

選修化學(下)

第七章 有機化合物

7-1 有機化學的發展簡介

1. 有機化學的發展歷史較無機化學晚，直到 18 世紀末才有初步的發展，到 19 世紀才獲得重大突破並迅速成長。

發展年代	發現者	主要發展
18 世紀		已具有蒸餾酒的技術，能製備如乙醚、醋酸、合成油氣等有機化合物。
19 世紀初	謝夫路爾 (M.E.Cheverul)	明瞭將鹼和油脂反應可以製造肥皂。
19 世紀初	柏濟利斯 (J.J.Berzelius)	提出有機物質含有「Vital force」，認為無法以人為方法產生有機物。
1824 年	烏勒(F.Wöhler)	從無機物中首次製得有機物-尿素 ($(NH_2)_2CO$)。
1850 年	貝特洛 (P.E.M.Berthelot)	著「合成化學有機化學」首次引用「合成」來描述有機物的製程。
1872 年	克庫勒 (F.A.Kekulé)	研究苯(C_6H_6)的結構，領悟出苯為閉合環的結構，並發表苯的合理結構。
1895 年	美國	設立第一個電石(CaC_2)工廠，用以生產乙炔。使乙炔在有機合成中佔有相當重要的地位。
1930 年		磺胺類藥物問世，能消炎、退熱和鎮痛，成為二次大戰期間的必備藥品。
21 世紀後		現代科學愈進步，並與生物科技結合、奈米科技結合，有機化學的發展，對人類影響更大。

2. 有機物與無機物一般性質之比較

(1) 有機物的定義：含碳的化合物除少數物質外，稱為有機化合物。上述少數物質如：碳的單質(C)、碳的氧化物(CO 、 CO_2)、含碳酸根(CO_3^{2-})的化合物、硫氰化物(SCN^-)、氰化物(CN^-)、氰酸鹽類(OCN^-)、金屬碳化物如碳化鈣(CaC_2)，不屬於有機物的範圍內。

(2) 有機物與無機物的比較：

項目	有機物	無機物
主要元素	最主要元素為碳，次為氫、氧、氮、再其次為硫、磷、鹵素及微量金屬。	週期表上所有元素
鍵結	共價鍵為主	共價鍵、離子鍵或金屬鍵
分子間引力	凡得瓦力(少數如醇類、胺類分子間有氫鍵)	有金屬鍵或離子鍵，共價分子間為凡得瓦力。
揮發性	多數易揮發	一般不易揮發
比重	較小(大多 $< 2 \text{ g/cm}^3$)	較大(金屬、離子固體大多 $> 2 \text{ g/cm}^3$)
熔點與沸點	較低	金屬、離子固體較高，共價分子較低。
結構	較複雜，常有異構物。	較簡單，較少有異構物。
反應性	在空氣中多數會燃燒，產生二氧化碳、水其他小分子。 常有副反應的發生。 多數不溶於水，僅溶於有機溶劑。	在空氣中多數不燃燒，少有副反應的發生。 多數可溶於水，但不溶於有機溶劑。

(3) 碳原子具有三大特性，造成有機物物種繁多：

(a) 碳和碳原子間形成強的共價鍵，且碳為四價，故互相任意結合形成各種

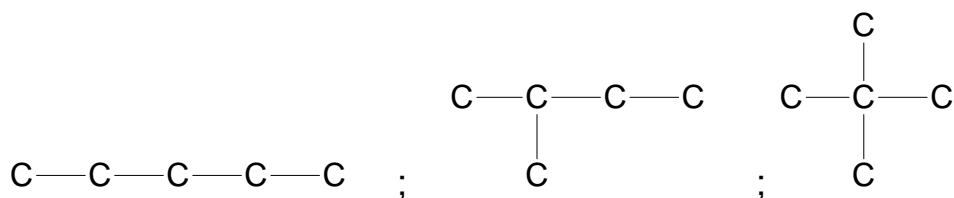
對同長度的直鏈、支鏈及各種不同大小的環。

- (b) 碳原子和碳原子或其他原子間可形成單鍵、雙鍵甚至叁鍵。而同族的矽與矽間則無法形成雙鍵或叁鍵。因矽原子半徑較大，故兩原子間想要相互接近至平行重疊而形成 π 鍵很困難，故矽化合物少有雙鍵或叁鍵。
- (c) 碳原子可與其他原子如 H、O、N、S、P、F、Cl、Br、I 間生成強化學鍵。

碳與碳或其他原子可用不同的排列組合，形成多種化合物，故即使以相同數目的碳和氫結合，也可以產生多種同分異構物。如

烷烴	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}
異構物數目	2	3	5	9	18

以 C_5H_{12} 為例



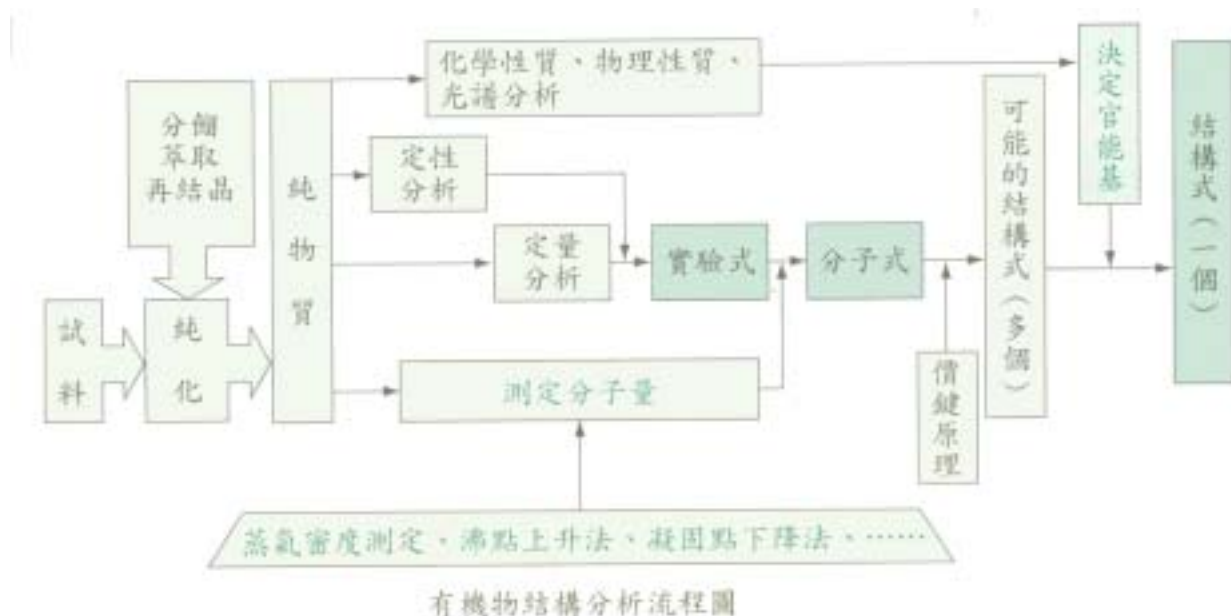
7-2 有機化合物的分子結構

1. 決定有機化合物的分子結構式流程如下：

- (1) 先將含該有機物之混合物試料經純化後，得到純物質再進行各項分析。
- (2) 進行元素分析必須測定物質元素的質量組成，可獲得物質的簡式(實驗式)。
- (3) 在測定分子量以後，與實驗式之式量相比，由下列關係式可決定比物質的分子式， $\text{分子式} = n \times \text{實驗式}$ 。

(4) 由價鍵原理根據 H 原子及鹵素的數目推測碳鏈的結構。

(5) 根據該物質的各種反應的特性及光譜分析，推論分子所具有的官能基，綜合各項實驗結果，進而推論分子內各原子的正確鍵結情形，即得該分子之結構式。



2. 元素分析求實驗式：將乾燥之未知有機試料與氧化銅混合，置於硬試管中加熱：

(1) 定性分析有機物所含元素種類：

- (a) 若有水蒸氣凝結於管壁，可推知此試料中含有氫。
- (b) 燃燒後氣體導入石灰水中，若有白色碳酸鈣沉澱，可推知試料中含有碳。
- (c) 若未知試料的總重大於燃燒後氣體中所含的碳氫總重，則未知試料除含碳、氫外，必含有其他元素，如氧、氮等。

(2) 定量分析元素的重量：(以僅含氫、氧、碳三元素的試料為例)

- (a) 先秤重有機試料為 W_1 ，通入氧使之完全燃燒，若仍有未完全燃燒的部分

氣體，則在通過高熱氧化銅時被完全氧化。

(b) 將燃燒產物通過過氯酸鎂 $Mg(ClO_4)_2$ 粉末以吸收水，因過氯酸鎂增加的重

量 W_2 即為水重，進而求出氫元素的重量 $W_H = W_2 \times \frac{2}{18}$ 。

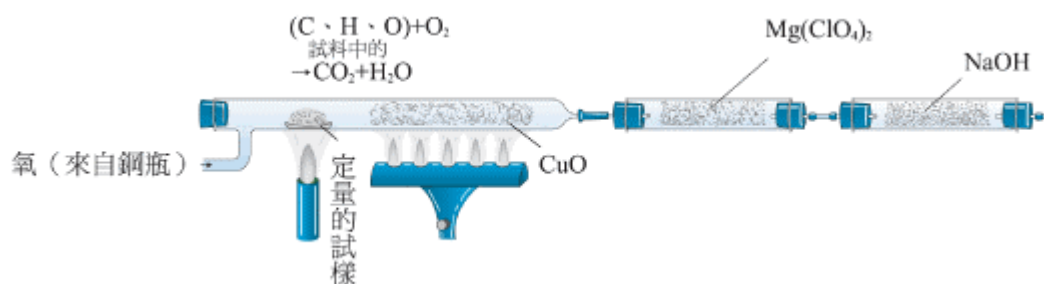
(c) 再使產物繼續通過氫氧化鈉 $NaOH$ 以吸收二氧化碳，求得增加的重量即為

二氧化碳的重量 W_3 ，進而求得碳的重量 $W_C = W_3 \times \frac{12}{44}$ 。

(d) 把試料總重減去碳、氫之重量，即可得到氧的重量 W_O 。

(e) 由試料中碳、氫、氧的重量比，除以原子後，即可求得最簡單原子比，

即為簡式。原子數比 $= \frac{W_C}{12} : \frac{W_H}{1} : \frac{W_O}{16}$



**過氯酸鎂 $Mg(ClO_4)_2$ 粉末可改用氯化鈣($CaCl_2$)或濃硫酸來吸收水。

**因為氫氧化鈉不但會吸收二氧化碳也會吸收水，故兩管不可前後對調。

3. 分子量的測定求分子式

(1) 若該有機物為氣體或易揮發的物質，可用

(a) 蒸氣密度法：即同溫同壓下，氣體密度比=分子量比，

$$PM = dRT \Rightarrow M_1 : M_2 = d_1 : d_2$$

(b) 擴散速率法：即同溫同壓下，氣體擴散速率與分子量平方根成反比，

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

(2) 若有機物為不揮發性物質，將其溶於適當的溶劑，測量溶液的依數性質，如沸點上升($\Delta T_b = K_b \times m$)、凝固點下降($\Delta T_f = K_f \times m$)、滲透壓($\pi = C_M RT$)、...

等。

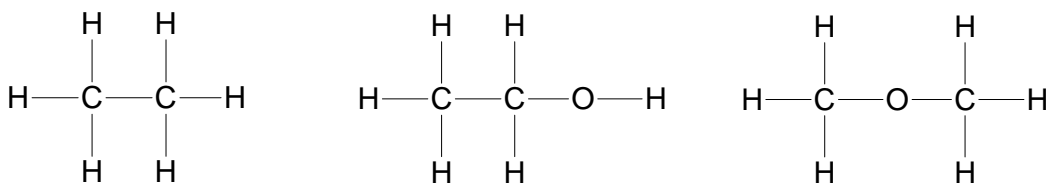
(3) 利用滴定法測量該有機物的濃度，如：利用酸鹼滴定可測得有機酸的濃度；利用沉澱滴定法如硝酸銀與鹵素離子沉澱，可測得鹵素離子含量。

4. 價鍵原理

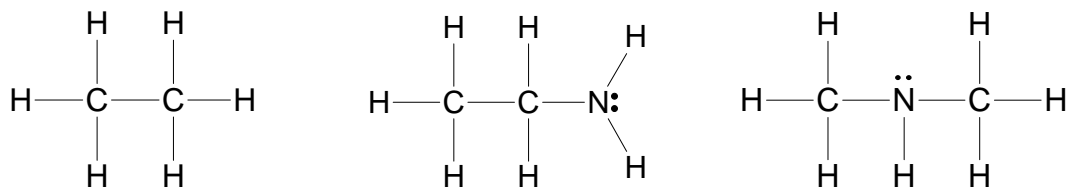
(1) 有機化合物中，碳有四個鍵，氮有三個鍵，氧為二個鍵，氫及鹵素為單鍵，僅能接於末端。

(2) 計算有機物中的氫原子數

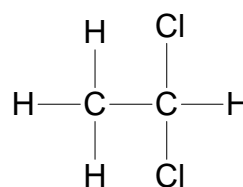
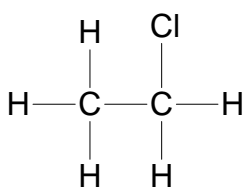
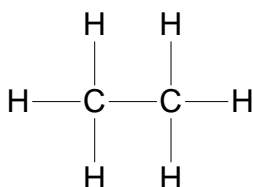
(a) 比較下列乙烷與乙醇或二甲醚結構可知：碳鏈接上氧(或 VIA)後，氫原子數不變。



(b) 比較下列乙烷與乙胺或二甲胺結構可知：碳鏈接上氮(或 VA)後，氫原子數加一。



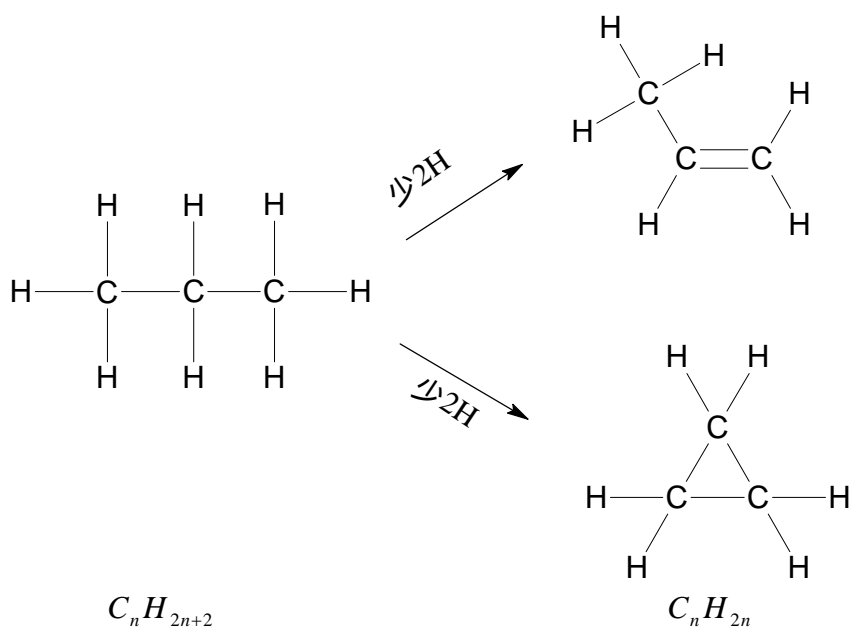
(c) 比較下列乙烷與氯乙烷或 1,1-二氯乙烷結構可知：碳鏈接上鹵素(或 VIIA)後，鹵素將可取代氫原子，故計算氫原子數時，需一併加入鹵素的數目。



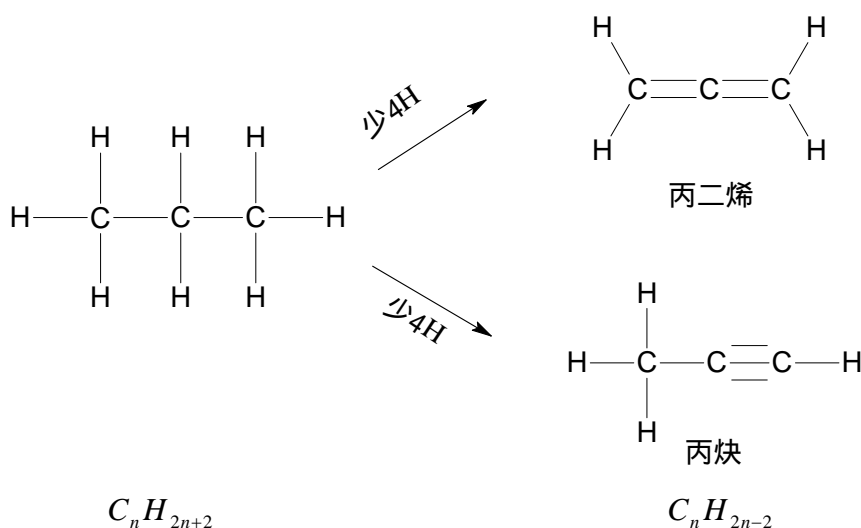
(3) 由 H 原子數(含鹵素原子)推測碳鏈結構

(a) n 個碳原子最多有 H 原子數(含鹵素原子) $2n+2$ 個，此碳鏈為直鏈烷類。

(b) 若少 2 個氫原子，即 n 個碳原子與 $2n$ 個 H 原子(含鹵素原子)結合，形成的有機物中必有 1 個雙鍵或 1 個環。



(c) 若少 4 個氫原子，即 n 個碳原子與 $2n-2$ 個 H 原子(含鹵素原子)結合，形成的有機物中可能(1)含有 2 個 π 鍵成為二烯或一炔；或(2)1 個 π 鍵加上一個環，即為環烯；或(3)2 個環。



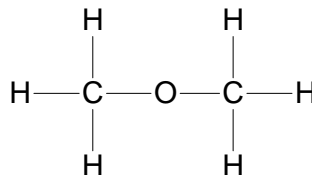
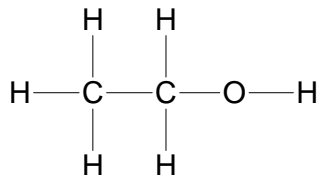
(d) ...以此類推。

5. 由化學與物理性質推論最可能的結構式

例如：已知某有機化合物的分子式為 C_2H_6O ，其根據價鍵原理可能結構有下列二者：

乙醇

二甲醚(或稱甲醚)



(1) 由化學性質推論：下列實驗結果顯示此有機物應為乙醇。

(a) 若可與鈉反應產生 H_2 ，顯示具有與水相同 $-O-H$ 鍵。

(b) 且 $1\text{mol } C_2H_6O$ 與過量的 Na 反應，最多只得 $\frac{1}{2}\text{mol } H_2$ ，顯示 6 個氫原子中

只有一個會與 Na 反應。即 $C_2H_6O + Na \rightarrow C_2H_5ONa + \frac{1}{2} H_2$ 。

(2) 由物理性質推論：若此有機物為沸點 78°C 之液體，與乙烷之沸點 -88.6°C 及水之沸點 100°C 相較，則此有機物較類似水，具有氫鍵結構，故沸點較高。

(3) 由以上兩種性質的推論可粗略判定此有機物為乙醇(C_2H_5OH)。

6. 官能基

(1) 決定有機物化學性質的原子或原子團，稱為官能基。

(2) 大部分有機反應僅牽涉到官能基的變化，其分子的碳骨架未改變。

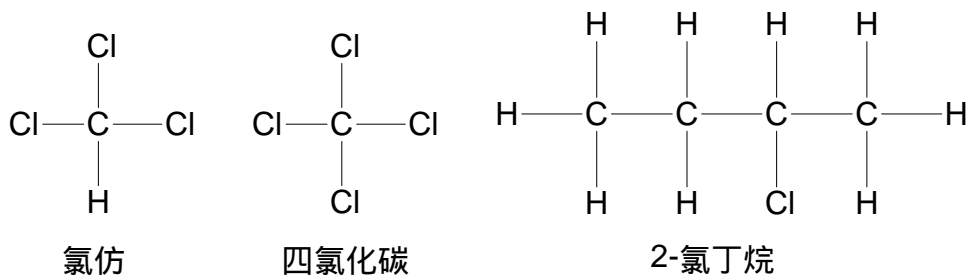
(3) 常見的官能基

羥基	—OH	胺基	—NH_2
醚基	—O—	醯胺基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
醛基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{H} \end{array}$	羧基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
羰基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \end{array}$	酯基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \\ \text{O—} \end{array}$

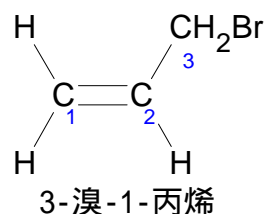
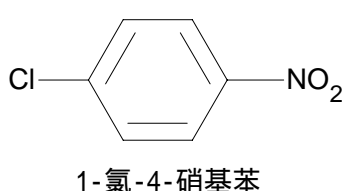
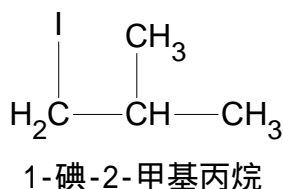
7-3 有機化合物的特性

1. 鹵烴的命名：烴中的氫原子被鹵素原子取代的化合物

(1) 簡單鹵化物常用俗名，例如

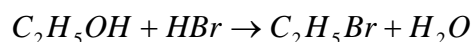


(2) 五碳或五碳以上及芳香族的鹵素化合物，將鹵素視為取代基，若有其他官能基為主體，再根據 IUPAC 的則來命名，例如



2. 鹵烴的製備：

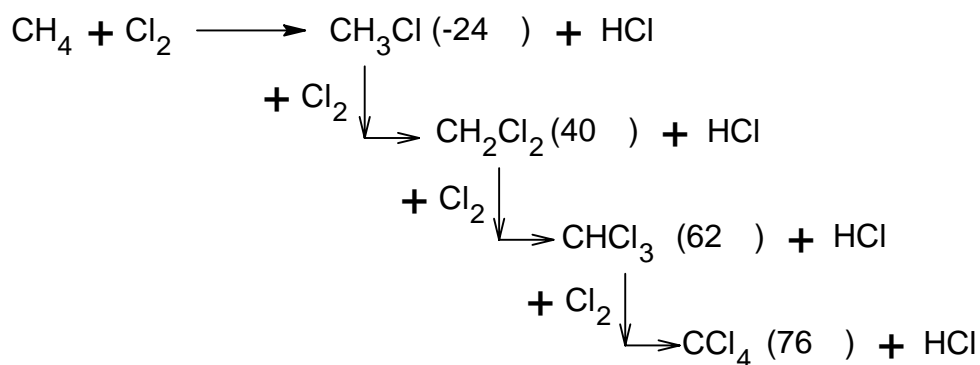
(1) 醇與氫鹵酸反應，生成鹵烷與水。 $R-OH + H-X \rightarrow RX + H_2O$ ，例如



(2) 在高溫或光照條件下，烷類與鹵素(氯、溴、碘)發生取代反應生成鹵烷。

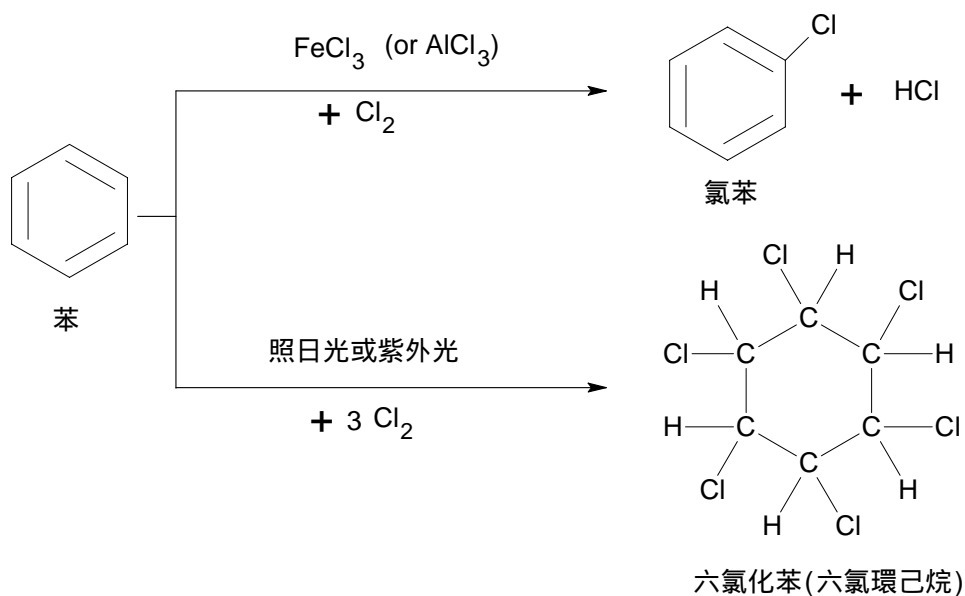
鹵素可逐步產生取代反應，如甲烷與氯反應，可生成一系列的氯取代物，

CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 $CHCl_3$ 、 CCl_4 ，再經分餾依序於予分離。反應如下：



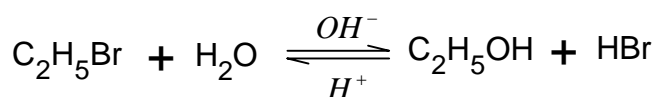
(3) 芳香烴在 $FeCl_3$ 或 $AlCl_3$ 的催化下，直接鹵化。但若無催化劑時，芳香烴照

射紫外光或日光，則起加成反應生成六氯化苯(BHC)。

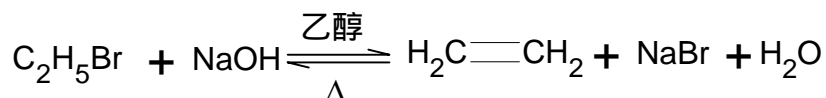


3. 鹵烴的主要反應

(1) 取代反應：鹵烷中的鹵原子被羥基等所取代，例如溴乙烷的水解反應：

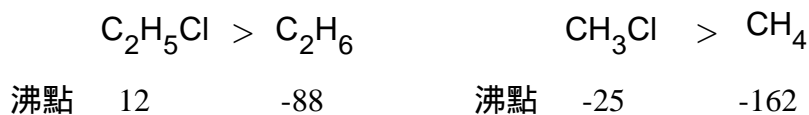


(2) 脫去反應：鹵烷與強鹼的乙醇溶液共熱，脫去鹵化氫，生成烯類。

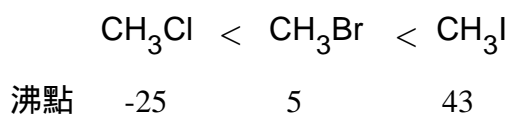


4. 鹵烴的物理性質：分子間主要凡得瓦力，沸點不高。

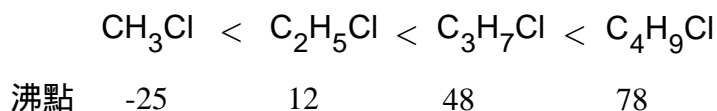
(1) 鹵烷的分子較同碳數的烷大，沸點較高：如



(2) 鹵烷原子的電子數愈多，凡得瓦力愈大，沸點愈高：如



(3) 鹵烷的碳數愈多，凡得瓦力愈大，沸點愈高：如



(4) 鹵烷均難溶於水，易溶於有機溶劑，並具有香氣。

5. 鹵烷的異構現象：鹵烷除了碳鏈異構外，還有鹵原子的位置構，因此異構物的數目較同碳數的烴類多。

(1) 鹵烷的異構物數目：

$\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$	$\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$	$\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}_3$	$\text{C}_3\text{H}_4\text{Cl}_4$
2	4	8	4	9	5	6

(2) 含苯環鹵化物的異構物數目：

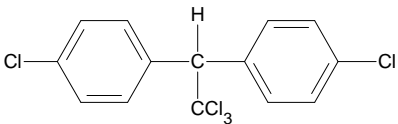
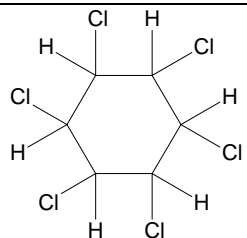
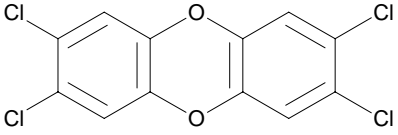
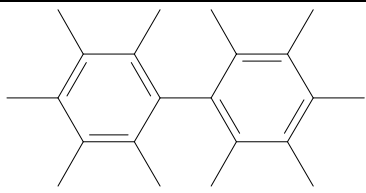
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$	$\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$	$\text{C}_7\text{H}_6\text{Cl}_2$
1	3	4	10

(3) 含環或 π 鍵鹵化物的異構物數目：

分子式	$\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$	$\text{C}_3\text{H}_4\text{Cl}_2$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{Cl}_3$
鏈狀	4	7	8
環狀	1	3	3

6. 有機鹵化物的應用

鹵烴	化學式	性質	用途
氯乙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	噴霧冷卻劑(b.p.=13°C)	有機合成原料
溴乙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	高揮發性液體(b.p.=38°C)	溶劑、有機合成原料
三氯甲烷	CHCl_3	俗稱氯仿，具甜香之無色液體，比重比水大，對肝臟有毒，可能致癌。	溶劑
四氯化碳	CCl_4	又稱四氯甲烷，不溶於水，比重比水大之無色液	溶劑、滅火劑、乾洗劑

		體，有毒。	
氟氯烷	氯和氟之多取代鹵化烴	高空中受紫外光照射會分解出氯原子，破壞臭氧層。	冷凍劑(冷媒)
氯乙烯	$CH_2 = CHCl$	可進行加成聚合反應	聚氯乙烯，用於製造塑膠管、包裝膜。
四氟乙烯	$CF_2 = CF_2$	可進行加成聚合反應	聚四氟乙烯俗稱特夫綸(Teflon)，為耐高溫的抗蝕性塑膠。因表面張力小，可用作不沾鍋表層；因磨擦係數小，也可用於人工關節。
DDT			殺蟲劑(已禁用)
六氯化苯(BHC)	$C_6H_6Cl_6$		殺蟲劑(已禁用)
戴奧辛(dioxin)		 2,3,7,8-四氯聯苯戴奧辛	高毒性污染物
多氯聯苯(PCB)		 聯苯中的H有3-5個被Cl取代	高毒性污染物

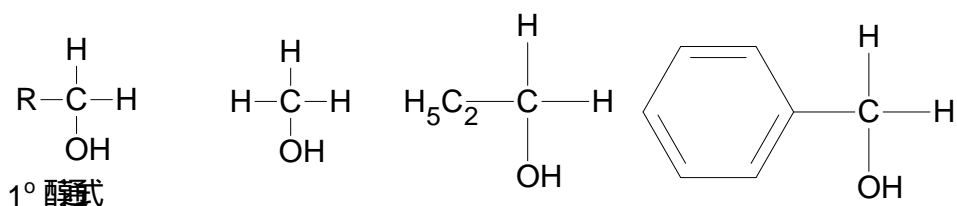
7. 醇、酚、醚的分類：凡具有分子式 $C_nH_{2n+2}O$ 或 $(C_6H_5)C_nH_{2n+1}O$ 等形式，含有 $-C-O-$ 之化合物，可能屬於醇、酚或醚。

(1) 飽和烴中的氫($-H$)被羥基($-OH$)所取代的化合物，稱為醇類(alcohol)，其

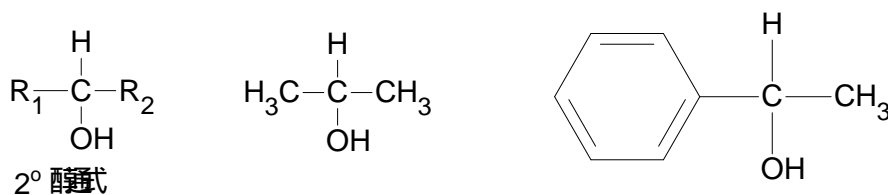
通式為 $R-OH$ 。命名時先選擇含有羥基的最長鏈為主鏈，從靠近羥基的一端開始依次編號，依 IUPAC 命名，並將末端的「烷」改成「醇」。

(a) 由與羥基相連的碳上烴基的數目可分為一級醇(1°)、二級醇(2°)及三級醇(3°)。

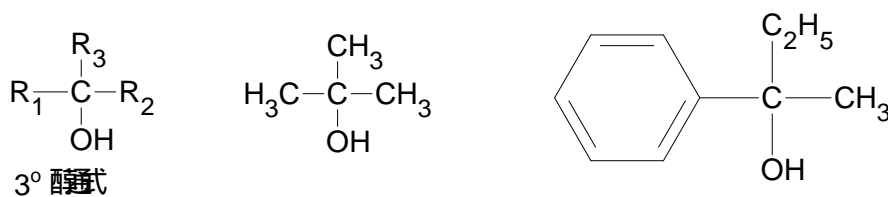
(i) 一級醇(primary alcohol)：與羥基相連的碳上連接一個烴基。如



(ii) 二級醇(secondary alcohol)：與羥基相連的碳上連接二個烴基。如

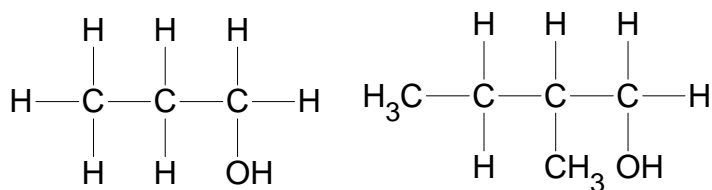


(iii) 三級醇(tertiary alcohol)：與羥基相連的碳上連接三個烴基。如

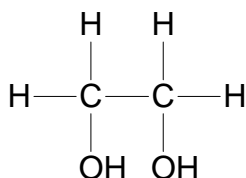


(b) 由一分子醇中所含羥基數目可分為一元醇、二元醇、三元醇等。

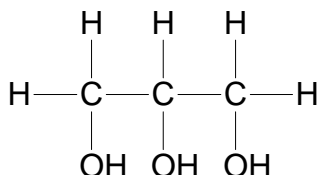
(i) 一元醇：一分子醇中含有一個羥基，如



(ii) 二元醇：一分子醇中含有二個羥基，如乙二醇

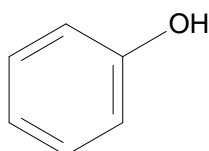


(iii)三元醇：一分子醇中含有三個羥基，如丙三醇

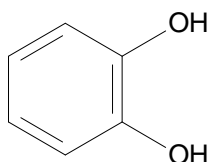


(2) 芳香烴環上氫(-H)被羥基(-OH)所取代的化合物，稱為酚類(phenol)，其

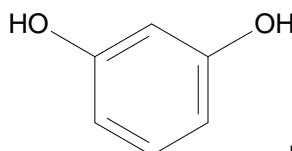
通式為 $Ar-OH$ 。如



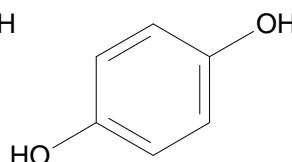
苯酚



鄰苯二酚



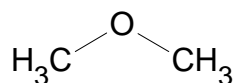
間苯二酚



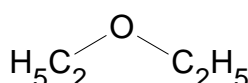
對苯二酚

(3) 醚可視為醇或酚中 -OH 的氫被烷基取代的化合物，具有 -O- 官能基的化

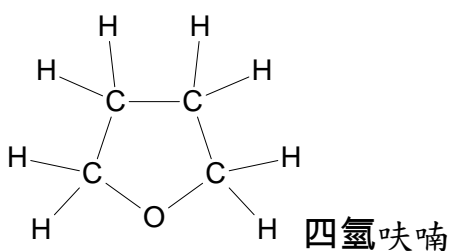
合物。如



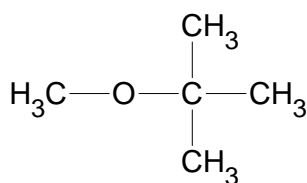
二甲醚(甲醚)



二乙醚(乙醚)



四氫呋喃

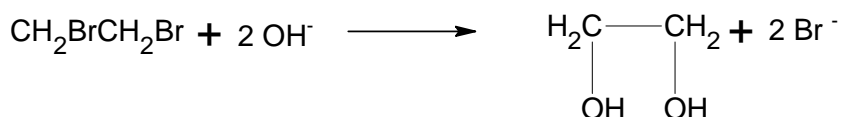


甲基第三丁基醚(MTBE)

(4) 醇的製備

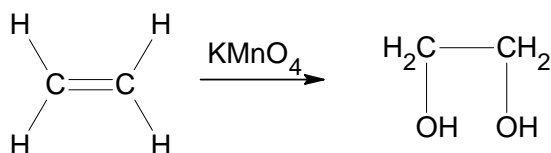
(a) 醱類發酵製乙醇： $C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow{\text{酒精發酵}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$

(b) 有機鹵化物的水解：

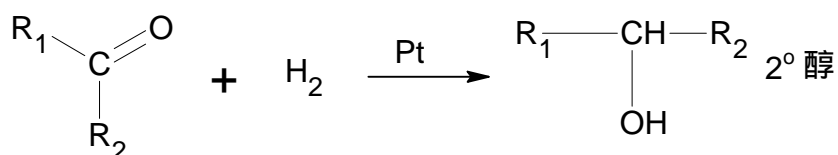
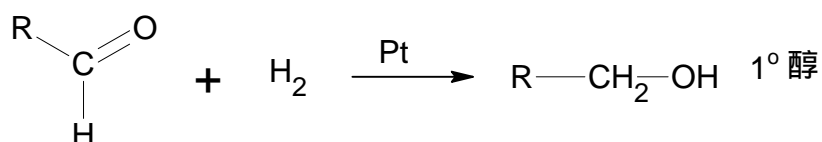


(c) 烯的水合： $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

(d) 烯之氧化反應：



(e) 醛、酮的還原：

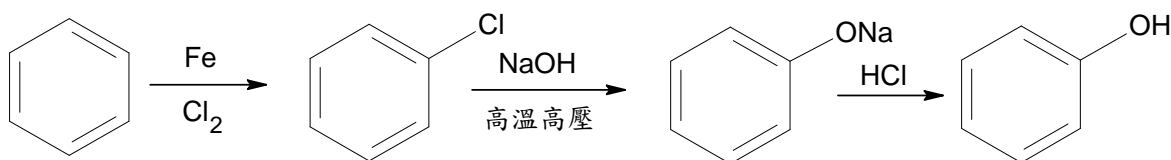


(f) 水煤氣合成甲醇： $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{ZnO} \quad \text{Cr}_2\text{O}_3} \text{CH}_3\text{OH}$

(5) 酚的製備

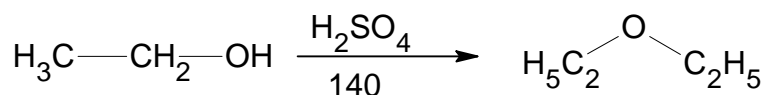
(a) 可由煤的乾餾產物中的煤溶提取，酚為其主要產物之一。

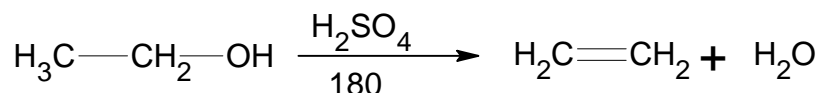
(b) 由氯苯來合成：



(6) 醚的製備

(a) 乙醇與濃硫酸共熱可得二乙基醚





(b) 鹵烷與醇鈉反應： $R-X + R'-\text{ONa} \rightarrow R-O-R' + \text{NaX}$

(7) 物理性質

(a) 沸點

(i) 醇(或酚)分子間因羥基具有氫鍵作用，使其沸點高於分子量相近的烴或醚，但低於羧酸。例如：丙酸>丁醇>戊烷>乙醚

(ii) 碳數愈高，醇和醚的沸點愈高。

例如：甲醇<乙醇<正丙醇<正丁醇；甲醚<甲乙醚<乙醚

(iii) 同分異構物的醇類，碳鏈分支愈多，沸點愈低。

例如：第三丁醇<第二丁醇<異丁醇<正丁醇。

(b) 溶解度：

(i) 醇與水分子間有氫鍵作用，分子量較小的醇，如甲醇、乙醇、丙醇、乙二醇及丙三醇(甘油)可依任意比例與水互溶。

(ii) 醇類隨分子量增加，在水中溶解度漸小，如正丁醇>正戊醇>正己醇。

(iii) 苯酚和水可形成氫鍵，故苯酚略溶於水，其他之酚類則難溶於水。在 25°C 時，苯酚對水的溶解度為 9.3g/100g 水，高於環己醇對水的溶解度 3.6g/100g 水。

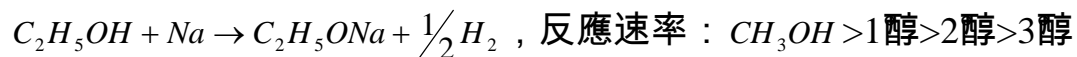
(iv) 酚為相當弱之酸，不溶於碳酸氫鹽水溶液(弱鹼)，但易溶於氫氧化鈉生成苯氧化鈉。

(v) 醚類能夠和水形成氫鍵，對水的溶解度與同分子量的醇類相似。

(8) 化學性質

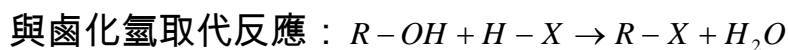
(a) 醇的反應

(i) $RO-H$ 鍵斷裂的反應： $1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$ ，例如



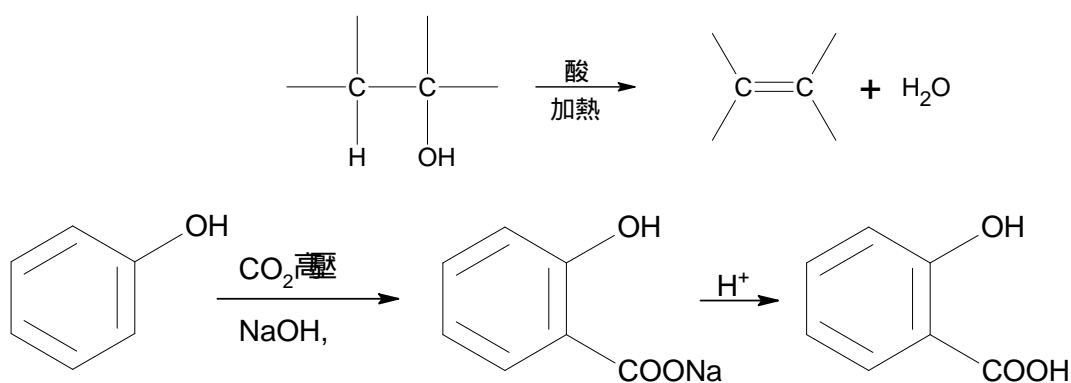
(ii) $R-OH$ 鍵斷裂的反應： $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ ，例如

脫水反應：

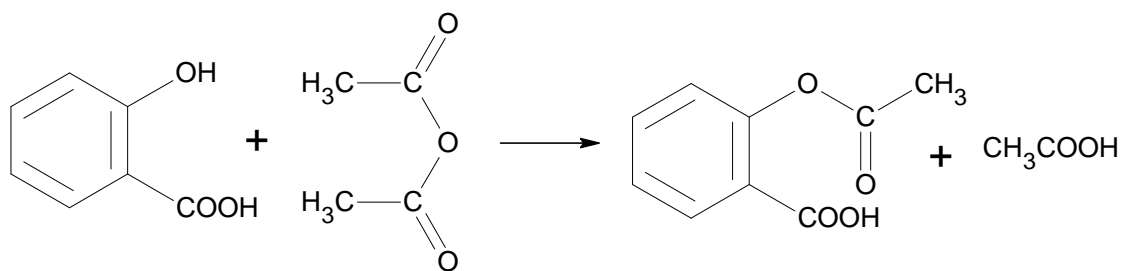


(b) 酚的反應：由酚合成解熱鎮痛劑-阿司匹靈

(i) 將酚與 $NaOH$ 及 CO_2 高壓共熱，產生柳酸鈉，再以稀酸洗滌可製得柳酸。



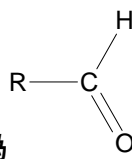
(ii) 柳酸以乙酐進行乙醯化後得乙醯柳酸，即可得到阿司匹靈。



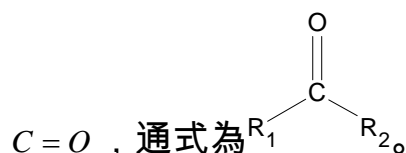
(9) 重要的醇、酚、醚的用途

化合物與化學式	性質與用途
甲醇(CH_3OH)	(1)無色液體具毒性，沸點 $64.7^{\circ}C$ 。 (2)可從木材蒸餾而得，俗稱木精。 (3)甲醇為常用的溶劑，用於製造甲醛($HCHO$)、染料等。 (4)工業酒精(變性酒精)，通常在酒精中添加約 9% 的甲醇、少量的苯或汽油以及紅色染料，以避免誤食。
乙醇(C_2H_5OH)	(1)俗稱酒精，為無色的液體，沸點 $78.3^{\circ}C$ 。 (2)工業上可由乙烯與水的加成反應而得乙醇。 (3)實驗室常用作燃料及溶劑。 (4)醫藥上用為消毒劑。 (5)工業上用為塗料、香料之溶劑及化工原料。
乙二醇 ($C_2H_4(OH)_2$)	(1)無色略帶甜味的黏稠液體，有毒性，能與水互溶。 (2)可用作抗凍劑。 (3)與對苯二甲酸聚合可製造達克綸。
丙三醇 ($C_3H_5(OH)_3$)	(1)俗稱甘油，無色無臭具甜味的油狀液體，可與水互溶，具有保濕性。 (2)丙三醇為製造肥皂過程的副產品。 (3)丙三醇與硝酸反應製造硝化甘油，可作為炸藥原料。
苯酚(C_6H_6O)	(1)酚為低熔點之無色晶體，煤渣的主要成分，具有殺菌作用。 (2)酚可用於製造合成樹脂、電木、染料、醫藥品、除草劑等。 (3)酚溶液對 Fe^{3+} 呈紫色反應。 (4)酚的 $-OH$ 基相對於醇之 $-OH$ 基，其所具之酸性更

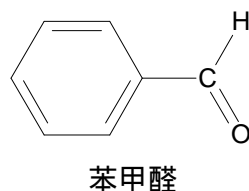
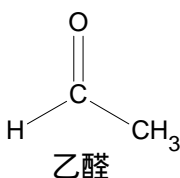
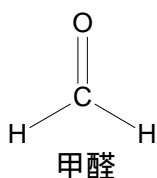
	為明顯。但不能使石蕊試紙變紅。 (5)與酸類共熱時，不易生成酯類，通常與酸酐或醯氯反應生成酯。
乙醚($C_2H_5OC_2H_5$)	(1)乙醚為沸點很低($34.6^{\circ}C$)的無色液體，易揮發，易引起氣爆。 (2)乙醚在水中溶解度不大，與水相混，則會形成明顯的二層，乙醚因密度小在上層，使乙醚為欲從水溶液中萃取有機物的良好萃取劑。 (3)乙醚可做為有機溶劑和麻醉劑。



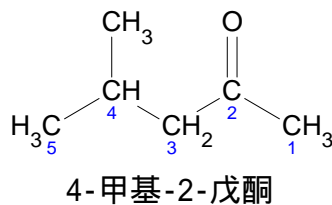
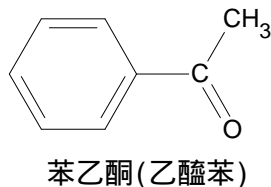
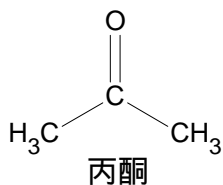
8. 醛類與酮類的分類：醛類含有醛基($-CHO$)，通式為 $\text{R}-\text{CHO}$ 。酮類含有羰基



(1) 醛類的命名：醛基必在碳鏈尾端，不必標示其位置，如



(2) 酮類的命名：含酮基之最長碳鏈為主鏈，以靠近羰基的一端開始編號。如



(3) 醛酮的相同點

(a) 都含有羰基($C=O$)，因此合稱為羰基化合物(carbonyl compound).

(b) 多數的醛和酮具有香味，可做為香料或調味料。

(c) 醛與酮無分子間氫鍵，因此其沸點較相近分子量的醇或酸為低。但因具有極性，沸點較相近分子量的烷類為高。例如

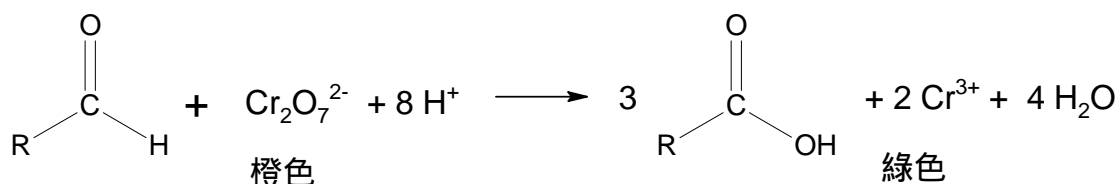
丙酸(C_2H_5COOH) > 正丁醇(C_4H_9OH) > 丁酮($C_2H_5COCH_3$) \approx 正丁醛(C_3H_7CHO) > 正戊烷(C_5H_{12})

(d) 醛和酮之羰基上的氧與水分子之間可形成微弱的氫鍵，因此碳數較少的醛與酮可溶於水。甲醛、乙醛、丙醛可與水互溶。

(4) 醛酮的相異點

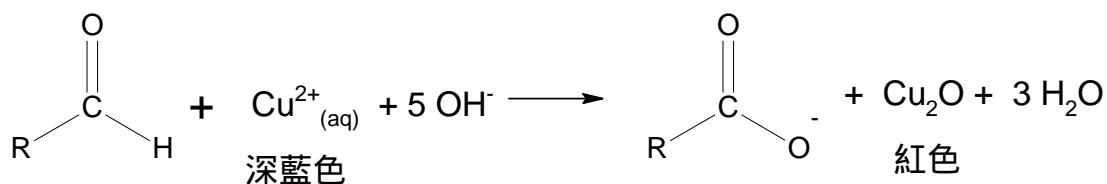
(a) 醛類有的個氫原子接在羰基上，此 $C-H$ 鍵可被氧化為 $C-O-H$ 而成為酸類，故醛類很容易被氧化，而酮類則否。因此可依此氧化反應來區分醛與酮。

(b) 醛很容易被過錳酸鉀或二鉻酸鉀等氧化劑氧化成為羧酸，而酮則否。

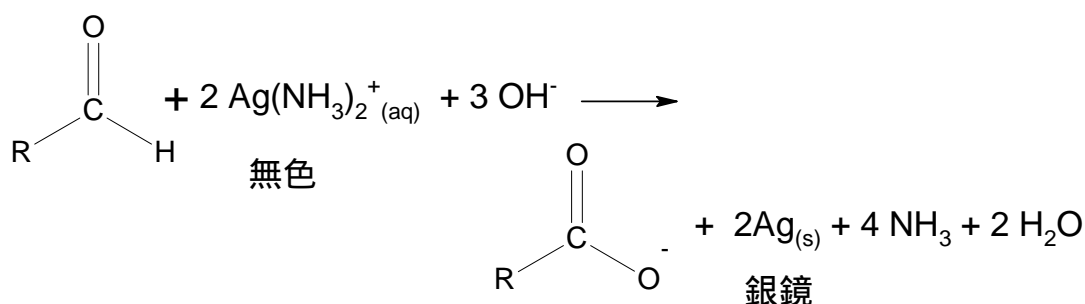


(c) 醛不僅可被強氧化劑 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ 氧化，而且可以被非常弱的氧化劑，如 Cu^+ (斐林試劑)、 Ag^+ (多倫試劑) 所氧化，此性質可用來區別醛與酮。

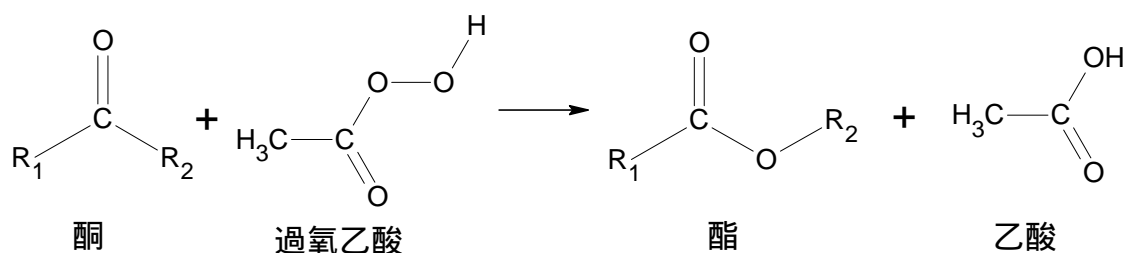
斐林試劑將醛氧化後，生成紅色氧化銅(I)沉澱：



多倫試劑將醛氧化為酸，呈銀鏡反應(silver-mirror reaction)



(d) 酮雖不被 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ 氧化，但可被過氧乙酸氧化成酯。



(e) 芳香醛與多倫試劑反應，但不與斐林試劑反應。利用差異可區別脂肪醛與芳香醛。

(f) 可與多倫或斐林試劑反應的糖：所有的單糖(葡萄糖、果糖、半乳糖)及雙糖(蔗糖除外)

(5) 重要的醛、酮及其用途

化合物與化學式	性質與用途
甲醛(HCHO)	(1) 甲醛為最簡單的醛類，具有刺激性臭味。 (2) 從甲醇蒸氣與氧在銅(或鉑)的催化下製得。 (3) 甲醛也用為製造樹脂的原料，合成酚甲醛樹脂。 (4) 市售的福馬林(formalin)為甲醛的水溶液約(37%)可做防腐劑或消毒劑。 (5) 易溶於水和乙醇。
乙醛(CH_3CHO)	(1) 乙醛具刺激性臭味。 (2) 工業上可以汞離子催化乙炔的水合反應製得。 (3) 主要用途為製造乙酸(乙炔→乙醛→乙酸)。
丙酮(CH_3COCH_3)	(1) 丙酮為最簡單的酮類。無色、高揮發性的液體。 (2) 在工業上通常將 2-丙醇氧化以製得丙酮。

	<p>(3)在實驗室中，通常以酸化的重鉻酸鉀溶液將2-丙醇氧化以製得丙酮。</p> <p>(4)與水互溶，亦可溶於有機溶劑中。</p> <p>(5)市售的去漬油含有丙酮，可清洗指甲油。</p>
--	--

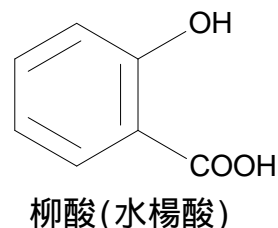
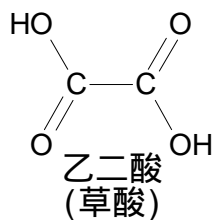
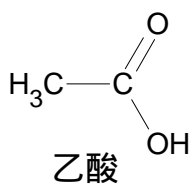
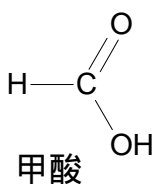
9. 羧酸與酯類

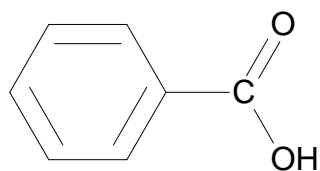
(1) 分類

- (a) 羧酸：分子中含有羧基($-COOH$)的有機酸，稱羧酸(carboxylic acids)
- (b) 酯類：可由羧酸與醇類製備，為羧酸上的 $-OH$ 被醇類的 $-OR$ 取代時，所形成的衍生物。
- (c) 醯鹵類：可由羧酸與鹵化氫製備，為羧酸上的 $-OH$ 被鹵化氫的 $-X$ 取代時，所形成的衍生物。
- (d) 酸酐：二分子羧酸脫去一分子的水，即為酸酐。
- (e) 醯胺類：可由羧酸與胺類製備，為羧酸上的 $-OH$ ，被胺類的 $-NR_2$ 取代時，所形成的衍生物。

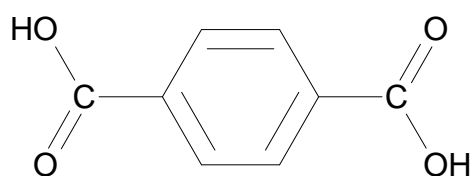
(2) 命名

- (a) 羧酸：常見羧酸的俗名如甲酸俗稱蟻酸，乙酸俗稱醋酸。IUPAC 命名是選擇含有羧基的最長鏈為主鏈，依碳數的多寡稱為某酸，常見的有機酸



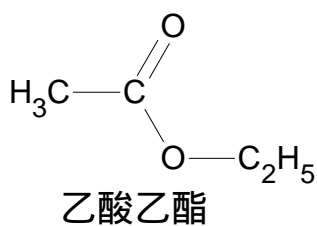


苯甲酸(安息香酸)

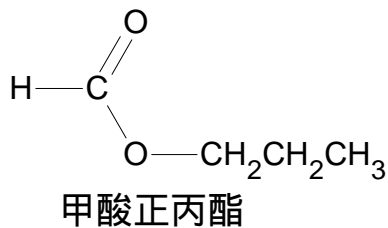


對苯二甲酸

(b) 酯類：由 A 酸與 B 醇製得的酯，可命名為 A 酸 B 酯。

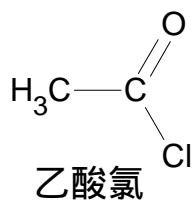


乙酸乙酯

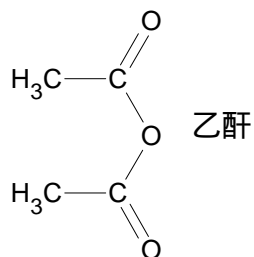


甲酸正丙酯

(c) 醯鹵類與酸酐



乙酸氯

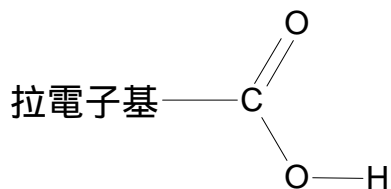


乙酐

(3) 酸的性質

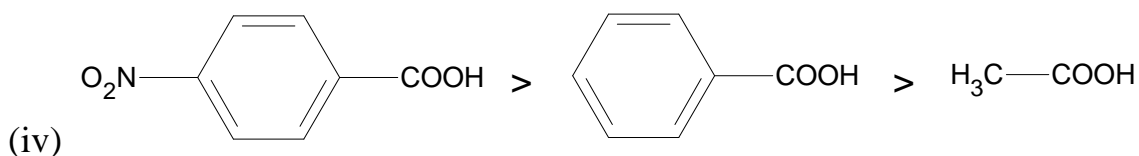
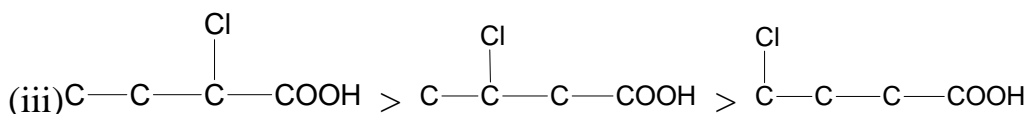
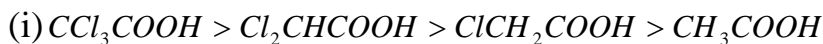
(a) 一般的羧酸的 K_a 值在 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 之間，是一種弱酸，能溶於氫氧化鈉或碳酸氫鈉水溶液。

(b) 羧酸的酸性結構中，拉電子基愈強，羧酸的酸性愈強。如下圖所示：



拉電子基：電負度較大的原子及少數官能基如硝基、苯基。

例如： K_a 的大小比較



(c) 液相時，羧酸可經由氫鍵形成複體，其沸點因而比分子量相當的醇類高。

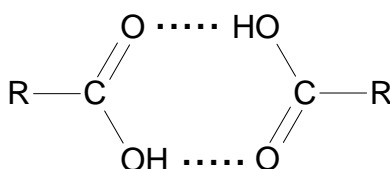
四個碳以下的羧酸可

與水互溶，溶解

度比醇類高(三個碳

以下的醇才能與

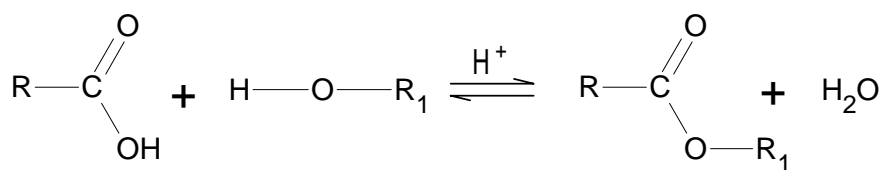
水互溶)。



(d) 羧酸可由 1 醇或醛直接氧化製得，亦可由烷基苯氧化而得。

(4) 酯的性質

(a) 醇與羧酸反應以無機酸(如硫酸、鹽酸)做催化劑並加熱。



在酯化反應之平衡式中，水並非溶劑而是產物，所以在平衡式中水的

濃度必須考慮。即 $K_c = \frac{[\text{RCOOR}'][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{RCOOH}][\text{R}'\text{OH}]}$ 。

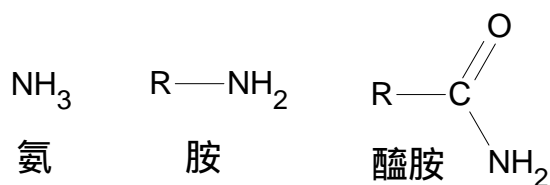
(b) 醯氯或酸酐與醇反應也可生成酯

	<p>體，特稱為冰醋酸(凝固點 17°C)。</p> <p>(4)二分子乙酸脫水時可生成乙酐，乙酸和乙酐都是重要的化工原料及醫藥及合成纖維。</p>
<p>乙二酸($H_2C_2O_4$)</p>	<p>(1)許多植物或蔬菜(如菠菜)含有大量的乙二酸鹽(如 KHC_2O_4)，故又稱草酸。</p> <p>(2)每分子含兩個羧基，是透明無色的晶體。</p> <p>(3)易溶於水，可與鹼土金屬離子形成如草酸鈣的白色沉澱。</p> <p>(4)攝取過量的草酸，會降低血液中的鈣含量，且草酸鈣晶體會於膀胱或腎臟中產生結石。</p>
<p>苯甲酸</p> <p>(C_6H_5COOH)</p>	<p>(1)白色晶體，會昇華，微溶於水，苯甲酸鈉則易溶於水。又稱安息香酸。</p> <p>(2)有抗菌防腐作用，常用為食物防腐劑，可作為醬油或可樂之添加物。</p>
<p>柳酸 (salicylic acid)</p>	<p>(1)為白色粉末，微溶於水，具有強烈辛辣味的刺激物。</p> <p>(2)從柳樹萃取出來，又稱水楊酸。</p> <p>(3)將乙酐和柳酸進行酯化反應製成乙醯柳酸，俗名阿司匹靈具止痛、退熱等療效。</p> <p>(4)柳酸亦可和甲醇進行酯化反應，產物為柳酸甲酯，俗稱冬青油，用作護膚劑。</p>
<p>硝化甘油</p> $\begin{array}{c} H_2C-O-NO_2 \\ \\ HC-O-NO_2 \\ \\ H_2C-O-NO_2 \end{array}$	<p>(1)丙三醇可和濃硝酸與濃硫酸的混合酸反應，產生硝化甘油，可作為炸藥的原料。</p> <p>(2)瑞典的諾貝爾於 1859 年將 75% 的硝化甘油與 25% 的矽藻土混合製得黃色炸藥，提高了安全性。</p> <p>(3)1863 年，德國威爾布藍以甲苯和硝酸製得了三硝基甲苯(即 TNT)，其爆炸威力更加強大。</p>

10. 胺、醯胺類

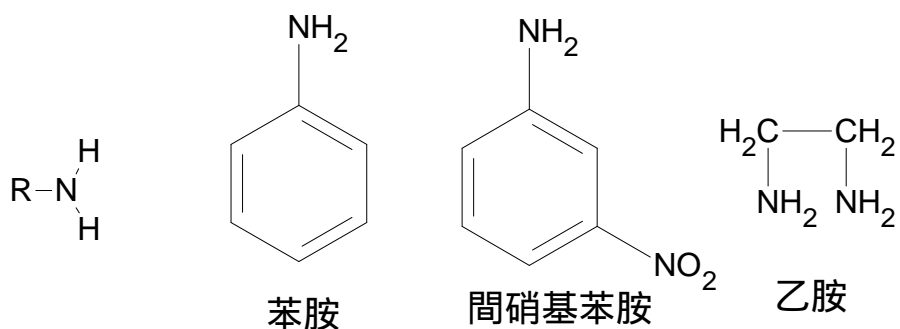
(1) 分類與命名

(a) 胺和醯胺都是含氧有機化合物，其通式表示如下：

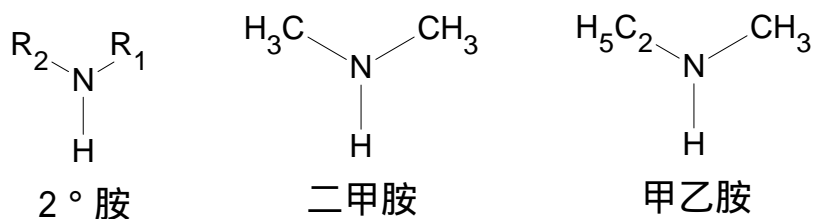


(b) 胺類：依氮原子上接烷基或芳香基之多寡區分為

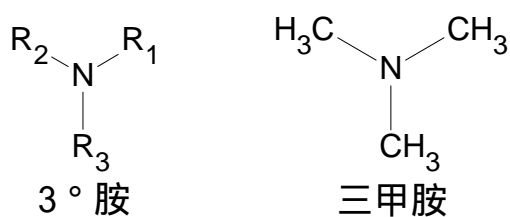
(i) 一級胺(第一胺, 1°)：



(ii) 二級胺(第二胺, 2°)：



(iii) 三級胺(第三胺, 3°)：

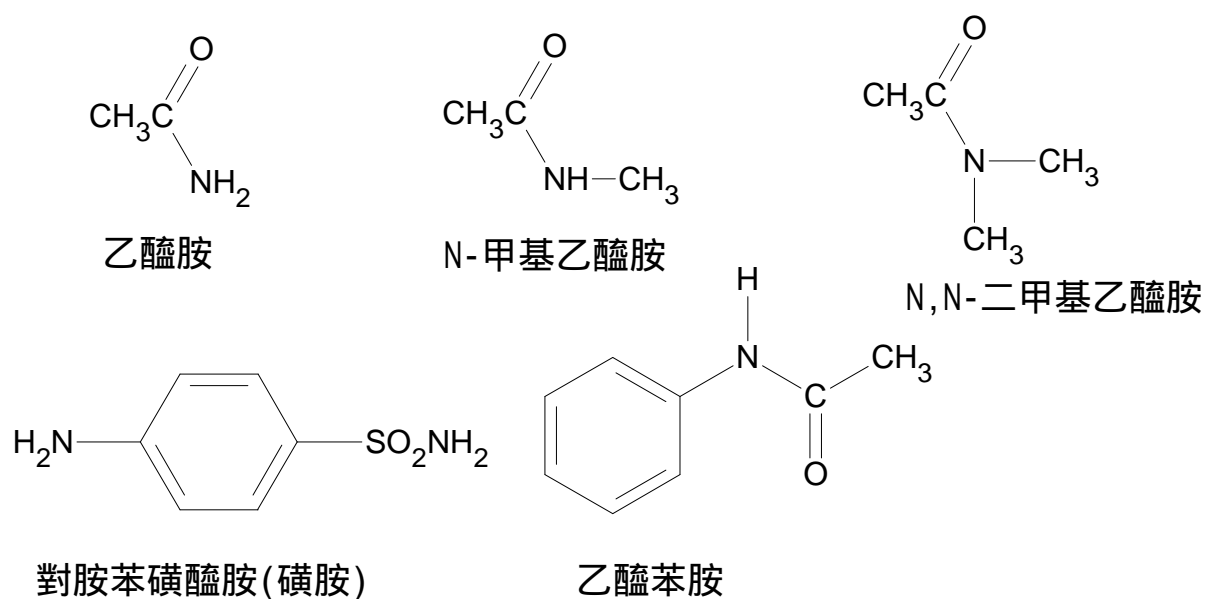


(iv) 四級胺(第四胺, 4°)



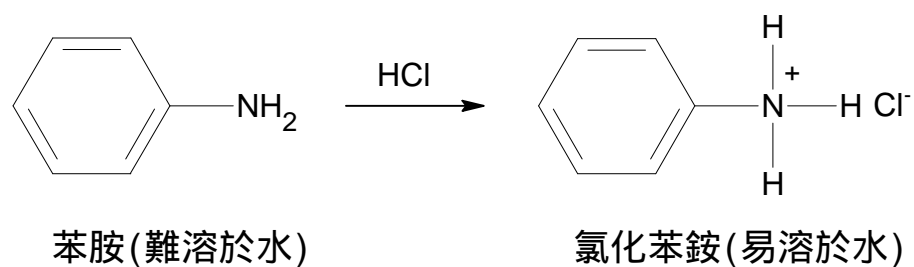
(c) 醯胺：羧酸分子中的羥基被胺基取代所生成。醯胺可視為醯基與胺基結

合的化合物。醯基的氮原子上若有其它取代基時，命名時取代基前冠以字頭 N-或 N,N-。

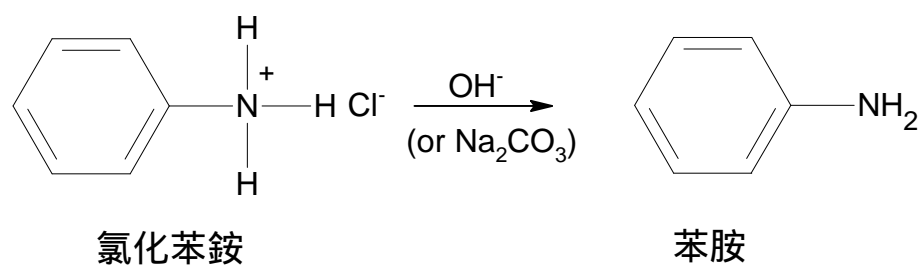


(2) 胺的性質

- (a) 胺類為重要的有機鹼。然而隨著碳數增加，其溶解度及臭味漸減。
- (b) 胺與銨鹽對水的溶解度差異甚大，可用此一性質常用來鑑定胺類。



- (c) 從稀鹽酸所獲得的銨鹽溶液中，只要加入鹼，便可回復為胺。



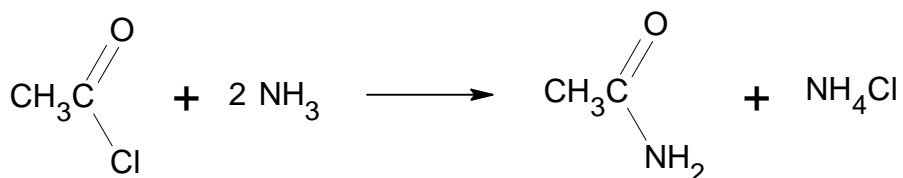
- (d) 蛋白質分解可生成胺，魚類腐敗所生的惡臭也是一種胺類的特殊臭味。

(e) 苯胺(aniline)的特性

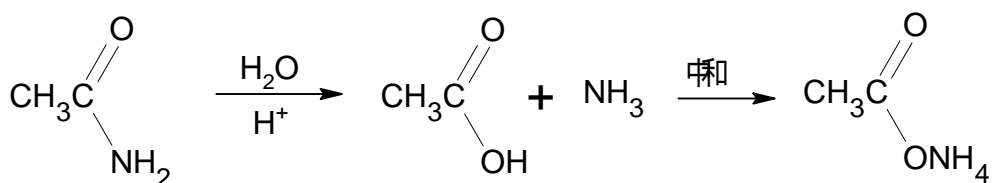
- (i) 苯胺具有特殊臭味的無色油狀液體，久置於空氣中會逐漸氧化而呈褐色。
- (ii) 苯胺難溶於水，鹼性比氨弱，可溶於鹽酸。
- (iii) 苯胺是工業上重要的化學原料，可以製造藥物、染料，酸鹼滴定用的指示劑甲基橙也是苯胺的衍生物。

(3) 醯胺的性質

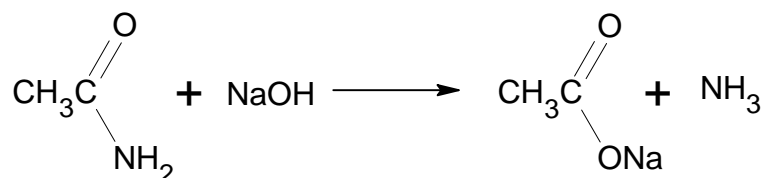
- (a) 醯胺是極性物質，醯胺分子間有很強的氫鍵，沸點較高，除甲醯胺外，其餘都是白色固體。可由醯氯與氨(或 1 胺、2 胺)反應製得



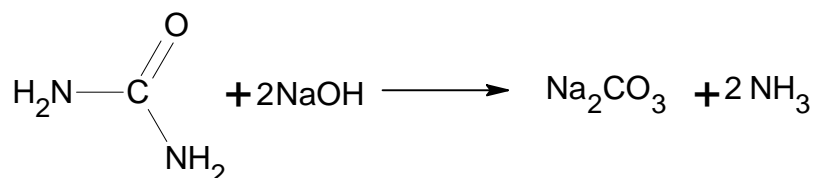
- (b) 水解：醯胺類化合物為中性質，在酸或鹼中，醯胺與水共熱煮沸，就發生水解，產生羧酸和氨，再經中和生成羧酸的銨鹽。



- (c) 醯胺在鹼中水解會逸出氨：



- (d) 尿素在鹼性條件時水解產生碳酸鈉和氨



(e) 乙醯苯胺再經一系列反應，可合成對胺苯磺醯胺，簡稱磺胺。磺胺及其某些取代醯胺類稱為磺胺類藥物，是一種消炎藥。

課後練習

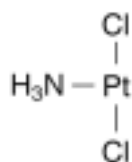
7-1 有機化學的發展簡介

一. 單一選擇題

- 1、() 在人類已知的化合物中，種類最多的是 (A)過渡元素的化合物 (B)第IIA 元素的化合物 (C)第VIA 元素的化合物 (D)第IVA 元素的化合物
- 2、() 凡具有相同分子式而有不同分子結構之化合物稱為 (A)同分異構物 (B)同素異形體 (C)立體異構物 (D)以上皆非
- 3、() 甲、乙兩種有機物，含碳的莫耳分率相同，關於甲和乙的敘述，何者正確？ (A)甲和乙一定是同分異構物 (B)甲和乙不可能是同系物 (C)甲和乙的最簡式相同 (D)甲和乙的莫耳數相同完全燃燒時生成 CO_2 的質量一定相等
- 4、() 1828 年德國化學家烏勒使用一種無機鹽直接轉變為尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ ，這一成果成為有機化學發展的里程碑，他使用的無機鹽是 (A) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (B) NH_4CNO (C) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (D) NH_4NO_3
- 5、() 下列各組物質一定互為同系物的是 (A) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 與 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ (B) C_2H_4 與 C_4H_8 (C) C_2H_6 與 C_4H_{10} (D) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ 與 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$
- 6、() 具有相同分子式而有不同分子結構之化合物稱為 (A)同位素 (B)同系物 (C)同素異形體 (D)同分異構物
- 7、() 以現代有機化學的觀點而言，有機化合物的共同特點是 (A)得自有機體 (B)無法由無機物合成 (C)含有碳元素 (D)具有生命力
- 8、() 下列有關化學式的敘述，何者正確？ (A)乙炔的分子式為 C_2H_4 (B)環己烷的分子式為 C_6H_{14} (C)苯的簡式為 C_6H_6 (D)順 - 2 - 丁烯與反 - 2 - 丁烯有相同的分子式
- 9、() 乙醇與甲醚，其分子式相同，而結構式不同，二者化合物為 (A)同分異構物 (B)同素異形體 (C)同位素 (D)同系物

- 10、() 下列何者為無機化合物？(A) $C_6H_6Cl_6$ (B) H_3BO_3 (C) CH_3COOH
(D) C_2H_5OH
- 11、() 下列何者不算有機化合物？(A) CCl_4 (B) $CHCl_3$ (C) C_5H_{10} (D) $NaCN$
(E) CH_3OH
- 12、() 有關同分異構物的敘述，下列何者錯誤？(A)分子式相同 (B)結構式不同
(C)物理性質不同 (D)化學性質相同
- 13、() 尿素可供大多數農作物使用，是一種優良的 (A)鉀肥 (B)鈣肥 (C)氮肥
(D)磷肥

- 14、() 醫學上在對抗癌物質的研究中發現 $\begin{array}{c} Cl \\ | \\ H_3N - Pt - Cl \\ | \\ NH_3 \end{array}$ 具有抗癌作用，而



沒有抗癌作用，對此，下列敘述何者正確？(A)兩者互為同分異構體，都是以 Pt 原子為中心的四面體結構 (B)兩者互為同分異構體，都是以 Pt 原子為中心的平面結構 (C)兩者為同一物質，都是以 Pt 原子為中心的四面體結構 (D)兩者為同一物質，都是以 Pt 原子為中心的平面結構

- 15、() 大多數固態有機物是 (A)離子晶體 (B)原子晶體 (C)分子晶體 (D)網狀晶體

7-2 有機化合物的分子結構

一. 單一選擇題

- 1、() 可用以表示物質組成的最簡單化學式，並能表示分子所含原子的種類和原子間最簡單整數比的是下列哪一種化學式？(A)電子式 (B)實驗式 (C)分子式 (D)結構式 (E)示性式
- 2、() CH_4 的燃燒熱為 212.8 kcal/mol ，求 8 g 甲烷的燃燒熱為 (A) 106400 cal (B) 106.4 cal (C) 212.8 kcal (D) 21.28 kcal (C=12, H=1)
- 3、() 化合物 $C_6H_5(OH)_2$ 的實驗式為何？(A) C_6H_6O (B) $C_6H_5O_2H_2$ (C) C_6H_7O (D) $C_6H_7O_2$

- 4、() 下列化合物何者有異構物？(A) $C_2H_2Cl_2$ (B) CH_2Cl_2 (C) CH_2Cl_3
(D) C_2H_3Cl
- 5、() 醇類具有下列何種官能基？(A) - O - (B) - CHO (C) - COOH
(D) - OH
- 6、() 一分子的醋酸(CH_3COOH)有幾克？(A) 0.1 (B) 3.6×10^{25} (C) 1×10^{-22}
(D) 60
- 7、() 某有機化合物，含碳、氫、氧，其重量百分率分別為 40%、6.6%、53.4%，
則此化合物的實驗式為下列何者？(原子量：C=12，H=1，O=16)
(A) $C_6H_{12}O_6$ (B) C_2H_4O (C) CH_4O (D) CH_2O
- 8、() 下列化學式中只表示一種純淨物的是 (A) C (B) C_3H_6 (C) C_2H_3Cl
(D) C_3H_7Br
- 9、() 18 克的某有機化合物，經分析得知含碳 7.2 克、氫 1.2 克、氧 9.6 克，
已知該化合物分子量 180，則其分子式為 (A) $C_6H_{12}O_6$ (B) $C_5H_{10}O_5$
(C) CHO (D) CH_2O (E) $C_6H_{10}O_5$
- 10、() 醇類是指含有何種官能基的化合物？(A) $-NH_2$ (B) $-OH$ (C) $-CO$
(D) $-COOH$
- 11、() 相同質量的下列各種烴完全燃燒時需要氧氣最多的是 (A) C_2H_4
(B) C_2H_6 (C) CH_4 (D) C_3H_6
- 12、() 某純物質中，含碳 24 克，氫 4 克，氧 32 克，無其他元素存在，則此
純物質的實驗式為何？(A) $C_2H_4O_2$ (B) CH_2O (C) CH_4O (D) CHO
- 13、() 下列何者為甲醚之結構異構物？(A) 甲醇 (B) 甲醛 (C) 乙醛 (D) 乙醇
- 14、() 某有機化合物僅含碳(74.0%)、氫(8.6%)、氮(17.4%)，已知其分子量為
81，則其分子式為(原子量：C=12，H=1，N=14) (A) C_5H_7N (B) $C_4H_5N_2$
(C) $C_3H_3N_3$ (D) $C_2H_3N_4$
- 15、() 丁烷在氧中的燃燒反應如下：
$$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(l)}$$

設 11.6 克丁烷在 11.6 克氧中燃燒時，何者為限量試劑(limiting reagent)？(A) 丁烷 (B) 氧 (C) 都不是 (D) 氧與丁烷
- 16、() 下列何者為乙醇的同分異構物？(A) 乙醚 (B) 甲醇 (C) 酚 (D) 甲醚

- 17、() 除可表示所含原子的種類數目外，並可進一步表示分子內含有何種官能基的是哪種化學式？(A)示性式 (B)結構式 (C)分子式 (D)實驗式 (E)電子式
- 18、() 某有機化合物是 CHO 所化合而成的，經分析每 30 克此化合物中含碳 12 克、氫 2 克、氧 16 克，又已知其分子量為 180 克，試求其分子式為何？(A)CH₂O (B)C₂H₄O₂ (C)C₄H₈O₄ (D)C₆H₁₂O₆ C₃H₆O₃
- 19、() 含下列何種官能基之有機化合物稱為羧酸？(A) - CO - (B) - COOH (C) - OH (D) - CHO
- 20、() 已知 $2A+3B \rightarrow 2C$, A、C 的分子量分別為 12、36，則 B 的分子量為 (A)8 (B)16 (C)24 (D)36

二. 計算題

- 21、有四種有機化合物，分別標示為甲、乙、丙、丁。經由定性分析檢驗化合物的組成元素，並經由定量分析，將化合物置入高溫管中加熱，使其完全燃燒，發現只生成二氧化碳和水。試從下列實驗數據，決定四種有機化合物的實驗式。

	甲	乙	丙	丁
樣品質量 (克)	7.8	2.6	6.0	3.0
樣品組成元素	C、H	C、H	C、H、O	C、H
生成 CO ₂ 的質量 (克)	26.4	8.8	8.8	-
生成 H ₂ O 的質量 (克)	5.4	-	3.6	5.4

- 22、有甲、乙、丙、丁四種有機化合物。其中化合物甲不和金屬鈉作用，化學

性質甚為安定。化合物乙是無色液體，能和金屬鈉作用產生氫氣。化合物乙以硫酸為催化劑，與醋酸共熱時，產生化合物丙和水。化合物乙的蒸氣在銅催化劑存在時，被氧化得丁。化合物丁是中性液體，對多倫試液不產生銀鏡。取化合物甲、乙各 1.5 克，在一大氣壓， 127°C 時，使其完全汽化得各體積 820 mL。又取化合物甲、乙各 2.00 mg，完全燃燒時，兩者都得二氧化碳 4.40 mg 及水蒸氣 2.40 mg。

試問：(a)化合物甲及乙的分子量。

(b)化合物甲及乙的分子式。

(c)化合物甲及乙的結構式。

(d)化合物丙及丁的結構式。

(e)化合物丁在空氣中完全燃燒時的反應方程式。

- 23、1815 年，給呂薩克測出酒精的蒸氣密度為 2.05 克 / 升 (在 1 atm , 0°C 下)。今取 2.30 克的酒精進行定性分析，並使其完全燃燒，進行定量分析，其相關數據如下：

樣品	質量(克)	蒸氣密度 (克 / 升)	樣品組成元 素	生成 CO_2 的 質量(克)	生成 H_2O 的 質量(克)
酒精	2.30	2.05	C、H、O	4.40	2.70

試根據這些資料，求出酒精的實驗式以及分子式。

- 24、某有機化合物試樣係由碳、氫、氧等三種元素所組成，試樣 0.46 克完全燃

燒後，可產生 0.88 克的二氧化碳以及 0.54 克的水。試從這些數據分析該化合物的實驗式。

- 25、一種由相同碳原子構成的烷烴和烯烴組成的混合氣體，在氧氣中完全燃燒，此時消耗的混合氣體與生成的二氧化碳水蒸氣的體積比為 1 : 2 : 2.4(相同狀況)。試求：

← 烷烴和烯烴的分子式。

↑ 混合氣體中烷烴與烯烴的體積比。

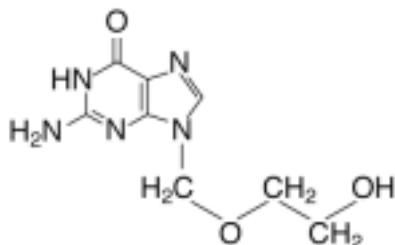
→ 混合氣體的平均分子量。

三. 問答題

- 26、試比較下列物質之電子數，請將答案由大到小排列之

(1) 2 - 丁烯 (2) 1, 3 - 丁二烯 (3) 丁烯二酸

- 27、某種抗病毒藥的分子結構如下：



(1) 試圈出本分子結構中的醯胺基部分。

(2) 試說明此分子在稀酸中的溶解度較在水中高的原因。

7-3 有機化合物的特性

一. 單一選擇題

- 1、() 下列加工方法中，何者會產生甲醛、酚和醋酸等成分？(A)醃漬 (B)熱風乾燥 (C)燻製 (D)烘焙
- 2、() 下列化合物，何者會與多倫試液發生銀鏡反應？(A)丙酮 (B)乙酸 (C)乙酸乙酯 (D)乙醛
- 3、() 甲苯於觸媒存在下，可被空氣氧化成何物？(A)水楊酸 (B)苦味酸 (C)安息香酸 (D)鄰苯二甲酸
- 4、() 下列何物質能與多倫試液起銀鏡反應？(A)甲酸 (B)乙酸 (C)丙酸 (D)丁酸
- 5、() 下列事實能用同一原理解釋的是 (A)SO₂、Cl₂ 都能使品紅溶液褪色 (B)NH₄Cl 晶體，固體受熱都會汽化 (C)福馬林、葡萄糖與新製的 Cu(OH)₂ 共熱都有紅色沈澱生成 (D)苯酚、乙烯都能使溴水褪色
- 6、() 下列俗名何者錯誤？(A)乙醇為酒精 (B)乙酸為醋酸 (C)乙二酸為草酸 (D)乙二醇為甘油
- 7、() 氟氯碳化合物會破壞臭氧層，其替代物為氫氟碳化合物。以 HFC - *nmp* 代表其分子式，其中 *n* 代表分子式中碳的數目減 1。例如 CHF₂CF₃ 為 HFC - 125，CF₃CHF₂CF₃ 為 HFC - 227，根據上列之說明，試推論下列敘述，何者不正確？(A)*m* 代表分子式中氫的數目加 1 (B)*p* 代表分子式中氟的數目 (C)CH₂FCHF₂ 為 HFC - 143 (D)CF₃CF₂CF₃ 為 HFC - 208
- 8、() 欲將一莫耳甲醇，在酸性溶液中完全氧化成甲酸，問需要若干莫耳過錳酸鉀？(A)0.8 (B)1.0 (C)4.0 (D)5.0
- 9、() 植物在隔絕空氣(或氧氣)下腐敗，最後變為 (A)甲酸 (B)乙酸 (C)甲烷 (D)乙烯
- 10、() 油脂的皂化值愈大，表示油脂所含有機酸分子，有下列何種現象？(A)分子量愈小 (B)分子量愈大 (C)飽和度愈高 (D)飽和度愈低

11、() 某一化合物之通式為 C_nH_{2n} 則該化合物為 (A) 烷類 (B) 烯類 (C) 炔類 (D) 酮類 (E) 醚類

12、() 多倫試液可與下列何種官能基產生銀鏡反應？ (A) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OR} \end{array}$

(B) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ (C) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ (D) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$

13、() 當乙酸蒸氣通過裝有鈣、鎂等之氧化物熱管時，可生成 (A) 乙醛 (B) 丙酮 (C) 乙醇 (D) 丙醛

14、() 某中性有機物甲經氧化後得乙(分子式為 $C_2H_3O_2Cl$)，甲水解後得丙，1 mol 丙和 2 mol 乙反應得一含氯的酯($C_6H_8O_4Cl_2$)，由此推斷甲為

(A) CH_2ClCHO (B) CH_2OHCH_2Cl (C) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array}$ (D) $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

15、() 下列有機物命名正確的是 (A) 2 - 乙基戊烷 (B) 1,2,3 - 三溴丙烷 (C) 2,4,4 - 三甲基戊烷 (D) 2,3 - 二甲基 - 4 - 乙基己烷

16、() 下列何種化合物與碘的鹼性溶液共熱會產生碘仿反應？ (A) 乙醛 (B) 甲醛 (C) 丙醇 (D) 乙烯

17、() 利用電石和水作用可得 (A) 乙烯 (B) 乙炔 (C) 乙烷 (D) 乙醇 (E) 乙醚

18、() 有機物 L 的分子式為 $C_3H_6O_2$ ，水解後得到一元酸 M 和一元醇 N ，已知 M 和 N 的分子量相等，則下列敘述何者不正確？ (A) L 、 M 具有還原性 (B) M 中沒有甲基 (C) N 具有氧化性 (D) N 中含有甲基且 N 具有還原性

19、() 有兩種液體試料： $CH_3CH=CH-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ， $CH_2=CH-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，如欲簡易的區別此二試料，可用下列何種溶液鑑定？ (A) 氯化鐵溶液 (B) 硫酸銅水溶液 (C) 硝酸銀的氨溶液 (D) 濃鹽酸

20、() 1 - 氯丙烷與 $NaOH$ 酒精溶液混合、共熱，反應後的主要有機產物在一定條件下與氫溴酸反應的關係是 (A) 產生取代反應，生成一種新的有機產物 (B) 產生加成反應，另生成一種新的有機產物 (C) 產生加成反應，生成二種新的有機產物 (D) 產生縮聚反應，生成一種新的有機產物

21、() 藥皂具有殺菌、消毒作用。通常藥皂的製作是在普通肥皂中加入少量的 (A) 甲醛 (B) 酒精 (C) 苯酚 (D) 柳酸

22、() 有機化合物通式為 $R-O-R'$ 者屬於 (A) 醛類 (B) 醚類 (C) 羧酸類 (D) 酮類 (E) 酯類

23、() 在實驗室要從煤焦油中提取少量苯酚需要用到的試劑合適的是 (A) 濃溴水、NaOH 溶液 (B) CO_2 氣體、NaOH 溶液 (C) 酒精 (D) NaOH 溶液、稀鹽酸

24、() 多倫試液可與何種有機化合物反應？(A) 醚類 (B) 醛類 (C) 酮類 (D) 醇類 (E) 以上皆可

25、() 用系統命名法命名下列有機物，正確的是 (A) $CH_3-\underset{\substack{| \\ C_2H_5}}{CH}-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2OH$

2 - 甲基 - 4 - 乙基 - 1 - 戊醇 (B) $CH_2Br-CH_2-CHOH-CH_3$ 1 - 溴 - 2

- 丁醇 (C) $CH_3-CH_2-\underset{\substack{| \\ HC=O}}{CH}-CH_3$ 2 - 甲基 - 丁醛 (D) $CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2CH_3$

3 - 甲基 - 4 - 戊酮

26、() 某鹵化烴經水解後再氧化，最後得到丙酮，該鹵化烴的結構簡式為 (A) $CH_3-CH_2-CH_2Cl$ (B) $C_2H_5-CHCl-CH_3$ (C) $CH_3-CHCl-CH_3$

(D) $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_3 \\ | \\ CH_2Cl \end{array}$

27、() C_2H_5COOH 是 (A) 甲酸 (B) 乙酸 (C) 丙酸 (D) 丁酸

28、() 丙酸與 1 - 丙醇作用，所產生之酯為 (A) $C_3H_7COOC_3H_7$

(B) $C_2H_5COOC_3H_7$ (C) $C_3H_7COOC_2H_5$ (D) $C_2H_5COOC_2H_5$

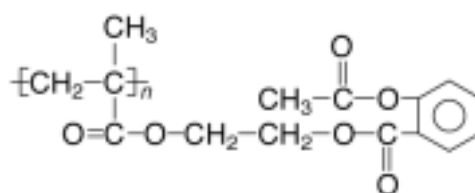
(E) $C_3H_7COOC_4H_9$

29、() 有機物甲能發生銀鏡反應，甲催化加氫還原為乙，1 mol 乙與足量金屬鈉

反應放出 22.4 升 H_2 。據此推斷，乙一定不是 (A) $\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$ (B) $\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_3 \end{array}$

(C) $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH-CH_3 \\ | \quad | \\ OH \quad OH \end{array}$ (D) CH_3CH_2OH

30、() 某藥物結構簡式為：



該物質 1 mol 與足量 NaOH 溶液反應, 最多消耗 NaOH (A) 3 mol (B) 4 mol (C) $3n$ mol (D) $4n$ mol

二. 多重選擇題

31、() 下列有機物的反應不屬於還原反應的是 (A) 甲醛轉化為甲醇 (B) 鹵代烷水解成醇 (C) 乙烯轉化為乙烷 (D) 醇在催化劑作用下生成酮

32、() 下列有關烴類衍生物的結構之敘述, 何者正確? (A) 乙醚分子中共含二個碳原子 (B) 丙酸含有羧基 (C) 丁酮有二種異構物 (D) 異丁醇為第一醇 (E) 環己胺為第三胺

33、() 有兩種飽和一元醇, 它們的混合物 8 克與足量金屬鈉反應可生成 2.24 升 H_2 , 則它們可能是 (A) CH_3OH 、 CH_3CH_2OH (B) CH_3OH 、 C_3H_7OH (C) C_3H_7OH 、 C_4H_9OH (D) C_4H_9OH 、 $C_5H_{11}OH$ (E) CH_3OH 、 $C_5H_{11}OH$

34、() 下列敘述, 何者正確? (A) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-NH_2$ 是第三胺 (B) 2 - 甲基 - 2 -

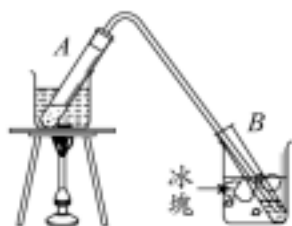
丁醇可被二鉻酸鉀氧化成羧酸 (C) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-OH$ 是第三醇 (D) 第一胺可

與水形成氫鍵, 故所有第一胺均可以任何比例與水互溶 (E) 工業上可由一氧化碳和氫氣在適當條件下製成甲醇

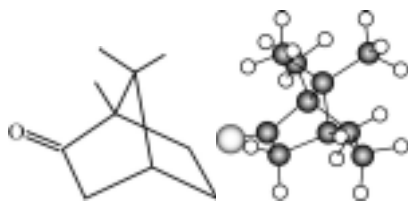
【87 推廣教育】

35、() 下列有關乙醚的敘述, 何者正確? (A) 乙醚是石油醚的主要成分 (B) 乙醚在水中的溶解度小於乙醇在水中的溶解度 (C) 乙醚的分子式為 C_2H_6O (D) 乙醚的沸點低於乙醇的沸點 (E) 乙醚分子的結構對稱, 分子的偶極矩為零

36、() 加 0.5 克二鉻酸鉀晶體於 3 mL 的 1 - 丙醇, 搖盪試管, 使其盡量溶解, 在此溶液加入 3 mL, 2N 的 H_2SO_4 , 裝置如下圖, 於 $85 \sim 90^\circ C$ 加熱, 並將所生成的氣體溶入 3 mL 的冷水 (以冰水冷卻), 則下列敘述, 何者正確? (A) 1 - 丙醇之分子式為 C_3H_8O (B) 生成物之化學式為 $C_3H_6O_2$ (C) A 試管內溶液由橙色變成綠色 (D) 本反應為氧化還原反應 (E) 生成物可與斐林試液作用, 並有銀白色產物生成



- 37、()下列有關石油與烷類的敘述，何者正確？(A)石化工業上熱裂煉的目的，在將石油中較大的分子轉變成經濟價值高的較小分子 (B)所謂 95 無鉛汽油，意即其汽油中異辛烷重量佔 95% (C)石油醚是一種由原油分餾而得的化合物 (D)根據 IUPAC 命名法， $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 稱為 2-乙基戊烷 (E)在室溫下，烷類與濃硝酸不起反應
- 38、()下圖為樟腦的三維空間結構圖及球-棒模型。模型內共有三種不同大小球，大球為氧原子，中球為碳原子，小球為氫原子。下列敘述何者正確？(A)樟腦屬於有機物 (B)樟腦屬於烴類 (C)每個碳原子外接 4 個化學鍵 (D)每個樟腦分子含二個甲基($-\text{CH}_3$) (E)樟腦分子式為 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$



【90 松山高中】

- 39、()下列敘述，何者正確？(A)對二甲苯可被氧化產生對苯二甲酸 (B)DDT 六氯化苯為效果極佳的殺蟲劑，至今仍可合法使用 (C)工業用乙醇通常加入甲醇或汽油等，成為變性酒精 (D)多倫試液可將醛或酮氧化成羧酸 (E)醫藥上常用為解熱鎮痛劑的阿司匹靈，可由酚合成

答案

7-1 有機化學的發展簡介

一. 單一選擇題

- 1、(D) 2、(A) 3、(D) 4、(B) 5、(C) 6、(D) 7、(C) 8、(D) 9、(A) 10、(B)
- 11、(D) 12、(D) 13、(C) 14、(B) 15、(C)

7-2 有機化合物的分子結構

一. 單一選擇題

- 1、(B) 2、(A) 3、(D) 4、(A) 5、(D) 6、(C) 7、(D) 8、(C) 9、(A) 10、(B)
 11、(C) 12、(B) 13、(D) 14、(A) 15、(B) 16、(D) 17、(A) 18、(D) 19、(B) 20、(B)

二. 計算題

21、(1) $26.4 \times \frac{12}{44} = 7.2$ (克) 含 7.2 克的 C

$5.4 \times \frac{2}{18} = 0.6$ (克) 含 0.6 克的 H

故甲中所含 C 與 H 的數目比為

$$C : H = \frac{7.2}{12} : \frac{0.6}{1} = 1 : 1$$

甲物的簡式 (實驗式) 為 CH

(2) $8.8 \times \frac{12}{44} = 2.4$ (克) 含 2.4 克的 C

$2.6 - 2.4 = 0.2$ (克) 含 0.2 克的 H

故乙中所含 C 與 H 的數目比為

$$C : H = \frac{2.4}{12} : \frac{0.2}{1} = 1 : 1$$

乙物的簡式 (實驗式) 為 CH

(3) $8.8 \times \frac{12}{44} = 2.4$ (克) 含 2.4 克的 C

$3.6 \times \frac{2}{18} = 0.4$ (克) 含 0.4 克的 H

$6.0 - 2.4 - 0.4 = 3.2$ (克) 含 3.2 克的 O

故丙中所含 C、H、O 的數目比例為

$$C : H : O = \frac{2.4}{12} : \frac{0.4}{1} : \frac{3.2}{16} = 1 : 2 : 1$$

丙物的簡式 (實驗式) 為 CH₂O

(4) $5.4 \times \frac{2}{18} = 0.6$ (克) 含 0.6 克的 H

$3.0 - 0.6 = 2.4$ (克) 含 2.4 克的 C

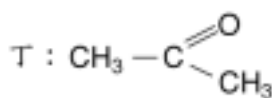
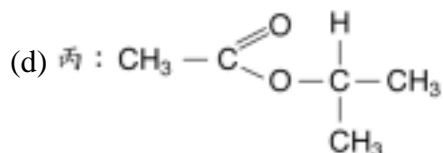
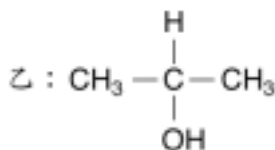
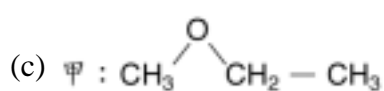
故丁中所含 C 與 H 的數目比為

$$C : H = \frac{2.4}{12} : \frac{0.6}{1} = 1 : 3$$

丁物的簡式 (實驗式) 為 CH_3

22、(a) 60 g/mol

(b) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$



(e) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

23、先從 $PM = DRT$ 算出酒精的分子量

$$1 \times M = 2.05 \times 0.082 \times 273, M = 45.89$$

再計算組成與實驗式

$$4.40 \times \frac{12}{44} = 1.20 \text{ (克) } \dots\dots \text{含 1.2 克的 C}$$

$$2.70 \times \frac{2}{18} = 0.30 \text{ (克) } \dots\dots \text{含 0.3 克的 H}$$

$$2.30 - 1.20 - 0.30 = 0.80 \text{ (克) } \dots\dots \text{含 0.8 克的 O}$$

故酒精樣品中所含 C、H 及 O 的數目比值為

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{1.2}{12} : \frac{0.3}{1} : \frac{0.8}{16} = 2 : 6 : 1$$

故酒精的實驗式為 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (式量 46)

從分子量得知，酒精的分子式亦為 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (分子量 46)

24、 $0.88 \times \frac{12}{44} = 0.24 \text{ 克} \dots\dots \text{碳}$

$$0.54 \times \frac{2}{18} = 0.06 \text{ 克} \dots\dots \text{氫}$$

$$0.46 - 0.24 - 0.06 = 0.16 \text{ 克} \dots\dots \text{氧}$$

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{0.24}{12} : \frac{0.06}{1} : \frac{0.16}{16} = 2 : 6 : 1$$

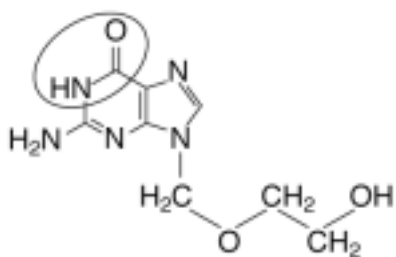
故實驗式為 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

25、 $\leftarrow \text{C}_2\text{H}_6, \text{C}_2\text{H}_4 \quad \uparrow 2 : 3 \quad \rightarrow 28.8$

三. 問答題

26、(3) > (2) > (1)

27、(1)

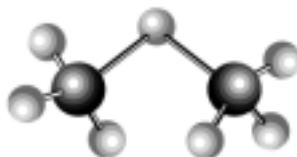
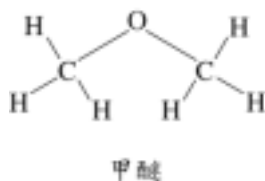
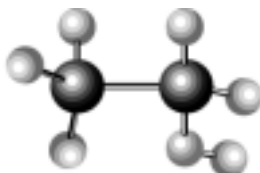
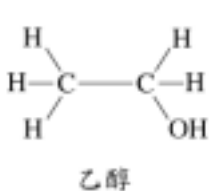


(2)可能的原因如下：

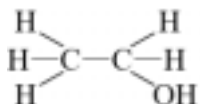
- ①N 原子在酸中被質子化而形成可溶性鹽類
- ② - OH 基質子化形成可溶性鹽類
- ③此分子和水產生氫鍵

28、是同一種物質。(不是同分異構物)

29、(1)決定結構時，必須滿足碳原子鍵結數為 4，氧原子為 2，氫原子為 1。則其結構可能有
下列二種：



(2)官能基為羥基(-OH)者，僅乙醇符合，故結構式應為



30、(1) C_4H_4O (2)136 (3)2 種

7-3 有機化合物的特性

一. 單一選擇題

- 1、(C) 2、(D) 3、(C) 4、(A) 5、(C) 6、(D) 7、(D) 8、(A) 9、(C) 10、(A)
11、(B) 12、(D) 13、(B) 14、(B) 15、(B) 16、(A) 17、(B) 18、(C) 19、(C) 20、(C)
21、(C) 22、(B) 23、(D) 24、(B) 25、(C) 26、(C) 27、(C) 28、(B) 29、(D) 30、(C)

二. 多重選擇題

31、(BD) 32、(BD) 33、(AB) 34、(CE) 35、(BD) 36、(ACD) 37、(AE) 38、(ACE)

39、(ACE)