إنزيمية 6 إلى 10 ( تبدأ بتحول الجليسر أدهيد

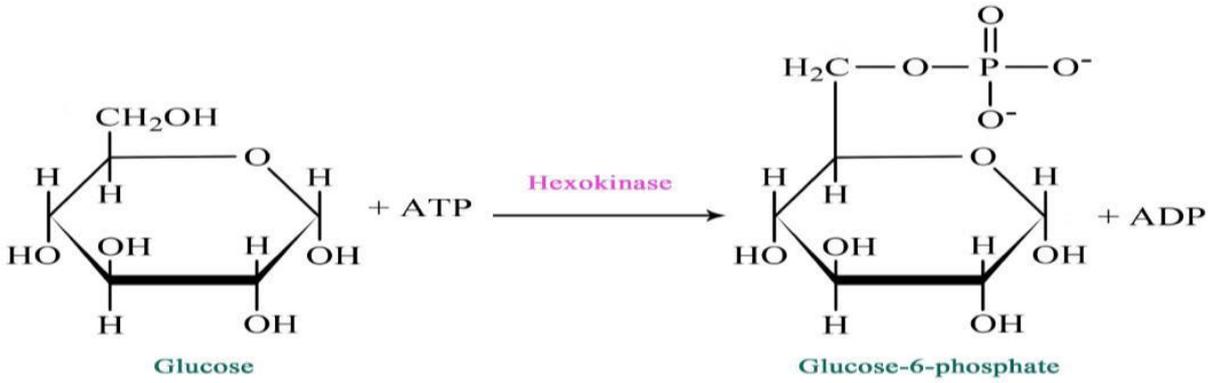
3- فوسفات وتنتهي بتكوين البيروفيت ويتم فيها إنتاج الطاقة



## خطوات تحلل الجلوكوز

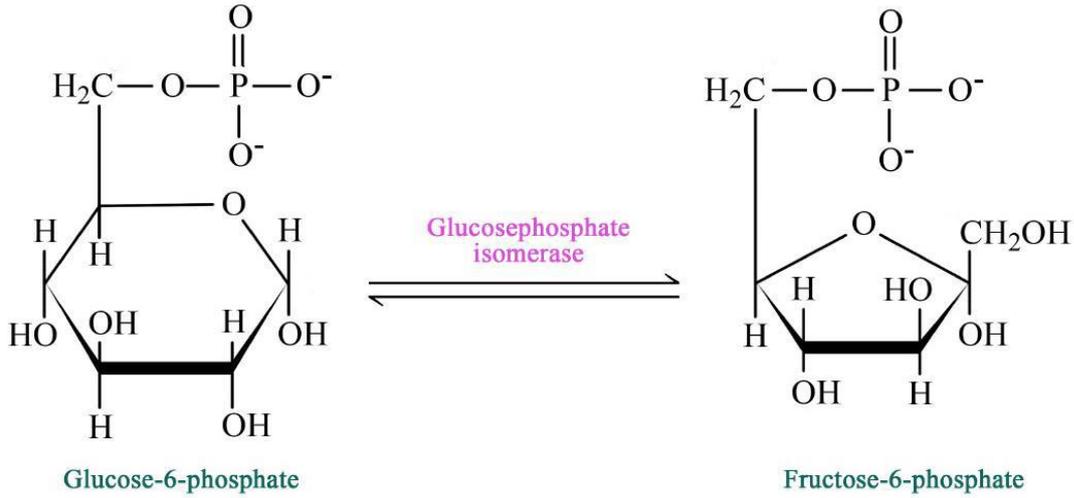
### (١) تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز 6-فوسفات:

- يتم استهلاك جزيء ATP لتحويل جزيء جلوكوز إلى جلوكوز 6-فوسفات بواسطة إنزيم الهكسوكينيز ( Hexokinase ) في تفاعل غير عكسي في وجود أيون الماغنسيوم (  $Mg^{+2}$  ) أو المنجنيز (  $Mn^{+2}$  )
- إذا زاد تركيز الجلوكوز 6-فوسفات المنتج فإنه يُثبِّط عمل إنزيم الهكسوكينيز، لذلك فهو يُمثِّل أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز



### (٢) تحويل الجلوكوز 6-فوسفات إلى فركتوز 6-فوسفات:

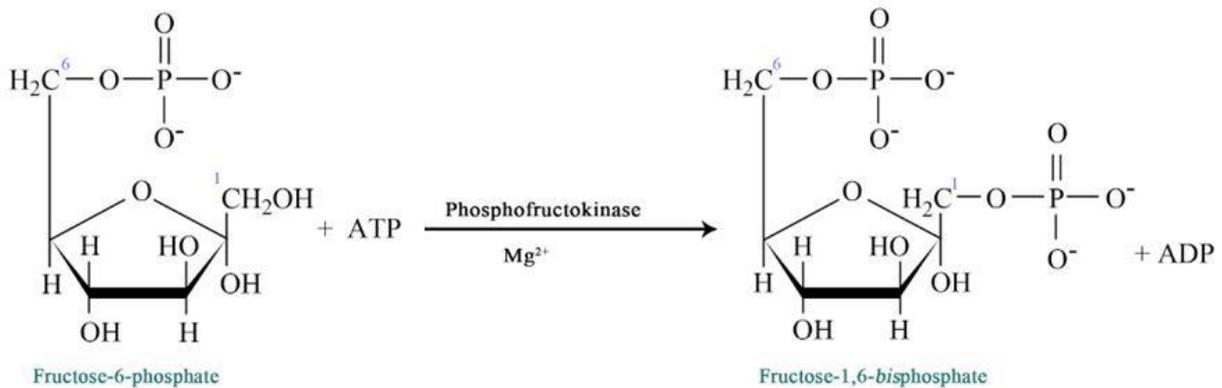
- يُحفز إنزيم الفوسفوجلوكوز أيسومريز ( Phosphoglucoseisomerase ) تحويل الجلوكوز 6-فوسفات إلى فركتوز 6-فوسفات في تفاعل عكسي.
- يحتاج هذا الإنزيم إلى أيونات الماغنسيوم (  $Mg^{+2}$  ) أو المنجنيز (  $Mn^{+2}$  )



### 3- تحويل الفركتوز 6- فوسفات إلى فركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات:

• يحتاج إنزيم الفوسفوفركتو كايبيز إلى أيونات الماغنسيوم ( $Mg^{2+}$ ) حيث يُستهلك جزيء واحد من الطاقة (ATP) لإنتاج الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات.

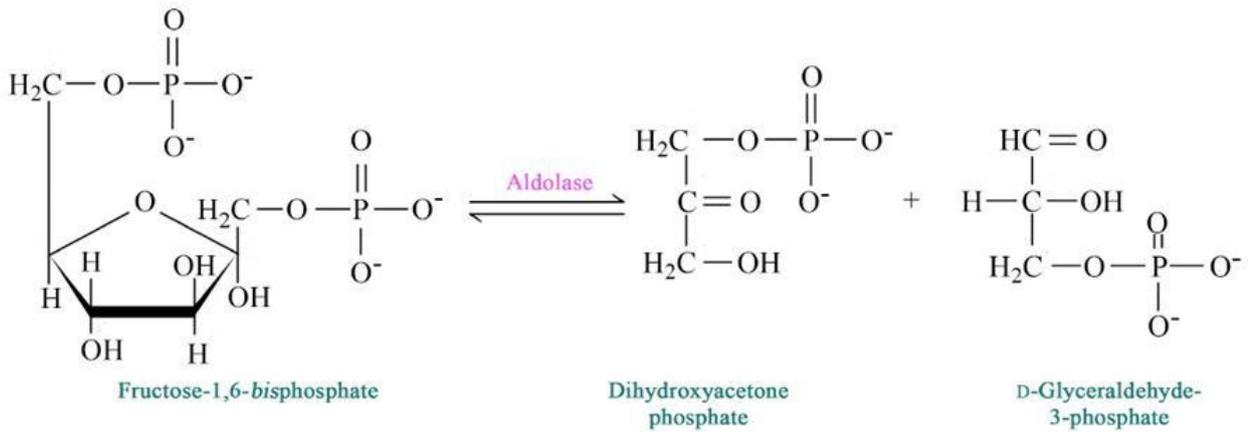
• يُعتبر هذا التفاعل تفاعل غير عكسي حيث يُمثل هذا الإنزيم أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز.



### 4) إنشطار مركب الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات:

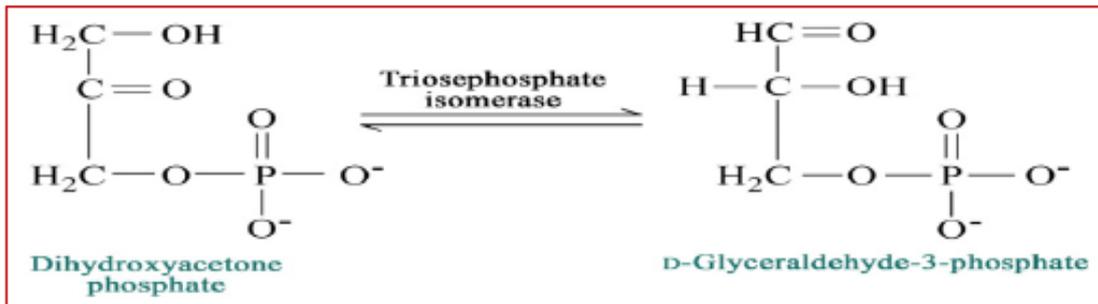
• ينشطر الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات ( 6 ذرات كربون) ليعطي جزيئين سكر ثلاثي وهما ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات ( 3 ذرات كربون) وجليسر ألدهيد

3- فوسفات ( 3 ذرات كربون) بواسطة إنزيم الألدوليز Aldolase



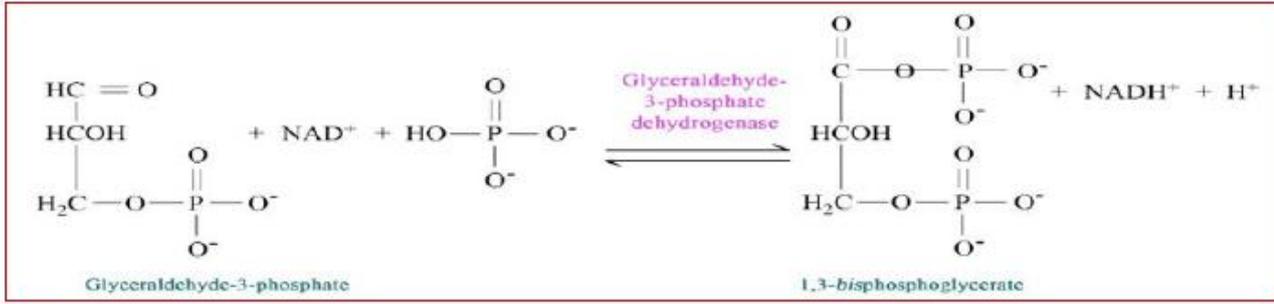
### (5) تحول السكريات الثلاثية الفوسفاتية:

- بواسطة إنزيم الترايوز فوسفات أيزوميراز ( Triose Phosphate Isomerase ) يتم تحويل ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات إلى جليسر ألدهيد 3- فوسفات الذي يقوم بدوره بإكمال عملية تحلل الجلوكوز.
- وبهذا تكون حصيلة المرحلة التحضيرية هي تحلل جزيء جلوكوز إلى جزيئين من الجليسر ألدهيد 3- فوسفات وإستهلاك جزيئين من الطاقة ATP



### (6) تحول الجليسر ألدهيد 3- فوسفات إلى 1،3 ثنائي فوسفوجليسيريت:

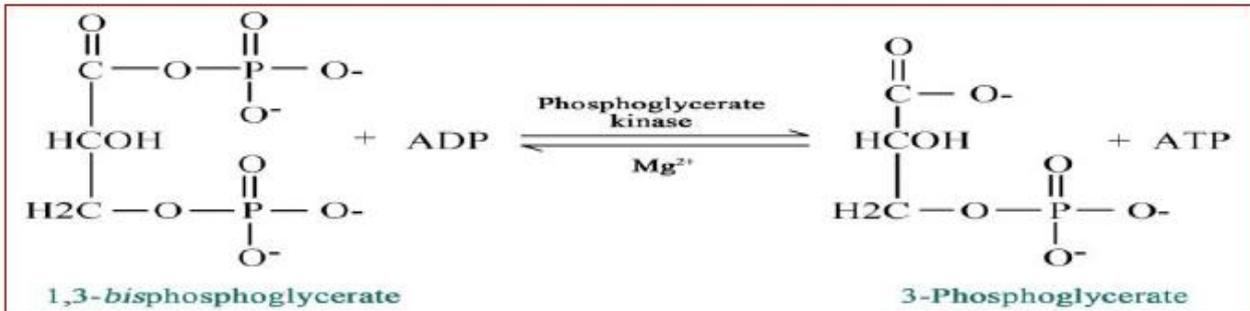
- يُحفز إنزيم الجليسر ألدهيد 3- فوسفيت ديهيدروجينيز تحويل جزيئين من جليسر ألدهيد 3- فوسفات إلى جزيئين من 1،3 ثنائي فوسفوجليسيريت (مركب عالي الطاقة).
- هذا التفاعل يتم في وجود العامل المساعد نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد  $NAD^+$  حيث ينتقل إلكترون من الجليسر ألدهيد 3- فوسفات إلى ال  $NAD^+$



**(7) تحول 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت إلى 3-فوسفوجليسيريت:**

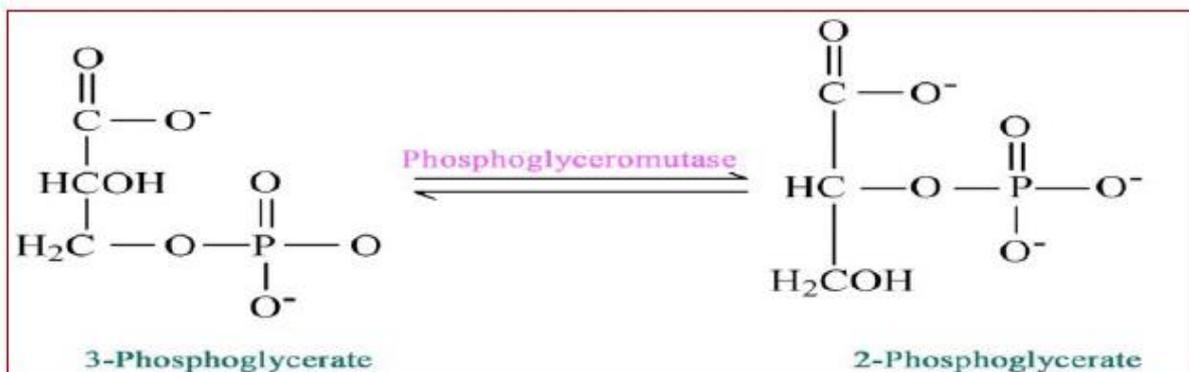
- يُحفز إنزيم فوسفوجليسيريد كينيز ( Phosphoglycerate Kinase ) تحويل جزيئين من 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت إلى 3-فوسفوجليسيريت وتكوين جزيئين من ال ATP .

ملاحظة: تنتقل مجموعة الفوسفات من المادة الأساس إلى ال ADP بدون نقل إلكترونات



**(8) تحول 3-فوسفوجليسيريت إلى 2-فوسفوجليسيريت:**

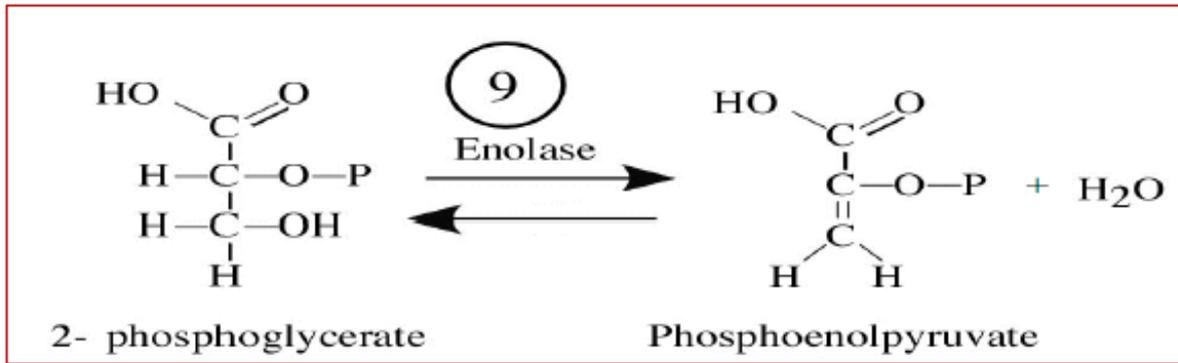
- يُحفز إنزيم فوسفوجليسروميوتيز ( Phosphoglyceromutase ) تحويل -فوسفوجليسيريت إلى 2 -فوسفوجليسيريت عن طريق نقل مجموعة الفوسفات من ذرة الكربون رقم 3 إلى رقم 2 في وجود أيونات الماغنسيوم



### (9) إزالة جزيء ماء من 2- فوسفوجليسيريت:

• يُحفز إنزيم الإنوليز ( Enolase ) إزالة جزيء ماء من 2- فوسفوجليسيريت وتكوين الفوسفواينول بايروفيت (مركب عالي الطاقة).

• يحتاج هذا الإنزيم إلى وجود أيون الماغنسيوم ( $Mg^{+2}$ ) أو المنجنيز ( $Mn^{+2}$ )

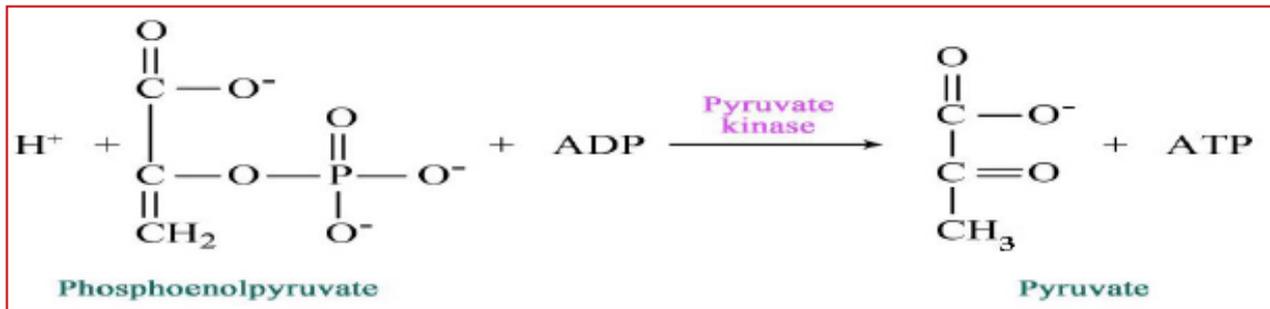


### (10) تكوين البيروفيت:

• يُحفز إنزيم البيروفيت كينيز ( Pyruvate Kinase ) إنتقال مجموعة الفوسفات ذات الطاقة العالية من مركب الفوسفواينول بايروفيت إلى الـ ADP وتفاعل غير عكسي.

• يحتاج هذا الإنزيم إلى وجود أيون البوتاسيوم ( $+K$ ) بالإضافة إلى الماغنسيوم

( $Mg^{+2}$ ) والمنجنيز ( $Mn^{+2}$ ).



### محصلة الطاقة الناتجة من تحلل جزيء من الجلوكوز إلى جزيئين من البيروفيت

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 1 .

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 3 .

- إنتاج جزئيين من ال (NADH) باعتبار أن الجلوكوز إنشطر إلى جزئيين في الخطوة رقم 6 . كل جزيء من ال NADH عند أكسدته يعطي 3 ATP .
- إنتاج 2 ATP في الخطوة رقم 7 باعتبار أن الجلوكوز إنشطر إلى جزئيين من الجليسر ألدهيد 3- فوسفات وكل جزء يعطي 1 ATP .
- إنتاج 2 ATP في الخطوة رقم 10 باعتبار وجود جزئيين من 3- فوسفو إنول بيروفيت ليعطي كلا منهما 1 ATP .

وبالتالي يكون الناتج:  $ATP\ 8 = 6+2+2+1-1$

### تنظيم عملية تحلل الجلوكوز

- يُلاحظ أن جميع المركبات الوسيطة بين الجلوكوز والبيروفيت هي مركبات مفسفرة.
- أي أنها متأينة عند درجة حموضة الخلية مما يجعلها مشحونة بشحنة سالبة تمنعها من المرور خلال الأغشية الخلوية لتظل في سيتوبلازم الخلية.
- أما البيروفيت أو اللاكتيت المتكون يمكن أن يمر خلال الأغشية الخلوية؛ فنظرًا لعدم فسفرة البيروفيت فإنه يمتلك القدرة على الانتقال من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ الأكسدة الهوائية (دورة كريبس).
- يُلاحظ أن جميع التفاعلات الإنزيمية في الجليكوليسيس هي تفاعلات عكسية ماعدا ثلاثة تفاعلات غير عكسية.
- هذه التفاعلات الثلاث هي تفاعلات منظمة لعملية تحلل الجلوكوز و تُسمى بالتفاعلات المحددة لمعدل التفاعل (Rate-Limiting-Steps) .

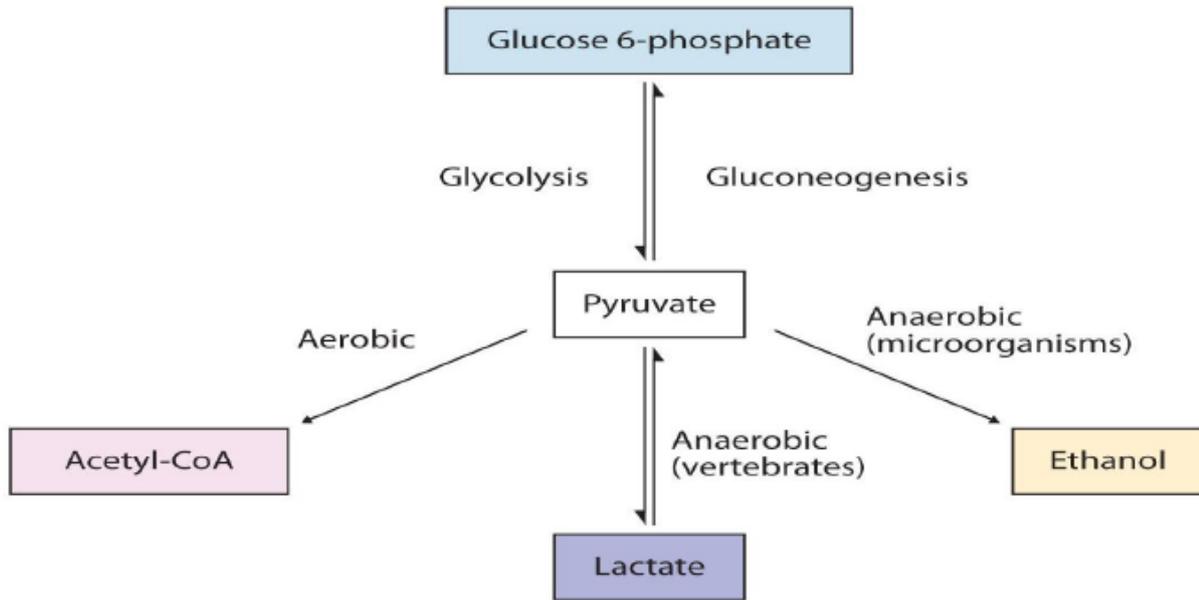
هذه التفاعلات المنظمة تتم بواسطة الإنزيمات التالية :

- هكسوكاينيز

- فوسفو فركتوكاينيز

- بيروفيت كاينيز

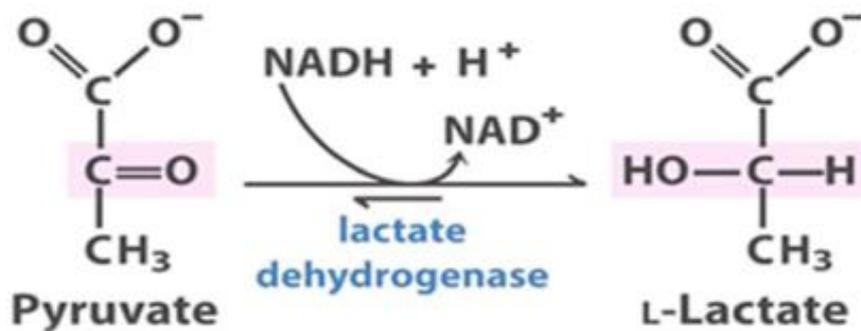
## مصير البيروفيت الناتج من تحلل الجلوكوز



## التفاعلات اللاهوائية للبيروفيت

يُحول إلى لاكتيت:

- في العضلات أو في البكتيريا وعند غياب الأوكسجين يتحول البيروفيت إلى حامض اللاكتيت بواسطة إنزيم اللاكتيت ديهيدروجينيز ( LDH ) .

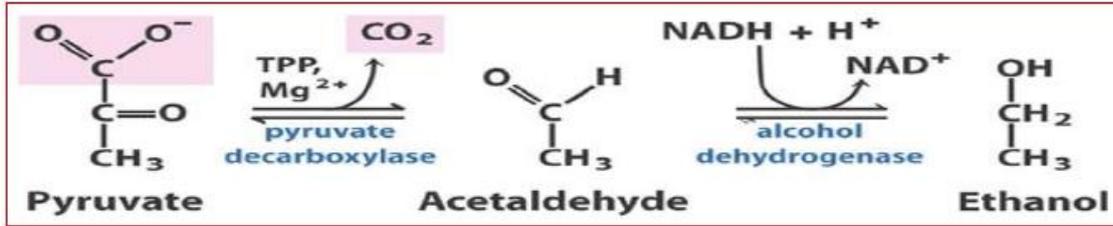


يُحول إلى إيثانول:

- في بعض الكائنات الدقيقة (مثل الخميرة) وفي غياب الأوكسجين يتم تحويل

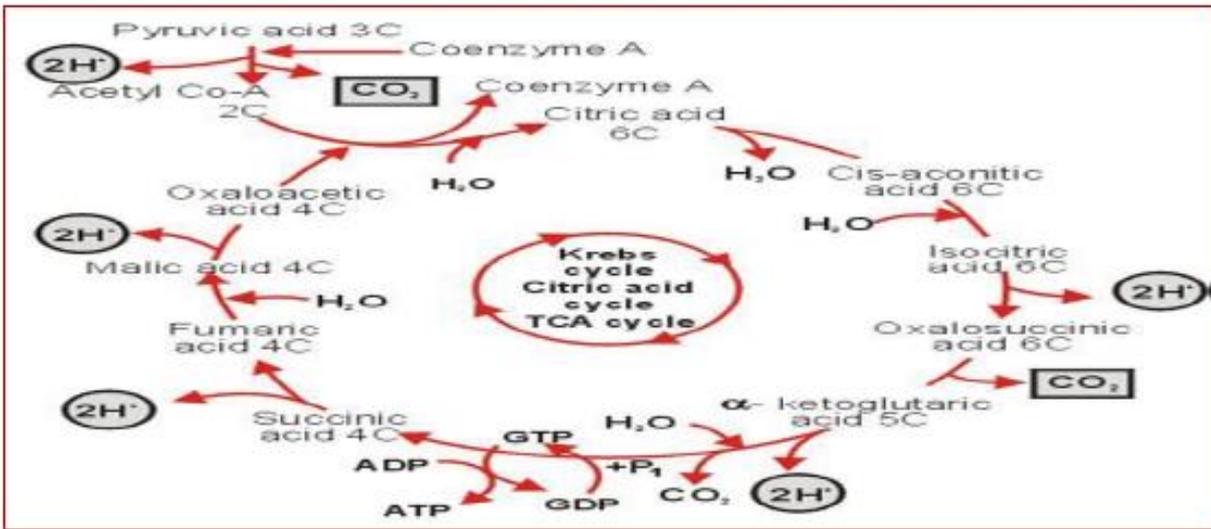
تخمر البيروفيت إلى كحول الإثانول في خطوتين:  
 1 تحويل البيروفيت إلى أسيتلدهيد بفقد ثاني أكسيد الكربون بواسطة إنزيم بيروفيت ديكربوكسيليز في وجود أيونات المغنيسيوم.

2- إختزال الأسيتلدهيد إلى كحول إيثيلي مع أكسدة ال  $NAD^+$  إلى  $NADH$



### التفاعلات الهوائية للبيروفيت

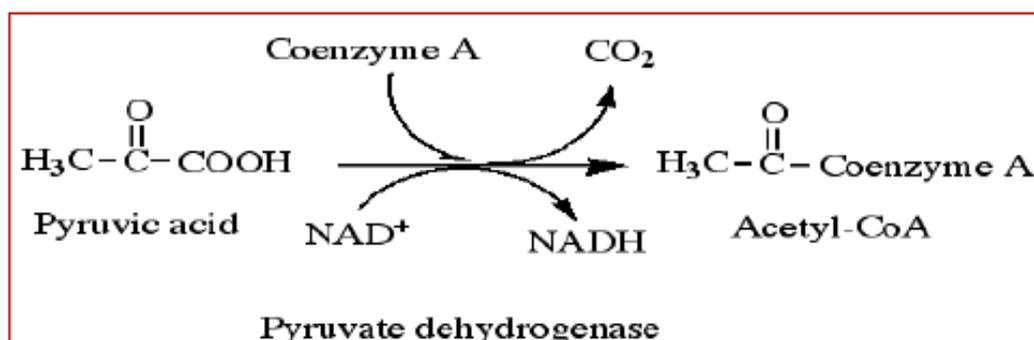
في وجود الأكسجين ينتقل البيروفيت من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ سلسلة من تفاعلات الأكسدة (دورة كربس) والتي تنتهي بإنتاج ثاني أكسيد الكربون، ماء، و طاقة



## دورة كريس Krebs Cycle

تُمثل دورة كريس المسار الأخير في أكسدة الكربوهيدرات، الليبيدات، والبروتينات حيث يتم فيها أكسدة أستيل المرفق الإنزيمي أ ( Acetyl Co A ) إلى ثاني أكسيد الكربون + ماء + إنتاج طاقة.

- في وجود الأكسجين، ينتقل البيروفيت إلى الميتوكوندريا ليتحول إلى أستيل المرفق الإنزيمي أ الذي بدوره يبدأ سلسلة تفاعلات دورة كريس



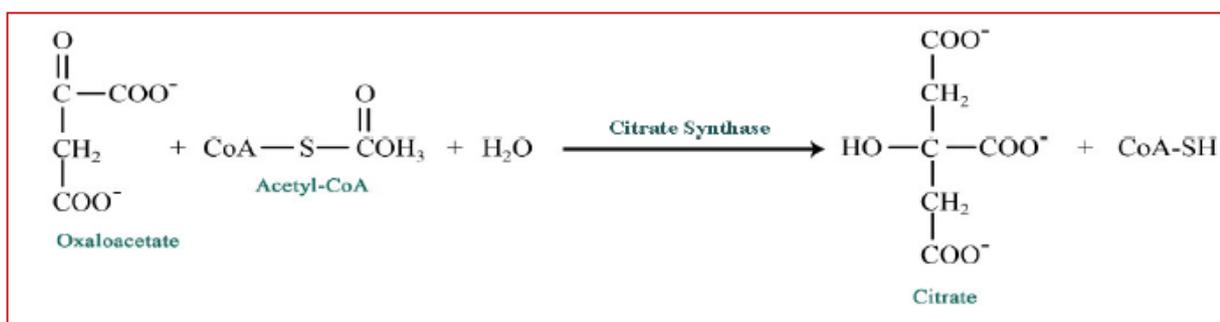
### خطوات دورة كريس

#### ( ١ ) تفاعل الأستيل مرفق الإنزيمي أ لتكوين السترات:

- يُحفز إنزيم سترات سينثيز ( Citrate Synthase ) تفاعل الأستيل مرفق

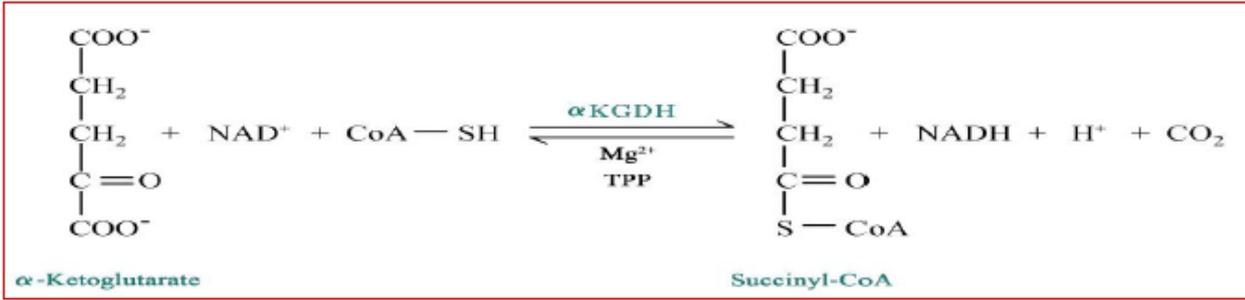
الإنزيمي أ مع أوكسالو أسيتات لتكوين السترات.

- يُنشط هذا الإنزيم بواسطة ال NADH أو ال ATP





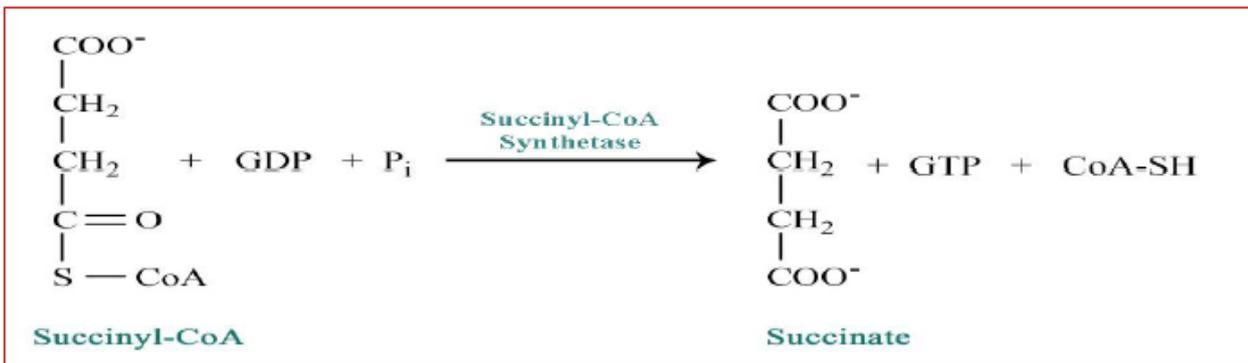
• هذا التفاعل يُنتج طاقة في شكل NADH



### ٥) تكوين مركب الساكسينات وتوليد جزيء طاقة (GTP):

• يُحفز إنزيم الساكسينات ثايوكينيز ( Succinate Thiokinase ) كسر رابطة الثيوإستر (عالية الطاقة) في مركب الساكسينيل مرفق إنزيمي أ يعطي مركب الساكسينات وتوليد طاقة بصورة ال

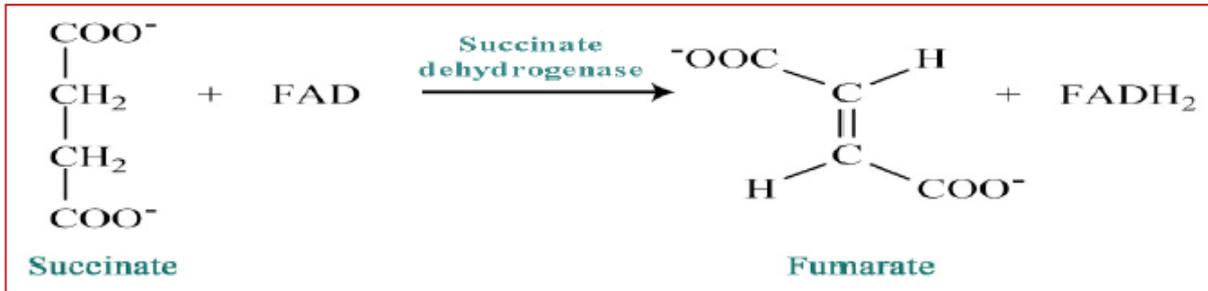
GTP



### ٦) أكسدة الساكسينات إلى فيوماترات:

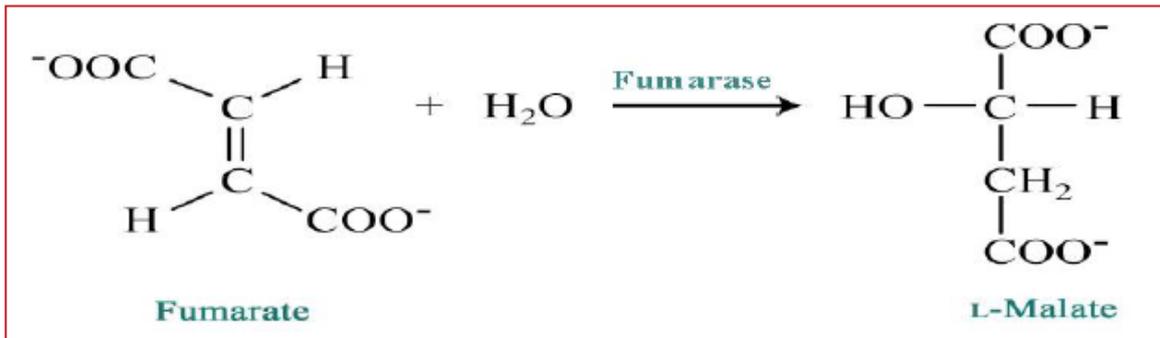
• يُحفز إنزيم الساكسينات ديهيدروجينيز ( Succinate Dehydrogenase ) أكسدة الساكسينات وتحويله إلى فيوماترات.

• يحتاج هذا الإنزيم لل FAD كعامل مساعد والذي يستقبل جزيء من الهيدروجين المزاح من مركب الساكسينات ليُختزل ويعطي ال FADH<sub>2</sub>



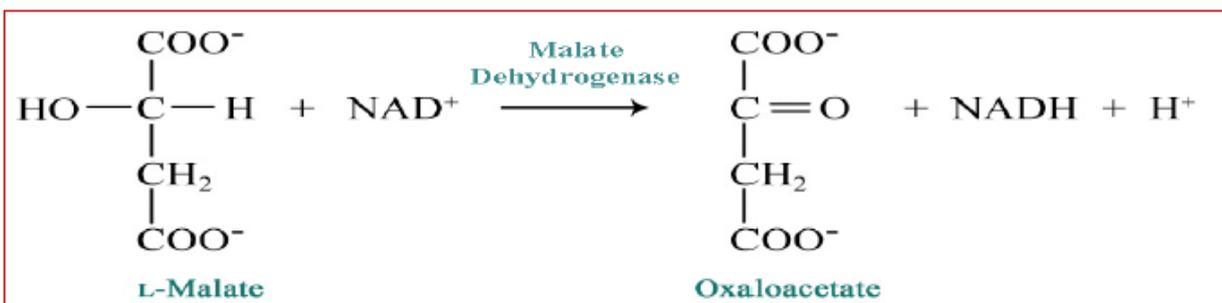
### ٧ إنتاج المالات:

- يُحفز إنزيم الفيومارات هيدراتيز (Fumarate Hydratase) ويُطلق عليه الفيوماريز (Fumarase) إضافة جزيء ماء للفيومارات ليعطي المماكب اليساري المالات (L-malate)



### ٨ أكسدة المالات إلى أوكسالوأسيتات:

- يُحفز إنزيم المالات ديهيدروجينيز (Malate Dehydrogenase) أكسدة جزيء من المالات ليعطي أوكسالوأسيتات.
- يُستخدم هذا الإنزيم العامل المساعد الـ  $\text{NAD}^+$  كمستقبل للهيدروجين ليتحول بدوره إلى  $\text{NADH}$ .



## محصلة الطاقة الناتجة من دورة كربس

- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 3 ليعطي 3 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 4 ليعطي 3 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال GTP في الخطوة رقم 5 والذي يتحول إلى جزيء واحد من ال ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال  $FADH_2$  في الخطوة رقم 6 ليعطي 2 ATP .
- إنتاج جزيء واحد من ال NADH في الخطوة رقم 8 ليعطي 3 ATP .
- وبالتالي يكون ناتج تحول جزيء واحد من البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون وماء تساوي:

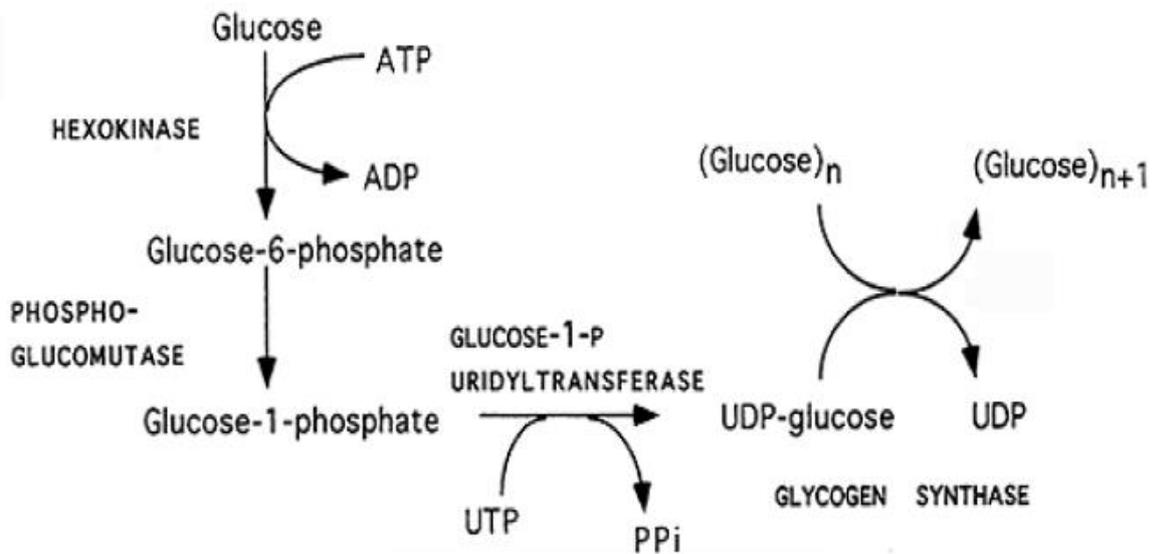
$$ATP\ 12 = 3 + 2 + 1 + 3 + 3$$

- خطوات تحول جزيئين من البيروفيت إلى جزيئين من الأستيل المرفق الإنزيمي أ تنتج 6 ATP .
- ويكون ناتج تحول جزيء الجلوكوز إلى 2 جزيء بيروفيت يساوي 8 ATP .
- وبالتالي تحلل جزيء من جلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون وماء تساوي:

$$ATP\ 38 = (2 \times 12) + 6 + 8$$

## بناء الجلايكوجين ( Glycogenesis )

- يتم تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز -6- فوسفات بواسطة إنزيم الجلوكوكيناز ( Glucokinase ) أو إنزيم الهكسوكيناز ( Hexokinase ) .
- يتحول الجلوكوز -6- فوسفات إلى جلوكوز -1- فوسفات عن طريق إنزيم فوسفوجلوكوميوتيز ( Phosphoglucomutase ) .
- يُحول إنزيم اليوريديل ترانسفيراز ( Uridyl Transferase ) الجلوكوز -1- فوسفات إلى يوريدين ثنائي فوسفات الجلوكوز ( UDP-Glucose ) .
- يقوم الإنزيم الصانع للجلايكوجين ( Glycogen Synthase ) بتجميع جزيئات الجلوكوز على شكل سلاسل (روابط  $\alpha-1 \rightarrow 4$ ) .
- تتفرع السلسلة بواسطة إنزيم ال (  $\alpha-1 \rightarrow 4 : \alpha-1 \rightarrow 6$  Transglycosylase ) والذي يقطع 6 وحدات من الجلوكوز ونقلها في سلسلة طرفية برابطة (  $\alpha-1 \rightarrow 6$  ) .



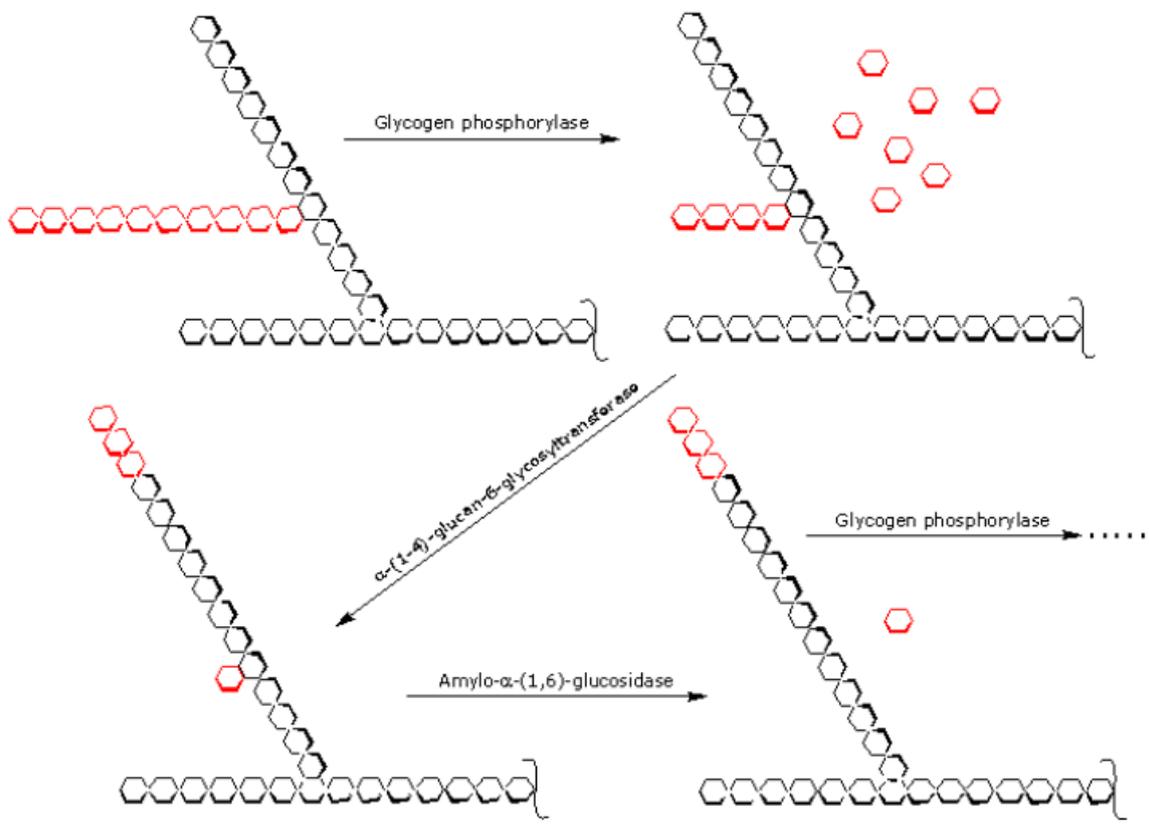
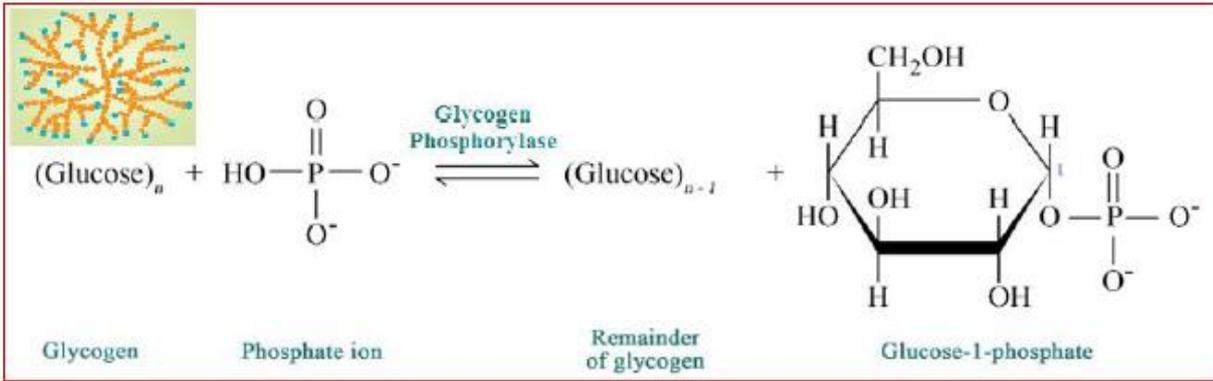
## إستحداث الجلايكوجين ( Gluconeogenesis )

- هي عملية تكوين الجلوكوز أو الجلايكوجين من مصادر غير كربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية، حمض اللاكتيت، البيروفيت، والجليسول.
- تحدث في السيتوبلازم وليس في الميتوكوندريا، ويحدث 90 % من هذه العملية في الكبد و 10 % في الكليتان.

## تحليل الجلايكوجين ( Glycogenolysis )

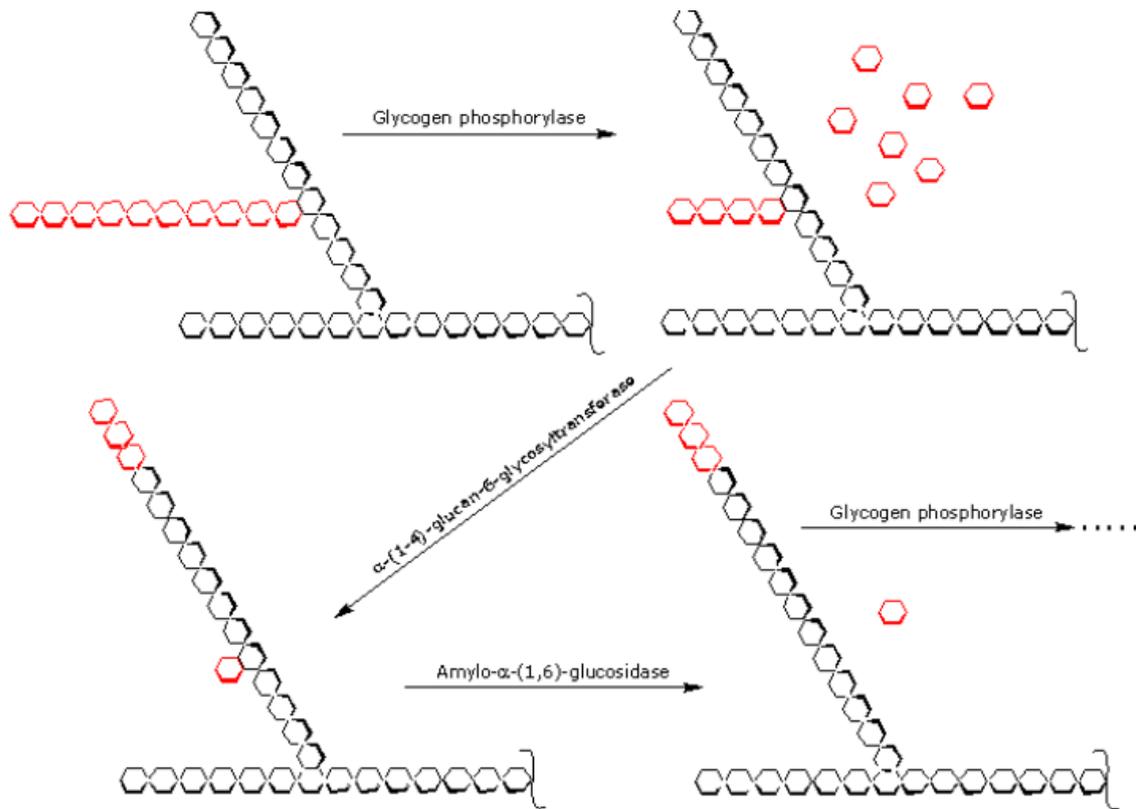
- في هذه العملية يتم تكسير الجلايكوجين إلى وحدات متكررة من الجلوكوز والتي تدخل بدورها في عملية تحلل الجلوكوز ( Glycolysis ) لإنتاج الطاقة.
- الجلايكوجين الموجود في الكبد والعضلات يتم تكسيره بواسطة إنزيم جلايكوجين فوسفورايليز في الحالات التالية :
  - في حالات الجوع الشديد حيث يقل الجلوكوز الذي يؤخذ من الطعام .
  - في حالة داء السكري حيث لا يتم الإستفادة من الجلوكوز الموجود في الغذاء .
- يُعتبر هذا الإنزيم مُنظم ومُتحكم بعملية تحلل الجلوكوز حيث أن هذا الإنزيم يحدد كمية جزيئات الجلوكوز الناتجة من تحلل الجلايكوجين والداخله في عملية إنتاج الطاقة ( Glycolysis )

- يتم تحليل الجلايكوجين بفعل إنزيم الجلايكوجين فوسفورايليز ( Glycogen Phosphorylase )، والذي يزيح جزيء جلوكوز من طرف السلسلة عن طريق ربطه بمجموعة فوسفات عند ذرة الكربون رقم 1 حتى يتبقى 4 جزيئات من الجلوكوز قبل نقطة التفرع

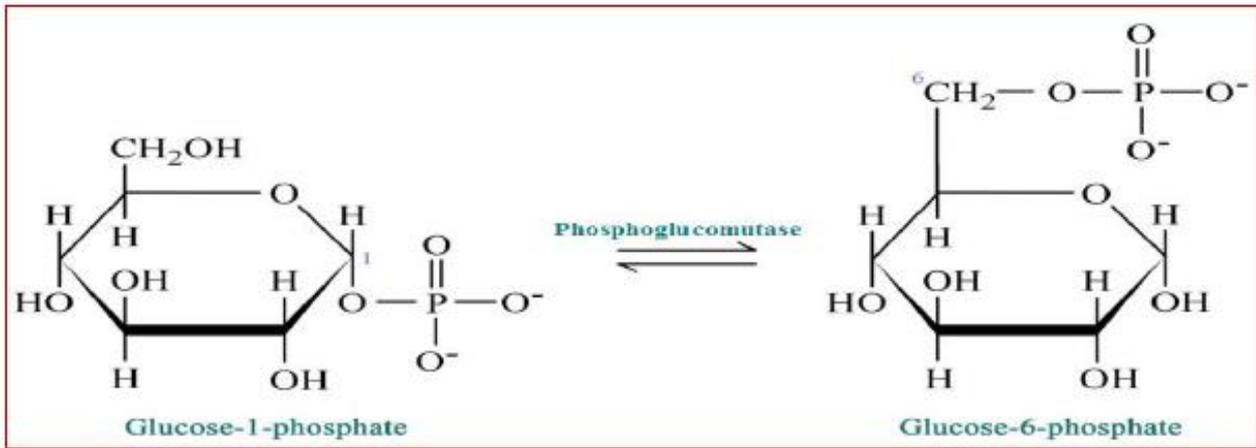


يقوم إنزيم جلوكون ترانسفيريز (Glucose transferase) بنقل وحدات السكر الثلاثة المتبقية قبل موضع التفرع إلى سلسلة أخرى تارك ا جزئء جلوكون واحد مرتبط برابطة  $\alpha-1 \rightarrow 6$  موضع التفرع.

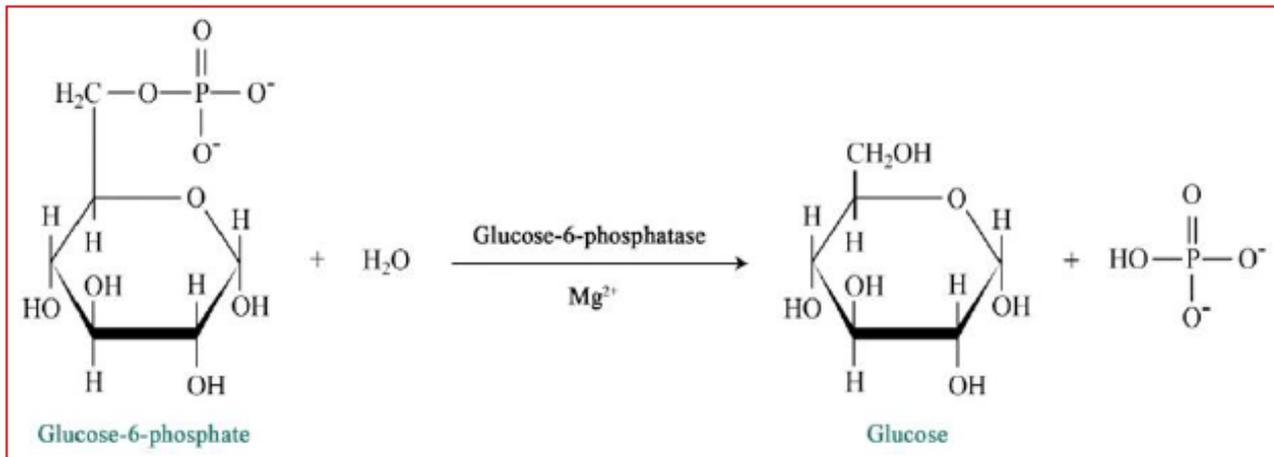
- يتم تحليل جزئء الجلوكوز في موضع التفرع بواسطة إنزيم أميلو-ألفا Amylo- $\alpha-1 \rightarrow 6$  Glucosidase



- يتم تحويل جميع وحدات الجلوكوز- 1 فوسفات الناتجة من عملية تحلل الجلايكونجين إلى جلوكون- 6 فوسفات عن طريق إنزيم الفوسفوجلوكوميوتيز (Phosphoglucomuta)



- تحول وحدات جلوكوز- 6 فوسفات إلى جلوكوز عن طريق إنزيم الجلوكوز- 6 فوسفاتيز ( Glucose-6-phosphatase ) والذي له قدره على الخروج من الخلية إلى مجرى الدم



## هضم البروتينات

### في الفم :

لا يحدث هضم للمواد البروتينية

### في المعدة:

- في هذه العملية تنشط انزيمات المعدة والامعاء المسؤله عن هضم البروتينات حيث تحول من صورته غير نشطه (زيموجين) الي صورته نشطه (انزيم).
- يوجد ثلاث انزيمات في المعدة تعمل علي تحطيم الروابط الببتيديه في البروتينات لتحويلها الي ببتيدات وهي:
  - الببسين
  - الرنين
  - الجيلاتينيز
- بالاضافه الي هذه الانزيمات يساعد حمض HCl الموجود في المعدة علي هضم البروتينات وتحويلها الي عديد ببتيد حمضي.

### الببسين

- ينشط انزيم الببسين بواسطه حمض الهيدروكلوريك الموجود في المعدة الرقم الهيدروجيني 1 و5 ويحول من ببسينوجين الي ببسين
- يكسر الببسين الروابط الببتيديه في البروتينات ويحولها الي عديده الببتيد

### الرينين

- يفرز هذا الانزيم من خلال جدار المعدة الداخلي ويعمل علي هضم بروتين الحليب في وجود ايونات الكالسيوم
- يوجد في وسط متعادل لذلك لا يوجد في معدة الكبار نظرا للحموضه ولكن يوجد في معدة الاطفال لان الوسط متعادل.

### الجلاتينيز

يعمل هذا الانزيم علي هضم بروتين الجيلاتين وتحويله الي عديد الببتيد

## في الاثني عشر

يستكمل هضم البروتينات بواسطة العصارة البنكرياسيه في الاثني عشر والتي تحتوي علي اربع انزيمات وهي:

التربسين

الكيموتربسين

الكربوكسي ببتيدايز

الكولاجينايز

تقوم هذه الانزيمات بتكسير الرابطة الببتديه في عديد الببتيدات المختلفه وتحويلها الي ببتيدات صغيره ثنائيه وثلاثيه واحماض امينيه.

## في الامعاء الدقيقة

يتم هضم البروتين و عديد الببتيد والببتيدات الثنائيه والثلاثيه وتحويلها الي الناتج النهائي من الاحماض الامينيه.

انزيمات الامعاء الهاضمه للبروتين هي:-

الامينوببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطة الببتديه الاولي من طرف مجموعه الامين.

الدايببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطة الببتديه بين ثنائيات الببتيد الناتجه من عمل انزيم التربسين.

## امتصاص الاحماض الامينيه

تمتص الاحماض الامينيه حيث انها تذوب في الماء في الاجزاء العلويه من الامعاء الدقيقة بواسطة النقل النشط الذي يحتاج الي طاقه.

تنتقل الاحماض الامينيه بعد امتصاصها من خلال جدار الامعاء الي الدم وتنتقل من خلاله الي الكبد حيث يخزن 80 % منها في الكبد حتي يحتاجها الجسم في عملياته المختلفه.

## اهمية الاحماض الامينية الناتجة من هضم البروتينات

- ١- تصنيع البروتينات مثل البروتينات الموجودة في الانسجة والبلازما والانزيمات
- ٢- تصنيع بعض الهرمونات مثل هرمون الانسولين
- ٣- بناء المركبات النيتروجينية مثل القواعد النيتروجينية في الاحماض النووية والكرياتين وبعض الناقلات العصبية
- ٤- اكسدة الاحماض الامينية للحصول علي الطاقة او تحويلها الي جلوكوز او احماض دهنية
- ٥- يتم تكسيرها الي امونيا وهيكلي كربوني ليستفيد منها الجسم في عمليات اخري

## ايض الاحماض الامينية

### عمليات البناء:

- تستخدم الاحماض الامينية كمواد اولية لبناء البروتينات المختلفه
- تستخدم لبناء سكر الجلوكوز من مصدر غير كربوهيدراتي

### عمليات الهدم:

- تتأكسد الاحماض الامينية لانتاج الطاقة عند تناول كميته كبيره منها او عند الامتناع عن الاكل او في حالة الاصابه بمرض السكر
- في هذه العملية يتأكسد الهيكل الكربوني في الحمض الاميني الي ثاني اكسيد الكربون وماء وتحول مجموعات الامين الي يوريا او مركبات نيتروجينية اخر
- تتم عملية هدم الاحماض الامينية في الكبد وبصوره اقل في الكليتين.

## ايض مجموعة الالف-امينو للاحماض الامينية

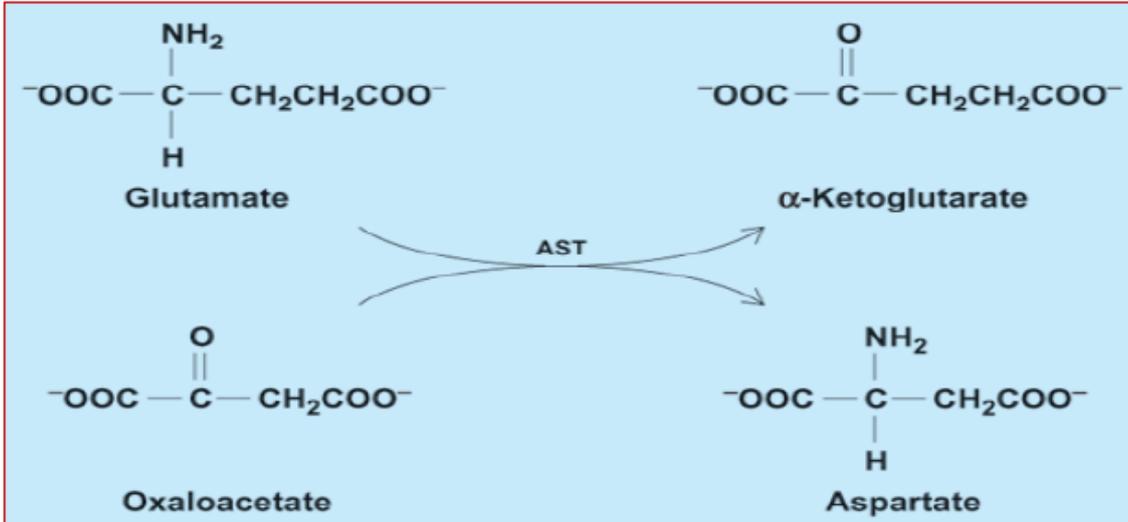
- تفاعل نقل مجموعة الامين **Trans amination**
- تفاعل النزع التاكسدي لمجموعة الامين **Oxidative Deamination**
- تفاعل النزع غير التاكسدي لمجموعة الامين **Non-oxidative**

### **Deamination**

- تفاعل نزع مجموعة الكربوكسيل **Decarboxylation**

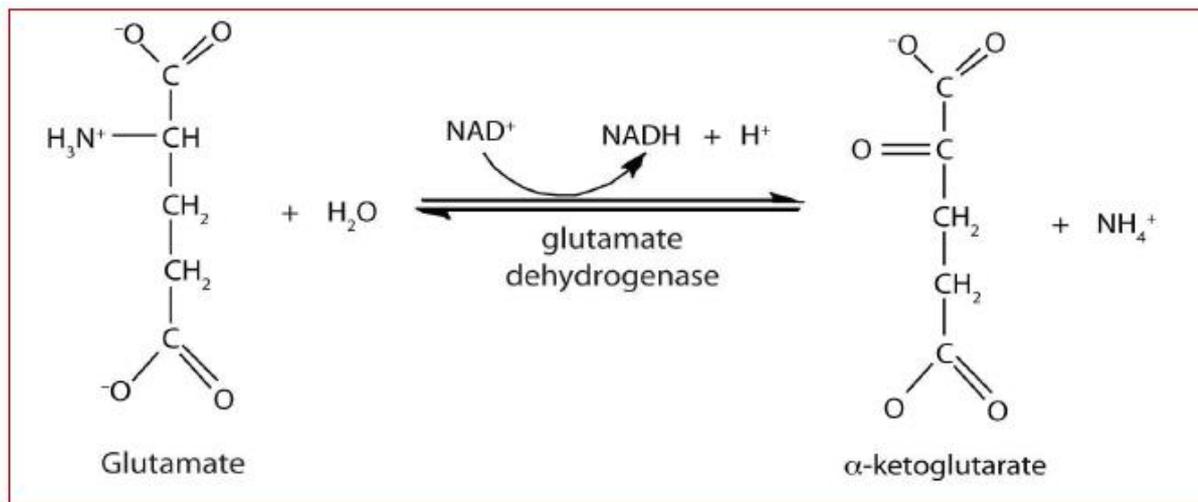
## 1- نقل مجموعة الامين

- هي عملية نقل مجموعة الالف امين من حمض اميني الي هيكل حمض كيتوني لتكوين حمض اميني جديد.
- تحدث هذه العملية في سيتوبلازم وميتوكوندريا خلايا الكبد
- يحفز هذا التفاعل العكسي بواسطة انزيم الترانس اميناز الذي يلعب دور هام في عملية هدم وبناء الاحماض الامينية



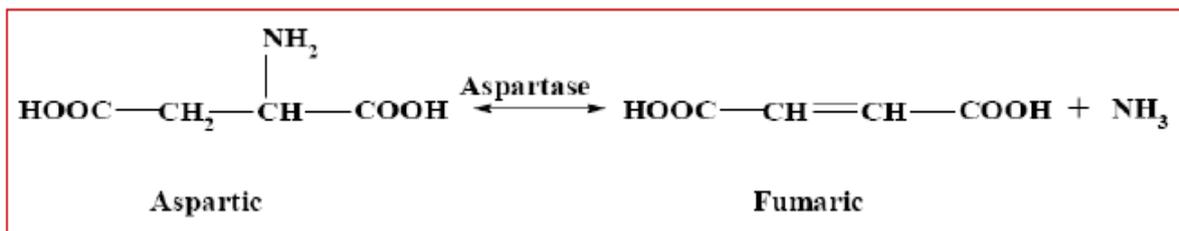
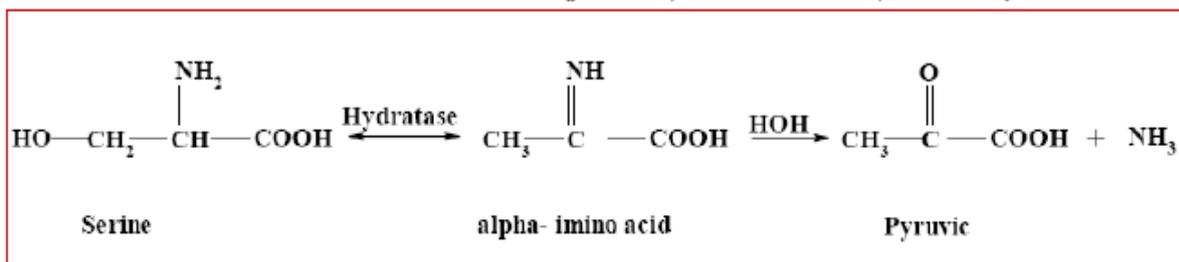
## 2. تفاعل النزع التاكسدي لمجموعة الامين:

- هي عملية إزالة مجموعة الألفا أمين من الحمض الأميني الجلوتاميت لتبقى السلسلة الكربونية لهذا الحمض.
- تنتقل مجموعة الأمين المنزوعة إلى دورة اليوريا (Urea Cycle)، أما السلسلة الكربونية المتبقية تتحول إلى حمض كيتوني ليتحول بعدها لمركب وسيط يدخل في دورة كريبس.
- تحدث هذه العملية في ميتوكوندريا خلايا الكبد.
- يُحفز هذا التفاعل العكسي وفي وجود الـ  $\text{NAD}^+$  بواسطة إنزيم الجلوتاميت ديهيدروجيناز (Glutamate Dehydrogenase) الذي يلعب دوراً هاماً في عملية تنظيم مستوى الطاقة في الخلية.



### 3. تفاعل النزع غير التأكسدي لمجموعة الأمين:

هي عملية إزالة مجموعة الألفا أمين من الحمض الأميني مشبعة بواسطة إنزيمات ألفا دي أميناز (deaminases) ليعطي الأمونيا والأحماض الغير مشبعة.



#### 4. تفاعل نزع مجموعة الكربوكسيل:

- يحفز تلك التفاعلات إنزيمات دي كربوكسيلييز (decarboxylase)
- ينتج من نزع مجموعة الكربوكسيل المرتبطة بذرة الكربون ألفا إلى تكوين مركبات ذات أهمية كبيرة.

مثال:

- ✓ يتم إنتاج مركب الهيستامين بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني الهيستيدين.
- ✓ يتم إنتاج مركب الجاما أمينو بيوتريك (ناقل عصبي) بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني الجلوتاميك.
- ✓ يتم إنتاج مركب السيروتونين (ناقل عصبي) بواسطة نزع مجموعة الألفا كربوكسيل من الحمض الأميني التريبتوفان.

## دورة اليوريا

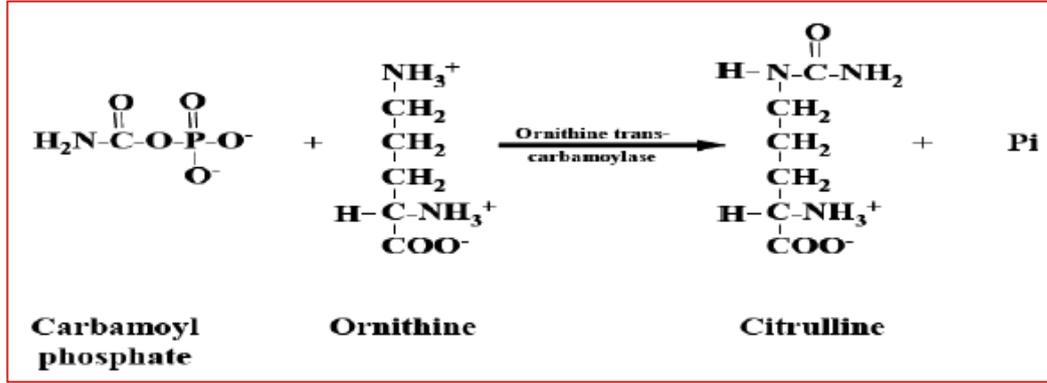
### التفاعل الأول:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا ويكون مركب الكربوميل فوسفات (Carbamyl Phosphate) من اتحاد الأمونيا (من الجلوتاميت) مع ثاني أكسيد الكربون (من سلسلة التنفس في دورة كربس) + ماء + 2ATP.
- يُحفز هذا التفاعل إنزيم الكارباميل فوسفيت سينثيز-1 (Carbamyl Phosphate Synthase 1).



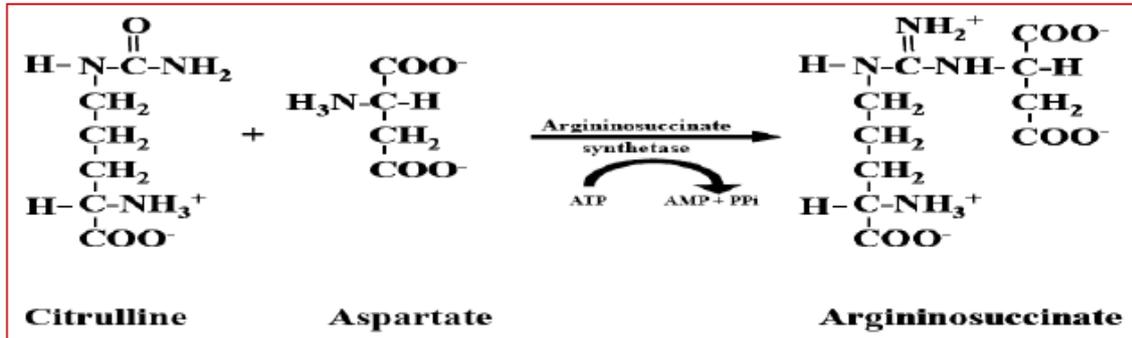
## التفاعل الثاني:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم أورنيثين ترانزكاربميلييز (Ornithine Transcarbamoylase) نقل مجموعة الكرباميل إلى مركب الأورنيثين لتعطي الستروولين.



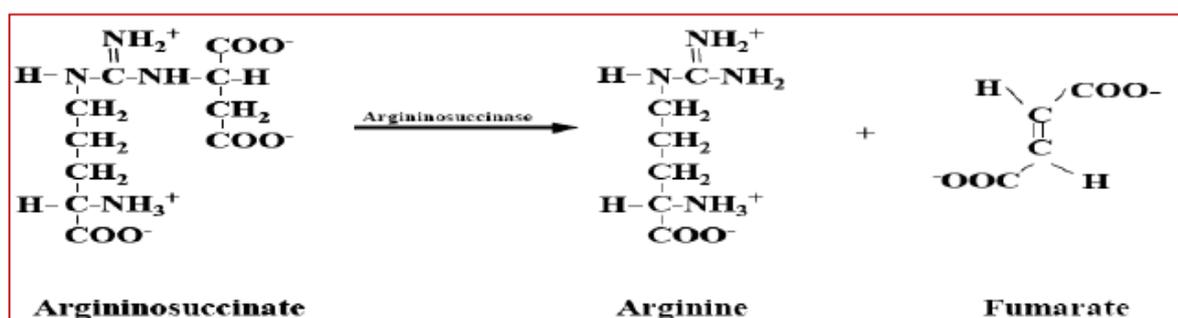
## التفاعل الثالث:

- يتم هذا التفاعل في السيتوبلازم حيث يُحفز إنزيم الأرجينينوسكسينيت سينثيز (Argininosuccinate Synthetase) اندماج مركب الستروولين مع الحمض الأميني الأسبارتيت (بالتالي إضافة مجموعة الأمين الثانية المكونة لليوريا) ليعطي مركب الأرجينينوسكسينيت.



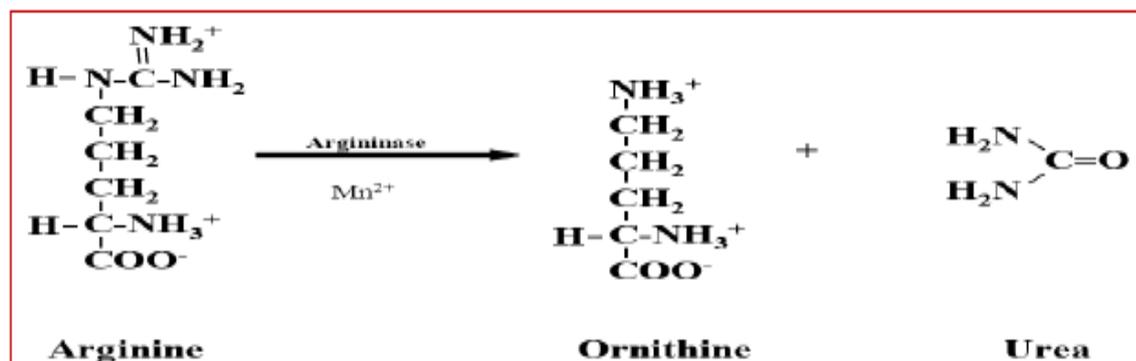
## التفاعل الرابع:

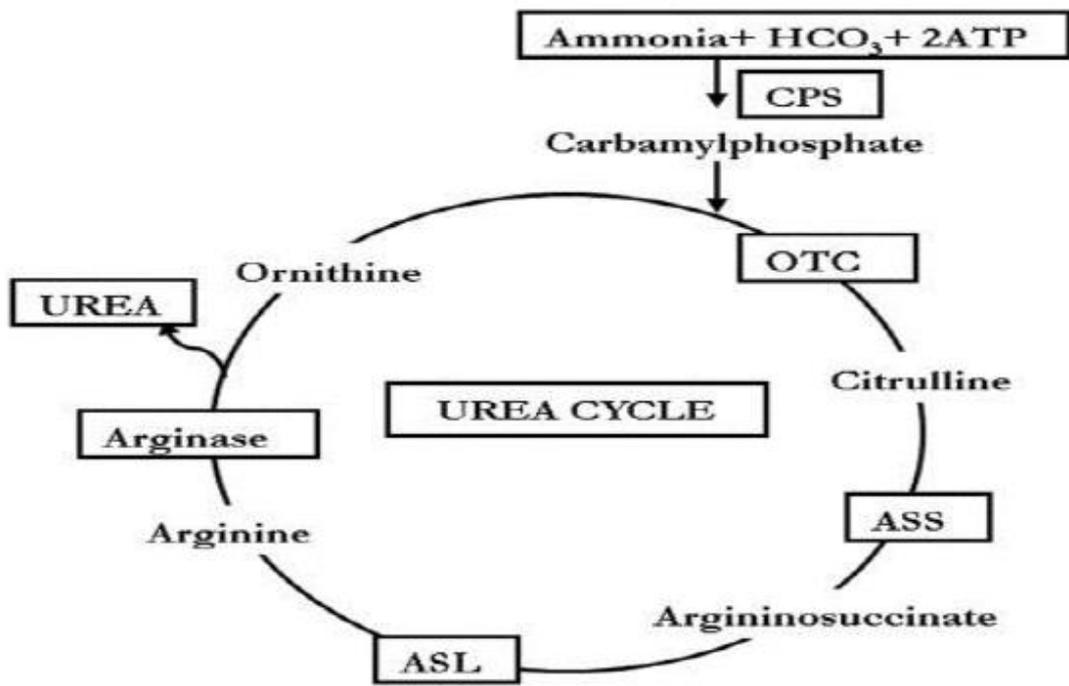
- يتم هذا التفاعل في السيتوبلازم حيث يحفز إنزيم الأرجينوسكسينيت لاييز (Argininosuccinate Layase) تحلل مركب الأرجينوسكسينيت وتكوين الحمض الأميني الأرجين والفيوماريت.
- يتحول الفيوماريت إلى الأوكسالوسيتيت الذي يتحول بدوره إلى الأسبارتيت.



## التفاعل الخامس:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم الأرجينيز (Arginase) تحلل الحمض الأميني الأرجين إلى يوريا والأورنيثين.
- هذا الإنزيم لا يوجد إلا في الكبد، أي أن الكبد هو العضو الوحيد القادر على تكوين اليوريا والتي تنتقل بعد تصنيعها في الكبد إلى الكلية (عن طريق الدم) للتخلص منها بواسطة تكوين البول.

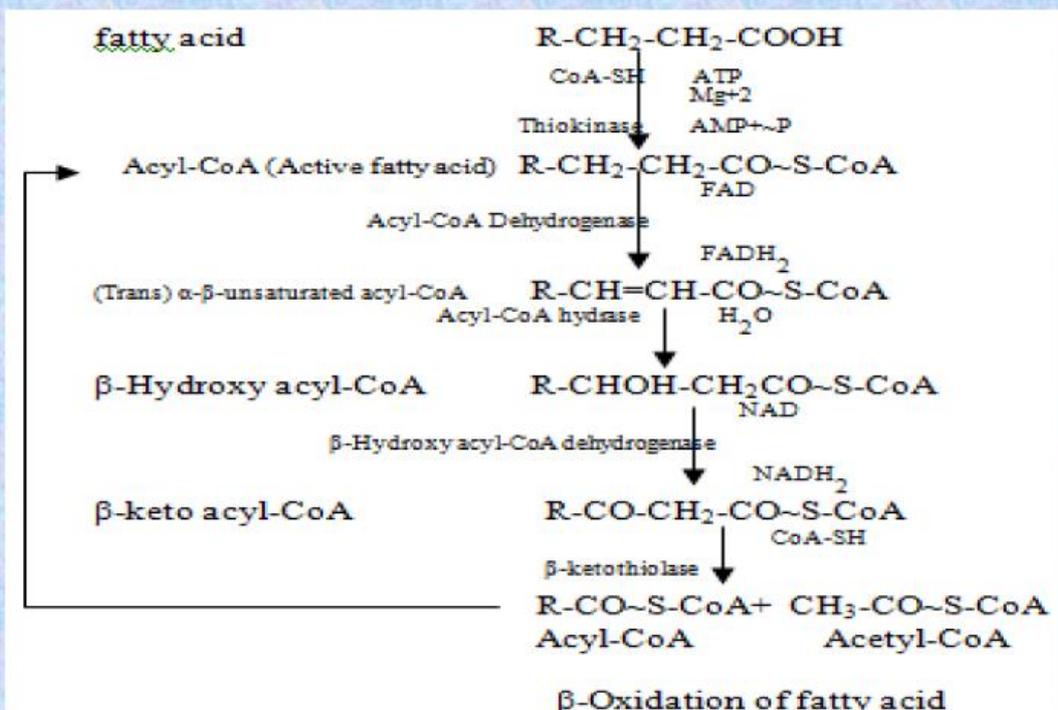




## التمثيل الغذائي للليبيدات Metabolism of lipids

- تخزن الزيوت والدهون على صورة مركبات متعادلة Glycerides في النباتات والحيوان وهذه توجد في الخلية الحية لإنتاج الطاقة حيث تعتبر الليبيدات من المصادر الغنية في الطاقة المخزونه داخل الجسم. فعند تناول مادة غذائية تحتوى على دهون فانها تمر من المعدة الى الامعاء حيث يقوم انزيم الـ Lipase المفرز من البنكرياس بتحليل الدهون او الزيوت الى احماض دهنية وجليسرول التي تمتص خلال جدر الامعاء وتنتقل بصور مختلفة الى حيث استخدامها. وتخزن الزيادة من الدهون في مواضع مختلفة من جسم الحيوان اهمها تجويف البطن وتحت الجلد وبين العضلات. والجليسرول يتحول الى جليكوچين في الكبد ويمثل الى كربوهيدرات ويتم الحصول على الطاقة المخزونه في المواد الدهنية عن طريق عملية الاكسدة للأحماض الدهنية طويلة السلسلة.
- وهناك نوعان من الاكسدة :-

### اولا : الاكسدة في الوضع بيتا:- $\beta$ -oxidation وتسمى ايضا ( Knoop's oxidation )

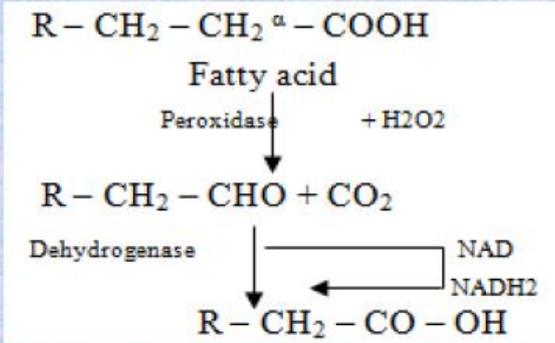


### • ويلاحظ في هذه التفاعلات مايلي:

- 1- في الخطوة الاولى يلزم جزيء واحد فقط من ATP لتنشيط الحمض الدهني في بدأ  $\beta$ -oxidation وفي وجود مرافق انزيمي Co-enzyme A-SH فنحصل على مشتق معاون للحمض الدهني في صورة نشطة Acyl Co-A ويتبع ذلك استمرار الاكسدة لهذا المركب النشط بصرف النظر عن عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية للحمض الدهني 0 يعمل مركب ATP على تنشيط الحمض الدهني فقط لتكوين مركب Acyl Co-A.
- 2- يتبع الخطوة السابقة عملية نزع ايدروجين بين ذرتي الكربون  $\alpha, \beta$  ويحدث ذلك في وجود FAD الذي يتحول الى الصورة المختزلة  $FADH_2$  وينتج خلال هذه الخطوات جزيئات من الـ ATP.
- 3- عند تحويل المركب  $\beta$ -Hydroxy acyl Co-A الى المركب  $\beta$ -Keto acyl Co-A ويحتاج هذا التفاعل الى NAD الذي يتحول الى  $NADH_2$  وينتج خلال ذلك 3 جزيئات من الـ ATP. وعلى ذلك فان كل  $\beta$ -Oxidation ينتج خلالها 5 جزيئات من الـ ATP.
- 4- يلاحظ ايضا انه في كل  $\beta$ -Oxidation ينقص ذرتين كربون من الحمض الدهني على صورة acetyl-CoA والتي يدخل دورة كرب للاحماض ثلاثية الكربوكسيل Tricarboxylic acid cycle (Krebs cycle) حيث يتأكسد الى  $H_2O + CO_2$ .
- 5- اما باقى جزيء الحمض الدهني فيكون على صورة acyl Co-A الذي يحدث له  $\beta$ -Oxidation ليخرج منه ذرتين كربون على صورة acetyl CoA وهكذا حتى يتم اكسدة الحمض الدهني كله وهكذا فتكون النتيجة النهائية هي :-
- Fatty acid Acetyl CoA  $CO_2 + H_2O$
- وعلى ذلك فحمض دهني يحتوى على 18 ذرة كربون يحدث له ثمانى مرات  $\beta$ -Oxidation.
- 6- يلاحظ ان هذه الدورة لا هوائية حيث تتم الاكسدة والاختزال بواسطة انزيمات dehydrogenase.

## ثانيا : الاكسدة فى الوضع ( $\alpha$ - oxidation ) :

- يتم هذا النوع من الاكسدة فى احوال خاصة فى البذور والاجنه وبعض الانسجة كالمخ وتتم كالاتى :-



- وهكذا تتكرر العملية من جديد

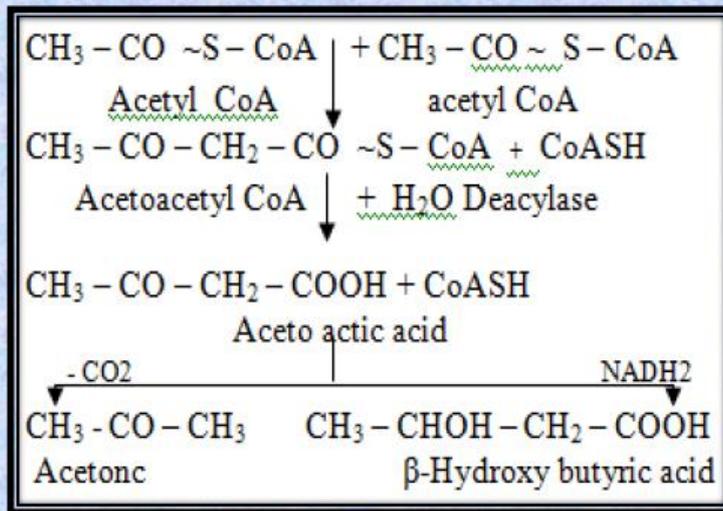
- يلاحظ فى هذا النوع من الاكسدة استخدام الـ NAD الذى يتحول الى  $NADH_2$  (مختزل) وينطلق ثلاثة روابط غنية فى الطاقة وينقص الحمض الدهني ذرة كربون واحدة تخرج على صورة  $CO_2$  ويلاحظ ان الطاقة الناتجة من عملية الـ  $\beta$ -Oxidation تكون اكبر منها فى حالة الـ  $\alpha$  - oxidation كما ان عملية الاكسدة فى النوع الاول تتم فى بطء عن النوع الثانى ولذا تحدث الـ  $\alpha$  - oxidation فى البذور النابتة لانتاج طاقة بسرعة تساعد على عملية الانبات.

## تكوين اجسام كيتونية من الاحماض الدهنية

### Formation of Ketone bodies (Ketogenesis)

- تتكون هذه الاجسام اذا كانت كمية الدهن فى الغذاء كبيرة جدا او اذا حدث اضطراب فى دورة كرب لظروف معينة مما يودى الى انتاج كميات كبيرة من مركب Acetyl CoA حيث تتراكم لعدم امكان اكسدته فى دورة كرب وينتج عن ذلك ان حرق الدهون فى الجسم يسلك طريق اخر اذ ينتج مركبات تسمى بالاجسام الكيتونية Ketone bodies وتسمى هذه العملية بعملية الـ Ketogenesis وهذه المركبات هى :-
  - $\beta$ -acetoacetic acid,  $\beta$ -hydroxybutyric acid , acetone

### وتتلخص التفاعلات الخاصة بتكوين هذه المركبات فيما يلى:



وبعد تكوين الـ Aceto acetic acid فاما ينزع منه  $\text{CO}_2$  ليتكون الإسيتون او يحدث له اختزال بواسطة  $\text{NADH}_2$  ليتكون المركب  $\beta$ -Hydroxy butyric acid.

# الفيتامينات Vitamins

- تقسم المواد الغذائية الى الاقسام الرئيسية الاتية :-
- **الكربوهيدرات** : كأغذية طاقة.
- **الليبيدات** : كأغذية طاقة مركزة. حيث تستخدم الدهون والزيوت بجانب الكربوهيدرات فى توليد الحرارة اللازمة للكائن الحى.
- **البروتينات** : وهى المسؤلة عن بناء الخلايا وتجديدها سواء للنمو او لتعويض ما يفقد منها.
- **الماء والاملاح المعدنية** : حيث تدخل فى جميع العمليات الفسيولوجية بجميع الكائن الحى.
- وقد وجد ان تغذية حيوانات التجارب على المركبات الغذائية السابقة فى صورة تامة وبنسب صحيحة يودى الى اعراض مرضية على الحيوانات ثم يتبعه نقص فى النمو ثم الموت. بينما تستمر الحيوانات الاخرى التى تتغذى على علائق كاملة التركيب بصحة جيدة ومع استمرار تجارب التغذية وتعددتها امكن توصيفها وتقسيمها واطلق عليها اسم الفيتامينات Vitamins.

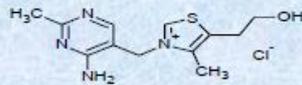
**الفيتامينات** عبارة عن مركبات كيميائية عضوية لا تتكون عادة بواسطة اعضاء الجسم وتوجد عادة فى المواد الغذائية المختلفة ويحتاج اليها الجسم بكميات صغيرة لكي يحتفظ بصحة جيدة ونمو سليم. **ولا تتدخل الفيتامينات فى بناء الانسجة ولا يتولد عنها طاقة مثل المواد الغذائية الاخرى.** وتختلف احتياجات الحيوان من الفيتامينات باختلاف نوعه ويتسبب نقصها فى ظهور اعراض مرضية على الكائن الحى وتتكون الفيتامينات فى انسجة النبات وفى انواع معينة من البكتريا وقد توجد فى صورة نشطة او ما يسمى مولد الفيتامينات Precursors.

## تقسم الفيتامينات بالنسبة للذوبان

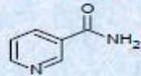
• أولاً : فيتامينات قابلة للذوبان فى الماء **Water Soluble Vitamins** - وهى تشمل مجموعه فيتامينات B، C

• ثانياً : فيتامينات قابلة للذوبان فى الدهون **Fat soluble Vitamins** - وبالتالى تذوب فى مذيبيات الدهون وتشمل فيتامينات D، E، K، A.

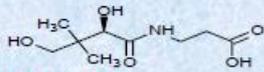
# الفيتامينات الذائبة في الماء



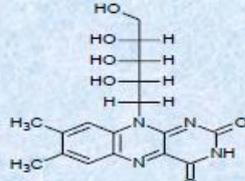
Vitamin B<sub>1</sub> Thiamine chloride



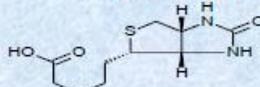
Vitamin B<sub>3</sub> Niacinamide



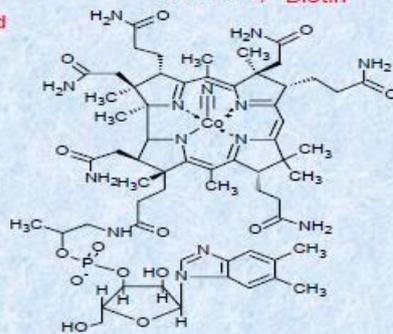
Vitamin B<sub>5</sub> Pantothenic acid



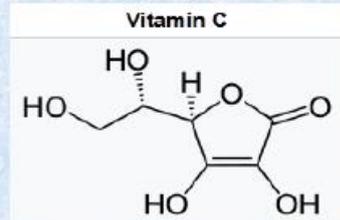
Vitamin B<sub>2</sub> Riboflavin



Vitamin B<sub>7</sub> Biotin

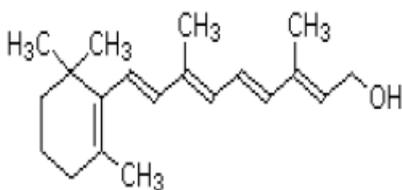


Vitamin B<sub>12</sub>



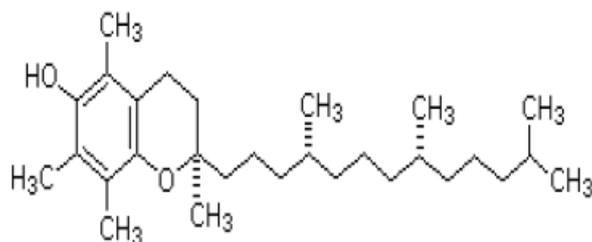
Vitamin C

## Lipid Soluble Vitamins

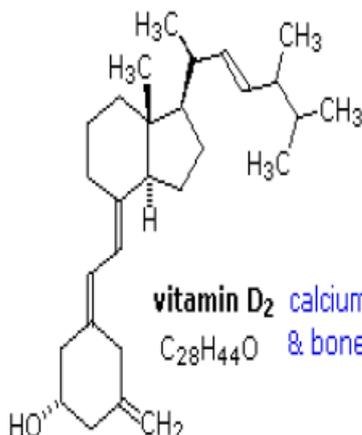


vitamin A

$C_{20}H_{30}O$  part of the visual pigment

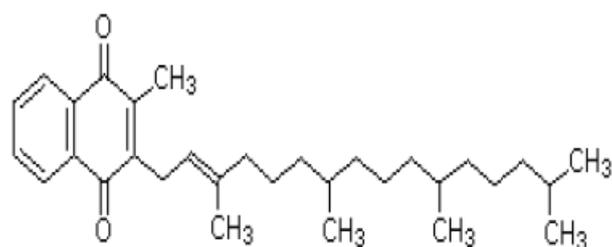


$C_{29}H_{50}O_2$  vitamin E an antioxidant



vitamin D<sub>2</sub> calcium metabolism & bone growth

$C_{28}H_{44}O$



vitamin K<sub>1</sub> a blood clotting factor

$C_{31}H_{46}O_2$