

化學 基礎講義

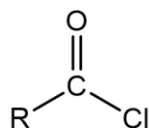
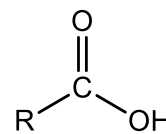
官能基_酸酯

信望愛文教基金會 · 化學種子教師團隊

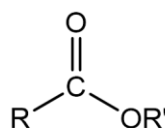
有機化學-官能基(羧酸、酯)

(一) 羧酸

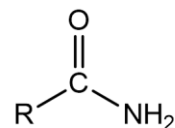
- 具有羧基(-COOH)的烴類化合物。
- 衍生物：羧基中的-OH可被其他官能基取代，形成酰氯、酯、酰胺、酐。



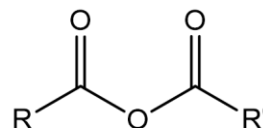
酰氯



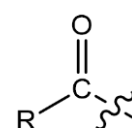
酯



酰胺

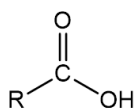


酐

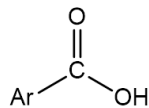


酰基

- 羧酸及其衍生物皆具有酰基。
- 分類：依照羧基的數目可分一元酸、二元酸。
- 一元酸：含一個-COOH，依相連原子團可分為：
 - 脂肪酸：與脂肪烴相連，脂肪酸常與甘油結合形成脂肪。
 - 芳香酸：與芳香烴(苯環化合物)相連。

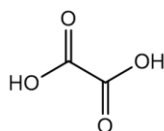


脂肪酸

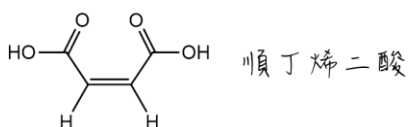


芳香酸

- 二元酸：含兩個-COOH。



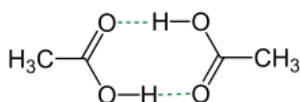
乙二酸



順丁烯二酸

2. 物理性質

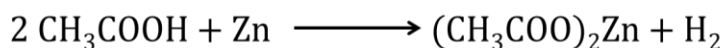
- 羧酸具較強氫鍵，沸點較同碳數醇高。
回憶：b. p. 酰胺 > 羧酸 > 醇 > 胺 > 脂、醛、酮 > 醚 > 烷
熔、沸點比較：乙二酸 > 乙酸 > 甲酸
(多氫鍵 > 單氫鍵；質量大，沸點高)
- 純液相或有機溶劑中，羧酸以分子間氫鍵形成二聚體。



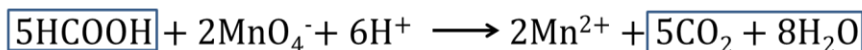
- 與水形成氫鍵，甲酸到丁酸可與水互溶；高級酸(C10)為固體，多難溶於水。
回憶：低級醇(C1~C3)、醛(C1~C2)、酮(C3)、酸(C1~C4)可與水互溶。

3. 化學性質

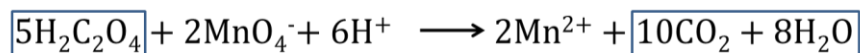
- 呈弱酸性，可與活性大金屬產生氫氣。



- 羧酸不易氧化，但甲酸、草酸(乙二酸)具還原性，可再被氧化。
- 甲酸：含醛基，可被 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化成 CO_2 。



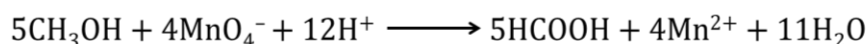
- 草酸化學性質活潑，可被 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化成 CO_2 。



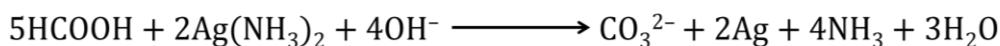
4. 常見的羧酸

- 甲酸 HCOOH (蟻酸)

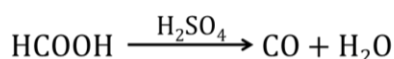
- 實驗室製備：甲醇氧化。



- 最簡單的羧酸，螞蟻和蜜蜂分泌物中成分，故稱蟻酸。
- 無色具刺激性臭味液體， $K_a = 1.77 \times 10^{-4}$ ，弱酸性，會腐蝕皮膚。
- 含醛基，與多倫試劑產生銀鏡反應。

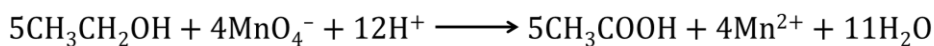


- 具還原性，可被 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化成 CO_2 。(前面提過，不再寫化學式)
- 與濃硫酸共熱，脫水生成一氧化碳。

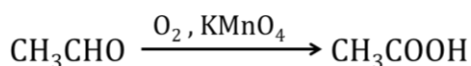


- 乙酸 CH_3COOH (醋酸)

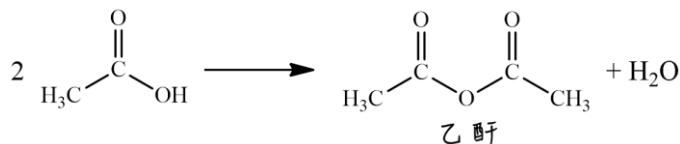
- 實驗室製備：乙醇氧化。



- 工業製備：乙醛氧化。

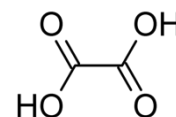


- 無色具刺激性臭味液體，b. p. = 118°C 。
- 弱酸性，食醋約含 5%、市售醋酸含 36%。
- m. p. = 16°C ，含水量 1% 以下冬季易凍結成固體，稱為冰醋酸(市售冰醋酸約含 99.5% 乙酸)
- 兩分子乙酸脫水生成乙酐，為常用化工原料，用在醫藥品、合成纖維等。

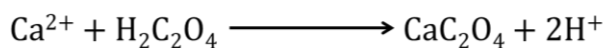


- 乙二酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (草酸)

- 雙質子酸，為最簡單的二羧酸，弱酸性。
- 常以草酸氫鉀($\text{HOOC}-\text{COOK}$ 單質子酸)出現在植物中。
- 具還原性，使酸性過錳酸鉀水溶液褪色。(前面提過，不再寫化學式)
- 不具醛基，不與斐林 & 多倫試劑反應。



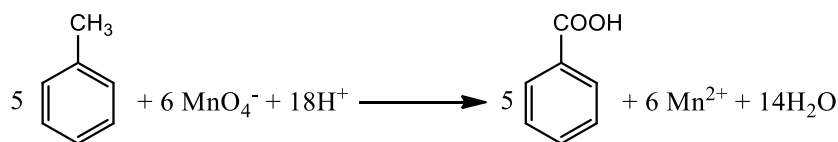
- 遇 IIA 金屬離子生成白色沉澱。



- 草酸可用以除去衣服上的鐵鏽及藍墨水漬。

➤ 苯甲酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (安息香酸、苯酸)

- 製備：甲苯氧化。

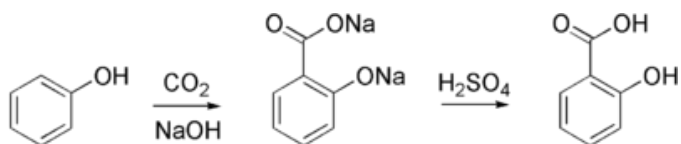


- 白色晶體，可昇華，微溶於水。
- 常作為食物防腐劑，作為醬油、豆干添加物等。
- 可抑制真菌、細菌、黴菌生長，藥用通常塗在皮膚上，治療癬類的皮膚疾病。
- 用於合成纖維、樹脂、塗料、橡膠等。

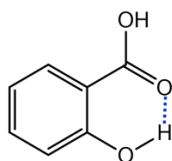
回憶：安息油→苯；焦油腦→萘；綠油腦→萘。

➤ 柳酸 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})$ (水楊酸)

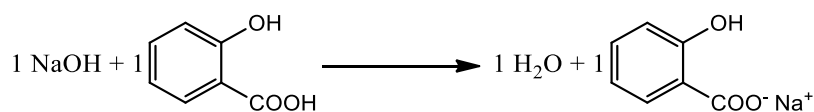
- 製備：酚、NaOH、 CO_2 加壓共熱形成柳酸鈉，再加入酸溶液形成柳酸。



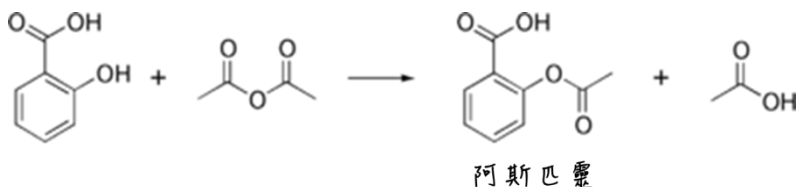
- 具羧基和羥基，有羧酸和酚的性質，可形成分子內氫鍵。



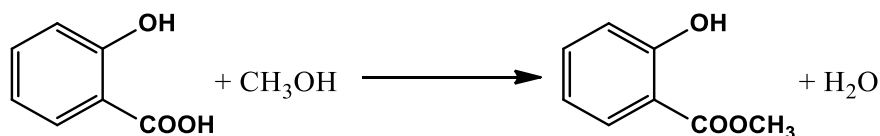
- 具有酚特性，遇氯化鐵成紫色。(見有機化學-官能基(醇醚酚)講義)
- 為雙質子酸，羧基和羥基皆可提供質子，1 當量柳酸可中和 2 當量的 NaOH，若只加入 1 當量的 NaOH，則酸性較強的羧基進行酸鹼中和。



- 可與乙醇進行酯化反應，生成乙醯柳酸(阿斯匹靈)，為常用解熱鎮痛藥。



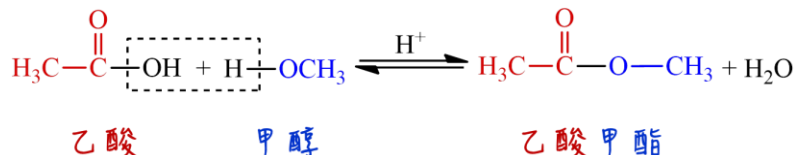
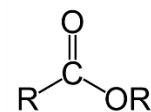
- 可與甲醇進行酯化反應，形成柳酸甲酯(冬青油)。



(二) 酯類

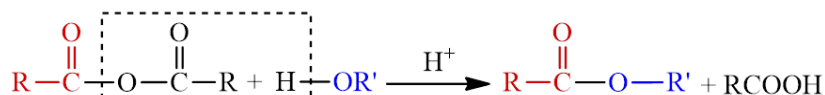
- 羧酸中的-OH 轉變為-OR'。

1. 酯化：酸性條件下酸與醇脫水形成酯類。



A 酸 + B 醇 → A 酸 B 酯

- 產物 H₂O 的氧原子來自酸；脂的氧來自醇。
- 反應甚慢，需酸催化，H₂SO₄ 需加熱、HCl 不需加熱。
- 也可用酸酐與醇，在酸催化下製得酯及酸。



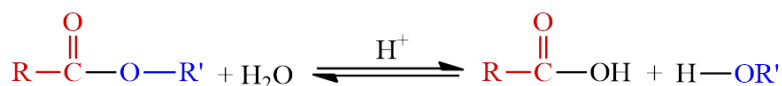
2. 物理性質

- 低分子量的酯類具有花、果香，揮發性大，常用來做為香料，並為優良有機溶劑。
- 分子間不具氫鍵，熔、沸點較同分子量羧酸低，b. p. 與醛、酮相近。
- 難溶於水，比重比水小。

3. 化學性質

- 水解：在酸或鹼催化之下，分解形成酸及醇。

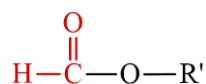
酸催化(可逆)



鹼催化(不可逆)



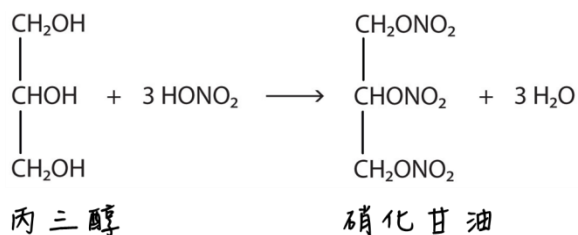
- 甲酸形成的酯類因含有醛基，具有還原性，可使過錳酸鉀水溶液褪色，以及與多倫試劑產生銀鏡反應。



4. 常見的酯類

➤ 硝化甘油：

- 由甘油(丙三醇)與濃硝酸酯化反應而生成，可作為炸彈的原料。



(三) 異構物

- 羧酸和酯的分子式皆為 $C_nH_{2n}O_2$ ，為官能基異構物。

➤ 羧酸異構物 $RCOOH$

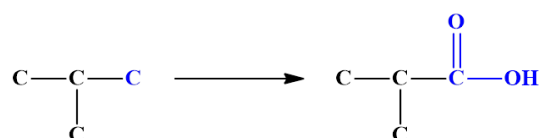
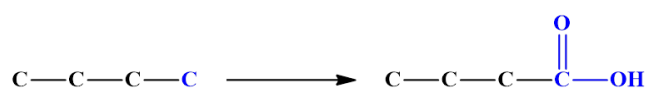
- 羧基必在尾端，逐漸減少主鏈碳數。

➤ 酯類異構物 $RCOOR'$

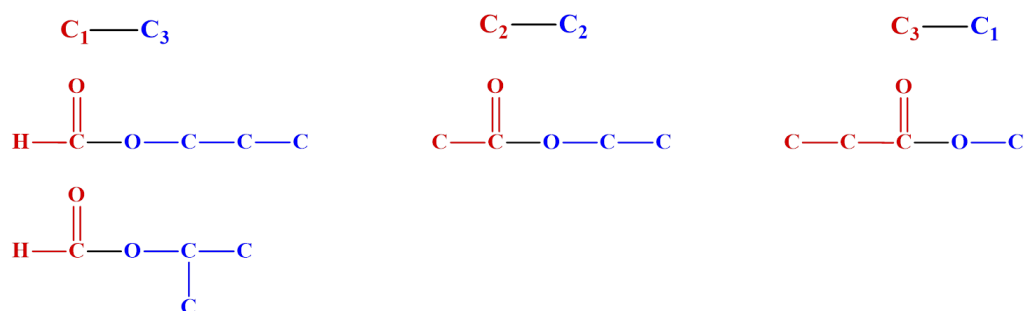
- 扣掉酯基的碳，把碳數分兩部分，分別接在兩邊。
- R 可為 H (為甲酸形成之醇)，但 R' 一定要有碳。

以 $C_5H_{10}O_2$ 為例

➤ 羧酸異構物 (共 2 種)



➤ 酯類異構物 (共 4 種)



(紅色部份表示羧酸的貢獻；藍色部分表示醇的貢獻)

整理

	$C_2H_4O_2$	$C_4H_8O_2$	$C_6H_{12}O_2$	$C_8H_{16}O_2$	$C_{10}H_{20}O_2$	$C_{12}H_{24}O_2$
酸	1	1	1	2	4	8
酯	0	1	2	4	9	20
總數	1	2	3	6	13	28