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

بيانات الكتاب

الكلية :التربية

الفرقة: الثالثة تعليم عام

الشعبة: كيمياء

تاريخ النشر

عدد الصفحات ١٤٧

قسم الكيمياء

الكيمياء الحيوية

Biochemistry

تجميع و اعداد

د. ابوبكر مريدي حجاب

قسم الكيمياء- كلية العلوم- جامعة جنوب الوادي

تدريس : أ.م.د حسين تميرك

قسم الكيمياء- كلية العلوم- جامعة جنوب الوادي

المحتـويات

م	العنـــــــوان	رقم الصفحة
١	الكربـوهيـدرات	٣
٢	السكـريـات الأحـــادية	٥
٣	الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية	١٢
٤	السكـــريات الثنـــائيـة	١٤
٥	السكريـــات عديدة التسكـر	١٦
٦	الإبيمرات و الأنومرات	١٩
٧	الأحمـاض الأمـينيـة	٢٢
٨	الـروابـط البيبتيدية	٢٤
٩	البـروتينـــات	٢٦
١٠	الفيتـــامينـــات	٣٤
١١	الأحمـاض الدهنيـــة	٣٧
١٢	الانـزيمـــات	٤١
١٣	تسميـــة الإنزيمـــات	٤٣

الكيمياء الحيوية

لطلاب الفرقة الثالثة تربية كيمياء

إسم الطالب:- ----------

الكـــربـــوهيـــدرات

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

- **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 الاخر، 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.**

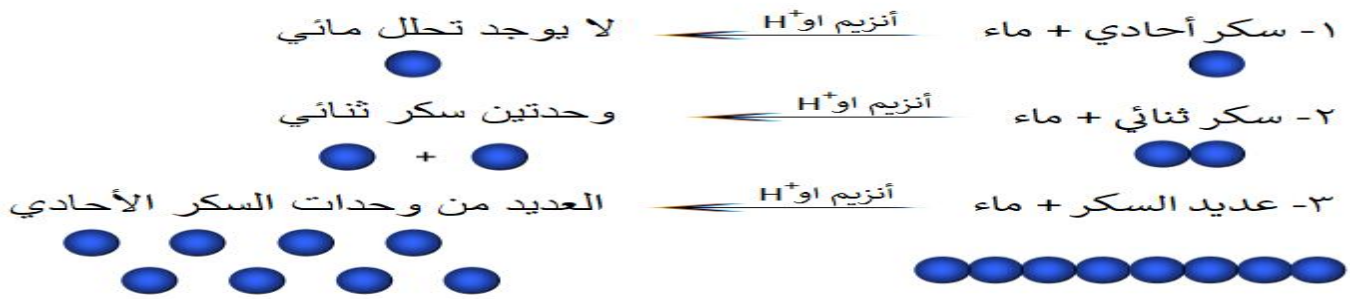
$Cn(H_2O)n$

$$6CO_2 + 6H_2O + energy \underset{\text{Respiration}}{\overset{\text{Photosynthesis}}{\rightleftharpoons}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

جلوكوز

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 سكـر

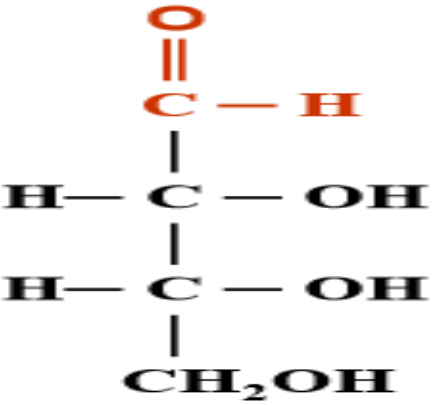
- المركب يحتوي علي ذرة كربون كيرالية.
- المركب يحتوي علي (C , H, O) ونسبة (O:H) = (2:1).
- يحتوي علي مجموعة هيدروكسيل (OH).
- يحتوي علي مجموعة فورميل (الدهيد) او مجموعة كربونيل (كيتون).

السكريات الأحادية (سكريات بسيطة)

السكريات الاحادية

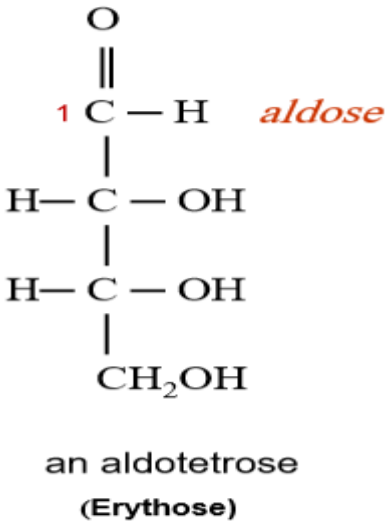
هي الكربوهيدرات التي لا يمكن تقسيمها أو تحللها إلى كربوهيدرات أصغر

السكريات الاحادية



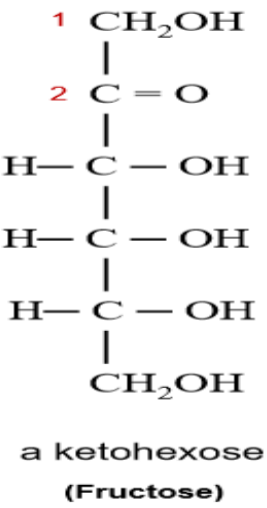
- أبسط الكربوهيدرات حيث انها لا تتحلل
- ٣-٩ ذرات كربون
- تحتوي علي مجموعة كربونيل (ألدهيد أو كيتون)
- تحتوي علي عدة مجموعات هيدروكسيل
- صيغتها $C_n(H_2O)_n$

تسمية السكريات الأحادية ـ ألدوز

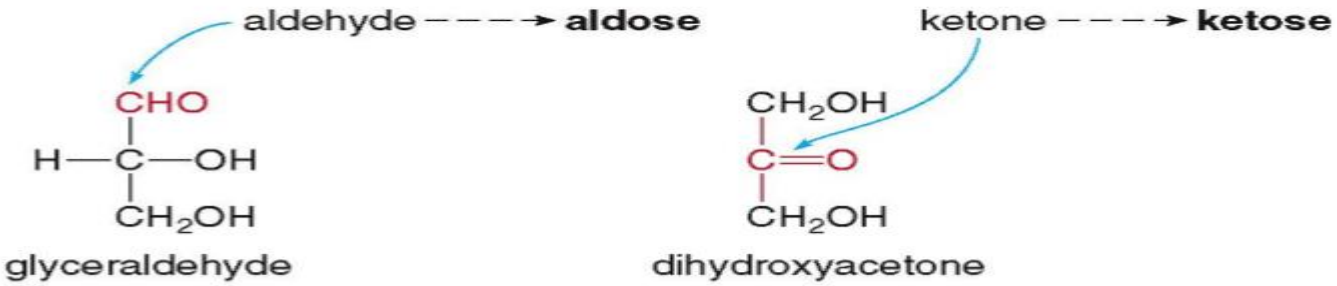


- يتكون من مجموعة **الفورميل** CHO(الألدهيد) والعديد من مجموعات الهيدروكسيل (-OH)
- ثلاثي (يتكون من ٣ ذرات كربون)
- رباعي (يتكون من ٤ ذرات كربون)
- البنتوز (يتكون من ٥ ذرات كربون)
- هيكسوز (يتكون من ٦ ذرات كربون)
- أبسط ألدوز هو **جليسروالدهيد**

تسمية السكريات الأحادية ـ الكيتوز

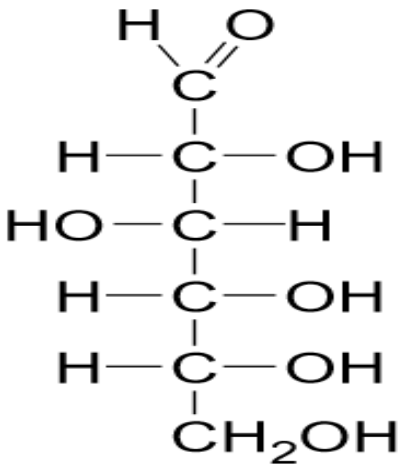


- يتكون من مجموعة الكربونيل CO(الكيتون) والعديد من مجموعات الهيدروكسيل (-OH)
- ثلاثي (يتكون من ٣ ذرات كربون)
- رباعي (يتكون من ٤ ذرات كربون)
- البنتوز (يتكون من ٥ ذرات كربون)
- هيكسوز (يتكون من ٦ ذرات كربون)
- أبسط الكيتوز هو **ثنائي هيدروكسي أسيتون** (ليس سكر)



بعض السكريات الأحادية المهمة :-

الجلوكوز (سكر العنب)

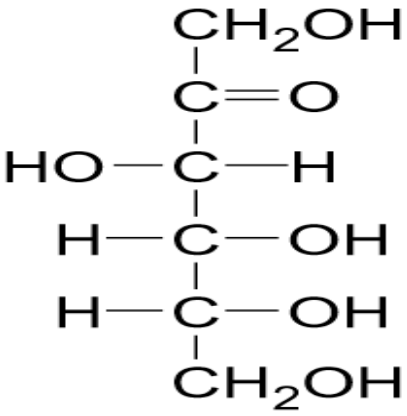


- ($C_6H_{12}O_6$) ، الدوهكسوز) - نسبة السكر في الدم
- أكثر السكريات الأحادية وفرة
- يوجد في الفواكه والخضروات وشراب الذرة والعسل
- يوجد في السكريات مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز
- يصنع السكريات مثل النشا والسليلوز والجليكوجين

الجلوكوز (سكر العنب)

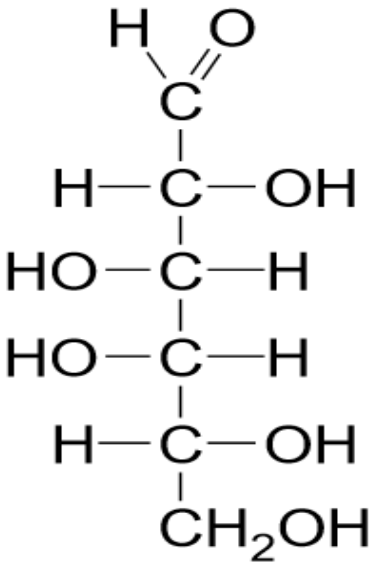
- في الحقيقة إن الكبد هو مخزن السكر في الجسم، وسكر الغلوكوز هو مصدر طاقة مهم للخلايا، ويعمل الكبد على تصنيع وتخزين وتحرير سكر الغلوكوز في الجسم.
- مستويات السكر في الدم الطبيعية هي (٧٠ - ١١٠) ملي / ديسي لتر
- الأنسولين (بروتين ينتج في البنكرياس) ينظم مستويات الجلوكوز في الدم عن طريق تحفيز امتصاص الجلوكوز 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)



- ($C_6H_{12}O_6$) ، 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



- ($C_6H_{12}O_6$) ، 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 تعقيدًا 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 الاتية:

- 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 الإنسولين، 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.

يف يتم تنظيم سكر الدم؟

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

يقوم الإنسولين 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.

متى يفرز الكبد السكر في حالة مرض السكري؟

تكمن 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.

إذ 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.

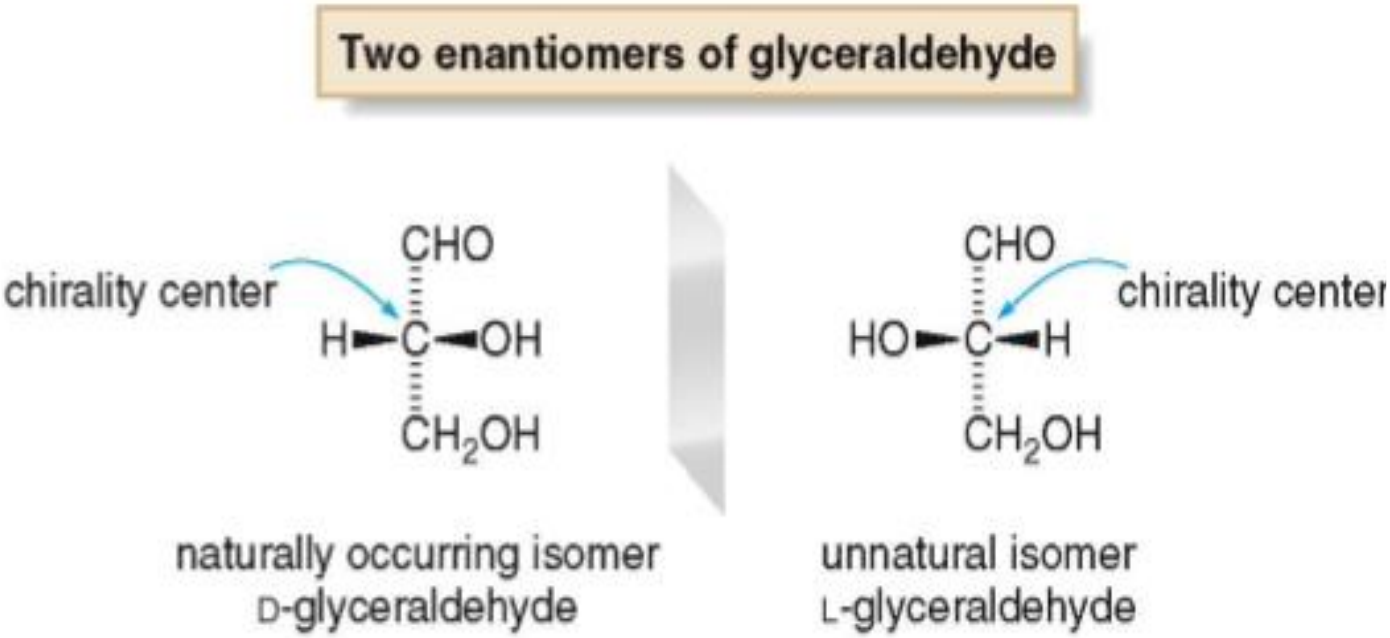
ومع تقدم المرض أكثر وانخفاض الإنسولين بشكل ملحوظ فإن خلايا الكبد تبدأ بإفراز سكر الغلوكوز وتحريره مع عدم الحاجة له، فتبدأ مشكلات مرض السكري في حال عدم السيطرة على المرض في وقت باكر.

ويكون العلاج باستخدام الإنسولين المصنع، أو الحبوب الخافضة لسكر الدم.

الكيرالية Chirality

كيرالي

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

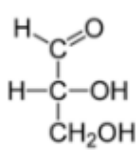


عدد المتماثلات الضوئية لأي مركب يحتوي علي كربون كيرالي = 2^{n}

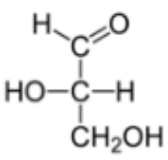
حيث ن هو عدد ذرات الكربون الكيرالية

امثلـــة :

- عدد المتماثلات الضوئية للجليسرالدهيد = ٢



D(+) glyceraldehydes



L (-)glyceraldehydes

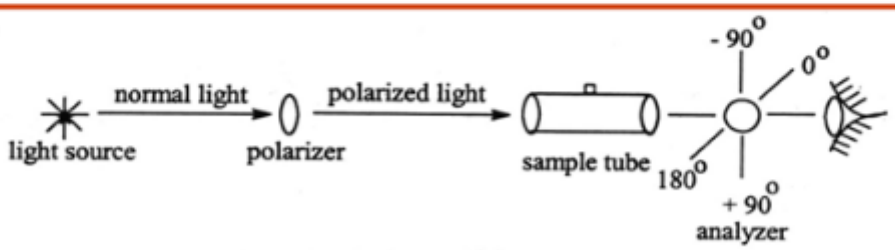
التشابة الضوئي /

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 .

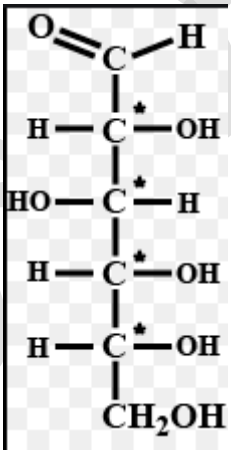
ان مركبات الكربون تقوم بتدوير مستوى الضوء حتى وهي على هيئة محاليل وكذلك في الحاله الغازيه

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



مخطط لجهاز البولاريمتر.

- **عدد المتماثلات الضوئية للجلوكوز = ١٦**



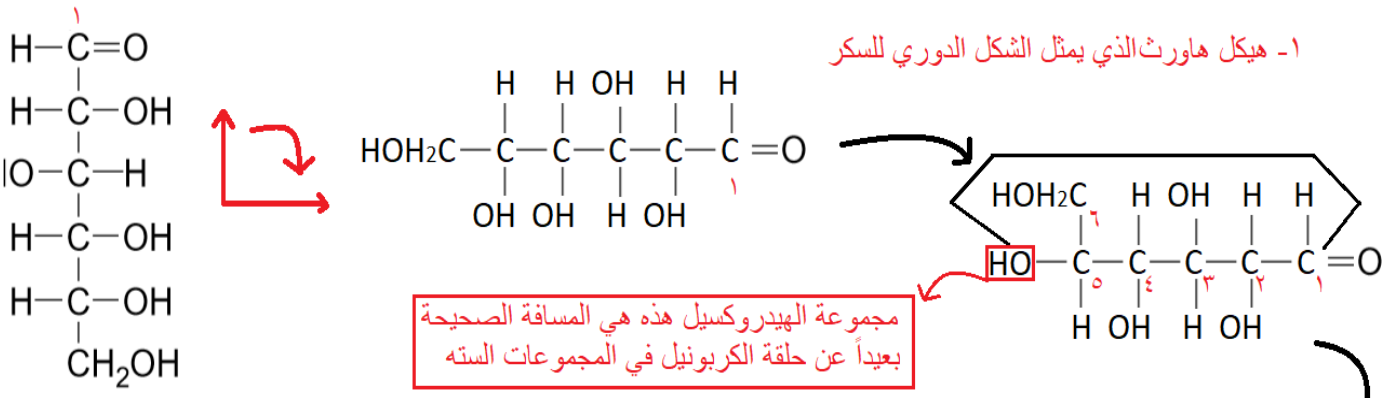
- **عدد المتماثلات الضوئية للفركتوز = ٨**

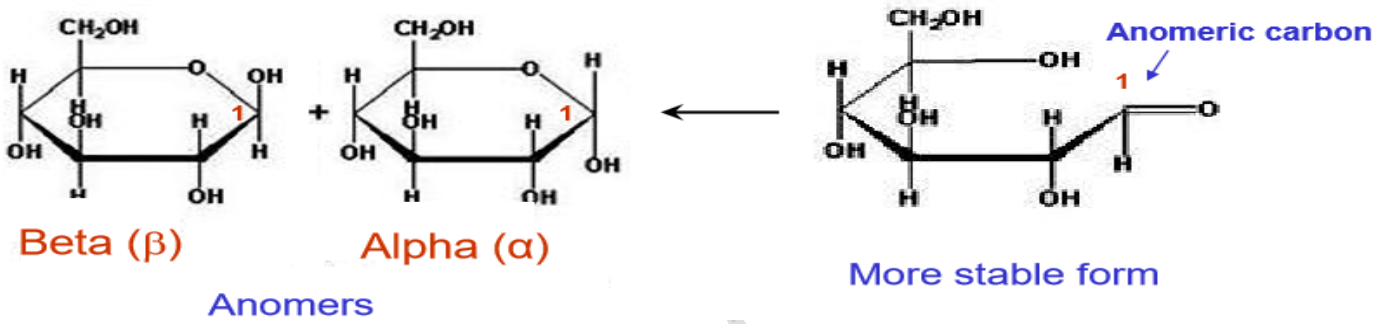
توصف المادة الفعالة ضوئياً ..

- بأنها نشطة ضوئيا (او فعالة ضوئيا) 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 الأشارة (+) للدلالة عن الدوران ناحية اليمين والأشارة (–) للدلالة على الدوران ناحية اليسار .

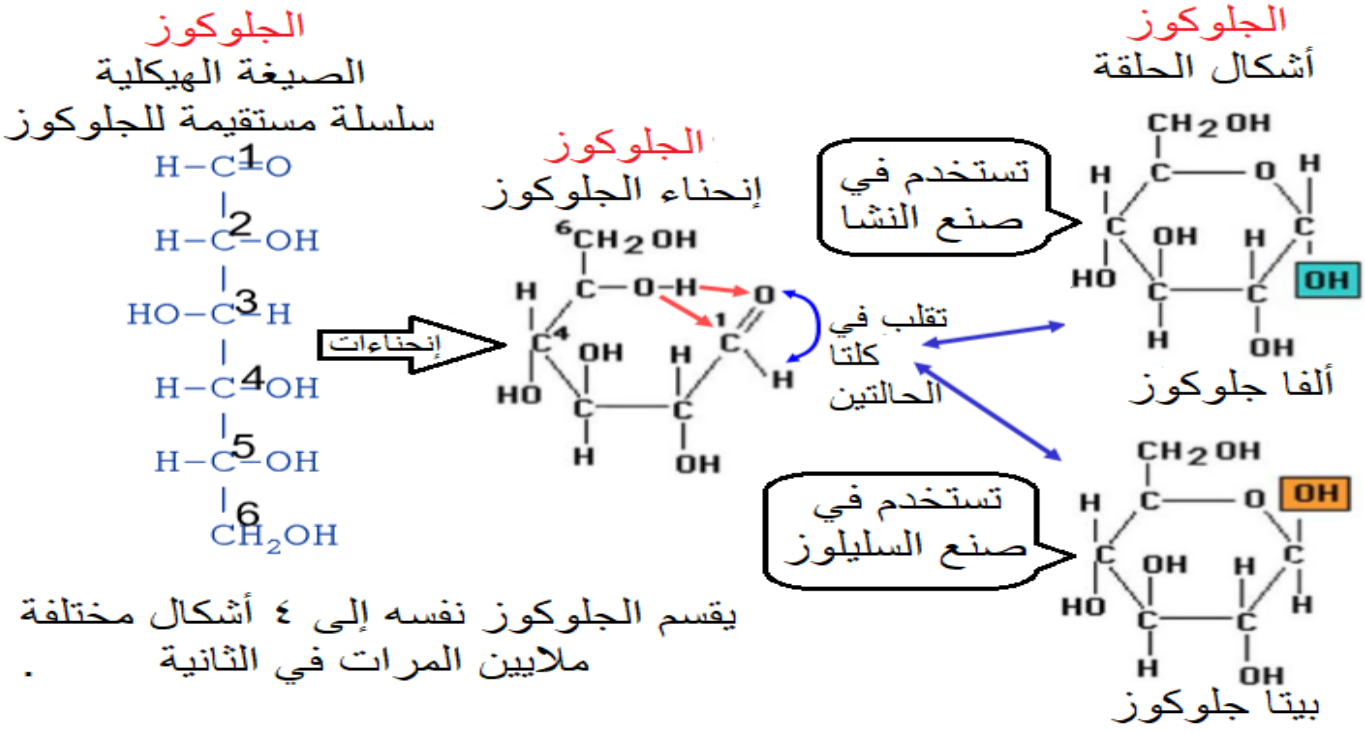
الهيكل الدوري ١ـ هيكل هاورث

١- هيكل هاورث الذي يمثل الشكل الدوري للسكر



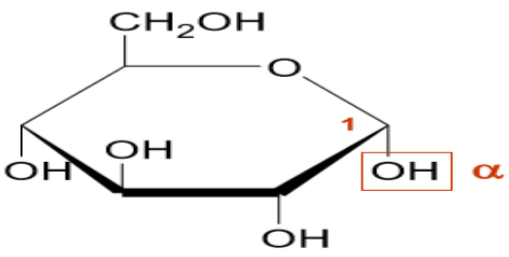


تابع :الهيكل الدوري هيكل هاورث

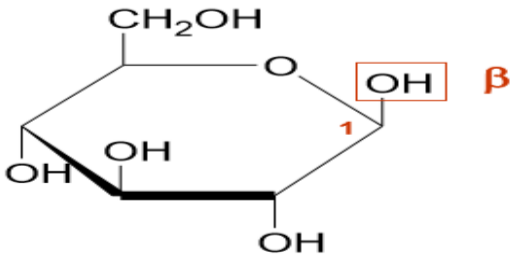


يقسم الجلوكوز نفسه إلى ٤ أشكال مختلفة ملايين المرات في الثانية .

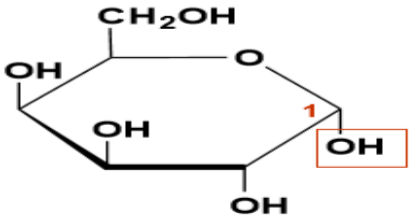
تابع :الهيكل الدوري هيكل هاورث



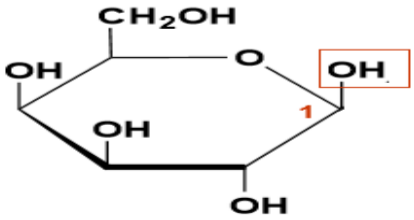
α-D-Glucose



β-D-Glucose

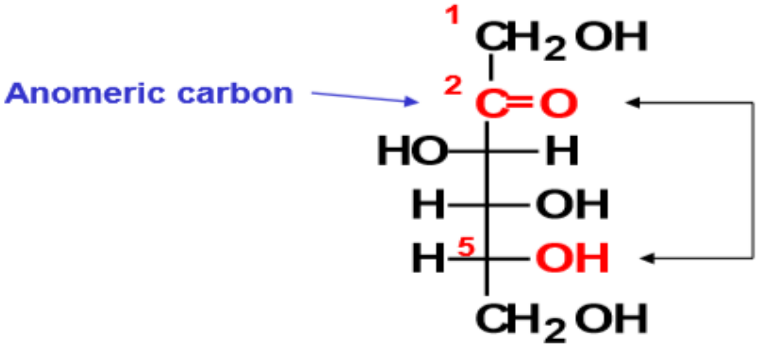


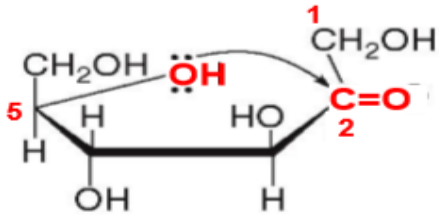
α-D-Galactose

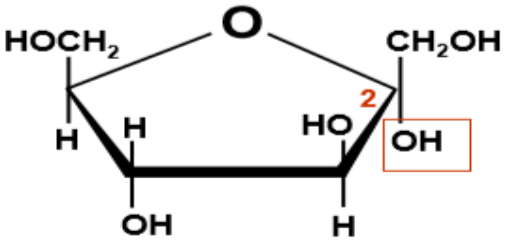


β-D-Galactose

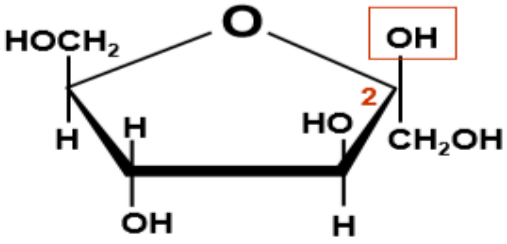
الهيكل الدوري هيكل هاورث





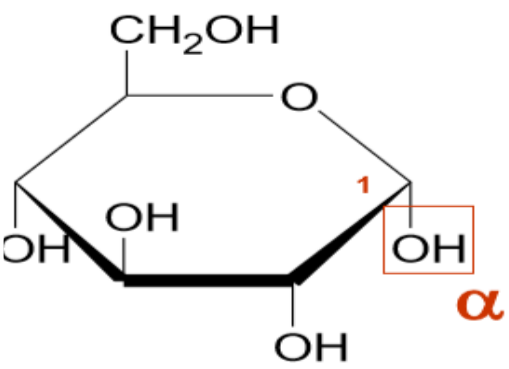


α-D-fructose

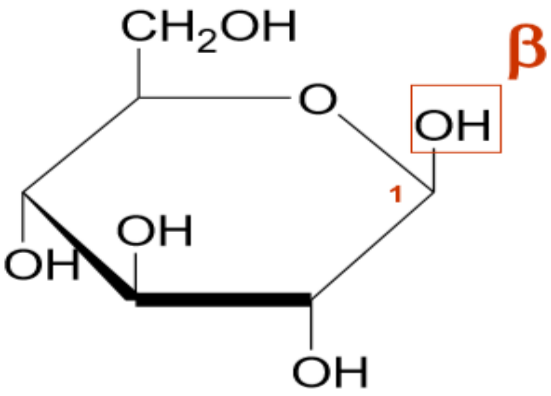


β-D-fructose

الهيكل الدوري هيكل هاورث



α-D-Glucose

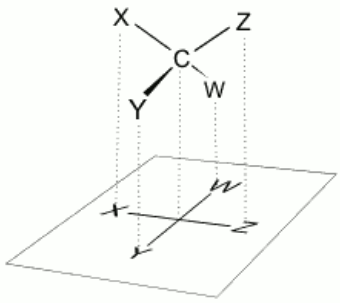


β-D-Glucose

- 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 علي 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

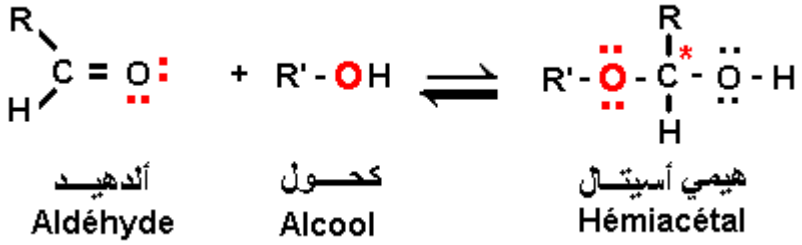
- عديم اللون
- ذات مذاق سكري
- الحالة البلورية صلبة
- القطبية مع نقاط انصهار عالية (بسبب مجموعات OH)
- قابل للذوبان في الماء وغير قابل للذوبان في المذيبات غير القطبية (بسبب مجموعات OH)

الخصائص الكيميائية للسكريات الأحادية

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

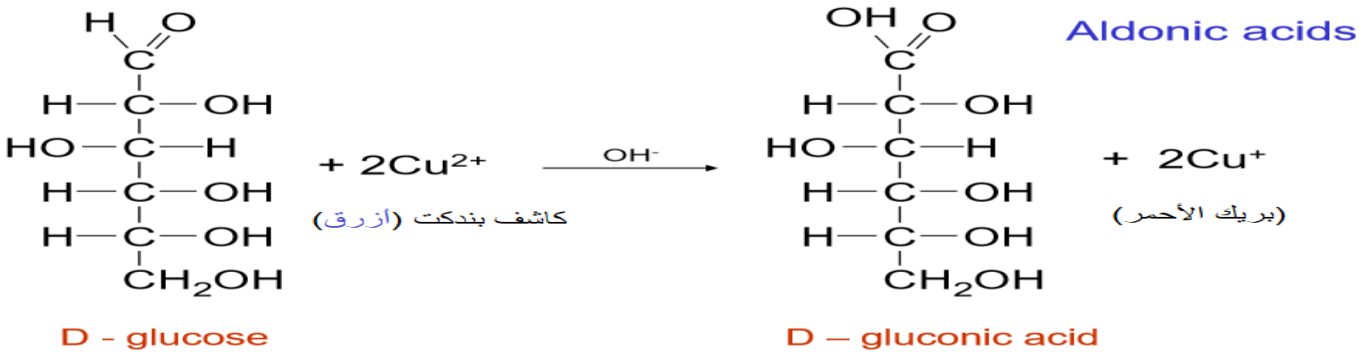
ملحوظة

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



أكسدة السكريات الأحادية

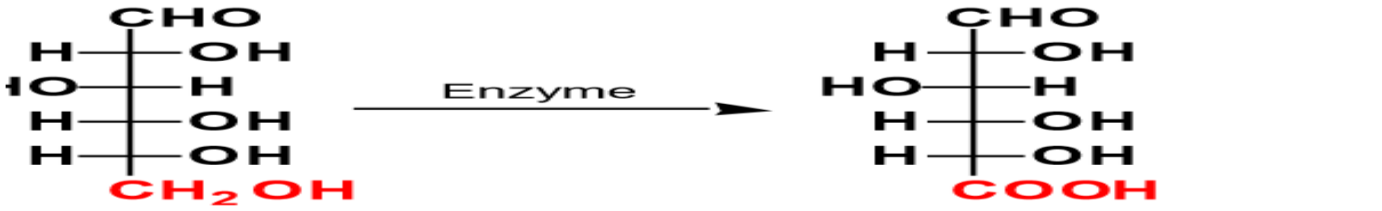
أ- الاكسدة بواسطة عامل بندكت (ضعيف)



حمض الجلوكونيك

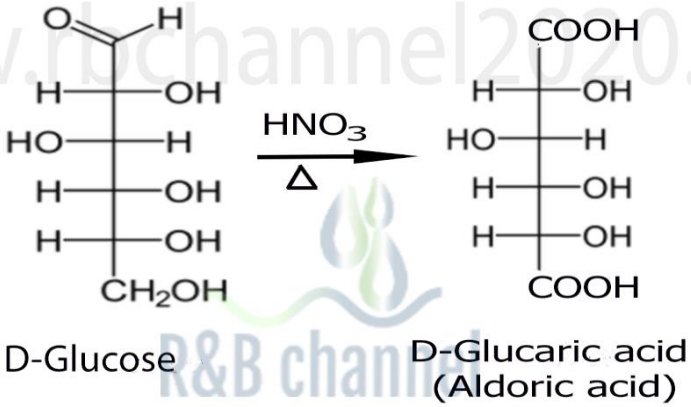
ب-الاكسدة بواسطة الانزيمات

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



حمض الجلوكورونيك

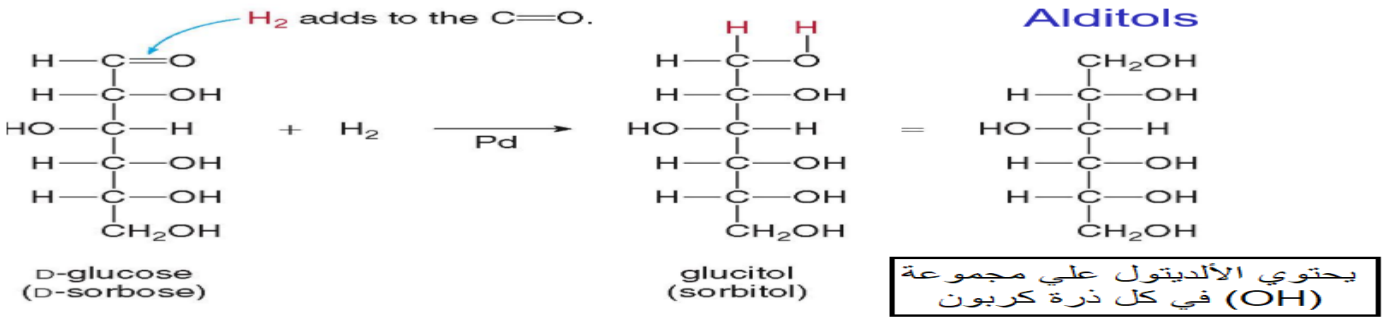
جـ - الاكسدة بواسطة حمض النيتريك (قوي)



حمض الجلوكاريك

www.rbchannel2020.info
R&B channel

٣- إختزال السكريات الأحادية



كحول السكريات هي المحليات في العديد من الأطعمة الخالية من السكر

لمشكلة:- الإسهال وإعتام عدسة العين

أبوبكر هريدي

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

ملحوظة

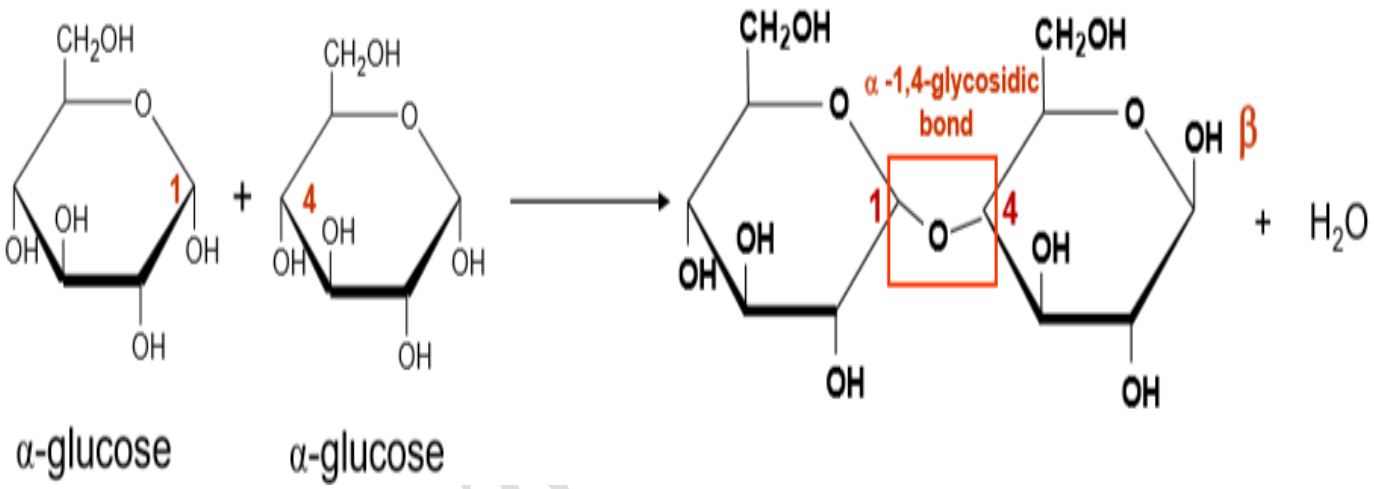
• تحتوي السكريات الثنائية على كربون أسيتال واحد على الأقل (ذرة كربون مفره مرتبطة بمجموعتين ألكوكسي (OR)

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

امثلة السكريات الثنائية

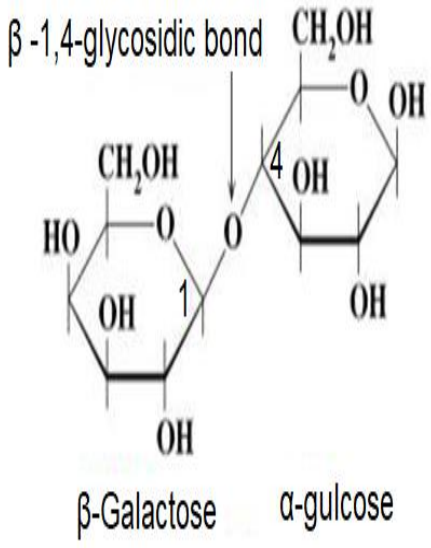
١ـ المالتوز (سكر الشعير)

- 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 الألدهيد المجاني للأكسدة)



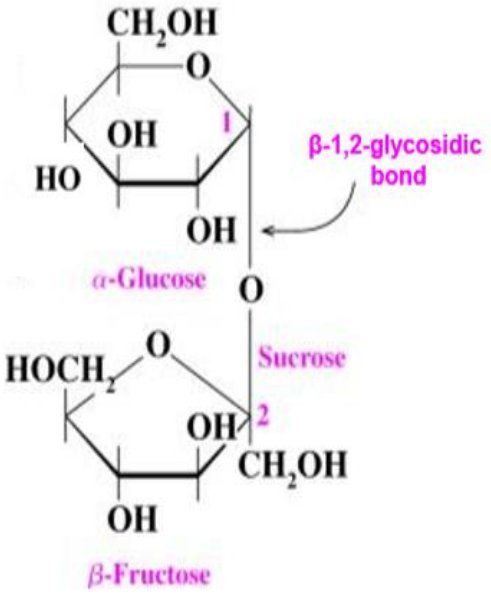
٢ـ اللاكتوز (سكر اللبن)

- 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 الألدهيد المجاني للأكسدة)



٣ـ 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 الألدهيد المجاني للأكسدة)



أبوبكر هريدي

السكريات عديدة التسكـر

بوليمرات العديد من وحدات السكريات الأحادية

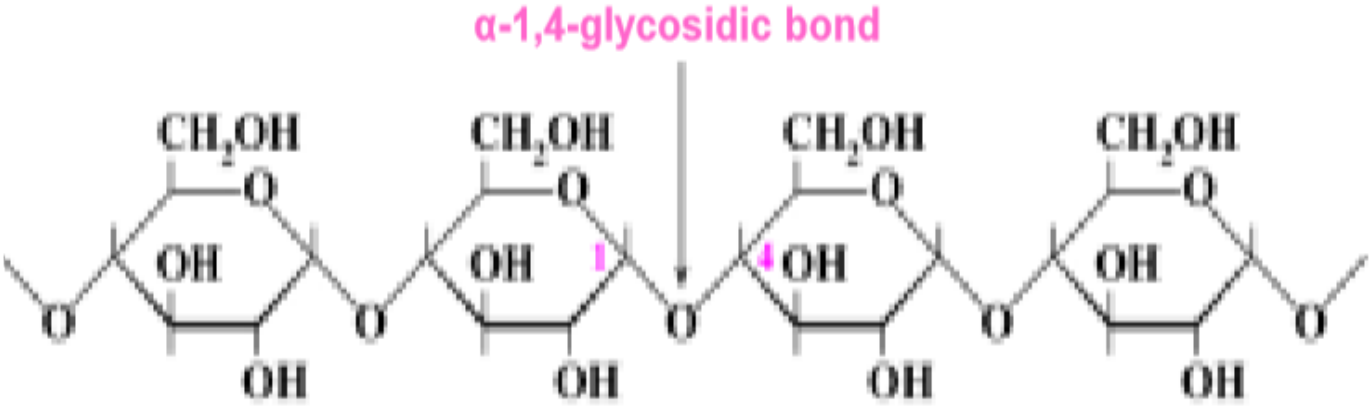
- نشا ⟸ أميلوز (٢٠ ٪) & أميلوبكتين (٨٠ ٪)
- الجليكوجين (تخزين الطاقة في الحيوانات والبشر)
- السليلوز (المنشآت النباتية والخشبية)

ملحوظة

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

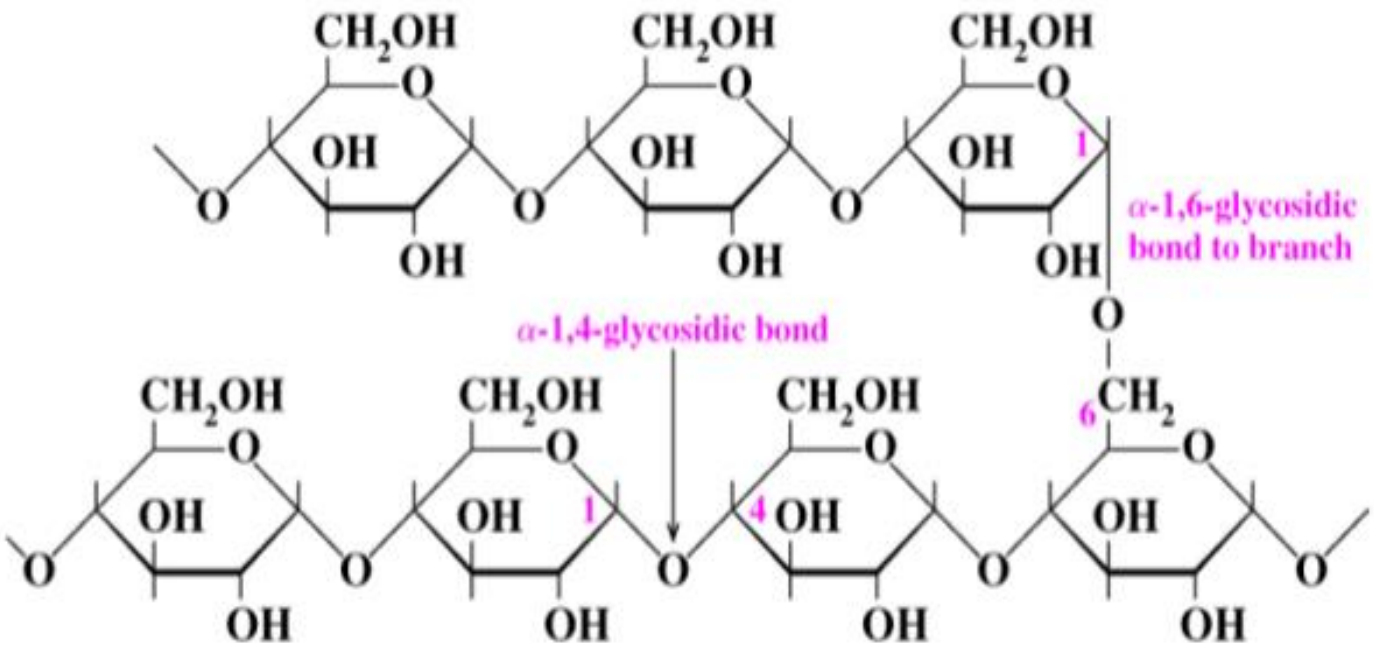
أميلوز

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



الأميلوبكتـين

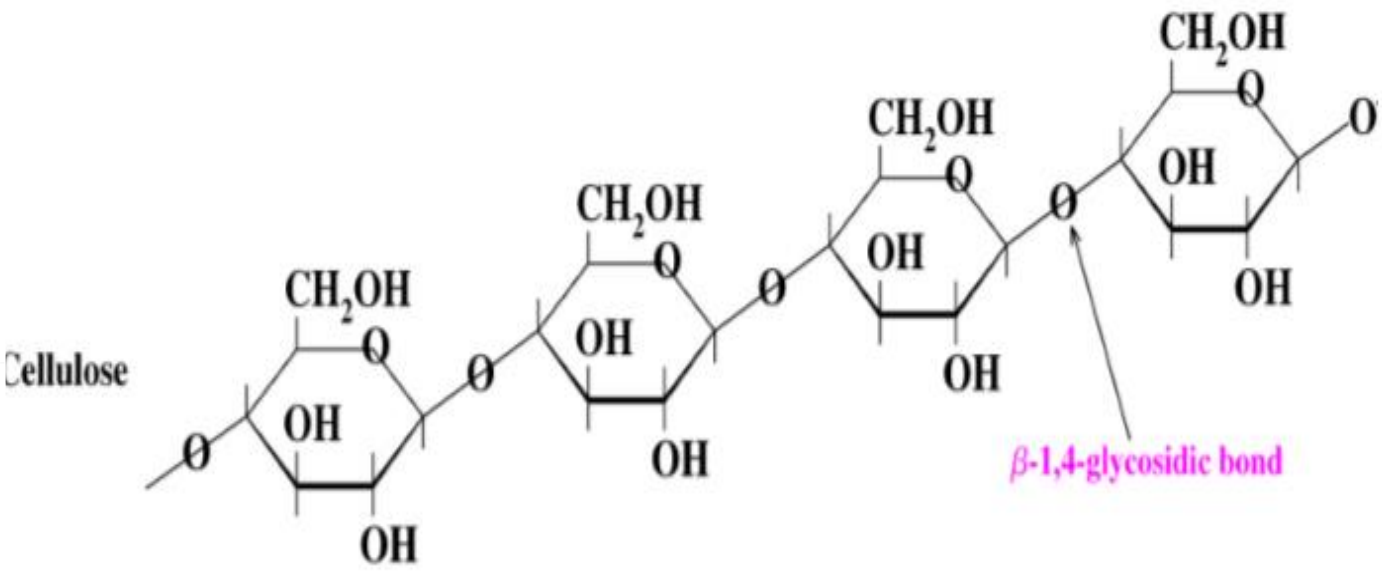
- من سكريات عديدة التي تتكون من وحدات الجلوكوز في سلاسل متفرعة
- يحتوي على روابط ألفا-١،٤ جليكوزيدية بين وحدات الجلوكوز
- لديه روابط ألفا-١،٦ في فروع وحدات ألفا الجلوكوز
  (في كل ٢٥ وحدة سكر يوجد فرع)
- كلا أشكال النشا قابلة للذوبان في الماء



السكريات عديدة التسكر

السليلوز

- 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: β-glycosidase)



السليـلوز

- السليلوز 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؟

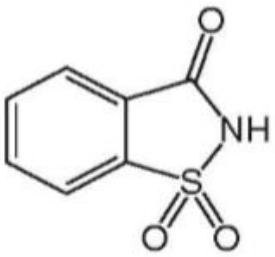
ذا كنت لا تتناول كميات كافية من الكربوهيدرات، فلا بد أن يستخدم جسمك الدهون والبروتينات من أجل لطاقة، لكن لا البروتينات ولا الدهون هي مصادر كافية للطاقة، وهذا ما يحدث:

- 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.

مواد التحلية الصناعية وبدائل السكر

١- السكارين

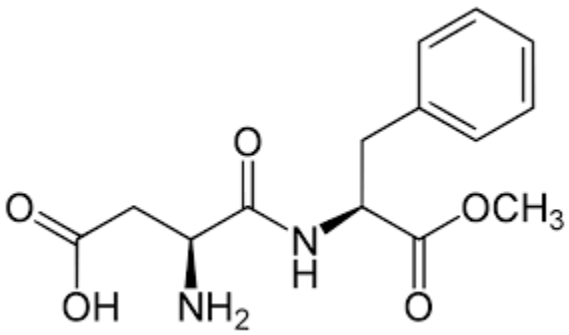
- تم استخدامه على نطاق واسع خلال الحرب العالمية الأولى
- كانت هناك مخاوف في السبعينيات من أن السكرين يسبب السرطان
- لا يعتبر سكر لأنه لا تتحقق فيه الشروط الاربعة



saccharin
(Trade name: Sweet'n Low)

٢- الاسبـــارتام

- 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. وتُضاف 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.

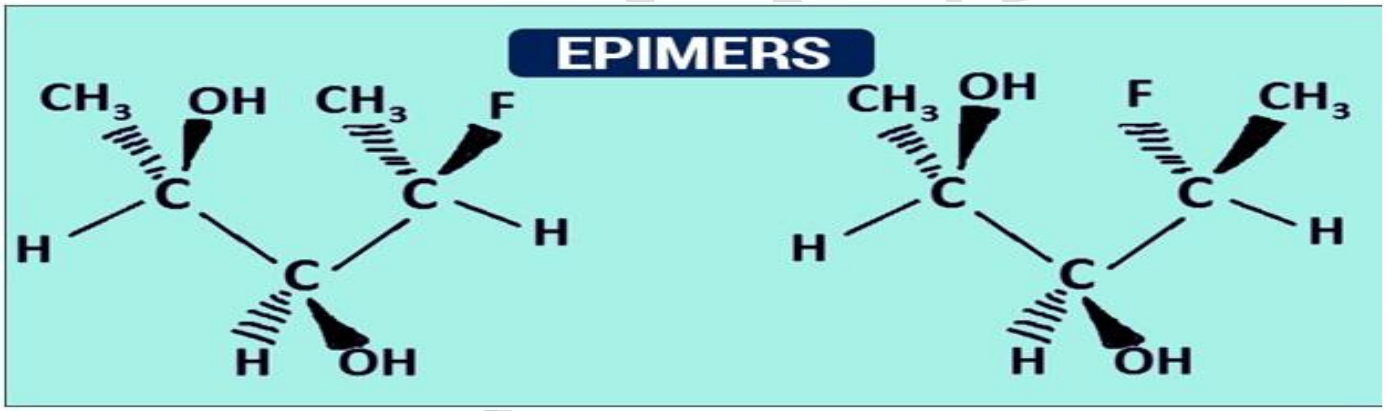


الإبيمرات و الأنومرات

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

الإبيمـرات و الأنومـرات

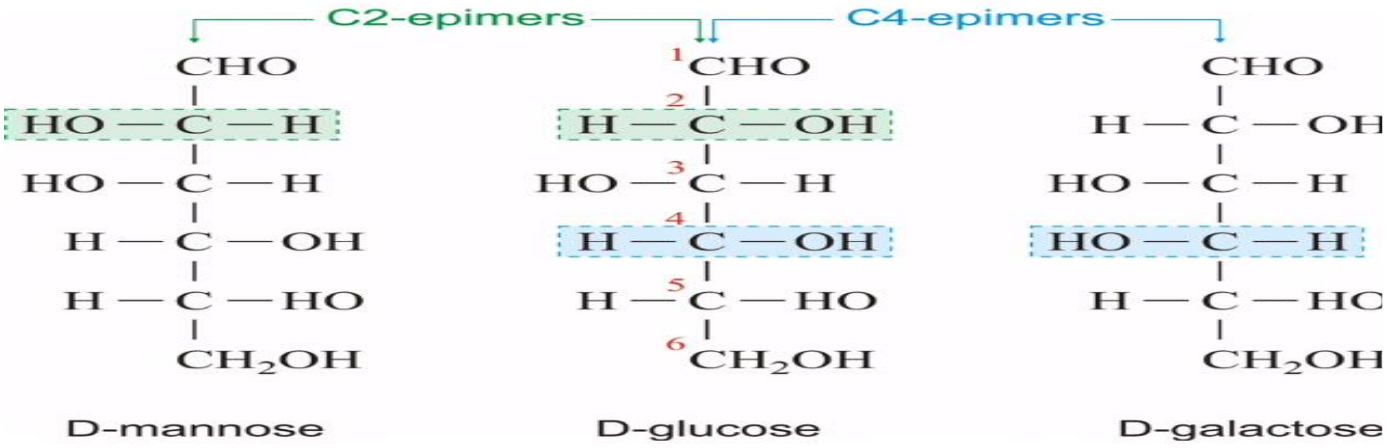
- كلاهما متماثل فراغي ولكن الإبيمر عبارة عن متماثل يختلف في التكوين في أي من ذرات الكربون الكيرالية بينما يكون الإنومر في الواقع إبيمر يختلف في تكوين ذرة الكربون الأسيتال و هيمي أسيتال



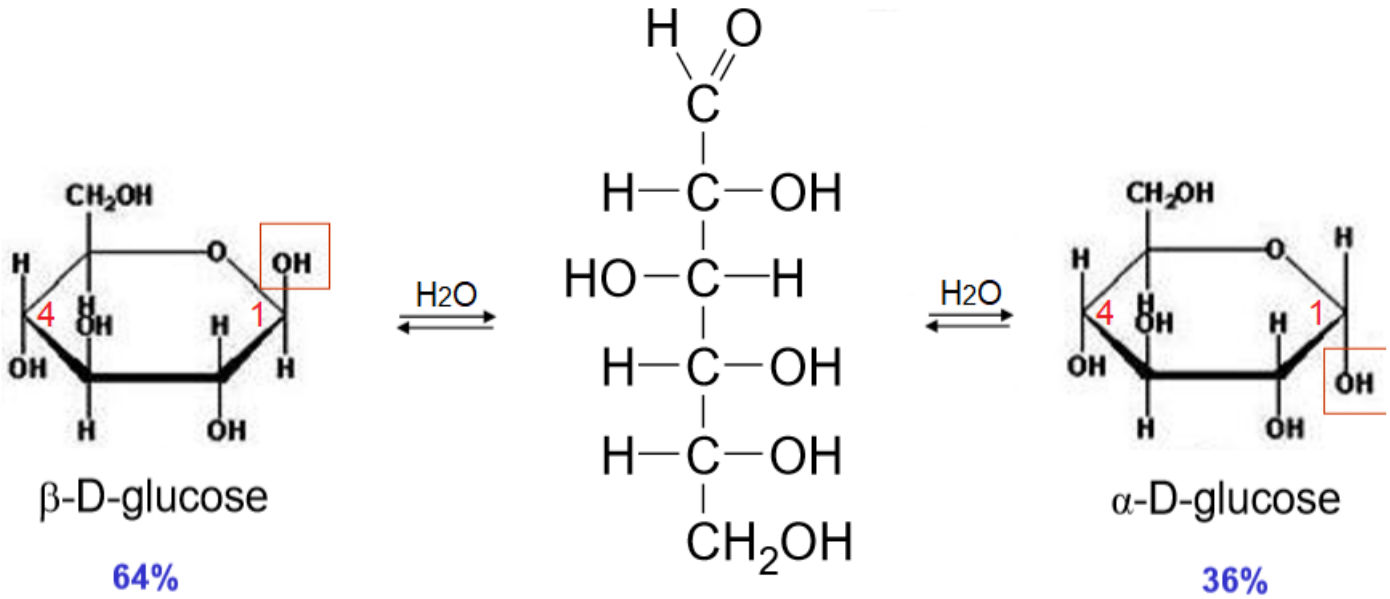
الإبيمر

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

مثال :ـ الجالاكتوز و المانوز كلاهما إبـيمر للجلوكوز



ـ عندما يتحول جزئ مثل الجلوكوز الي حلقة منه ينشأ متماثل جديد في C-1 و ذرة الكربون الكيرالية الجديدة التي تنشأ في C-1 تسمي ذرة كربون أنومرية

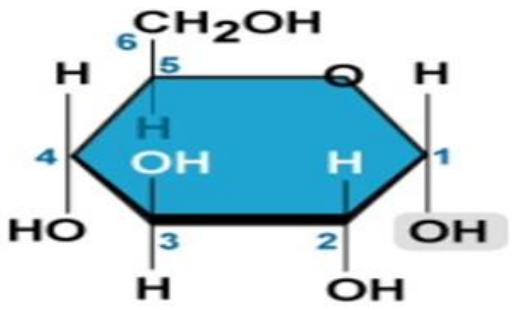


ـ ذرة الكربون هيمي أسيتال C-1 أصبحت متماثل جديد يسمى بذرة الكربون الكيرالية و الأيزوميرات ألفا و بيتا تسمى أنومرات

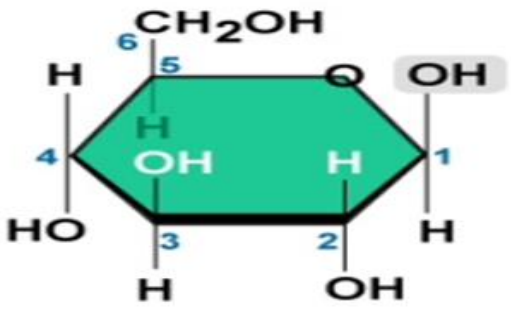
ـ الأنوميرات هي حالة خاصة و الإبيمرات تختلف في التكوين فقط في ذرة الكربون الأنومرية

مثال :ـ ألفا جلوكوز و بيتا جلوكوز كلاهما أنومر للآخر

α-D-glucose

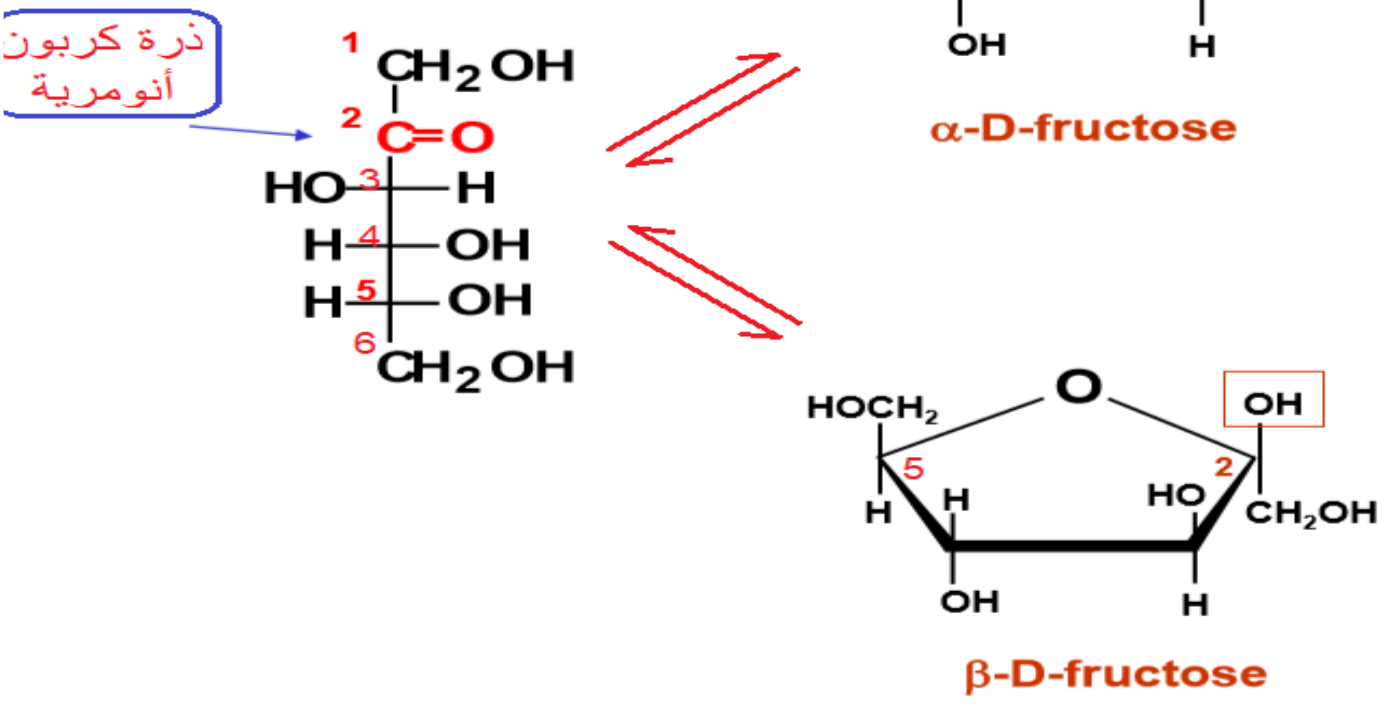


β-D-glucose



ـ الشكل ألفا يحتوي علي مجموعة (OH) أنومرية في C-1 علي الجانب المقابل للحلقة من مجموعة CH_2OH في C-5

ـ الشكل بيتا يحتوي علي مجموعة (OH) أنومرية في C-1 علي نفس الجانب في مجموعة CH_2OH



الأحماض الأمينية

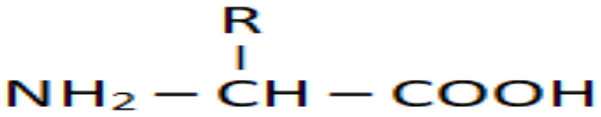
الأحماض الأمينية

هي مركبات عضوية متكونة من مجموعة أمين (NH_2) متصلة مع مجموعة كربوكسيل (COOH).

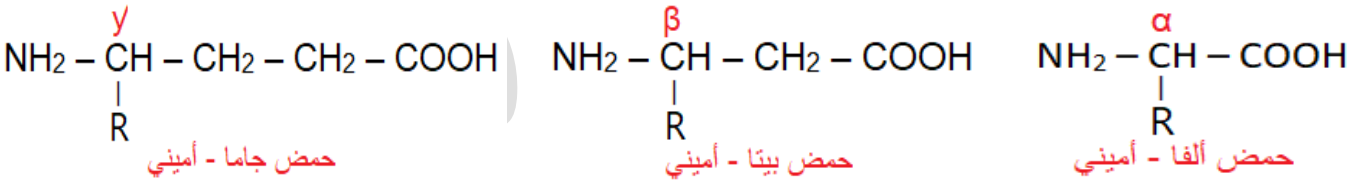
ملحوظة

- 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



تنقسم الأحماض الأمينية حسب أهميتها الغذائية و توفرها إلى :-

ـ أحماض أمينية أساسية	ـ أحماض أمينية شبه أساسية	ـ أحماض أمينية غير أساسية
ـ لا يصنعها الجسم، و يجب تناولها في الغذاء ـ مثال الليوسين و الليسين	ـ يستطيع الجسم تخليقها ولكن ليس بكميات كافية، خاصة في مرحلة النمو، و يحبذ أن تتوفر في الغذاء ـ مثال الأرجينين و الهستيدين	ـ متوفرة في الجسم السليم بكميات دائمة، و لا تستلزم حضورها في الغذاء ـ مثال الجليسين و البرولين

ملحوظة

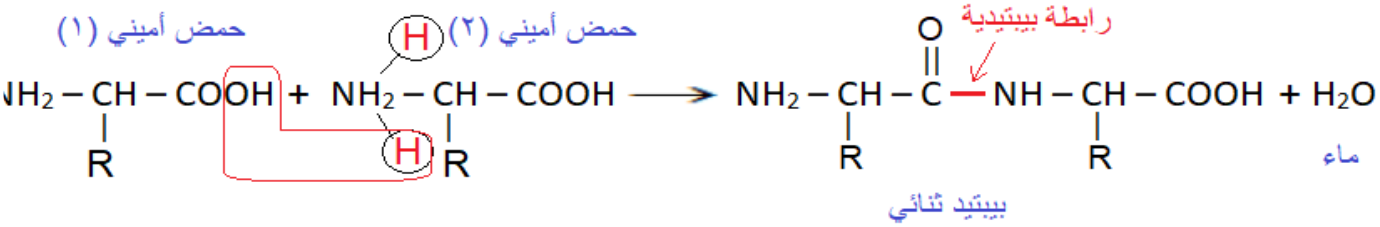
- رغم وجود عدد كبير من الأحماض الألفا ـ الأمينية في الطبيعة إلا أن السلاسل البروتينية لا تحتوي سوى ٢٠ نوع منها فقط

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:

١ـ تكوين الرابطة الببتيدية



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

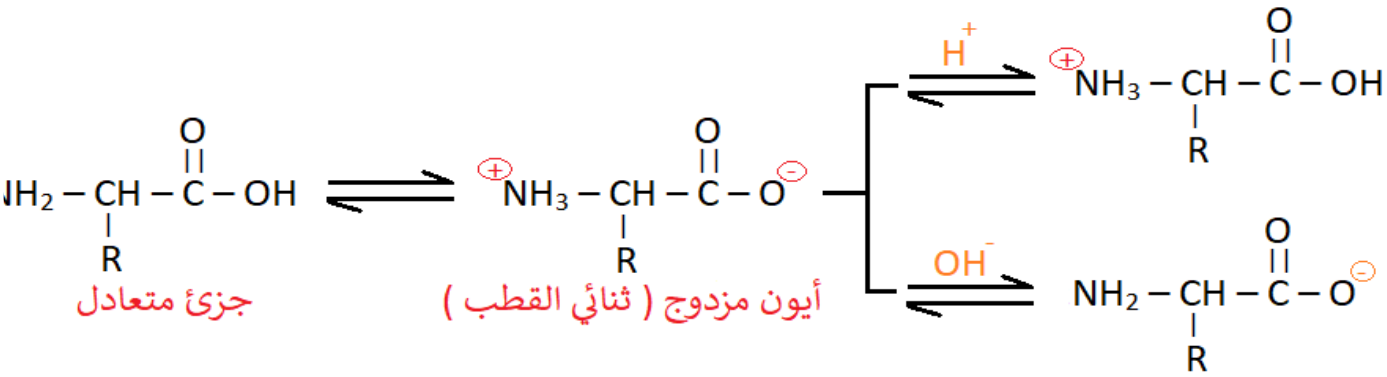
هي مركبات عضوية تحتوي مجموعة وظيفية تدعى الأميد وهي عبارة عن مجموعة كربونيل متصلة بمجموعة أمين.

٢ـ الخواص الأيونية للأحماض الأمينية

بالنظر لاحتواء الأحماض الأمينية علي مجموعتين الأمين و الكربوكسيل لذا فإنها تعتبر **ثنائية القطب** أي تعمل كحامض أو كقاعدة وتسمي **امفـوتيرية** أي تفقد وتكتسب بروتون لذلك تكون علي صورة ما يسمي **بالايون المـزدوج** (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 الاميني يسلك مسلك الحمض في الوسط القاعدي نظرا لأن الوسط القاعدي يمتلك القدرة علي انتزاع البروتون من الحمض الاميني و بالنتيجة يفقد الحمض الاميني بروتوناً وبذلك فهو يتصرف كحمض كما أن الحمض الاميني يسلك مسلك القاعدة في الوسط الحمضي لأن الوسط الحمضي يمتلك القدرة علي منح بروتون للحمض الاميني نظراً لوجود أيونات الهيدروجين بتركيز كافٍ في الوسط الحمضي أما في الوسط المتعادل فإن الحمض الاميني يكون متعادلا.

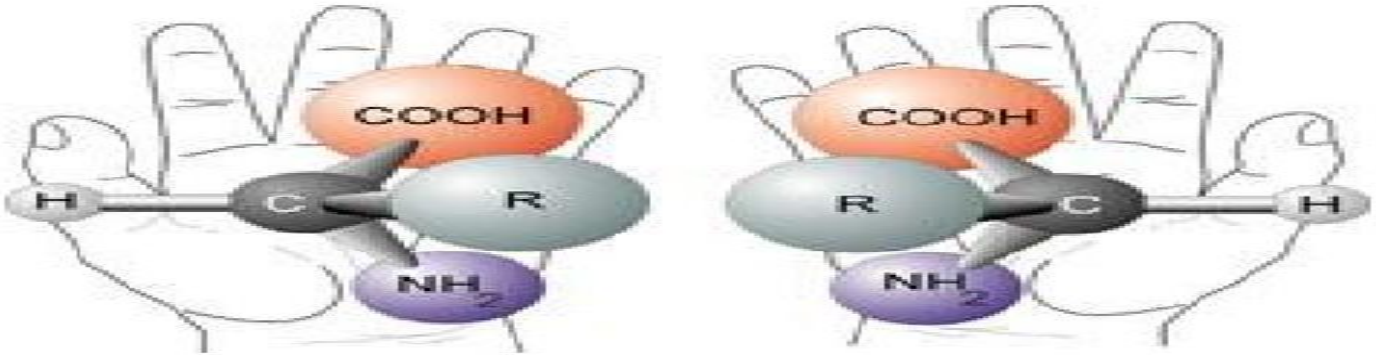
نقطة التماثل الكهربي

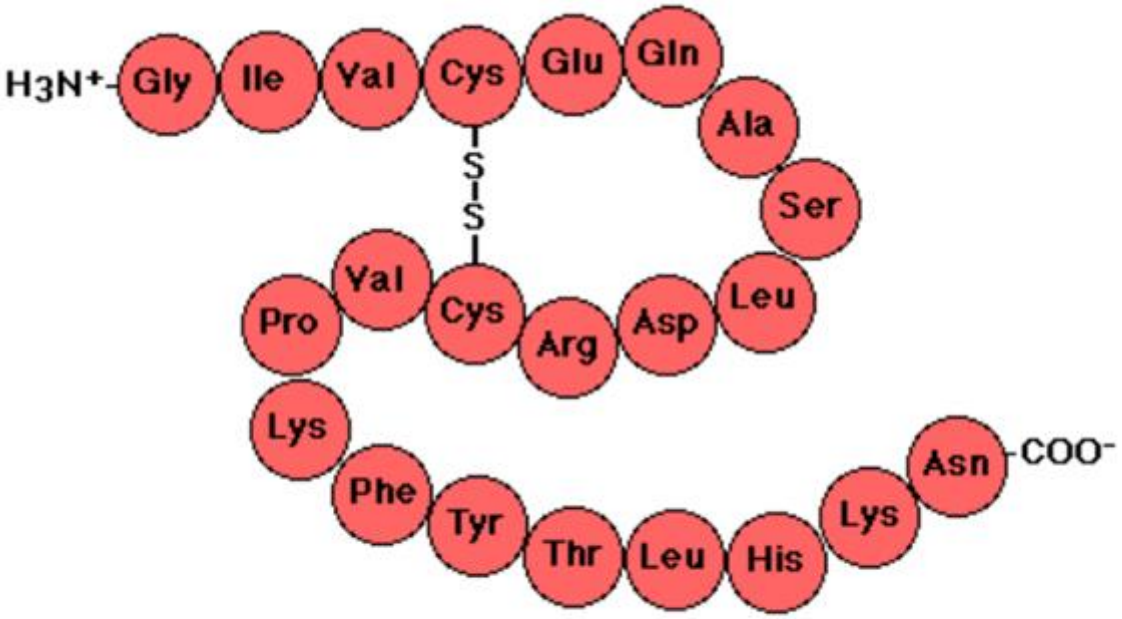
نقطة التعادل الكهربي للبروتينات هى النقطه التى تتساوى فيها عدد شحنات البروتين مع الشحنات المحيطة فى لوسط ، و يكون هناك PH معينه للاحماض الامينيه المتعادلة و الاحماض الامينيه القاعدية و الاحماض الامينيا لحامضيه، لذلك فنقطه التعادل الكهربائى يتم استخدامها فى فصل البروتينات و الاحماض الامينيا عندما تتساوى عدد الشحنات السالبة مع عدد الشحنات الموجبة يكون هناك تعادل كهربائى.

٢ـ التماثلية البصرية (التناظر)

ملحوظة

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



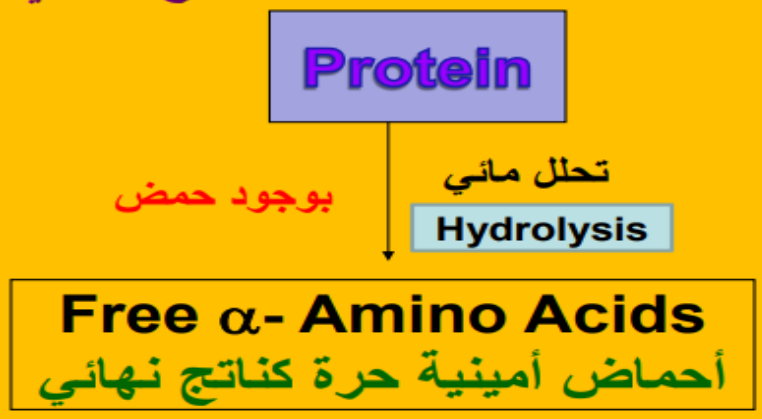


مكونات البروتينـــات

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

- جميعها
  - تحتوي على: C H N O
  - قد تحتوي على: S
- بعضها
  - يحتوي على عناصر إضافية وخاصة: P Fe Zn Cn

* التحلل المائي للبروتينات بوجود حامض ينتج عنه أحماض أمينية – ألفا – حرة كناتج 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

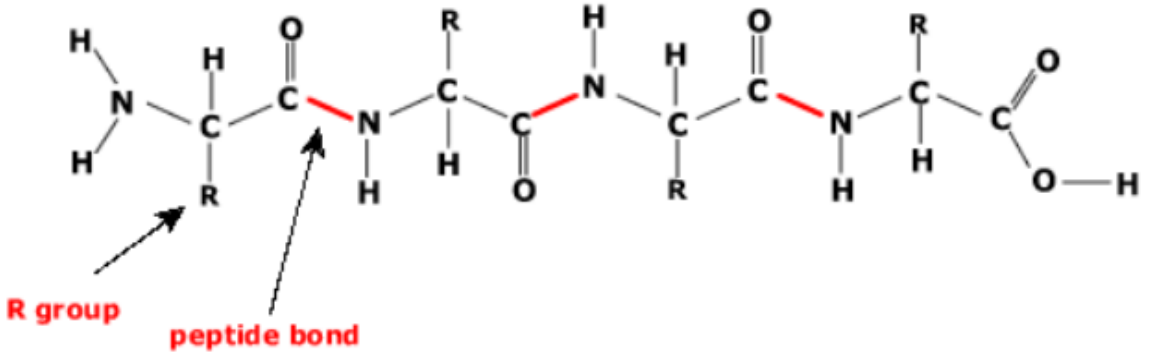
– Primary structure	التركيب الاولي
– Secondary structure	التركيب الثانوي
– Tertiary structure	التركيب الثلاثي
– Quaternary structure	التركيب الرباعي

التركيب الأولي للبروتينات

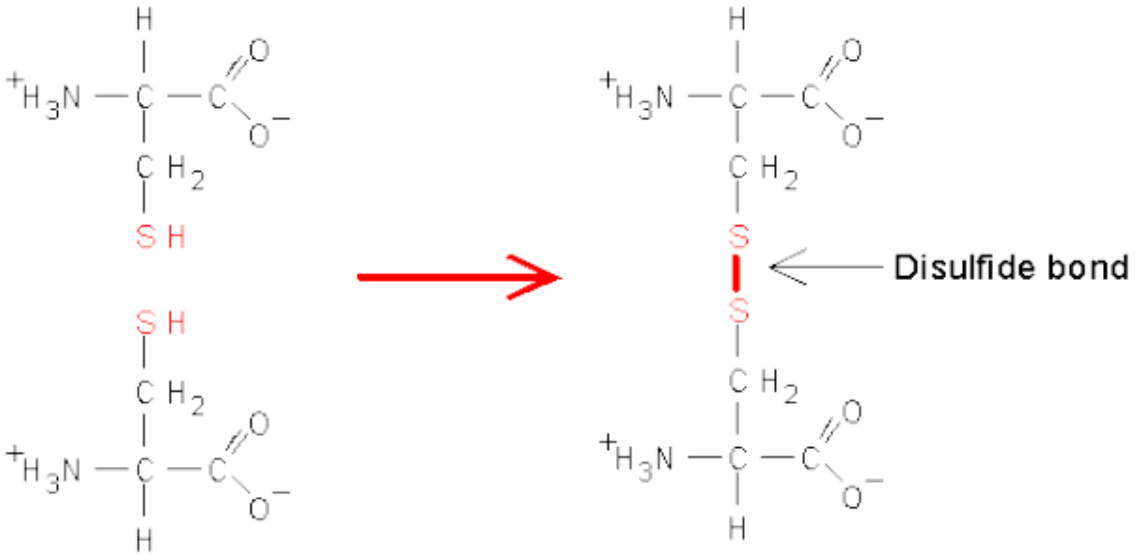
- الروابط المسؤلة عن تكوين التركيب الأولي للبروتينات هي:
  1. الروابط الببتيدية
  2. روابط ثنائي الكبريتيد

هي روابط تساهمية قوية لا تتأثر بالتسخين .

تكوين الروابط البيبتيدية بين الأحماض الأمينية لتكون سلسلة متعددة البيبتيد



رابطة ثنائي الكبريتيد

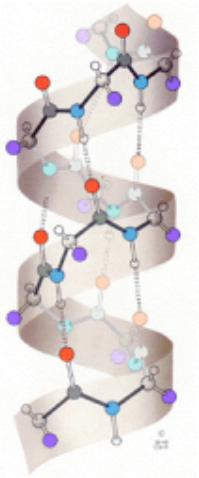


II. التركيب الثانوي

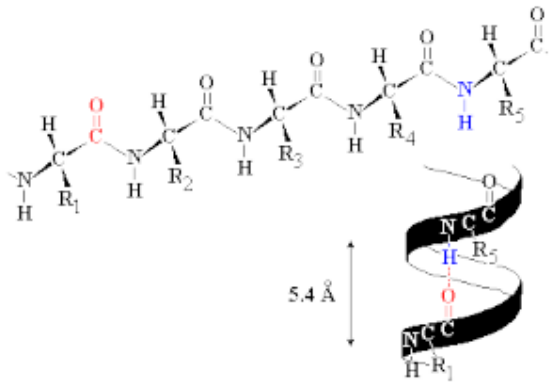
❑ ينتج **التركيب الثانوي** للبروتين من إلتفاف أو طي السلسلة متعددة الببتيد.

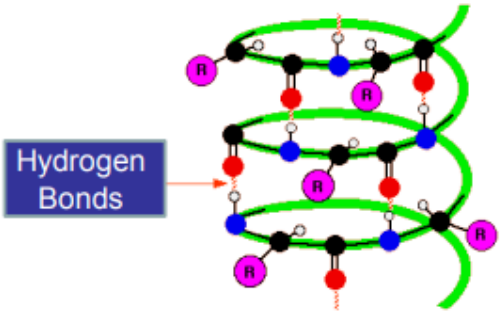
- **التركيب الثانوي** قد ينتج عن عملية إلتفاف للسلسلة الببتيدية عندها يكون البروتين ذو تركيب حلزوني يسمى **بحلزون ألفا**.
- **التركيب الثانوي** قد ينتج من طي في السلسلة الببتيدية مما يؤدي الى تركيب يسمى **بالصفيحة المطوية**.

– ينتج الإلتفاف أو الطي من تكون روابط هيدروجينية بين مناطق محددة في السلسلة المتعددة الببتيد

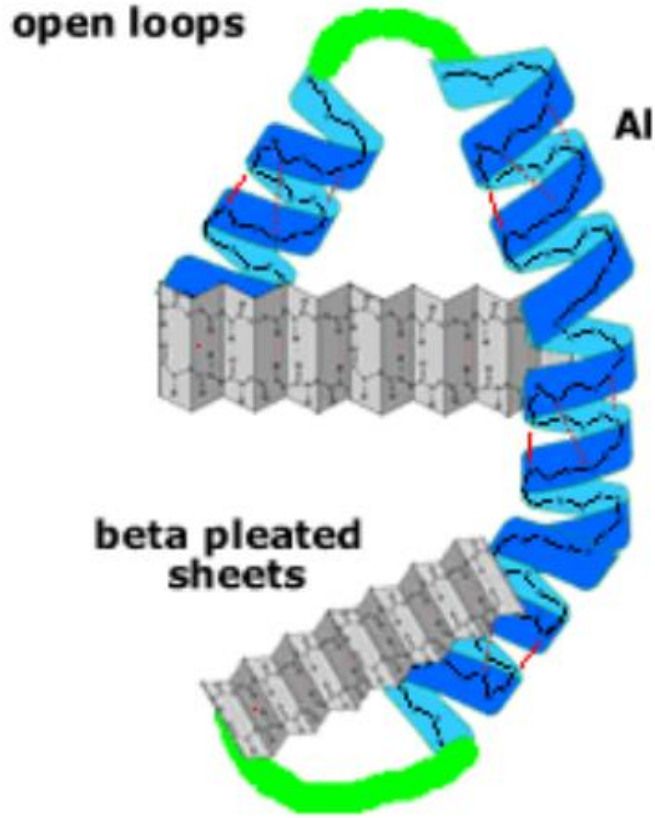


المنحنى الحلزوني ألفا α - Helix





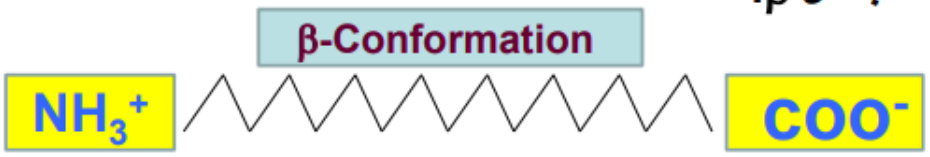
- لكل دورة من المنحنى الحلزوني يوجد به 3.6 وحدة حامض أميني.



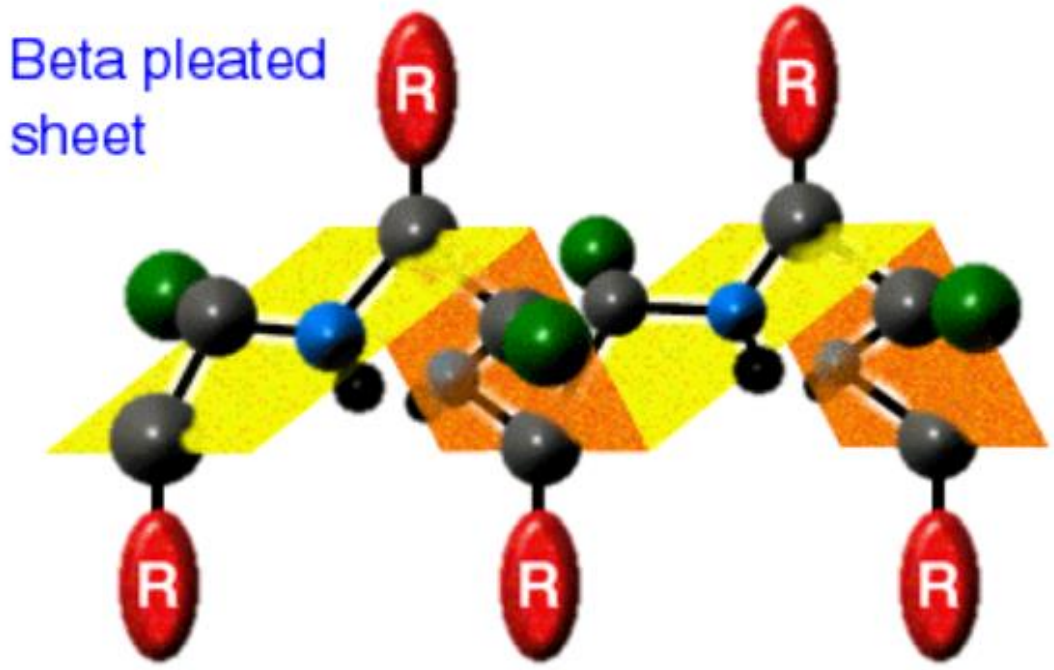
البناء الثانوي للبروتينات الكروية:

α-Helix + β-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 β**.

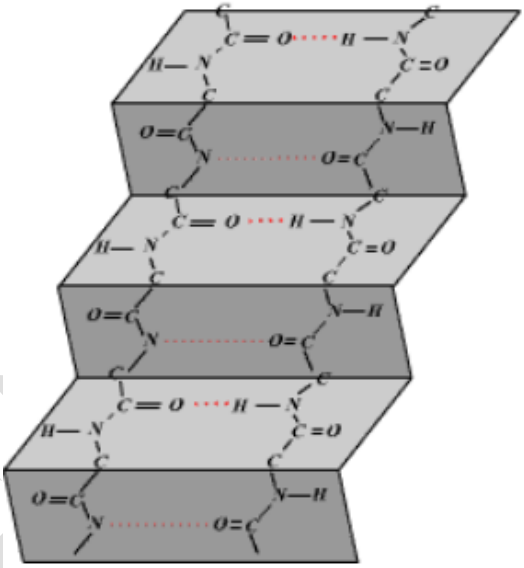


- تترتب مثل هذه السلاسل ممتدة و بعضها جنب بعض لتشكل مركبات تشبه سلسلة من الصفائح لذلك سمي هذا الشكل بشكل **الصفائح المطوية**



❑ **السلاسل المتجاورة ترتبط بروابط هيدروجينة**

Fig.1



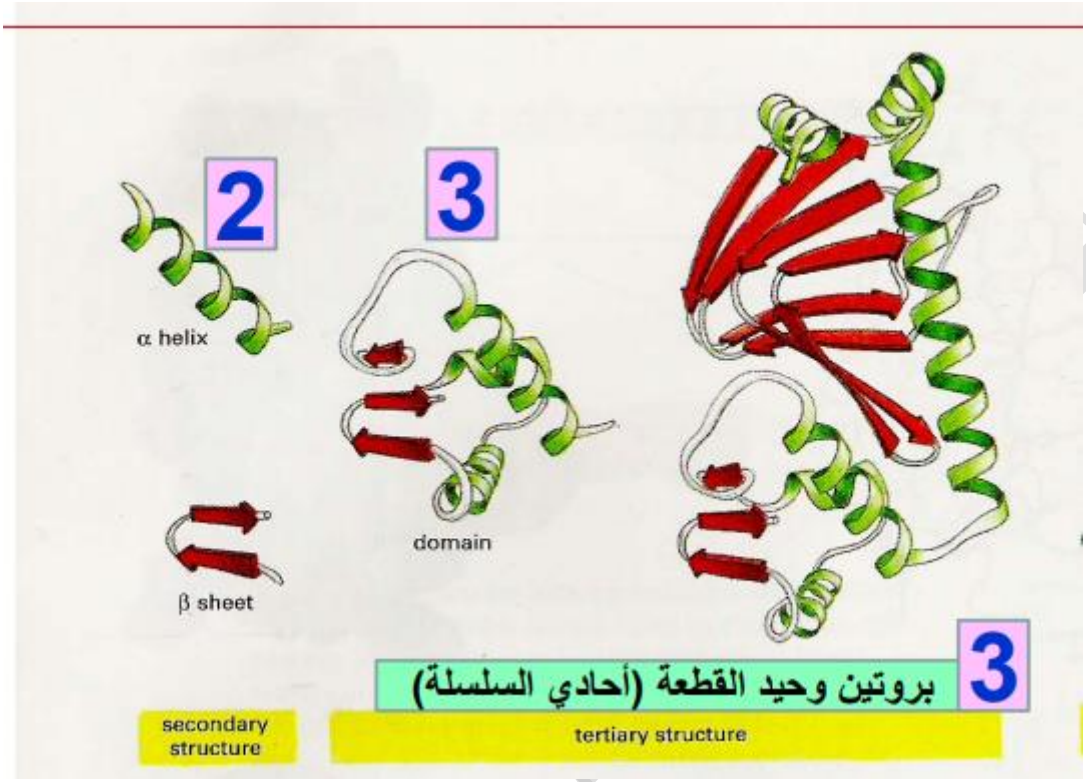
- **الروابط الهيدروجينية يمكن أن:**

(2) تكون بين β-Conformation في سلاسل مختلفة من متعدد البيبتيد (Fig. 1).

- **تمتد مجاميع R:**

1) بعيداً عن السلسلة
2) بمستويات عكسية فوق وتحت مستوى الصفيحة .

التركيب الثلاثي للبروتينات



الفيتـــامينـــات

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 يؤدى 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 الدهون

١ـ تحتوى على أجزاء لا قطبية تذوب في الدهون

٢ـ لا تدخل فى تركيب المرافق الإنزيمي

٣ـ تخزن فى جسم الإنسان وقد تظهر حالات سمية

ـ تحتوي علي :-

فيتامين (A , D , E , K , Q)

الذوابة في الماء

١ـ تحتوى على أجزاء قطبية تذوب فى الماء

٢ـ معظمها يدخل فى تركيب المرافق الإنزيمى

٣ـ لا تخزن فى جسم الإنسان

ـ تحتوي علي :-

فيتامين C (حمض الأسكوربيك)

فيتامين C (حمض الأسكوربيك)

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

علامات نقص فيتامين ج

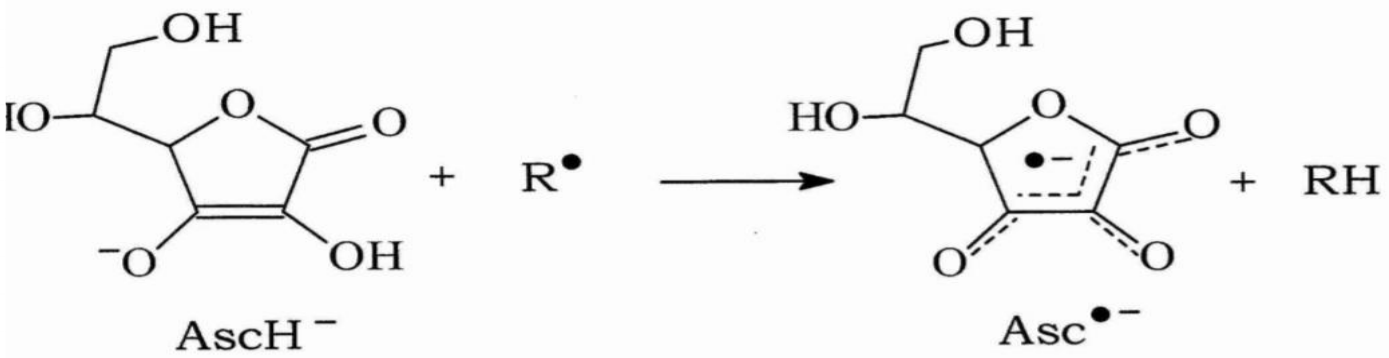
- تشمل الجفاف وتقصف الشعر التهاب اللثة و نزيف اللثة تقشر وجفاف الجلد و انخفاض معدل التئام الجروح و نزيف الأنف و انخفاض القدرة لدرء العدوى و النقص الحاد (لفيتامين ج) يعرف بداء **الإسقربوط**

أهمية فيتامين ج

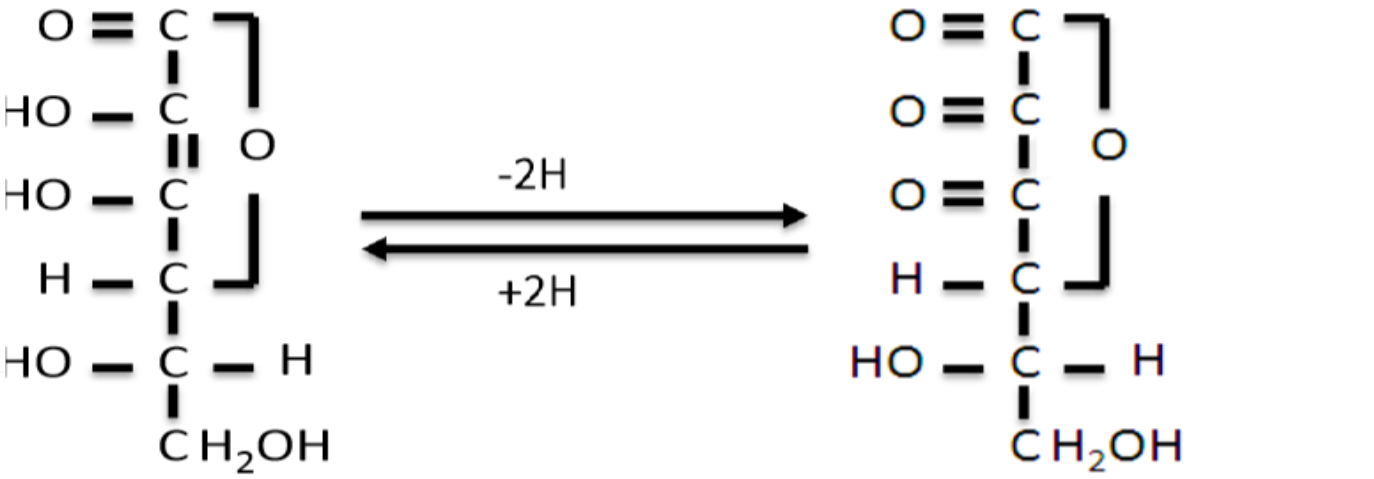
- يلزم لنمو و إصلاح الأنسجة في جميع أنحاء الجسم
- يساعد الجسم على صنع الكولاجين و هو بروتين مهم يستخدم لبناء (الجلد و الغضاريف و الأوتار و الأربطة و الأوعية الدموية)
- هناك حاجة إلى فيتامين ج لالتئام الجروح و ترميم و الحفاظ على العظام و الأسنان
- فيتامين ج من مضادات الأكسدة يمنع الضرر الناتج عن الجذور 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 الأسكوربيك بسهولة ذرتى هيدروجين فينتج حمض لأسكوربيك منزوع الهيدروجين **ديهيدروسكوربيك** – (Dehydroascorbic Acid)



حمض الأسكوربيك

حمض الأسكوربيك منزوع الهيدروجين

بكر هريدي

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 مشبعة او غير مشبعة.

ملحوظة

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

١- أحماض دهنية مشبعة

لأحماض الدهنية المشبعة هي أحماض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكربون مشبعة بالهيدروجين 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 المشبعة:-		
١- حمض الزبدة أو حمض البوتيريك و هو حمض يحتوي على أربع ذرات كربون وتوجد أساساً في الزبدة وصيغته هي $CH_3 - (CH_2)_2 - COOH$ IUPAC = بيوتانويك	٢- حمض زيت النخيل أو حمض البالميتيك هو حمض يحتوي علي ١٦ ذرة من الكربون وتوجد في دهون الحيوانات وصيغته هي $CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$ IUPAC = هكسا ديكانويك	٣- حمض الشمع أو حمض الستياريك هو حمض يحتوي على ١٨ ذرة من الكربون ويوجد في الدهون الحيوانية والنباتية وصيغته هي $CH_3 - (CH_2)_{16} - COOH$ IUPAC = أوكتا ديكانويك

٢- أحماض دهنية غير مشبعة

. هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثُة على الأقل بين ذرتي كربون

. هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية وحيدة توجد غالبا بين الكربون C9 و C10 وصيغته 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) وصيغته 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:-

١ـ توجد في سلاسل مستقيمة

٢ـ تحتوي على أعداد زوجية من ذرة الكربون

٣ـ ذوبانيتها تعتمد على عدد ذرات الكربون للحامض الدهني

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

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

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

٤ـ درجة الانصهار:

ـ الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة

ـ الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة

(أي درجة انصهارها أصغر)

تفاعلات الأحماض الدهنية

١ـ الهدرجة و الهلجنة :-

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

$$R-CH=CH-COOH \xrightarrow[Ni]{H_2} R-CH_2-CH_2-COOH$$

$$R-CH=CH-COOH \xrightarrow[Ni]{Cl_2} R-CHCl-CHCl-COOH$$

تفاعل الهدرجة تطبيقات صناعية :-

١- تصنيع السمن النباتي ٢- المستحضرات التي لها مظهر الزبدة وميوعتها

٢- تكوين الدهون :-

حمض + كحول (جليسيرول) ← إستر + ماء

$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + \begin{array}{l} R_1-COOH \\ R_2-COOH \\ R_3-COOH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2OCOR_1 \\ | \\ CH\ OCOR_2 \\ | \\ CH_2OCOR_3 \end{array} + 3H_2O$$

الجليسيرول — أحماض دهنية حرة — الجليسيريد الثلاثي — ماء

٣- تكوين الصابون :-

$$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH + NaOH \longrightarrow CH_3-(CH_2)_{16}-COONa$$

صابون صلب

$$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH + KOH \longrightarrow CH_3-(CH_2)_{16}-COOK$$

صابون سائل

الانزيمـــات

الانزيمات

هي محفزات بيولوجية تسرع التفاعلات الكيميائية ويختص كل انزيم بتفاعل معين و تفرز بواسطة الاحياء الدقيقة

- او انواع خاصة من البروتينات وهي مصنوعة من سلاسل من الاحماض الدهنية ويتم تحديد وظيفة الانزيم حسب تسلسل الاحماض الامينية وانواعها
- او كيميائيا هو عبارة عن بروتين حبيبي يتكون من ١٠٠ إلي ٤٠٠ حمض اميني

وظائف الانزيمات

- مسئوولة عن الكثيرمن الاعمال التي تحدث في الخلايا كما انها تلعب دور المحفزات فهي تساعد في إنتاج وتسريع التفاعلات الكيميائية داخل الجسم وعندما تحتاج الخلية إلي القيام بشئ ما فإنها تستخدم دائما احد او بعض الانزيمات لتسريع العملية
- تحتاج الي مركبات كيميائية معقدة لتأدية وظيفتها وتسمي (المعاونات الانزيمية)

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 اجلها وهذا شئ مهم جداً حتى لا يقوم الإنزيمات بفعل الشئ لخطأ وتتسبب في تفاعلات الكيميائية غير مرغوبة داخل الجسم.

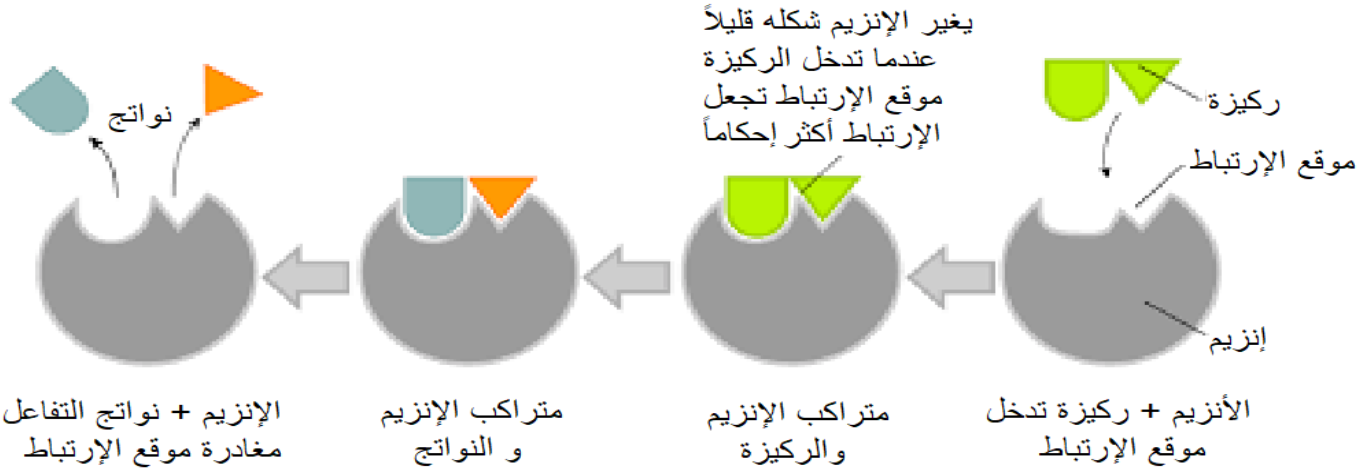
العوامل التي تؤثر علي الانزيمات :-

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

٢- (الرقم الهيدروجيني) في كثير من الحالات يمكن لمستوي درجة الحموضة في البيئة المحيطة بالانزيم ان يوثر علي معدل التفاعل **فإذا كانت درجة الحموضة (عالية جدا او منخفضة جدا) 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 آمونيا وثاني أكسيد الكربون

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

٤- إنزيمات النقل:- وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل علي نقل مجموعة كيميائية من هدف إلي أخر 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 أخر مثل تحول { الجلوكوز ـ ٦ ـ فوسفات } إلي { فركتوز ـ ٦ ـ فوسفات} بواسطة إنزيم فوسفوهيكسو زايزومريز

٧- إنزيمات الارتباط :- وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل علي إنشاء رابطة جديدة بين مركبين مختلفين وتعتمد في ذلك علي الطاقة المختزنة 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

١ـ إنزيم الاميليز:ـ 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

٢ـ إنزيم بروتيز:ـ 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

٣ـ إنزيم ليبيز :ـ 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 الكولسترول 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

٤ـ إنزيم اللاكتيز:ـ 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 (الطبعة ٢nd). 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/ تاليف هوارد بنجامكين/ جاكوب شارفكين
10. هابر "الكيمياء الحيوية" ترجمة وأشراف أ.د. رويدة أبو سمرة د. نزار حمود / د. عماد أبو علي
11. *IUPAC Compendium of Chemical Terminology* (الطبعة ٢nd). *International Union of Pure and Applied Chemistry*. *1997*. *ISBN 0-521-51150-X*. مؤرشف من *الأصل* في ٠٨ يناير ٢٠١٧. اطلع عليه بتاريخ ٣١ أكتوبر ٢٠٠٧.
12. *"معلومات عن دهن على موقع id.ndl.go.jp"*. *id.ndl.go.jp*. مؤرشف من *الأصل* في ٢٦ يناير ٢٠٢٠.
13. ^ *"معلومات عن دهن على موقع jstor.org"*. *jstor.org*. مؤرشف من *الأصل* في ١٢ يناير ٢٠٢٠.
14. ^ *"معلومات عن دهن على موقع psh.techlib.cz"*. *psh.techlib.cz*. مؤرشف من *الأصل* 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

ا م 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

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

الهيدروكربونات الاروماتيه عديدة النواه

Polynuclear Aromatic Hydrocarbons

الاروماتية

اي مركب لكي يكون اروماتيا يجب ان يكون :

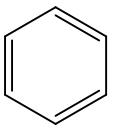
1- حلقيا 2 - يوجد في مستوي واحد

3- كل الذرات من نوع sp2

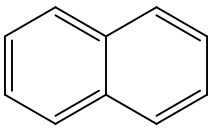
4- كل الروابط المزدوجة يجب ان تكون متبادلة

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

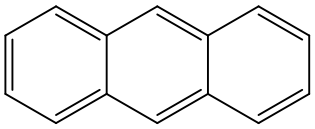
امثلة



n=1
6 π electron



n=2
10 π electron



n=3
14 π electron

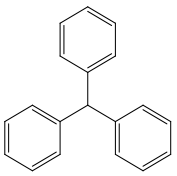
تقسيم الهيدروكربونات الاروماتيه عديدة النواه

1- انظمة معزولة Isolated systems

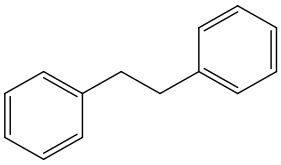
ثنائي الفينيل ثنائي فينيل ميثان 1,2 ثنائي فينيل ايثان ثلاثي فينيل ميثان

ph-ph

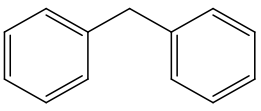
diphenyl



triphenylmethane



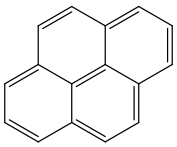
1,2 diphenylethane

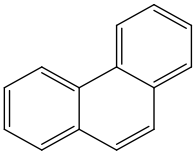


diphenylmethane

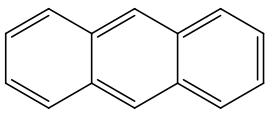
2- انظمة ملتحمة Fused systems

نفثالين انثراسين فينانثرين

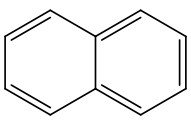




phenanthrene



anthracene



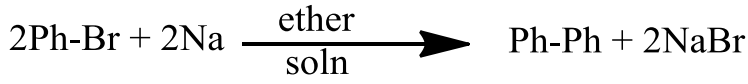
naphthalene

الانظمة المعزولةIsolated Systems

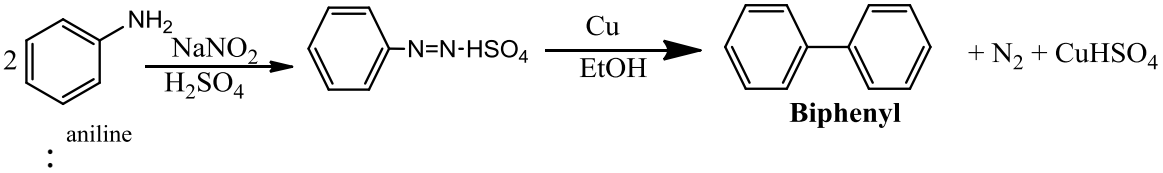
1-Diphenyl(Biphenyl)داي فينيل

تحضيرداي فينيلPreparation of diphenyl

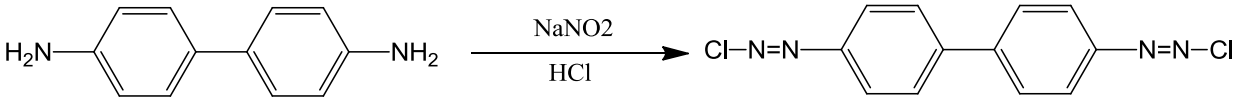
1) By Fittig s reaction



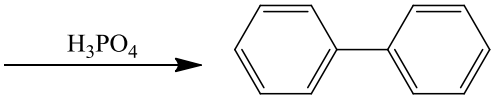
2) From benzene diazonium sulphate



3)From benzidime

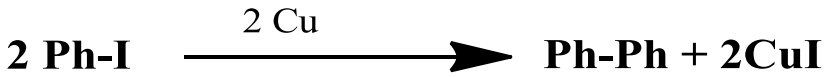


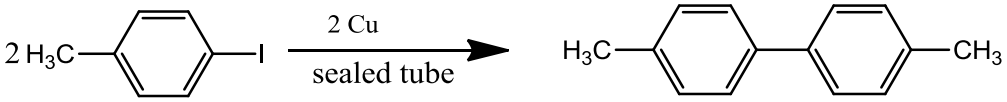
Benzidine



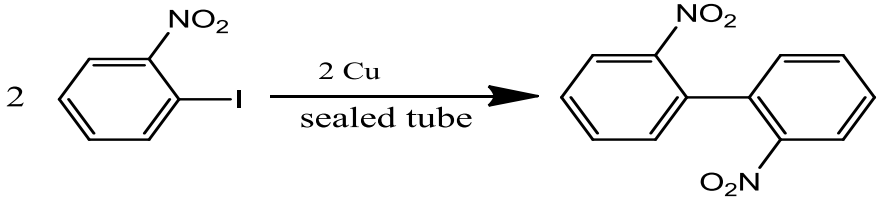
Biphenyl

4- تفاعل اولمان Ulmann synthesis

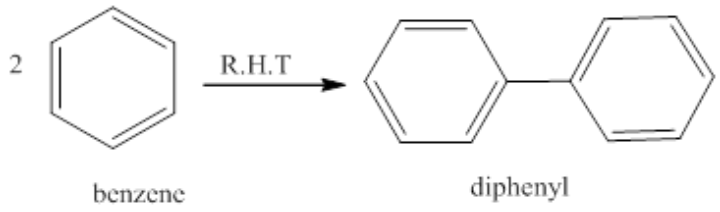




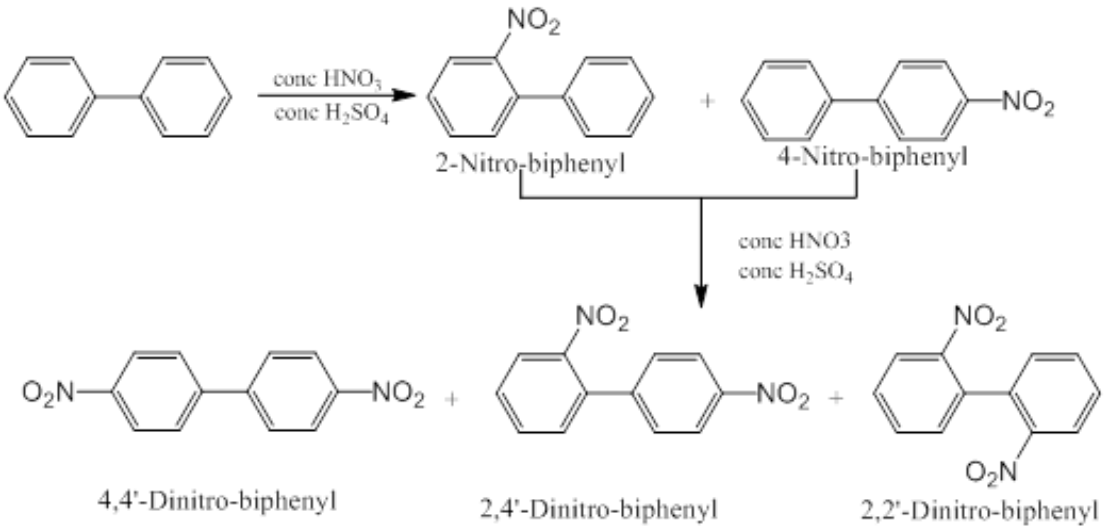
4,4'- Dimethyl-biphenyl

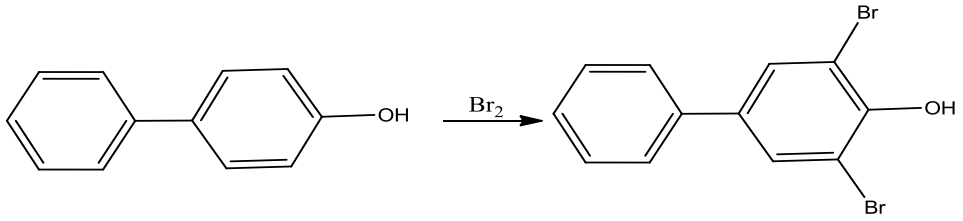


2,2'- Dinitro-biphenyl



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





2-الاكسدة

3-التفاعل مع الاوزون

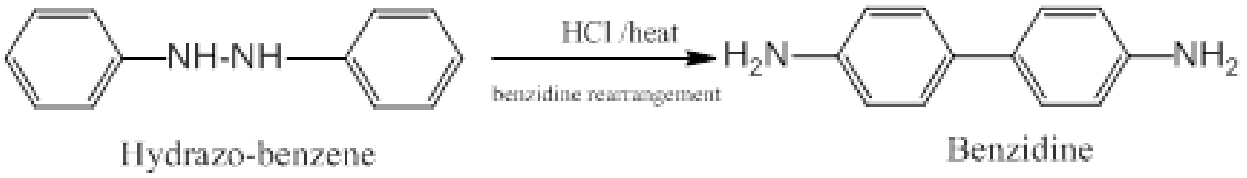
Derivatives of diphenyl مشتقات داي فينيل

Benzidine (4,4' diamino diphenyl بنزيدين

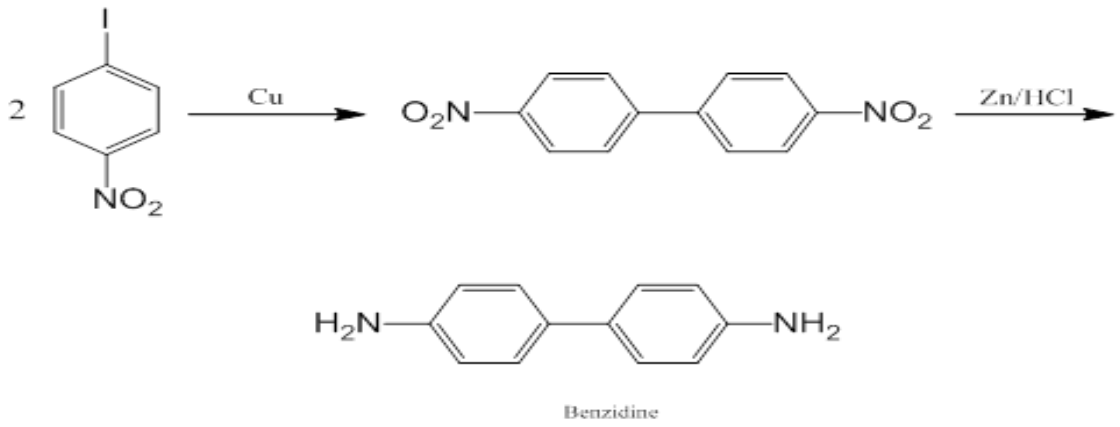
بنزيدين ذو اهمية كبيرة تجاريا حيث انه يستخدم في تحضير اصباغ ازو وعلي سبيل المثال احمر كونجو

التحضير

1- من هيدرازو بنزين



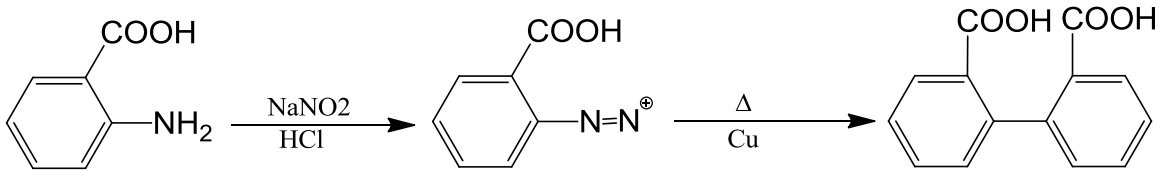
2- من بارا ايودو بنزين (تخليق اولمان)



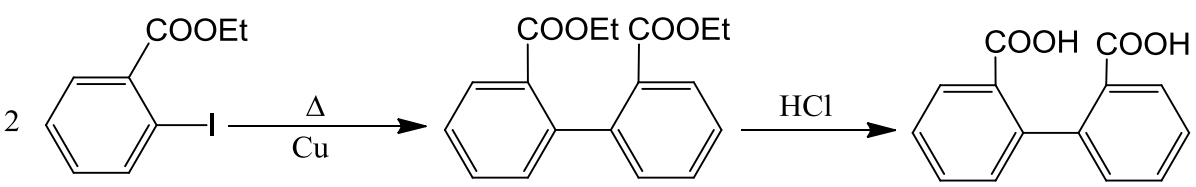
Diphenic acid (diphenyl 2,2’dicarboxylic acid

حمض داي فينيك

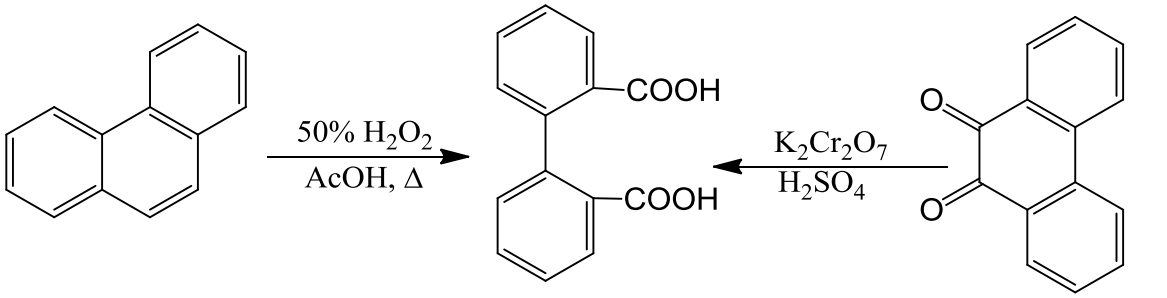
التحضير



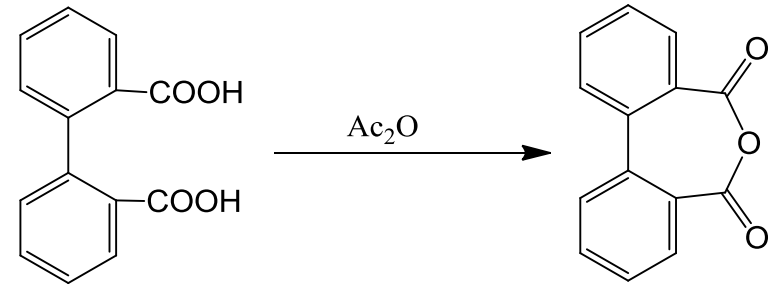
biphenyl- 2,2'- dicarboxylic acid
(Diphenic acid)



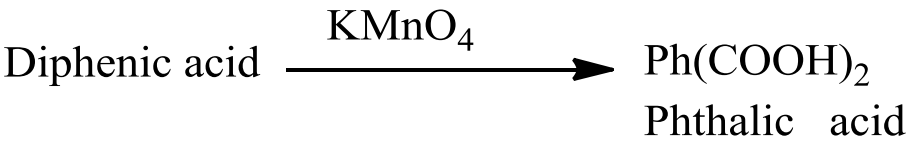
biphenyl- 2,2'- dicarboxylic acid
(Diphenic acid)

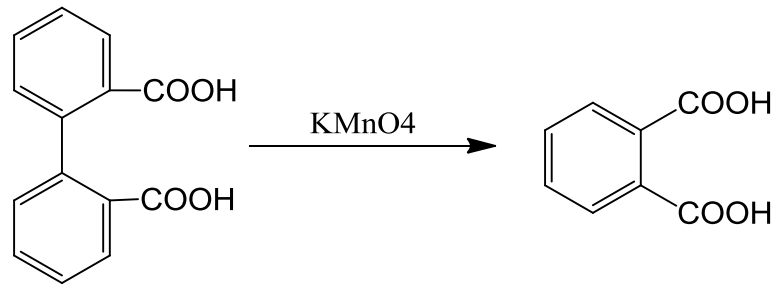


phenanthrene **Diphenic acid** **phenanthraquinone**

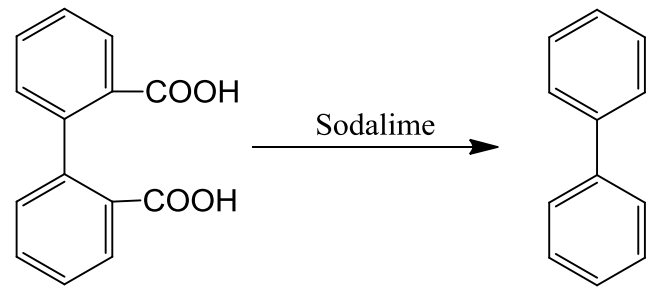


Diphenic acid **Diphenic anhydride**

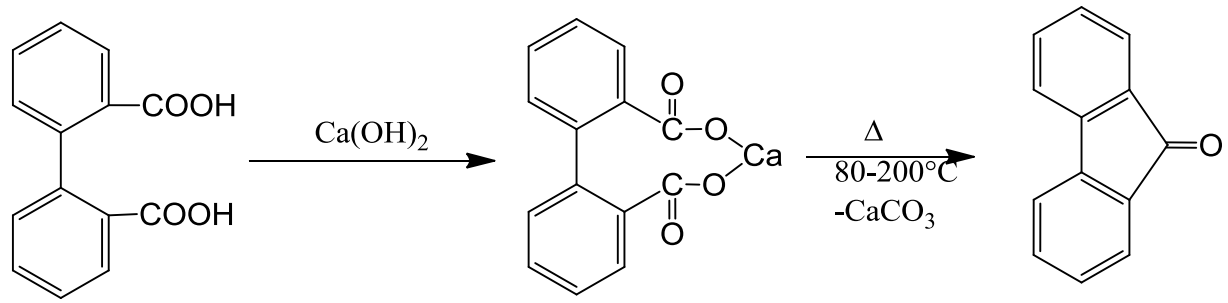




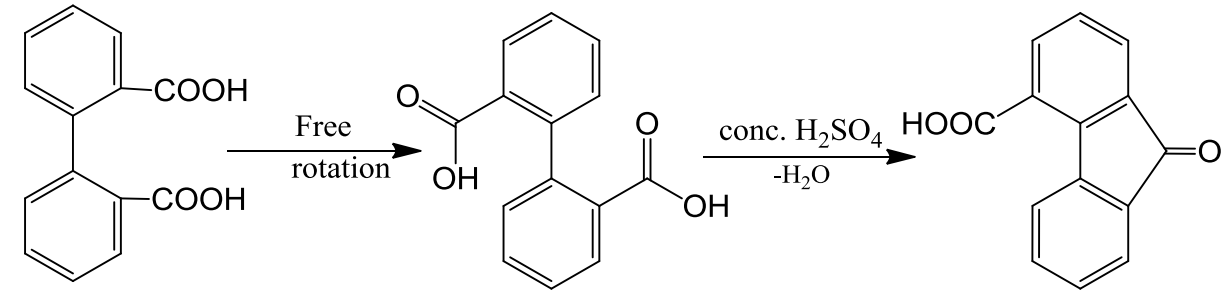
Diphenic acid **phthalic acid**



Diphenic acid **biphenyl**



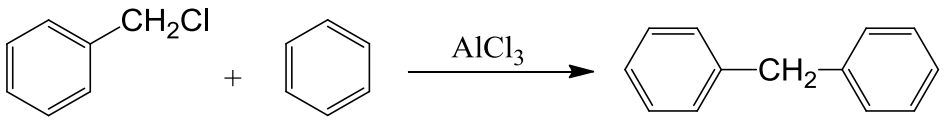
Diphenic acid **Ca diphenate** **9- fluorenone**



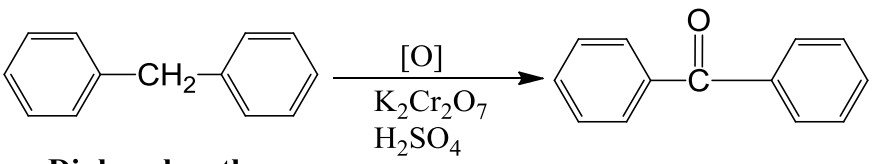
Diphenic acid **9- fluorenone- 4-carboxylic acid**

داي فينيل ميثان Diphenyl methane

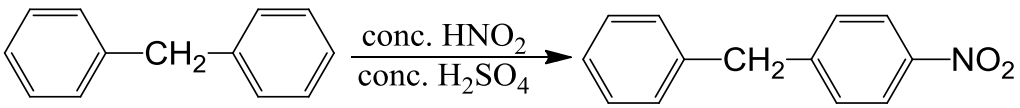
طرق التحضير



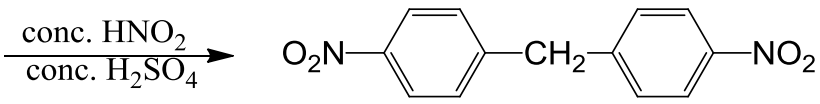
Benzyl chloride **Diphenyl methane**



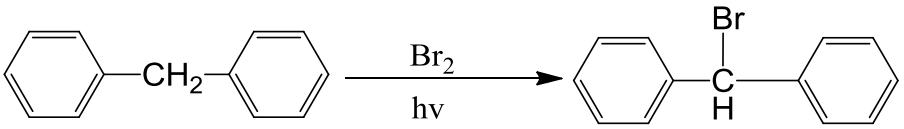
Diphenyl methane **benzophenone**



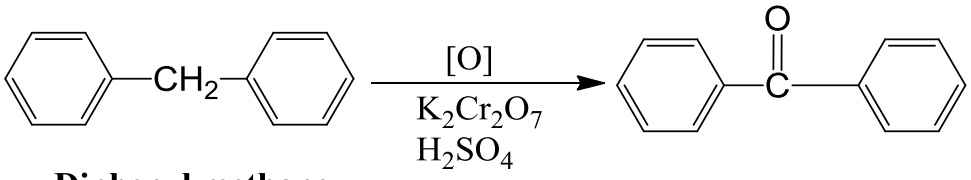
Diphenyl methane **1-benzyl-4-nitrobenzene**
4-nitro diphenylmethane



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



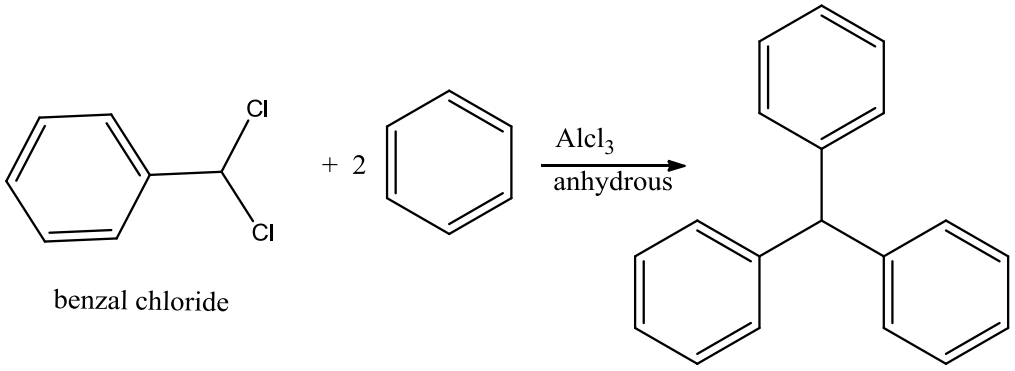
Diphenyl methane **Diphenylmethylbromide**



Diphenyl methane **benzophenone**

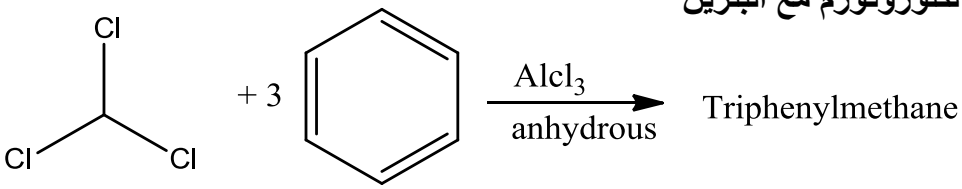
Triphenyl methane (Tritane)ثلاثي فينيل ميثان

التحضير 1- من كلوريد البنزال



benzal chloride Triphenylmethane

2-من الكلوروفورم مع البنزين

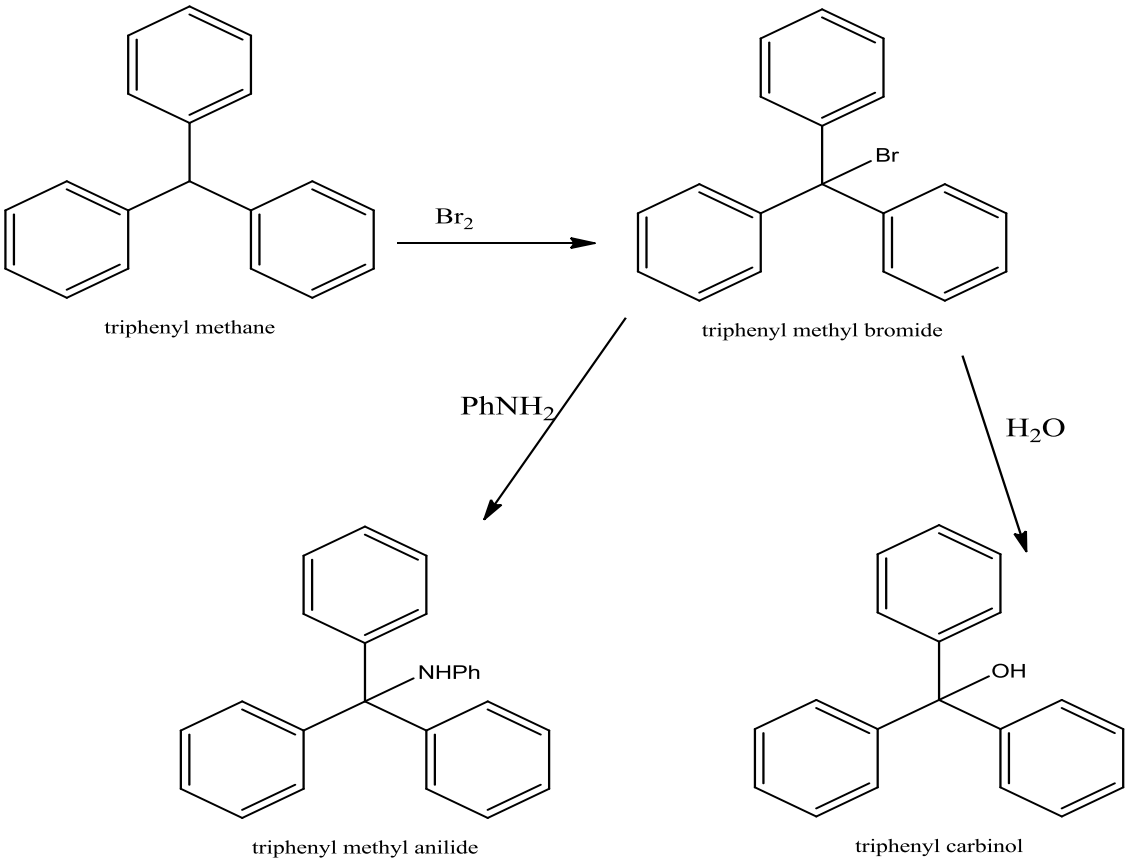


chloroform

3- من بنزالدهيد مع بنزين في وجود كلوريد الخارصين اللامائي

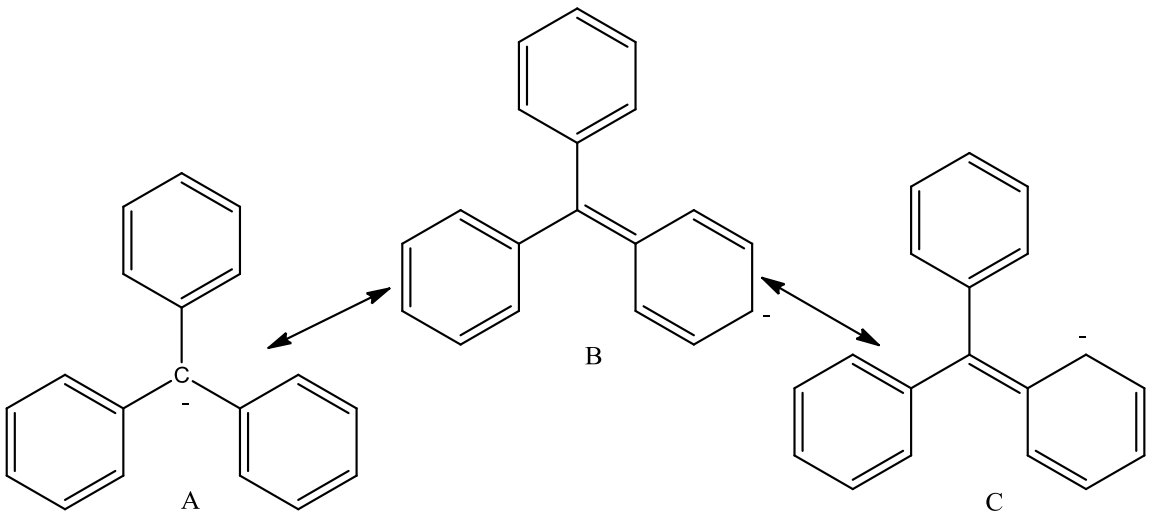
$$C_6H_5CHO + 2\ C_6H_6 \xrightarrow{ZnCl_2} (C_6H_5)_3CH + H_2O$$

فاعلات تراي فينيل ميثان



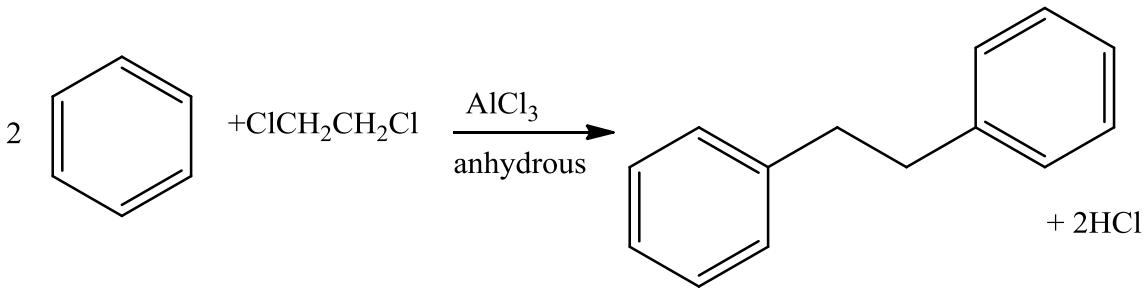
الخاصية الحامضية لتراي فينيل ميثان

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

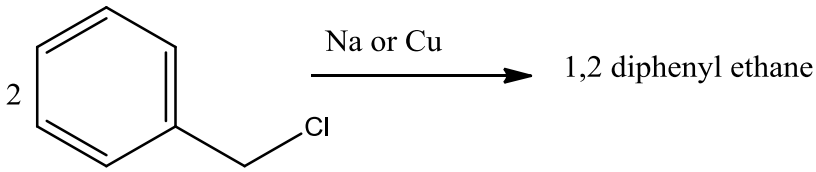


1,2داي فينيل ايثان (داي بنزيل)

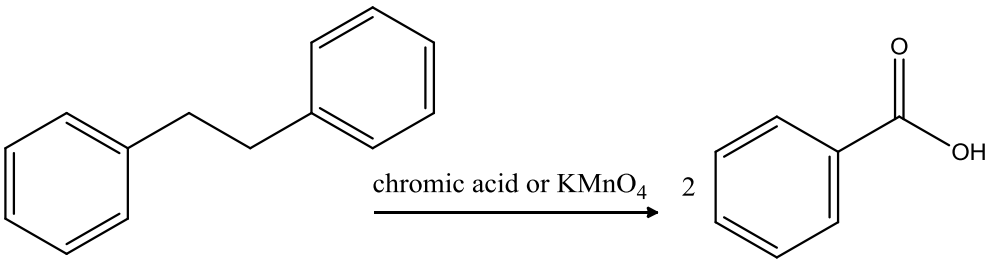
طرق التحضير 1,2-diphenyl ethane(dibenzyl)



1,2 diphenyl ethane



benzyl chloride

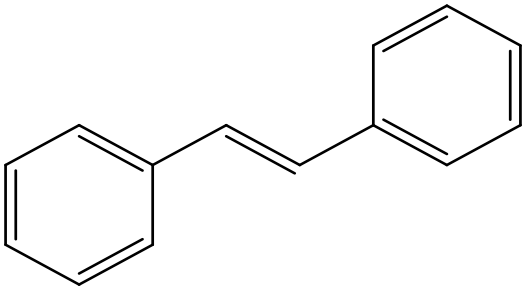


1,2 diphenyl ethane

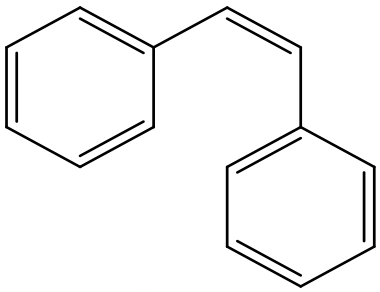
benzoic acid

Diphenyl ethylene Stilbene(trans diphenyl ethylene)

Iso stilbene (cis diphenyl ethylene)



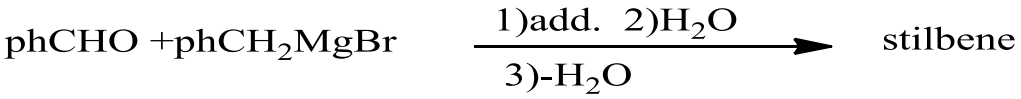
Stilbene
trans1,2 diphenylethylene
stable m.p:124



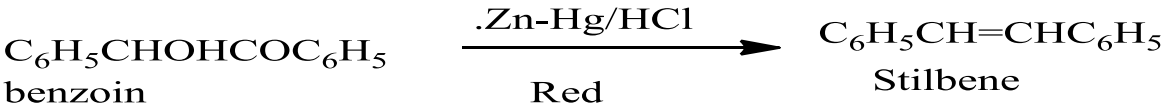
Isostilbene
cis 1,2 diphenylethylene
unstable b.p:145

التحضير

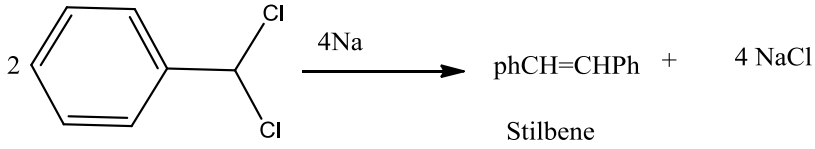
1-من بنزالدهيد مع بنزيل ماغنسيوم بروميد



2- اختزال بنزوين Reduction of benzoin[(zn/Hg) Hcl]



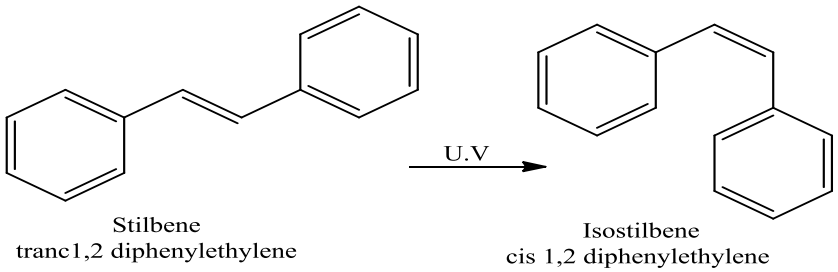
3- من كلوريد البنزال From benzal chloride



benzal Chloride

تحضير ايزوستلبين

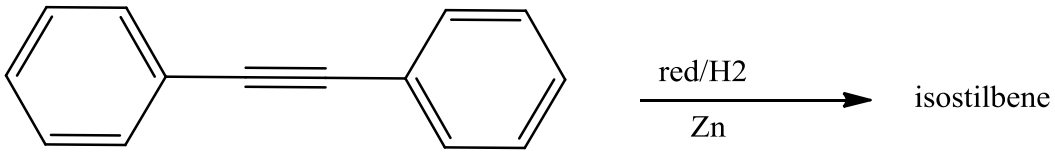
1-تحويل الاستلبين الي ايزوستلبين



Stilbene
tranc1,2 diphenylethylene

Isostilbene
cis 1,2 diphenylethylene

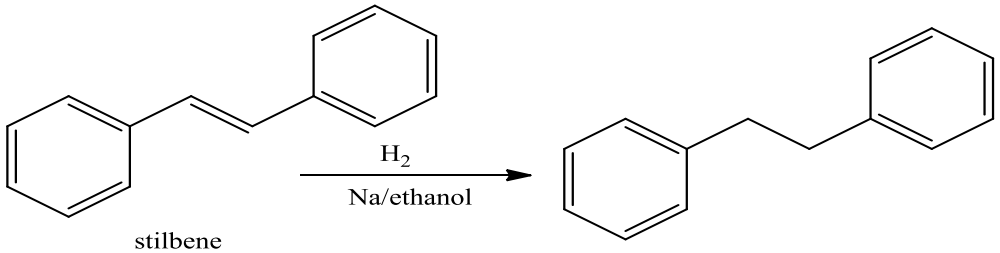
2-اختزال تولان 2- Reduction of tolane



diphenyl acetylene

التفاعلات

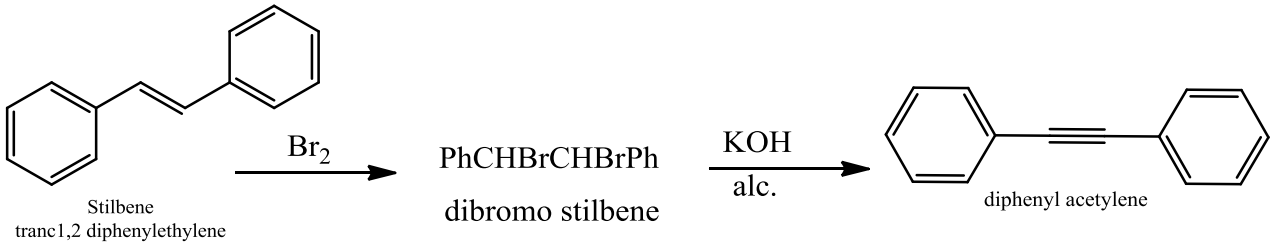
1- الاختزال في وجود الصوديوم والايثانول مكونا 1,2داي فينيل ايثان



stilbene

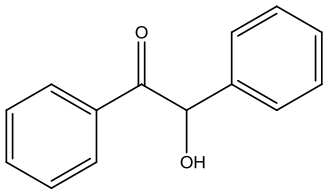
1,2 diphenylethane

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



Stilbene
tranc1,2 diphenylethylene

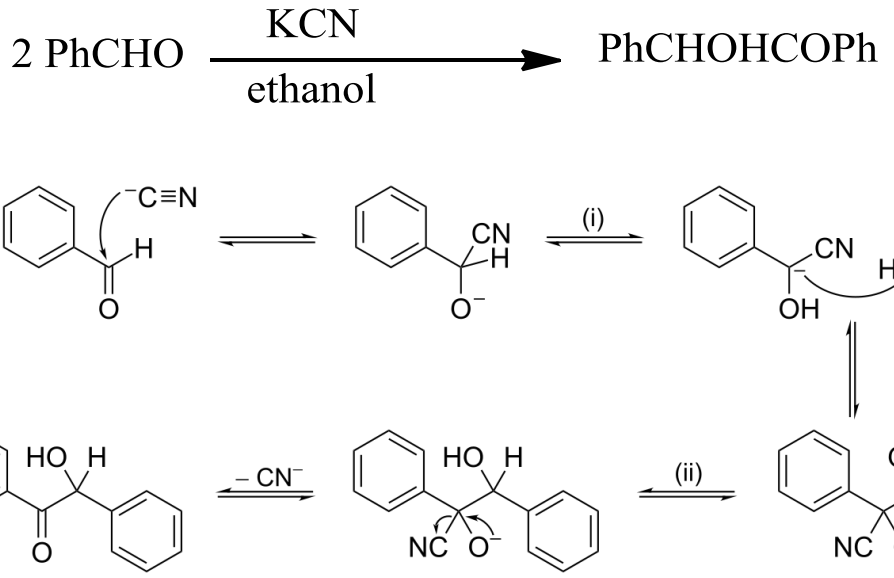
diphenyl acetylene



Benzoin

بنزوين Benzoin

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

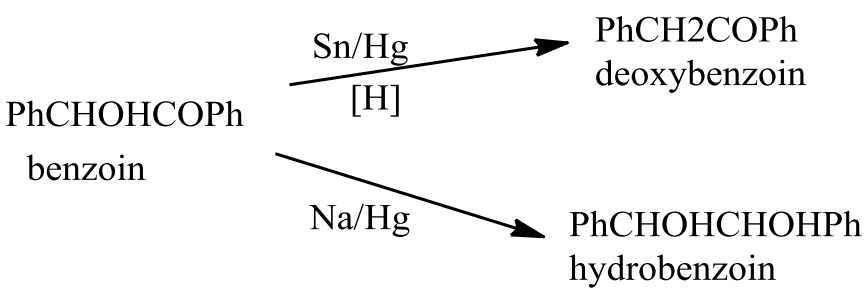


الخواص الكيميائية

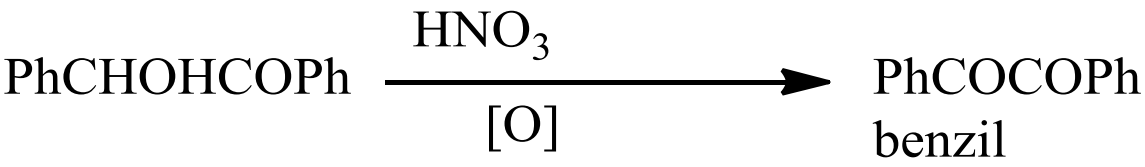
بنزوين له ايزومر اين دايول (endiol)

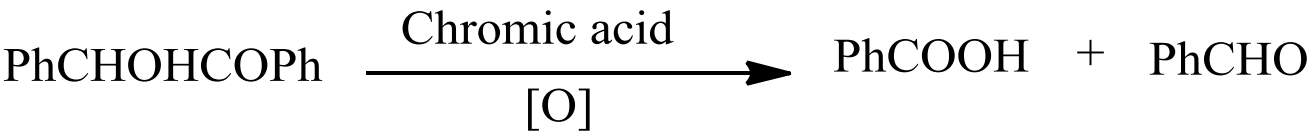
PhC(OH)=C(OH)Phوهو اقل ثباتا من بنزوين

2-الاختزال: يعتمد الناتج علي ظروف الاختزال .

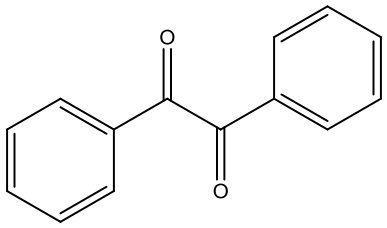


الاكسدة





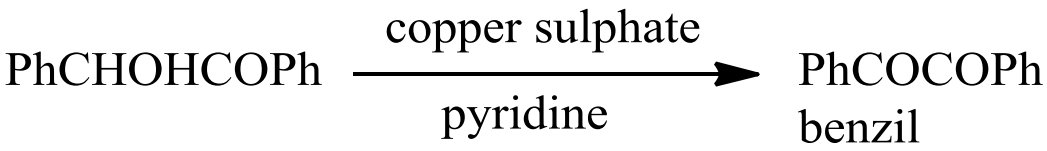
يتكون اوزازون عند تفاعل بنزوين مع فينيل هيدرازين وهو تفاعل مميز لوجود مجموعة- CHOHCO-



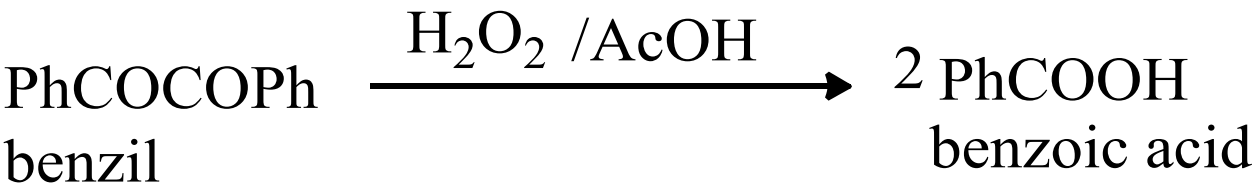
Benzil البنزيل

Benzil

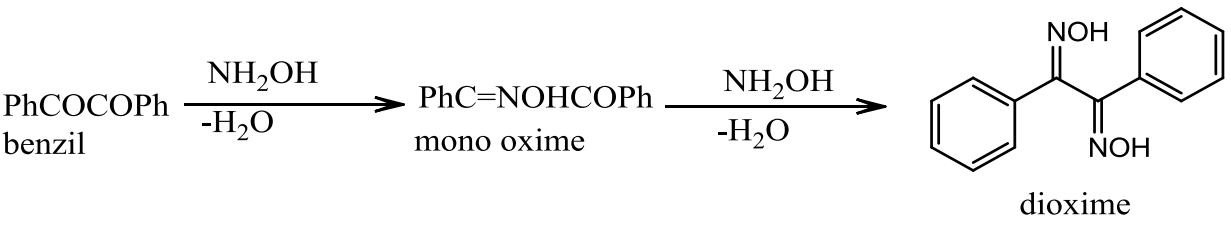
التحضير



التفاعلات 1-الاكسدة

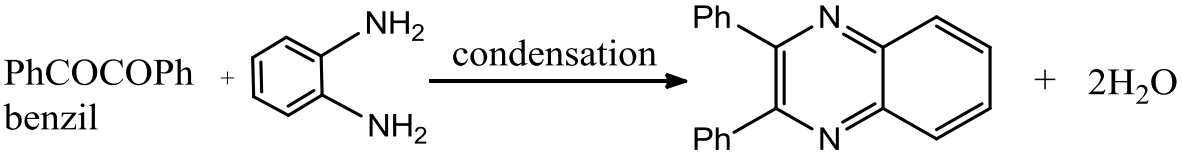


2-التكاثف مع هيدروكسيل امين

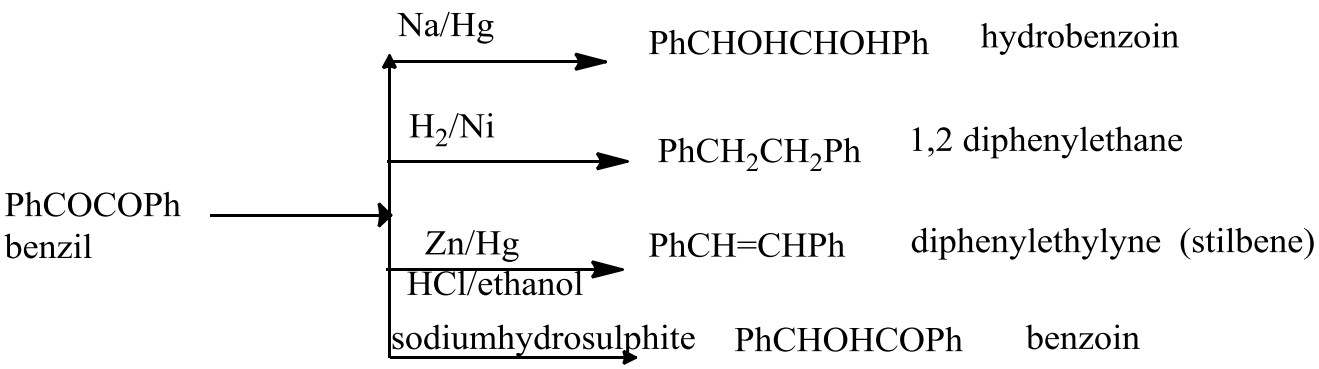


dioxime

3- مع اورثو فينيلين داي امين يكون 2,3 داي فينيل كينواوكزالين

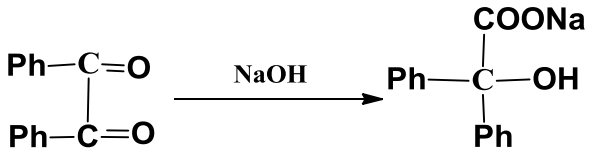


- الاختزال

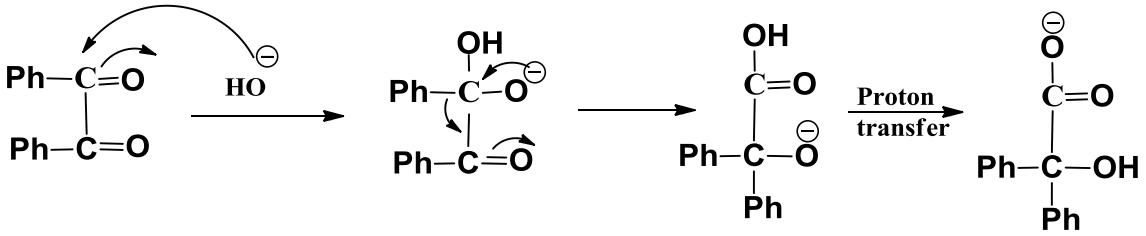


تعديل بنزيليك

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



Benzil **Benzilic acid salt**



اسئلة

اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس

1- من الهيدروكربونات العطرية عديدة النواة المعزولة:

ا- نفثالين 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:

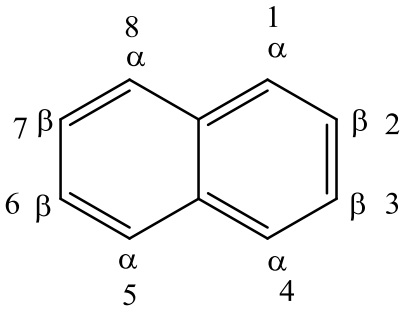
ا-داي فينيل ب– تريتان ج–ايزوستلبين د– هيدروبنزوين.

4- تكاثف 2جزيئ من البنزالدهيد في محلول كحولي من سيانيد البوتاسيوم ينتج:

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

Fused System الانظمة الملتحمة

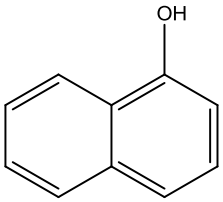
Naphthalene النفثالين



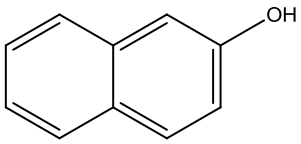
Naphthalene

Nomenclature

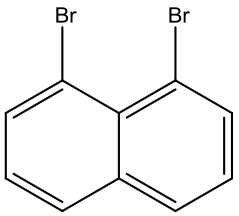
التسمية و الترقيم



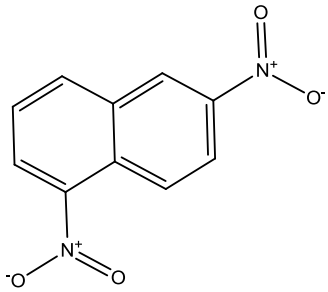
1-naphthol



beta naphthol
2-naphthol



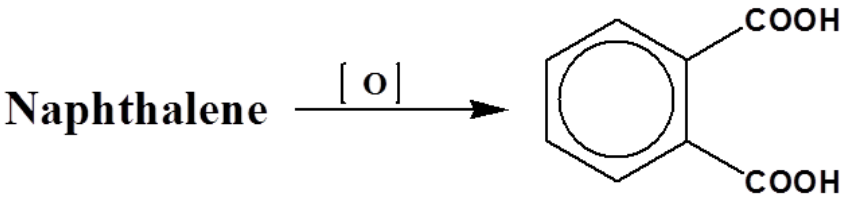
1,8dibromonaphthalene



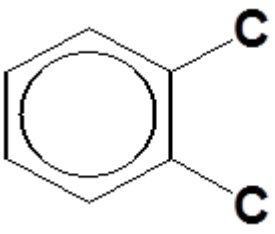
2,5dinitro naphthalene

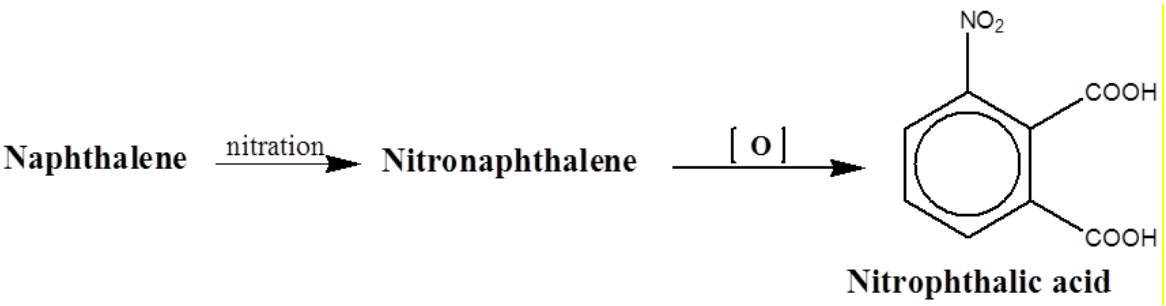
تركيب النفثالين Structure of naphthalene

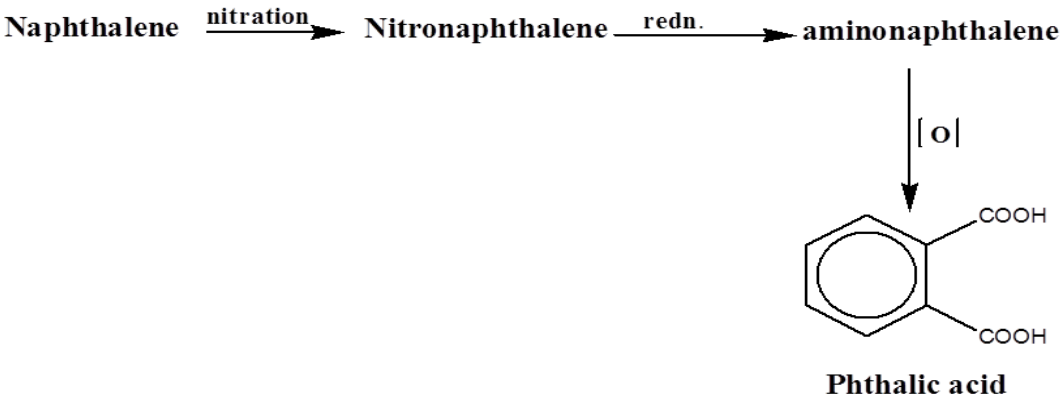
الصيغة الجزيئية Molecular formula ($C_{10}H_8$)



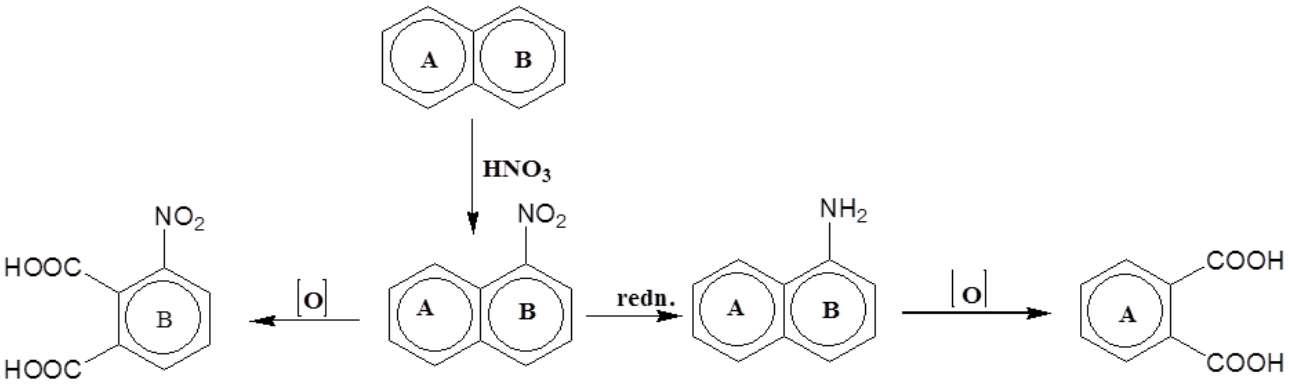
Phthalic acid







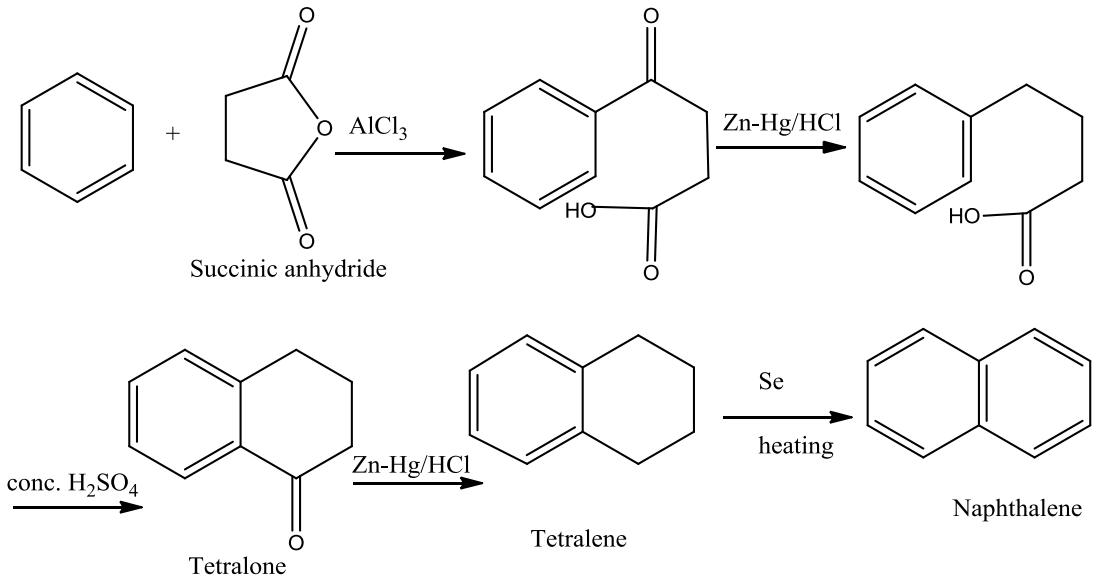
اكسدة النفثالين تكون حمض الفيثاليك وهذا يدل علي احتوائه علي حلقة بنزين بها سلسلتين جانبيتين في الوضع اورثو لبعضهم



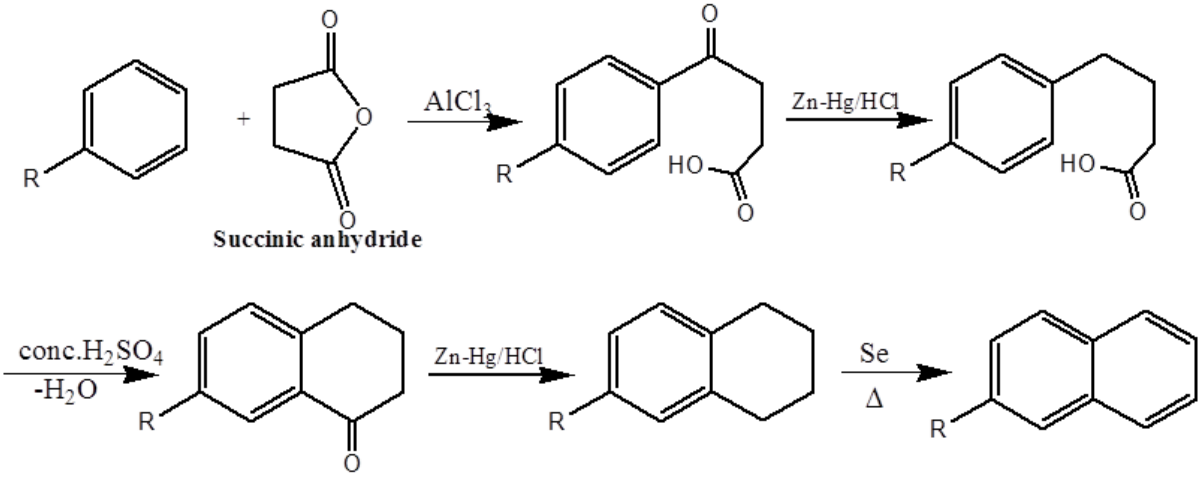
مما سبق يتضح ان النفثالين يتكون من حلقتي بنزين ملتحمتين في الوضع اورثو

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

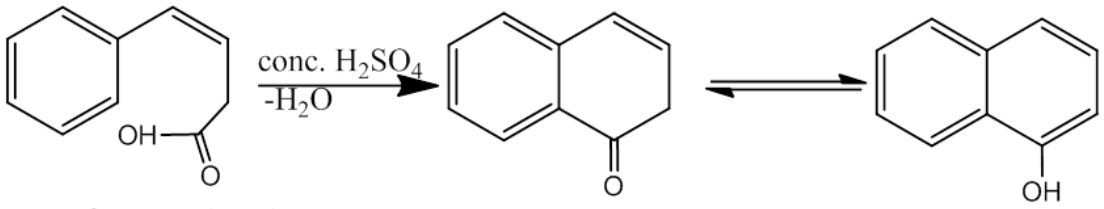
Preparation of naphthalene



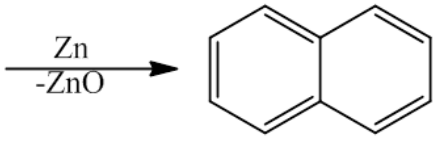
Preparation of alkyl naphthalene



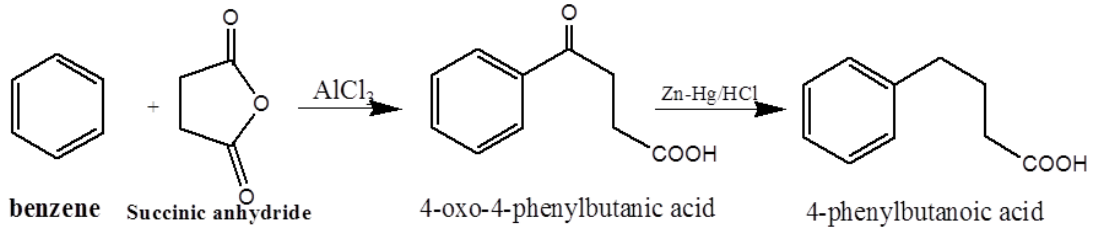
تحضير الكيل نفثالين



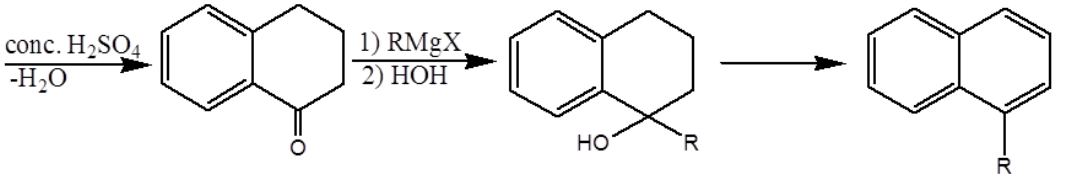
4-phenyl-3-butenoic acid



naphthalene

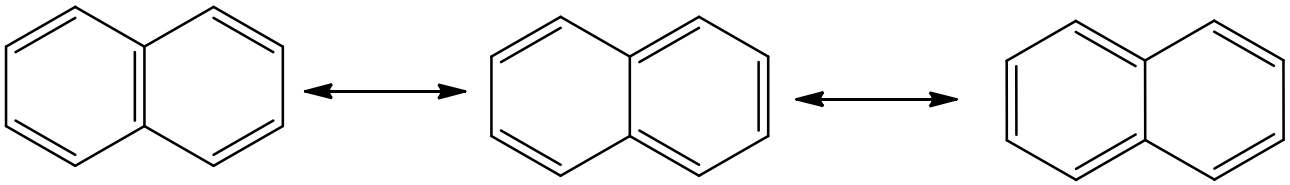


benzene **Succinic anhydride** 4-oxo-4-phenylbutanic acid 4-phenylbutanoic acid

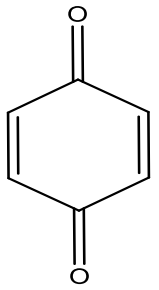


1-tetralone 1- Alkyl naphthalene

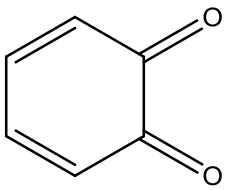
Position of double bond - Fries Rule موضع الروابط المزدوجة – قاعدة فريز



1 2 3



p-benzoquinone



orthobenzoquinone

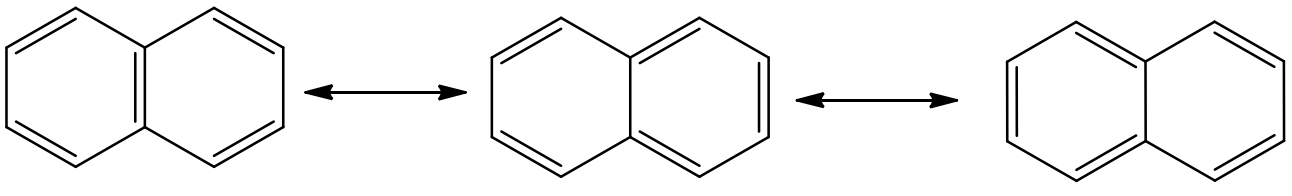
لكينونات هي مركبات نشطة ومثال اورثو بنزوكينون

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

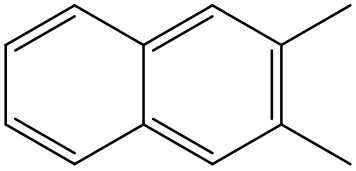
ترتيب كينوني وبالتالي يكون الشكل 1 هو اكثر ثباتا وممثلا للنفثالين لانه يحتوي حلقتين لهما ترتيب بنزيني .

دراسة النفثالين بالاشعة السينية اوضح ان الحلقتين في نفس المستوي

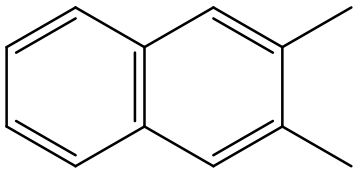
وان النفثالين هو هجين من التراكيب الالكترونية الثلاثة 1و2و3 وله طاقة رنين عالية



1 2 3



2,3dimethyl naphthalene



2,3dimethyl naphthalene

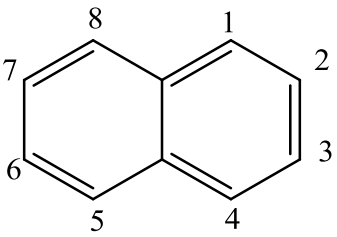
التحلل الاوزوني لمركب 2و3 ثنائي ميثيل نفثالين اعطي النواتج الاتية :

1- Glyoxal CHO-CHO 2- methyl glyoxal CH3CO CHO

3- dimethyl glyoxal CH3COCOCH3

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

Isomerism التشكل



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

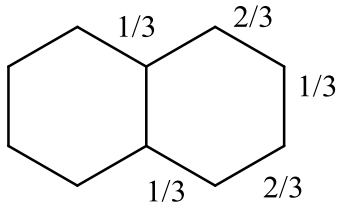
- 2,3,6 and 7(beta poisitions)

Mono substitution products $C_{10}H_7X$ 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 $C_{10}H_2X_6$, 2for $C_{10}HX_7$,and 1for $C_{10}X_8$



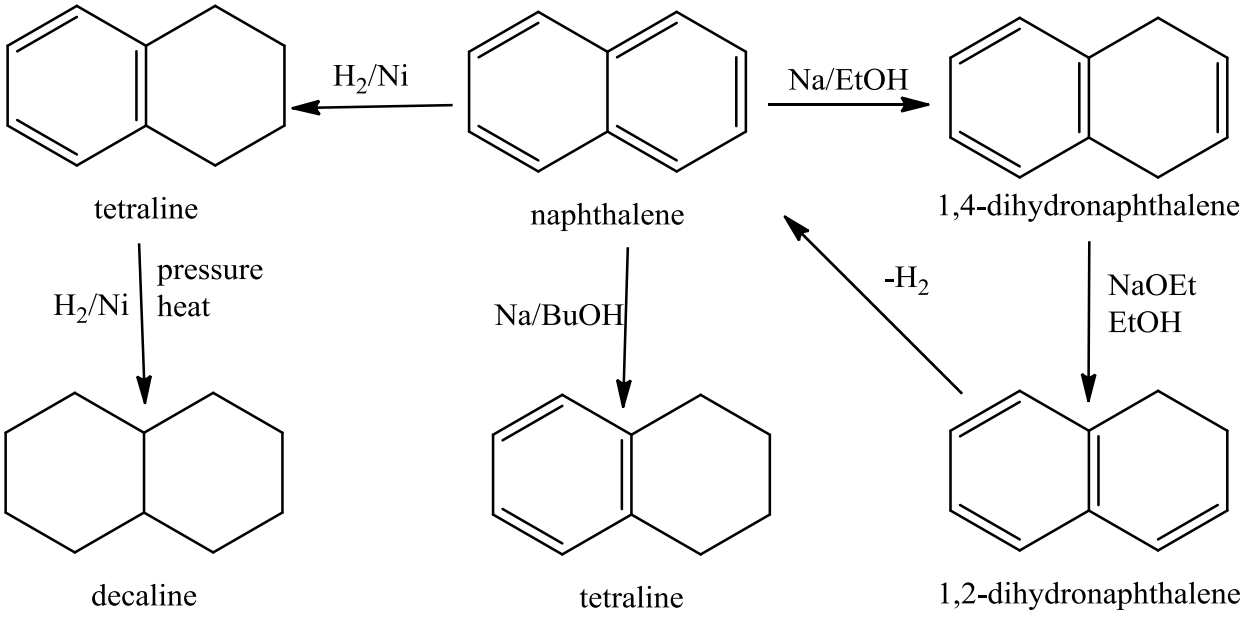
اثبتت الاشعة السينية ان الحلقتين في مستوي واحد وان الروابط تحمل نسب مختلفة الروابط المزدوجه

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

Properties ,position 2,3 contain1/3 from double bond Properties but benzene every bond contain ½ from double bond Properties .

تفاعلات الاضافة Addition reactions

اضافة الهيدروجين Addition of hydrogen

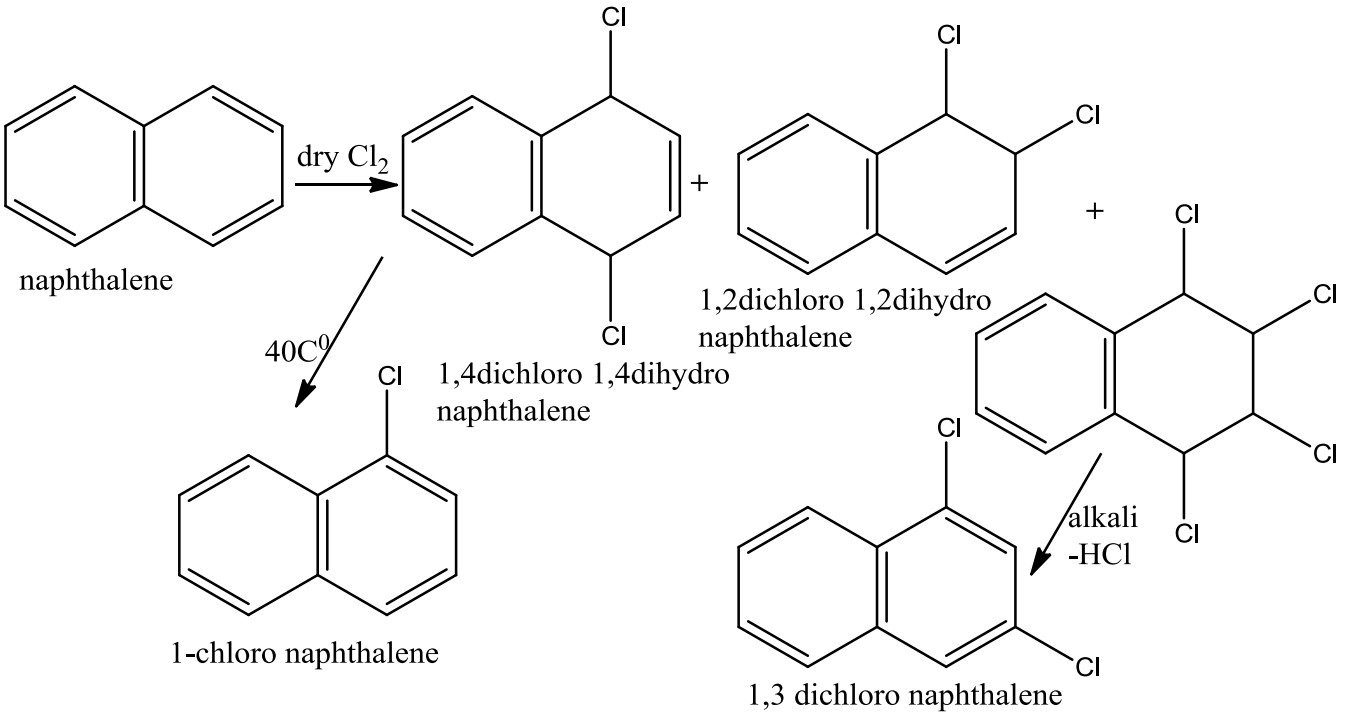


بعض استخدامات النفثالين

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

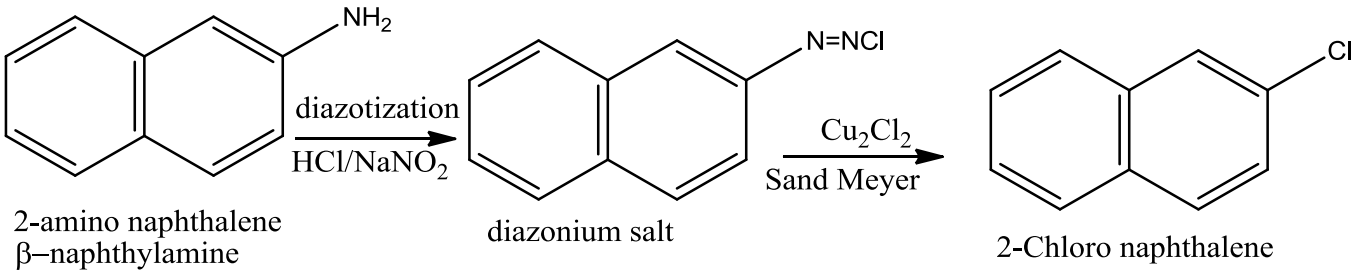
Addition of halogen (Cl_2)

اضافة الكلور



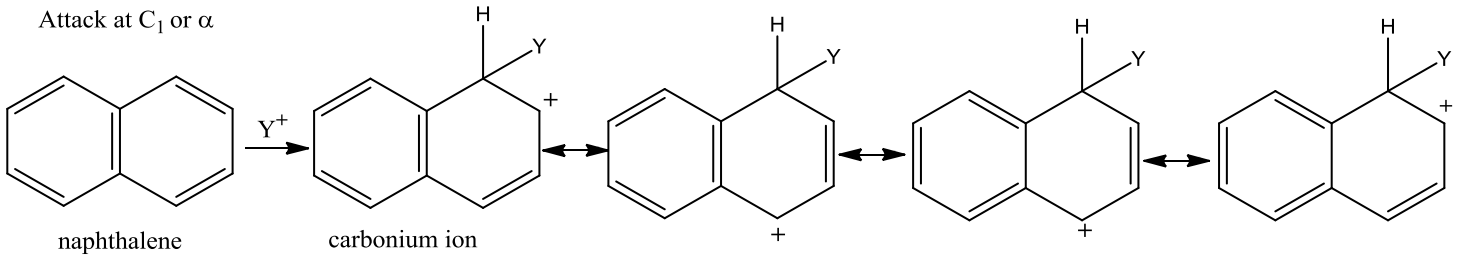
Preparation of 2-chloro naphthalene

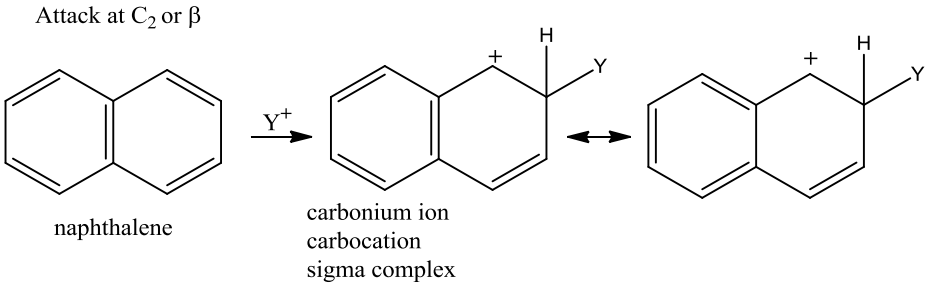
تحضير 2-كلورو نفثالين(indirect method)



Substitution reactions of Naphthalene

النفثالين - تفاعلات الاستبدال





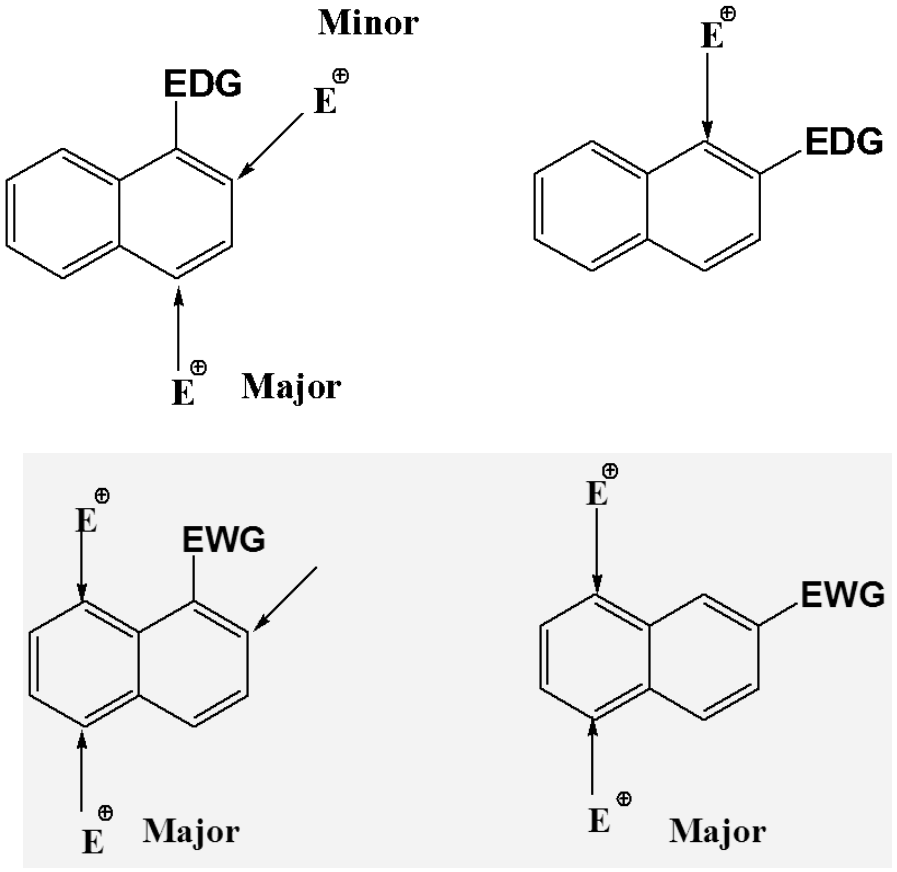
يختلف الاستبدال في النفتالين عنه في حالة البنزين لوجود حلقتين مندمجتين والموضع 1 اوα مفضل عن الموضع 2 اوβ وذلك لان الموضع 1 يختص ب 3/2 من خاصية الرابطة المزدوجة اما الموضع 2 فيختص ب3/1 من خاصية الرابطة المزدوجة و السبب الاخر انه عند المهاجمة بكاشف الكتر وفيلي في الموضع 1اوα يكون عدد التراكيب الالكترونية (ايون كربونيوم كحالة وسطية)اكثر منه في حالة الهجوم بكاشف الكتر وفيلي علي الموضع **2 او** β **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 $NHCOCH_3$,NHR, Cl,Br,OH,CH_3 is in the 1- position homonuclear substitution take place mainly in position 4 and lesser in position 2 .

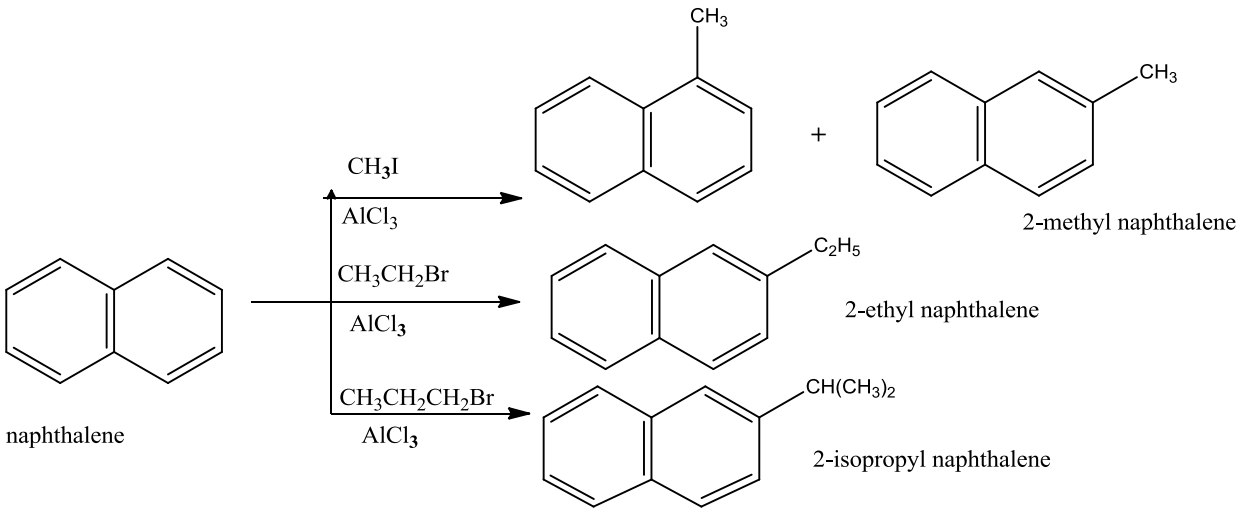
b) When $NHCOCH_3$,NHR, Cl,Br,OH,CH_3 is in the 2- position homonuclear substitution take place in the 1 position.

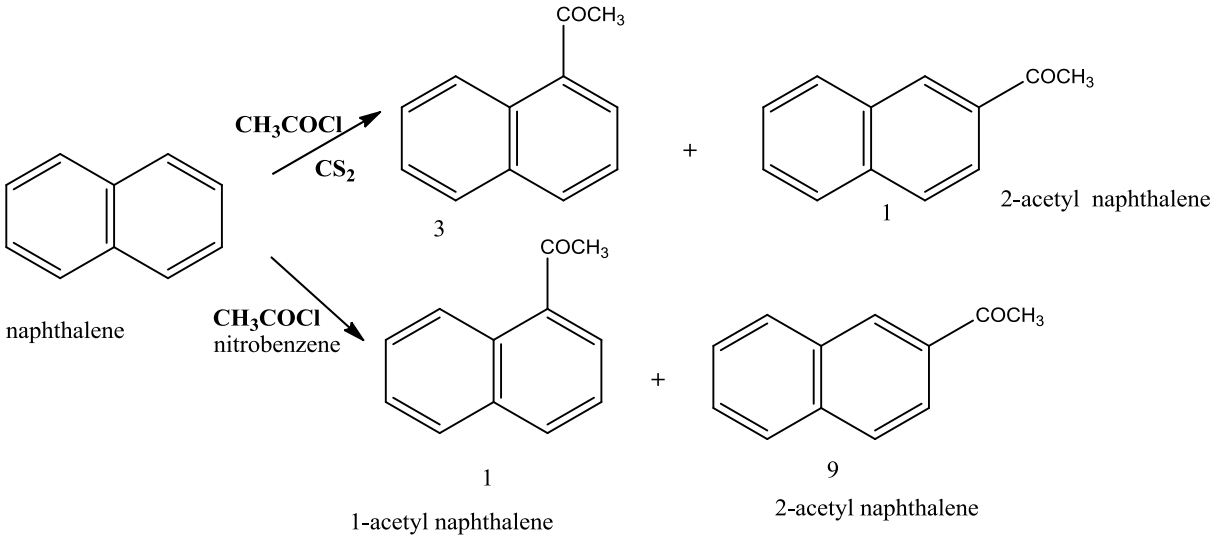
c)When -NO2,-SO3H,-CH2Cl in the position 1 or 2 heteronuclear substitution occurs in position 5 or 8 .

امثلة علي تفاعلات الاستبدال الالكتروفيلي
reactions Examples of electrophilic substitution

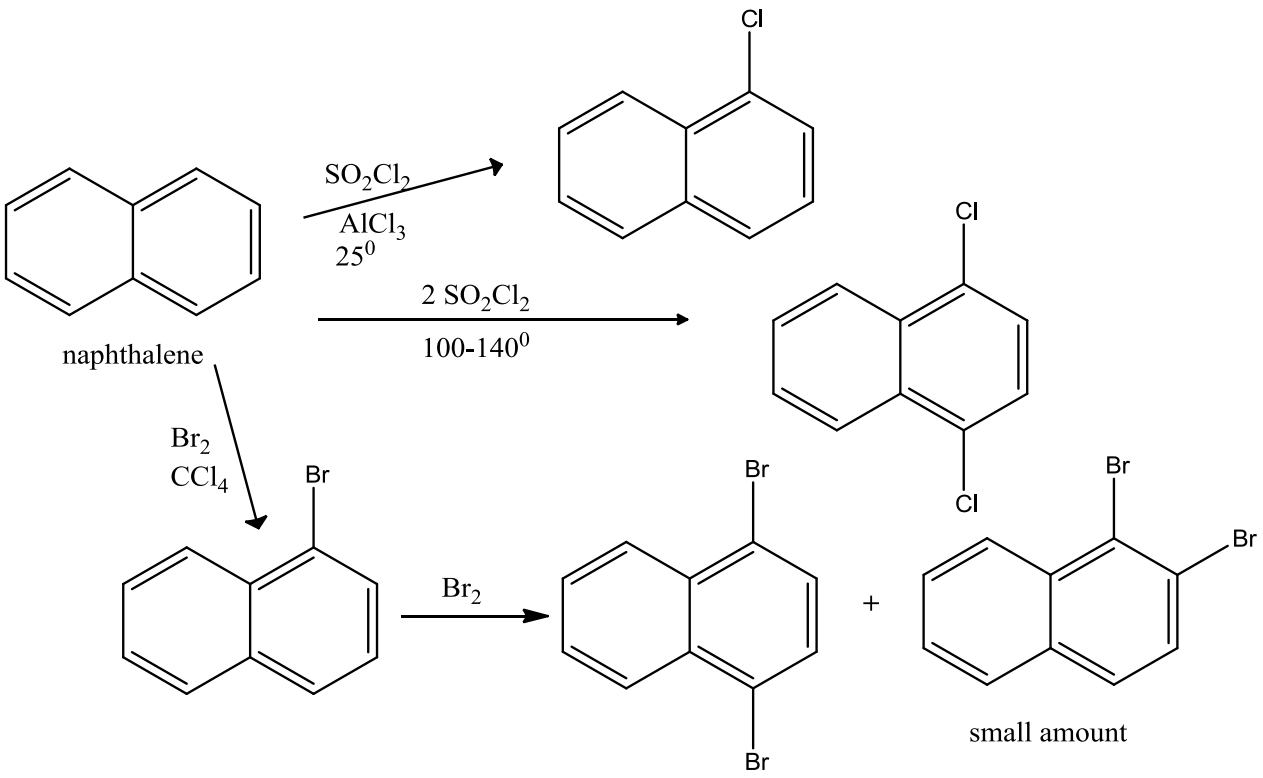
Alkylation and acylation(Friedel-Craft)

الالكلة والاسيلة (فريدل –كرافت)



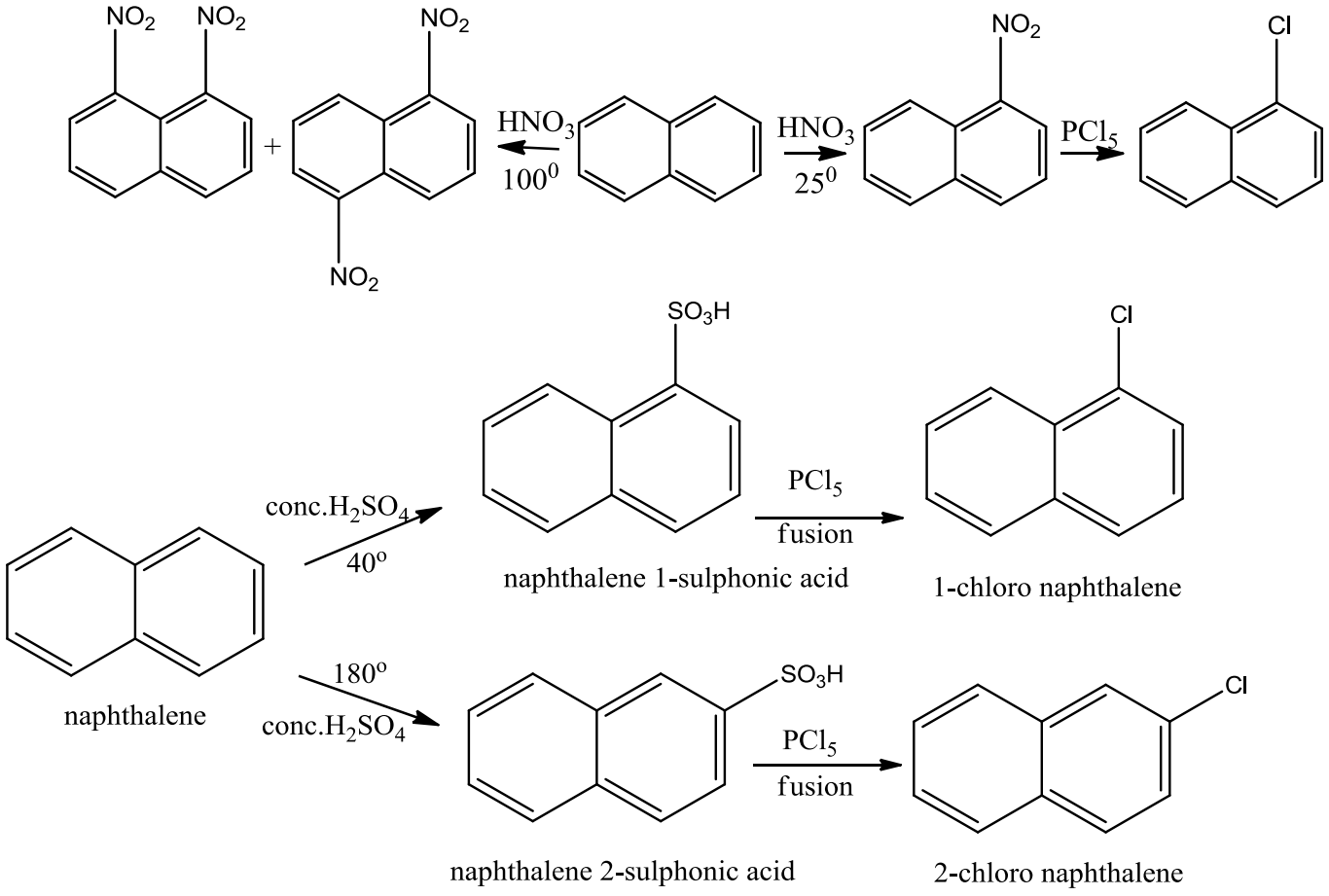


الهلجنةHalogenation

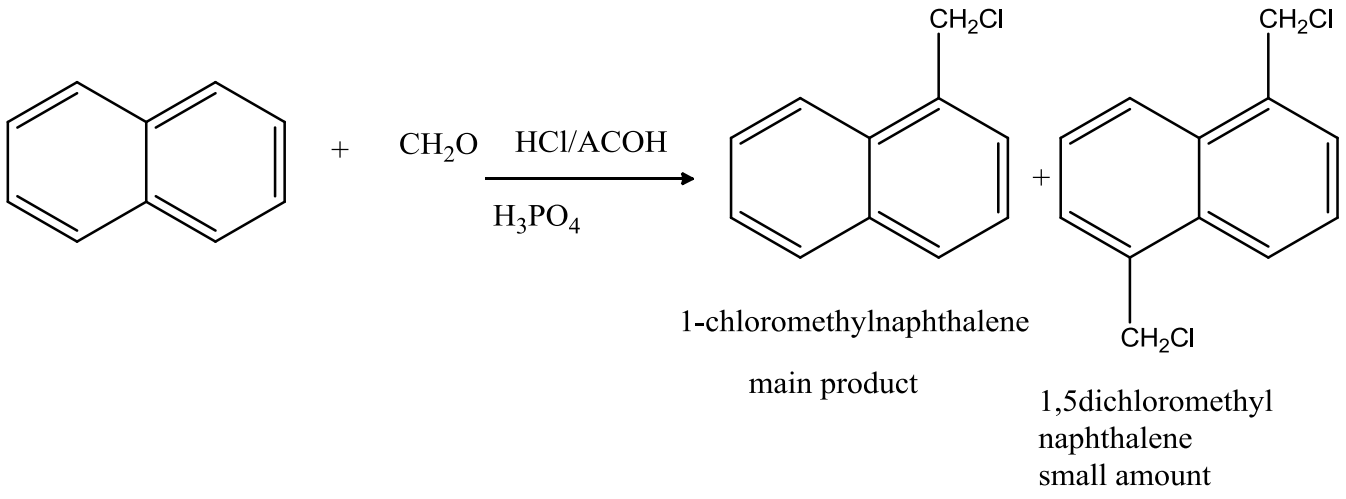


Nitration Sulphonation

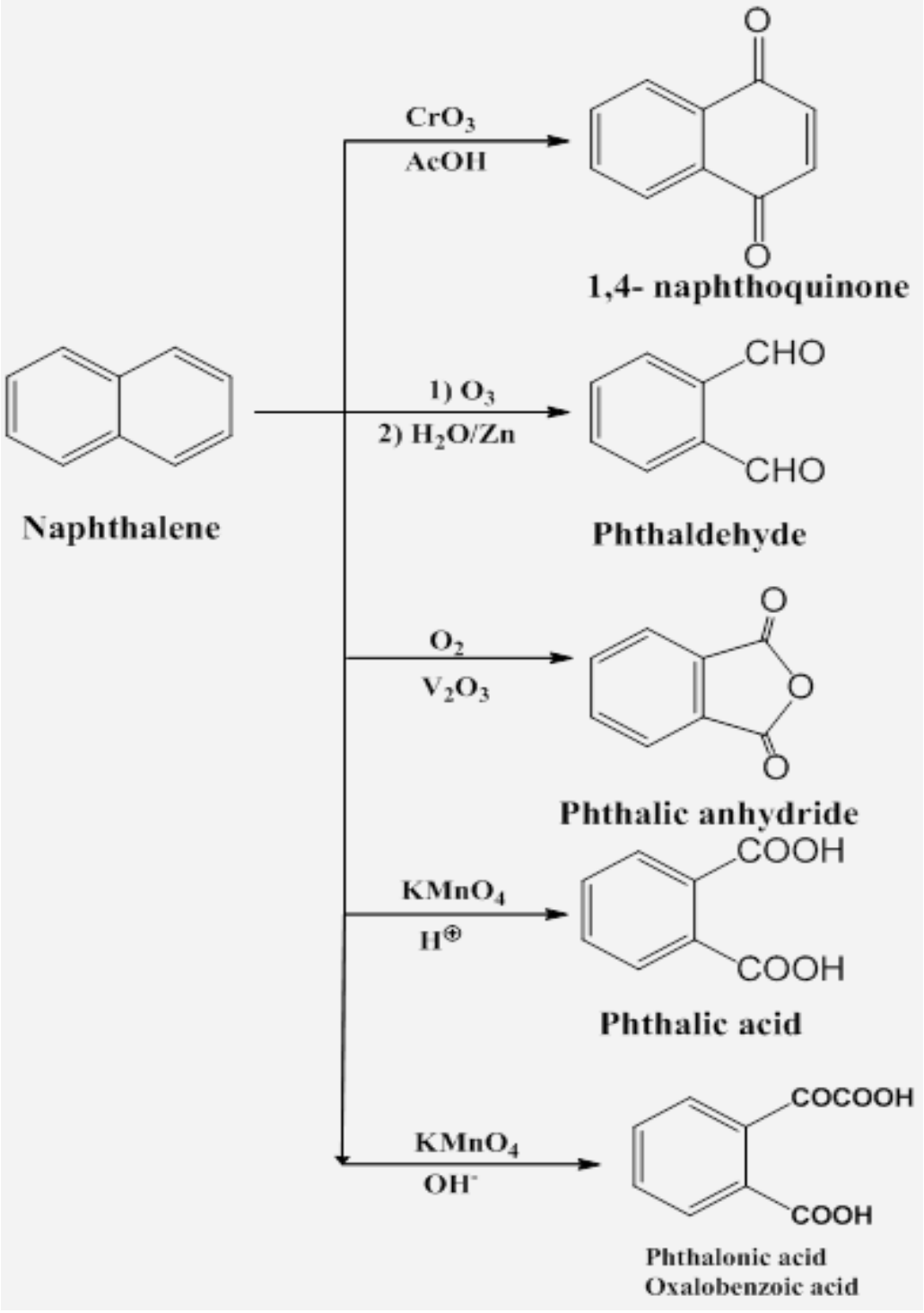
النيترة السلفنة



Chloro methylationكلور ومثيلة



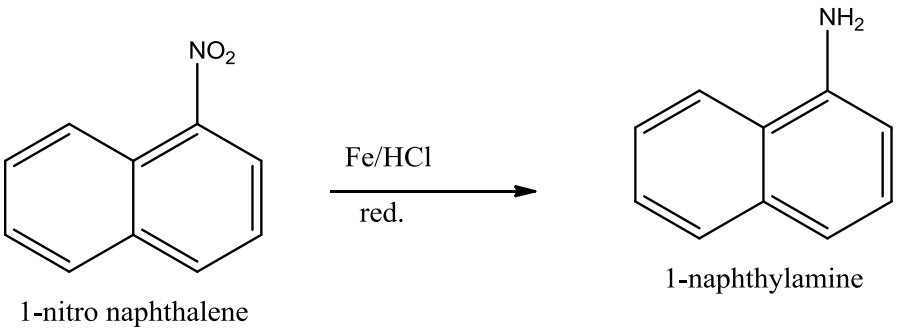
Oxidation الاكسدة



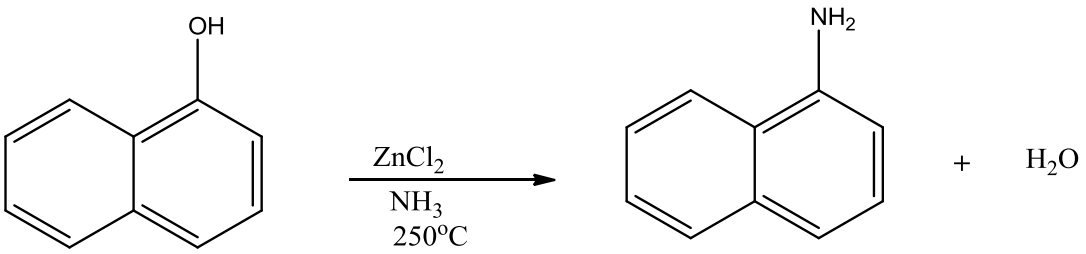
Naphthylamine نفثايل امين

1- Naphthylamine (α-naphthylamine) 1-amino naphthalene

1- نفثايل امين الف نافثايل امين 1-امينو نفثالين



1-nitro naphthalene 1-naphthylamine

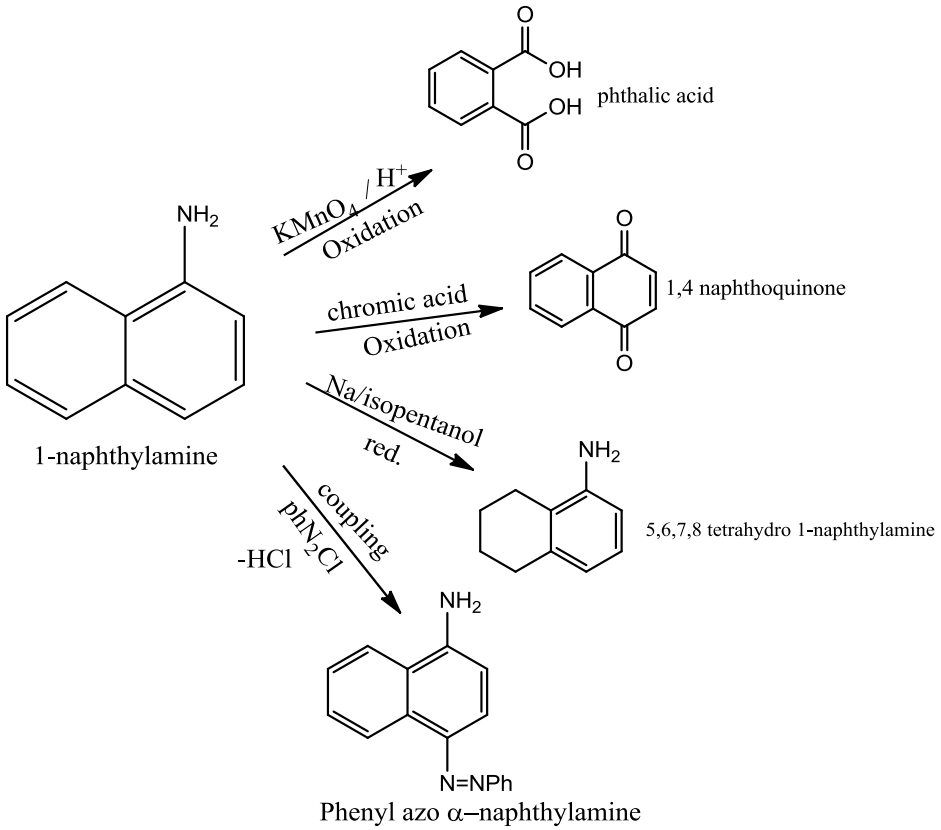


1-naphthol 1-naphthylamine

Properties of 1-naphthylamine الخواص

1-Reduces ammonical silver nitrate.

2-Solution of its salts gives a blue ppt. with $FeCl_3$.

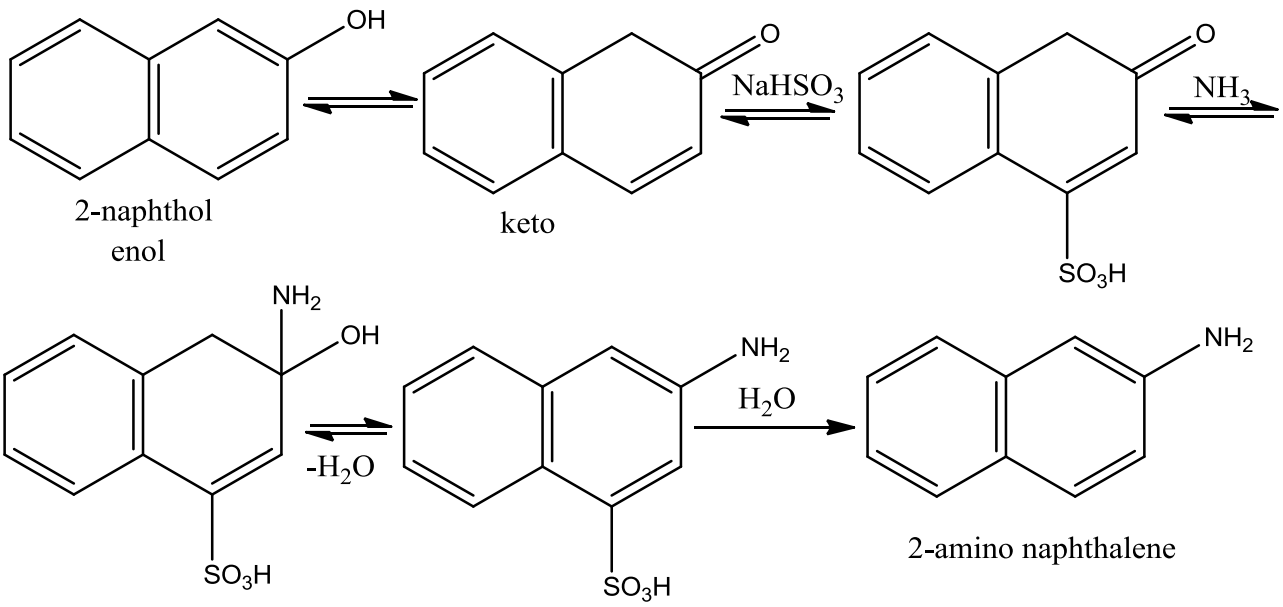


2-naphthylamine (β-naphthylamine) 2-amino naphthalene
2-نفثايل امين (بيتا نافثايل امين) 2-امينو نفثالين

تفاعل بوشرر Bucherer reaction

يتم تحضير بيتا نافثيل امين بشكل غير مباشر بتفاعل بيتا نافثول مع بيكبريتيت الصوديوم والامونيا عند50درجة مئوية وضغط مرتفع.

Bucherer Reaction

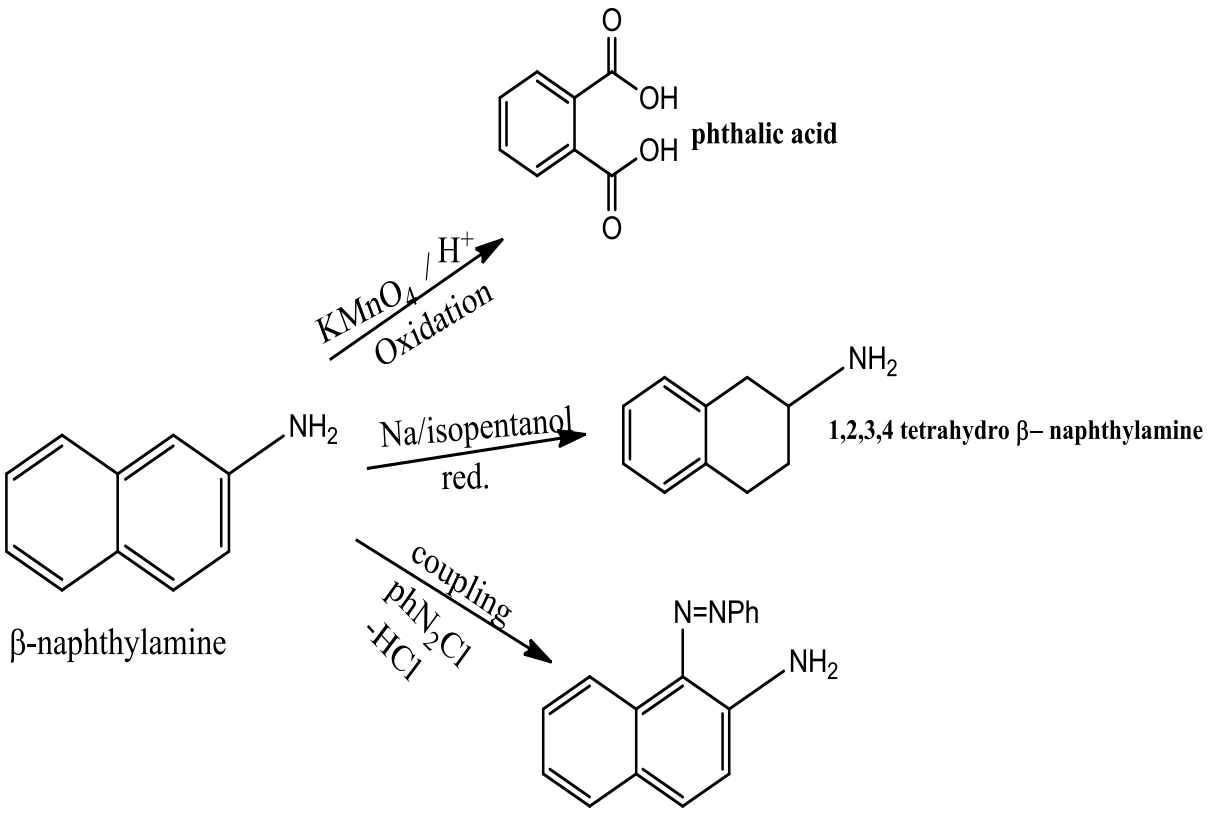


β -Naphthyl amine بيتا نافثيل امين

Properties الخواص

1-It reduces ammonical silver nitrate .

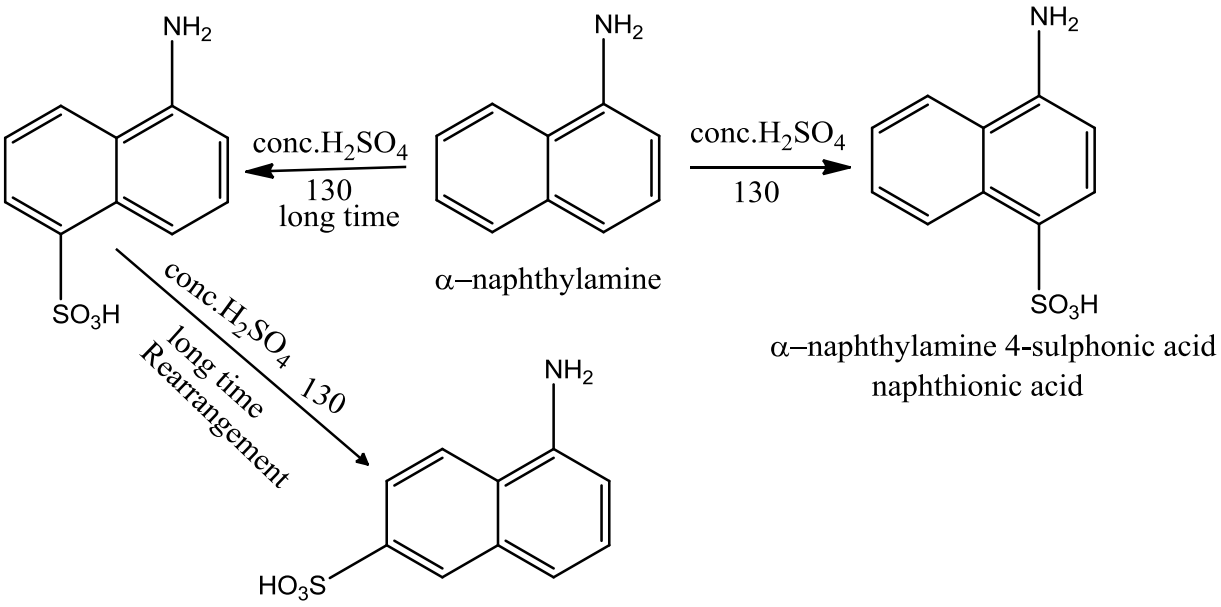
2-Solution of its salts gives no colouration with $FeCl_3$.



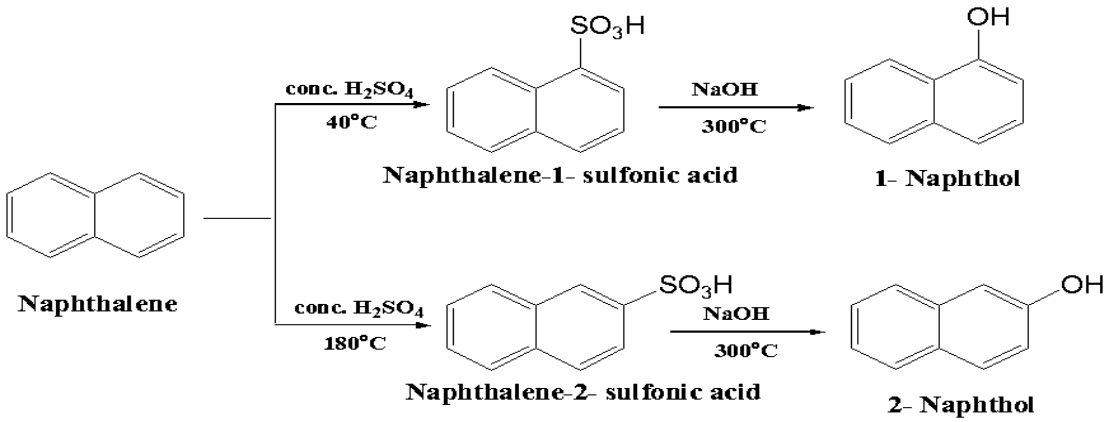
Phenyl azo β–naphthylamine

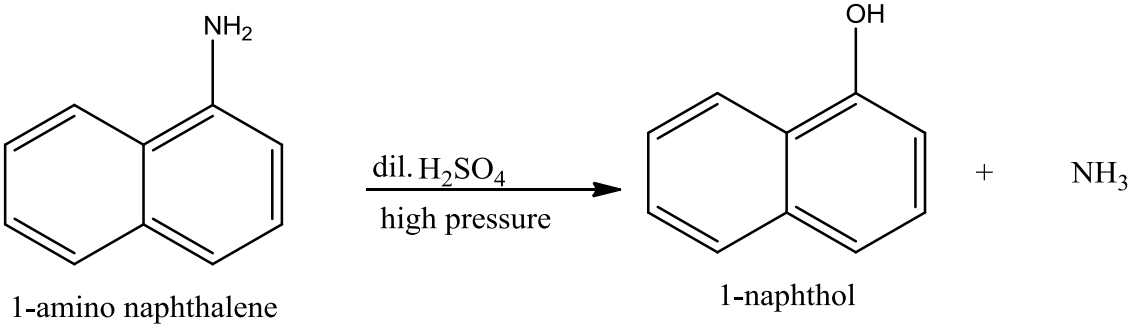
احماض السلفونيك لامينات النفثالين

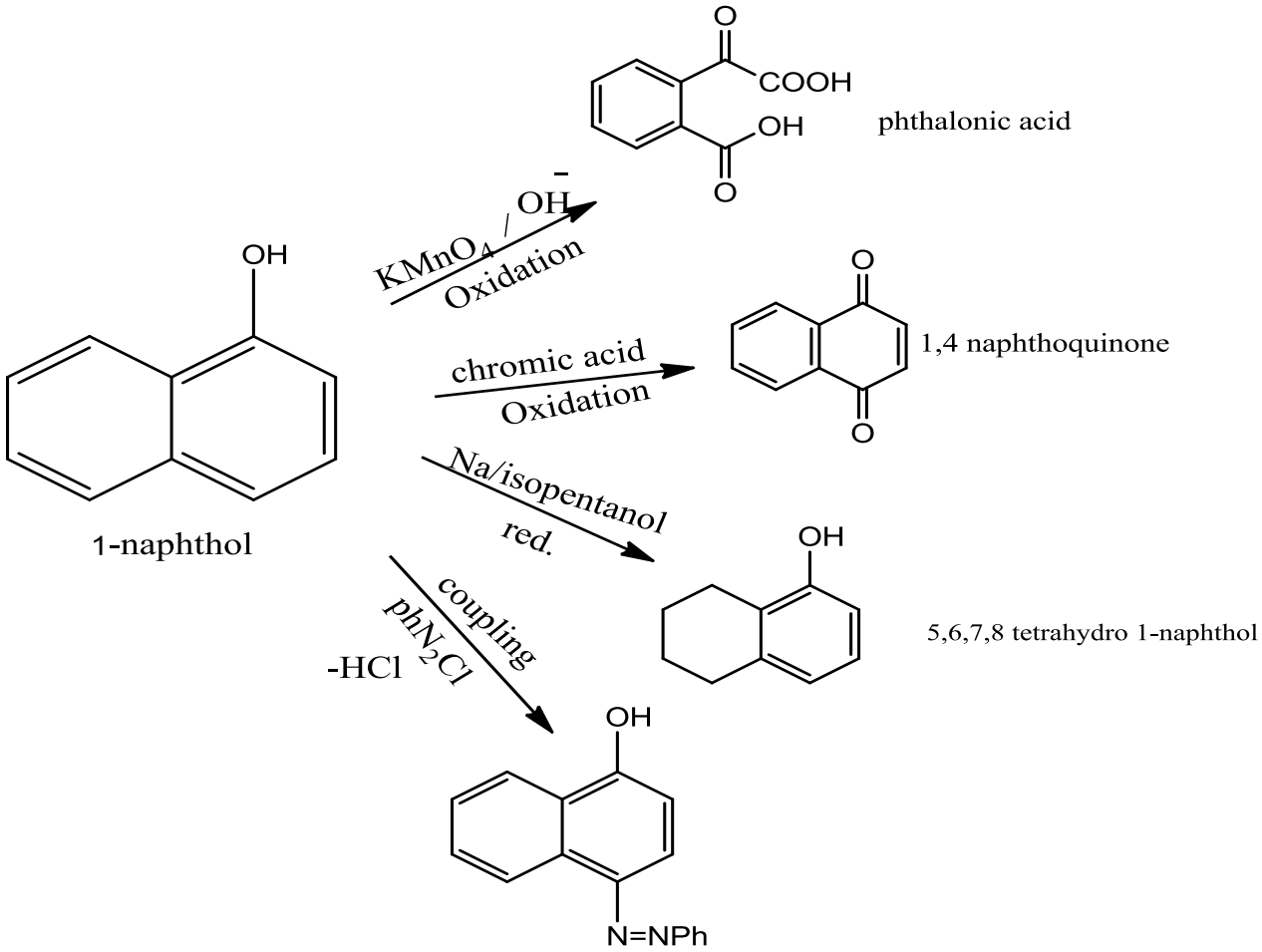
Naphthyl amine Sulphonic Acids

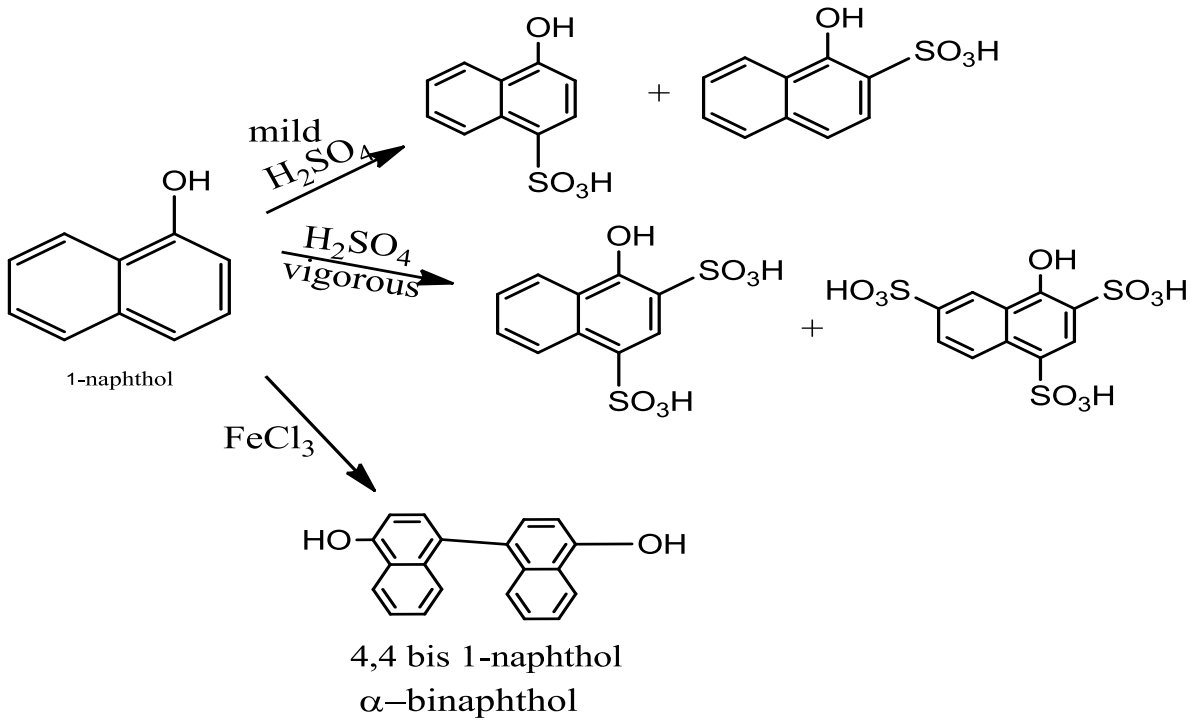


1-naphthol 2-naphthol Naphthols



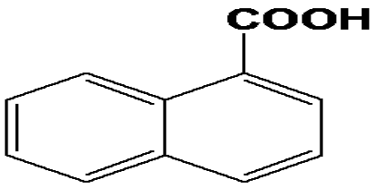



COOH
OH
phthalonic acid
OH
KMnO4 / OH⁻
Oxidation
1-naphthol
chromic acid
Oxidation
1,4 naphthoquinone
Na/isopentanol
red.
5,6,7,8 tetrahydro 1-naphthol
coupling
phN2Cl
-HCl
N=NPh
Phenyl azo α–naphthol

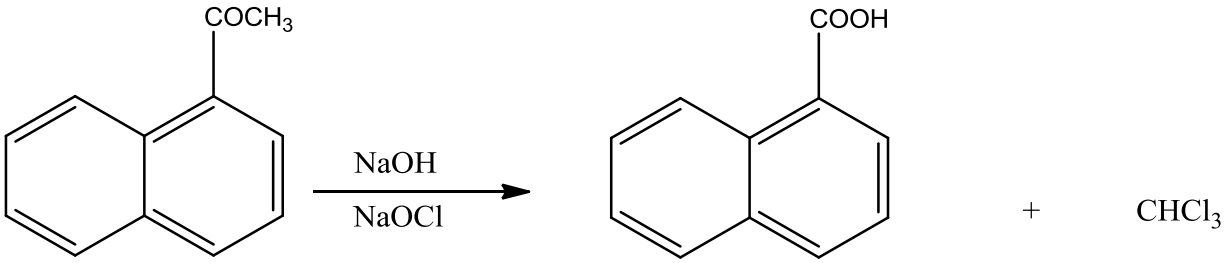

mild
H2SO4
SO3H
H2SO4
vigorous
HO3S
1-naphthol
FeCl3
HO
4,4 bis 1-naphthol
α–binaphthol

Naphthalene Carboxylic acid احماض النافثالين الكربوكسيلية

1-Naphthoic acid

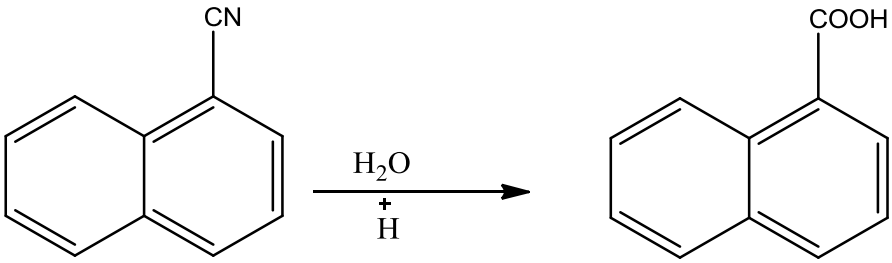


1- Naphthoic acid
or
α- Naphthoic acid



1-acetyl naphthalene

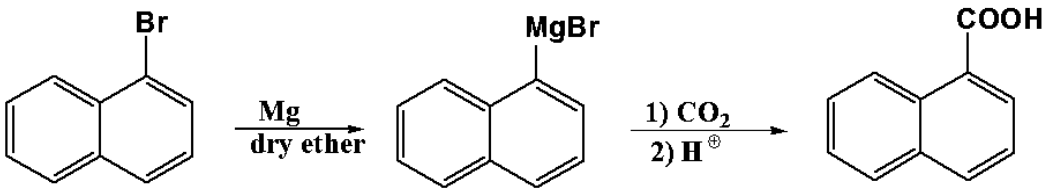
1-naphthoic acid
naphthalene1-carboxylic acid



1-cyano naphthalene

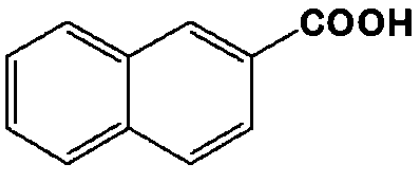
1-naphthoic acid
naphthalene 1-carboxylic acid

From bromo naphthalene Grignard



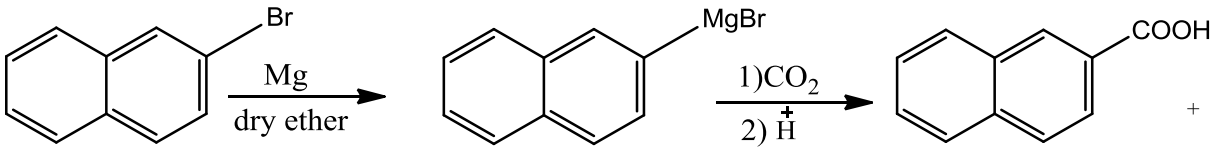
1- bromonaphthalene **1- naphthyl magnesium bromide** **1- Naphthoic acid**

Naphthalene 2-carboxylic acid) 2-Naphthoic acid



2- Naphthoic acid
or
β- Naphthoic acid

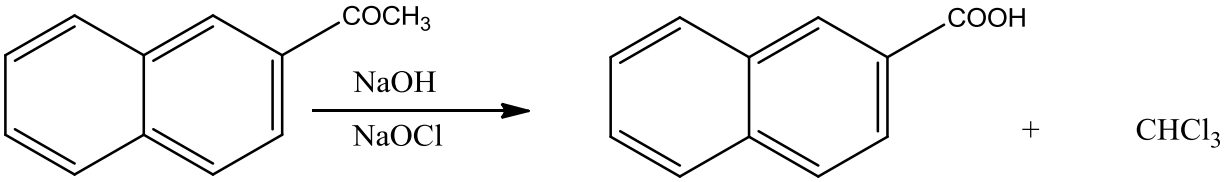
Preparation



2-bromo naphthalene

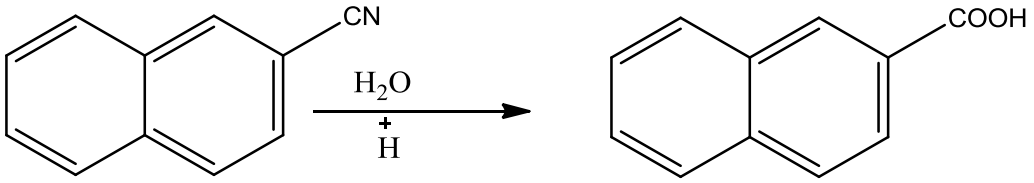
2-naphthyl magnesium bromide

2-naphthoic acid
naphthalene2-carboxylic acid



2-acetyl naphthalene

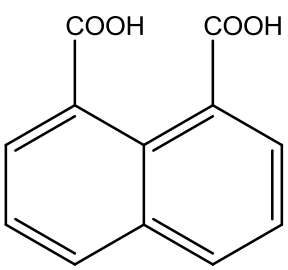
2-naphthoic acid
naphthalene2-carboxylic acid



2-cyano naphthalene

2-naphthoic acid
naphthalene2-carboxylic acid

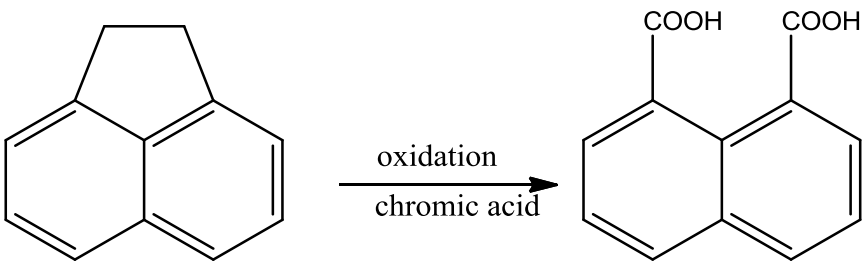
Naphthalic acid
حمض النفثاليك



naphthalic acid
naphthalene 1,8 dicarboxylic acid

يحضر باكسدة اسينافثين بحمض الكروميك .

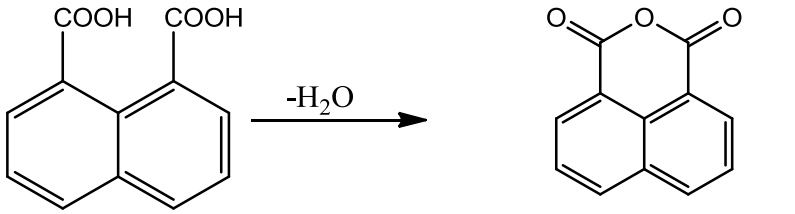
Prepared by oxidation of acenaphthene



acenaphthene

naphthalic acid
naphthalene 1,8 dicarboxylic acid

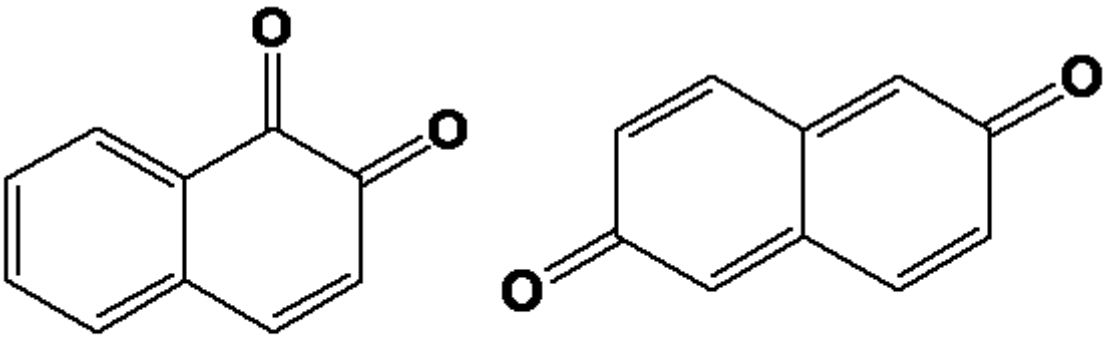
تكوين انهيدريد Formation of anhydride



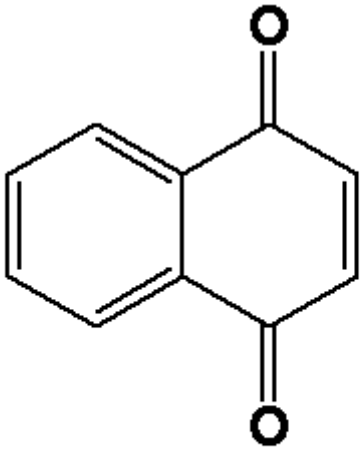
naphthalic acid
naphthalene 1,8 dicarboxylic acid

naphthalic anhydride

Naphthaquinones



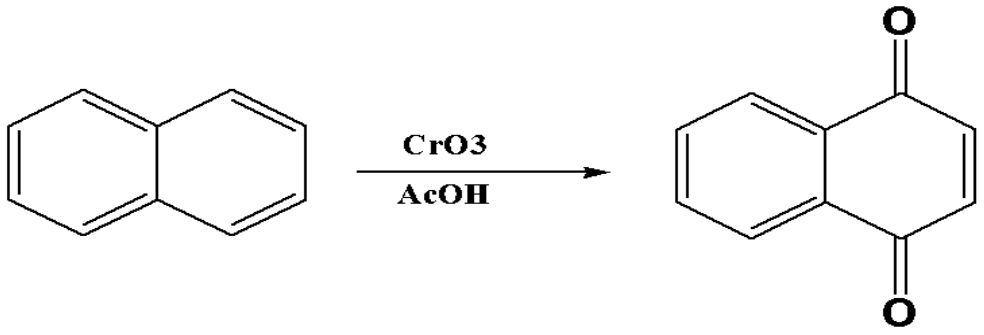
1,2- Naphthaquinone 2,6- Naphthaquinone



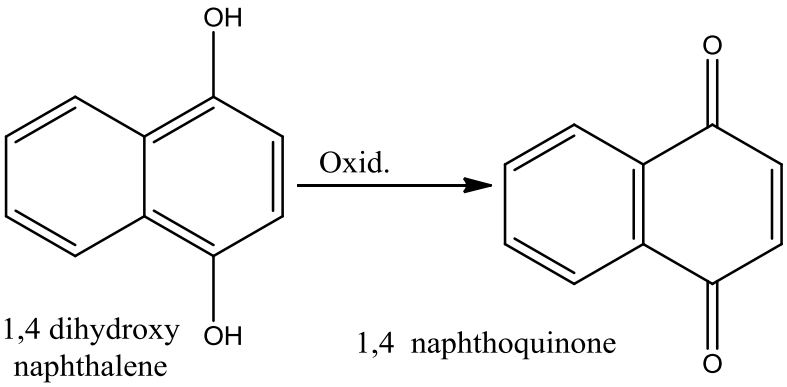
1,4- Naphthaquinone

Preparation of1,4 naphthoquinone

طرق تحضير1و4 نافثاكينون

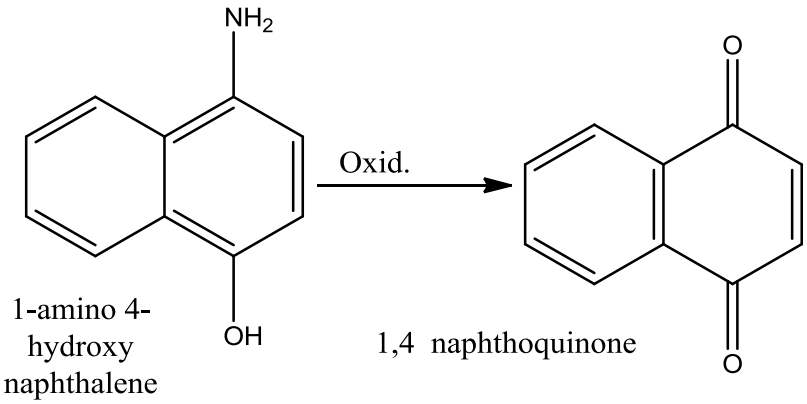


Naphthalene **1,4- Naphthaquinone**



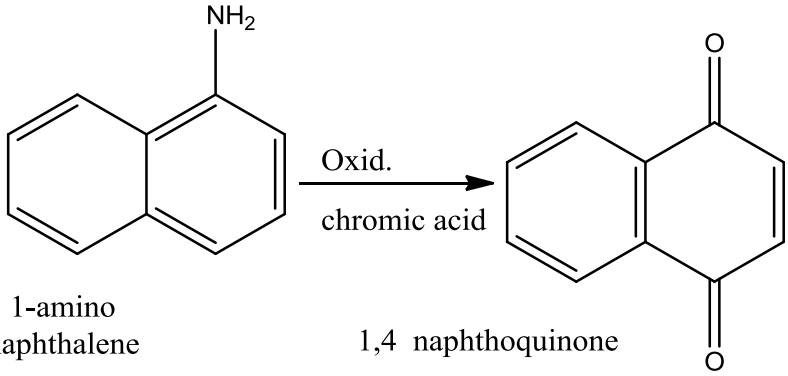
1,4 dihydroxy naphthalene

1,4 naphthoquinone



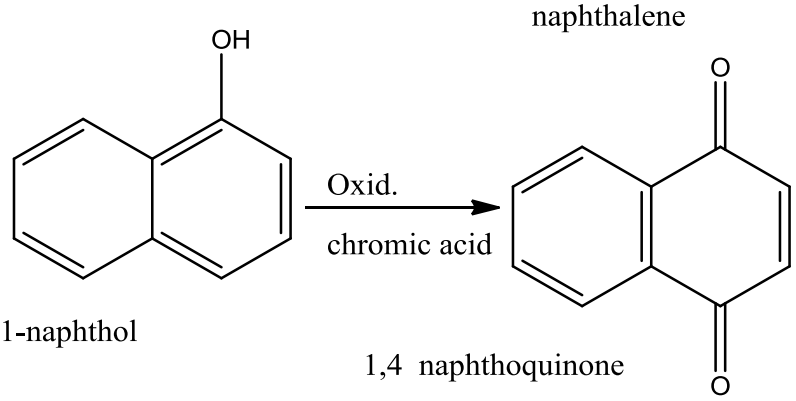
1-amino 4-hydroxy naphthalene

1,4 naphthoquinone



1-amino naphthalene

1,4 naphthoquinone

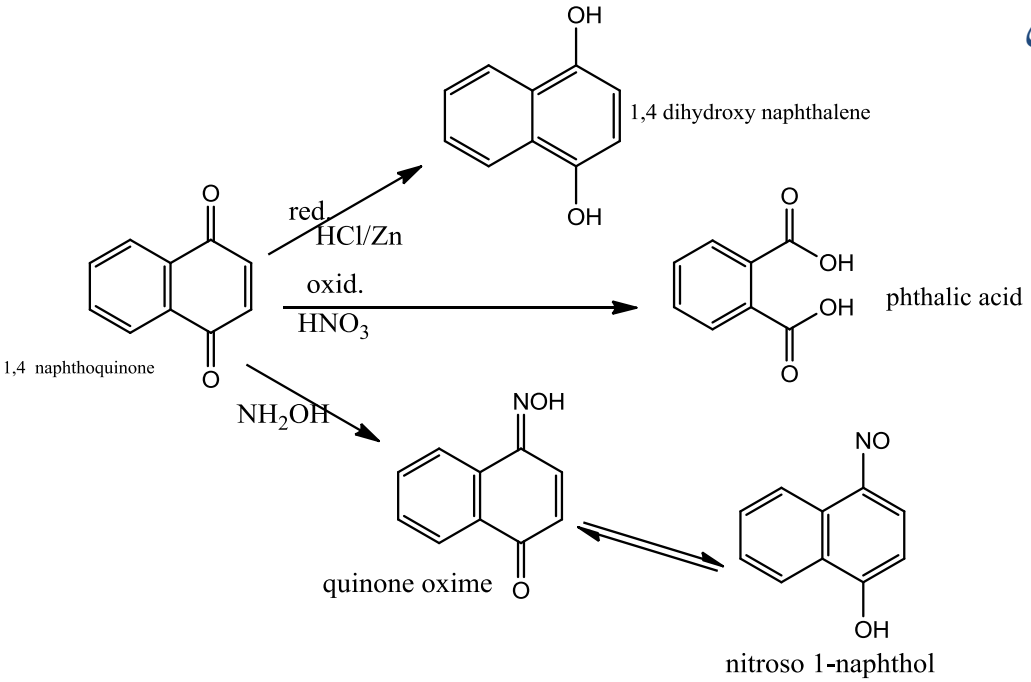


1-naphthol

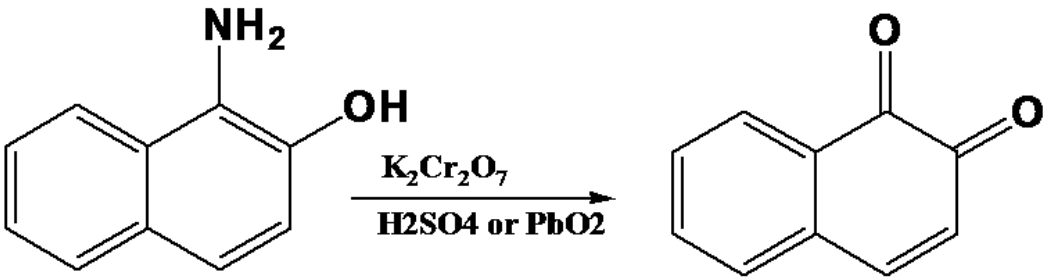
1,4 naphthoquinone

Reactions of 1,4naphthoquinone

تفاعلات 1,4 نافثوكينون

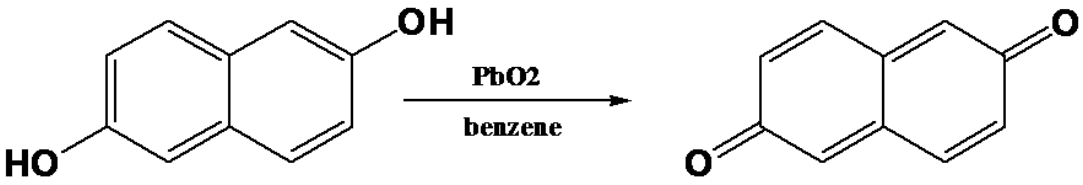


1,2Naphthoquinone (β-naphthoquinone

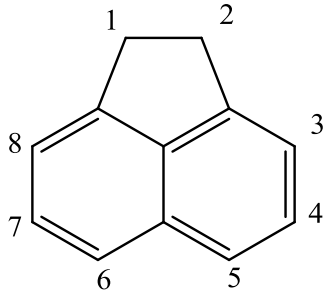


1- Amino- 2-naphthol **1,2- Naphthaquinone**

2,6- Naphthaquinone



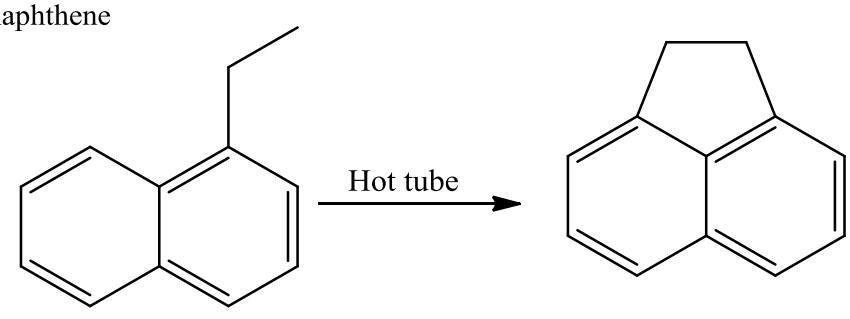
2,6- dihydroxynaphthalenel **2,6- Naphthaquinone**



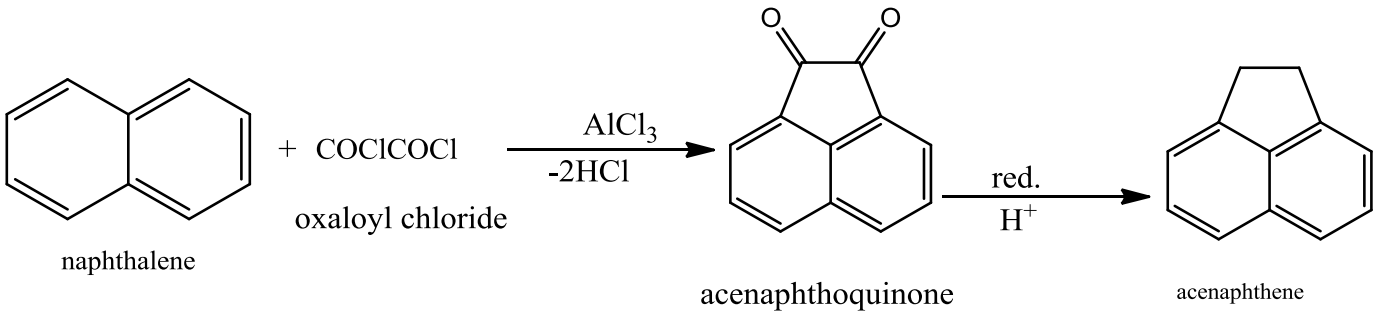
acenaphthene

اسينافثين Acenaphthene

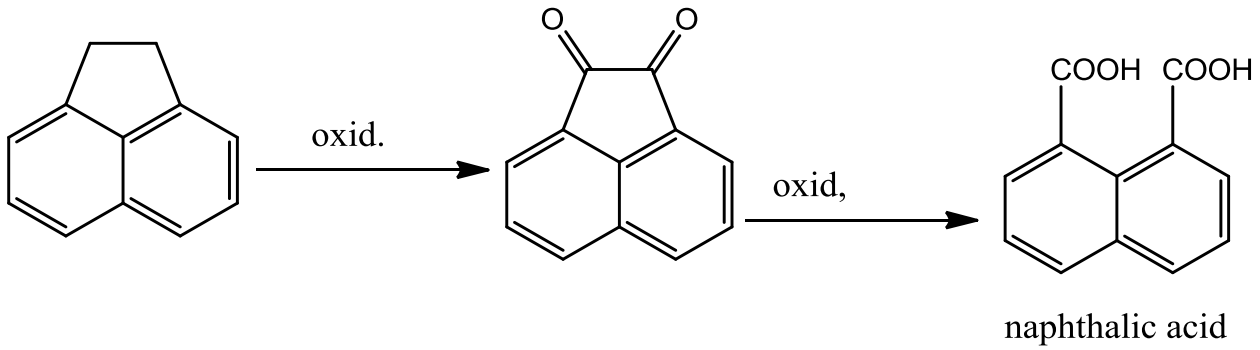
preparation

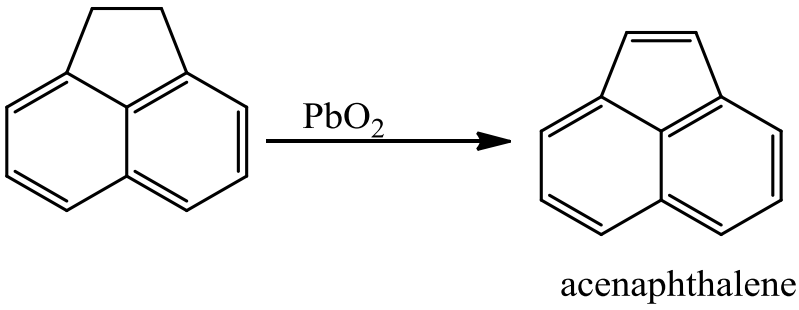


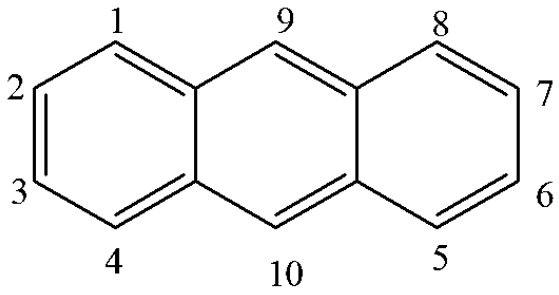
1- ethyl naphthalene acenaphthene



confirmation of the structure اثبات تركيب الاسينافثين







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

تركيب الانثراسين Structure of anthracene

1- الصيغة الجزيئية $C_{14}H_{10}$

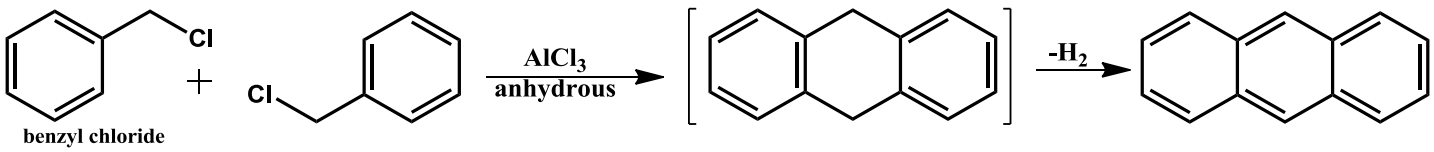
2- تفاعله مع البروم كون$C_{14}H_9Br$ والذي يعطي عند صهره مع هيدروكسيد البوتاسيوم مركب هيدروكسيد انثراسين ويعطي عند اكسدته خليط من حمض الفيثاليك وحمض اورثوبنزويل بنزويك وهذا يدل علي ان الانثراسين يحنوي علي الاقل حلقتين بنزين

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 .

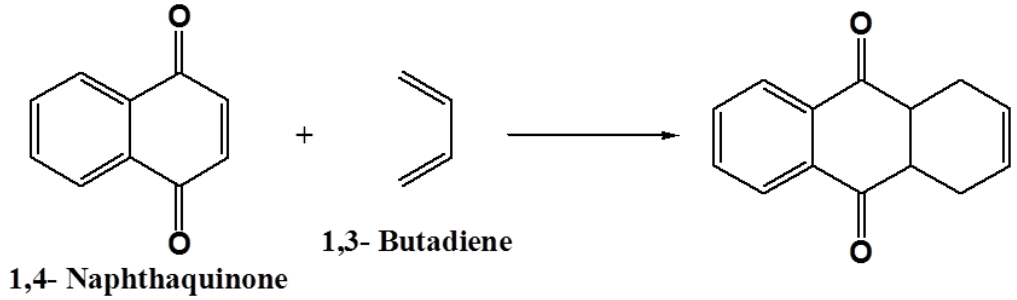
ويمكن اثبات التركيب عن طريق تحضيره

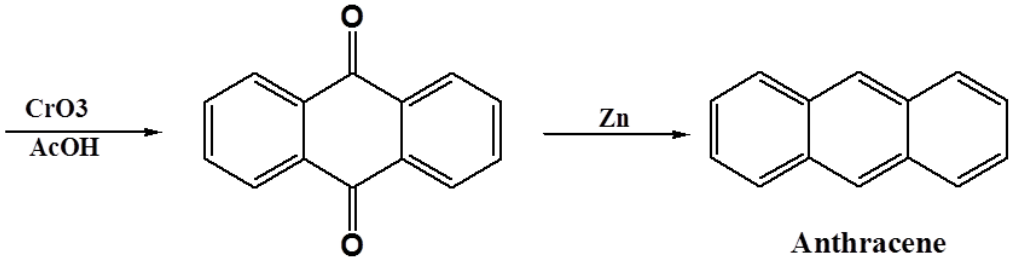
تخليق الانثراسين Synthesis of anthracene

1-من 2جزيئ من كلوريد البنزيل (فريدل-كرافت)

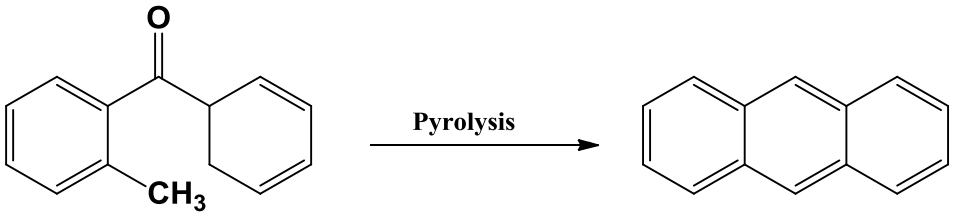


2 - ديلز –الدر (Diels-Alder)



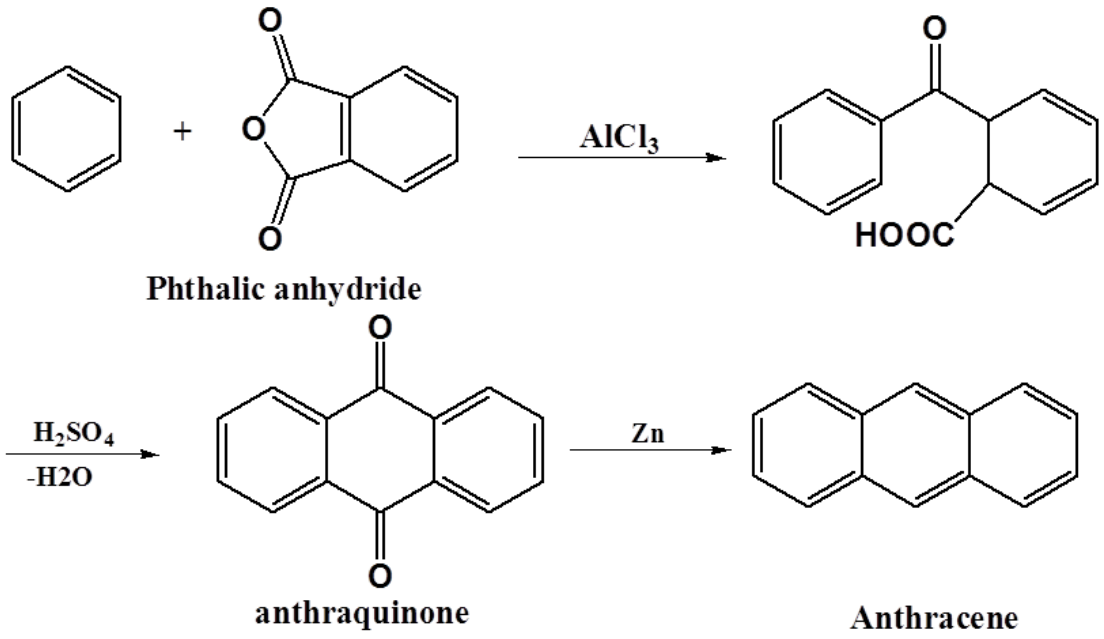


3-Elbe reaction

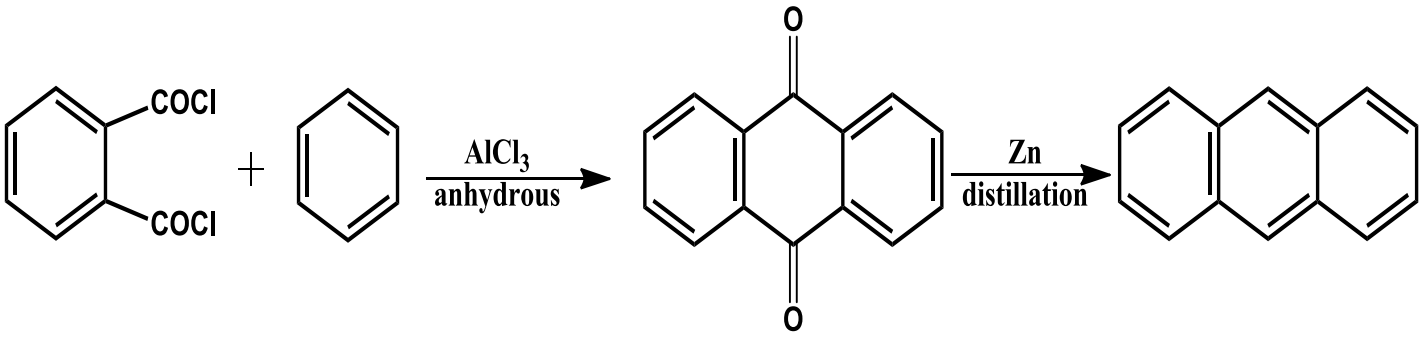


o- Methyl- benzenophenone
or o- Benzoyl- toluene

4- من فيثاليك انهيدريد مع البنزين

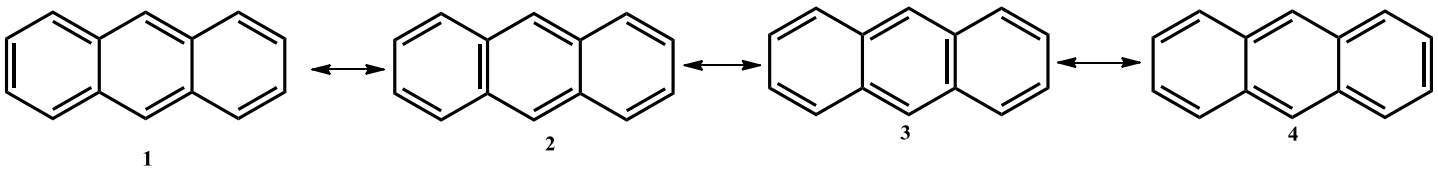


5-من فيثالويل كلوريد مع بنزين

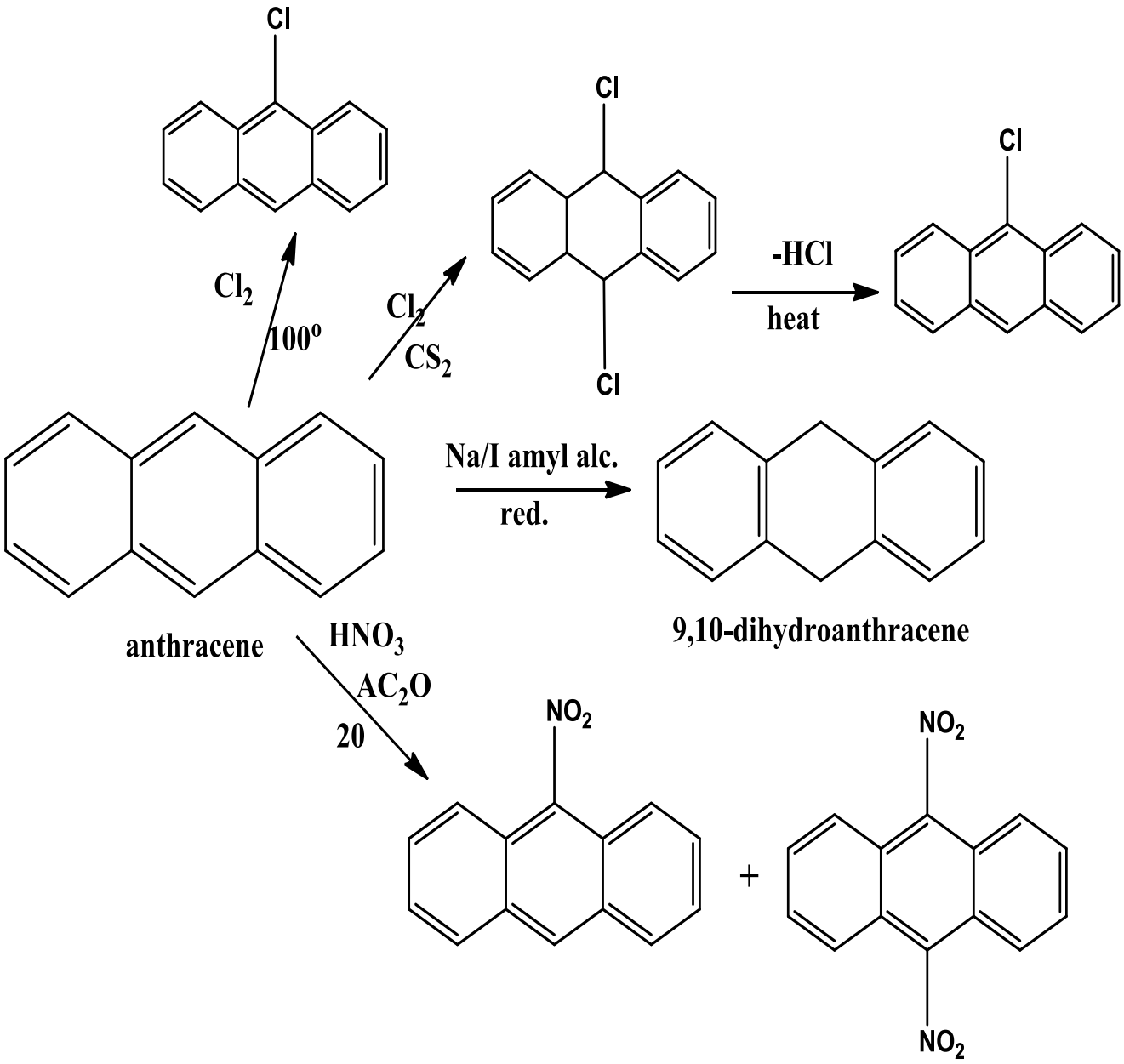


Position of double bond

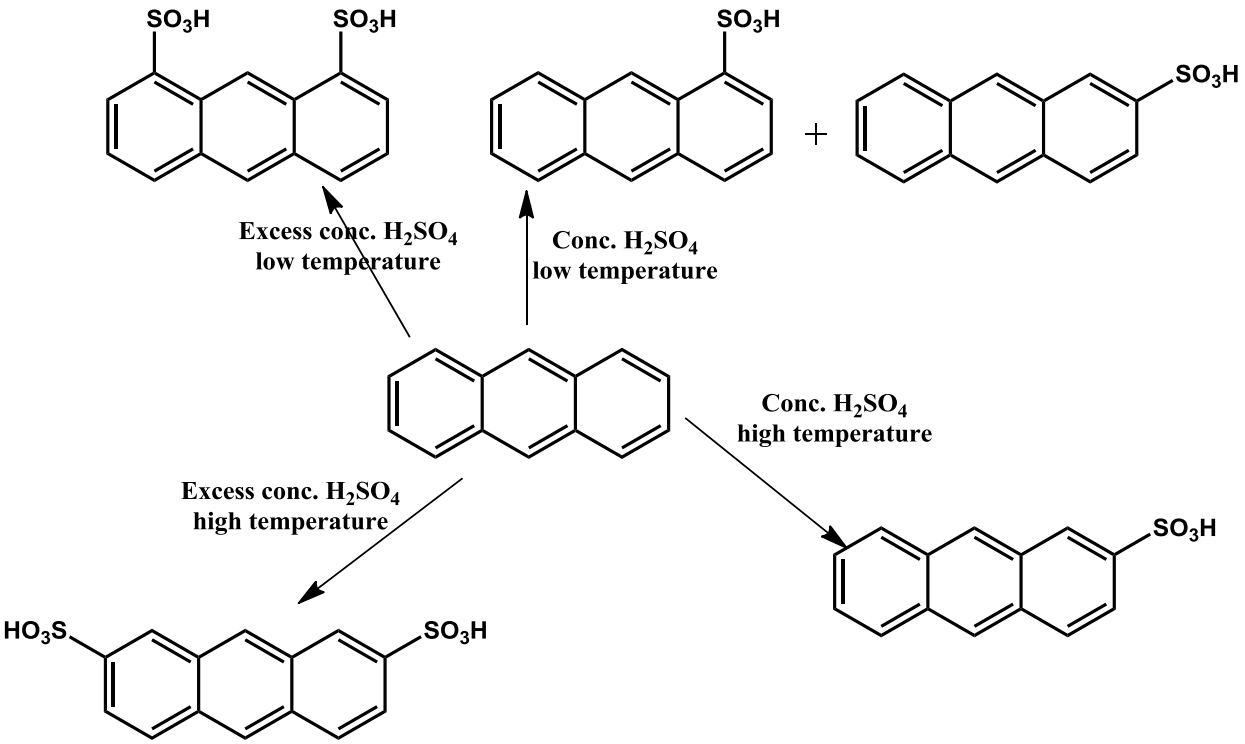
موضع الروابط المزدوجة في الانثراسين



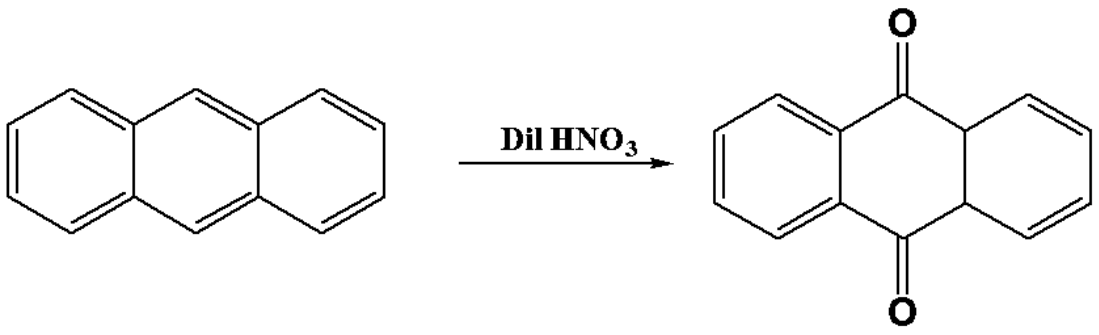
النيترة –الاختزال – الهلجنة (الكلورة)



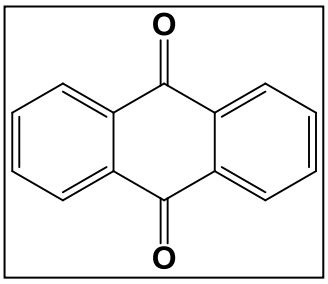
السلفنة



الاكسدة

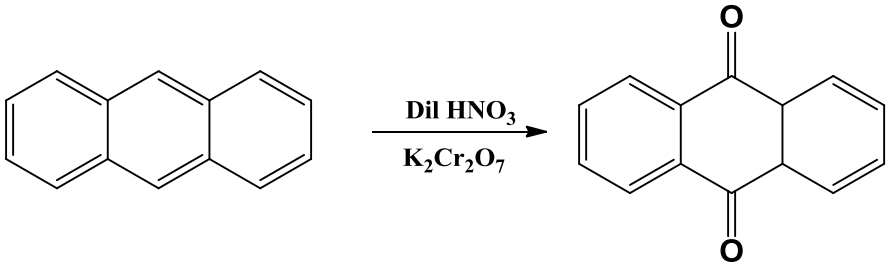


Anthracene **9, 10- Anthraquinone**

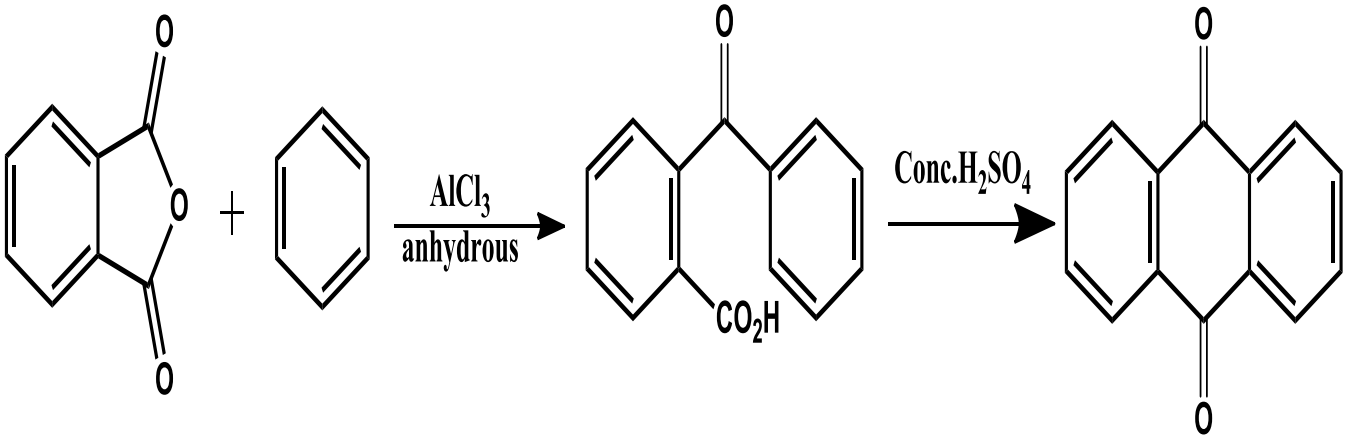


Anthraquinone

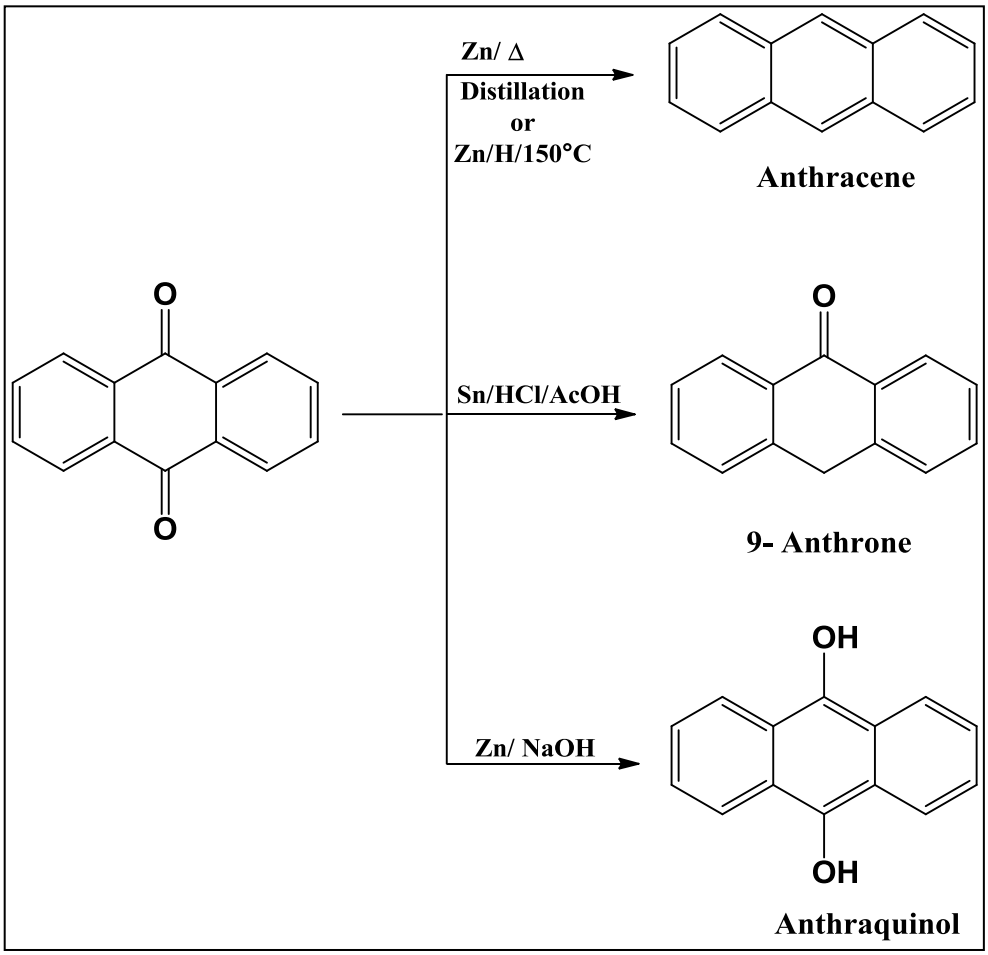
preparation التحضير



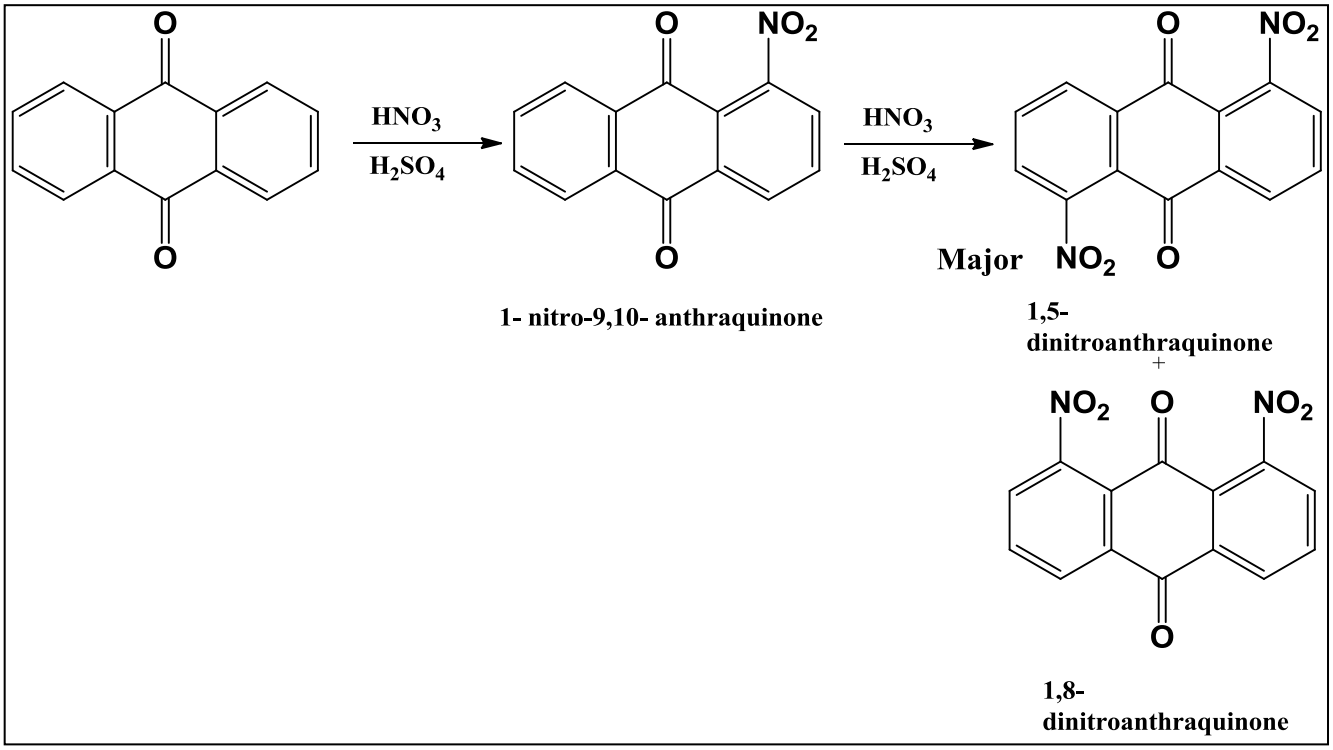
Anthracene **9, 10- Anthraquinone**



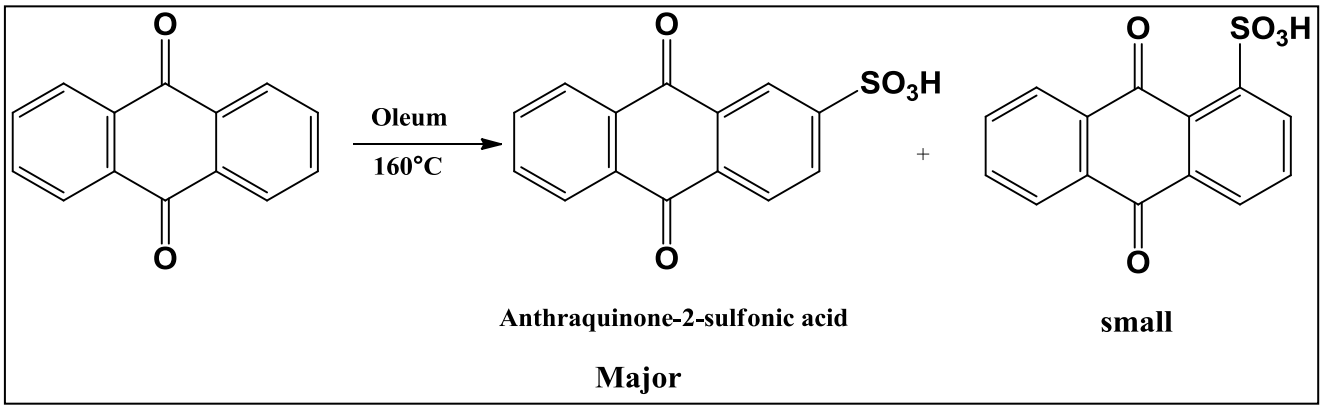
Reduction الاختزال



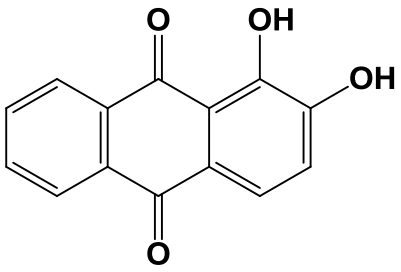
Nitration النيترة



السلفنة



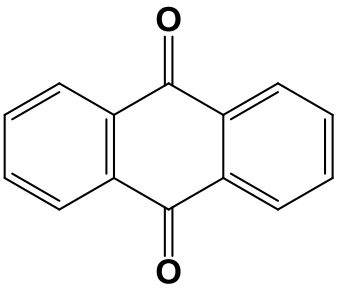
Alizarine



1,2-dihydroxyanthraquinone

Alizarine

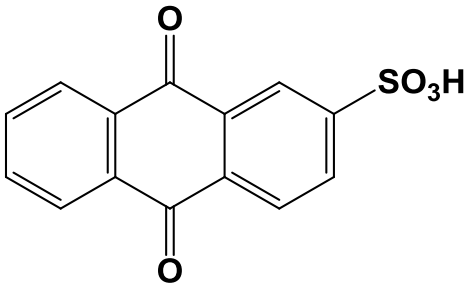
التحضير :paration



Anthraquinone

Oleum, H_2SO_4

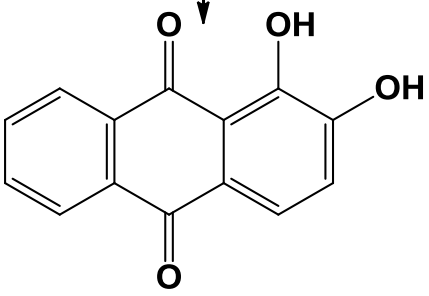
160°C



9,10- anthraquinone-2- sulfonic acid

1)NaOH, Δ

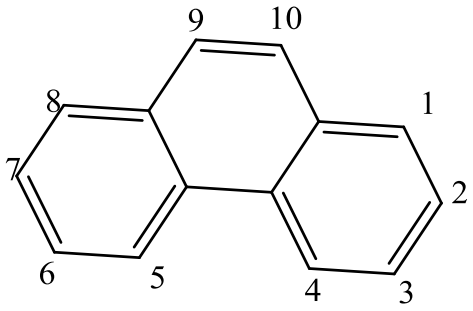
2) [O]



Alizarine

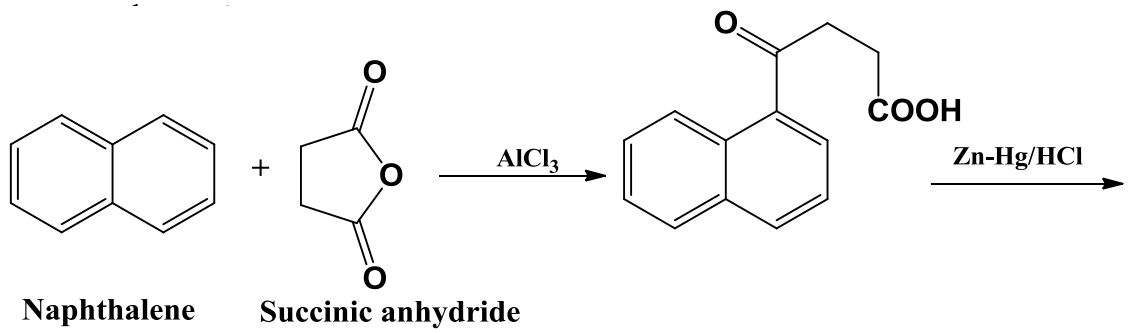
فينانثرين Phenanthrene

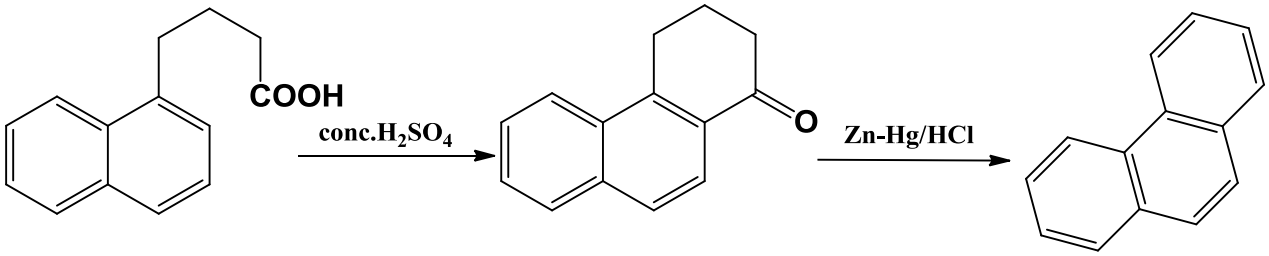
التحضير

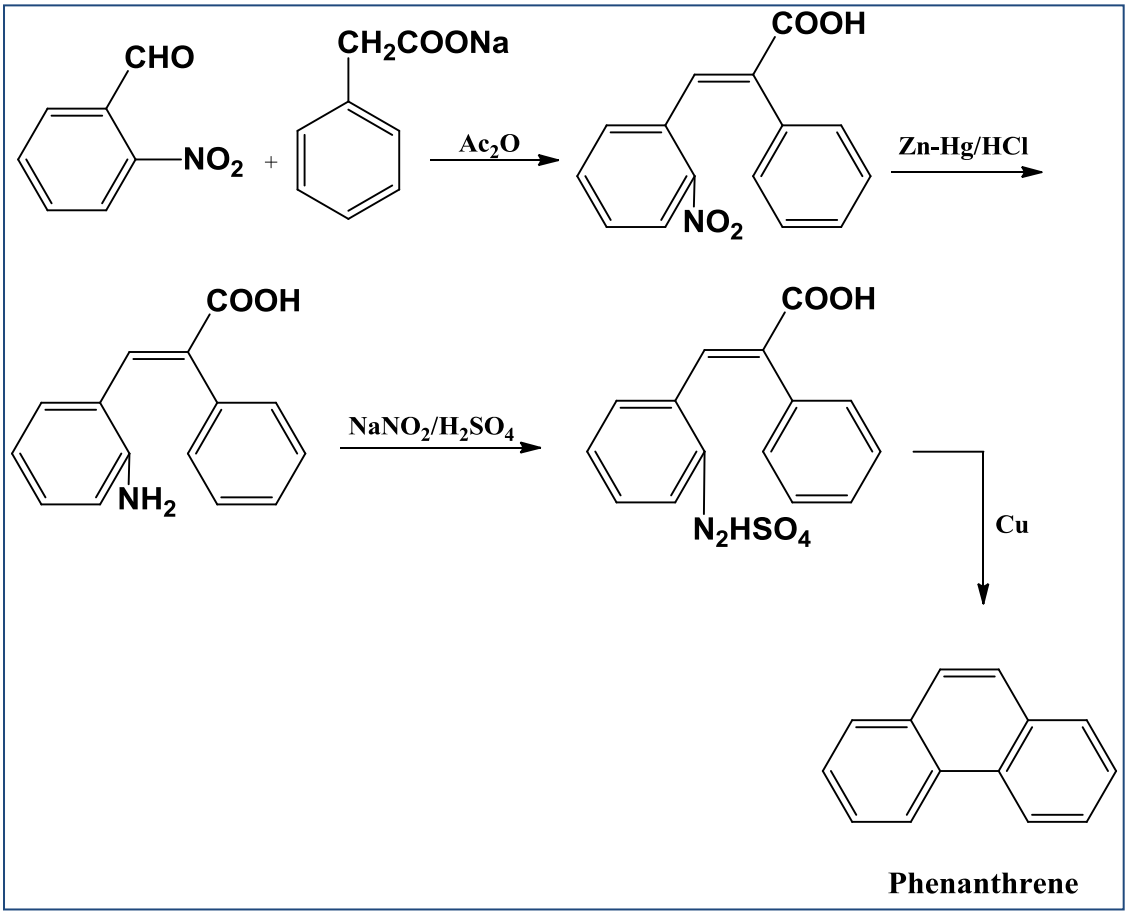


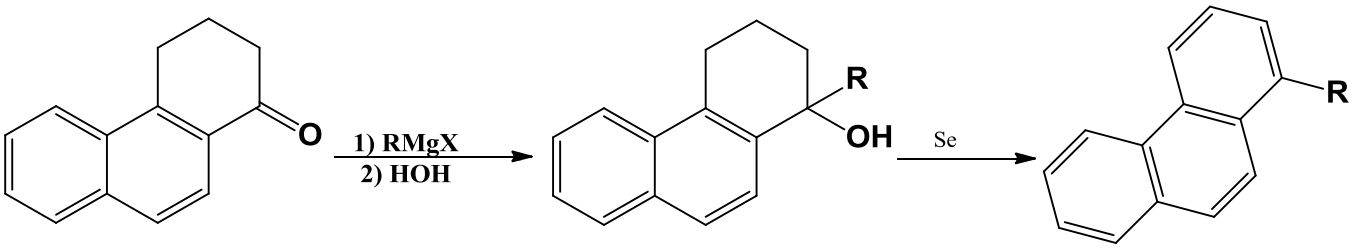
فينانثرين

التحضير

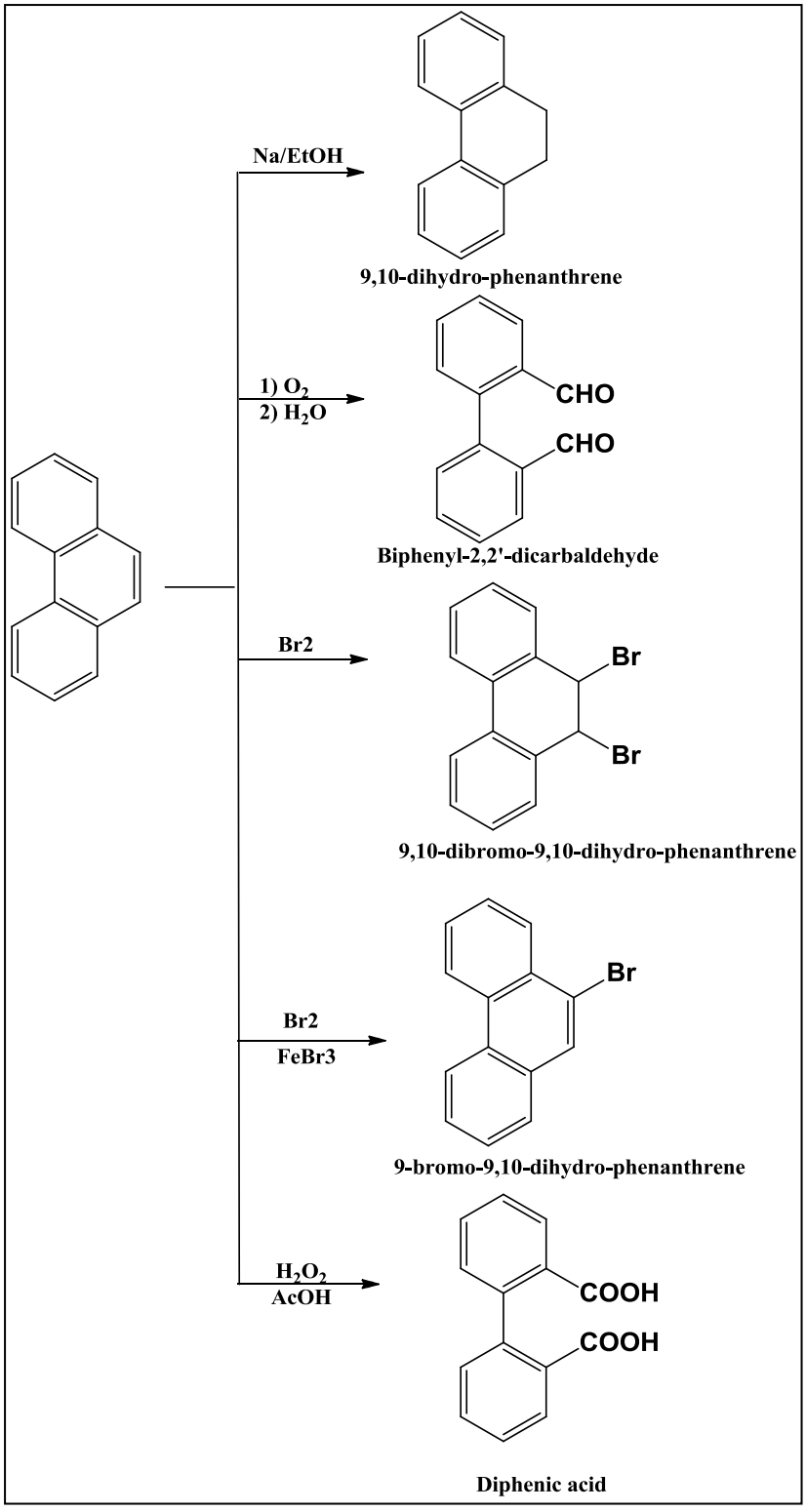




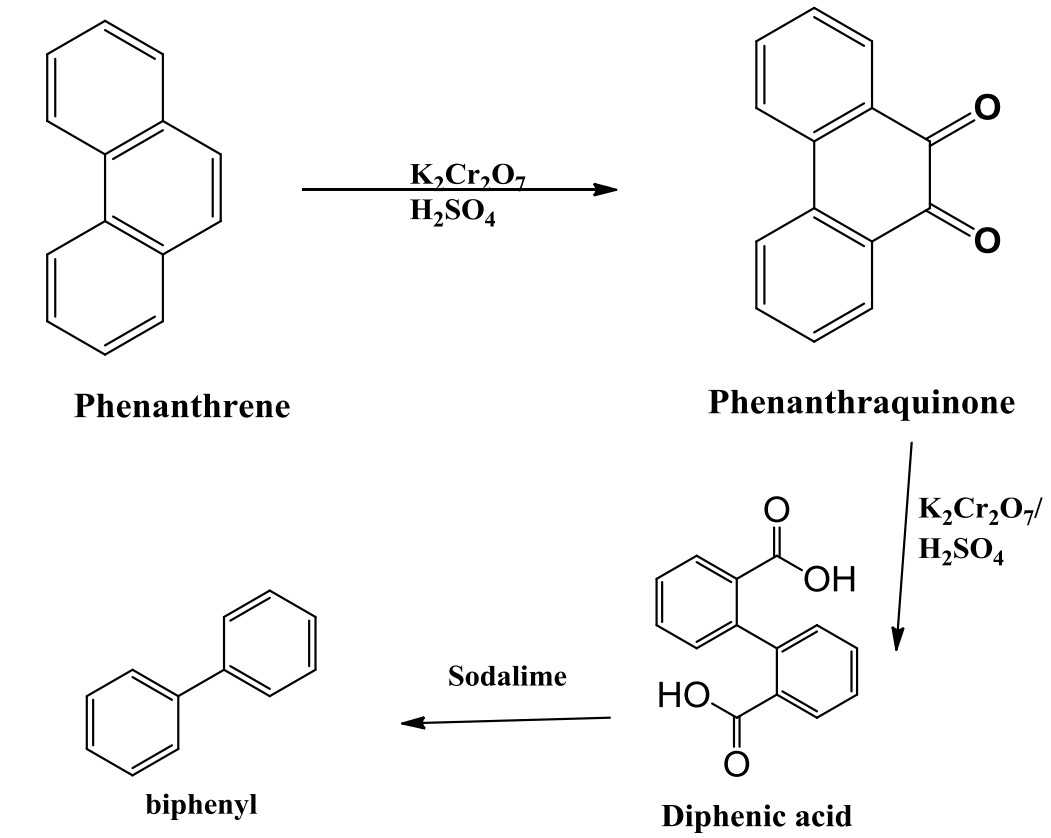


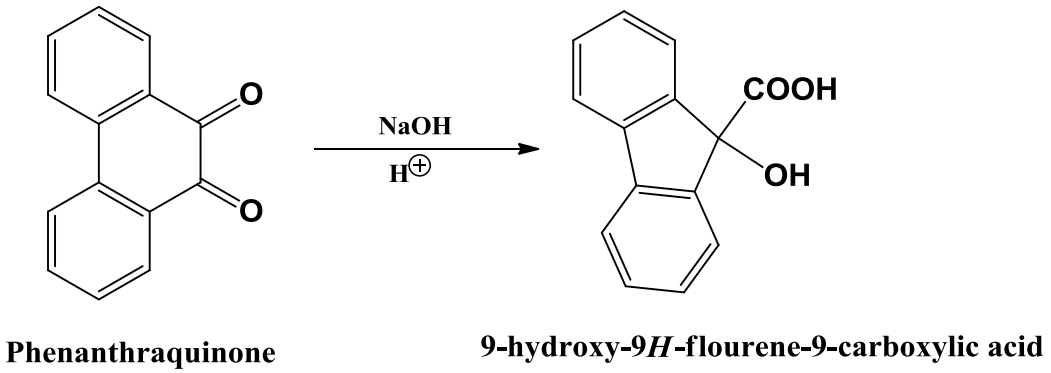


التفاعلات Reactions



فينانثراكينون Phenanthraquinoe





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

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

Metabolism (الايض)

• 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 تعقيد ا .

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 (α- 1→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 والجلاكتوز 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 الجليكوجينسس Glycogenesis .

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

أيض السكريات

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

تحلل الجلوكوز Glycolysis

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

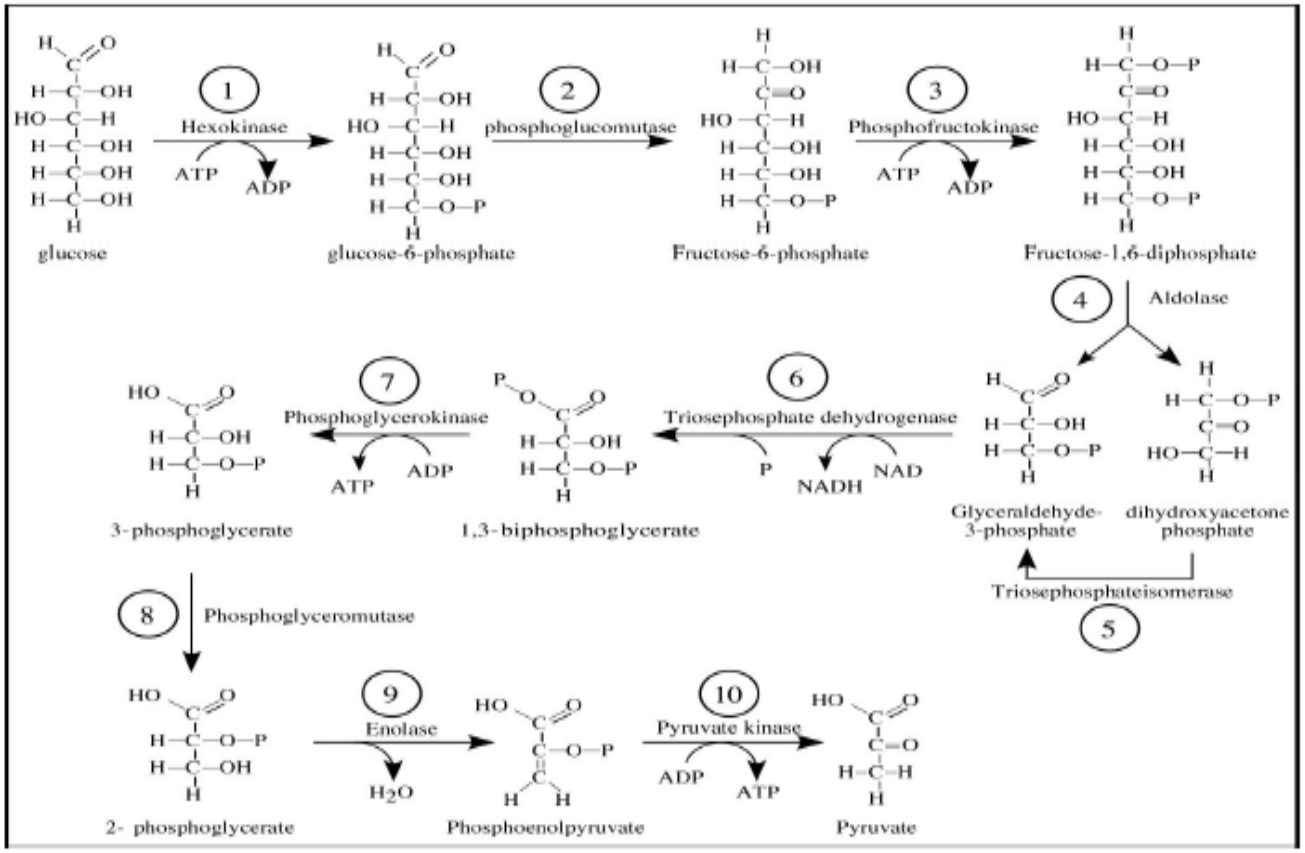
<u>مراحل تحلل الجلوكوز:</u>

$$\text{Glucose} + 2\,\text{Pi} + 2\,\text{ADP} \longrightarrow 2\,\text{Pyruvate} + 2\,\text{ATP}$$

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

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

3 -فوسفات وتنتهي بتكوين البيروفيت ويتم فيها إنتاج الطاقة

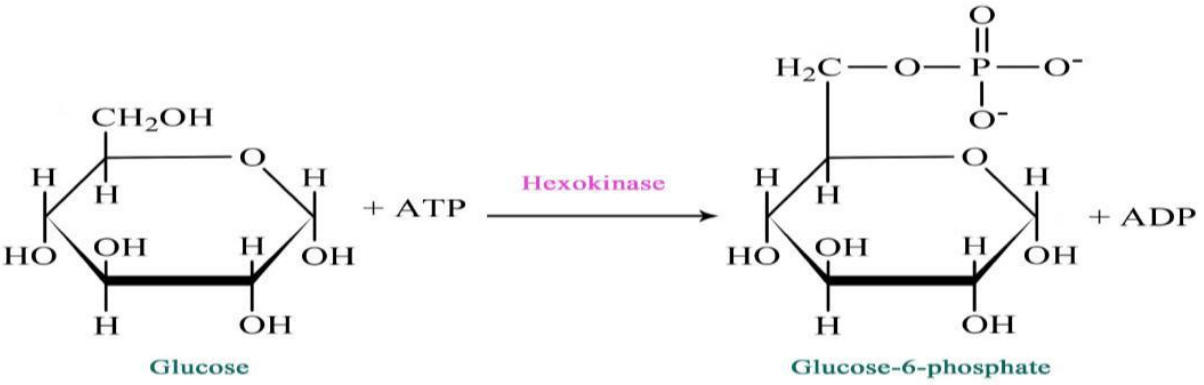


خطوات تحلل الجلوكوز

١) تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز 6 -فوسفات:

• يتم إستهلاك 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)

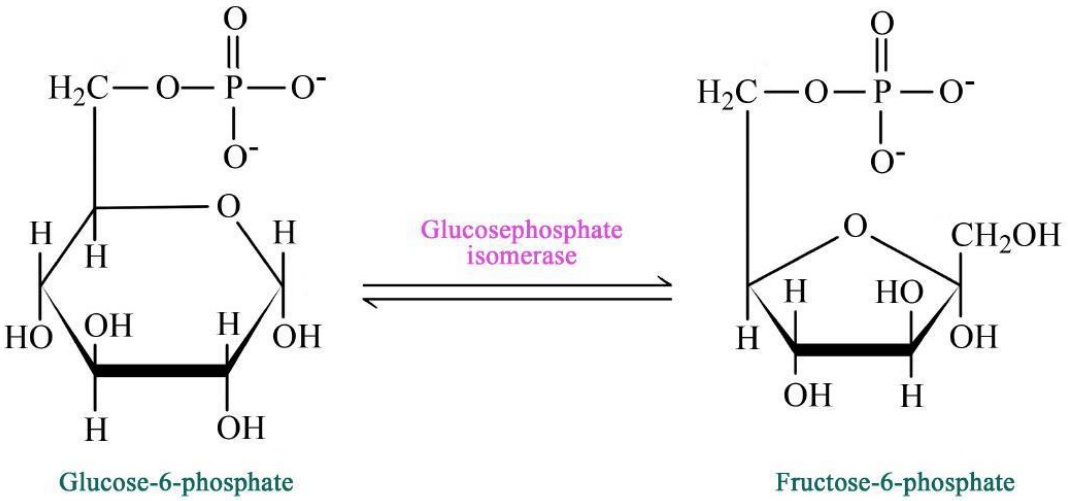
• إذا زاد تركيز الجلوكوز 6 -فوسفات المنتج فإنه يُثبط عمل إنزيم الهكسوكينيز، لذلك فهو يُمثل أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز



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

• يُحفز إنزيم الفوسفوجلوكوزأيسومريز (Phosphoglucoseisomerase) تحويل الجلوكوز 6 -فوسفات إلى فركتوز 6 -فوسفات في تفاعل عكسي.

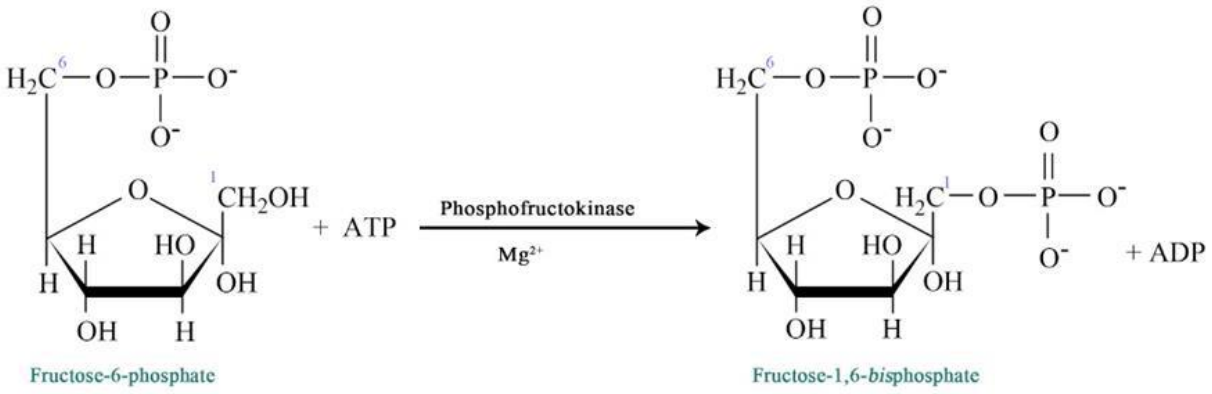
• يحتاج هذا الإنزيم إلى أيونات الماغنسيوم (Mg^{+2}) أو المنجنيز (Mn^{+2})



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

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

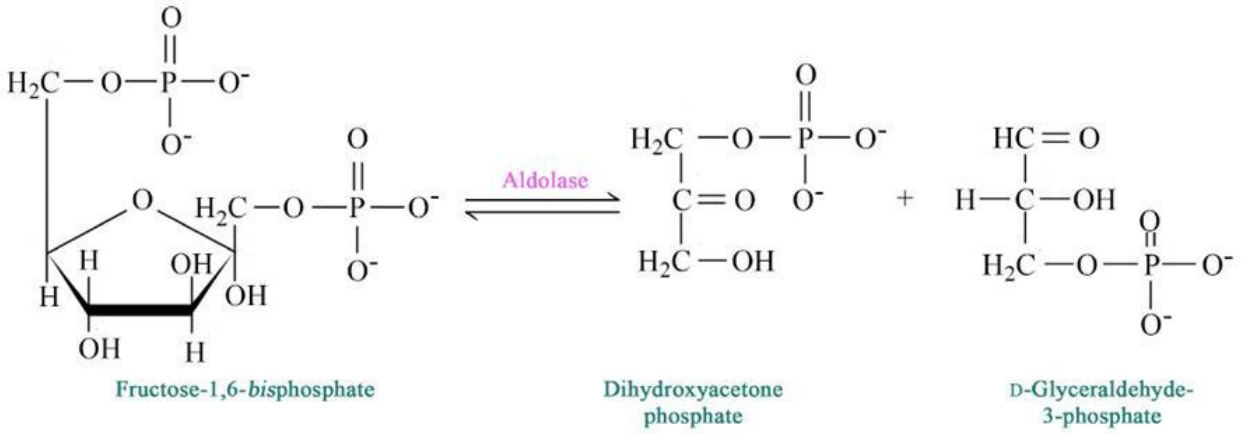
• يُعتبر هذا التفاعل تفاعل غير عكسي حيث يُمثل هذا الإنزيم أحد نقاط التحكم في عملية تحلل الجلوكوز.



4) إنشطار مركب الفركتوز 6،1 ثنائي الفوسفات:

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

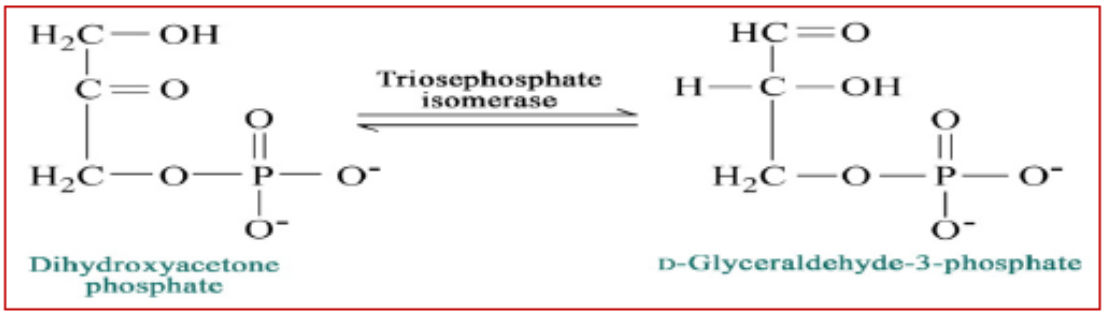
3 -فوسفات (3 ذرات كربون) بواسطة إنزيم الألدوليز Aldolase



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.

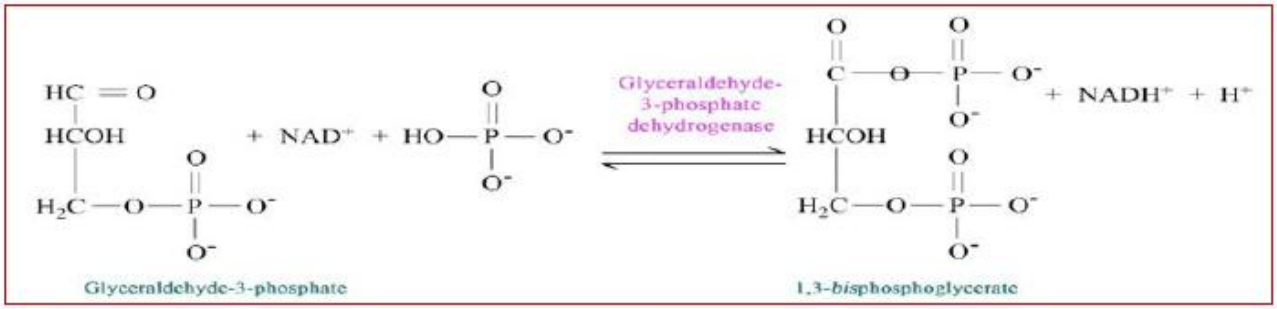
• وبهذا تكون حصيلة المرحلة التحضيرية هي تحلل جزيء جلوكوز إلى جزيئيين من الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات وإستهلاك جزيئيين من الطاقة ATP



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

• يُحفز إنزيم الجليسرألدهيد 3 -فوسفيت ديهيدروجينيز تحويل جزيئيين من جليسر ألدهيد 3 -فوسفات إلى جزيئين من 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت (مركب عالي الطاقة).

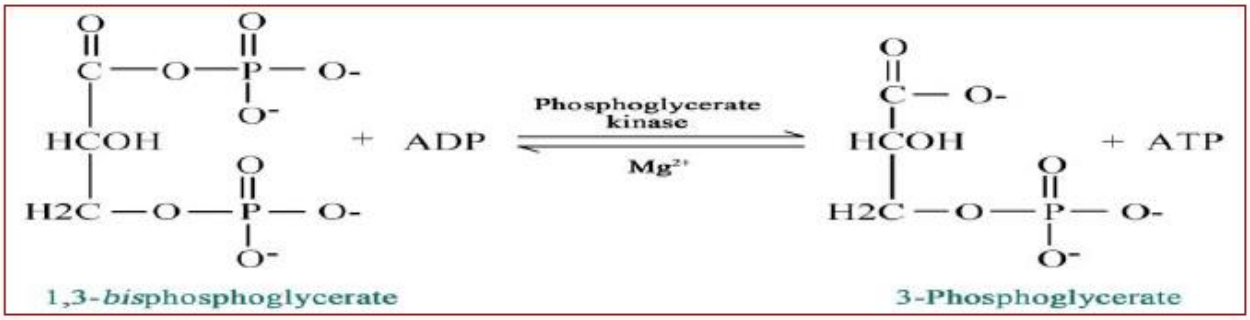
• هذا التفاعل يتم في وجود العامل المساعد نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد NAD^+ حيث ينتقل إلكترون من الجليسر ألدهيد 3 -فوسفات إلى ال NAD^+



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

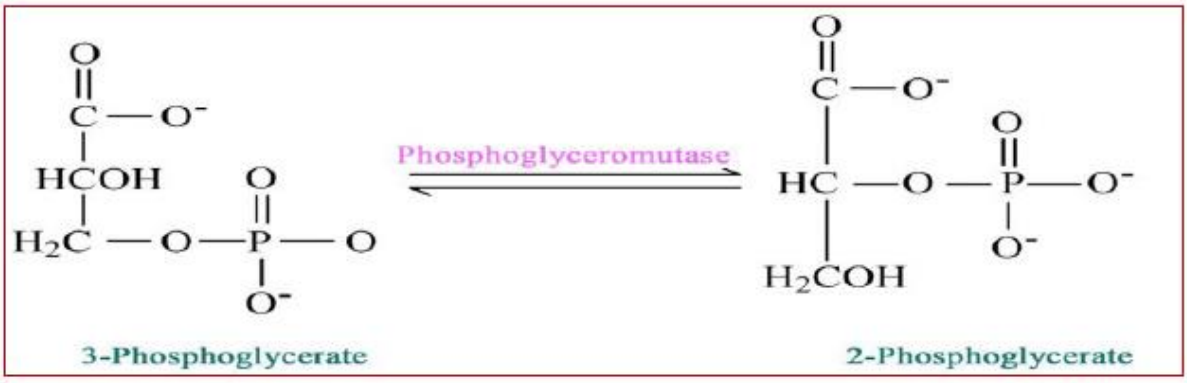
• يُحفز إنزيم فوسفوجلسيريد كينيز (Phosphoglycerate Kinase) تحويل جزيئيين من 3،1 ثنائي فوسفوجليسيريت إلى 3 -فوسفوجليسيريت وتكوين جزيئيين من ال ATP .

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



8) تحول 3 -فوسفوجليسيريت إلى 2 -فوسفوجليسيريت:

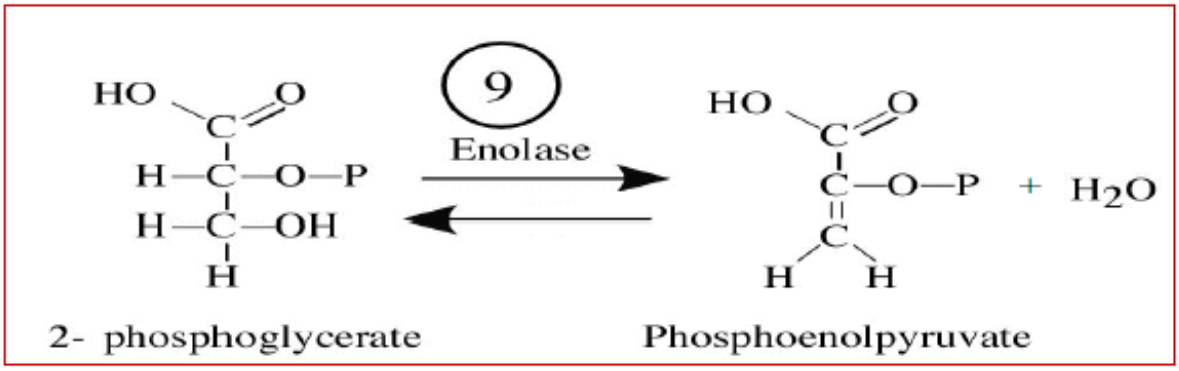
• يُحفز إنزيم فوسفوجليسروميوتيز(Phosphoglyceromutase) تحويل -فوسفوجليسيريت إلى 2 -فوسفوجليسيريت عن طريق نقل مجموعة الفوسفات من ذرة الكربون رقم 3 إلى رقم 2 في وجود أيونات الماغنسيوم



9) إزالة جزيء ماء من 2 -فوسفوجليسيريت:

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

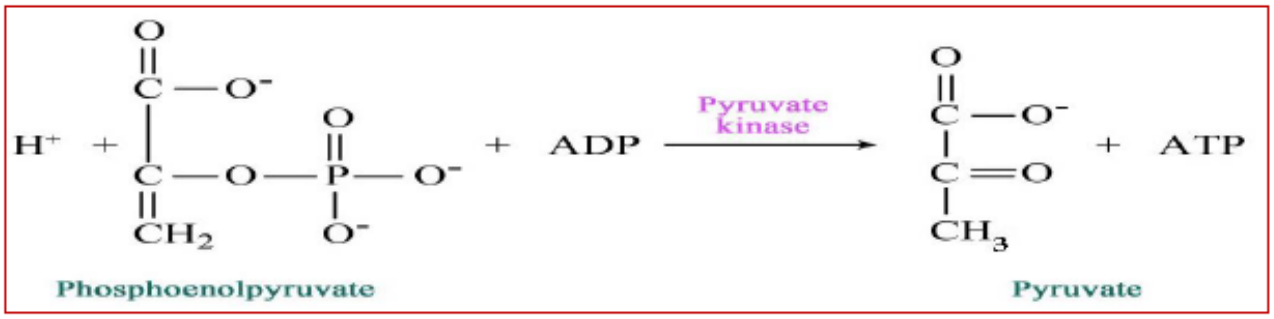
• يحتاج هذا الإنزيم إلى وجود أيون الماغنسيوم (Mg^{+2}) أو المنجنيز (Mn^{+2})



10) تكوين البيروفيت:

• يُحفز إنزيم البيروفيت كاينيز (Pyruvate Kinase) إنتقال مجموعة الفوسفات ذات الطاقة العالية من مركب الفوسفوإينول بايروفيت إلى ال ADP وإنتاج البيروفيت في تفاعل 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 جزيئيين من البيروفيت

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 1 .

• إستهلاك 1 ATP في الخطوة رقم 3 .

• إنتاج جزيئيين 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: 1-1+2+2+6 = 8 ATP

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؛ فنظر ا لعدم فسفرة البيروفيت فإنه يمتلك القدرة على الإنتقال من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ الأكسدة الهوائية (دورة كربس).

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-Limitting-Steps) .

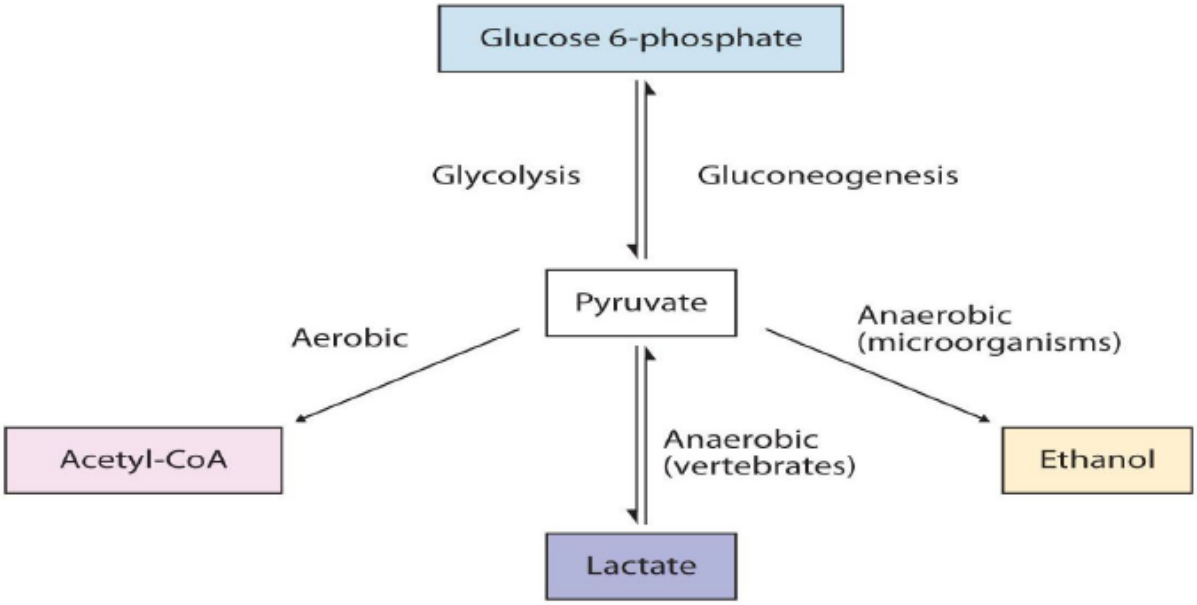
هذه التفاعلات المنظمة تتم بواسطة الإنزيمات التالية :

- هكسوكاينيز

- فوسفوفركتوكاينيز

- بيروفيت كاينيز

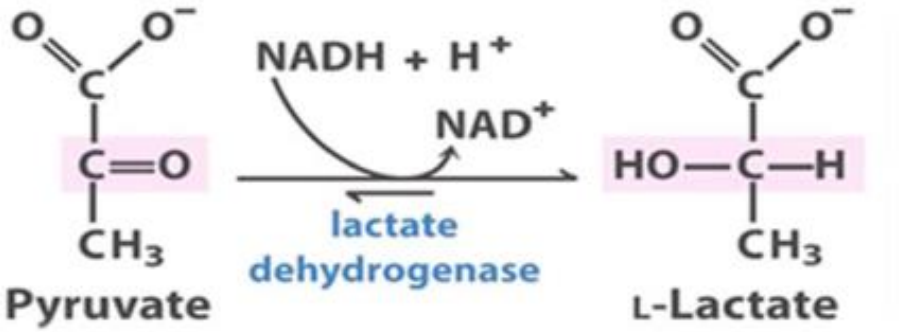
مصير البيروفيت الناتج من تحلل الجلوكوز



التفاعلات اللاهوائية للبيروفيت

يُحول إلى لاكتيت:

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



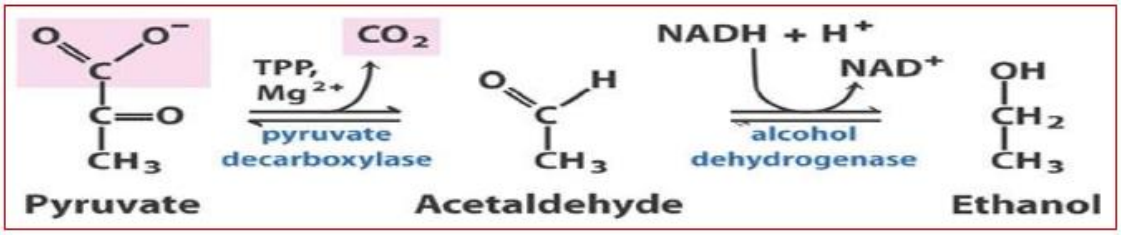
يُحول إلى إيثانول:

• في بعض الكائنات الدقيقة (مثل الخميرة) وفي غياب الأكسجين يتم تحويل

تخمُر البيروفيت إلى كحول الإثانول في خطوتين:

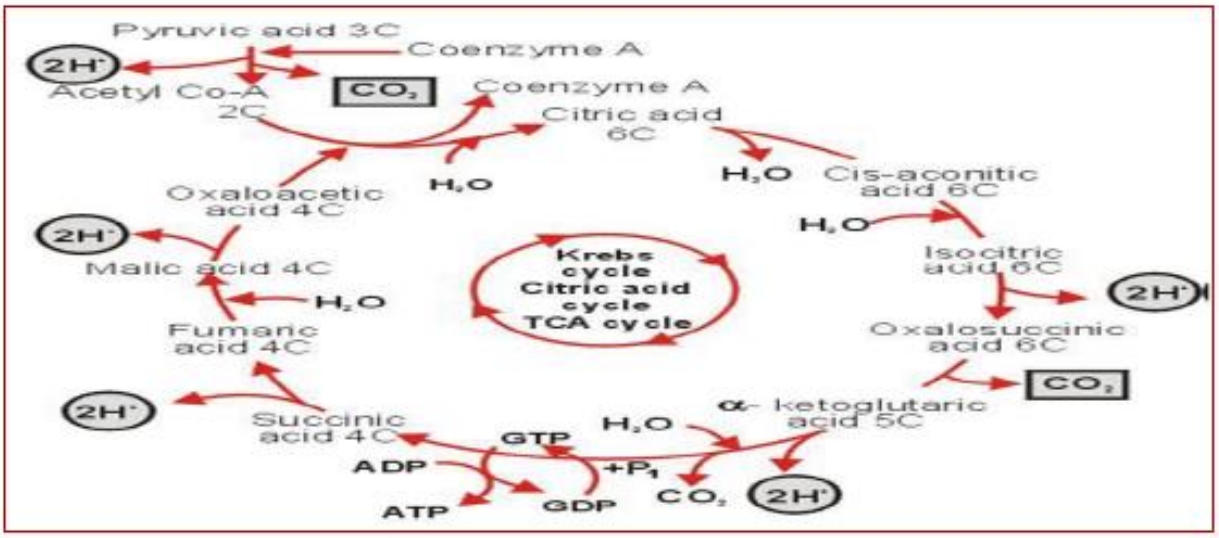
1 تحويل البيروفيت إلى أسيتلدهيد بفقد ثاني أكسيد الكربون بواسطة إنزيم بيروفيت ديكربوكسيليز في وجود أيونات المغنيسيوم.

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



التفاعلات الهوائية للبيروفيت

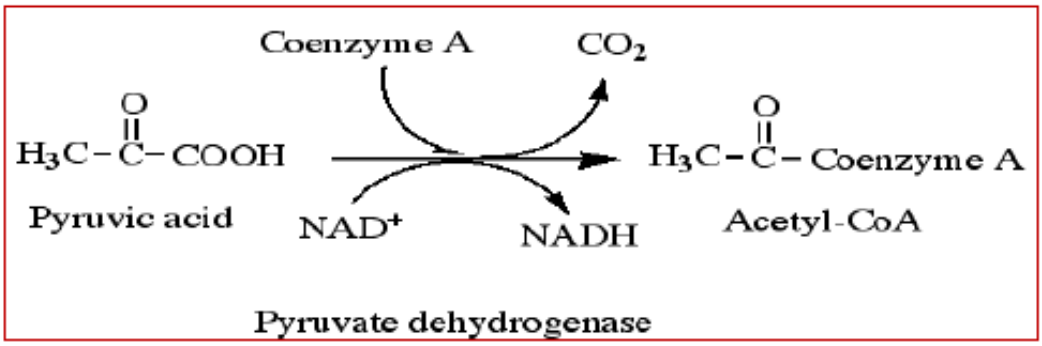
في وجود الأكسجين ينتقل البيروفيت من السيتوبلازم إلى الميتوكوندريا ليبدأ سلسلة من تفاعلات الأكسدة (دورة كربس) والتي تنتهي بإنتاج ثاني أكسيد الكربون، ماء، وطاقة



دورة كربس Krebs Cycle

تُمثل دورة كربس 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 سلسة تفاعلات دورة كربس

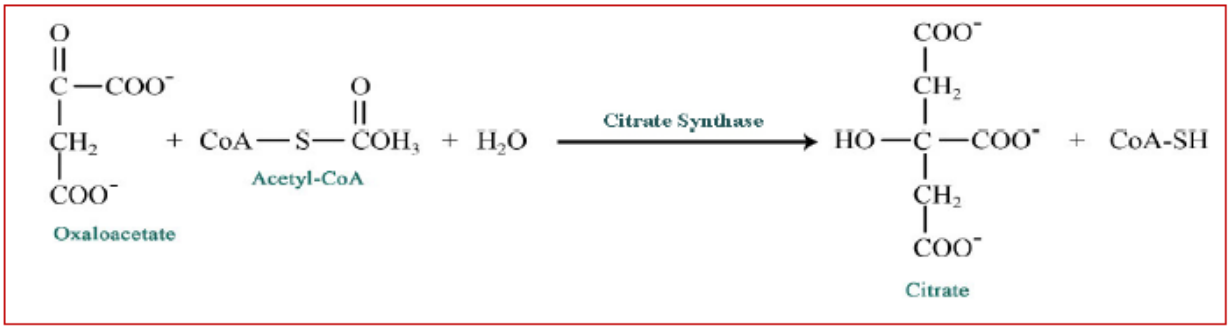


خطوات دورة كربس

١) تفاعل الأستيل مرفق الإنزيمي أ لتكوين السترات:

• يُحفز إنزيم سترات سينثيز (Citrate Synthase) تفاعل الأستيل مرفق الإنزيمي أ مع أوكسالو أسيتات لتكوين السترات.

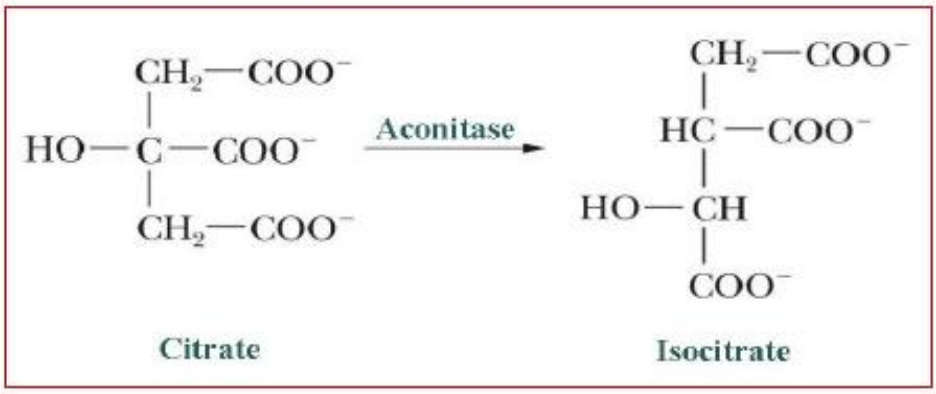
• يُثبط هذا الإنزيم بواسطة ال NADH أو ال ATP



٢) تحول السترات إلى أيزوسيترات:

• يُحفز إنزيم أكونيتاز (Aconitase) تحول السترات إلى أيزوسيترات عن طريق إزاحة جزيء ماء.

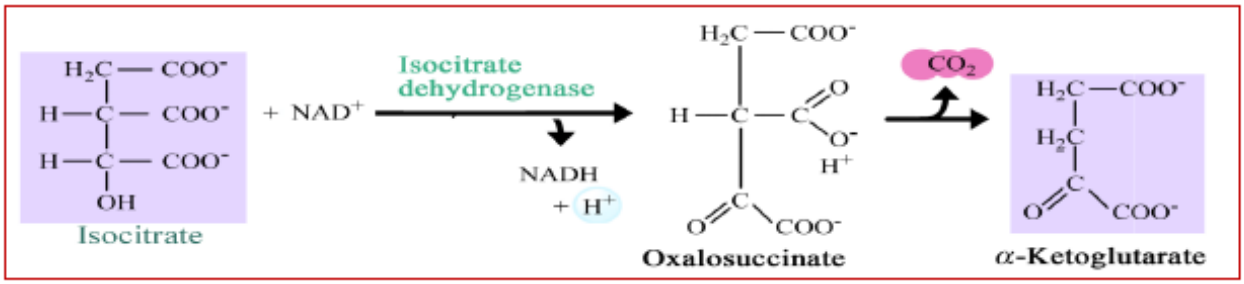
• يحتاج هذا الإنزيم إلى أيونات الحديد كعامل مساعد



٣) نزع مجموعة كربوكسيل من الأيزوسيترات:

• يُحفز إنزيم الأيزوسيترات ديهيدروجينيز (Isocitrate Dehydrogenase (نزع مجموعة الكربوكسيل من الأيزوسيترات 6 ذرات كربون ليكون الألفا كيتوجلوتاريت 5 ذرات كربون.

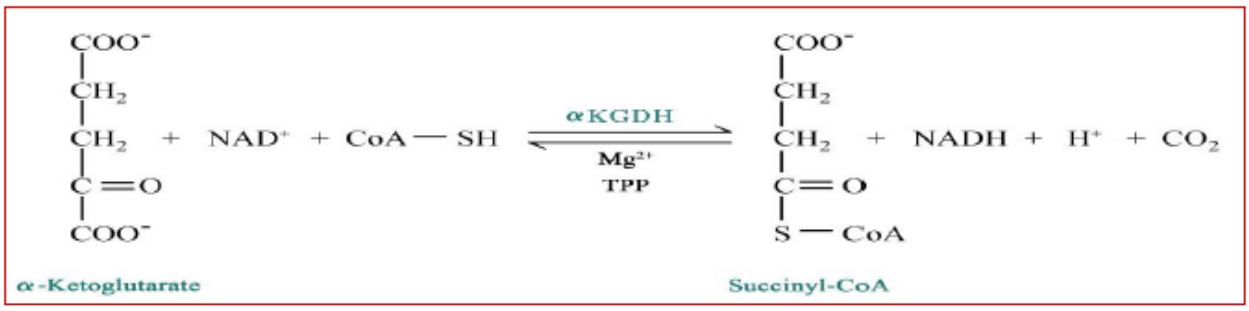
• أثناء التفاعل يتكون مركب وسيط وهو أوكسالوسكسنيت الذي يتحلل بسرعة ليعطي الألفا كيتوجلوتاريت.



٤) نزع مجموعة كربوكسيل من الألفا كيتوجلوتاريت:

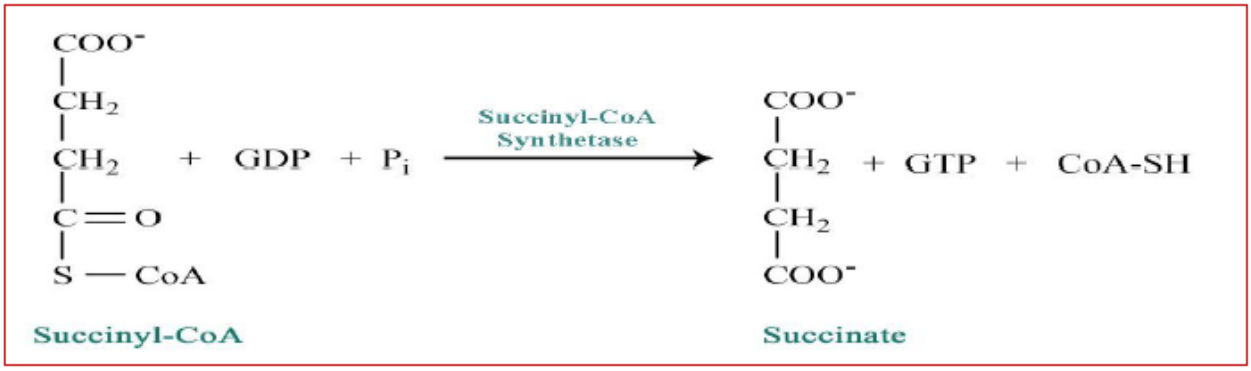
• يُحفز إنزيم الألفا كيتوجلوتاريت ديهيدروجينيز (Alpha ketoglutarate Dehydrogenase) نزع مجموعة الكربوكسيل من الألفا كيتوجلوتاريت (5 ذرات كربون) ليتحول إلى ساكسينيل مرفق إنزيمي أ (4 ذرات كربون).

• هذا التفاعل يُنتج طاقة في شكل NADH



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

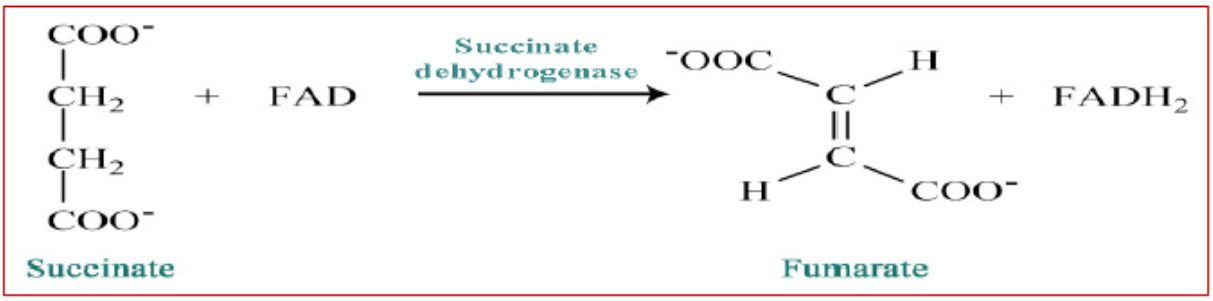
• يُحفز إنزيم الساكسينات ثايوكينيز (Succinate Thiokinase) كسر رابطة الثيوإستر (عالية الطاقة) في مركب الساكسينيل مرفق إنزيمي أ ليعطي مركب الساكسينات وتوليد طاقة بصورة ال GTP



٦) أكسدة الساكسينات إلى فيومارات:

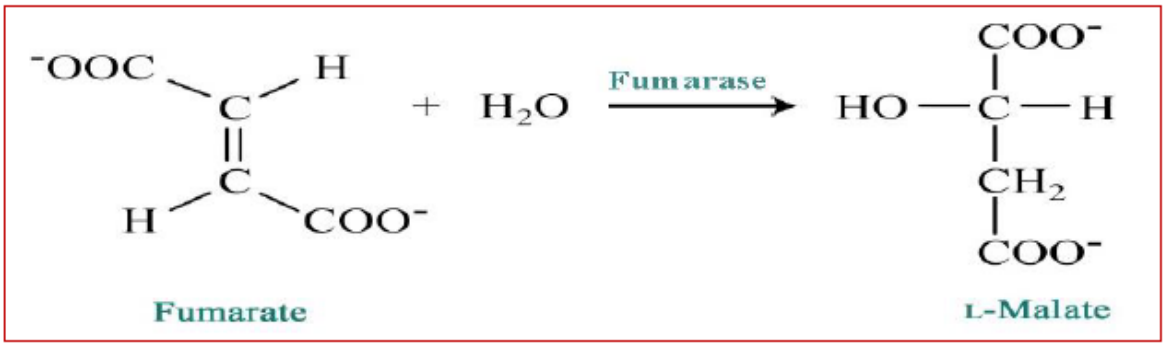
• يُحفز إنزيم الساكسينات ديهيدروجينيز (Succinate Dehydrogenase) أكسدة الساكسينات وتحويله إلى فيومارات.

• يحتاج هذا الإنزيم لل FAD كعامل مساعد والذي يستقبل جزيء من الهيدروجين المزاح من مركب الساكسينات ليُختزل ويعطي ال $FADH_2$



٧) إنتاج المالات:

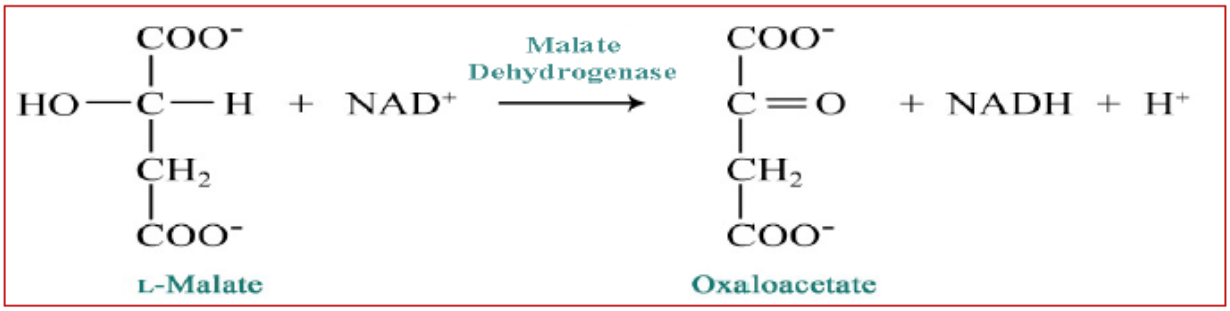
• يُحفز إنزيم الفيومارات هيدراتيز (Fumarate Hydratase) ويُطلق عليه الفيوماريز (Fumarase) إضافة جزيء ماء للفيومارات ليعطي المماكب اليساري المالات (L-malate)



٨) أكسدة المالات إلى أوكسالوأسيتات:

• يُحفز إنزيم المالات ديهيدروجينيز (Malate Dehydrogenase) أكسدة جزيء من المالات ليعطي أوكسالوأسيتات.

• يُستخدم هذا الإنزيم العامل المساعد ال NAD^+ كمستقبل للهيدروجين ليتحول بدوره إلى 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

- خطوت 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 =(2x 12) + 6 + 8

بناء الجلايكوجين (Glycogenesis)

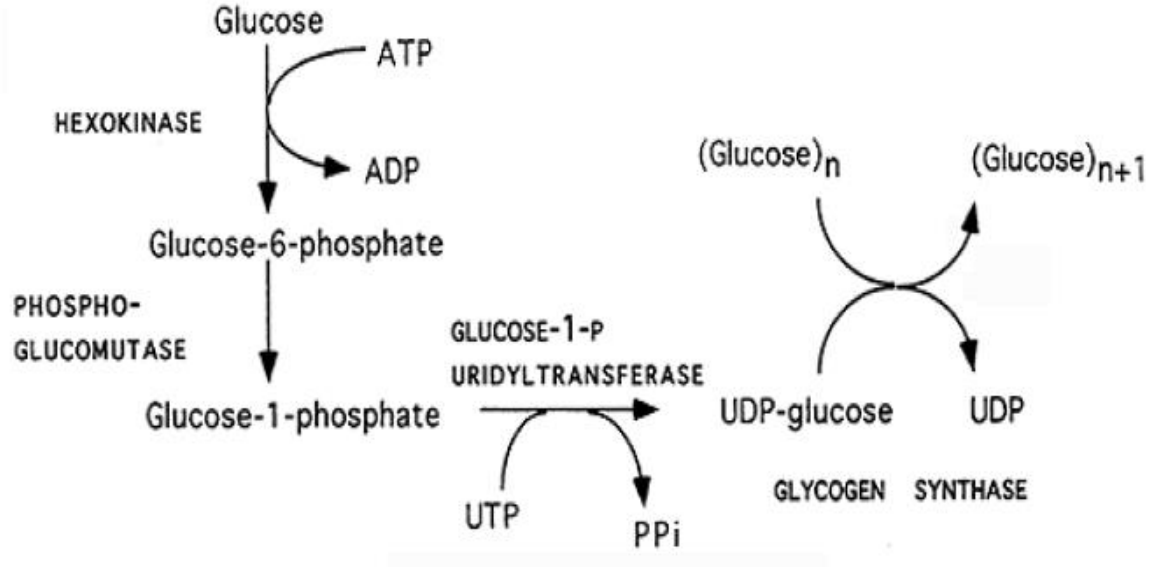
• يتم تحويل الجلوكوز إلى جلوكوز -6- فوسفات بواسطة إنزيم الجلوكوكيناز (Glucokinase) أو إنزيم الهكسوكيناز (Hexokinase) .

• يتحول الجلوكوز -6- فوسفات إلى جلوكوز -1- فوسفات عن طريق إنزيم فوسفوجلوكوميوتيز (Phosphoglucomutase) .

• يُحول إنزيم اليوريديل ترانسفسريز (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 α-1→4).

• تتفرع السلسلة بواسطة إنزيم ال (α-1→4:α-1→6 Transglycosylase) والذي يقطع 6 وحدات من الجلوكوز ونقلها في سلسلة طرفية برابطة (α-1→6).



إستحداث الجلايكوجين (Gluconeogenesis)

•هي عملية تكوين الجلوكوز أو الجلايكوجين من مصادر غيركربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية، حمض اللاكتيت، البيروفيت، والجليسرول.

• تحدث في السيتوبلازم وليس في الميتوكوندريا، ويحدث 90 % من هذه العملية في الكبد و 10 % في الكليتان.

تحليل الجلايكوجين (Glycogenolysis)

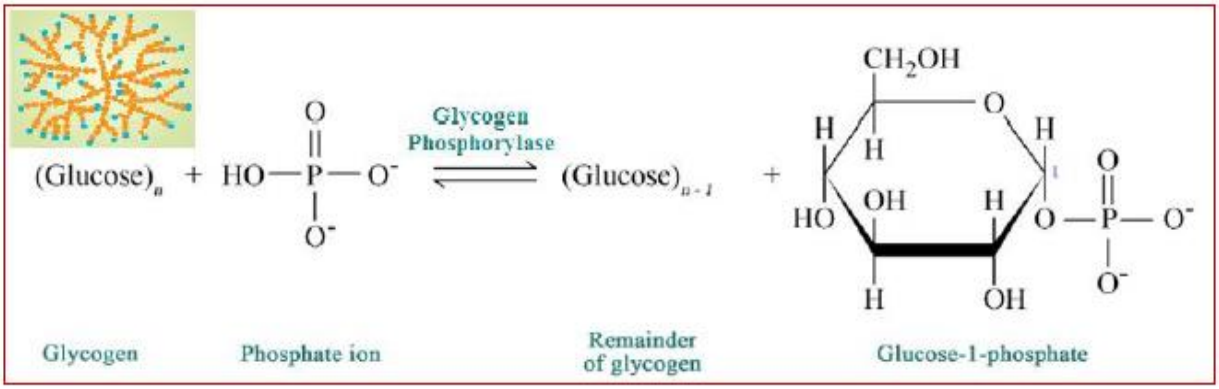
•في هذه العملية يتم تكسير الجلايكوجين إلى وحدات متكررة من الجلوكوز والتي تدخل بدورها في عملية تحلل الجلوكوز (Glycolysis)لإنتاج الطاقة.

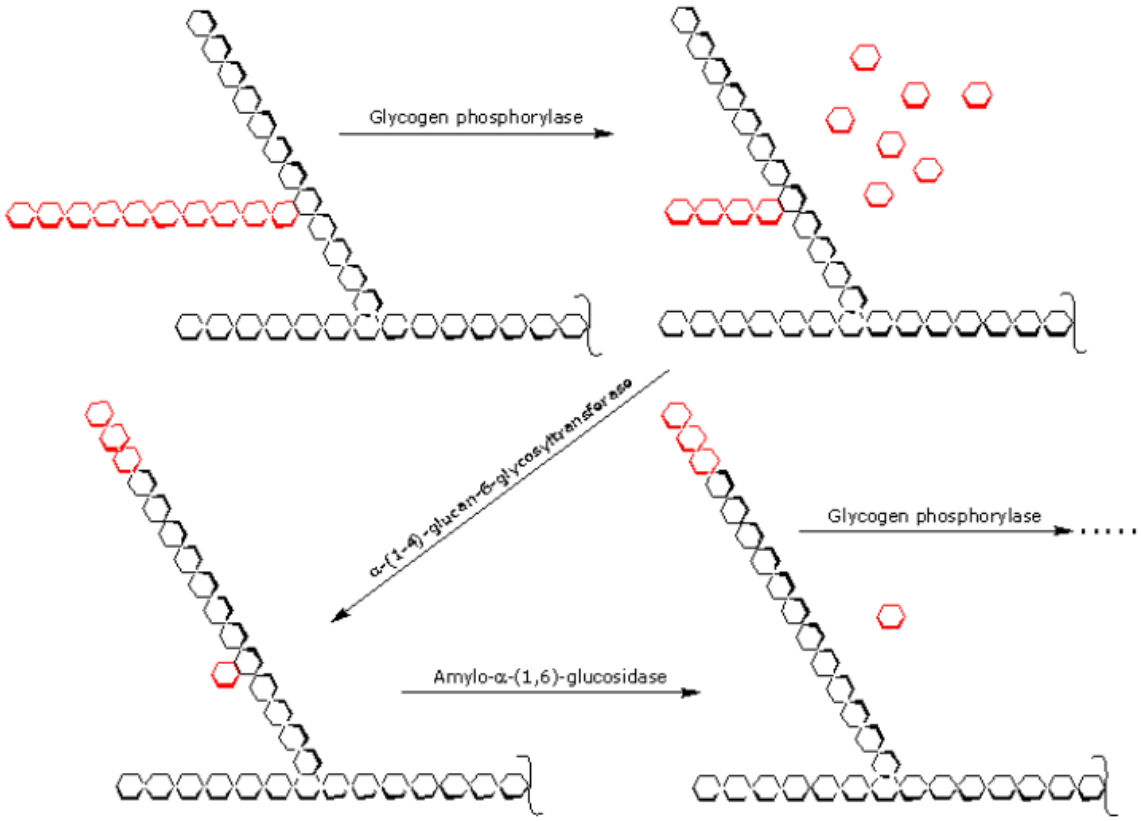
• الجلايكوجين الموجود في الكبد والعضلات يتم تكسيره بواسطة إنزيم جلايكوجين فوسفورايليز في الحالات التالية :

- في حالات الجوع الشديد حيث يقل الجلوكوزالذي يؤخذ من الطعام .
- في حالة داء السكري حيث لايتم 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 والداخلة في عملية إنتاج الطاقة (Glycolysis)

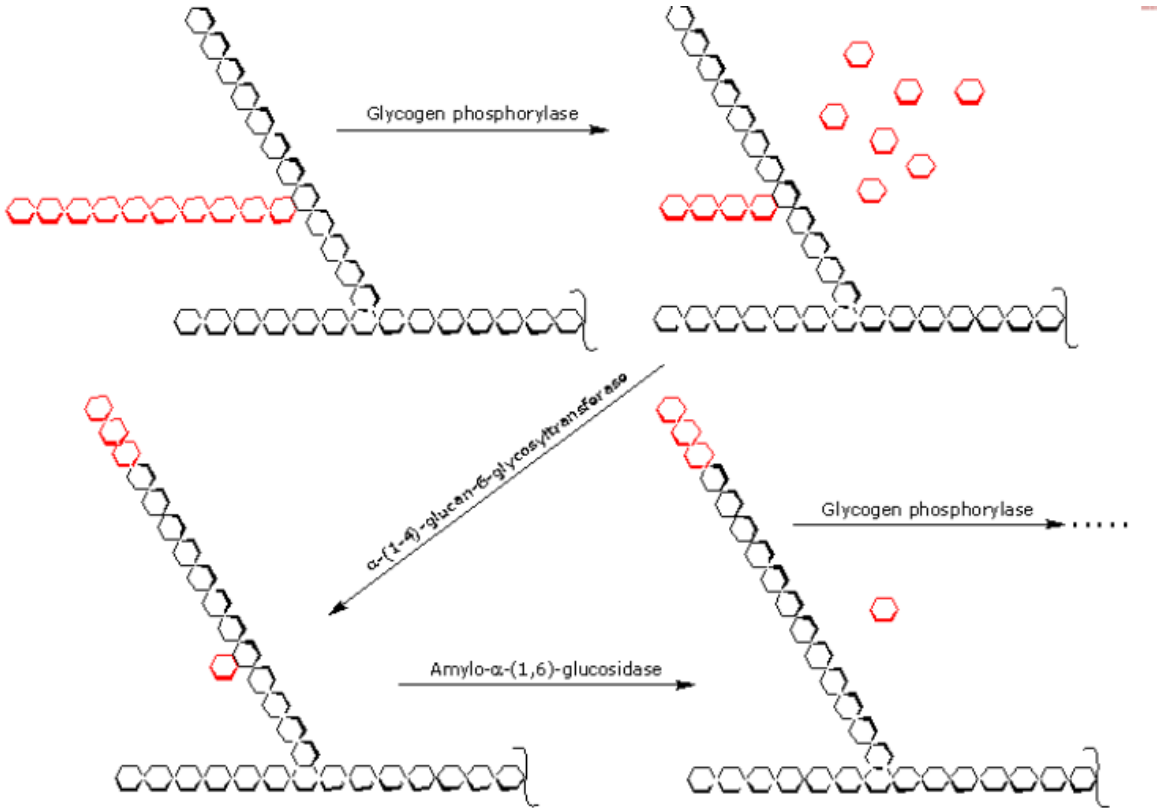
• يتم تحليل الجلايكوجين بفعل إنزيم الجلايكوجين فوسفورايليز(Glycogen Phosphorylase)، والذي يزيح جزيء جلوكوز من طرف السلسلة عن طريق ربطه بمجموعة فوسفات عند ذرة الكربون رقم 1حتى يتبقى 4 جزيئات من الجلوكوز قبل نقطة التفرع


Glycogen Phosphorylase
Glycogen
Phosphate ion
Remainder of glycogen
Glucose-1-phosphate

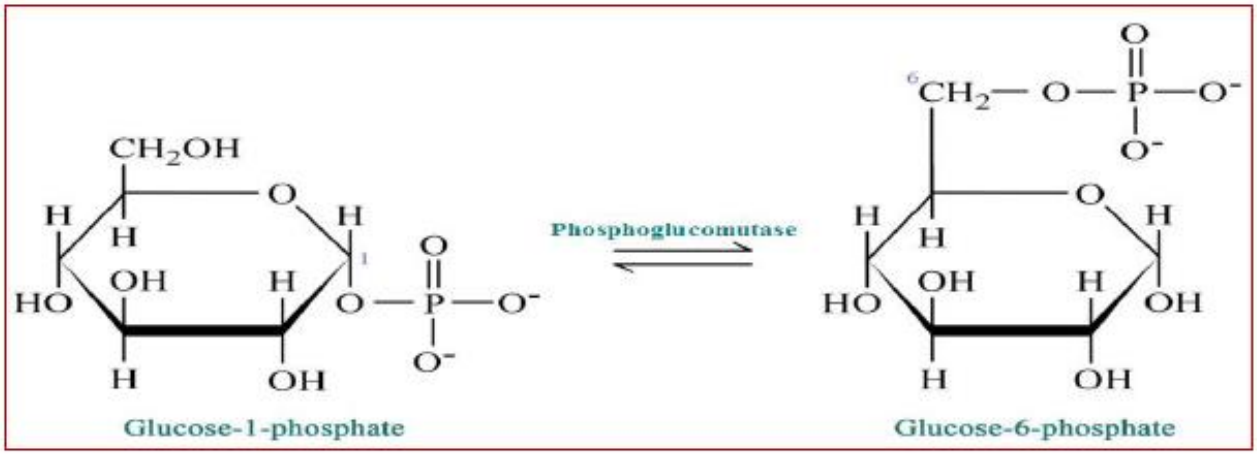

Glycogen phosphorylase
α-(1-4)-glucan-6-glycosyltransferase
Glycogen phosphorylase
Amylo-α-(1,6)-glucosidase

يقوم إنزيم جلوكوز ترانسفيريز (Glucose transferase) بنقل وحدات السكر الثلاثة المتبقية قبل موضع التفرع إلى سلسلة أُخرى تارك ا جزيء جلوكوز واحد مرتبط برابطة α-1→6 موضع التفرع.

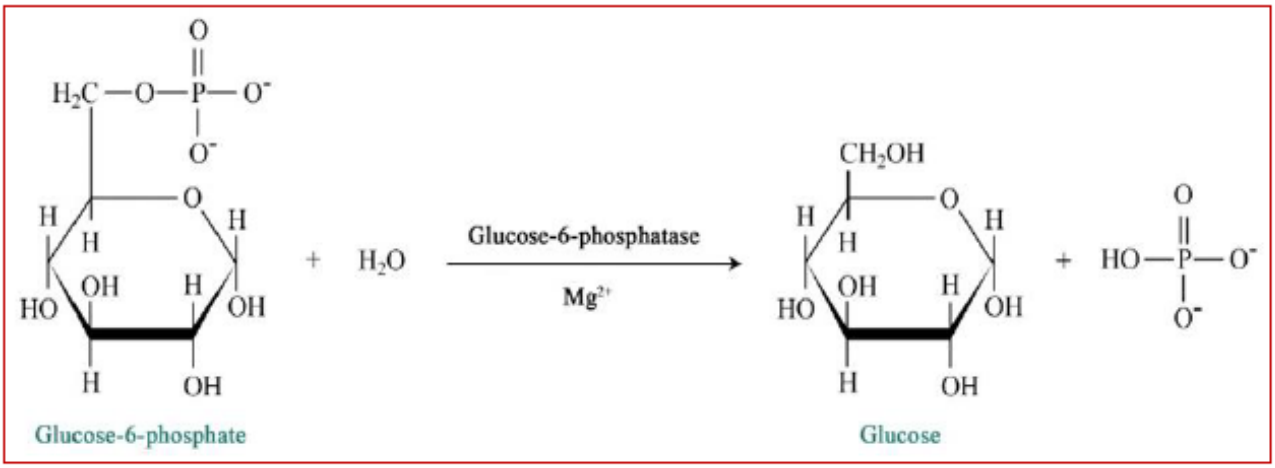
• يتم تحليل جزيء الجلوكوز في موضع التفرع بواسطة إنزيم أميلو-ألفا 1 → 6 جلوكوسيداز Amylo-α-1→6 Glucosidase



- يتم تحويل جميع وحدات الجلوكوز- 1 فوسفات الناتجة من عملية تحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز- 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 القدره على الخروج من الخلية إلى مجرى الدم



هضم البروتينات

في الفم :

لا يحدث هضم للمواد البروتينيه

في المعده:

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

الببسين

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

الرينين

يفرز هذا الانزيم من خلال جدار المعده 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.

الجيلاتينيز

يعمل هذا الانزيم علي هضم بروتين الجيلاتين وتحويله الي عديد الببتيد

في الاثنى عشر

يستكمل هضم البروتينات بواسطه العصاره البنكرياسيه في الاثني عشر والتي تحتوي علي اربع انزيمات وهي:

التربسين

الكيموتربسين

الكربوكسي ببتيدايز

الكولاجينايز

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

في الامعاء الدقيقه

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

انزيمات الامعاء الهاضمه للبروتين هي:-

الامينوببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطه الببتيديه الاولي من طرف مجموعة الامين.

الدايببتيدايز: يعمل علي كسر الرابطه الببتيديه بين ثنائيات الببتيد الناتجه من عمل انزيم الببسين.

امتصاص الاحماض الامينيه

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

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

اهمية الاحماض الامينيه الناتجه من هضم البروتينات

١- تصنيع البروتينات مثل البروتينات الموجوده في الانسجه والبلازما والانزيمات
٢- تصنيع بعض الهرمونات مثل هرمون الانسولين
٣- بناء المركبات النيتروجينيه مثل القاعد النيتروجينيه في الاحماض النوويه والكرياتين وبعض الناقلات العصبيه
٤- اكسدة الاحماض الامينيه للحصول علي الطاقه او تحويلها الي جلوكوز او احماض دهنيه
٥- يتم تكسيرها الي امونيا وهيكل كربوني ليستفيد منها الجسم في عمليات اخري

ايض الاحماض الامينيه

عمليات البناء:

- تستخدم الاحماض الامينيه كمواد اوليه لبناء البروتينات المختلفه
- تستخدم لبناء سكر الجلوكوز من مصدر غير كربوهيدراتي

عمليات الهدم:

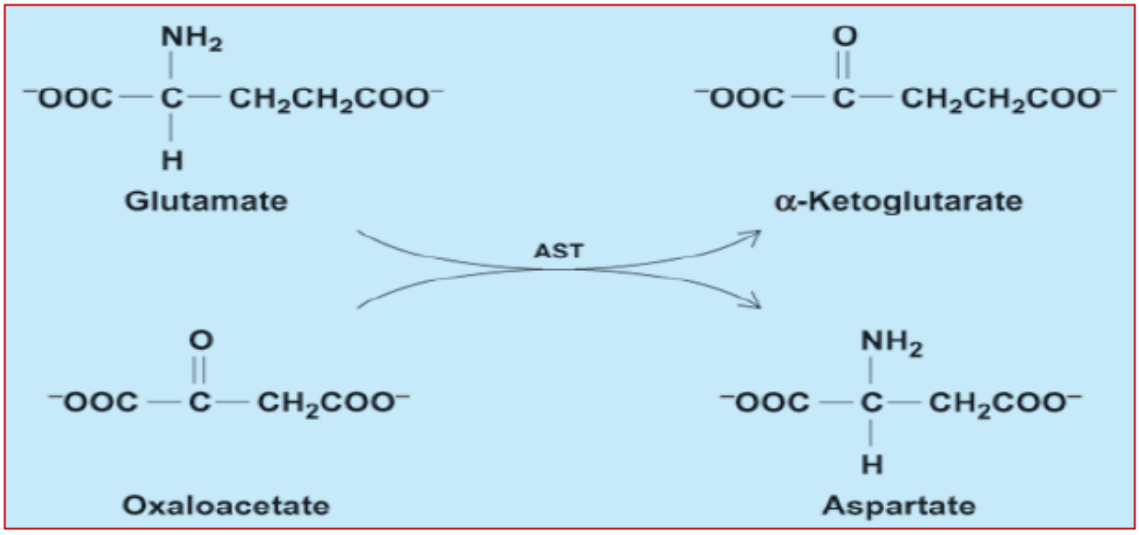
- تتاكسد الاحماض الامينيه لانتاج الطاقه عند تناول كميه كبيره منها او عند الامتناع عن الاكل او في حالة الاصابه بمرض السكر
- في هذه العملية يتاكسد الهيكل الكربوني في الحمض الاميني الي ثاني اكسيد الكربون وماء وتحول مجموعات الامين الي يوريا او مركبات نيتروجينيه اخر
- تتم عملية هدم الاحماض الامينيه في الكبد وبصوره اقل في الكليتين.

ايض مجموعة الالفا-امينو للاحماض الامينيه

- **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**

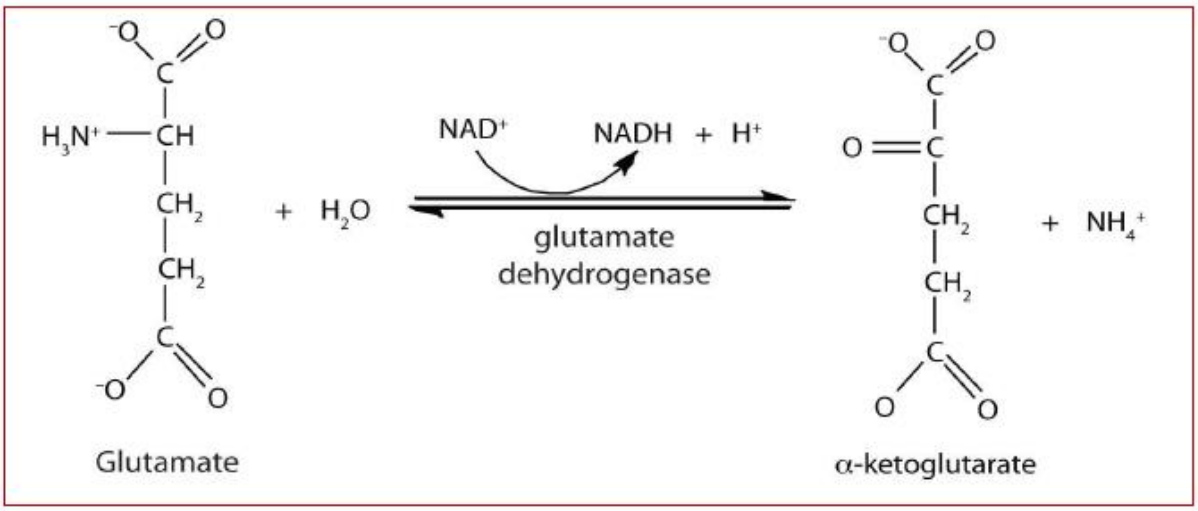
١ - نقل مجموعة الامين

- هي عملية نقل مجموعة الافا امين من حمض اميني الي هيكل حمض كيتوني لتكوين حمض اميني جديد.
- تحدث هذه العمليه في سيتوبلازم وميتوكوندريا خلاتيا الكبد
- يحفز هذا التفاعل العكسي بواسطة انزيم الترانس امينيز الذي يلعب دور هام في في عملية هدم وبناء الاحماض الامينيه



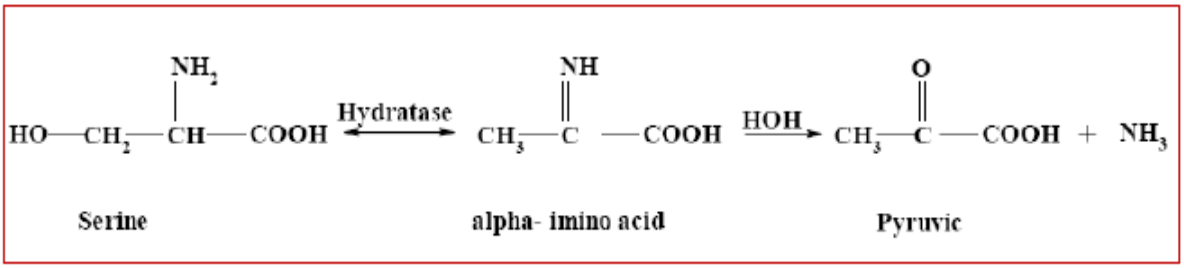
2. تفاعل النزع التاكسدي لمجموعة الأمين:

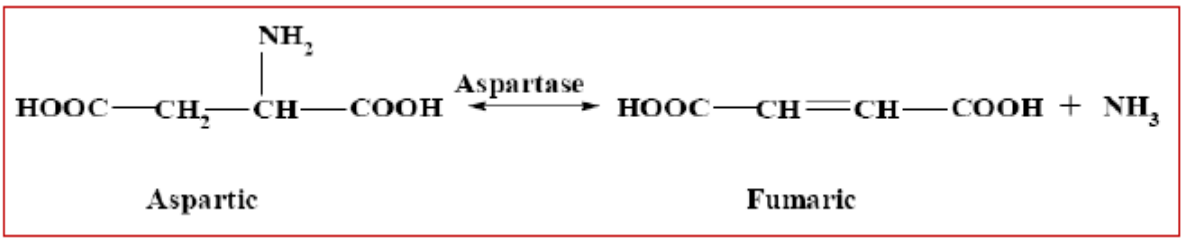
- هي عملية إزالة مجموعة الألفا أمين من الحمض الأميني الجلوتاميت لتبقى السلسلة الكربونية لهذا الحمض.
- تنتقل مجموعة الأمين المنزوعة إلى دورة اليوريا (Urea Cycle)، أما السلسلة الكربونية المتبقية تتحول إلى حمض كيتوني ليتحول بعدها لمركب وسيط يدخل في دورة كربس.
- تحدث هذه العملية في ميتوكوندريا خلايا الكبد.
- يُحفز هذا التفاعل العكسي وفي وجود الـ NAD^+ بواسطة إنزيم الجلوتاميت ديهيدروجينيز (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 أمينيز (deaminases) ليعطي الأمونيا والأحماض الغير مشبعة.





4. تفاعل نزع مجموعة الكربوكسيل:

- يحفز تلك التفاعلات إنزيمات دي كربوكسيليز (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 الهستيدين.
- ✓ 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

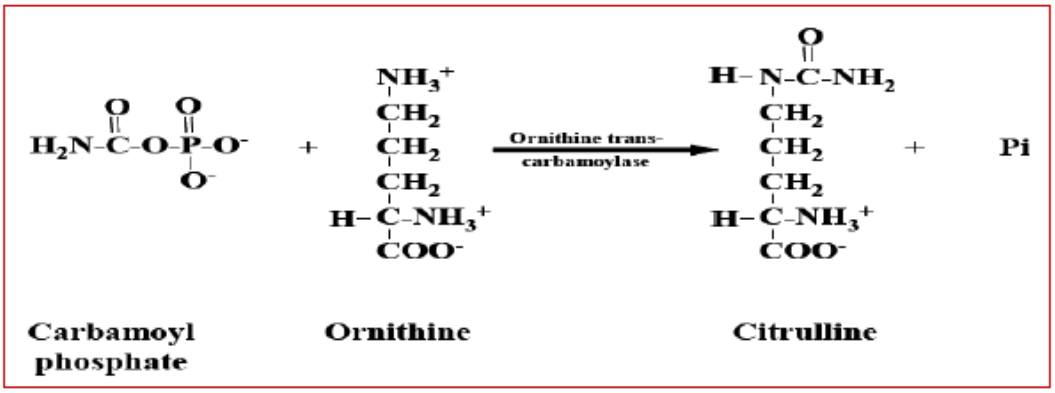
التفاعل الأول:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا ويُكون مركب الكربوميل فوسفات (Carbamyl Phosphate) من إتحاد 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).

$$CO_2 + NH_4^+ + 2ATP + H_2O \longrightarrow H_2N\text{-}C(=O)\text{-}O\text{-}P(=O)(O^-)\text{-}O^- + 2ADP + Pi$$

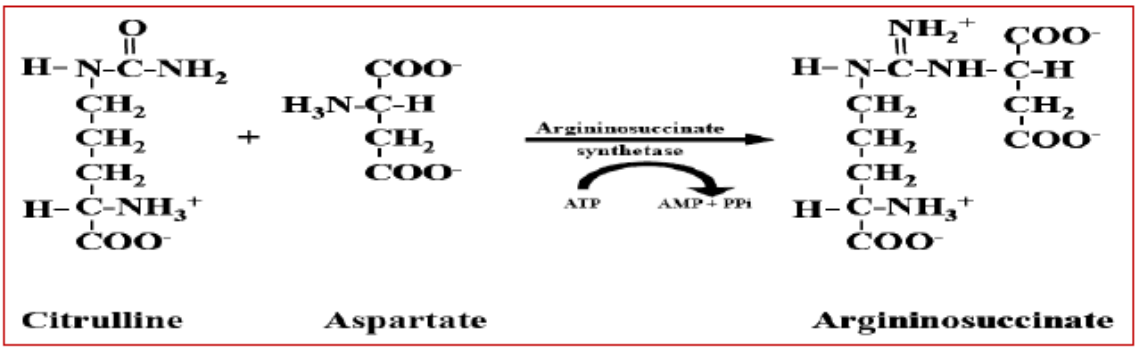
التفاعل الثاني:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم أورنيثين ترانزكربميليز (Ornithine Transcarbamylase) نقل مجموعة الكربمايل إلى مركب الأورنيثين لتعطي السترولين.



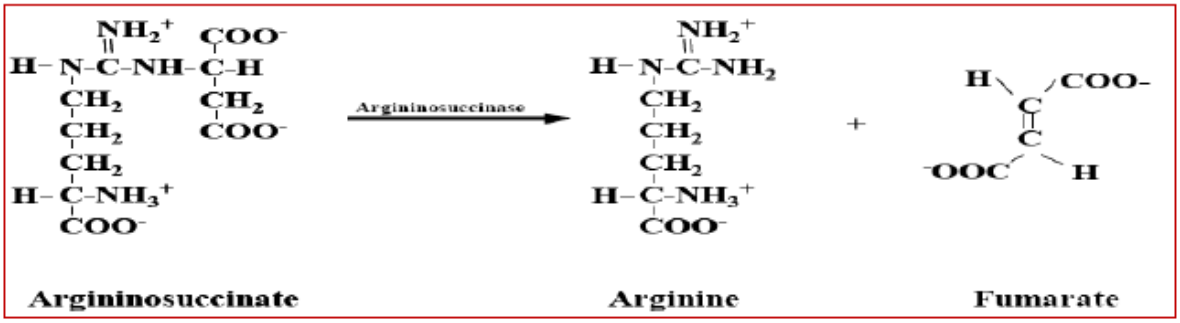
التفاعل الثالث:

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



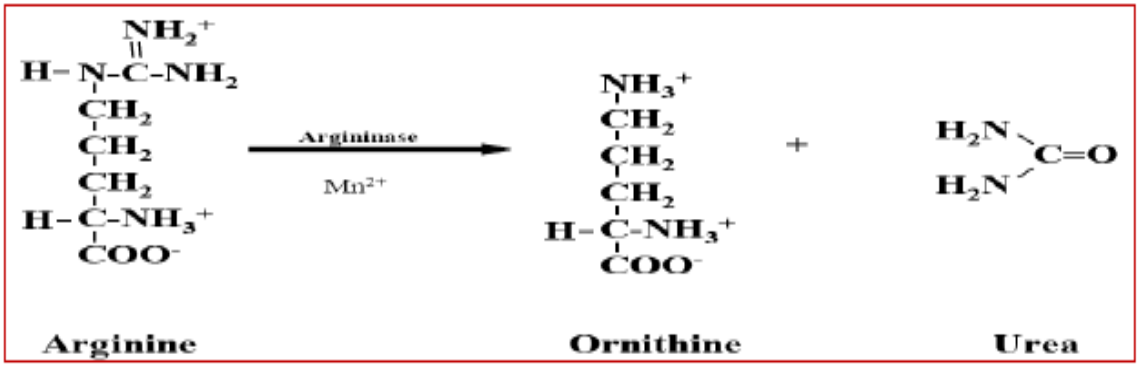
التفاعل الرابع:

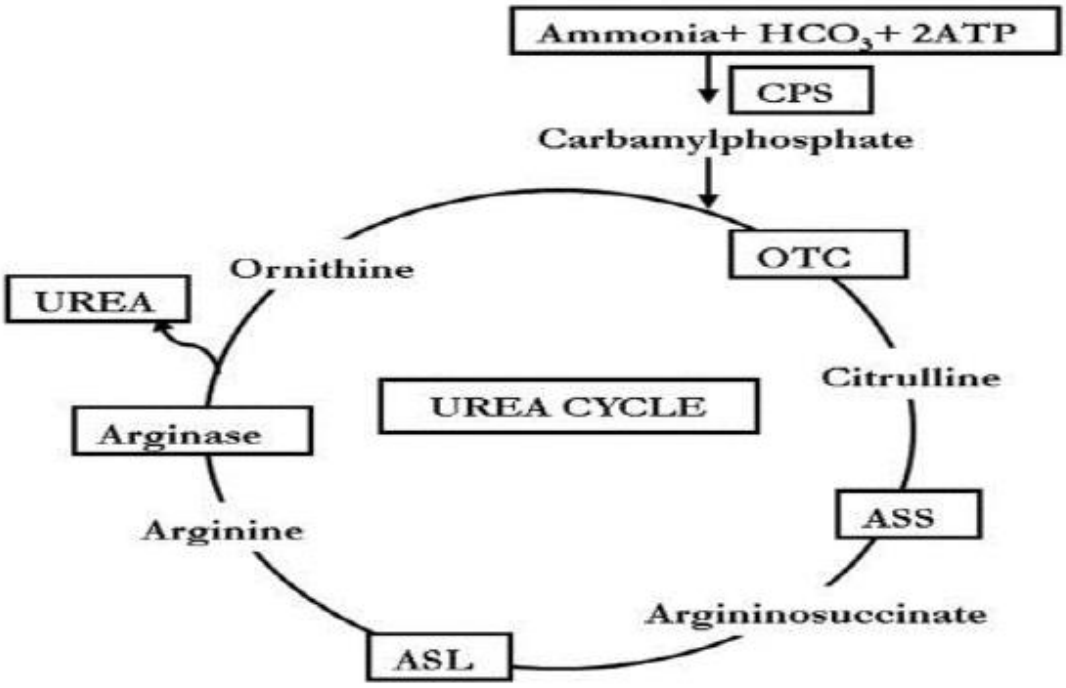
- يتم هذا التفاعل في السيتوبلازم حيث يحفز إنزيم الأرجينينوسكسينيت لايز (Argininosuccinate Layase) تحلل مركب الأرجينينوسكسينيت وتكوين الحمض الأميني الأرجنين والفيوماريت.
- يتحول الفيوماريت إلى الأكسالوأسيتيت الذي يتحول بدوره إلى الأسبارتيت.



التفاعل الخامس:

- يتم هذا التفاعل في الميتوكوندريا حيث يُحفز إنزيم الأرجينيز (Arginase) تحلل الحمض الأميني الأرجنين 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.

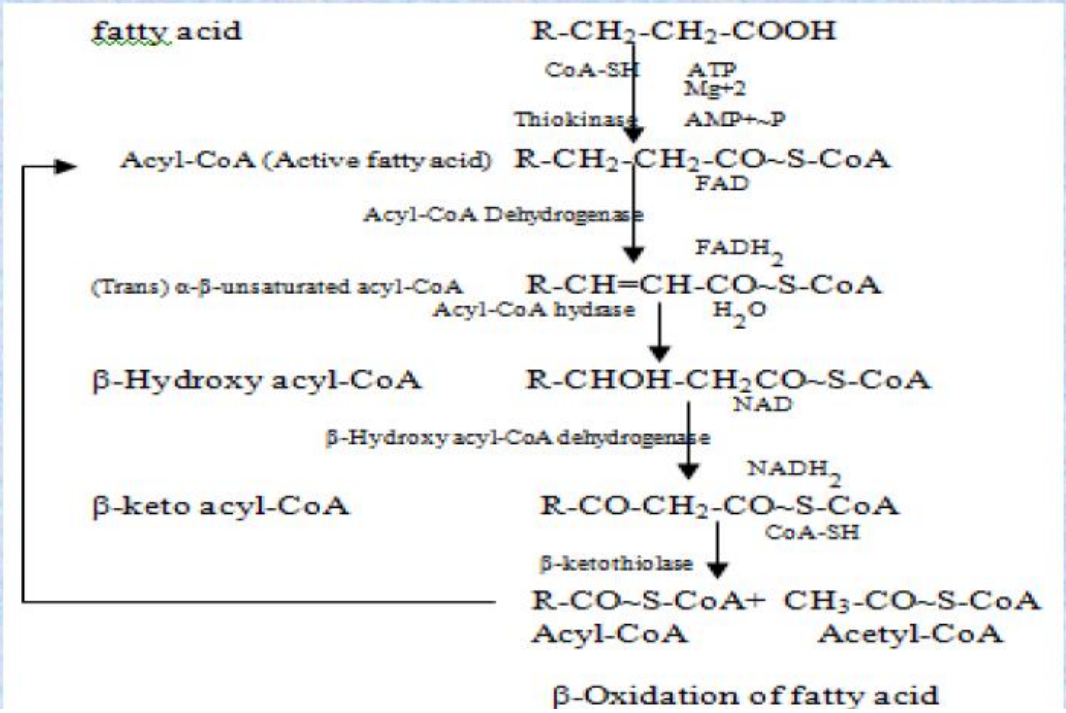



Ammonia+ HCO_3+ 2ATP
CPS
Carbamylphosphate
OTC
Citrulline
ASS
Argininosuccinate
ASL
Arginine
Arginase
Ornithine
UREA
UREA CYCLE

التمثيل الغذائى لليبيدات Metabolism of lipids

- تخزن الزيوت والدهون على صورة مركبات متعادلة Glycerides فى النبات والحيوان وهذه توجد فى الخلية الحية لإنتاج الطاقة حيث تعتبر الليبيدات من المصادر الغنية فى 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 وجلسرول التى تمتص خلال جدر الامعاء وتنتقل بصور مختلفة الى حيث استخدامها. وتخزن الزيادة من الدهنيات فى مواضع مختلفة من جسم الحيوان اهمها تجويف البطن وتحت الجلد وبين العضلات. والجلسرول يتحول الى جليكوجين فى الكبد ويمثل الى كربوهيدرات ويتم الحصول على الطاقة المخزنه فى المواد الدهنية عن طريق عملية الاكسدة للأحماض الدهنية طويلة السلسلة.
- **وهناك نوعان من الاكسدة :-**

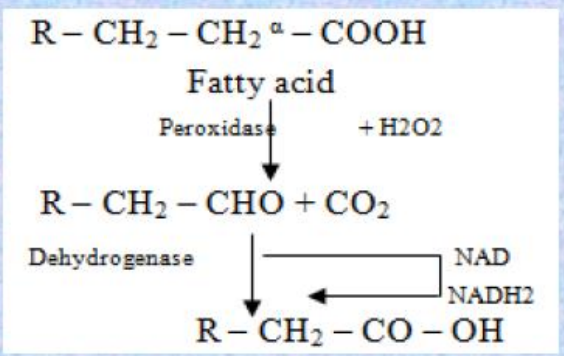
اولا : الاكسدة فى الوضع بيتا:- β-oxidation
وتسمى ايضا (Knoops oxidation)



- **ويلاحظ في هذه التفاعلات مايلي:**
- **1-** في الخطوة الاولى يلزم جزيء واحد فقط من ATP لتنشيط الحمض الدهني في بدأ β-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 الدهني0 يعمل مركب ATP على تنشيط الحمض الدهني فقط لتكوين مركب Acyl Co-A.
- **2-** يتبع الخطوة السابقة عملية نزع ايدروجين بين ذرتي الكربون α, β ويحدث ذلك في وجود FAD الذي يتحول الى الصورة المختزلة $FADH_2$ وينتج خلال هذه الخطوات جزيئان من الـ ATP.
- **3-** عند تحويل المركب β-Hydroxy acyl Co-A الى المركب β-Keto acyl Co-A ويحتاج هذا التفاعل الى NAD الذي يتحول الى $NADH_2$ وينتج خلال ذلك 3 جزيئات من الـATP. وعلى ذلك فان كل β-Oxidation ينتج خلالها 5 جزيئات من الـATP.
- **4-** يلاحظ ايضا انه في كل β- Oxidation ينقص ذرتين كربون من الحمض الدهنى على صورة acetyl-COA والتى يدخل دورة كرب للاحماض ثلاثية الكربوكسيل Tricarboxylic acid cycle (Krebs cycle) حيث يتاكسد الى $H_2O + CO_2$.
- **5-** اما باقى جزئ الحمض الدهنى فيكون على صورة acyl Co-A الذى يحدث له β-Oxidation ليخرج منه ذرتين كربون على صورة acetyl CoA وهكذا حتى يتم اكسدة الحمض الدهنى كله وهكذا فتكون النتيجة النهائية هى :-
- Fatty acid Acetyl CoA $CO_2 + H_2O$
- وعلى ذلك فحمض دهنى يحتوى على 18 ذرة كربون يحدث له ثمانى مرات β-Oxidation.
- **6-** يلاحظ ان هذه الدورة لا هوائية حيث تتم الاكسدة والاختزال بواسطة انزيمات dehydrogenase.

ثانيا : الاكسدة فى الوضع (α – oxidation):

- يتم هذا النوع من الاكسدة فى احوال خاصة فى البذور والاجنه وبعض الأنسجة كالمخ وتتم كالآتى :-



- وهكذا تتكرر العملية من جديد

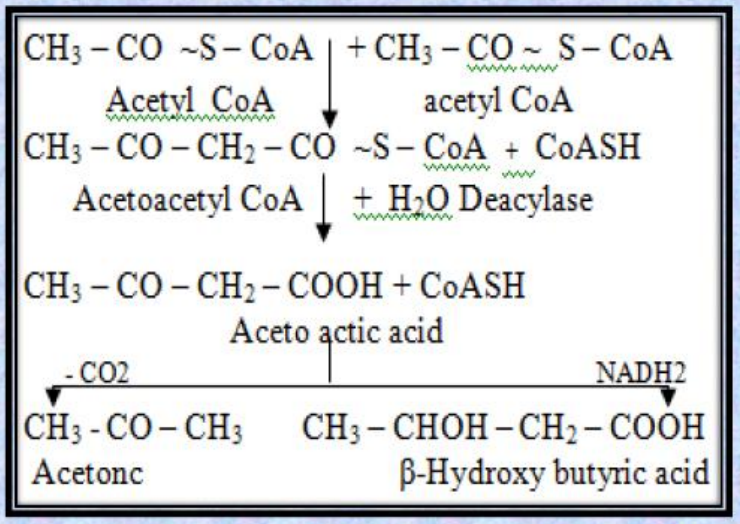
- يلاحظ فى هذا النوع من الاكسدة استخدام الـNAD الذى يتحول الى $NADH_2$ (مختزل) وينطلق ثلاثة روابط غنية فى الطاقة وينقص الحمض الدهنى ذرة كربون واحدة تخرج على صورة CO_2ويلاحظ ان الطاقة الناتجة من عملية الـ β-Oxidation تكون اكبر منها فى حالة الـ α – oxidation كما ان عملية الاكسدة فى النوع الاول تتم فى بطء عن النوع الثانى ولذا تحدث الـ α – oxidation فى البذور النابتة لأنتاج 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 يؤدى 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 :-

- β-acetoacetic acid, β-hydroxybutyric acid , acetone

وتتلخص التفاعلات الخاصة بتكوين هذه المركبات فيما يلى:



وبعد تكوين الـ Aceto acetic acid فاما ينزع منه CO_2ليتكون الإسيتون او يحدث له اختزال بواسطة $NADH_2$ ليتكون المركب β-Hydroxy butyric acid.

الفيتـــــامينـــــــات Vitamins

- **تقسم المواد الغذائية الى الاقسام الرئيسية الاتية :-**
- **الكربوهيدرات** : كأغذية طاقة.
- **الليـبـيـدات** : كأغذية طاقة مركزة. حيث تستخدم الدهون والزيوت بجانب الكربوهيدرات فى توليد الحرارة اللازمة للكائن الحى.
- **البروتينـــات** : 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 يؤدى الى اعراض مرضية على الحيوانات ثم يتبعه نقص في النمو ثم الموت. بينما تستمر الحيوانات الاخرى التى تتغذى على علائق كاملة التركيب بصحة جيدة ومع استمرار تجارب التغذية وتعددها امكن توصيفها وتقسيمها واطلق عليها اسم الفيتامينات Vitamins.**

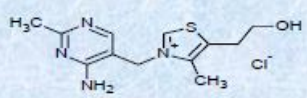
الفيتامينات عبارة عن مركبات كيميائية عضوية لا تتكون عادة بواسطة اعضاء الجسم وتوجد عادة فى المواد الغذائية المختلفة ويحتاج اليها الجسم بكميات صغيرة لكى يحتفظ بصحة جيدة ونمو سليم. **ولا تتدخل الفيتامينات فى بناء الانسجة ولا يتولد عنها طاقة مثل المواد الغذائية الاخرى.** وتختلف احتياجات الحيوان من الفيتامينات 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

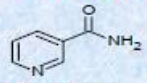
- **أولا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الماء Water Soluble Vitamins:-** وهى تشمل مجموعه فيتامينات B، C

- **ثانيا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الدهون Fat souble_ Vitamins :-** وبالتالى تذوب فى مذيبات الدهون وتشمل فيتامينات A, K, E, D.

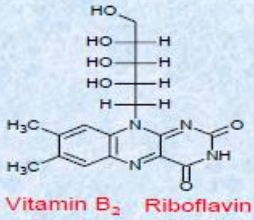
الفيتامينات الذائبة فى الماء



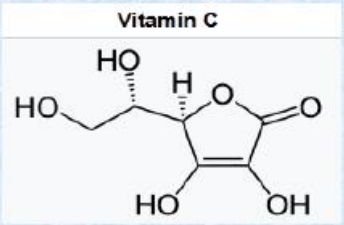
Vitamin B_1 Thiamine chloride

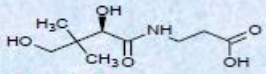


Vitamin B_3
Niacinamide

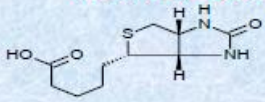


Vitamin B_2 Riboflavin

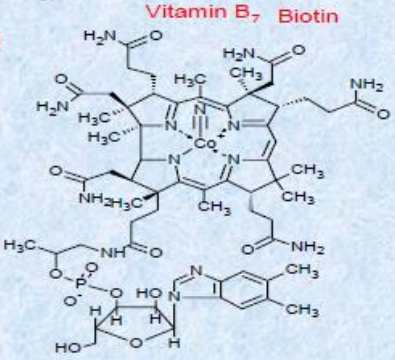




Vitamin B_5
Pantothenic acid

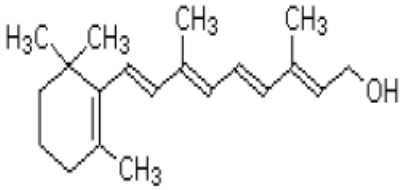


Vitamin B_7 Biotin

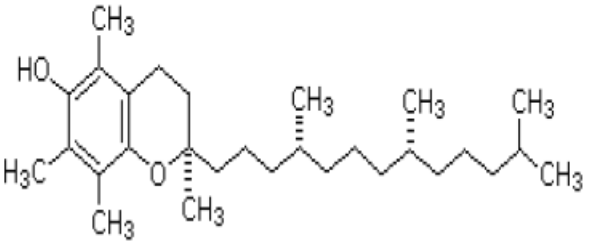


Vitamin B_{12}

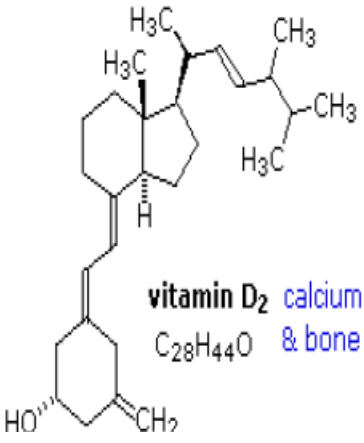
Lipid Soluble Vitamins



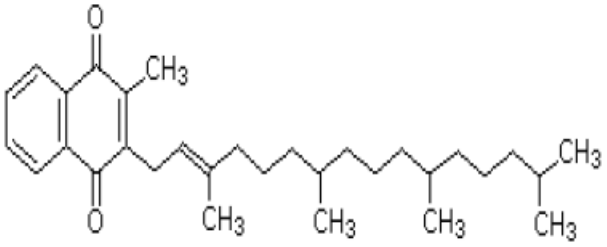
vitamin A
$C_{20}H_{30}O$ part of the visual pigment



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



vitamin D_2 calcium metabolism
$C_{28}H_{44}O$ & bone growth



vitamin K_1 a blood clotting factor
$C_{31}H_{46}O_2$