



# الأحماض الكربوكسيلية ثنائية القاعدة

إعداد

د. محمد يوسف محجوب

قسم الكيمياء - كلية العلوم

جامعة جنوب الوادي

الفرقة : الثانية - كلية التربية

الشعبة : طبيعة وكيمياء

العام الدراسي : 2023-2024



## الفصل الأول

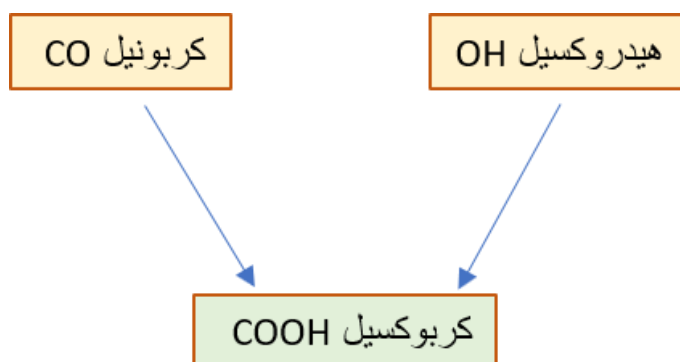
مقدمة ..

### الأحماض الكربوكسيلية

تسميتها - تصنيفها - الطرق العامة لتحضيرها -  
خواصها الكيميائية والفيزيائية

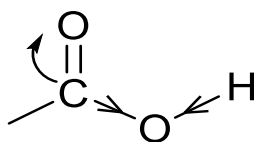
## الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic acid

تحتوي الأحماض الكربوكسيلية على مجموعة الكربوكسيل -COOH وهي عبارة عن مجموعتي الهيدروكسيل والكاربونيل مرتبطين معاً وقد أشتق اسم كربوكسيل من المقطع الأول لكلمة كاربونيل والمقطع الأخير من كلمة هيدروكسيل كما يلي :-



تتميز الأحماض الكربوكسيلية بأنها أقوى الأحماض العضوية . كما تسمى بالأحماض الدهنية كون الحصول عليها من تميؤ الدهون والزيوت ممكناً.

ترتبط ذرة الكربون في مجموعة الكاربونيل بمجموعة الهيدروكسيل بتهجين  $sp^2$  ويوجد في مجموعة الكربوكسيل ثلاث روابط قطبية هي الرابطة  $C=O$  الثنائية والرابطة  $C-O$  الأحادية والرابطة  $O-H$



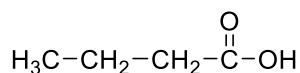
## تسمية الأحماض الكربوكسيلية

### أولا: التسمية النظامية IUPAC:

يشتق إسم الحمض الكربوكسيلي بإستبدال الحرف (e) من اسم الألكان المقابل بالمقطع (ويك) (oic) ثم تتبع بكلمة حمض (acid)، يُضاف المقطع (ويك) للألكان المقابل.

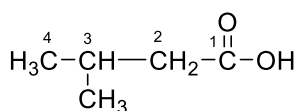
تستخدم الأرقام لتحديد مواقع المستبدلات إن وجدت حيث يبدأ الترقيم من ذرة الكربون في مجموعة الكربوكسيل.

عند ارتباط مجموعة الكربوكسيل بمركب حلقي فإنها تسمى بطريقة مشابهة لتسمية الألهيدات حيث يسمى المركب الحلقي ثم يتبع بكلمة حمض كربوكسيلي Carboxylic acid.



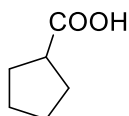
Butanoic acid

حامض بيوتانويك



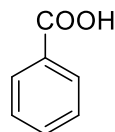
3-methylbutanoic acid

3-ميثيل حامض بيوتانويك



cyclopentanecarboxylic acid

1-كربوكسي بنتان



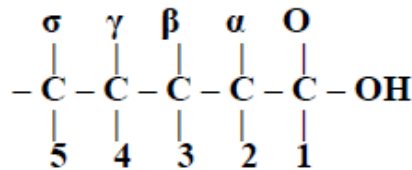
benzoic acid

حامض بنزويك

## ثانياً: التسمية الشائعة:

إن لكثير من الأحماض الكربوكسيلية أسماء شائعة تدل على المصدر الطبيعي لها فمثلاً حمض الميثانويك Methanoic يعرف باسم حامض الفورميك Formic acid المشتق من كلمة لاتينية تعنى النمل لأنه كان يحضر بتقطير نوع من أنواع النمل وحمض الإيثانويك Ethanoic يعرف باسم حامض الأسيتيك Acetic acid أو حامض الخليك ومشتق من كلمة لاتينية تعني الخل حيث كان يحضر من الخل وهكذا .

عند وجود ذرات أو مجموعات تفرع على السلسلة الكربونية فيُشار إليها وإلى مواقعها باستخدام الأرقام ابتداءً بذرة كربون مجموعة الكربوكسيل أو باستخدام الحروف اليونانية ( ألفا وبيتا وجاما )  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\gamma$  في تحديد مواقع المستبدلات ابتداءً من ذرة كربون رقم 2 أي الكربون المجاور لمجموعة الكربوكسيل كما يلي:



الجدول التالي يوضح الأسماء الشائعة لبعض الأحماض ومصادرها الطبيعية والكلمة اللاتينية المشتقة منها.

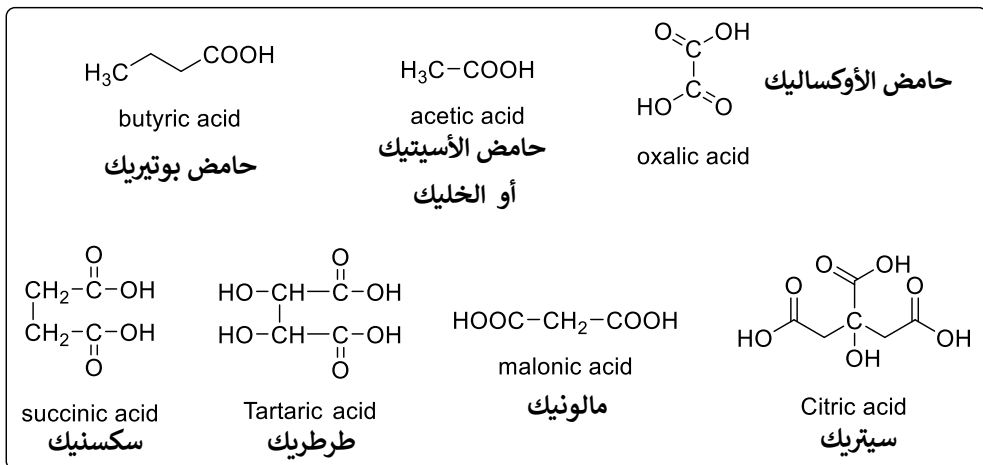
المركب	الإسم الشائع	إشتقاق الإسم
HCO <sub>2</sub> H	Formic acid	تعني النمل Formica
CH <sub>3</sub> COOH	Acetic acid	تعني الخل Acetum
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Propionic acid	تعني الدهن Proto
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Butyric acid	تعني الزبدة Butyrum
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Valeric acid	تعني زهرة الناردين Valere
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	Caproic acid	تعني الماعز Caper

### تصنيف الأحماض الكربوكسيلية

أولاً: حسب عدد مجموعات الكربوكسيل

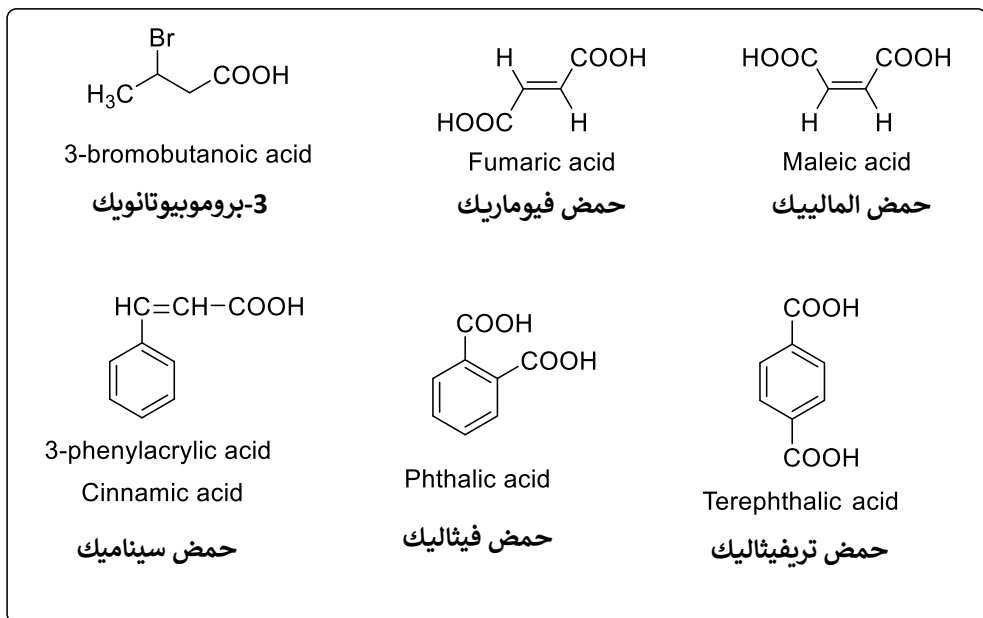
- 1- أحماض أحادية الكربوكسيل Monocarboxylic acid  
وهي التي تحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة وتعرف بالأحماض أحادية القاعدية.
- 2- أحماض ثنائية الكربوكسيل Dicarboxylic acid  
وهي التي تحتوي على مجموعتين كربوكسيل وتعرف بالأحماض ثنائية القاعدية
- 3- أحماض ثلاثية الكربوكسيل Tricarboxylic acid

وهي التي تحتوي على ثلاث مجموعة كربوكسيل وتعرف بالأحماض ثلاثية القاعدية.



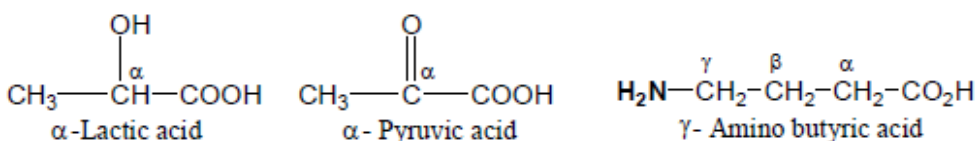
ثانياً: حسب نوع المجموعة العضوية المرتبطة بمجموعة الكربوكسيل

- أحماض كربوكسيلية أليفاتية (مشبعة و غير مشبعة)
  - أحماض كربوكسيلية أروماتية
- كما هو موضح بالأمثلة في الشكل التالي:

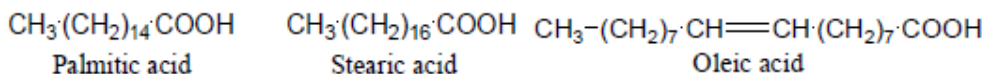


ثالثاً: حسب نوع المجموعات الوظيفية الأخرى الموجودة في جزيئاتها

أحماض كربوكسيلية أمينية تحتوي على مجموعة أمين ، أحماض كربوكسيلية كيتونية تحتوي على مجموعة كيتون وهكذا.



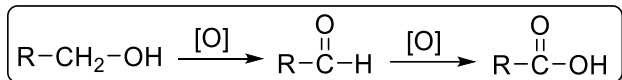
ملاحظة: تُعرف الأحماض الكربوكسيلية ذات السلسلة الهيدروكربونية الطويلة بالأحماض الدهنية وذلك لأن مصدرها الدهون والزيوت، وتحتوي علي عدد زوجي من ذرات الكربون.





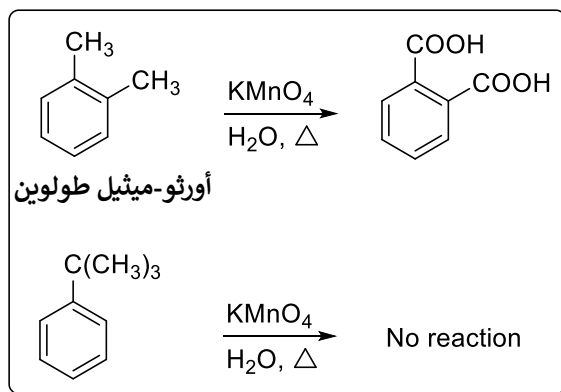
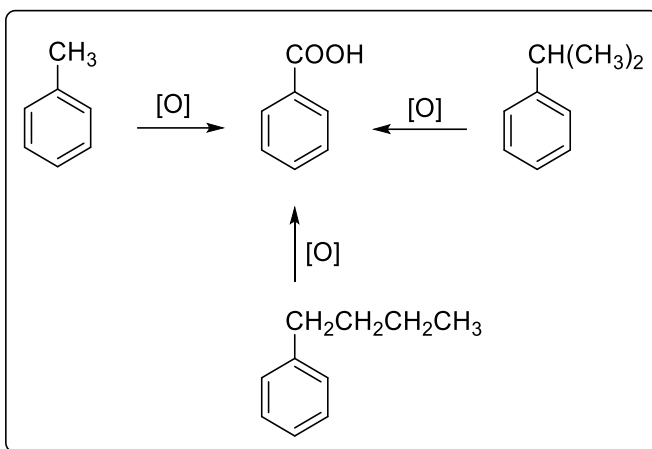
## طرق تحضير الأحماض الكربوكسيلية

### 1- أكسدة الكحولات الأولية والألدهيدات



### 2- أكسدة الألكيل بنزين

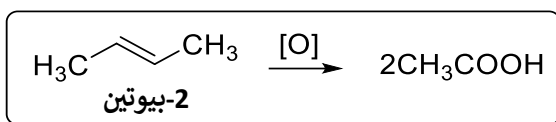
يمكن أن تؤكسد مجموعة الألكيل في البنزين إلى مجموعة كربوكسيل باستخدام برمنجنات البوتاسيوم في وسط قاعدي.



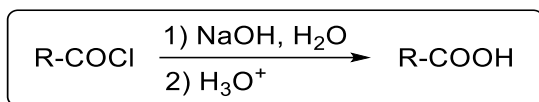
في المعادلة الأخيرة لم يحدث تفاعل لأن عملية الأكسدة تتم في ذرة الكربون المرتبطة بالحلقة مباشرة Benzylic carbon شرط وجود ذرة هيدروجين بنزلية وهذا غير متوفر في مجموعة البيوتيل الرباعية t-Butyle

### 3- أكسدة الألكينات

الألكينات ثنائية أو ثلاثية التفرع يمكن أن تتأكسد بإستخدام كرومات البوتاسيوم أو الأوزون، لتعطي أحماض كربوكسيلية.

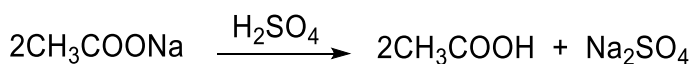


### 4- أكسدة كلوريدات الأحماض



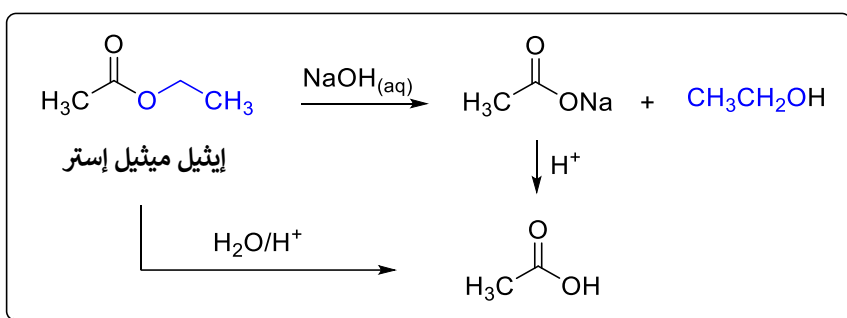
### 5- من أملاح الأحماض

يمكن تحضير الأحماض الكربوكسيلية البسيطة بإضافة حمض الكبريتيك إلى الملح لحمض، ثم يقطر المخلوط ، وتحضر الأحماض الكبيرة بإضافة حمض الكبريتيك إلى محلول مائي للملح ثم يستخلص الحمض بمذيب عضوي مثل ايثيل ايثر أو مذيب آخر.

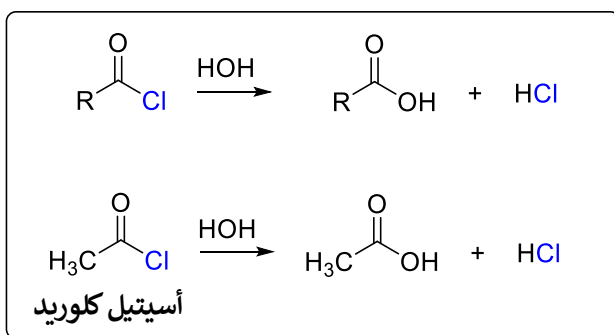


## 6- تميؤ الإسترات

عند غليان استر معين في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم يتكون ملح صوديومي لحمض ونجد أنه عند معالجته بحمض HCl مخفف يعطي الحمض الكربوكسيلي. جدير بالذكر هنا أن الزيوت والدهون تعتبر إسترات للأحماض الدهنية ومن ثم يمكن تحضير الأحماض الدهنية من تميؤ الدهون.

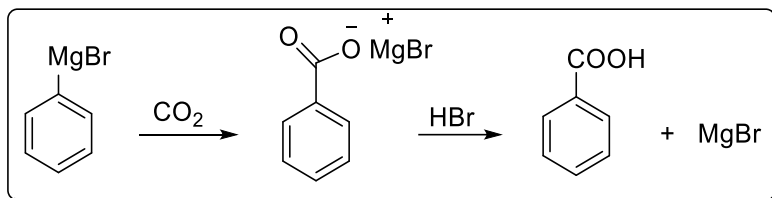


## 7- التحلل المائي لكلوريدات الأحماض وانهدريدات الأحماض

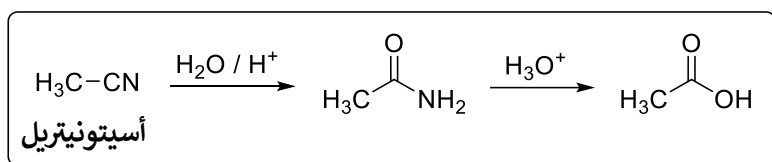


8- تفاعل متفاعلات جرينارد مع  $\text{CO}_2$  (Carbonation of Grignard)

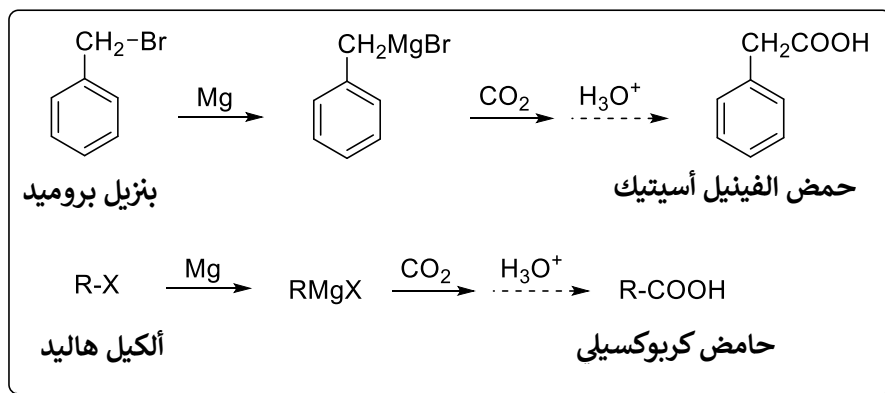
(reagent



9- إماهة النيتريلات



تمرين: كيف تحصل على حمض الفينيل أسيتيك من البنزيل بروميد؟



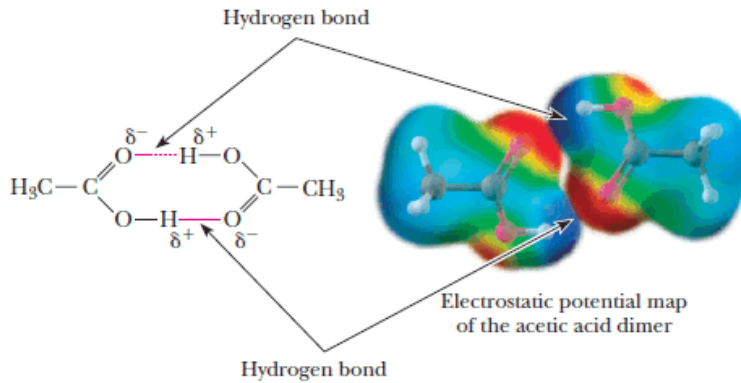
## الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية

### 1- الحالة الفيزيائية:

الأحماض التي تحتوي على ذرة كربون واحدة إلى أربع ذرات كربون تكون سوائل خفيفة، أما التي تحتوي على خمس إلى تسع ذرات كربون تكون سوائل ثقيلة، بينما الأحماض التي تتكون من عشر ذرات كربون فأكثر تكون في الحالة الصلبة.

### 2- درجة الغليان:

بسبب القطبية العالية لجزيئات الأحماض الكربوكسيلية ومقدرتها على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها تكون ذات درجات غليان عالية جداً حيث تكون جزئياً يعرف بالجزء المضاعف dimer وهو عبارة عن ترابط جزيئين من جزيئات الأحماض الكربوكسيلية برابطة هيدروجينية فتصبح كأنها جزئ واحد.



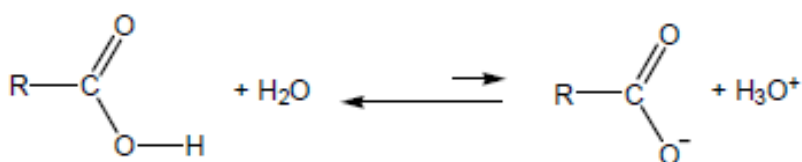
## 3- الذوبانية:

الأحماض الكربوكسيلية الأربعة الأولى تذوب بأي كمية في الماء بسبب مقدرتها على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء. تقل الذوبانية بزيادة الوزن الجزيئي إلى أن تصبح عديمة الذوبان في الماء.

تذوب جميع الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية والأروماتية في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم وبيكربونات الصوديوم لتعطي أملاح الصوديوم.

الخواص الكيميائية للأحماض الكربوكسيلية

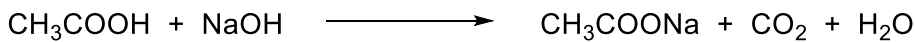
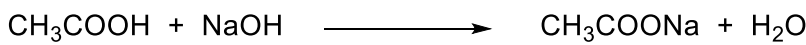
1- الحامضية: تُصنف الأحماض الكربوكسيلية كأحماض ضعيفة بسبب تأينها الضعيف في الماء.



تزداد قوة الحامضية بوجود المجموعات الساحبة للإلكترونات لأنها تعمل على زيادة استقرار الأنيون حيث تقلل من تركيز الشحنة السالبة على ذرة الأكسجين في مجموعة الهيدروكسيل مما يجعل ذرة الأكسجين تسحب إلكترونات الرابطة O-H نحوها لتعويض النقص الإلكتروني فيسهل فقد البروتون.

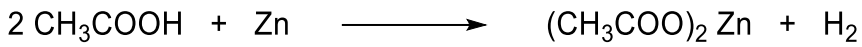
تقل الحامضية بوجود المجموعات المعطية للإلكترونات حيث تعمل على زيادة تركيز الشحنة السالبة على ذرة الأكسجين في مجموعة الهيدروكسيل فتزداد قوة تجاذبها مع ذرة الهيدروجين.

2- **تفاعل تكوين الأملاح:** تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية بسهولة مع المحاليل المائية لهيدروكسيد الصوديوم وبيكربونات وكربونات الصوديوم وتكون أملاح صوديوم ذائبة في الماء.

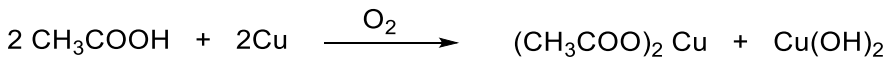


يستخدم هذا التفاعل في التمييز بين الأحماض الكربوكسيلية التي لا تذوب في الماء وبين الكحولات والفينولات التي لا تذوب في الماء أيضاً وذلك لأن الفينولات لا تتفاعل مع بيكربونات الصوديوم (معدا Nitrophenol) والكحولات التي لا تذوب في الماء لا تتفاعل مع المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم أو بيكربونات الصوديوم. ولأملاح الأحماض الكربوكسيلية أهمية كبيرة حيث يمكن تحضير الألكان المقابل بتسخينها مع الجير الصودي (NaOH/CaO).

عند تأثير حمض على المعدن يتأكسد المعدن الى أيون معدني بواسطة أيون الهيدروجين الذي يُختزل بدوره الى هيدروجين منفرد وحيث ان تأين الاحماض الكربوكسيلية يكون ضعيفا، لذلك نجد ان التفاعل بين هذه الاحماض والمعادن كالزنك مثلا يسير ببطء



ولايؤكسد أيون الهيدروجين المعادن التي تقع تحت الهيدروجين فى سلسلة الدوافع الكهربائية وفى وجود الهواء يحدث تفاعل بين النحاس وحمض الخليك وتتكون خلايا نحاس قاعدية بدون تصاعد اى هيدروجين.



وكثير من أملاح الأحماض العضوية لها أهمية كبيرة فخلايا الصوديوم كاشف معملى معروف كما أنها تستعمل كثير كقاعد ضعيفة لمحلولها تأثير قلوبى ضعيف فى عباد الشمس وتتفاعل خلايا الزئبقيك مع كثير من المواد الاروماتية وتكون مركبات زئبقية يتصل الزئبق فيها مباشر بالكربون.

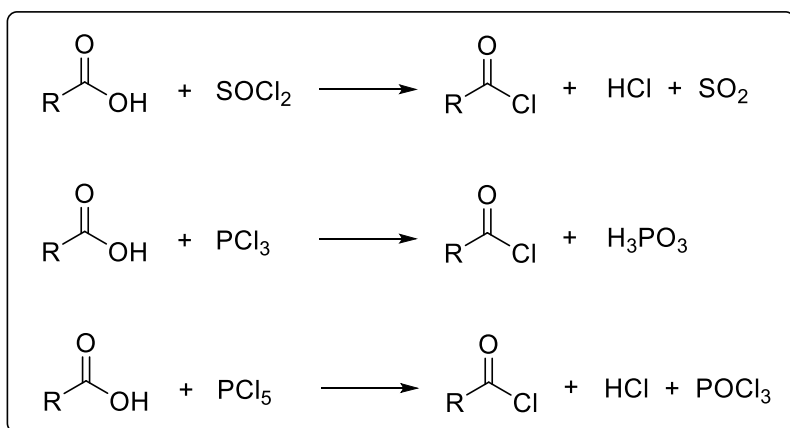
أما الأحماض الدهنية العليا فتكون أملاحها الصابون، وقطعة الصابون العادية تحتوى أساسا على خليط من بالميتات الصوديوم ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ ) و ستيرات الصوديوم ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ ) وأوليات الصوديوم ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COONa}$ ) وحمض الأوليك هذا من الأحماض الدهنية غير المشبعة.



## 3- تفاعلات الإستبدال

• تكوين كلوريدات الحمض: وذلك بتفاعل الأحماض

الكربوكسيلية مع عدة كواشف مثل  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$



وعادة ما يفضل إستخدام كلوريد الثيونيل Thionyl Chloride

$\text{SOCl}_2$  لسهولة التخلص من النواتج الجانبية الغازية مثل  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$

• تكوين أنهيدريدات الحمض: وذلك عن طريق نزع الماء من

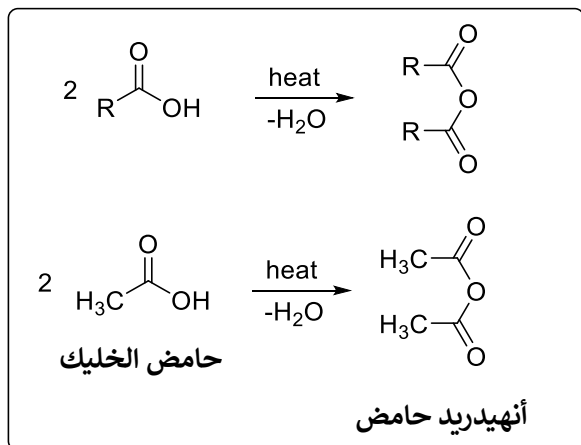
الأحماض الكربوكسيلية Dehydration of carboxylic acids

حيث يمكن لجزيئي حمض كربوكسيلي عند تسخينها فقد جزيئ

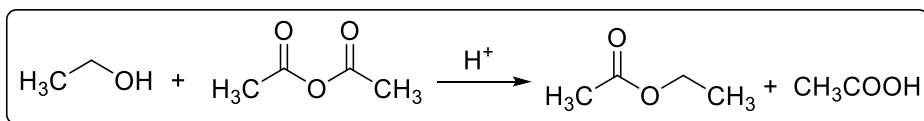
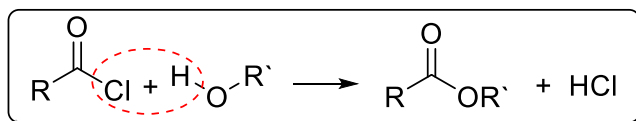
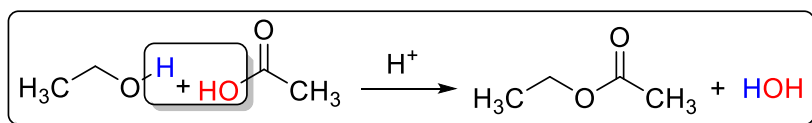
ماء ( في وجود خماسي أكسيد الفوسفور ) لتعطي أنهيدريد،

ويمكن الحصول على أنهيدريد متماثل أو غير متماثل اعتماداً

على الحمض أو الأحماض المستخدمة.

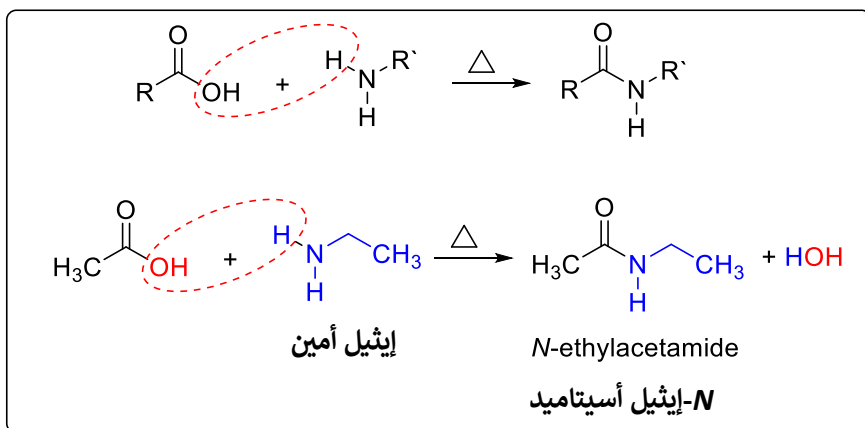


- **تكوين الإسترات:** عن طريق تفاعل الأحماض الكربوكسيلية أو مشتقاتها مع الكحولات في وجود كمية حفزية من حمض الكبريتيك المركز أو HCl الغازي لتعطي أسترات، والإسترات هي مركبات أغلبها روائح محببة وعادة ما تستخدم كنكهات في كثير من أنواع العصائر المختلفة.

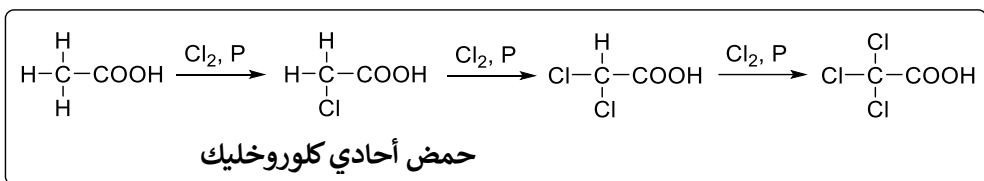
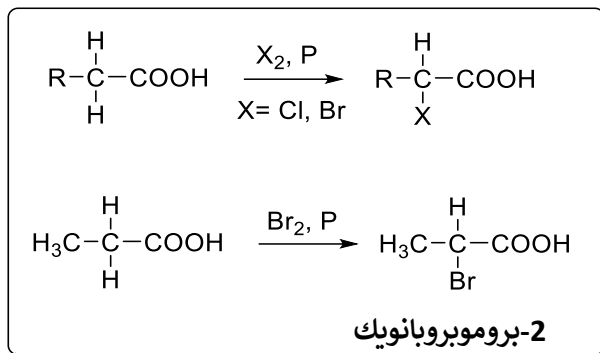


وهذا التفاعل عكسي لذا يجب إضافة مادة نازعة للماء مثل حمض الكبريتيك أو سحب الإستر المتكون من وعاء التفاعل أو عن طريق زيادة تركيز إحدى المتفاعلات.

- **تكوين الأميدات:** عن طريق تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الأمونيا أو الأمينات Reaction with Ammonia or Amines حيث تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع النشادر لتعطي أملاح أمونيوم في المرحلة الأولى التي تعطي أميدات عند تسخينها.

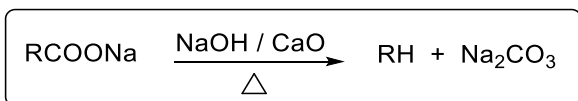


- **تفاعل إستبدال هيدروجين ألفا:** حيث يتفاعل الهالوجين مع الحمض الكربوكسيلي في وجود الفوسفور الأحمر كعامل حفاز أو  $PBr_3$  وهو الحفاز الفعلي لأن الفوسفور يتفاعل مع  $X_2$  ويعطي  $PX_3$ .

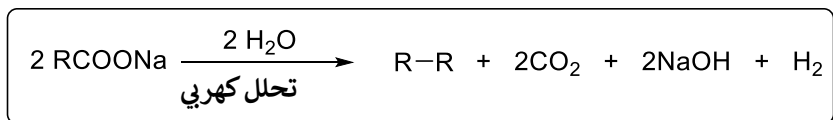


#### 4- تفاعلات نزع مجموعة الكربوكسيل:

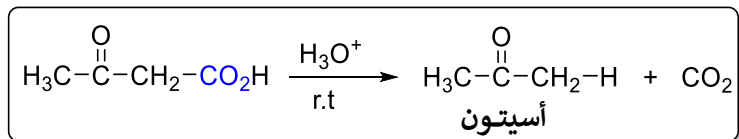
- نزع مجموعة الكربوكسيل من أملاح الأحماض: بتسخينها مع الجير الصودي تم شرحها سابقا في تحضير الألكانات.



- التحليل الكهربائي - تفاعل كولب: تتحلل أملاح الأحماض الكربوكسيلية تحللاً كهربائياً لتعطي الكانات بهيكل كربوني أكبر.

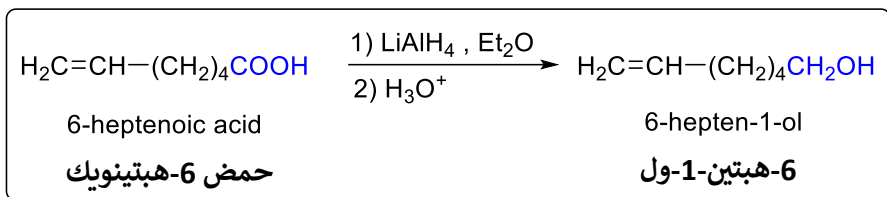


- الأحماض التي تحتوي على مجموعة كيتونية في موقع بيتا  
**β-Keto acids**: تتفاعل في محلول حمضي عن درجة حرارة  
 الغرفة.

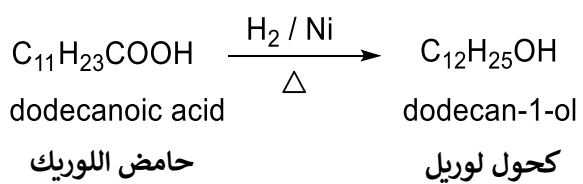


### 5- إختزال مجموعة الكربوكسيل

يتم إختزال الأحماض الكربوكسيلية إلى كحولات أولية  
 باستخدام  $\text{LiAlH}_4$  ولا يستخدم  $\text{NaBH}_4$  لأنه أقل حمضية من  
 $\text{LiAlH}_4$  وذلك لأن الرابطة  $\text{Al}-\text{H}$  تكون أكثر قطبية من الرابطة  
 $\text{B}-\text{H}$



ويعتبر هذا التفاعل الوحيد الذي يستحق الإهتمام علي مجموعة الكربونيل هو إختزالها بواسطة الهيدروجين تحت ضغط وجود عامل حفاز، وبذلك يتحول الحمض الى كحول. التطبيقات التجارية لهذه العملية الإختزالية، تحول حمض اللوريك (الذي يتكون من التحلل المائي لزيت جوز الهند) الى كحول اللوريل – ويدخل هذا الكحول في صناعة لوريل كبريتات الصوديوم التي تستعمل كمنظف.



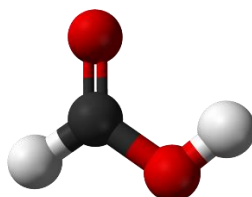
الفصل الثاني

الأحماض أحادية الكربوكسيل

**Monocarboxylic acids**

سنتناول باختصار شرح خواص وطرق تحضير بعض الأحماض أحادية الكربوكسيل

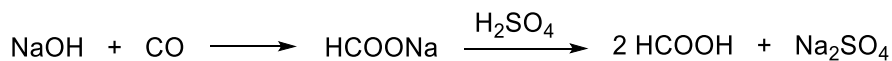
### حمض الفورميك أو الميثانويك HCOOH



أُستخرج حمض الفورميك لأول مرة سنة 1670 م بتقطير النمل الاحمر (RDE ANTS) ومن ذلك اشتق اسم (FORMICUS=ANTS باللاتيني) ويوجد ايضا فى وخذ (لدغ) النحل والزنانير.

تحضيره:

1- يحضر فى الصناعة بإمرار أول أكسيد الكربون على الجير الصوديومى عند درجة حراره وتحت ضغط جوى حوالى 8 جوى.



2- أكسدة الكحول الميثيلى أو الفورمالدهيد فى وجود البلاتين كعامل مساعد.

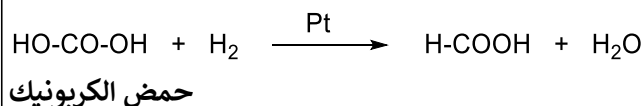




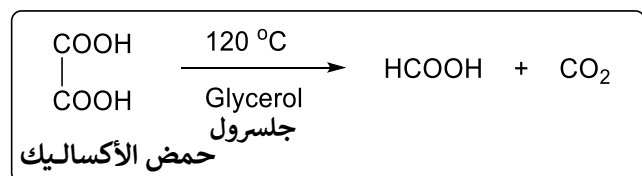
3- التحلل المائى لسيانيد الهيدروجين فى وجود حمض الهيدروكلوريك HCl.



4- بإختزال محلول ثانى أكسيد الكربون فى الماء (حمض الكربونيك) بواسطة الهيدروجين فى وجود البلاتين كعامل مساعد.



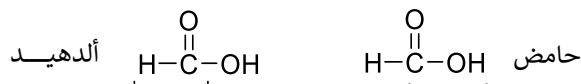
5- بتسخين حمض الاكساليك المتبلور فى وجود الجلسرين كعامل مساعد.



**خواصه:** عديم اللون ولة رائحة نفاذه و يغلى عند درجة 100.8م°، يمتزج بالماء بجميع النسب كذلك يمتزج بالكحول والإثير.

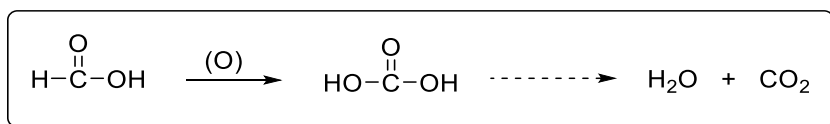
**تفاعلاته:** يختلف حمض الفورميك فى التفاعلات عن كثير من الأحماض الدهنية وإحتواء جزىء الحمض على ذرة هيدروجين بدلا

من مجموعة الألكيل فنجد الحمض لة كلا تركيبى الحمض والألدهيد ويتبعها فى تفاعلاته

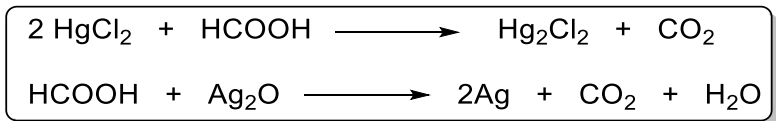


### أولاً: تفاعلات متصلة بذرة الهيدروجين المجاورة لمجموعة الكربوكسيل

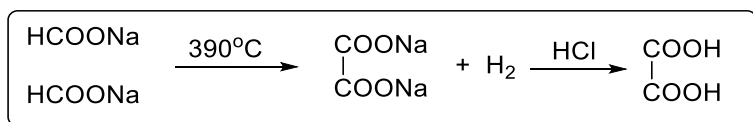
1- الأكسدة : يتأكسد حمض الفورميك الى ثانى أكسيد الكربون وماء



ويتمثل فى تفاعلاته مع الألدهيد فى اختزاله محلول فهلنج ، محلول نترات الفضة النشارية ومحلول برمنجنات البوتاسيوم كذلك يختزل أملاح الزئبقيك الى الزئبقوز.

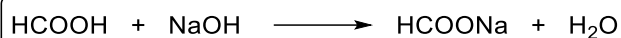


2- التحول الى حمض الاوكساليك : بتسخين فورمات الصوديوم عند درجة 390 م° تعطى أوكسالات الصوديوم.

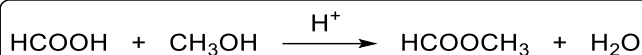


## ثانيا : تفاعلات متصلة بمجموعة الهيدروكسيل -OH - بمجموعة الكربوكسيل فى الحمض

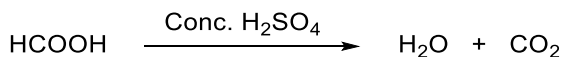
1- تكوين أملاح مع هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم



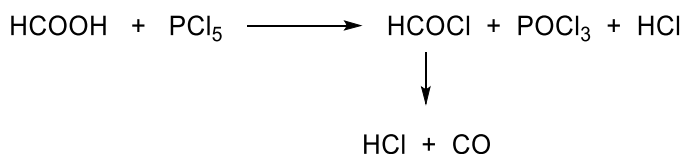
2- تكوين الإسترات



3- التكسير بواسطة حمض الكبريتيك المركز



4- التفاعل مع خامس كلوريد الفوسفور

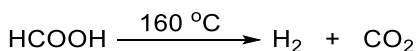
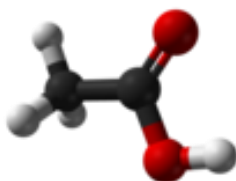


5- التفاعل مع الأمونيا



**ثالثا : تفاعلات نزع مجموعة الكربوكسيل COOH**

يعطى حمض الفورميك بتسخينة عند درجة 160م° ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين

**حامض الخليك او إيثانويك CH<sub>3</sub>COOH****تحضيره:**

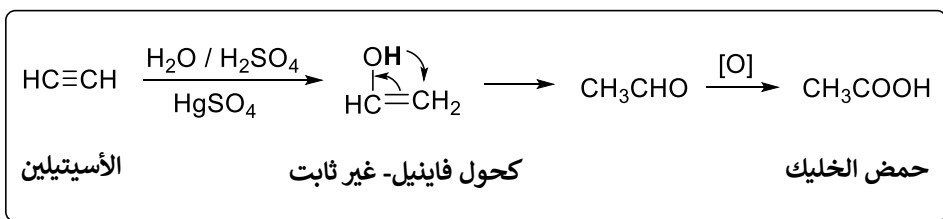
يُستخلص حمض الخليك من مَوردين طبيعيين هما الخل وحمض البيروليجينيني الخام (Pyreligneous acid) الذى يتكون كنتاج ثانوى أثناء تحضير الفحم النباتى.

1- حمض الخليك من الخل : يحتوى الخل على حوالى 5% من وزنة حمض خليك ولايمكن عمليا فصل هذا الحمض بالتقطير التجزئى للخل، بل يجب أولا معادلة الحمض بماء الجير ثم بتبخير المحلول الى الجفاف وتقطير المادة المتخلفة والمحتوية على خلاص كالسيوم بعد إضافة حمض كبريتيك اليها.

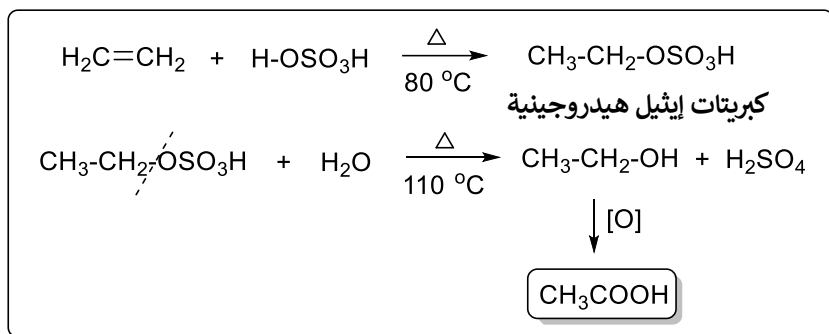
2- حمض الخليك من حمض السروليجينى : يتكون حمض البيروليجينى ( باللاتينى ) ( pyro = نار، lignum = خشب ) الذى يتصاعد فى عملية تحويل الخشب الى فحم من حمض الخليك وكحول الميثيل والأسيتون وماء ومواد اخرى . ويمكن الحصول على الميثانول والأسيتون بالتقطير التجزيئى للمحلول بعد معادلتة بماء الجير وللحصول على حمض الخليك يُضاف حمض كبريتيك الى المادة الصلبة المتخلفة من التقطير والمحتوية على خلات كالسيوم ثم يُقطر الناتج فيتصاعد حمض الخليك.

### تحضيره صناعيا:

1- يُحضّر حمض الخليك بكميات كبيرة وبشمن زهيد من الأسيتيلين، اذ يتحد الأسيتيلين مع الماء فى وجود كبريتات الزئبقيك وحمض الكبريتيك مكونا أستيالدهيد ويتأكسد الألدheid بالهوء فى وجود عامل حفّاز ويتحول الى حمض الخليك.



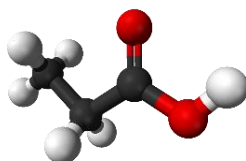
2- يُحضّر من الإيثيلين بتحويله إلى الكحول الإيثيلي ثم أكسدته



### خواصة:

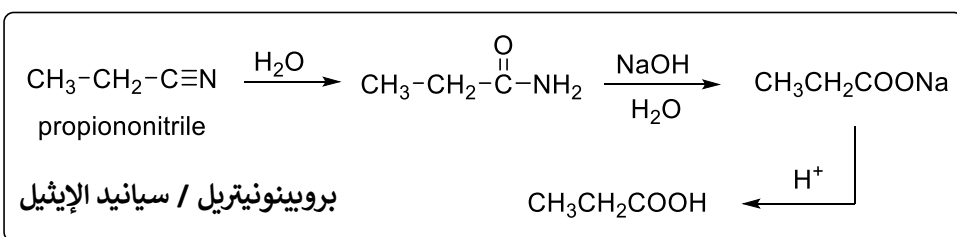
حامض الخليك سائل له رائحة نفاذة، درجة انصهاره 16.6 م°، درجة غليانه 118 م°، يمتزج بالماء بأي نسبة. محلوله بتركيز 6% يعرف بالخل كذلك يمتزج بالكحول والايثير ولايختلف حمض الخليك فى تفاعلات الكيمياءية عن التفاعلات العامة للأحماض أحادية الكربوكسيل المشبعة . اى فى التفاعلات مع الكلور، تكوين الاملاح، تكوين الاسترات، تكوين الانهدريدات، تكوين الاميدات، تفاعلاته مع خامس كلوريد الفوسفور، التحليل الكهربى، وفى نزع المجموعة الكربوكسيل بالجير الصوديومى.

## حمض البروبيونيك أو البروبانويك $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

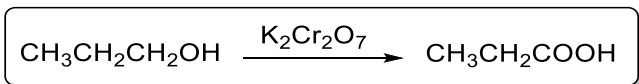


### تحضيره

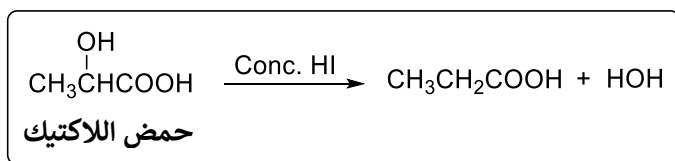
#### 1- التحلل المائي لسيانيد الإيثيل



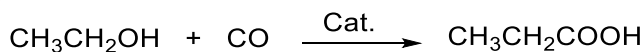
#### 2- أكسدة كحول البروبانول العادي بواسطة بيكرومات البوتاسيوم المحمضه



#### 3- إختزال حمض اللاكتك بواسطة حمض الهيدروايدويك المركز

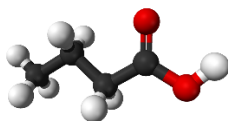


4- يُحضّر بكميات كبيرة بتسخين أول أكسيد الكربون والكحول الإيثيلي فى وجود عامل الحافز



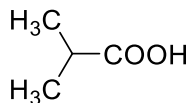
**خواصه:** يوجد المركب على شكل سائل زيتي عديم اللون سهل الإنحلال والإمتزاج مع الماء، درجة غليانه 141 م°، يخضع المركب إلى التفاعلات النمطية للأحماض الكربوكسيلية من تشكيل الأميدات والإسترات والأنهيدريدات والمشتقات الكلوريه، كما يمكن أن يخضع المركب لتفاعل هلجنة على الموقع ألفا يعطي α-كلورو حمض البروبيونيك. أما أملاحه فيطلق عليها إسم بروبيونات.

### حمض البيوتيريك أو البيوتانويك $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

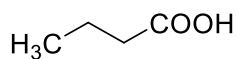


يوجد طبيعياً في الحليب والزبدة؛ حيث يتشكل ويتحرر على السطح عند ترزخ الزبدة (إسترات الجلسرين) كنتيجة لتحلل الجليسيريدات، وهو سائل لزج لة رائحة غير مقبولة، يغلي عند 164 م° وينصهر عند 6 م°، يمتزج بالماء والكحول والإيثير. يوجد متشابهين منه وهما حمض البوتيريك العادي وحمض الأيزوبيوتيريك كما يلي



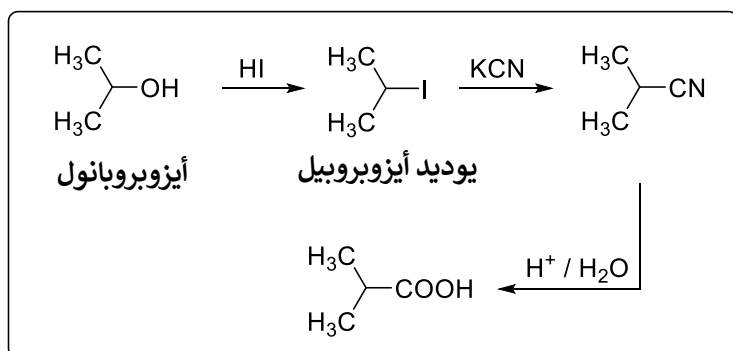
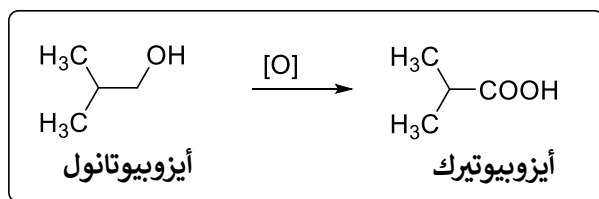


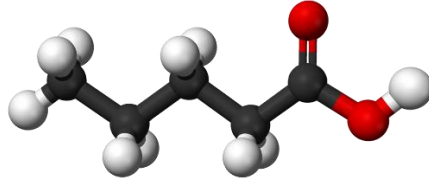
isobutyric acid



butyric acid

يوجد حمض الأيزوبيوتيريك على هيئة إسترات فى كثير من الفواكة ويُحضّر بأكسدة الايزوبيوتانول



**حمض الفاليريك أو البنتانويك / Pentanoic acid**

س/ إرسم أربع متشكلات لحمض الفاليريك  $C_5H_{10}O_2$  ؟

الفصل الثالث

الأحماض ثنائية الكربوكسيل

**Dicarboxylic acids**

## الأحماض المشبعة ثنائية القاعدة

**الحمض ثنائي الكربوكسيل:** هو مركب عضوي يحتوي علي مجموعتي كربوكسيل (COOH) الوظيفية، وله الصيغة الجزيئية العامة  $C_nH_{2n}(COOH)_2$ ، ماعدا حامض الأكساليك حيث  $n$  تساوي صفر. للأحماض ثنائية الكربوكسيل خواص وصفات كيميائية شبيهة بالأحماض الكربوكسيلية الأحادية. تستخدم الأحماض ثنائية الكربوكسيل في تحضير البوليميرات المشتركة مثل مركبات بولي أميد (متعددات الأميد) والبوليستر (متعددات الإستر).

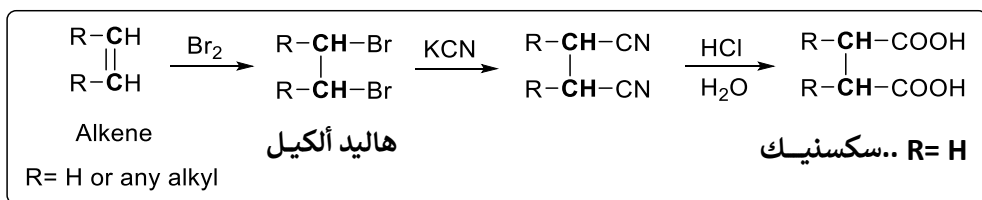
### التسمية

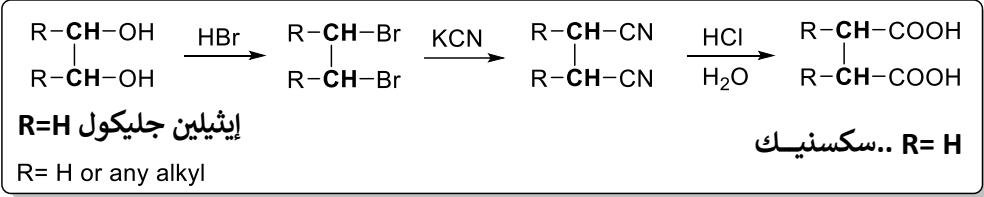
تُسمى هذه الأحماض بطريقة الأيوباك IUPAC بذكر إسم الألكان المقابل لعدد ذرات الكربون مع إضافة المقطع (ديويك dioic) وينتهي الإسم بكلمة حمض acid، وإن كان من المعتاد تسمية هذه الأحماض بأسماء تدل علي مصدر وجودها في الطبيعة. بين الجدول التالي الأسماء النظامية والشائعة لبعض الأحماض ثنائية القاعدة المشبعة طبقا للصيغه العامة السابق ذكرها.

الصيغة البنائية	تسمية IUPAC الأيوباك	الإسم الشائع	n
	حمض الإيثانديويك	حمض الأكساليك	0
	بروبانديويك	المالونيك	1
	بيوتانديويك	السكسينيك	2
	بتتانديويك	الجلوتاريك	3
	هكسانديويك	الأديبيك	4

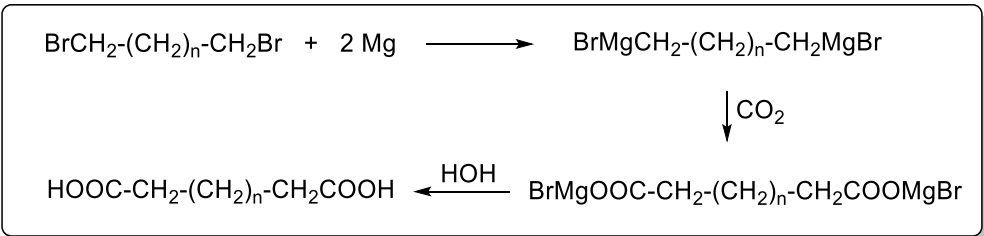
### تحضيرها :

1) من الألكينات والجليكولات بتحويلها الى هاليدات الكيل ثنائية الهالوجين ثم الى نتريلات ثم تحليلها مائياً.

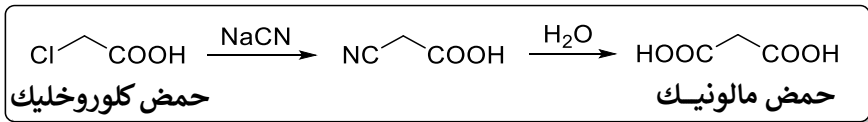




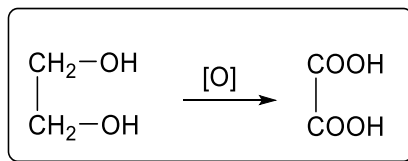
(2) من هاليدات الألكيل ثنائية الهالوجين، وذلك بإتباع الطريقة السابقة أو بإتباع طريقة جرينيارد



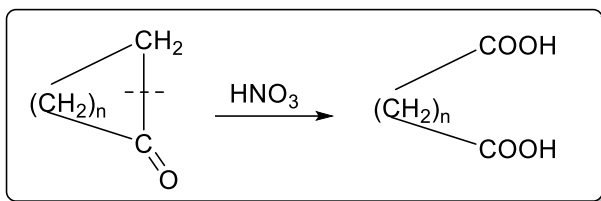
(3) من المشتقات الهالوجينية للأحماض أحادية الكربوكسيل بمعاملتها بسيانيد الصوديوم ثم يُسخن الناتج مع قلوبى لإجراء التحليل المائى.



(4) أكسدة الكحولات التي تحتوى على مجموعتى كحول أولى



## 5) أكسدة الكيتونات الحلقية

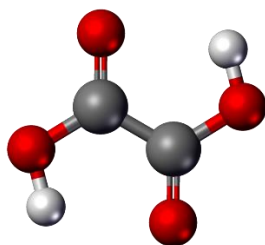


## خواصها

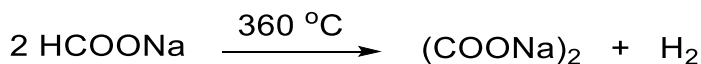
جميع الأحماض ثنائية الكربوكسيل مواد صلبة متبلوره والأفراد الأولى تذوب بسهولة فى الماء وتقل قابلية الذوبان بزيادة الوزن الجزيئى. تتأين على مرحلتين ودائما يكون ثابت الخطوة الأولى أكبر من الثانية، وتختلف تفاعلاتها الى حد كبير حسب طول السلسلة الكربونية ولذلك تُدرس خواص كل منها على إنفراد .

□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□

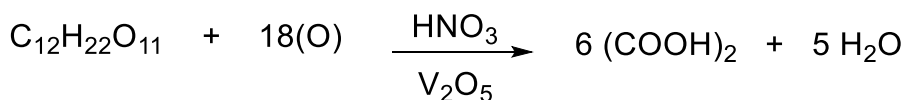
حامض الأكساليك Oxalic acidتحضيره:

(1) يُحضّر فى الصناعة بتسخين فورمات الصوديوم عند 360 م°



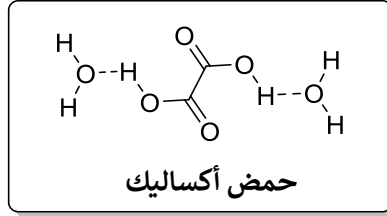
ثم يُحلل الملح الناتج بكمية محسوبة من حامض الكبريتيك بعد تحويله الى أكسالات كالسيوم.

(2) يحضر فى المعمل من أكسدة السكوزز بواسطة حمض نيتريك فى وجود عامل مساعد من خامس اكسيد الفانديوم.

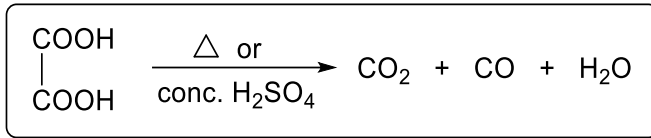
خواصه:

يتبلر من محاليله المائية فى صورة بللورات ثنائى الهيدرات ودرجة انصهارها 101.5 م° والحمض اللامائى درجة انصهاره 189.5 م°

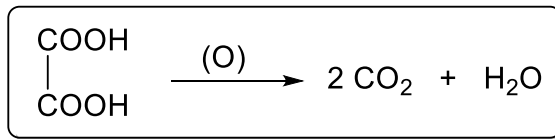




1- يتحلل بالتسخين بمفرده أو مع حامض الكبريتك المركز

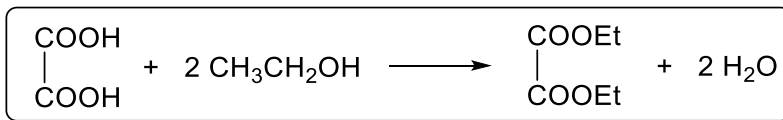


2- يتأكسد بفعل البرمنجنات الى ثانى أكسيد الكربون

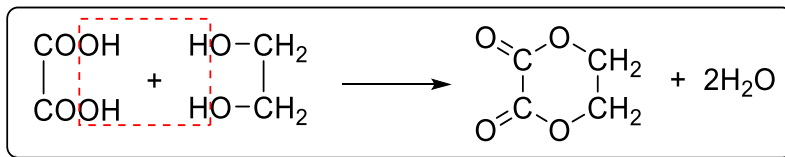


3- لا يكون انهيدريدات

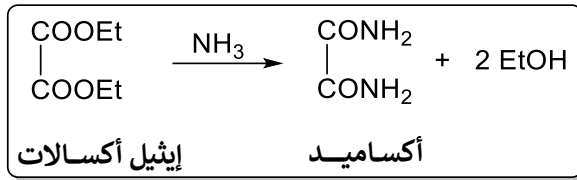
4- بالغليان مع الكحول الإيثيلي يتكون إيثيل أوكسالات



5- بالغليان مع الاثيلين جليكول يتكون إيثيل أوكسالات



6- تتفاعل إيثيل أكسالات مع النشادر لتكوين  
أكساميد

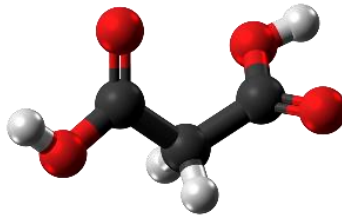


### إستخداماته الرئيسية في الصناعة

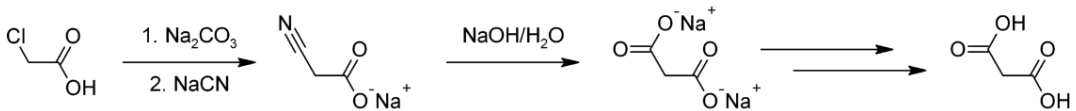
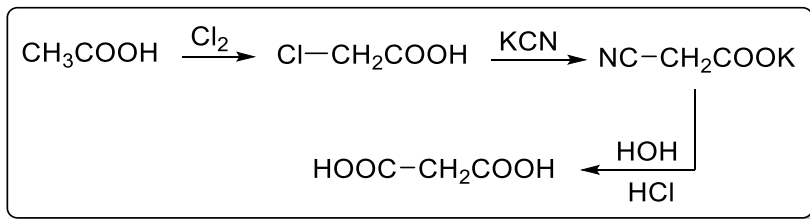
- ❖ التنظيف أو التبييض، وخصوصا لإزالة الصدأ.
  - ❖ حمض الأكساليك هو أيضا مهم في الكيمياء - كاشف اللانثينيدات.
  - ❖ يستخدم حمض الأكساليك في ترميم الخشب القديم.
  - ❖ يفرك حمض الأكساليك على التماثيل الرخامية لزيادة اللمعان
- كذلك يدخل الاكساليك فى صناعة الحبر وأملاحه مع الأنتيمون تُستخدم فى الصباغة والطباعة.

تدريب عملي .....

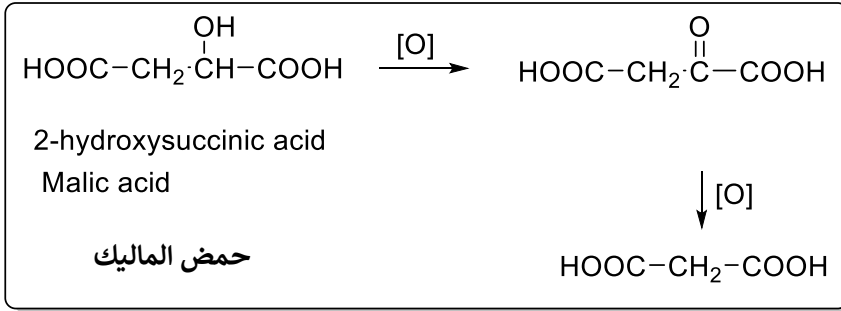
## حامض المالونيك Malonic acid

تحضيره:

(1) من حمض كلوروكليك



(2) من اكسدة حمض الماليك بواسطة ثاني كرومات البوتاسيوم الحمضة.



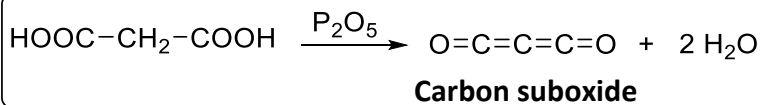
**الخواص الفيزيائية:** مادة صلبة درجة إنصهارها 135.5 م°  
يذوب في الماء والكحول

### الخواص الكيميائية

1- يفقد ثاني أكسيد الكربون بالتسخين والغليان مع حامض الكبريتيك المركز عند درجة 130-150 م° ويعطي حامض الخليك.

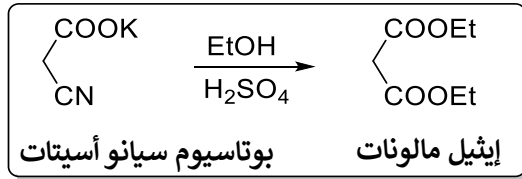


2- بالتسخين مع خامس أكسيد الفوسفور يتكون تحت أكسيد الكربون

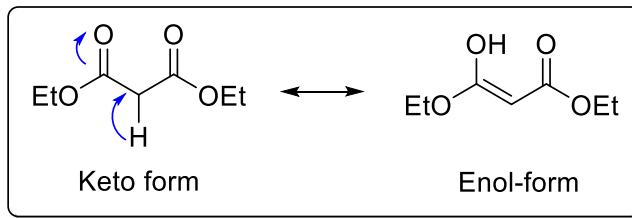


3- تكوين إستر المالونيك.. مثال : ثنائي إيثيل مالونات  
يعتبر إستر المالونيك ذو أهمية كبيرة أكثر من الحامض نفسها  
لإستخدامة فى تخليق كثير من البوليمرات ويحضّر من تفاعل

الملح البوتاسيومي لحمض السيانوخليل مع الكحول الايثيلي وحمض الكبريتيك.



ويوجد إستر المالونيك على صورتين بسبب التوتوميرزم (كيتو - إينول)

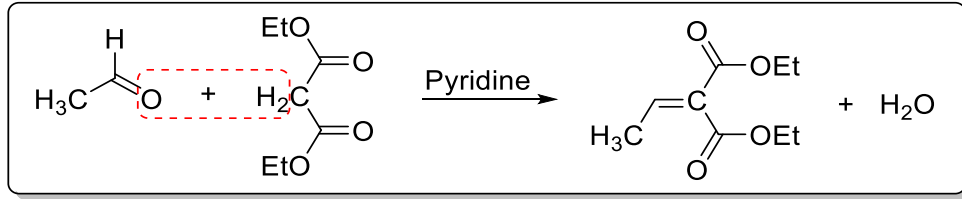


ونظرا لوجود مجموعتي كربونيل على جانبي مجموعة الميثيلين ( $\text{CH}_2$ ) فإن هذا المجموعة تكون على درجة كبيرة من النشاط .

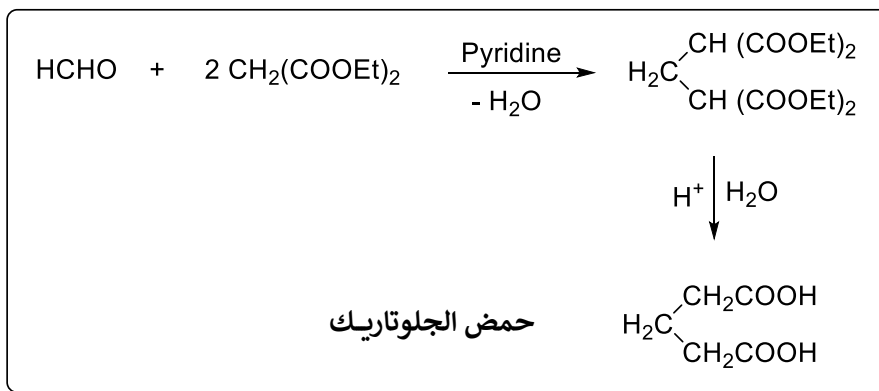
ومن أهم تفاعلات إستر المالونيك تحضير الاحماض العضوية :

### (1) تفاعل كيوفيناغل **knoevenagel reaction** :

وهو عبارة عن تفاعل تكثيف بين إستر المالونيك والالدهيدات في وجود عامل مساعد قاعدي خفيف مثل البيريدين

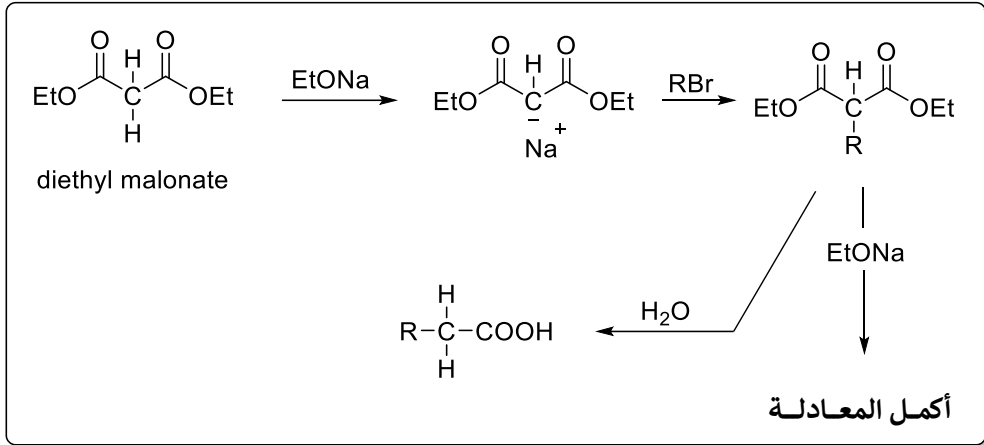


يمكن تحضير حمض الجلوتاريك بتفاعل الفورمالدهيد مع ثنائي إيثيل مالونات

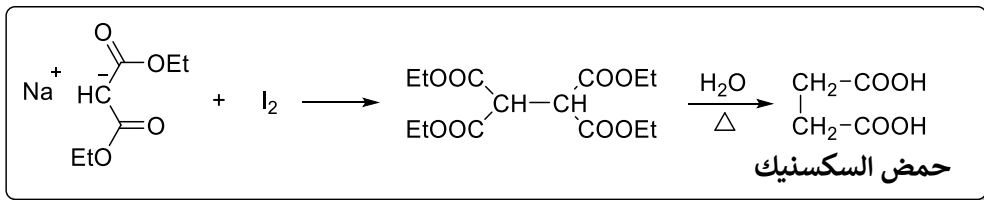


## (2) بادخال مجموعات الكيل فى جزئ الإستر :

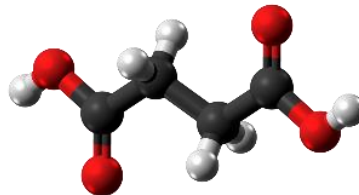
يتفاعل استر المالونيك مع إيثوكسيد الصوديوم فتُستبدل ذرة هيدروجين من مجموعة الميثيلين بالصوديوم ثم يتفاعل مع هاليد الأكيل تدخل مجموعة الكيل فى تركيب إستر المالونيك بتكرار العملية تُستبدل ذرة الهيدروجين بمجموعة الكيل ثم يُميؤ الاستر ويحلل بالتسخين فيحصل على مشتق حمض الخليك.



كما يمكن تحضير حمض السكسينيك من إستر المالونيك بتفاعل مشتق أحادي الصوديوم لإستر المالونيك مع اليود

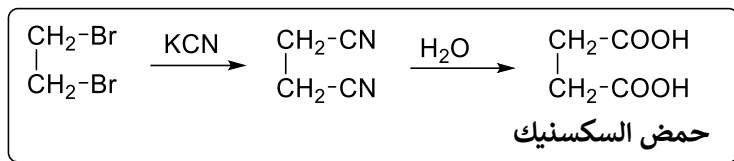


### حامض السكسينيك Succinic acid / Butanedioic



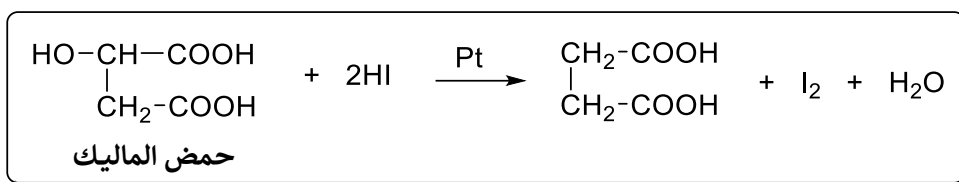
تحضير

(1) من اثيلين بروميد

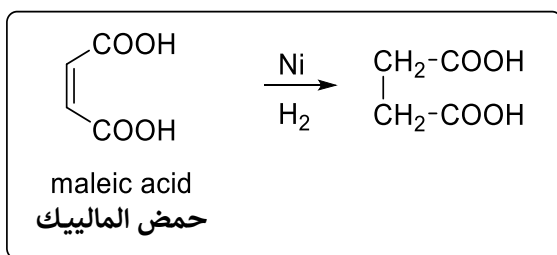


(2) تفاعل إستر المالونيك مع اليود كما سبق شرحه.

(3) باختزال حامض الماليك



(4) أو باختزال حامض الماليك في وجود عامل مساعد من النيكل



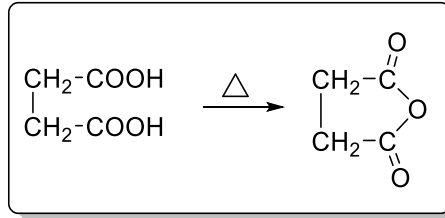
خواصه الفيزيائية: بلورات بيضاء درجة إنصهارها 185 م°،

يذوب في الماء والكحول

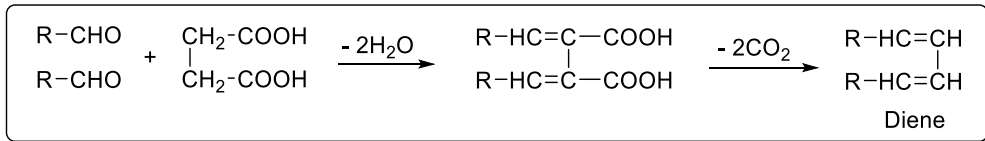
خواصه الكيميائية:

(1) عندما يسخن يتحول جزء كبير منه الى أنهيدريد

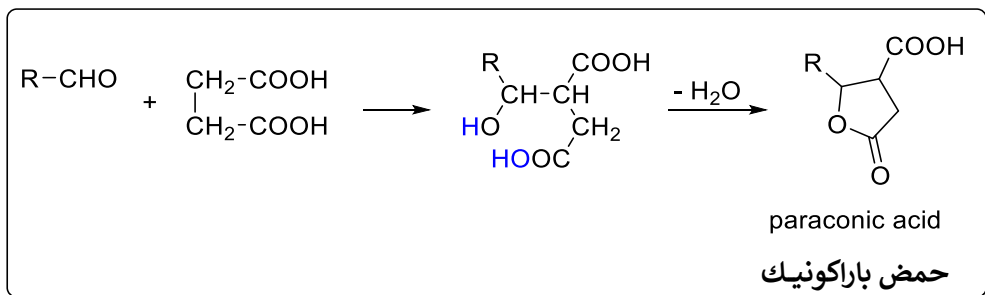




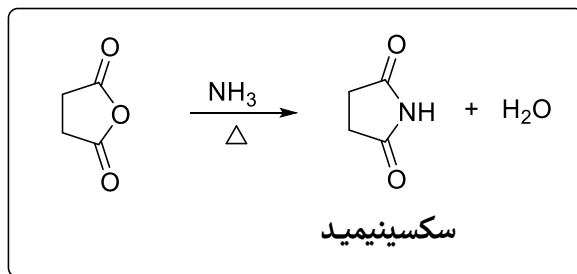
(2) يتكثف مع الألدهيدات



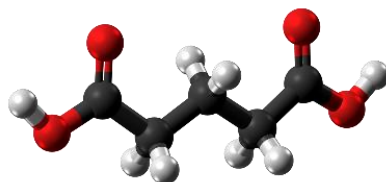
أما إذا لم تشترك في التكثيف إلا مجموعة ميثيلين واحدة فإنه يتكون حمض باراكونيك



(3) يتكون السكسينيميد بتسخين أنهيدريد السكسينيك في تيار من غاز النشادر الجاف.

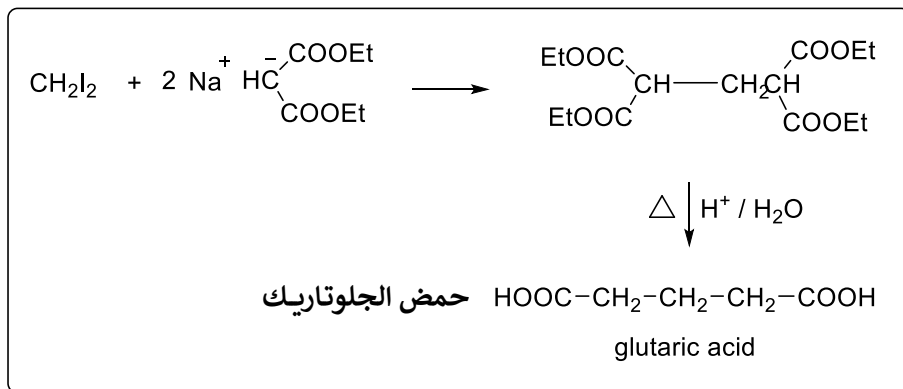


### حمض الجلوتاريك / Pentanedioic acid / Glutaric acid



تحضيره :

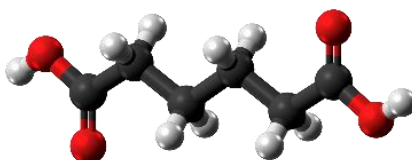
- 1- من التحلل المائي للسايانيد المناظر.
- 2- من تكثيف الفورمالدهيد مع استر المالونيك.
- 3- من تفاعل مشتق أحادي الصوديوم لإستر المالونيك مع مثيلين يوديد.



**خواصة:** بللورات بيضاء درجة انصهارها 97 م°

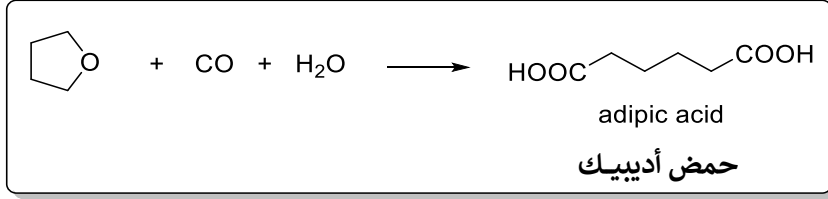
لجميع الخواص السابقة للأحماض اى يكون أنهيدريد - استرات -  
 أميد ..... الخ

### حمض الأديبيك Hexanedioic acid / Adipic acid



#### تحضيره

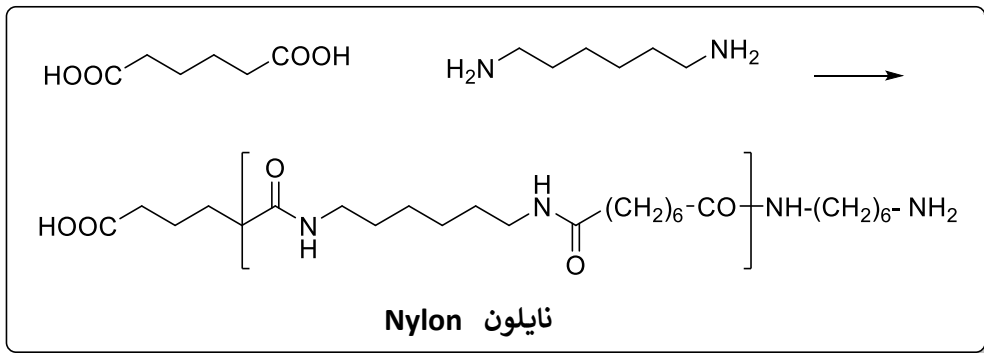
بالإضافة الى الطرق العامة السابقة وهى تخليقة من إستر المالونيك  
 وأكسدة الهكسانون الحلقى يُحضّر فى الصناعة من رباعى  
 هيدروفيوران وأول أكسيد الكربون والماء.



**خواصه الفيزيائية:** بلورات بيضاء درجة انصهارها 150 م°

**خواصه الكيميائية:**

**تكوين النايلون:** من أهم تفاعلاته - وذلك بتكاثف حمض الأديبيك مع هكسامثيلين داي أمين



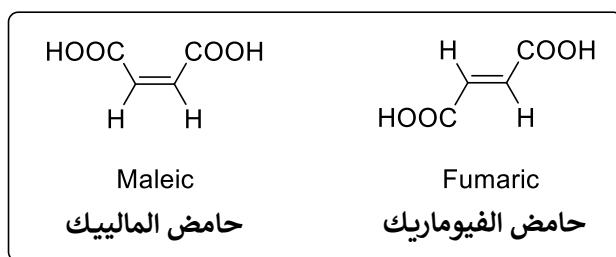
ويُحضّر هكسامثيلين داي أمين (سداسي مثيلين ثنائي الأمين) باختزال أميد حمض الأديبيك.

**نشاط:**

" اكتب مقالا عن تحضير الألياف الصناعية "

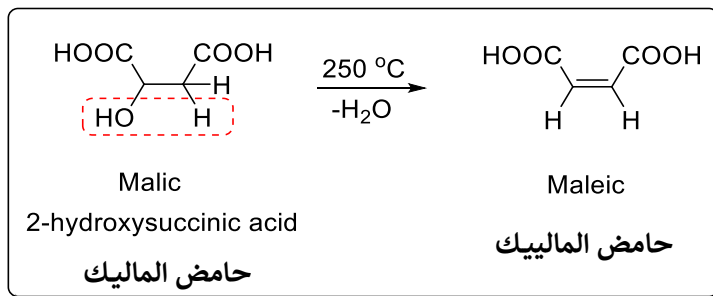
### الأحماض العضوية غير المشبعة ثنائية القاعدة

أبسط حامض في هذه المجموعة قانونه  $\text{HOOC}-\text{HC}=\text{CH}-\text{COOH}$  وهى صيغة تمثل متشابهين وهما حامض الماليك والفيوماريك وعادة أثناء تحضير حامض الماليك يتكون حامض الفيوماريك نظر لأن الأخير أكثر ثباتا من الأول ويمكن تحويلهما الى بعضهما اذا عرفنا العلاقة التى تربطهما ببعض.

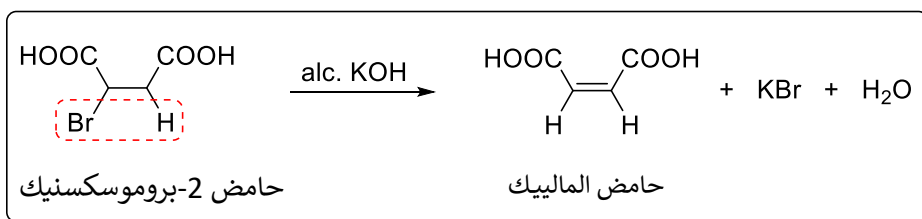


### تحضير حمض الماليك

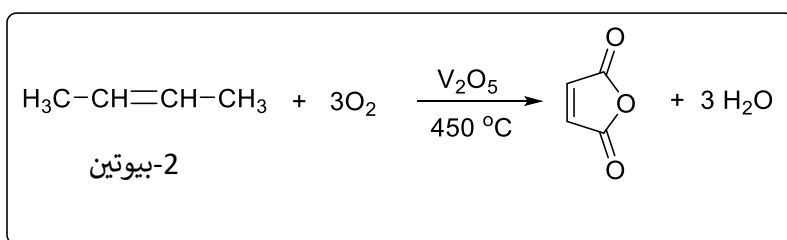
(1) تسخين حمض الماليك عند 250 م°



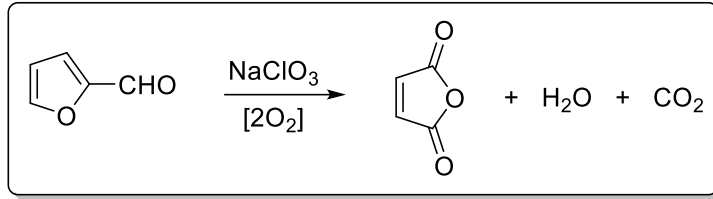
(2) تسخين حمض بروموسكسنيك مع القلويات



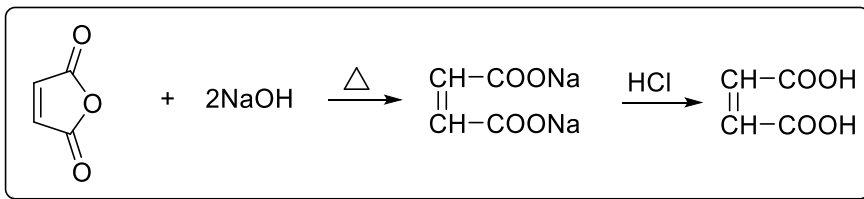
(3) أكسدة 2-بيوتين بخامس أكسيد الفانديوم



(4) أكسدة الفورفيورال بكلورات الصوديوم

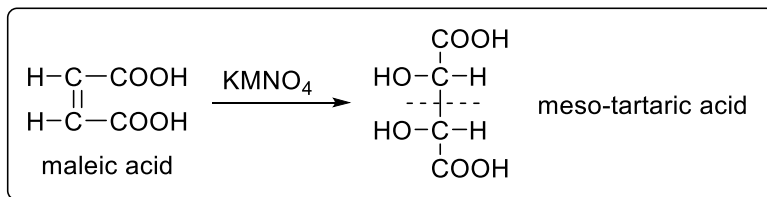


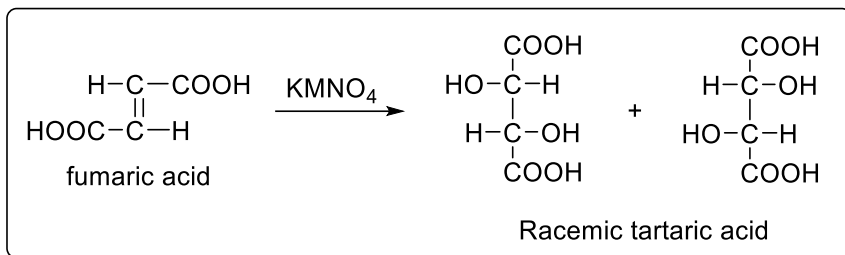
يتحول الانهيدريد بسهولة الى الحامض بغليانة مع القلويات ثم تحميضة.



### خواصة

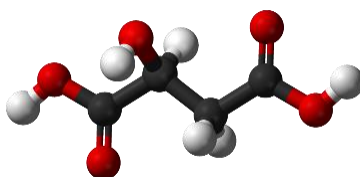
حمض المالبليك درجة إنصهاره 130 م° والفيوماريك 287 م° يمكن إختزالة الى حمض السكسنيك فى وجود عامل مساعد أو كهربيا. يُكون أنهيدريد بالتسخين، أما حمض الفيوماريك فلا يُكون أنهيدريد خاص بة بل يُكوّن أنهيدريد المالبليك. يتأكسد حامض المالبليك بالبرمنجنات المخففة ويعطي حامض الطرطريك الميزو أما الفوماريك فيكون حامض الطرطريك الراسمى.





## الأحماض الهيدروكسيلية ثنائية وثلاثية القاعدية

### حامض المالك 2-hydroxysuccinic acid / Malic acid

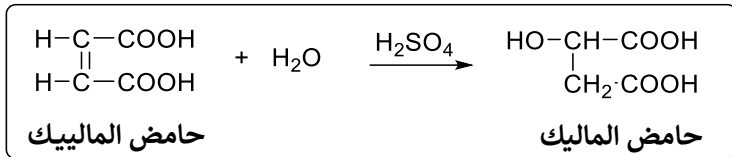


يوجد في التفاح وغيره من الفواكة غير الناضجة.

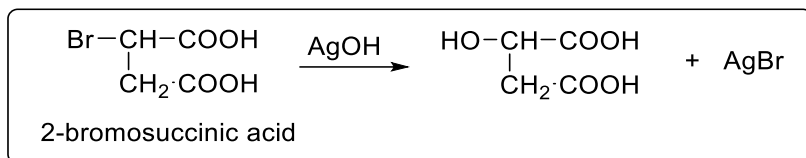
#### تحضيره

(1) إضافة الماء على جزئ حامض المالك

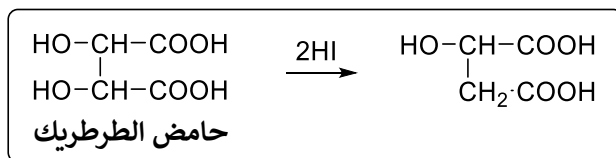




(2) تفاعل حمض بروموسكسينيك مع هيدروكسيد الفضة الرطب.



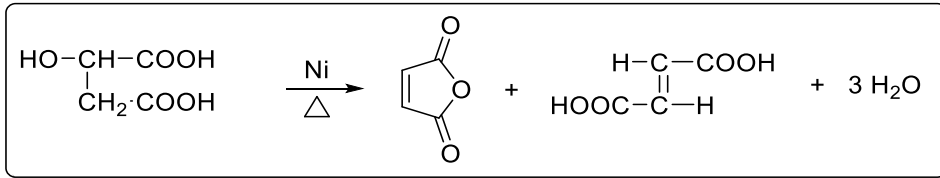
(3) بالتحكم فى اختزال حمض الطرطريك بواسطة يوديد الهيدروجين.



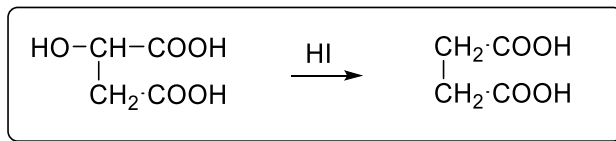
### خواصه

يحتوى حمض المالبيك على ذرة كربون غير متماثلة ولذلك يمكن وجوده فى شكل يمينى وآخر يسارى وثالث راسيمى، والصورة الموجودة فى الطبيعة هى الأيزومر اليسارى (L) وهو بلورات منوعة ودرجة إنصهاره 100 م°، يذوب بسهولة فى الماء أو الكحول ويسلك فى تفاعلاته مسلك الكحولات :

بالتسخين يتحول الى أنهيدريد حمض المالبيك وحمض الفيوماريك (حيث أنه لا يُكوّن أنهيدريد).

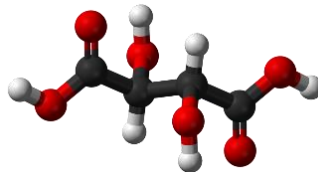


يمكن اختزاله بواسطة حمض الهيدرويويديك الى حامض سكسينيك.



حامض الطرطريك / 2,3-Dihydroxybutanedioic acid

**Tartaric acid**

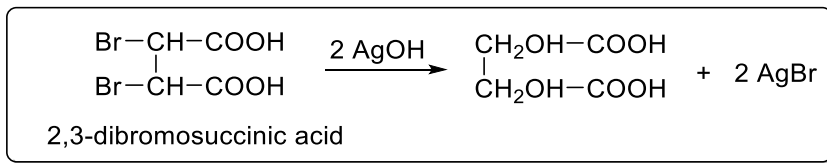


يحتوى جزيء حامض الطرطريك على ذرتين متشابهتين غير متماثلتين ولذلك يوجد فى الأشكال اليميني واليسارى والراسيمى والميزو (تم إستعراض هذه الأشكال سابقا).

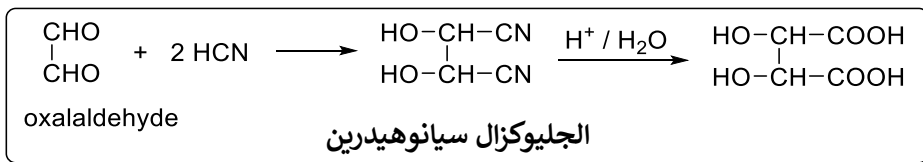
تحضيره

(1) بتأثير البرمنجنات الباردة على حمض الفيوماريك يتكون حمض الطرطريك الراسيمي ومع حمض المالبيك يتكون حمض الطرطريك الميزو (تم شرحه سابقاً).

(2) بفعل هيدروكسيد الفضة الرطب في حمض ثنائي بروموسكسينك يتكون كل من المخلوط الراسيمي والحمض الميزو.



(3) من تيمؤ الجليوكزال سيانوهدرين يتكون المخلوط الراسيمي والميزو.



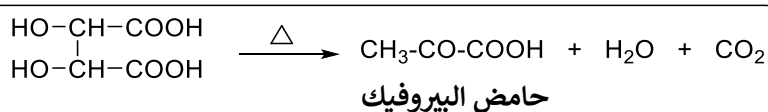
(4) يتكون من تخمير عصير العنب طرطرات البوتاسيوم الحامضية على هيئة راسب يعرف باسم كريم الطرطير تُفصل بالترشيح ويضاف اليها جير مطفى فتتحول الى طرطرات الكالسيوم وتحلل بكمية محسوبة من حامض الكبريتيك المخفف وتُفصل كبريتات الكالسيوم بالترشيح ويركز المحلول الناتج فنحصل على حمض الطرطريك اليميني.

خواصة

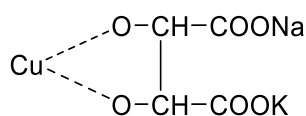
الحمض اليميني أو اليسارى درجة انصهاره 170 م° والراسيمى درجة انصهاره 206 م° والميزو درجة انصهاره 140 م°

(1) يُختزل بواسطة حامض الهيدروبيوديك الى حمض المالبيك ثم السكسينك (تم شرحه سابقا).

(2) بالتسخين يتحول الى حمض البيروفيك Pyruvic acid.

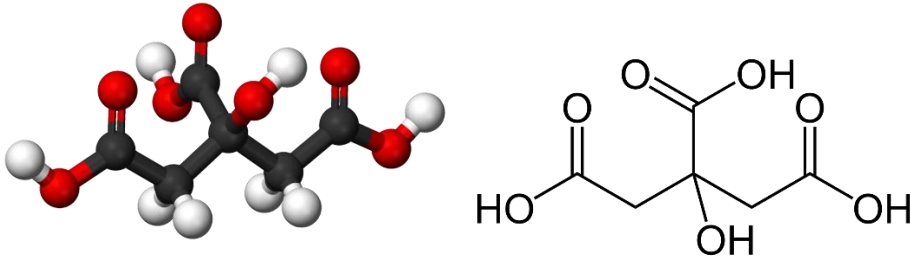


وأهم أملاحه طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم ويعرف بإسم ملح روشيل **Rochelle salt** ويستخدم فى تحضير محلول فهلنج الذى يعتبر متراكب لة الصيغة.



وطرطرات البوتاسيوم الانتيمونى ويعرف بإسم الطرطرات المقىء. كما يستخدم كريم الطرطير فى عمل المساحيق الفواره ومساحيق الخبز.

## حامض الستريك / Citric acid

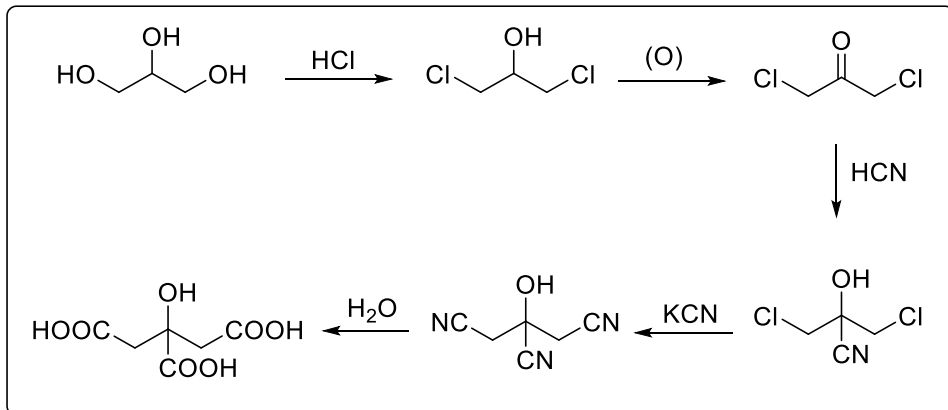


حامض الليمون أو حامض الستريك (أو ملح الليمون) هو حمض عضوي ضعيف يوجد في الموالج. وهو مادة حافظة طبيعية. ويستخدم لإضافة مذاق حمضي للأطعمة والمشروبات. في الكيمياء الحيوية هو وسيط مهم في دورة حمض الستريك وبالتالي فهو يتكون

في كل التمثيل الغذائي لكل شيء حي تقريباً. ويخدم أيضاً كعامل منظف للبيئة ويعمل كمضاد للأكسدة.

يوجد في عصير الليمون بنسبة من 6-10% يُفصل في صورة سترات كالسيوم بمعاملة العصير بالجير المطفى ويُخل الملح الناتج بنسبة محسوبة من حامض الكبريتك المخفف فيترسب كبريتات الكالسيوم وتُفصل بالترشيح ويُركّز محلول حامض الستريك حتى يبدأ في التبلور،

ويُحضر في الصناعة من الجلوسرين كما يلي:



ويعتبر هذا التخليق اثبات لتركيب حامض الستريك.

خواصة:

حمض الستريك - عبارة عن بلورات عديمة اللون شفافة، عند طحنه؛ يتحول إلى حبيبات بلورية بيضاء أو مسحوق أبيض ناعم تتزهر في الهواء الجاف، وهي شديدة الانحلال بالماء، وتنحل بسهولة في الكحول، ويمتاز بطعمه الحامضي الشديد.

تحفظ المادة عادة في عبوات محكمة الإغلاق في أماكن جافة وباردة. وهو عديم النشاط الضوئي نظر لعدم احتوائه على ذرة كربون غير متماثلة. ويسلك مسلك الكحولات والاحماض ثلاثية القاعدية، فيكون مشتق أستيلي ويكون ثلاث انواع من الاملاح بالتسخين يتحول الى خليط من عدة مركبات كما يلي :

إستعمالته

يستعمل حمض الليمون صيدلانياً كمادة محمضة ومضادة للأكسدة، كما يُستعمل أيضاً كمادة موقية، وكعامل ممخلب. وكذلك يضاف إلى بعض الأغذية بغرض إضافة الطعم الحامضي لها، وكذلك يُضاف إلى الصلصة الخاصة بالسلطات لتعزيز النكهة، ويستخدم أيضا في منتجات المنظفات ومستحضرات التجميل بصورة واسعة. كما يستخدم في ضبط درجة الحموضة في هذه الصناعات.

الفصل الرابع

الإسترات - Esters

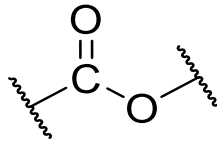


## الإسترات Esters

### تعريف الإسترات

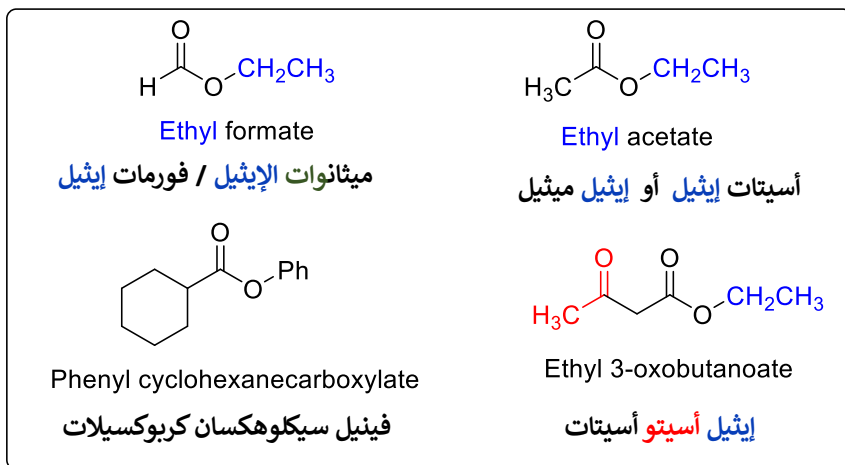
تُعتبر الإسترات من مشتقات الأحماض الكربوكسيلية وذلك لأنه عند التحلل المائي للأسترات فإنها تعطي أحماضاً كربوكسيلية.

المجموعة الوظيفية للإسترات هي مجموعة Acyl group ولها الصيغة (-CO-R) مرتبطة بـ -OR أو -OAr أي أن الصيغة العامة للأسترات (R-COOR) أو (R-COOAr):



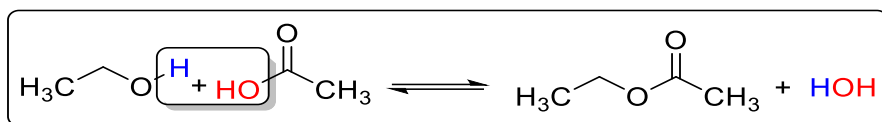
### تسمية الإسترات

يسمي الإستر بالتسمية النظامية بإضافة المقطع (وات) إلي الألكان المقابل لجزء الحمض ثم تُكتب مجموعة الألكيل الخاصه بجزء الكحول، كذلك يسمي بإسم الشق الحامضي وإسم الألكيل من الكحول، أو تسمية مجموعات الألكيل الطرفية ثم كتابة كلمة إستر ويراعي في ذلك الترتيب الأبجدي الأجنبي.

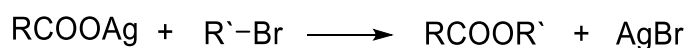


### طرق تحضير الإسترات

الطريقة المباشرة لتحضير الإستر هي بتفاعل الحامض الكربوكسيلي مع الكحول ..مثال:



كما يمكن تحضير الإسترات من أملاح الفضة للأحماض الكربوكسيلية وذلك بغليها مع هاليدات الألكيل في محلول كحولي كما يلي:

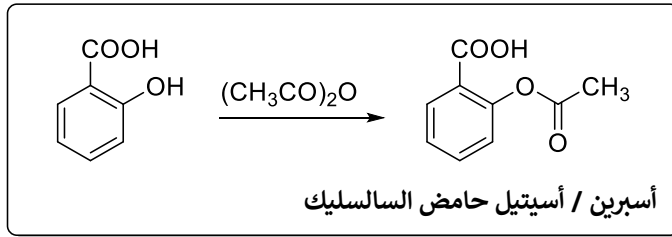


كذلك يمكن تحضير الإسترات من تفاعل كلوريدات الأحماض والأنهيدريدات مع الكحولات، تم شرح المعادلات سابقا.

## تحضير بعض الإسترات الهامه

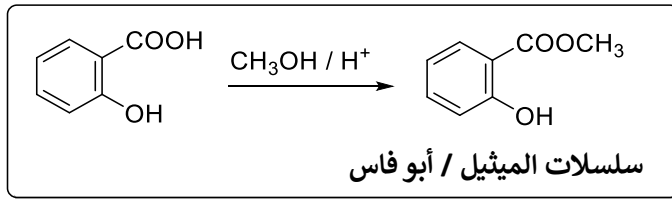
### 1- تحضير الأسبرين

للأسبرين استعمالات طبية كثيرة فمثلاً يستخدم ضد الالتهابات ولتخفيف الآم الروماتيزم



### 2- تحضير زيت و نترجرين - المروخ (أبو فاس)

يستخدم في صناعة العديد من المراهم المختلفة ويعمل كمسكن موضعي.

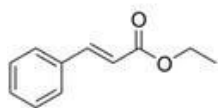
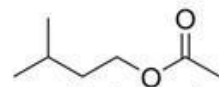


### 3- تحضير الإسترات كمكسبات طعم ورائحة

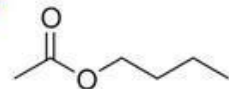
فمثلا فورمات الأيزوبيوتيل لها رائحة الكريز ... بيوتات الميثيل لها رائحة الأناناس ... فورمات البروبيل لها رائحة التفاح ... وهكذا

## الإسترات وروائحها

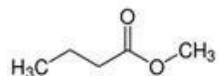
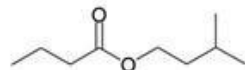
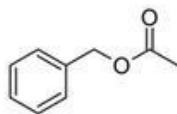
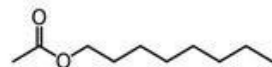
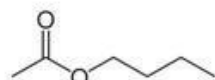
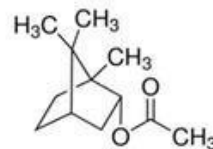
## الأسترات و روائحها ١

سينامات الأيثيل  
(رائحة القرفة)

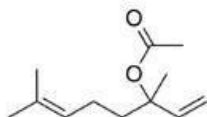
أسيئات الأيزوأميل



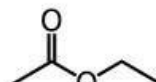
أيثانوات البيوتيل

بيوتيرات الميثيل  
(رائحة الأناناس)بيوتيرات الأيزوأميل  
(رائحة الكمثرى)أسيئات البنزيل  
(رائحة الفراولة)أسيئات الأوكتيل  
(رائحة البرتقال)أسيئات البيوتيل  
(رائحة العسل)أسيئات البرونيل  
(رائحة الصنوبر)

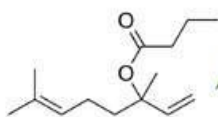
## الأسترات و روائحها ٢



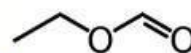
أسيتات الليناليل  
(رائحة اللافندر)



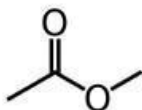
أسيتات الإيثيل  
(رائحة الغراء)



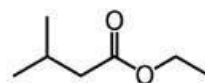
بيوتيرات الليناليل  
(رائحة الدراق)



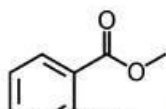
فورمات الأيثيل  
(رائحة الليمون)



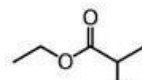
أسيتات الميثيل  
(رائحة طلاء الأظافر)



أيزوفانيرات الأيثيل  
(رائحة التفاح)



أنترانيت الميثيل  
(رائحة العنب/الياسمين)

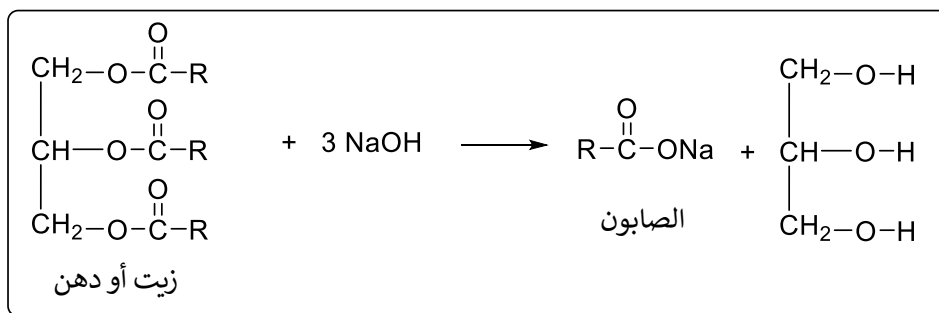
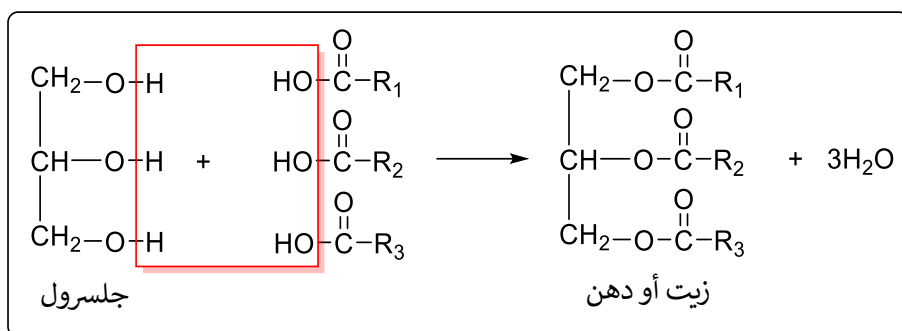
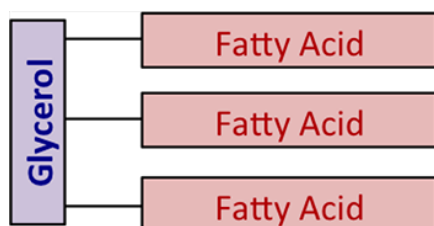


لاكتات الأيثيل  
(رائحة الكريمة)

### 4- الإسترات كدهون وزيوت

الدهون والزيوت عبارته عن إسترات ناتجة من تفاعل الجلسرول (كحول ثلاثي الهيدروكسيل) مع الأحماض الدهنية لذا تسمى جزيئاتها بثلاثي الجلسريد. جدير بالذكر هنا أن التحلل المائي للدهن أو الزيت في وجود مادة قلوية قوية مثل هيدروكسيد

الصوديوم أو البوتاسيوم ينتج عنه الملح الصوديومي أو البوتاسيومي للحمض الدهني (الصابون) وتسمى هذه العملية بالتصبن وهي الأساس الصناعي لتحضير كلا من الجلسرين والصابون.



### 5- الإسترات كبوليمرات (البولي إستر)

البولي إستر هي بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين أحدهما لجزيء ثنائي الحامضية والأخر كحول ثنائي الهيدروكسيل، وأشهر أنواع البولي إسترات المعروفة هو نسيج الداكرون تم عرض تحضيره سابقا.

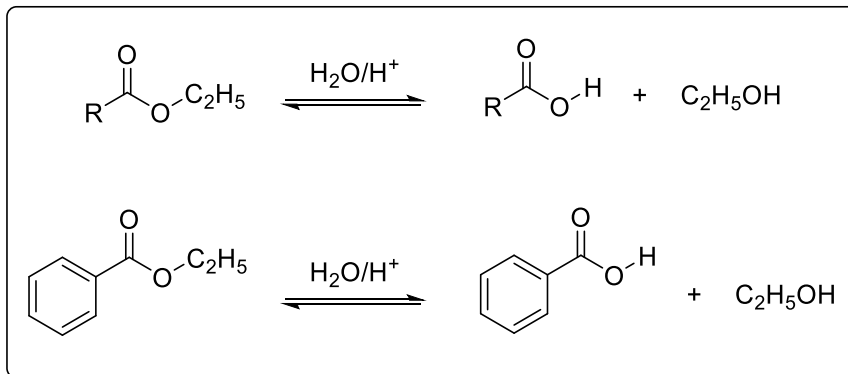
### الخواص الفيزيائية

الإسترات معظمها سوائل - تقل درجة غليانها كثيرا عن الأحماض والكحولات المتساوية معها في الكتلة الجزيئية وذلك لعدم إحتوائها علي مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تتسبب في تكوين الروابط الهيدروجينية في حالة الأحماض والكحولات - لها رائحة مميزة.

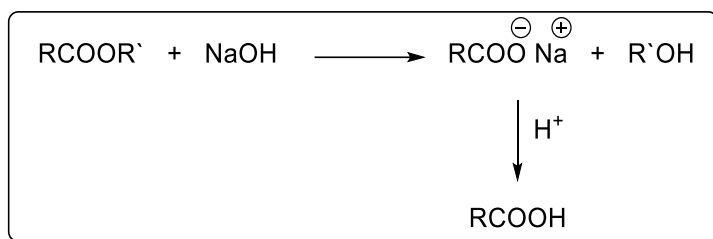
### الخواص الكيميائية

#### أولا: التحلل المائي

(1) تحلل في الوسط الحامضي - حمض مخفف مثل HCl : ينتج عنه كحول وحمض (عكس عملية الأستره)

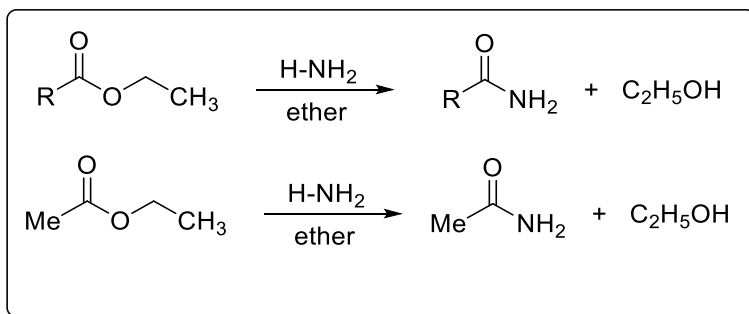


## (2) تحلل في الوسط القاعدي (التصبن)



### ثانياً: التحلل الأمونيومي (النشادري)

تتفاعل الإسترات (أليفاتية أو أروماتية) مع الأمونيا لتكون أميد الحامض والكحول



هناك تفاعلات أخرى تم ذكرها سابقاً كإختزال الإسترات بإستخدام  $\text{LiAlH}_4$  لتحضير الكحولات، كذلك تفاعل الإسترات مع كواشف جرينارد لتحضير الكحولات.