

الباب الحادي عشر الأحماض الكربوكسيلية

الباب الحادي عشر

الأحماض الكربوكسيلية

تتميز الأحماض الكربوكسيلية بأنها أقوى الأحماض العضوية . كما تسمى بالأحماض الدهنية كون الحصول عليها من تميؤ الدهون والزيوت ممكناً والفرد الأولي من الأحماض هو حمض فورميك .

ويطلق على هذه المركبات بالأحماض الكربوكسيلية أو الأحماض الاليفاتية أحادية القاعدة لاحتوائها على مجموعة كربوكسيل واحدة والصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية $R - COOH$.

وتصنف الأحماض الكربوكسيلية حسب عدد مجموعات الكربوكسيل:

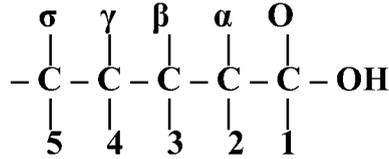
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Monocarboxylic Acids | 1- أحماض أحادية القاعدة |
| Dicarboxylic Acids | 2- أحماض ثنائية القاعدة |
| Tricarboxylic Acids | 3- أحماض ثلاثية القاعدة |

تسمية الأحماض الكربوكسيلية

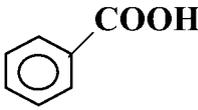
تعتبر الأحماض الكربوكسيلية على أنها مشتقات الكائنات المقابلة ، فتختار أطول سلسلة كربونية متصلة بها مجموعة الكربوكسيل فيضاف مقطع " ويك " الدالة على مجموعة الكربوكسيل إلى جزئ الالكان المقابل ويسبق ذلك كلمة حمض .

وعند وجود ذرات أو مجموعات تفرع على السلسلة الكربونية فيشار إليها وإلى مواقعها باستخدام الأرقام ابتداءً بذرة كربون مجموعة الكربوكسيل

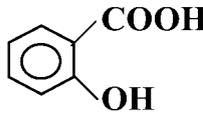
أو باستخدام الحروف اليونانية (ألفا وبيتا وجاما) ابتداءً من ذرة كربون رقم 2 أي الكربون المجاور لمجموعة الكربوكسيل . كما يلي :



وتسمى الأحماض الكربوكسيلية الأروماتية كمشتقات للهيدروكربونات الأروماتية الأساسية بتغيير نهاية اسم الالكان إلى " ويك " : فمثلاً يسمى الحمض المشتق من البنزين حمض بنزويك ، كذلك عند وجود ذرة أو مجموعة على الحلقة فيشار إليها كما هو الحال بالنسبة للمركبات الأروماتية . كما يلي :

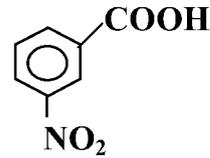


حمض بنزويك



حمض ساليسيليك

حمض 2- هيدروكسي بنزويك



حمض ميتا نيترو

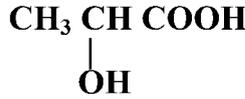
بنزويك

خواص الأحماض الكربوكسيلية

الأحماض الكربوكسيلية مركبات قطبية لاحتوائها على ثلاثة روابط قطبية ، ففي حمض الخليك مثلاً : نرى شحنة جزئية سالبة على كل من أكسجين مجموعة الكربونيل وأكسجين مجموعة الهيدروكسيل ، كما نلاحظ وجود شحنة جزئية موجبة على كل من كربون مجموعة الكربونيل وهيدروجين مجموعة الهيدروكسيل .

والأحماض الكربوكسيلية التسعة الأولى سوائل ذات روائح نفاذة ، وأبسطها حمض الفورميك الذي يتميز بطعم لاذع وهو احد المكونات للسعات النحل . أما حمض الخليك فيضفي على الخل لذعته ورائحته المميزتان .

ويكون حمض بيوتانويك المسبب في رائحة الزبدة المتعفنة ، أما حمض اللكتيك فيتكون عند تخثر الحليب وكذلك نتيجة إجهاد العضلات بالإضافة إلى انه يكون ناتج عن التحلل البكتيري للسكروز الذي تقوم به بعض الكائنات في اللثة والأسنان .



حمض لكتيك (حمض ألف هيدروكسي بروبيونيك)

أما حمض هكسانويك فله رائحة شعر الماعز وإفرازاته ، أما الأحماض التي تحتوي على عشر ذرات كربون فأكثر فهي مواد شمعية ولا تتميز بروائح معينة .

حمض الفورميك :

حمض الفورميك هو المكون الأساسي لإفرازات النحل والنمل ، وهو الذي يسبب احمراراً الجلد عند لسعه بواسطة النحل أو النمل . ويحضر حمض الفورميك تجارياً بتسخين غاز أول أكسيد الكربون مع هيدروكسيد الصوديوم ويتبع ذلك التميؤ .



ويتميز حمض الفورميك دون غيره من الأحماض الأخرى بأن لديه مجموعة الدهيد ومجموعة كربوكسيل ولذا فإنه من غير المستغرب أن

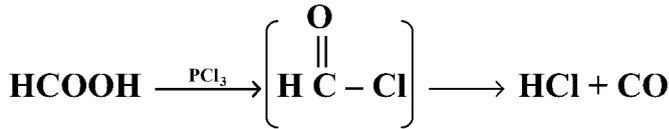
لحمض الفورميك بعض الخواص لا تتميز بها الأحماض الأخرى . فحمض الفورميك كاشف مختزل قوي .



كما يمكن لحمض فورميك أن يفقد جزئ ماء عند معالجته بحمض الكبريتيك ، أو أن يفقد جزئ CO_2 عند تسخينه .

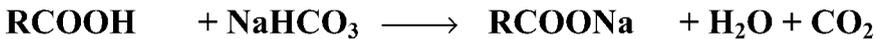


ويعكس الأحماض الأخرى فإن حمض الفورميك لا يمكنه أن يعطي كلوريد حمض لقلته ثبات الكلوريد :



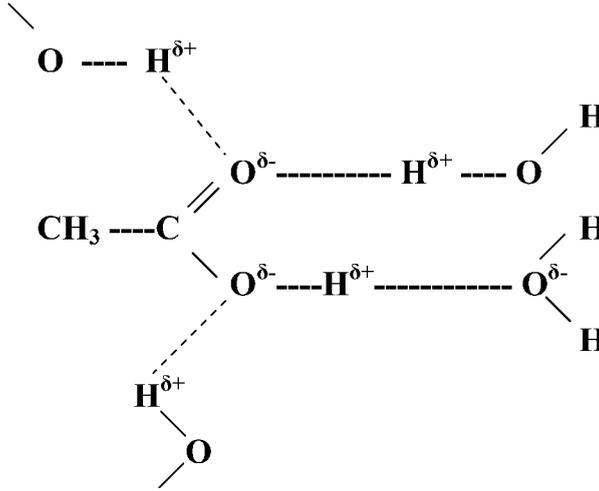
الذائبة :

تمتاز الأحماض الكربوكسيلية وبالذات الأربعة الأولى امتزاجاً تاماً في الماء ، ثم تقل الذائبة بعد ذلك نتيجة لكبر الجزء الهيدروكربوني في الحمض ، كما تذوب جميع الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية والاروماتية في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم وبيكربونات الصوديوم لتعطي أملاح الصوديوم .



الرابعة الهيدروجينية :

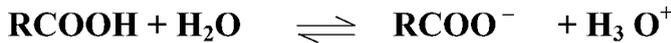
يرجع ذوبان الأحماض الكربوكسيلية الثلاثة الأولى في الماء إلى قدرة هذه الأحماض على إنشاء روابط هيدروجينية مع الماء من خلال أكسجين مجموعة الكربونيل ومجموعة الهيدروكسيل .



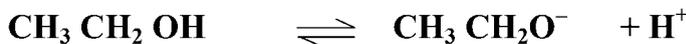
كما أن مثل هذه الظاهرة في الأحماض التي من خلالها يرتبط جزيئي حمض في نظام حلقي (وكأن للحمض وزن جزيئي مضاعف) تفسر لنا ارتفاع درجات غليان هذه الأحماض التي تفوق حتى درجات غليان الكحولات المتقاربة في الأوزان الجزيئية .

التأين :

تتأين الأحماض الكربوكسيلية جزئياً في الماء :



وتكون قيمة ثابت التأين في حدود 10^{-5} . وتتفوق الأحماض الكربوكسيلية على الكحولات والفينولات وذلك بمقارنة الايونات الناتجة من تأين الأحماض والكحولات والفينولات :



ففي أيون الكوكسيد تتركز الشحنة السالبة على ذرة أكسجين واحدة . أما في أيون الكربوكسلات فتتوزع الشحنة السالبة على ذرتي أكسجين مما يضفي ثباتاً خاصاً على الأيون ، ويكون الدافع لتأين الحمض أي زيادة حامضيته .

وقد أوضحت نتائج الأشعة السينية أن أيون كربون يوجد كهجين وذلك من خلال قياس الروابط في حمض الفورميك وفورمات الصوديوم ففي الملح نرى روابط مختلفة أطوالها ، بينما نجد قيمة واحدة لرابطة كربون - أكسجين وهي قيمة وسط بين رابطة كربون أكسجين المفردة والمزدوجة .

وفيما يلي جدول يوضح خواص بعض الأحماض الكربوكسيلية

كما يلي :

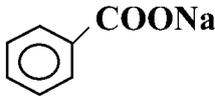
خواص بعض الأحماض الكربوكسيلية

التأين $\times 10^{-5}$	الذائب في الماء جرام	درجة الغليان ($^{\circ}$ م)	درجة الانصهار ($^{\circ}$ م)	الاسم	الصيغة
17.7	∞	160	8	حمض ميثانويك	HCOOH
1.76	∞	118	16	حمض إيثانويك	CH ₃ COOH
1.34	∞	141	-21	حمض بروبانويك	CH ₃ CH ₂ COOH
1.54	∞	164	-6	حمض بيوتانويك	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH
1.52	5	187	-34		
1.31	1	205	-3	حمض هكسانويك	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH

6.45	0.3	250	122	حمض بنزويك	C ₆ H ₅ COOH
4.30	0.03	275	180	حمض بارا تولويك	P-CH ₃ C ₆ COOH

أملاح الأحماض الكربوكسيلية

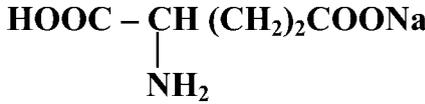
تضاف أملاح بعض الأحماض الكربوكسيلية كمواد حافظة إلى كثير من الأطعمة المعلبة حيث تعمل هذه الأملاح على منع وإعاقة نمو البكتريا .



بنزوات الصوديوم



اسيتات الكالسيوم



جلوتومات أحادي الصوديوم

كما تستخدم بعض أملاح الخارصين والكالسيوم في بعض البودرة الخاصة بالأطفال .



انديكليت الخارصين

طرق تحضير الأحماض الكربوكسيلية :

تحضر الأحماض الكربوكسيلية بإحدى الطرق التالية :-

1- أكسدة الكحولات الأولية أو الالدهيدات :

تتأكسد الكحولات الأولية أو الالدهيدات باستخدام العديد من الكواشف المؤكسدة لتعطي الأحماض .



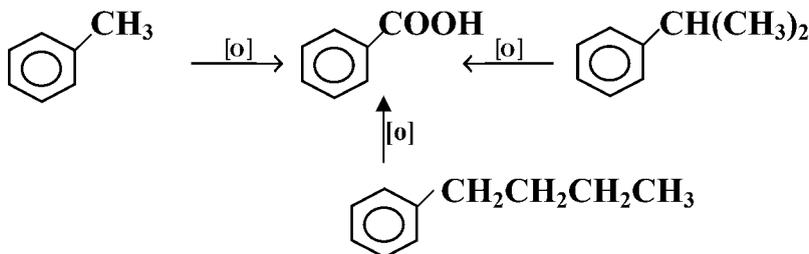
كحول ايثيلي

اسيتالدهيد

حمض الخليك

2- أكسدة الطولوين :

تتأكسد مجموعة الاكليل المتصلة بحلقة اروماتية في وجود محلول حمضي لبرمنجنات البوتاسيوم دون المساس بالحلقة ذاتها ، ومهما كان نوع مجموعة الاكليل أو طولها فإنها تتأكسد مخلقة ورائها ذرة الكربون المتصلة بالحلقة لتعطي حمض البنزويك كنتاج نهائي .



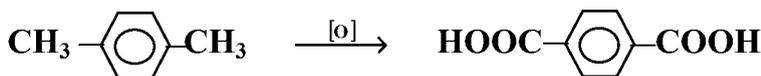
ومن تفاعلات التأكسد الهامة صناعياً أكسدة سايكلو هكسانول وبارازيلين التي تستخدم نواتجها في صناعة نيلون - 66 ونسيج بولي استر المعروف بـ " دكرون " على التوالي :



سايكلو هكسانول

حمض هكسان ديويك

(حمض اديبيك)



بارازيلين

حمض تيرفثاليك

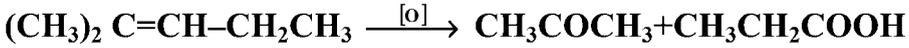
3- أكسدة الاكينات :

الالكينات ثنائية أو ثلاثية التفرع يمكن أن تتأكسد باستخدام كرومات البوتاسيوم أو الأوزون ، لتعطي أحماض كربوكسيلية :

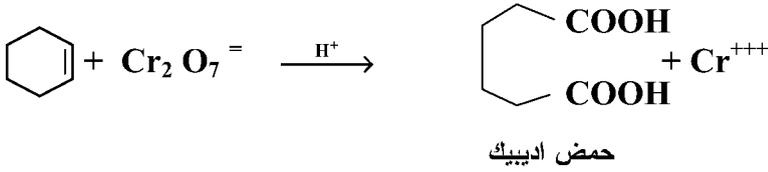


2 - بيوتين

بينما يعطي في - ميثيل -2- بنتين عند الأكسدة أسيتون وحمض بروبانويك :

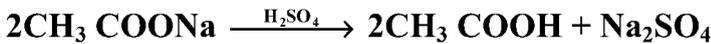


بينما أكسدة سايكلو هكسين تنتج عن كسر الرابطة المزدوجة لتعطي ناتج واحد فقط وهو حمض ادبييك .



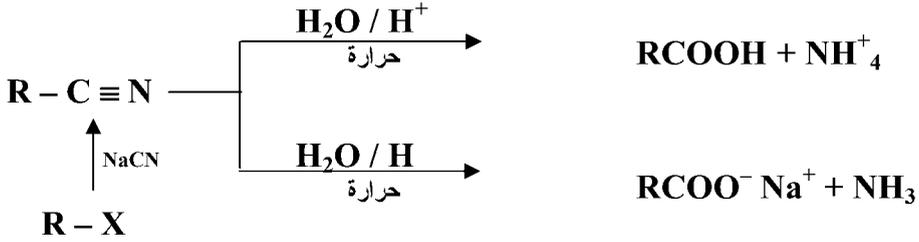
4- من أملاح الأحماض :

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 .

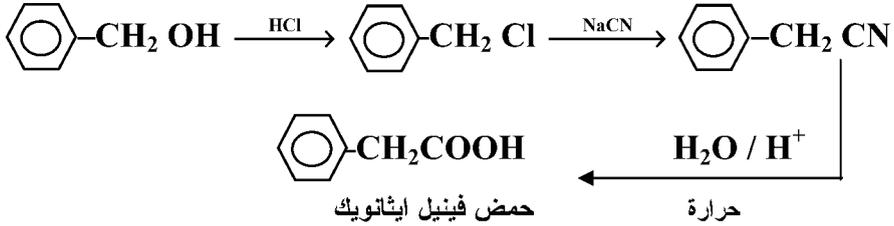


5- تميؤ البنزيلات العضوية :

تتمياً النيتريلات أو سيانو الكانات في وسط حمضي أو قاعدي لتتحول إلى أحماض الكربوكسيلية .

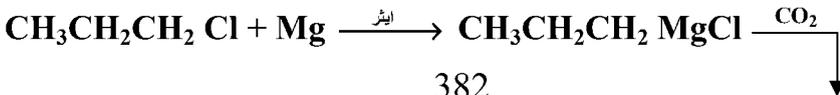


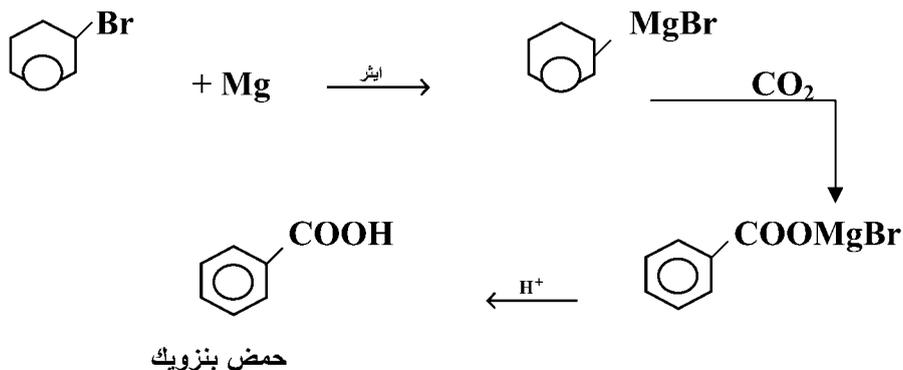
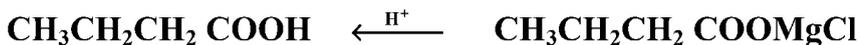
وعند استخدام قاعدة فإنه يتم الحصول على ملح الحمض الذي يحول إلى الحمض بإضافة حمض HCl . ويلاحظ أن الأحماض التي تحضر بهذه الطريقة يزيد طول سلسلتها الكربونية بذرة كربون واحدة عن هاليد الاكسيل التي حضرت أصلاً منه .



6- تفاعلات مركبات جرينيارد مع الثلج الجاف :

يضاف محلول ايثيري لكاشف جرينيارد إلى الثلج الجاف (CO₂) يتبع ذلك تميؤ لنحصل على أحماض كربوكسيلية .

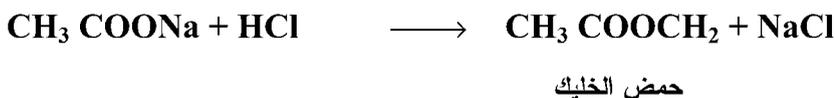
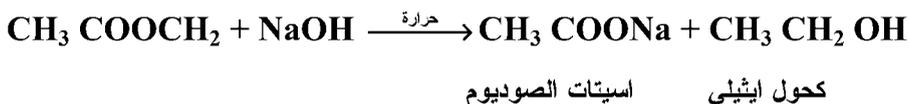




ويلاحظ أن الحمض الناتج بهذه الطريقة شأنه شأن تميؤ النيتريلات يحتوي على ذرة كربون أكثر من كاشف جرينيارد .

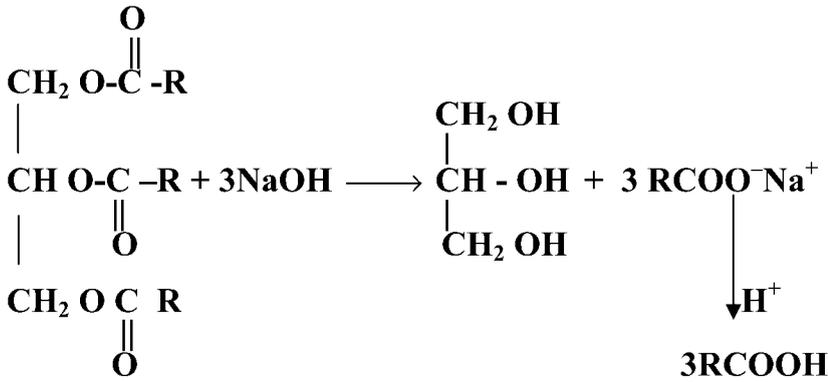
7- تميؤ الاسترات :

عند غليان استر معين في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم يتكون ملح صوديومي لحمض ونجد أنه عند معالجته بحمض HCl مخفف يعطي الحمض الكربوكسيلي :



8- تميؤ الزيوت والدهون :

يمكن تميؤ الزيوت والدهون بواسطة هيدروكسيد الصوديوم لتعطي
أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة .



تفاعلات الأحماض الكربوكسيلية :

تحتوي مجموعة الكربوكسيل على مجموعة كربونيل ومجموعة
هيدروكسيل ، وتتأثر احدهما بالأخرى . فتفاعلات الأحماض الكربوكسيلية
مع المحاليل المائية لهيدروكسيد الصوديوم وبيكربونات الصوديوم تكون
كما يلي :



أما عند تفاعل الأحماض الكربوكسيلية بانشطار وإزاحة مجموعة
الهيدروكسيل فيتضمن هجوم نيوكليوفيلي يتبعه تفاعل حذف (أي أنها
تفاعلات إبدال) بينما تكون في الالدهيدات والكيونات تفاعلات إضافة .

التفاعل مع هاليدات الفوسفور والكبريت :

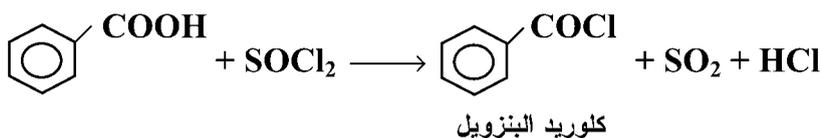
تستخدم عدة كواشف لتحضير كلوريدات الأحماض من الأحماض
الكربوكسيلية كما يلي :



ثلاثي كلوريد الفوسفور

خماسي كلوريد الفوسفور

كلوريد ثيونيل



وعادة ما يفضل استخدام كلوريد ثيونيل لسهولة التخلص من النواتج

الجانبية الغازية مثل HCl , SO_2

تحويل الأحماض الكربوكسيلية إلى اميدات :

تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع النشادر لتعطي أملاح امونيوم في

المرحلة الأولى التي تعطي اميدات عند تسخينها :



التحول إلى أسترات

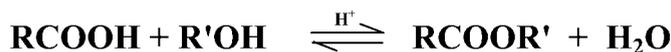
تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع الكحولات في وجود كمية حفزية

من حمض الكبريتيك المركز أو HCl الغازي لتعطي أسترات ، والأخيرة

مركبات لأغلبها روائح محببة وعادة ما نستخدم ككهات في كثير من أنواع

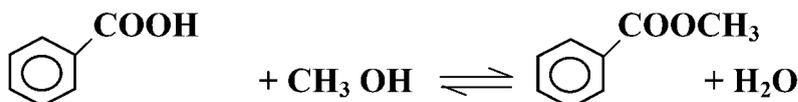
العصير المختلفة .

التفاعل العام :



حمض كربوكسيلي كحول

استر

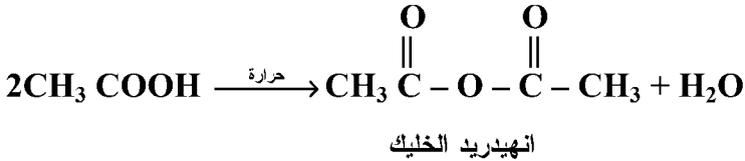
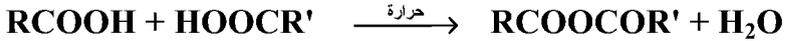


بنزوات ميثيل

ويلاحظ أن الاسترة تفاعل عكسي ولذا ومن أجل دفع الاتزان نحو اليمين فتستخدم كمية وافرة من الكحول أو إزاحة الماء الناتج من محيط التفاعل .

التحول إلى انهيدريدات :

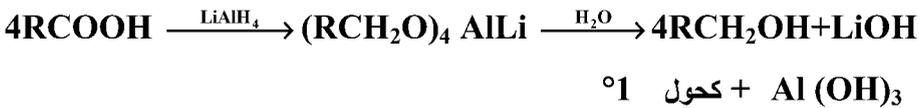
يمكن لجزئي حمض كربوكسيلي عند تسخينها فقد جزئياً ماء (في وجود خماسي أكسيد الفوسفور) لتعطي انهيدريد :



ويمكن الحصول على انهيدريد متماثل أو غير متماثل اعتماداً على الحمض أو الأحماض المستخدمة .

اختزال الأحماض الكربوكسيلية :

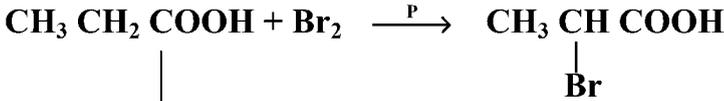
تختزل الأحماض الكربوكسيلية وتتحول إلى الكحولات الأولية المقابلة باستخدام هيدريد ليثيوم ألومنيوم (LiAlH_4) عند درجة حرارة منخفضة ، بعد التميؤ :



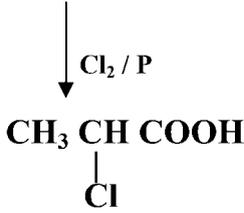
وتعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق لاختزال الأحماض الكربوكسيلية إلى كحولات أولية .

هلجنة الأحماض الكربوكسيلية :

تتفاعل الأحماض الكربوكسيلية التي تحتوي على ذرات هيدروجين من نوع ألفا مع الكلور أو البروم في وجود بعض العوامل الحفازة مثل الفوسفور لتعطي أحماض هالوجينية .

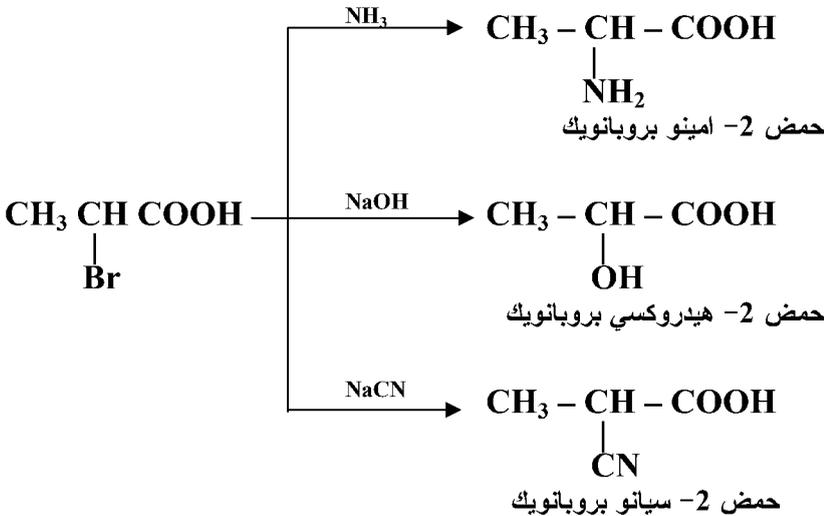


حمض 2- برومو بروبانويك

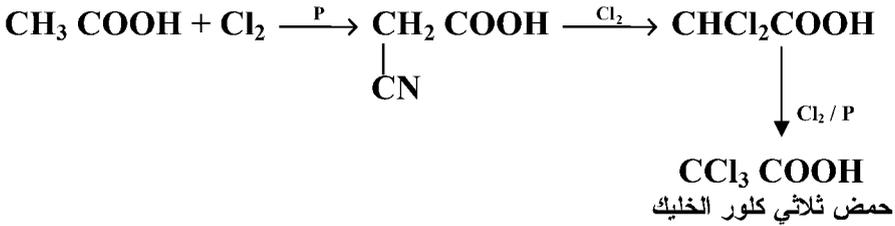


حمض 2- كلورد بروبانويك

يسمى هذا بتفاعل فولهارد . ويستفاد مثل هذا التفاعل في تحويل أحماض ألفا الهالوجينية إلى مشتقات أخرى بتفاعلها مع الامونيا وهيدروكسيد الصوديوم أو سيانيد الصوديوم :



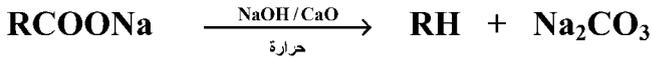
وقد يستمر تفاعل الهالوجين مع حمض كربوكسيلي حتى يتم استنفاد جميع ذرات هيدروجين ألفا :



أما الأحماض التي لا تحتوي على ذرات هيدروجين من نوع ألفا فلا تتفاعل مع الهالوجينات عند الظروف المذكورة .

إزالة مجموعة الكربوكسيل :

يتم انتزاع أو إزالة مجموعة الكربوكسيل من أملاح الأحماض الكربوكسيلية عند صهرها مع جير الصودا لتعطي الألكان المقابل بذرة كربون أقل كما يلي :



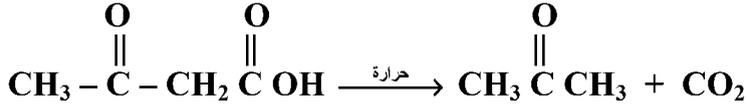
التحليل الكهربائي (تفاعل كولب) :

تتحلل أملاح الأحماض الكربوكسيلية تحللاً كهربياً لتعطي الكانات بنفس الهيكل الكربوني أو هيكل أكبر .



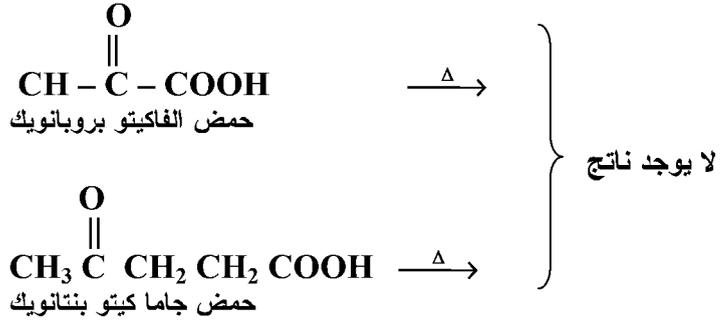
إزالة مجموعة كربوكسيل :

يمكن للأحماض الكربوكسيلية التي لديها مجموعة كربونيل بيتا عند تسخينها أن تفقد CO₂ من مجموعة الكربوكسيل :



حمض 3- كيتو بيوتانويك

وهذا التفاعل خاص بأحماض بيتا كيتو الكربوكسيلية فمثلاً :



الأحماض ثنائية الكربوكسيل :

تحتوي هذه الأحماض على مجموعتي كربوكسيل على طرفي السلسلة الهيدروكربونية . ويمكن للأحماض ثنائية الكربوكسيل أن تعطي نوعين من المشتقات مثل ملحين أو أسترين أو نوعين من الاميدات .

التسمية :

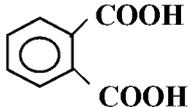
تعرف الأحماض الثنائية الكربوكسيلية بأسمائها الشائعة التي استخلصت منها كما هو مبين في الجدول التالي . كما تستخدم التسمية المنهجية باشتقاق أسمائها من أسماء الالكانات المقابلة

لها وذلك بإضافة مقطع " داويك " إلى اسم الالكان وكتابة كلمة " حمض " في المقدمة .

طريقة التحضير :

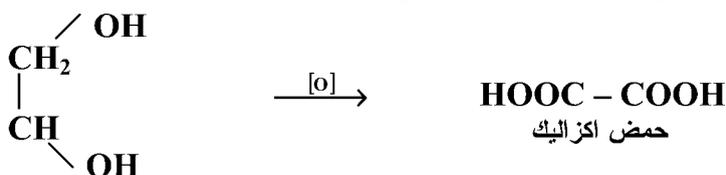
طرق تحضير الأحماض ثنائية الكربوكسيل هي ذاتها المستخدمة في تحضير الأحماض أحادية الكربوكسيل ، ولا توجد طريقة عامة واحدة لتحضير كل الأحماض الثنائية ، فكل من الطرق التالية استخداماتها الخاصة .

أسماء بعض الأحماض ثنائية الكربوكسيل

الصيغة	التسمية الشائعة	التسمية المنهجية
HOOC-COOH	حمض اكراليك	حمض إيثان ديويك
HOCH ₂ COOH	حمض مالونيك	حمض بروبان ديويك
HOOC(CH ₂) ₂ COOH	حمض سكسينيك	حمض بيوتان ديويك
HOOC(CH ₂) ₃ COOH	حمض جلوتاريك	حمض بنتان ديويك
HOOC(CH ₂) ₄ COOH	حمض ادبييك	حمض هكسان ديويك
HOOC(CH ₂) ₅ COOH	حمض بيمبيك	حمض هبتان ديويك
	حمض فثاليك	حمض بنزين 1،2-ثنائي. كربوكسيليك

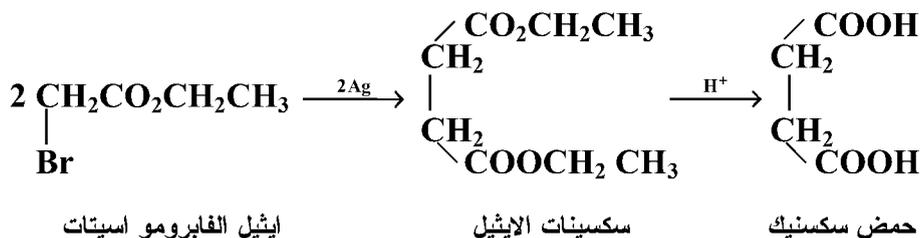
3- أكسدة الجليكولات :

يمكن أكسدة الجليكولات التي لها مجموعتي هيدروكسيل أو ليتين لتحضير بعض الأحماض ثنائية الكربوكسيل :



4- من الاسترات الهالوجينية :

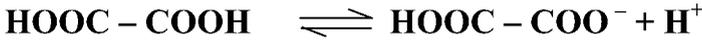
تستخدم هذه الطريقة لتحضير الأحماض ثنائية الكربوكسيل ذات العدد الزوجي من ذرات الكربون (ما عدا حمض اوكزاليك) وتشمل تفاعلات الاسترات الهالوجينية حيث تضاعف عند تسخينها مع مسحوق الخارصين أو الفضة ، ثم تميؤ الاسترات الثنائية .

الخواص الطبيعية :

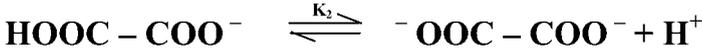
الأحماض ثنائية الكربوكسيل مواد صلبة لها درجات انصهار أعلى من درجات الأحماض أحادية الكربوكسيل ، وتذوب الأعضاء الأولى منها في الماء بسهولة ، وتقل الذائبية تدريجياً بازدياد الوزن الجزيئي .

الحامضية :

تتأين الأحماض ثنائية الكربوكسيل بخطوتين :



حمض الكزاليك



وتعمل ظاهرة سحب الالكترونات الخاصة بمجموعة الكربوكسيل الثنائية على زيادة حامضية مجموعة الكربوكسيل الأولى . ولذا فإن قيمة ثابت التآين الأول لحمض الكزاليك أكبر من قيمة التآين لحمض الخليك .

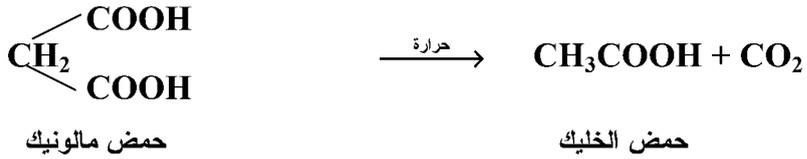
الخواص الكيميائية :

تشبه الأحماض ثنائية الكربوكسيل الأحماض الأحادية في خواصها الكيميائية ، ولذا فإن الأحماض ثنائية الكربوكسيل تعطي مشتقات أحادية وثنائية للأملاح والاسترات والاميدات وهاليدات الأحماض ، وتختلف في سلوكها عند التسخين حيث يعتمد الناتج على طول السلسلة الهيدروكربونية التي تفصل بين مجموعتي الكربوكسيل .

تأثير الحرارة على حمضي الكزاليك ومالونيك :

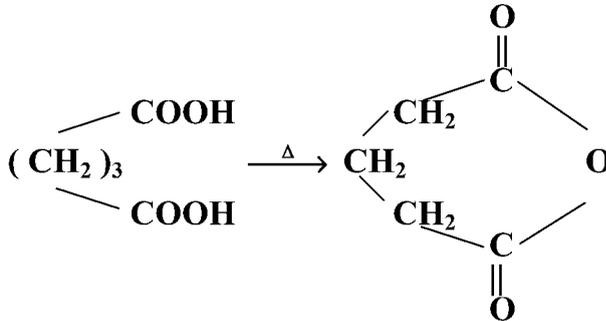
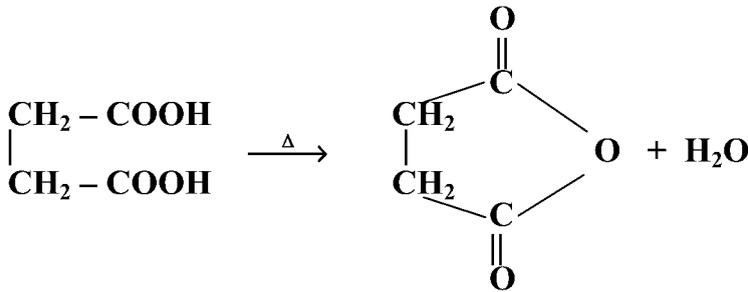
عند تسخين الأحماض ثنائية الكربوكسيل التي تكون فيها مجموعتي الكربوكسيل متصلين ببعضهما البعض اتصالاً مباشراً (مثل حمض الكزاليك) أو منفصلتين بذرة كربون واحدة (مثل حمض مالونيك) فإن مثل هذه الأحماض تتحلل عند تسخينها لتعطي أحماض أحادية الكربوكسيل :





تأثير الحرارة على حمضي سكسينيك و جلوتاريك :

أما حامضي سكسينيك و جلوتاريك التي تفصل مجموعتي الكربوكسيل فيهما مجموعتي وثلاث مجموعات ميثيلين على التوالي ، فإنهما يعطينا أنهيدريدات على التوالي عند التسخين ويفقدان جزئي ماء .

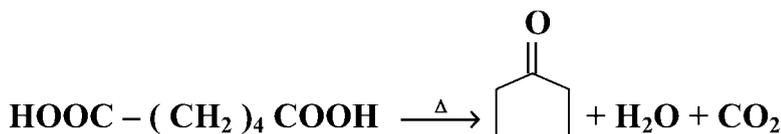


انهيدريد جلوتاريك

أثر الحرارة على حمض ادبييك :

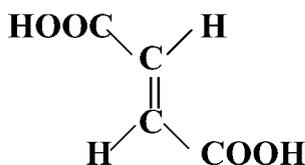
يفقد حمض ادبييك تسخينه جزئي ماء وجزئي CO_2 ليعطي

سايكلو بنتانون :

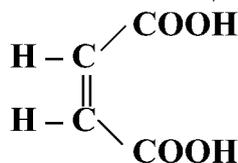


الأحماض ثنائية الكربوكسيل غير المشبعة :

تحتوي بعض الأحماض ثنائية الكربوكسيل على رابطة مزدوجة ، لذا فإنها تعطي مشتقات شبيهة بمشتقات الأحماض الثنائية المشبعة بالإضافة إلى أنها تتفاعل بالإضافة على الرابطة كربون - كربون المزدوجة (مثل الهدرجة ، الهلجنة ، إضافة هاليدات الهيدروجين) ويمثل حمضي الفورماريك ومالبيك اهم افراد هذه المجموعة .



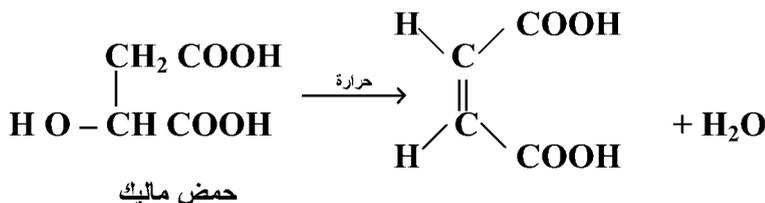
حمض فيوماريك



حمض مالبيك
(Maleic)

والحمضان ايسومران هندسيان .

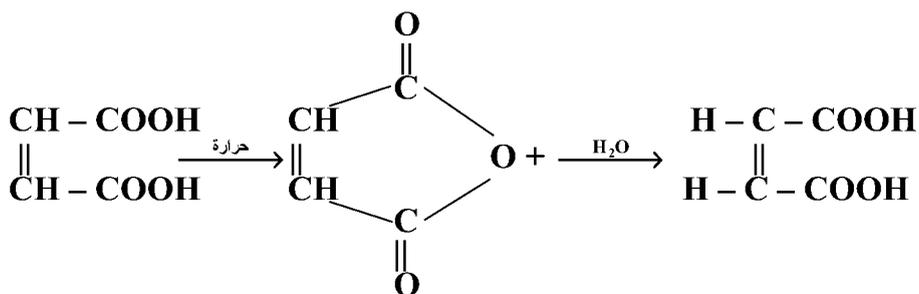
ويحضر حمض الفيوماريك (مادة صلبة قليلة الذوبان في الماء وينصهر عند درجة المالبيك (288° م) بتسخين حمض المالبيك عند درجة حرارة 130° م :



حمض مالبيك

أما المالبيك (يذوب في الماء ودرجة انصهاره 130° م) فيمكن تحضيره بتسخين حمض المالبيك عند درجة حرارة 250 م ليفقد

جزئى ماء ليعطي انهيدريد حمض مالبيك الذي عند تميؤه يعطي حمض مالبيك .



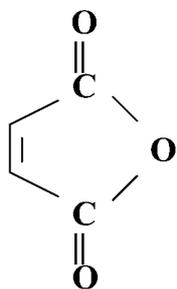
حمض مالبيك

انهيدريد مالبيك

حمض مالبيك

وحمض فيوماريك أكثر ثباتاً من حمض المالبيك ويمكن تحويل حمض المالبيك إلى حمض الفيوماريك بتسخين الأول عند درجة حرارة 150 م أو في محلول حمضي أو قاعدي مخفف

حمض مالبيك $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ حمض فيوماريك



كما يمكن لحمض المالبيك أن يفقد عناصر الماء عند تسخينه ويتحول إلى انهيدريد مالبيك والجدول التالي يبين خواص بعض الأحماض ثنائية الكربوكسيل :

خواص بعض الأحماض ثنائية الكربوكسيل

ثابت التأيّن الثاني	ثابت التأيّن الأول	درجة الانصهار	الاسم
6.4×10^{-5}	5.9×10^{-2}	189	حمض اوكراليك
2.0×10^{-6}	1.4×10^{-3}	136	حمض مالونيك
2.5×10^{-6}	6.9×10^{-5}	182	حمض سكسينيك
3.9×10^{-6}	4.6×10^{-5}	98	حمض جلوتاريك
2.4×10^{-6}	3.7×10^{-5}	153	حمض ادبيك
3.9×10^{-6}	1.3×10^{-3}	231	حمض فتاليك
2.5×10^{-5}	2.9×10^{-4}	245	حمض أيسوفتاليك
1.5×10^{-5}	3.1×10^{-4}	بتسامي	حمض تيرفتاليك
3.6×10^{-5}	9.3×10^{-4}	307	حمض فيوماريك
8.6×10^{-7}	1.4×10^{-2}	131	حمض ماليك

" الأسئلة "

(1) اكتب الأسماء الشائعة أو الأسماء المنهجية للأحماض الكربوكسيلية غير المتفرعة والتي تحتوي على 3 و 4 و 5 ذرات كربون .

(2) ارسم بناءات المركبات التالية :

(أ) حمض 4- برومور 2- بيوتنويك . (ب) فورمات الأيسوبروبيل .

(د) حمض ميتانيتروبنزيك (هـ) N,N - ثنائي ميثيل فورماميد .

(و) ايثانوات الايثيل (ز) بنزاميد .

(ح) كلوريد البنزويل . (ط) حمض ثلاثي فلوروايثانويك .

(ي) بروبانوات الفينيل . (ك) حمض بارا امينوبنزويك .

(ل) انهيدريد البروبانويك . (م) حمض الساليسيليك .

(ج) بروميد بارابروموبنزويل .

(ن) ايثانوات سايكلو هكسيل ث- 2- ميثيل بيوتاناميد .

(3) ما نواتج تفاعل حمض البنزويك مع :

أ- هيدريد ليثيوم الومنيوم / الماء . ب- كلوريد ثيونيل .

ج- الامونيا . د- ايثانول / H^+ ، حرارة .

(4) وضح كيفية تحضير بروبانويك من المركبات التالية :

أ- ملح صوديومي لحمض . ب- كحول .

ج- نيتريل . د- هاليد ألكيل .

هـ- استر . و- اميد .

ز- هاليد حمض .

(5) ما نواتج تفاعل انهيدريد بروبانويك مع الكواشف التالية :

- أ- ايثانول . ب- الماء . ج- الامونيا . د- أنيلين .
هـ- ميثيل أمين . و- البنزين .
كرر نفس التفاعلات مع كلوريد بروبانويل .

(6) ابتداء من حمض ايثانويك ، وضح طريقة تحضير المركبات التالية :

- أ- كلوريد ايثانويل . ب- انهيدريد الخليك .
ج- حمض الفابرومو ايثانويك . د- ايثانوات ايثيل .
هـ- حمض 2- هيدروكسي ايثانويك .
و- حمض ألفا امينو ايثانويك .

(7) أكمل التفاعلات التالية واكتب أسماء النواتج :

- 1) $\text{CH}_3 \text{COOCH}_2 \text{CH}_3 + \text{NH}_3 \longrightarrow$
2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{حرارة}}$
3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3 \text{COCl} \xrightarrow{\text{Base}}$
4) $\text{CH}_3 \text{COOCOCH}_3 + \text{CH}_3 \text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow$
5) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \longrightarrow$
6) $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{H}^+}$
7) $\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$
8) $\text{C}_6 \text{H}_5 \text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \text{ aq.} \longrightarrow$
9) $\text{C}_6 \text{H}_5\text{CN} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}}$
10) $\text{C}_6\text{H}_5 \text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4}$

8) وضح كيفية إجراء التحويلات التالية (أكثر من خطوة) :

- أ- تولوين إلى بنزاميد .
- ب- فينول إلى ايثانوات الفينيل .
- ج- بروموبنزين إلى ثنائي فينيل هيثانول .
- د- تولوين إلى حمض فينيل ايثانويك .
- هـ- حمض ايثانويك إلى حمض ألفا امينو ايثانويك .
- و- 2- بروبانول إلى حمض 2- ميثيل بروبانويك .
- ز- ايثانول إلى حمض السكسينيك .
- ح- جليكول ايتلين إلى حمض السكسينيك .
- ط- ايثانول إلى 2- بيوتانول .
- ي- البنزين إلى بنزوفينون (أربع خطوات) .
- ك- سايكلو هكسانول إلى حمض الاديبيك .