

# 普通化學講義

第一回

503462-1



社團法 人 考友社 出版發行

# 第一講 緒 論

## 命題重點

### 一、化學簡史

#### 1. 學習目標：

化學乃探討物質之組成、構造、性質、及轉變過程中，物質與能量變化之科學。是人類在漫長的歷史過程中，從反覆觀察、歸納、實驗而逐步發展出來。人類從環境中獲取原料，製造所需物品以改善生活，但能源的消耗、環境的污染問題是我們亟待解決的重大課題。

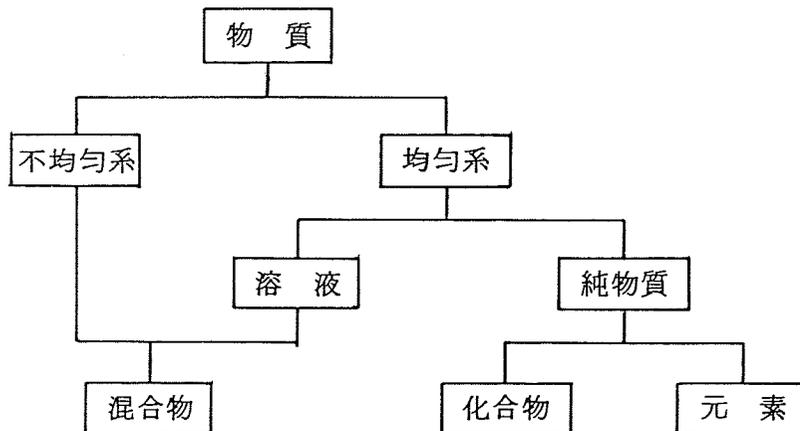
#### 2. 化學簡史：

- (1) 中國古代及希臘神話：火的使用
- (2) 十六世紀：亞里斯多德：提出四元素說，謂自然界之一切皆由四元素：火、土、氣、水組成。
- (3) 十七世紀：原始化學：煉丹術，煉金術
- (4) 中世紀：斯塔耳：提出燃素說  
內容：有一種燃素存在，當物質發生燃燒時，便自物質散去。
- (5) 1774年（英）普里斯萊：加熱氧化汞得氧
- (6) 1789年（法）拉瓦節：提出能量不滅定律  
內容：由燃燒實驗，推出燃燒乃物質與「氧」結合，進而推翻「燃素說」，被尊稱為「現代化學之父」
- (7) 1803年（法）普魯斯特：提出定組成定律  
1803年（英）道爾吞：提出原子論  
內容：
  - ① 一切物質均由原子所組成。原子乃不可分割的最基本粒子。
  - ② 相同元素的原子，具有相同的質量及性質。不同元素的原子質量和性質不同。
  - ③ 不同元素的原子，能以簡單的整數比結合成化合物。
  - ④ 化合物分解所得的原子與構成化合物的同種原子性質相同。
- (8) 1808年（英）道爾吞：提出倍比定律
- (9) 1808年（法）給呂薩克：提出氣體化合物體積定律
- (10) 1811年（義）亞佛加厥：提出亞佛加厥學說
- (11) 1869年（俄）門得列夫：提出元素週期表

- (12) 1897 年 (美) 湯姆森：發現電子
- (13) 1907 年 (美) 羅素：發現同位素
- (14) 1911 年 (美) 拉塞福：證實原子核存在
- (15) 1913 年 (丹麥) 波耳：應用量子理論解釋原子模型
- (16) 1919 年 (美) 拉塞福：確認質子
- (17) 1932 年 (英) 查兌克：發現中子
- (18) 現代原子學說：
  - ① 原子乃由質子、中子、及電子構成。修正了道爾吞所謂原子不可分割的觀念。
  - ② 同位素的發現使得同一元素的原子質量不盡相同。修正了道爾吞所謂相同元素的原子具有相同質量及性質的觀念。

## 二、物質的種類與性質

### 1. 物質的種類：



- (1) 物質分爲純物質和混合物二大類。
- (2) 純物質：由一種原子或分子所構成，可分爲元素及化合物兩種組成均勻，有一定的物理和化學性質，如鐵 (Fe)、水 (H<sub>2</sub>O) 等。
- (3) 元素：由一種原子所構成，不能以普通化學方法分解成兩種以上之物質。如銅 (Cu)。
- (4) 在常溫常壓下，元素爲液態者有溴 (Br<sub>2</sub>)、汞 (Hg)，氣態者有 He，Ne，Ar，Kr，Xe，Rn，F<sub>2</sub>，Cl<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>，O<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>，其餘均爲固態。
- (5) 同位素指原子序相同而質量數不同的元素。如  ${}^1_1\text{H}$  (氕)， ${}^2_1\text{H}$  (氘)， ${}^3_1\text{H}$  (氚)。

- (6) 同素異形體指由同一元素組成而具不同性質的物質。如  $O_2$  (氧) 及  $O_3$  (臭氧)。
- (7) 化合物：由二種或二種以上原子化合形成之物質，具特定組成及性質，須用化學方法(如電二解，加熱)始可分離各成分。如水，二氧化碳等。
- (8) 混合物指由二種或二種以上的純物質混合而成。通常組成不均勻。如泥土、空氣、海水等。
- (9) 在自然界中，單獨存在之元素，稱為游離態，如氮，氧；存在於化合物中的元素稱化合態如，一氧化氮，二氧化碳。

## 2. 物質的性質：

- (1) 化合物與混合物的差異

種類 特質	化 合 物	混 合 物
性 質	不具有成分物質之性質	仍具有成分物質之性質
組 成	一定	不一定
均 勻 性	均勻	溶液均勻
生 成	為化學反應後的產物	非化學反應後之產物
熱 效 應	生成時常涉及光或熱	溶液生成時涉及少量的熱
分 離	用化學方法才可分離	用物理方理即可分離

- (2) 物理變化：指狀態間的變化。  
如：固態的冰熔化成液態的水。 $H_2O_{(s)} \xrightleftharpoons{\Delta} H_2O_{(l)}$
- (3) 化學變化：指打斷分子內原子間結合的變化  
如：氮分子吸熱分解為氮原子



故化學變化乃指原子重新排列之變化。

- (4) 物理性質：指物質在不變成其他物質的情況下所測到的性質，如：形狀、顏色、氣味、密度、硬度、熔點、沸點、比重、比熱、延性、展性、導熱、導電等。
- (5) 化學性質：指物質本身或與其他物質起交互作用而變成其他物質所顯示出的性質。如：可燃性，助燃性等。

## 三、化學與生活

1. 我們周圍的化學過程：

- (1) 人類的食、衣、住、行與化學反應息息相關
- (2) 人體內有複雜的化學變化，如食物的消化，與新陳代謝
- (3) 汽、機車及飛機的動力來自石油燃燒的激烈反應
- (4) 緩慢之化學變化，如混凝土的凝固，鐵的生鏽
- (5) 利用化學變化製造有用的物質，如鋼，塑膠等
- (6) 光合作用： $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{葉綠素}]{\text{日光}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (葡萄糖) +  $6\text{O}_2$
- (7) 無機物之化學變化，如：火山爆發，岩石形成

2. 化學技術的影響：

- (1) 正面：帶給人類高度的生活享受
- (2) 負面：
  - ① 急速消耗能源與資源而破壞生態環境
  - ② 空氣污染：如酸雨 (  $\text{SO}_2$  造成 )
  - ③ 水污染：(a) 日本水俣病：汞 (  $\text{Hg}$  )  
(b) 假性骨折 ( 痛痛病 )：鎘 (  $\text{Cd}$  )  
(c) 烏脚病：砷 (  $\text{As}$  )
  - ④ 廢熱：核電廠所排放的「餘熱」往往使鄰近海域的水溫升高，使生態改變。
  - ⑤ 噪音污染：工廠，車輛產生噪音

## 精選試題

- ( ) 1.那一種元素所構成的化合物種類最多？ (A)氧 (B)氫 (C)氮 (D)鈉。
- ( ) 2.下列各組名詞與實例何者不正確？ (A)同素異性體：黃磷，赤磷 (B)同位素： $^{14}\text{N}$ ， $^{12}\text{C}$  (C)同分異構物：葡萄糖，果糖 (D)同系物：甲醇，乙醇。
- ( ) 3.火力發電廠或大型煉油廠附近所造成之酸雨，其主要是含有何種污染性氣體？ (A) $\text{CO}$  (B) $\text{SO}_2$  (C) $\text{NO}_2$  (D) $\text{N}_2\text{O}$ 。
- ( ) 4.推翻「燃素理論」的化學家為 (A)道耳吞 (B)拉瓦節 (C)普里斯萊 (D)波以耳。
- ( ) 5.創立原子說的科學家是 (A)道耳吞 (B)拉瓦節 (C)波以耳 (D)亞佛加厥。
- ( ) 6.西洋科學家在化學發展過程中之最先為何者？ (A)原子說 (B)燃素說 (C)現代化學 (D)煉金術。
- ( ) 7.化合物為 (A)不定組成均態物質 (B)定組成非均態物質 (C)定組成均態物質 (D)不定組成非均態物質。
- ( ) 8.下列何項變化會產生新的物質？ (A)碘的加熱 (B)冰的熔化 (C)鐵的生銹 (D)空氣的液化。
- ( ) 9.下列何項物質是元素？ (A)牛乳 (B)空氣 (C)蔗糖 (D)石墨。
- ( ) 10.下列何項性質是物質的化學性質？ (A)硬度 (B)密度 (C)顏色 (D)在空氣中能否燃燒。

### 〔答案〕

- 1.(B) 2.(B) 3.(B) 4.(B) 5.(A) 6.(D) 7.(C) 8.(C) 9.(D) 10.(D)

# 第二講 基本概念

## ● 命題重點 ●

### 一、基本定律

#### 1. 質量守恒定律：

無論物質經過何種化學變化，其反應前之質量總和與反應後之質量總和相等。

#### 2. 定比定律：

一種化合物，無論其製法與來源如何，其組成元素間皆有一定的質量比。如  $H_2O$  中氫與氧的質量比恒為 1 : 8。

#### 3. 倍比定律：

若二元素可以生成二種或二種以上之化合物時，在此化合物中，一元素的質量若相等，則另一元素的質量成簡單的整數比。如  $NO$  和  $NO_2$  中，若氮的質量相等，則氧的質量比為 1 : 2。

#### 4. 給呂薩克定律（氣體化合體積定律）：

氣體相互反應時，反應物或生成物中的氣體體積於同溫同壓下恒成一簡單的整數比，如  $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$  化合物積比為 1 : 1 : 2。

#### 5. 當量比定律：

二元素互相結合所成的化合物中，二元素的克當量數必相等。

$$(1) \text{ 克當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}, \text{ 如氧的當克量} = \frac{16}{2} = 8$$

$$(2) \text{ 克當量數} = \frac{\text{重量}}{\text{克當量}} = \frac{\text{重量}}{\text{原子量}} \times \text{原子價} = \text{莫耳數} \times \text{原子價}$$

$$\text{如 } 24 \text{ 克氧的克當量數} = \frac{24}{8} = 3$$

#### 6. 亞佛加厥學說：

同溫、同壓下，同體積的任何氣體皆含相同數目的分子。

##### (1) 要點：

- ① 組成物質的最小顆粒為分子。
- ② 元素的分子係由一個或數個同類原子構成；化合物的分子則由數個異類原子構成。意即原子為構成分子的質點，分子為構成物質的單位。
- ③ 分子可利用化學的方法分割為原子。

$$(2) \text{ 公式： } \frac{W_1}{W_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad W: \text{重量}, M: \text{分子量}, D: \text{密度。}$$

## 二、原子量、分子量、莫耳

### 1. 原子量：

- (1) 定義：1 莫耳原子的重量，以克為單位，即  $g/mole$ 。
- (2) 標準：1961 年國際純粹及應用化學聯合會 ( IUPAC ) 以碳-12 同位素， $C^{12} = 12.0000$  為原子量標準

- (3) 原子質量單位 ( a.m.u. )：以  $C^{12}$  一個原子質量的  $\frac{1}{12}$  為原子量單位

$$\text{即 } 1 \text{ a.m.u.} = \frac{12.0000}{6.02 \times 10^{23}} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{6.02 \times 10^{23}} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}$$

$$1 \text{ 克} = 6.02 \times 10^{23} \text{ a.m.u.}$$

$$1 \text{ 個 } C^{12} \text{ 原子質量} = 12 \text{ a.m.u.}$$

### 2. 分子量：

- (1) 定義：每莫耳分子的重量，以克為單位，即  $g/mole$ 。
- (2) 分子中各原子之原子量總和為該物質之分子量，如  
 $H_2O$  的分子量 =  $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18 (g/mole)$

### 3. 莫耳 ( mole )：

- (1) 科學家測得  $C^{12}$  所含原子數恰等於  $6.02 \times 10^{23}$  個，即定義此數為亞佛加厥數，符號：N
- (2) 凡含  $6.02 \times 10^{23}$  個粒子的物質稱為 1 莫耳 ( mole )。
- (3) 克原子數與克分子數：

$$\textcircled{1} \text{ 克原子數} = \text{原子之莫耳數} = \frac{\text{原子數}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{原子重量 (g)}}{\text{原子量 (g/mole)}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 克分子數} = \text{分子之莫耳數} = \frac{\text{分子數}}{6.02 \times 10^{23}} = \frac{\text{物質重量 (g)}}{\text{分子量 (g/mole)}}$$

### 4. 莫耳體積：

- (1) 定義：1 莫耳物質所佔有之體積。
- (2) 標準： $0^\circ C$ ，1 atm 時，氣體之莫耳體積為  $22.4 l$ 。

$$(3) \text{ 莫耳數} = \frac{\text{體積}}{\text{莫耳體積}}$$

### 5. 原子量的求法：

- (1) 杜龍—柏蒂定律：

$$\text{固體元素之原子量} \doteq \frac{6.4}{\text{比熱}} \quad (\text{比熱單位 } \text{卡}/g^\circ C)$$

- (2) 由元素之百分組成 % 求原子量：

$$\text{元素原子量} = \frac{\text{分子量} \times \text{元素百分組成}(\%) }{\text{所含元素原子數}}$$

$$(3) \text{ 同位素平均原子量} = A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + \dots \dots \dots$$

(A 表原子量, X 表百分率)

### 6. 分子量的求法:

(1) 由亞佛加厥定律求得: 同溫、同壓下、同積積的任何氣體含相同數目的分子數。

$$\text{即: } \frac{\text{甲氣體重}}{\text{乙氣體重}} = \frac{\text{甲分子量}}{\text{乙分子量}} \quad (\text{同狀況})$$

$$\text{或: } MA = (\text{A 氣體對B 氣體之比重}) \times MB$$

$$(2) \text{ 混合氣體平均分子量} = M_1 \cdot X_1 + M_2 \cdot X_2 + M_3 \cdot X_3 + \dots \dots \dots$$

(M 表分子量, X 表百分率)

## 三、化學式

化學式——以元素符號來表示物質組成的式子, 稱為化學式。

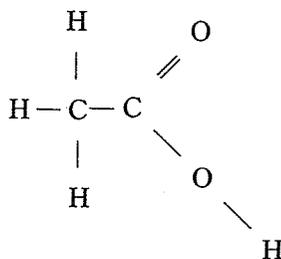
### 1. 化學式種類:

(1) 實驗式: 表示物質組成的最簡單化學式, 又稱為簡式, 它能表明分子所含原子的種類和原子數比。如醋酸的實驗式  $\text{CH}_2\text{O}$  表示 C:H:O 的原子數比 = 1:2:1

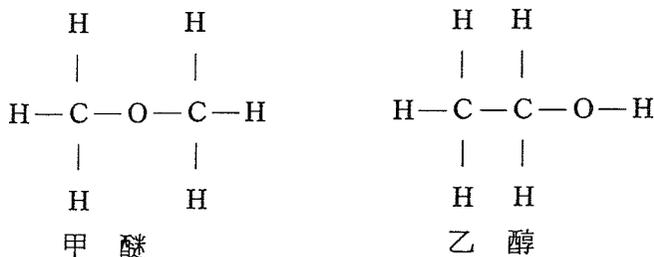
(2) 分子式: 表示分子內原子種類及數目的化學式, 它能表明物質之組成和分子量, 如醋酸分子式  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , 其分子量 = 60。

(3) 結構式: 表示分子內原子的排列狀況的化學式, 它能表明物質的化學性質。

如醋酸的結構式為:



又凡分子式相同而結構式不同的化合物稱為同分異構物, 如甲醚(分子式  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )及乙醇(分子式  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), 其結構式不同。



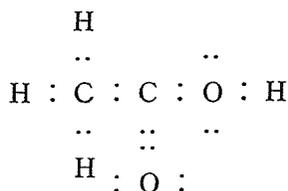
(4) 示性式：表示分子間含有何種官能基，它能表明物質的化學性質。

如：醋酸的示性式為  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，其官能基— $\text{COOH}$ （羧基）表明酸性。

〔註〕官能基乃代表物質特性的原子或原子團。

(5) 電子式：表示分子中各原子之價電子的結合情形。它能表明原子間之價鍵及性質關係。

如醋酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 之電子式為：



2. 實驗式及分子式：

(1) 實驗式的求法：

$$A : B = \frac{A \text{重}(\%) }{A \text{原子量}} : \frac{B \text{重}(\%) }{B \text{原子量}}$$

(2) 分子式的求法：

① 求實驗式

② 求分子式

③ (實驗式) $_n$  = 分子式。 即  $n = \frac{\text{分子量}}{\text{實驗式量}}$   $n = \text{正整數}$

3. 化學式之寫法及命名：

(1) 常見原子和根的原子價：

重要元素之原子價

元 素	符 號	主要原子價	元 素	符 號	主要原子價
氫	H	I	鐵	Fe	II III
硼	B	III	鎳	Ni	II III
碳	C	IV	銅	Cu	I II
氮	N	III V	鋅	Zn	II
氧	O	II	砷	As	III V
氟	F	I	溴	Br	I
鈉	Na	I	銀	Ag	I
鎂	Mg	II	錫	Sn	II IV
鋁	Al	III	銻	Sb	III V
矽	Si	IV	碘	I	I
磷	P	III V	銻	Ba	II
硫	S	II IV VI	鎢	W	VI
氯	Cl	I	鉑	Pt	IV
鉀	K	I	金	Au	III
鈣	Ca	II	汞	Hg	I II
鉻	Cr	II III VI	鉛	Pb	II IV
錳	Mn	II IV VII	鐳	Ra	II

(2)

## 重要根之根價 (離子價)

一 價	羥根 (OH) <sup>-</sup>	草酸根 (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>
銨根 (NH <sub>4</sub> ) <sup>+</sup>	醋酸根 (CH <sub>3</sub> COO) <sup>-</sup>	鋅氰離子 (Zn(CN) <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>
銀氨離子 [Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	草酸氫根 (HC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	氯鉑酸根 (PtCl <sub>6</sub> ) <sup>2-</sup>
氯酸根 (ClO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	銀氰離子 [Ag(CN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	汞碘離子 (HgI <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>
次氯酸根 (ClO) <sup>-</sup>	亞金氰離子 [Au(CN) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	三 價
硝酸根 (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	氯金酸根 (AuCl <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	鈷氨離子 [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>
亞硝酸根 (NO <sub>2</sub> ) <sup>-</sup>	二 價	磷酸根 (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>
硫酸氫根 (HSO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	銅氨離子 [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	硼酸根 (BO <sub>3</sub> ) <sup>3-</sup>
亞硫酸氫根 (HSO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	硫酸根 (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	砷酸根 (AsO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>
碳酸氫根 (HCO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	亞硫酸根 (SO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	亞砷酸根 (AsO <sub>3</sub> ) <sup>3-</sup>
磷酸二氫根 (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	碳酸根 (CO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	氟鋁酸根 (AlF <sub>6</sub> ) <sup>3-</sup>
偏磷酸根 (PO <sub>2</sub> ) <sup>-</sup>	磷酸氫根 (HPO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	鐵氰離子 [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>
偏硼酸根 (BO <sub>2</sub> ) <sup>-</sup>	偏矽酸根 (SiO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	硫代硫酸銀離子 [Ag(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>3-</sup>
過錳酸根 (MnO <sub>4</sub> ) <sup>-</sup>	錳酸根 (MnO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	四 價
氰根 (CN) <sup>-</sup>	鉻酸根 (CrO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	矽酸根 (SiO <sub>4</sub> ) <sup>4-</sup>
氰酸根 (CNO) <sup>-</sup>	重鉻酸根 (Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sup>2-</sup>	亞鐵氰離子 [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>
硫氰酸根 (CNS) <sup>-</sup>	焦硼酸根 (B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ) <sup>2-</sup>	
硫氫根 (HS) <sup>-</sup>	硫代硫酸根 (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	