# الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids

## هي مركبات عضوية تتميز بوجود مجموعة كربوكسيل أو أكثر كمجموعة وظيفية

| | الأحماض الكربوكسيلية ( العضوية ) | الاحماض غير العضوية |
|---|---|---|
| الحمضية | أكثر حمضية ( تعطي البروتون بسهولة ) | أقل حمضية |
| قوة الحمض | ضعيفة | قوية |
| مثال | حمض الاسيتيك $CH_3COOH$ | $HCl$ , $H_2SO_4$ , $HNO_3$ |

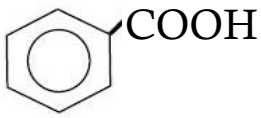
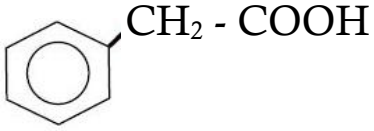
المجموعة الوظيفية في الاحماض الكربوكسيلية هي مجموعة الكربوكسيل $R-COOH$ ( $R-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$ )

**علل** تسمى المجموعة الوظيفية في الاحماض الكربوكسيلة بمجموعة الكربوكسيل $R-COOH$

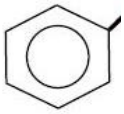
لأنها تتكون من مجموعة كربونيل $-\overset{\overset{O}{||}}{C}-$ متصلة بمجموعة هيدروكسيل $-OH$

❖ الصيغة الجزيئية العامة للأحماض الاليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل $C_nH_{2n}O_2$

## تصنيف الأحماض الكربوكسيلية

| أحماض كربوكسيلية أليفاتية $R-COOH$ | أحماض كربوكسيلية أروماتية $Ar-COOH$ |
|---|---|
| مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل متصلة بسلسلة كربونية | مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل متصلة مباشرة بشق الفينيل<br>أما اذا لم ترتبط مباشرة بحلقة البنزين يكون الحمض الكربوكسيلي أليفاتي |
| $H-COOH$ |  |
| $CH_3-COOH$ | حمض البنزويك ( فينيل ميثانويك ) |
| $CH_3-CH_2-COOH$ | هو أبسط الاحماض الكربوكسيلية |
|  | |

# تسمية الأحماض الكربوكسيلية

| التسمية الشائعة | | صيغة الحمض الكربوكسيلي | تسمية الأيوباك |
|---|---|---|---|
| يشتق الاسم الشائع للحمض بحسب مصدره النباتي أو الحيواني | | | كلمة حمض + اسم الالكان + المقطع ويك |
| النمل الأحمر | حمض الفورميك | $H - COOH$ | حمض ميثانويك |
| الخل | حمض الأسيتيك | $CH_3 - COOH$ | حمض إيثانويك |
| الزبدة | حمض البيوتيريك | $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$ | حمض بيوتانويك |
| النخيل | حمض البالمتيك | $CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$ | - |
| حمض البنزوئيك | |  COOH | حمض فينيل ميثانويك |
| عند تسمية الاحماض الكربوكسيلة التي تحتوي سلاسل متفرعة نختار أطول سلسلة تحتوي على مجموعة الكربوكسيل و نبدأ الترقيم منها | | | |
| | | $CH_2 - COOH$ | حمض فينيل إيثانويك |
| | | $CH_3 - CH_2 - CH(CH_2 - COOH) - CH_2 - CH_3$ | حمض 3 - إيثيل بنتانويك |
| | | $CH_3 - CH(C_2H_5) - CH_2 - CH(C_2H_5) - COOH$ | حمض 2 - ايثيل 4 - ميثيل هكسانويك |

# تحضير الأحماض الكربوكسيلية

الأكسدة التامة للكحولات الأولية

أكســــــدة الألـــدهيـــدات

① الأكسدة التامة للكحولات الأولية بالعوامل المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم المُحمضة أو بالأكسجين

$CH_3 - OH + 2[O] \rightarrow H - COOH + H_2O$

كحول الميثيل — حمض الميثانويك (الفورميك)

$CH_3 - CH_2 - OH + 2[O] \rightarrow$ ..... $+ H_2O$

② أكسدة الألدهيدات :

$CH_3 - CHO + [O] \rightarrow CH_3 - COOH$

الأسيتالدهيد — حمض الاسيتيك

$C_6H_5 - CHO + [O] \rightarrow$ .....

البنزالدهيد

# الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية

① الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على ( 1 -4 ) ذرات كربون تذوب في الماء **علل**

لأنها تكون روابط هيدروجينية مع الماء

② الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على ( 5 -9 ) ذرات كربون هي سوائل ثقيلة

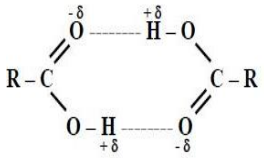
③ الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على 10 ذرات كربون فما فوق تكون في الحالة الصلبة

④ تقل ذوبانية الاحماض الكربوكسيلية في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية **علل**

لأنه بزيادة الكتلة الجزيئية ( زيادة عدد ذرات الكربون ) تقل فعالية و قطبية مجموعة الكربوكسيل

⑤ درجات غليان الاحماض الكربوكسيلية أعلى بكثير من درجة غليان الكحولات و التي لها كتل جزيئية متقاربة **علل**

لأن الأحماض الكربوسيلية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل و التي تتكون من ( مجموعتي الكربونيل و الهيدروكسيل ) القادرتين على تكوين رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزيئي حمض و تكون قادرة على تكوين شكل حلقي



أما الكحولات تحتوي على مجموعة هيدروكسيل فقط و التي تكون رابطة هيدروجينية واحدة فقط بين جزيئي كحول

⑥ تزداد درجات غليان الأحماض الكربوكسيلية المُتشابهة في التركيب بزيادة الكتل الجزيئية لها أي بزيادة عدد ذرات الكربون في الجزئ

# الخواص الكيميائية للأحماض الكربوكسيلية

- الخـــواص الحمضيـــة
- تفـــاعـــلات الاستبـــــدال

## ❖ تكوين الأملاح الكربوكسيلية :

❀ يتكون الملح الكربوكسيلي نتيجة إحلال ذرة فلز محل ذرة هيدروجين مجموعة الكربوكسيل :

① الحمض الكربوكسيلي + فلـز ← ملح + غاز الهيدروجين

$$2H - COOH + 2Na \rightarrow H - COONa + H_2$$

② الحمض الكربوكسيلي + قاعدة (هيدروكسيد الفلز) ← ملح + ماء

$$CH_3 - COOH + NaOH \rightarrow CH_3 - COONa + H_2O$$

③ الحمض الكربوكسيلي + كربونات الفلز ← ملح + ماء + غاز ثاني أكسيد الكربون

$$2H - COOH + Na_2CO_3 \rightarrow H - COONa + H_2O + CO_2$$

# تفاعلات الاستبدال Substiution Reactions

يتم في تفاعل الاستبدال استبدال مجموعة الهيدروكسيل في مجموعة الكربوكسيل بأي ذرة أو مجموعة ذرات ما عدا ذرة الكربون والهيدروجين يسمى التفاعل تفاعل الاستبدال ينتج عن هذا التفاعل مجموعة وظيفية جديدة و مشتقات جديدة و صيغتها العامة

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Z$$

## مشتقات الاحماض الكربوكسيلية

**كلوريدات الحمض**

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl$$

**أنهيدريدات الحمض**

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R$$

**الاستـــــرات**

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OR'$$

❖ تنتج كلوريدات الحمض من تفاعل مركب غني بالكلور ( مثل كلوريد الثيونيل $SOCl_2$ ) مع الحمض الكربوكسيلي

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + SOCl_2 \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + SO_2 + HCl$$

حمض الايثانويك — كلوريد الثيونيل — كلوريد الايثانويك

# أنهيدريدات الحمض Acid Anhydrides

❖ تنتج أنهيدريدات الأحماض الكربوكسيلية من نزع جزئ ماء من جزيئي حمض كربوكسيلي بوجود $P_2O_5$

كمادة محفزة

$$CH_3-CO\boxed{OH + H}OOC-CH_3 \xrightarrow{P_2O_5} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + H_2O$$

حمض الايثانويك — حمض الايثانويك — أنهيدريد الايثانويك

# الاسترات Esters

❖ تنتُجُ الأسترات من تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي حيث يتم نزع جزئ ماء لينتج الاستر

﴿ حمـــــض كربوكسيـــــلـــي + كحـــــول ← استـــــر + مـــــــاء ﴾

$$CH_3 - COOH + HO - CH_2 - CH_3 \rightarrow CH_3 - COO - CH_2 - CH_3 + H_2O$$

| | | |
|---|---|---|
| حمض الايثانويك | ايثانول | استر إيثانوات الايثيل |
| حمض الاسيتيك | كحول الايثيل | استر اسيتات الايثيل |

❖ **ملاحظةٌ** : تتمتع كلوريدات الحمض و انهيدريدات الحمض بنشاط كيميائي كبير مقارنة مع الحمض الكربوكسيلي المقابل لها ، لذلك في أغلب التفاعلات الكيميائية تستعملُ هذه المشتقات مكان الحمض الكربوكسيلي ( **علل** ) لكي يصبح التفاعل تاماً و أسرع وأنشط .

# استخدامات الأحماض الكربوكسيلية في الحياة اليومية

① نستخدمُ **الخل** في طعامنا وهو محلول مخفف من حمض الإيثانويك أو الأسيتيك.

② نستخدم **الاسبرين** عندما نتوعك صحياً وهو حمض أسيتيل الساليسليك .

③ يستخدم **فيتامين C** و هو من أشهر أنواع الفيتامينات يتكون من حمض الأسكوربيك .

④ يفرز النمل عند تعرضه للخطر مادة سائلة تحتوى على محلول لحمض **الفورميك** صيغته الكيميائية HCOOH وقد عرف هذا الحمض باسم حمض النمليك .