

# 化學方程式 與化學計算

張式之編著

江苏人民出版社

# 化学方程式与化学计算

張式之編著

江苏省書刊出版營業許可証出〇〇一號

江苏人民出版社出版

南京湖南路七号

新华書店江苏分店发行 南京印刷厂印刷

开本 787×1092 耗 1/32 印張 4 7/16 字數 87,000

一九五五年六月第一版

一九五六年十一月南京第三次印刷

印數 7,101—15,100

統一書号: 13100·2

定 价: (10)五角六分

## 前 言

學習化學不僅可以發展我們的認識能力，而且可以培養科學的世界觀，使我們能掌握物質變化的規律來改造自然，把我們的祖國建設成爲一個偉大的社會主義國家。

化學符號、化學式和化學方程式是化學這門科學所特有的文字。學習化學，首先要學好化學符號、化學式和化學方程式。

目前還有部分學生在學習化學上感到困難。我曾在中學教過頗長時期的化學，對這方面的情況有些了解。編寫這本書的主要目的，就是希望能夠幫助這些學生學好化學中最基本的知識。

許多中學學生不但要求了解最基本的化學知識，而且希望多知道一些。同時，在某些中等技術學校中，化學教材的廣度和深度，又是稍稍超過中學的。因此，適當地擴大和加深這方面的知識，就成爲編寫這本書的另一個目的。這些較高深的內容，在書中都用星號標明，以便要求不同的讀者可以各取所需。

在這本書裏，各個部分編排順序，和教本上並不完全相同；特別是這本書從分子量和原子量的求算講起，而教本裏則要到高中二年級才講到這些問題。高中一年級的學生可暫緩

閱讀本書的第一章，可先從第二章讀起。

對於高等學校中學習普通化學的學生，以及中學化學教師，本書也可供參考，特別是後面兩章的內容（關於化學方程式的配平和根據方程式的計算），在一般教本中講得不多。

本書在編寫過程中雖已作了很大的努力，但是限於水平，在這部書中，可能還有不少缺點和錯誤，希望讀者給予指正。

張式之 一九五五年四月

# 目 錄

第一章 分子和原子 .....	( 1 )
一 基本化學定律 .....	( 1 )
二 原子分子學說 .....	( 9 )
三 氣體定律 .....	( 17 )
四 氣態物質分子量的求算 .....	( 25 )
五 溶質分子量的求算 .....	( 33 )
六 原子量的求算 .....	( 37 )
第二章 化學符號、 <del>化學式</del> 和化學方程式 .....	( 43 )
一 化學符號和 <del>化學式</del> .....	( 43 )
二 <u>化學方程式</u> .....	( 56 )
第三章 原子價和 <del>化學方程式</del> 的配等 .....	( 72 )
一 原子價 .....	( 72 )
二 <u>氧化與還原</u> .....	( 83 )
三 <u>氧化還原反應方程式的配等</u> .....	( 94 )
四 配等化學方程式的其他方法 .....	( 103 )
第四章 根據化學方程式的計算 .....	( 113 )
一 化學方程式的意義 .....	( 113 )
二 根據化學方程式計算重量和氣體體積 .....	( 121 )
三 溶液的濃度 .....	( 130 )
四 根據化學方程式計算有關溶液體積的問題 .....	( 134 )

# 第一章 分子和原子

大家都知道，並不是隨便把幾個符號拼寫在一起就可以得到化學式的，化學式的確定要用到分子量和原子量，所以本書先從分子量和原子量的求算講起。要講分子量和原子量，又須先講分子和原子；而原子分子學說又是在基本化學定律的基礎上建立起來的。

## 一 基本化學定律

### 一、物質不滅定律

自然科學中的定律是歸納了許許多多事實所得的結論。

物質不滅定律是俄國化學家羅蒙諾索夫在1748年所發現的。

他說：“……自然界內的一切變化，都是這樣地發生的，如果向某物添加些什麼東西，那末從別物上邊就要減少些什麼東西。比如向某一物體添加一些物質，那末，別物體上就要減少一些物質；……因為這是自然的普遍法則，所以它也可推廣到運動的規律中：一物體由於本身的推動而引起另一物體的運動時，它從它本身的運動中所失掉的能量，和它傳達給被它推動的另一物體的能量一般大。”

後來，法國化學家拉瓦西也發表如下的結論：

“參加反應的全部物質的質量（或重量）等於全部反應生成物的質量（或重量）。”

這個通常又稱為質量不滅定律的結論，其實僅僅是羅蒙諾索夫定律的一部分（這裏所說的物質是指單質和化合物，而物質不滅的物質則指元素）。

質量不滅定律是化學上第一條基本定律。它奠定了定量分析的基礎。它是化學方程式的理論根據。從它的確立起，化學就開始成為一門精確的科學了。

## 二、定比定律

定比定律或稱定組成定律，是法國化學家普勞斯特在和柏托雷進行了幾年（1801—1807）論戰之後所確立的。

“無論用什麼方法所獲得的某化合物，其組成恆保持一定。”

一種物質的組成是指它所含有的成分（或組成部分）以及各成分的重量（通常用重量，只有氣態成分有時用體積）。所以定比定律又可敘述如下：

“當生成某化合物時，諸元素恆按一定的重量比相互化合。”

元素是單質和化合物的組成部分。單質是由一種元素組成；化合物是由幾種元素組成。單質中的元素是游離狀態的；化合物中的元素是固定狀態的。

〔例題一〕4重量單位的甲元素與7重量單位的乙元素組

成某化合物。問甲元素10克能否與乙元素18克化合？爲什麼？  
應生成化合物幾克？爲什麼？

〔解〕1. 根據定比定律：

$$4 : 7 = 10 : x \quad x = 17.5$$

所以甲元素10克只能與乙元素17.5克化合。

2. 根據質量不減定律：

$$10 + 17.5 = 27.5$$

所以應生成化合物27.5克。

〔例題二〕燃燒一定重量某碳氫化合物，得到碳酸氣3.3克和水2.7克。已知碳酸氣中碳與氧的重量比爲3 : 8，水中氫與氧的重量比爲1 : 8。試求此碳氫化合物的重量及其中碳與氫的重量比。

〔解〕1. 碳酸氣3.3克中含碳：

$$3.3 \times \frac{3}{3+8} = 0.9 \text{克}$$

2. 水2.7克中含氫：

$$2.7 \times \frac{1}{1+8} = 0.3 \text{克}$$

3. 根據質量不減定律，此碳氫化合物的重量應爲：

$$0.9 + 0.3 = 1.2 \text{克}$$

4. 此碳氫化合物中碳與氫的重量比應爲：

$$0.9 : 0.3 = 3 : 1$$

由此可見，根據定比定律的計算是用不到化學式的。

定比定律是化學上又一條基本定律。它從本質上指出純



淨物質(單質和化合物)與混和物的不同。

但是,不能從定比定律得出這樣的結論:凡是組成相同的物質都是同一種物質。因為互為同分異構體的幾種化合物(例如乙醇和甲醚),儘管有相同的組成,却不是同一種物質(由於結構不同)。即使組成相同的同素異性體(例如金剛石和石墨),也不能認為是同一種物質(是不同的單質)。

### 三、倍比定律\*

倍比定律是英國化學家道爾頓在18<sup>o</sup>3年左右所得的結論。

“如果兩種元素相互化合而生成幾種化合物,則在這些化合物中,與一定重量甲元素相化合的各乙元素的重量,互成簡單的整數比。”

[例題一]甲烷中含碳75%和氫25%,乙烯中含碳85.71%和氫14.29%。試用這些數據說明倍比定律。

[解]1.與氫1份重量化合的碳的重量為:

$$\text{在甲烷中: } 75 \div 25 = 3 \text{ 份}$$

$$\text{在乙烯中: } 85.71 \div 14.29 = 6 \text{ 份}$$

2.所以,與氫一定重量化合的碳的兩種重量成為:

$$3 : 6 = 1 : 2$$

[又解]1.與碳1份重量化合的氫的重量為:

$$\text{在甲烷中: } \frac{25}{75} = \frac{1}{3} \text{ 份}$$

$$\text{在乙烯中: } \frac{14.29}{85.71} = \frac{1}{6} \text{ 份}$$

2. 所以，與碳一定重量化合的氫的兩種重量成爲：

$$\frac{1}{3} : \frac{1}{6} = 2 : 1$$

由此可見，根據倍比定律的計算也用不到化學式。

倍比定律不但適用於兩種元素的情況，而且也適用於兩種以上元素的情況。

〔例題二〕硫酸、亞硫酸與焦硫酸的組成如下，試用以說明倍比定律。

亞硫酸中含： 氫2.456% 硫39.061% 氧58.482%

硫 酸中含： 氫2.055% 硫32.688% 氧65.255%

焦硫酸中含： 氫1.131% 硫35.994% 氧62.874%

〔解〕1. 與 1 份重量氫化合的硫的重量爲：

在亞硫酸中：  $39.061 / 2.456 = 15.904$ 份

在硫 酸中：  $32.688 / 2.055 = 15.906$ 份

在焦硫酸中：  $35.994 / 1.131 = 31.824$ 份

2. 所以，與一定重量氫化合的硫的三種重量成爲：

$$15.904 : 15.906 : 31.824 = 1 : 1 : 2$$

3. 與 1 份重量氫化合的氧的重量爲：

在亞硫酸中：  $58.482 / 2.456 = 23.811$ 份

在硫 酸中：  $65.255 / 2.055 = 31.754$ 份

在焦硫酸中：  $62.874 / 1.131 = 55.591$ 份

4. 所以，與一定重量氫化合的氧的三種重量成爲：

$$23.811 : 31.754 : 55.591 = 3 : 4 : 7 \text{ (除以 } 7.94 \text{ 所得)}$$

從上面的例子可以看到，倍比定律可以看作定比定律在

相同元素的不同化合物方面的推廣。從倍比定律也可以看到，質變是由量變所引起的，而引起質變的量變乃是跳躍式的突變。

#### 四、當量定律\*

當量在以前稱為化合量。元素當量的定義如下（化合物的當量以後再講）：

某元素與 8 重量單位的氧或 1.008 重量單位的氫相化合時，或從化合物中與此量的氧或氫相互置換時所需的重量單位數，稱為該元素的當量。

〔例題一〕從下列各化合物的組成，計算除氫以外的各元素的當量：

化合物	碳	氯	硫	鈉	氧	氫
甲烷	75%					25%
氯化氫		97.26%				2.74%
硫化氫			94.12%			5.88%
氫化鈉				95.83%		4.17%
水					88.89%	11.11%

〔解〕1. 氫的當量約為 1 重量單位，因而碳的當量約為：

$$75 \div 25 = 3 \text{ 重量單位}$$

2. 同樣，可以求得各元素當量的數值如下：

碳	氯	硫	鈉	氧	氫
3	35.5	16	23	8	1

從這些例子可以得出當量定律如下：

“各元素相互化合時的重量，與它們的當量成正比例。”

從這些例子也能看出，當量定律可以看作定比定律在同一元素與其他各種不同元素作用方面的推廣。再說，元素既然可以按幾種重量比相互化合，那末，同一元素在不同的化合物中就有不同的當量了。可見當量定律和倍比定律也是有關係的。所以，不但各種物質發生變化的數量是相互聯系着的，而且關於物質變化數量的規律也是相互聯系着的。

根據當量定律的計算，用不到化學式，也用不到化學方程式。

〔例題二〕砷有兩種氧化物：一種含砷65.2%，另一種含砷75.8%。試求砷的兩種當量，並用以說明倍比定律。

〔解〕1. 在前一種氧化物中砷的當量為：

$$65.2\% : (100 - 65.2)\% = x : 8 \quad x = 14.98$$

2. 在後一種氧化物中砷的當量為：

$$75.8\% : (100 - 75.8)\% = x : 8 \quad x = 25.06$$

3. 這樣，與等量的氧化合的砷的兩種重量成爲：

$$14.98 : 25.06 = 3 : 5$$

這是符合於倍比定律的。

當然，在中學化學的計算中，很多是可以運用正比例的，而且中學學生也習慣於運用這種方法。有些學生說：用比例法進行計算，好像可以少動腦筋。正因為如此，有些時候他們把比例式立錯了，因而得不到正確的結果。許多教師的經驗證明：不立比例式而直接進行計算，可以推動積極思維，可以

培养具体分析问题的能力。这是值得提倡的。在上面几个例题中，並沒有都用比例法，而且以后將更少运用。如果讀者还不習慣，可看下面关于求解上一例題的說明：

既然(100-75.8)%的氧和75.8%的砷化合，那么：

1重量單位的氧就應該和 $\frac{75.8}{100-75.8}$ 重量單位的砷化合。

8重量單位的氧要和 $\frac{75.8}{100-75.8} \times 8$ 重量單位的砷化合。

当量定律也有这样的意思：

“分別与等量甲元素化合的乙、丙兩元素的重量比，也就是乙、丙兩元素直接化合时的重量比。或分別与等量甲元素化合的乙、丙兩元素的重量比，和乙、丙兩元素直接化合时的重量比，有簡單的整数关系。”

[例题三]举例說明当量定律。

[解]1. 从下列化合物的組成可見，分別与等量甲元素化合的乙、丙兩元素的重量比，也就是乙、丙兩元素直接化合时的重量比。

	氯的量	氮的量	鈉的量
氯化氮中：	35.46	1	
氯化鈉中：	35.46	:	23
氮化鈉中：		1	23

2. 再从下列化合物的組成可見，分別与等量甲元素化合的乙、丙兩元素的重量比，和乙、丙兩元素直接化合时的重量比，有簡單的整数关系。

氯的量	氮的量	氧的量
-----	-----	-----

氯化氫中：	35.46	：	1		
水		中：	1	：	8
二氧化氮中：	35.46	：			32
$\frac{35.46}{8} : \frac{35.46}{32} = 4 : 1$					

從這個例題，可以更清楚地看到當量定律與定比定律及倍比定律之間的關係。

以上所講的四條基本定律中，質量不減定律和定比定律是最基本的兩條。

## 二 原子分子學說

### 一、原子分子學說

就化學發展的歷史來說，原子分子學說是在基本化學定律等的基礎上建立起來的。但是在中學化學中，却是從物理現象和化學現象的基礎上先形成分子概念和原子概念，然後才講物質不減定律和定比定律。這是因為這樣可以使得初中學生容易理解的緣故。例如一入芝蘭之室就聞到香氣，足見有香氣的物質是由眼睛看不見的很小的分子集合而成的，而且分子是不斷運動的。又如以氧化汞的分解為例，很明顯，在氧化汞分子中決不能含有汞分子和氧分子；但是在氧化汞分子中又必然含有能以構成汞分子和氧分子的更小顆粒，即汞原子和氧原子。這樣，自然比從基本化學定律來形成分子和原子概念，要容易得多。

有了分子和原子概念，又可使中學學生更好地理解基本化學定律。

〔例題一〕怎樣用分子和原子觀點來解釋基本化學定律？

〔解〕1. 在化學反應中，如果每一種原子的個數和質量都不會變動，那末，反應前各物質的質量之和等於反應後各物質的質量之和(質量不減定律)。

2. 如果一種純淨物質所含的分子都是一樣的，同種分子所含原子的種類和個數都是一樣的，而且同種原子的質量又都是一樣的，那末，每一種純淨物質各有其一定不變的組成(定比定律)。

3. 如果同種原子的質量都是一樣的，而且各種分子中所含幾種原子的個數又都是簡單整數，那末，與同重量甲元素化合的乙元素的幾種重量，成爲簡單的整數比(倍比定律)。

4. 如果同種原子的質量都是一樣的，而且各種原子又都按照一定的個數比相互結合，那末，各元素相互化合時的重量，與它們的當量成正比(當量定律)。

從上面這個例題可以看到，只有認爲分子和原子各具有如上所說的一些特點，這種認識才能正確地反映所有的化學事實。這些特點就是原子分子學說的基本論點，它們是從許許多多事實中概括出來的。

原子分子學說有如下的基本論點：

(1) 分子是純淨物質的最小個體，只有在化學變化的過程中分子才分裂成爲原子。原子是元素的最小個體，在一般化學變化中，原來的原子不能變成新的原子。

(2) 同一種純淨物質所含的分子都相同，但不同於另一種純淨物質所含的分子。同一種元素所含的原子都相同，但不同於另一種元素所含的原子。

(3) 在化學變化的過程中，原來的分子分裂成爲原子，原子重新結合而成新的分子。

原子分子學說是全部化學的理論基礎，要講化學文字和化學計算，也不能不從它出發。

〔例題二〕試從原子和分子觀點來區別：純淨物質與混和物、化合物與單質、單質與元素、物理變化與化學變化。

〔解〕

名 詞	分 子	原 子
1. 混 和 物 純淨物質	含有幾種分子 含有一種分子	
2. 化 合 物 單 質		其分子由幾種原子構成 其分子由一種原子構成
3. 單 質 元 素	指分子說	指原子說
4. 化學變化 物理變化	原來的分子變成新的分子 原來的分子不變成新的分子	

## 二、氣體反應體積定律

關於分子和原子，早在1741年羅蒙諾索夫就已經提出“基質”和“微粒”的概念了。



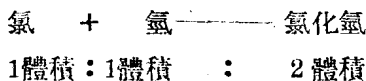
他說：“基質是物質的一部分，不能是任何其他更小的和同它不一樣的物質構成”。“微粒，如果是由同一數目的同一種基質按同一結合方式構成的，那末，它們便是相同的”。如果把“微粒”換上分子，“基質”換上原子，羅蒙諾索夫所下的定義就像現代物理和化學中關於原子和分子的概念一樣。

由於羅蒙諾索夫的觀點遠遠超過了當時一般科學家的水平，不能為當時學者所理解，因而沒有得到應有的重視。1803年道爾頓提出了化學中的原子假說。由於道爾頓以及當時許多化學家頑固地抗拒接受分子概念，直到1860年原子分子學說才取得最後的勝利。

要敘述這一段發展經過，首先必須提到法國科學家蓋呂薩克所發現(1804—1808)的氣體反應體積定律。

“參加反應的以及反應後生成的各氣體體積之比，都是簡單的整數比。”

根據這條定律的計算，到第四章中再談，這裏先對它解釋一下。蓋呂薩克自己就企圖解釋這條定律，他假設同溫度同壓力時，同體積的各種氣體中都含有相同數目的原子。按照他的假設，以氯化氫的合成為例，一體積的氯和一體積的氫就只能生成一體積的氯化氫，因為一個氯原子和一個氫原子只能構成一個氯化氫複雜原子。然而實驗事實却是一體積的氯和一體積的氫生成兩體積的氯化氫：



足見只用原子觀點是不能解釋這類事實的。