

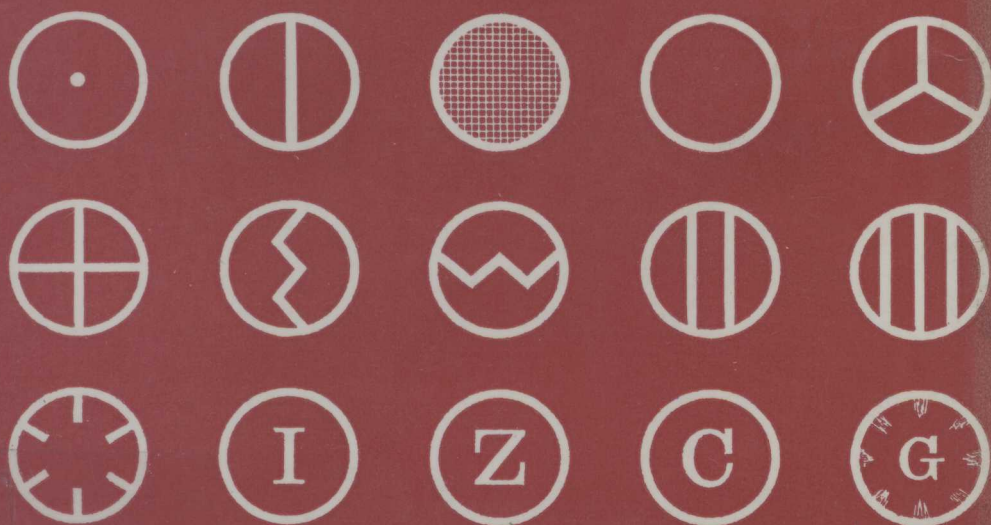
依據最新課程標準編輯

高中化學原理

(含實驗指導)

第四冊

賴文雄 黃明隆
編 著



東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國七十五年十二月初版

高中化學原理(四) (全四冊)

第四冊 定價新臺幣壹佰元整

(外埠酌加運費滙費)

編著者 賴文雄 黃明隆

發行人 卓 鑫 森

出版者 臺灣東華書局股份有限公司

臺北市博愛路一〇五號

電話：3819470

郵撥：00064813

印刷者 合興印刷廠

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號

(75103)

7633.8
884
4

S

017392

編輯大意

1. 本書係遵照民國七十二年七月教育部公佈之高級中學化學課程標準編輯。
2. 本書將內容以“分點敘述”之方式加以詳盡簡明的整理，並於每一單元之後列舉各類型範例，以供讀者在參酌應用時，可得一系統之概念。
3. 本書之綜合問題取材審慎，難易適中，計分 I、單一選擇（又分 A．基本題，B．思考題，C．應用題）。II、多重選擇，III、填充及 IV、問答與計算，並附有詳解，使讀者瞭解本文重點之所在。
4. 本書內容參考下列書籍：
 - (1) CHEM Study : Chemistry — An Experimental Science
 - (2) Bruce H. Mahan : University Chemistry
 - (3) Richard E. Dickerson : Chemical Principles
 - (4) Charles E. Mortimer : Chemistry — A Conceptual Approach
 - (5) Theodore L. Brown : Chemistry — the central science
 - (6) Linus Pauling : Chemistry
 - (7) Morrison and Boyd : Organic Chemistry
5. 本書編校雖力求完善，漏誤仍恐難免，切望先進時賢及讀者惠予批評指正。



S9000573

目 錄

第十三章 有機化合物(I)	1
13-0 學習目標	1
13-1 有機化學與碳化學	2
13-2 有機化合物的天然來源	2
13-3 有機化合物的分子結構	10
13-4 烴及其分類	24
13-5 飽和烴 - 烷類 (Alkanes)	25
13-6 不飽和烴 - 烯類和炔類	44
13-7 芳香烴 (Aromatic hydrocarbons)	64
綜合問題 (附詳解)	86
第十四章 有機化合物(II)	115
14-0 學習目標	115
14-1 烴類衍生物	116
14-2 有機鹵化物	118
14-3 醇、酚、醚	126
14-4 醛、酮	152
14-5 羧酸、酯	165
14-6 胺、醯胺	197
綜合問題 (附詳解)	207
第十五章 聚合物	243
15-0 學習目標	243
15-1 聚合物之一般性質與分類	243
15-2 天然聚合物	253
15-3 合成聚合物	287
15-4 核酸	298
綜合問題 (附詳解)	305
實驗指導	325

第 13 章

有機化合物 (I)

§ 13-0 學習目標

1. 瞭解(1)烷類。(2)烯類。(3)炔類。(4)芳香烴類的定義並能舉出各類型化合物之實例。
2. 瞭解碳化合物的鍵結及軌域的混成方式，並能畫出各類型烴的立體結構形狀。
3. 對烴類化合物給予系統命名，並能說出較普通烴類的俗名。
4. 畫出並命名簡單烴類的結構異構物或幾何異構物。
5. 瞭解烷類的鏈長度或支鏈對於熔點、沸點等物理性質的關係。
6. 瞭解繞單鍵的轉動比雙鍵容易很多。
7. 瞭解何類型化合物能發生取代反應，何類型化合物能發生加成反應，並能以方程式表示。
8. 以方程式表示烷類、烯類、炔類，及芳香烴類的氧化反應。
9. 認識五種以上石油分餾成分的碳鏈長度範圍及其用途。
10. 瞭解石油裂煉，引擎震爆，及辛烷值的意義。
11. 舉出鹵化、氫化、聚合、硝化，及磺化反應的實例。
12. 瞭解苯的共振結構及適當的表示法。
13. 能夠瞭解石油化學工業對人類生活的重要性，並認識幾種工業化學品。

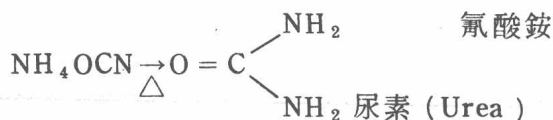
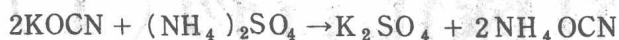
§ 13-1 有機化學與碳化學

1. 有機物(Organic Substance)

十九世紀以前之化學家均認為自然界之物質，不外乎動物性，植物性及礦物性等三類物質，前兩者為生物界，即得自有機體，具有生活力(vital force)，並非人工所能製造，故稱為有機物。

2. 人工合成有機物

1828年伍勒 (Friedrich Wöhler) 將無機物 KOCN 與 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之水溶液加熱時製得尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 為第一個人工合成之有機物。



- 自此以後有機物之人工合成為數日增，生活力之神祕性被推翻，而有機物均含碳元素，故有機物即為碳化合物。
- 時至今日雖然“有機的”一詞已與來自有機體的原始意義有別，但生命有機體中的含碳化合物，在生命過程中仍然擔任非常重要的任務，故“有機化合物”一詞仍然被沿用。並且有機化學與碳化合物並用。
- 含碳之化合物均稱為有機物，但 CO_3^{2-} ， CN^- ， CO_2 ， CO ， CS_2 ， SCN^- 等列入無機物。

§ 13-2 有機化合物的天然來源

1. 煤(Coal)

- 煤的成因：史前植物埋藏於地下，受地壓與地熱逐漸碳化所形成的黑色物質。
- 煤的成分：主成分為來自植物的碳，及少量氧、氫、氮、硫等。
- 煤的分類：由碳化程度不同，依其含碳量的多寡及年代久暫分為無煙煤（硬煤）、煙煤（瀝青煤）、褐煤、泥煤（軟煤）等。參閱表 13-1。
- 煤之乾餾：將煤隔絕空氣加高溫度使之分解，可得煤焦(coke)、煤氣，煤渣等。煤渣再經分餾可得，苯，酚，萘等約 500 種芳香族化合物，可用於製造染料，香料，醫藥等。

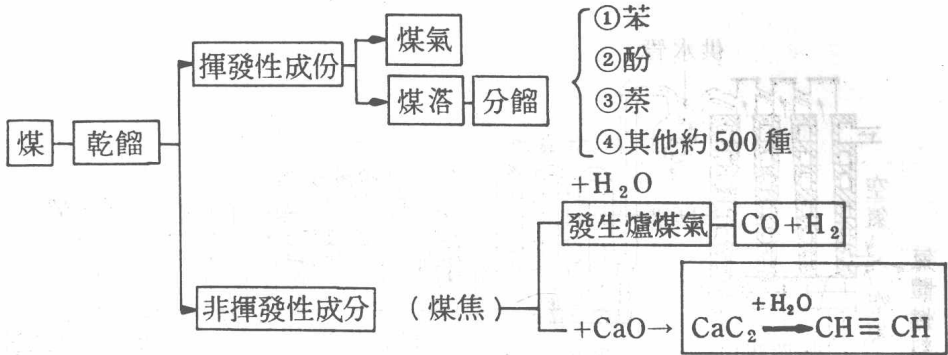


表 13-1 各種煤的成分及其發熱量

	C (%)	H (%)	O (%)	N+S (%)	發熱量 (千卡/千克)
泥 煤	50~60	7~10	28	2	2000~3000
褐 煤	60~75	5~7	25	0.8	3000~5500
煙 煤	75~90	4~6	13	0.8	5500~7000
無煙煤	90~95	2~4	2.5	極少	7000~8000

(5) 煤氣：多種氣體混合物是煤乾餾的氣體產物，除去其中之氨、二氧化碳、硫化氫等，所剩之可燃性氣體稱為煤氣，其所含可燃性氣體為氫、甲烷、一氧化碳、乙炔及其他烴等如下表所示。

表 13-2 煤氣的成分

H ₂	46 %
CH ₄	34 %
CO	8 %
C ₂ H ₄ 及其他烴	8 %
N ₂ 及 CO ₂	4 %

(6) 工業上乾餾煤之裝設，如圖 13-1 所示：將煤置入多個平行之蒸餾甌中，密閉加熱，則煙煤中之揮發性物質皆氣化逸出。通過供水管時，煤落大部分凝出；通過冷凝器時，煤落完全凝出，氨亦一部溶去；再通過旋轉滌氣器，則熟石灰吸去二氧化碳，而氧化鐵吸去硫化物及氰化物。末後所餘之氣體即為煤氣。導入儲氣櫃中貯存，再由鐵管送至各處應用。

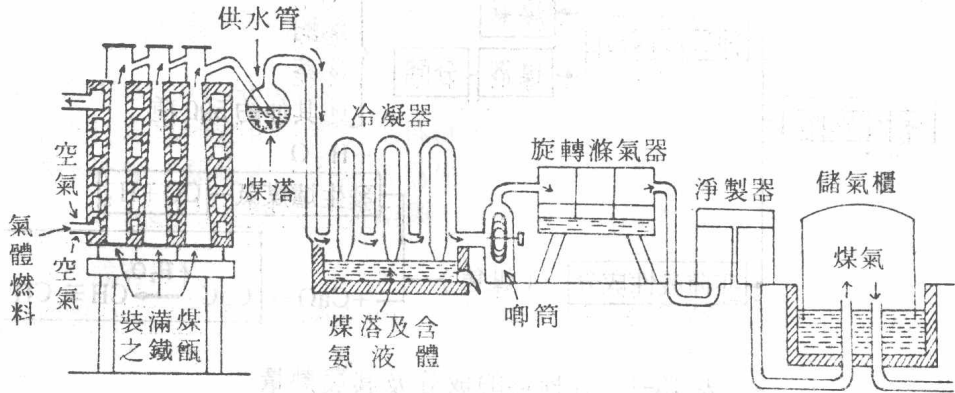


圖 13-1 製造煤氣之裝設

- (7) 煤落 (tar)：煤乾餾所得常溫為液體部分稱為煤落，其中含五百種以上不同的化合物，其中苯、甲苯、二甲苯、萘、蒽、菲、酚、甲酚等為化學原料來源之一。一噸煤可得約 30 公升煤落，其分餾物見芳香烴表 13-11。
- (8) 煤焦 (coke)：煤乾餾後的固體產物大部分為單質碳。可直接燃燒產生熱量煉鋼，製造水煤氣，合成其他有機物，並可在高溫與氧化鈣作用產生碳化鈣 (CaC_2) 與水作用產生乙炔 (C_2H_2) 可合成其他有機物等。

2. 石油 (Petroleum)

- (1) 石油的成因：百萬年前湖海中的有機體，長期埋藏於地下，經高壓地熱的分解及複雜的化學反應而生成。
- (2) 石油的成分：石油是一種複雜的烴類混合物，主要是烷類，包括直鏈、支鏈及環狀的烷類，同時也包含一些芳香烴類。
- (3) 石油的分餾：石油深藏地下，可鑿井使其噴出或汲取之。初採出之石油，稱為原油 (crude oil)，為黃綠色或暗色黏稠之液體，成分複雜，必須將其精煉後，方合實用。其法係將原油分餾，使其沸點不同之部分，分別餾出。近代分餾原油之操作，係於分餾塔 (fractionating tower) 內連續進行。塔為直立式，由多層隔板構成 (圖 13-2)。先將原油在加熱爐中加熱，使汽化之石油蒸氣從塔之中部進入塔內，沸點較高之部分先凝成液體；沸點較低之部分仍為蒸氣而升入上層，如是愈近塔頂者，其所含低沸點成分愈多。隨後繼續進入之石油蒸氣，經由側面之細孔上升時，使與凝結之液體充分接觸，以維持該層之溫度。同理，此層之蒸氣進入上一層時，又加熱於上一層之液體而維持

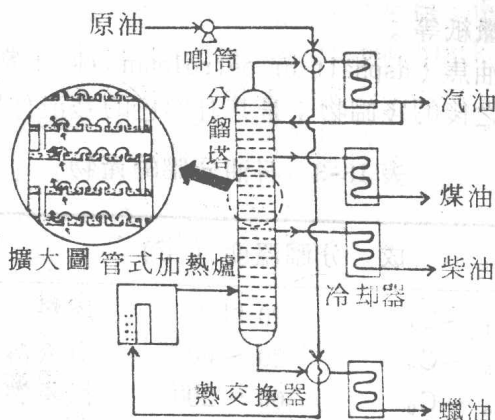


圖 13-2 石油分餾裝置

其溫度。由塔頂引出之蒸氣，經過冷凝器，大部分凝結為汽油。其不凝之氣態烴，可用以合成汽油燃料或為其他之用。從塔上側引出之蒸氣，經過冷却即得煤油，從塔中部引出之蒸氣，經冷凝後即成為柴油。含礦脂及石蠟部分之蠟油，則從塔底流出。從某種原油分餾所得之柴油，可經由減壓分餾而製得潤滑油（lubricating oil），礦脂及石蠟等。此種原油，稱為石蠟基（paraffin base）石油，多產於美國。潤滑油為黃色之黏稠液體，用於機械之潤滑劑，礦脂俗稱凡士林，為淡黃色之脂狀黏質，可供金屬之防銹，藥膏之調製，髮蠟之製造等。石蠟為半透明之固體，可供製造蠟燭，模型，防水紙及絕緣體等。另一種原油不含潤滑油及石蠟，從其柴油蒸餾所得之殘留物為瀝青，稱為瀝青基（asphaltic base）石油，此種原油，多產於蘇俄。

(4) 石油分餾物及其用途

- (a) 石油氣：（petroleum gas）沸點低於 20°C 由分餾塔頂部引出之不能液化的氣體，其主要成分為丙烷與丁烷，此種低分子量之烴類在室溫下加壓使其液化，稱為液化石油氣，為家庭用氣體燃料。
- (b) 石油醚：（petroleum ether）沸點在 20 至 60°C 的易揮發性液體，主要成分為戊烷與己烷為有機溶劑。
- (c) 汽油：（gasoline）分餾溫度在 60 至 200°C 其主成分為 C_6 至 C_9 的烴類作為汽車燃料及有機溶劑。
- (d) 煤油：（kerosene）沸點在 175 至 300°C 其成分為 C_{10} 至 C_{16} 的烴類、柴油機、噴射機燃料。
- (e) 柴油：（diesel）沸點約在 250 至 400°C 包括 C_{15} 至 C_{20} 的烴類為柴油機燃料。
- (f) 潤滑油：（lubricating oil）沸點超過 300°C 為不揮發性液體可作

潤滑油、蠟紙等。

(g)瀝青或石油焦 (asphalt or petroleum coke) 當所有能發揮的部分，分餾出去之後的殘餾物，是具有黑色的殘渣作為鋪路的柏油。

表 13-3 石油分餾的產物

成 分 組	成 分 餾溫度 (°C)	用 途
石油氣 $C_1 \sim C_4$	20 以下	燃料
石油醚 $C_5 \sim C_6$	20 ~ 60	有機溶劑
汽 油 $C_6 \sim C_9$	60 ~ 200	汽車燃料、有機溶劑
煤 油 $C_{10} \sim C_{16}$	175 ~ 300	柴油機、噴射機燃料
柴 油 $C_{15} \sim C_{20}$	250 ~ 400	柴油機燃料
蠟 油 $C_{18} \sim C_{22}$	> 300	潤滑油、蠟紙
殘留物 $C_{18} \sim C_{40}$		瀝青

3. 天然氣 (Natural gas)

(1) 天然氣 (natural gas) 存在於不透水之地層中，多出產於石油區域，可由地面鑿井引出。

(2) 天然氣主要成分為甲烷，亦含有乙烷、丙烷及丁烷等，天然氣因產地不同成分亦異可由表 13-4 看出。

表 13-4 不同產地的天然氣成分 (體積%)

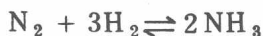
	法 國	荷 蘭	阿爾及利亞	羅馬尼亞	美 國	蘇 俄
甲 烷	69.4	81.9	83.5	99.2	77.5	98.0
乙 烷	2.8	2.7	7.0	—	—	0.7
丙 烷	1.5	0.38	2.0	—	—	—
丁 烷	0.7	0.13	0.8	—	—	—
戊 烷	0.3	0.05	0.3	—	16.0	—
庚烷以上	0.3	0.03	0.1	—	—	—
H ₂ S	15.2	—	—	—	—	—
CO ₂	9.5	0.8	0.2	—	6.5	0.1
N ₂	0.3	14.0	0.1	0.8	—	1.2

(3) 天然氣之燃燒熱甚大，為各種氣體燃料之冠，又因其不含有毒之一氧化碳，故為一種優良之氣體燃料。

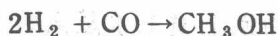
- (4) 天然氣除用作燃料外，並用為多種工業之原料。例如，在高溫下使其熱解 (pyrolysis)，即可製得碳黑 (carbon black) 及氫。



- (5) 碳黑大量用於橡膠及墨油工業。又如使其與水蒸氣混合加熱，則生成一氧化碳及氫，可利用於合成汽油或製造尿素及甲醇等。



$$\Delta H_{25^\circ\text{C}} = - 22.08 \text{ 仟卡}$$



$$\Delta H_{298}^\circ = - 30.6 \text{ 仟卡}$$

4. 生物體 (Biological Organism)

動植物之生成過程中，合成了許多有機化合物，整個生物個體是一座高度有效的化工廠，其合成的物質如醣類、澱粉、纖維素、油脂、蛋白質、維生素、橡膠、染料、蠟、藥物等。

5. 有機物與無機物比較

- (1) 種類比無機物多，目前已超過數百萬種，而無機物僅約數十萬種。
- (2) 有機物常溶於有機溶劑中，如醚、酒精、苯等。而難溶於水。而無機物常溶於水中，而難溶於有機溶劑。
- (3) 有機物分子結構常較無機物複雜，有異構物。同系物及聚合物等，無機物無此現象。
- (4) 大多數有機物為非電解質，在化學反應中多非離子間反應速率緩慢，需加熱及加入催化劑，無機物則多數能電離，常為離子間反應速率快。
- (5) 有機物之熔點與沸點甚低，大部分為分子固體，M.P 不高出 300°C 。
- (6) 有機物易起副反應，如與硝酸作用產生硝基化合物等，有副反應 (side reaction) 而無機物則無此現象。
- (7) 均具有可燃性。

範例 I

下列何者不為有機物？(A) CH_4 (B) CO_2 (C) CH_3COOH (D) CaCO_3
(E) KCN。

解：(B)(D)(E)

範例 2

有關煤和石油下列各項敘述中，何者為正確？(A)原油是黑而黏稠的液體，由古代生物變化而成 (B)原油加活性炭過濾後所獲得之無色液體是汽油和燈油 (C)石油和煤的主要成分是烯類烴 (D)將煤隔絕空氣加熱乾餾，可得到大量揮發性的氣體（煤氣）是乙炔 (E)煤經乾餾剩餘的是非揮發性的煤焦。

(67 年聯考)

解：(A)(E)

範例 3

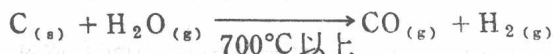
關於水煤氣的下列敘述中，何者正確？

(A)是水蒸氣和煤氣的混合氣體 (B)可以於燒紅的鐵上噴上水蒸氣製備 (C)是一氧化碳和氫 1 : 1 莫耳比混合物 (D)完全燃燒後生成二氧化碳和水。

(71 年聯考)

解：(C)(D)

將水蒸氣通入高溫燃燒之煤可得水煤氣為 CO 與 H₂ 之混合氣體。



範例 4

汽油屬於有機化學分類之何種類別？(A)醇 (B)酯 (C)醚 (D)烷。

(67 年夜聯)

解：(D)

範例 5

天然氣的主要成分是：(A)環己烷 (B)甲烷 (C)乙烯 (D)乙炔。

(65 年聯考)

解：(B)

範例 6

下列何者導電度最大：(A)糖水溶液 (B)糖乙醇溶液 (C)碘酊 (D)碘化鉀水溶液 (E)食醋。

解：(D)

碘化鉀水溶液； $\text{KI}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$ 。

範例 7

水溶液中選出導電度較小的三種 (A) CH_3NH_2 (B) CH_3COOH
(C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (D) NaBr (E) Na_2SO_4 。

解：(A)(B)(C)

NaBr ， Na_2SO_4 為電解質， CH_3NH_2 ， CH_3COOH 為弱電解質
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 為非電解質。

範例 8

下列何者沸點最高：(A) CH_4 (B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (C) H_2O (D) C_6H_{14}
(E) C_2H_4 。

解：(C)

H_2O

範例 9

室溫下何者反應最快

- (A) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
(B) $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 10\text{CO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
(C) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
(D) $\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{NaNO}_{3(\text{aq})}$

解：(D)

因(A)(B)(C)均為有機物需要破壞很多化學鍵，反應速率較慢。

範例 10

下列何者為同系物 (A) CH_3OH ， CH_3OCH_3 (B) CH_4 ， C_2H_4
(C) $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$ ， CH_3OCH_3 (D) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ， CH_3COCH_3

解：(C)

$\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$ ， CH_3OCH_3 甲醚與甲乙醚為同系物。

範例 11

下列敘述選出正確者？(A)有機物一定含有碳 (B)有機反應慢，故常加熱或催化劑 (C)有機物通常寫分子式表示 (D)含碳化合物種類為所有元素之冠 (E) CaC_2 ， CS_2 均為有機物。

解：(A)(B)

化合物中含氫(H)者種類較含碳者多。

§ 13-3 有機化合物的分子結構

1. 碳化合物之組成元素分析

- (1) 有機化合物之組成元素：主要為碳(C)，氫(H)，氧(O)，次為氮(N)，硫(S)，磷(P)，再次為鹵素及其他。
- (2) 碳與氫之分析：由燃燒產物中之 CO_2 及 H_2O 求得。
- (3) 氧之分析：尚無完善方法，但可由總量減去各元素之剩量求得。

如碳氫化合物完全燃燒以後只生成水和二氧化碳，因此若僅含碳和氫，或碳、氫和氧的有機化合物，將其置於純氧中燃燒，由兩個吸收管分別吸收燃燒產物，其中一管含無水過氯酸鎂 $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 用以吸收水蒸氣，另一管含氫氧化鈉則吸收所生成的二氧化碳，如此由二管所增加之重量，即可求得試樣中的碳重和氫重。若試樣中含有氧，則由試樣總重量減去碳、氫重量，即得氧重。(圖 13-3)

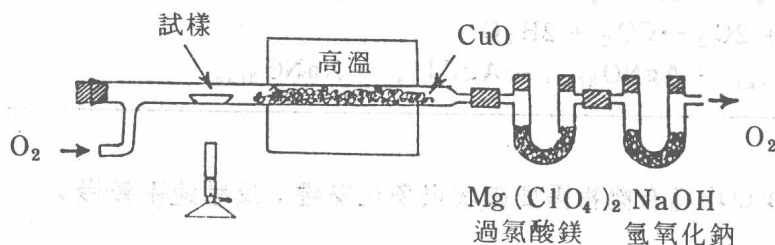


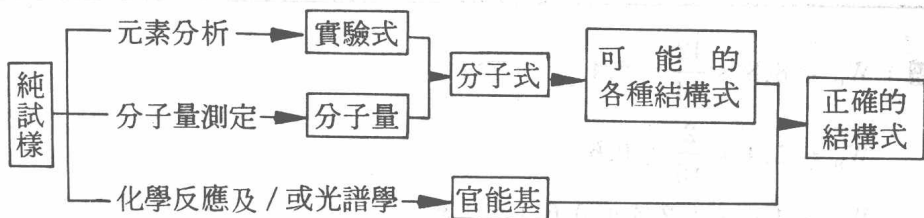
圖 13-3 碳及氫之定量測定

- (4) 氮之分析：其檢驗可用融鈉法，生成 NaCN ，其定量可用杜馬法 (Dumas' method)。
- (5) 鹵素，硫，磷之分析：利用卡利阿斯法 (Carius method)，將試料與濃硝酸共熱，鹵素產生可溶性之鹵化物，加入 AgNO_3 測定鹵化銀。

沉澱量，硫被氧化成硫酸，加入 BaCl_2 則生成 BaSO_4 沉澱，磷被氧化成磷酸可處理成 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 以測定其中之鹵素，硫，磷等之含量。

2. 化學式之決定

(1) 分子結構之實驗決定步驟



(2) 由上所得各元素之重量百分比或重量，除以各該元素之原子量，所得化為最簡單整數比即為實驗式。

(3) (實驗式)_n = 分子式， $n = \frac{\text{分子量}}{\text{實驗式量}}$

(4) 分子量之求法：

(a) 利用亞佛加厥律： $\frac{\text{某氣體重}}{\text{同體積氧重}} = \frac{\text{某氣體分子量}}{32.00}$

(b) 利用 $PV = \frac{W}{M}RT$ ， $M = \frac{WRT}{PV}$ 或 $M = d \times 22.4$ (STP)

$M = (\text{對氧比重}) \times 32$

(c) 利用沸點上升及凝固點下降： $\Delta t = K \times \frac{W_A}{M_A} \times \frac{1000}{W_B}$

(d) 利用中和滴定法求酸之分子量。

(e) 其他。

範例 1

維生素 C，經元素分析知含碳 40.9%，氫 4.60%，和氧 54.5%。求維生素的實驗式？

$$\begin{aligned}
 \text{解：} \text{C} : \text{H} : \text{O} &= \frac{40.9}{12} : \frac{4.60}{1} : \frac{54.5}{16} \\
 &= 3.41 : 4.60 : 3.41 \\
 &= 1 : 1.34 : 1 \\
 &= 3 : 4 : 3
 \end{aligned}$$

所以維生素C之實驗式為 $C_3H_4O_3$ 。

範例 2

燃燒某有機化合物 4.6 g 得 $CO_2 = 8.8$ g, $H_2O = 5.4$ g 求該有機物之實驗式。

$$\text{解： } W_C = 8.8 \times \frac{12}{44} = 2.4$$

$$W_H = 5.4 \times \frac{2}{18} = 0.6$$

$$W_O = 4.6 - (2.4 + 0.6) = 1.6$$

$$C : H : O = \frac{2.4}{12} : \frac{0.6}{1} : \frac{1.6}{16} = 0.2 : 0.6 : 0.1 = 2 : 6 : 1$$

實驗式： C_2H_6O 。

範例 3

將上題(範例 2)化合物 0.46 克在 87°C 及 1atm 下完全氣化，測得其蒸氣體積為 295.2 ml，求該有機化合物之分子式。

$$\text{解：由 } PV = nRT = \frac{W}{M}RT$$

$$\text{得 } M = \frac{WRT}{PV} = \frac{0.46 \times 0.082 \times 360}{1 \times 0.2952} = 46$$

即該有機化合物分子式為 C_2H_6O 。

範例 4

已知某有機物中含碳 40%，氫 6.7%，氧 53.3%，又測知其蒸氣對空氣之比重為 2.08（空氣 20% O_2 ，80% N_2 ）則其分子式為何？

$$\begin{aligned} \text{解：①實驗式之決定： } C : H : O &= \frac{40}{12} : \frac{6.7}{1} : \frac{53.3}{16} \\ &= 3.33 : 6.7 : 3.33 \\ &= 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$

實驗式： CH_2O 。

$$\begin{aligned} \text{②分子式決定：分子量 } M &= 2.08 \times (32 \times 0.2 + 28 \times 0.8) \\ &= 60 \end{aligned}$$

$$n = \frac{60}{\text{CH}_2\text{O}} = 2$$

$$\text{分子式} = (\text{CH}_2\text{O})_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2。$$

範例 5

欲求某烴的分子量，可以用下列何種方法？

- (A) 若為氣態烴，可測其通孔擴散速率，並與同溫、同壓下已知分子量之氣體比較通孔擴散速率。
 (B) 若為低分子量液態烴，可將其揮發成氣體，測其密度、壓力及溫度。
 (C) 若為一般液態烴，可測定該烴液態的密度。
 (D) 若為固態烴，可將定量之該烴溶於定量之苯中，測其凝固點下降之多寡（苯之莫耳凝固點下降常數已知）。
 (E) 不論氣態、液態、固態烴，均可將定量之該烴完全燃燒，測其所得水與二氧化碳之重量。

(73 年聯考)

解：(A)(B)(D)

範例 6

將 0.5 克某一有機化合物液體，注入於 1.60 升的真空容器中使其完全氣化。在 40°C 時其壓力為 190 mm Hg。該有機化合物可能為：(A) 甲醇 (B) 乙醇 (C) 乙醚 (D) 丙酮。

(70 年聯考)

解：(A)

$$PV = \frac{W}{M} RT \quad \frac{190}{760} \times 1.60 = \frac{0.5}{M} \times 0.082 (273 + 40)$$

$$M = 32 \quad \text{可能是甲醇 } \text{CH}_3\text{OH}$$

範例 7

某碳氫化合物含碳 85.7%，氫 14.3% 又乙烯之擴散速率為該化合物之氣體擴散速率之 1.414 倍求化合物之分子量及分子式？

$$\text{解：實驗式：} \text{C} : \text{H} = \frac{85.7}{12} : \frac{14.3}{1} = 7.14 : 14.3 = 1 : 2 \quad \therefore \text{CH}_2$$

$$\text{分子量：} \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \quad \therefore 1.414 = \sqrt{\frac{M}{28}} \quad \therefore M = 56$$