

構成物質的基本原理

基礎化學

審定者：陳國成



銀禾文化事業有限公司



新世紀

015

新世紀叢書

基礎化學

江苏工业学院图书馆

藏书章

銀禾文化事業公司印行



015

新世紀叢書

基礎化學

主 編：新世紀編輯小組
審 定 者：陳國成
出 版 者：銀禾文化事業有限公司
發 行 人：陳俊安
總 經 銷：銀禾文化事業有限公司
地 址：和平東路2段96巷3-1號
電 話：7335575・7335576
郵 撥：0736622-3
定 價：新台幣60元
新聞局登記證局版台業字第3292號
1987年11月四版
■版權所有・不准翻印■

目錄

第一章	化學家使用的方程式	1
	原子的秤量	3
	預言的化合物	6
	化學方程式	7
	平衡的反應	16
第二章	酸與鹼	19
	簡單的定義	20
	氫離子濃度	24
	指示劑的應用	27
第三章	氫——到處都有的元素	33
	「易燃的空氣」	34
	氫和金屬	37
	用氫「還原」	41
	哈伯和戰爭	43
第四章	活潑的元素——氧	47
	來自空氣的氧	48
	氧化劑	51
	腐蝕的原因	53
	氧的同素異形物	56
	供給太空人呼吸的氧	59
第五章	氮——難以處理的炸藥	61

	氨的製造	63
	炸藥與火箭燃料	66
	氧化物與酸	69
	人造纖維	74
第六章	有用的鹵素	76
	比較模式	76
	關於氟的一些事實	79
	氯的化學性質	80
	氯的製備	81
	氯化化合物	83
	溴和碘	88
第七章	門得列夫遺漏的元素	91
	元素的探求者	92
	太陽光譜	95
	霓虹燈	98
	空氣中的氬	100
	化學的基石	103
第八章	化學發展簡史	105
	煉金術	106
	藥物方面的化學發展	108
	化學終成爲一種科學	109

氧氣的發現	110
近代化學的開始	111
無機化學的發展	112
有機化學的發展	114
物理化學的發展	115
放射活性的發現	116
今日化學	117

第一章 化學家使用的方程式

不按照食譜，沒有一位好廚師願意烘製餅乾，因為擔心所得結果不知如何。同樣地，缺少了方程式和化學式，也沒有一位優秀的化學家願意製造化合物。因為結果可能招致不幸。

化學是一門研究物質的學問。化學家希望知道物質是由什麼組成的？他們反應如何？他們如何變化？化學家也試著去了解這些化學變化為何如此發生？如何方能加以控制呢？譬如我們生活中常用的合成纖維、塑膠、藥物以及許多有用物質的發明就是由於以往對某些化學變化的認識而導致。由於這些化學知識、科學家才得以發展出核能、火箭燃料及化學方法產生電力。

化學變化無時無地不在發生。像鐵生鏽變成棕紅色的物質；煤燃燒變成灰燼與氣體；我們每天吃的食物在體內也同樣進行著一連串的變化。電池內的化學變化產生電力。汽油的化學變化供應了汽車的動力。打雷時，每一次閃電都引趨空氣中的化學變化——氮氣與氧氣結合，所產生的物質溶解於雨滴而落下地面，植物遂利用它來作為肥料，再進行其他的化學變化。

欲了解化學變化是怎麼一回事，就必須先掌握住一些化學的基本概念。世界上每一樣東西都是由一種或多種叫化學元素的基本物質組成。像碳、鐵、氧和汞（水銀）是大家都很熟悉的元素。每一元素又由一些叫原子的小東西組成。每一元素的原子都與其他元素的原子不同。

數個原子結合在一起即形成一種新的化學單位——分子。例如兩個氧原子結合在一起就是氧分子。當屬於兩種或更多種不同元素的原子結合在一起所生成的物質就叫化合物。例如水就是由氫和氧兩種元素組成的一種化合物。一個水分子由一個氧原子兩個氫原子組成。

每當元素結合成化合物時就發生了化學變化。由於這些化學變化而使得所生成化合物的特性與原組成元素的性質有所不同。例如家庭常用的食鹽是一種化合物，它的性質就與組成食鹽的氯和鈉兩元素性質不同。鈉是一種柔軟，銀白色的金屬，可用小刀來切割；氯則是一種有毒的黃綠色氣體。當氯和鈉以化學方式結合時就生成了食鹽——一種顆粒狀的白色物質，使我們食物增加風味。

化學家另有一套特別的術語和符號來給每一樣物質命名。例如化學式可表示出這物質是由那些元素組成；化學程式則可表示出化學變化是如何發生的。化學家也

發展出一些理論來解釋為什麼該物質具有這樣的特性。化學家的工作也常與、理、生物、天文及其他自然科學有關。他們主要的目的是研究自然，希望因此而更了解我們周圍的世界。

化學在其大部分的歷史中，曾經是一種未能解釋製造方法和令人可疑之處方的大雜燴。傳統上對一個化學家的描寫認為是在實驗室中虛擲光陰，每天在試管中將惡臭物質混合在一起，看看有何結果發生？雖然這樣是有些言過其實，然而也不會差得多遠。

這並不意指在1900年以前的研究人員只是盲目的蠻幹，對其努力沒有實際科學上的根據。相反的，他們常常正確地明瞭他們在做些什麼，並且對於許多重要的定律和觀念，遠在諸如電子、軌道及原子核被研究出以前，即以他們的研究結果發展而得。量子力學和20世紀原子理論的發展，使他們的觀念更容易被了解，因此也變得更為有用。

18和19世紀所出現之最重要觀念，有兩種：原子量和化學式。當一齊被引來形成連貫而合乎化學的化學構造時，它們變成現代化學家最有力的工具之一。

原子的秤量

原子的「秤量」工作並非是隨意指定。原子是那麼

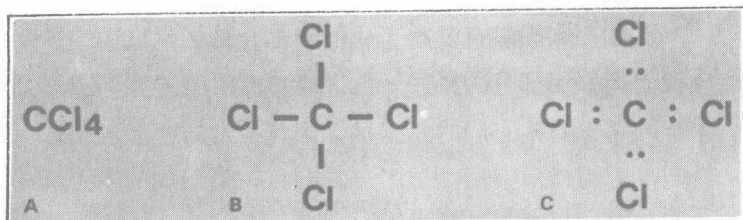
的小，因此縱然是最精細的天平也無法期望來秤量一個原子。早期的化學家也發現，將一些元素，大量的秤量，然後將結果以所含的原子數目除之也沒用處，因為當時沒有計算原子數目的方法。然而卻有從氣體化合物來決定相對原子量的方法。

例如，氨是包括三個氫原子和一個氮原子的化合物，適當的實驗可以證明氮離子在此化合物中稍微小於五倍的三個氫離子的重量；因此，變成氮離子稍微大於14倍用來組成氨的每一個氫原子的重量。由於氫是所有元素中最輕的元素，在1900年以前的化學家們乃隨意指定1，於是氮正好超過14。

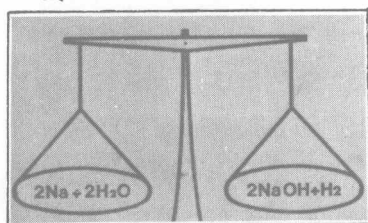
依此方法，所有的元素可以將氫當作標準來比較，因為原子量是一種比率而非像磅、盎司或公克等之數量，所以是不需要單位的。由於在決定相對重量的過程中，用氧比用氫來得更方便，最後還是以氧來代替氫作為標準。為了避免任何原子量小於1，乃隨意將氧定為16，以便使氫變成1.008。在1961年原子量表重新修訂一次，當時是以碳12，一種碳的同位素當作基準。

從1900年以前的化學家傳下另外一種有用的觀念——化學式——它並非只是一些長化學名稱的縮寫方法而已，同時也能夠正確說明化學化合物的化學成分。

例如，二氧化碳（此氣體是綠色植物光合作用的原



分子式 (A) 表示元素及其結合比例。構造式 (B) 表明元素是如何在元素之間相互連接。電子式 (C) 是另一種構造化學式。



化學方程式必須平衡，對於左邊的每一種元素 (反應物) ，右邊必須要有相等物 (生成物) 。

始材料) 的化學式是： CO_2 。這樣可以告訴化學家該化合物是由一個碳原子和兩個氧原子組成的。另外一種非常重要的化合物是 H_2O 或謂水。水是兩個氫原子和一個氧原子的化學組合物。其他的化學式則更為複雜，譬如 CaSO_4 ， H_2SO_4 和 K_2CO_3 ，然而它們都具有相同的功用

正確地告訴化學家他所處理的是些什麼，以減輕他的負擔。

從完全相反的觀點也可以獲得化學式的觀念：從元素出發來決定最後的化合物，而非觀察化合物是由何種元素組成。

例如，氫和氯反應將生成什麼化合物？從量子理論，我們得知大部分的原子，爲了穩定性，帶有太多或者太少的電子圍繞它們的原子核，因此，當結合形成化合物時，它們常常交換電子，一直到每一個形成的離子具有最穩定的足額電子數爲止。

預言的化合物

一原子的原子價數表示該原子在形成化合物時，能夠接受或釋放的電子數目。所形成的離子是以靜電力結合在一起。氫的原子價是+1（即在最外層可以釋放一個電子），氯的原子價是-1（即須尋求一個電子以填滿最外層）。因此，當條件適當時，氫可以給氯一個電子，結果形成HCl或謂氯化氫。

同樣的方法也可以絲毫不差地適用於稍微複雜的化合物上。假定某一個人不知道水就是 H_2O ，因此問了一個問題：「氫和氧反應產生什麼化合物？」再次地，氫的原子價是+1，氧的原子價是-2，首先，我們試一試HO式子，顯然這樣是行不通的，因爲氧只獲得一個電子，其實需要兩個。顯而易見的解決方法是再加一個氫，使它成爲 H_2O 。由此兩個氫原子皆擺脫自己不必要的電子，然後氧原子從氫原子從，每個氫一個，獲取自身缺少的兩個電子。



柏濟利河斯 (1779 – 1848) 現代化學的創始者之一，他對於化學上的貢獻是化學符號和化學式的現代體系的發展。

原子價的觀念不僅用於簡單的元素，同時對於根亦能適用。根是元素的羣聚體，作用如同一個單位。一些普通的根譬如氫氧根 $(\text{OH})^{-1}$ ，硫酸根 $(\text{SO}_4)^{-2}$ ，和碳酸根 $(\text{CO}_3)^{-2}$ 等，寫在上面的數字表示根的原子價。

鈣和硫酸鹽反應產生什麼化合物？鈣（骨骼的一種成分）的原子價是 + 2；硫酸根的原子價是 - 2。因此鈣的兩個電子正好足夠滿足硫酸根，於是生成的化合物是硫酸鈣， CaSO_4 。

化學方程式

那麼鈣和氫氧化物結合將有什麼事情發生呢？鈣依然擁有兩個電子以供轉讓，可是氫氧根只能從中接受一個。因此鈣不與一個氫氧根，而改與兩個氫氧根結合，形成氫氧化鈣， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，俗稱消石灰。

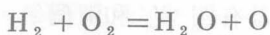
爲了兩種原因，對於化學式和原子價的這種解釋是頗爲過度的簡化。第一，並非所有的原素都是彼此交換電子結合（離子鍵）。一些僅是共用電子（共價鍵），在那種情形下化學式的預測可能會更趨複雜。事實上，水是一種共價化合物，但是它的正確化學式，就吾人了解，可以從離子方面的考慮來推論。第二，根，不像元素，在正常情況下並不獨立存在，它和化合物有密切的關係。爲了製備包含某一種化學根的新化合物，通常必須撬開另外的化合物以獲得此化學根。

從這種討論照預料的一樣，大部分的化學反應多多少少可以包括在內，因此化學家要將全部的程序寫成化學方程式的形式。

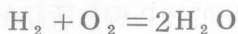
讓我們回頭以水當作例子：它的化學式是早爲人所知的 H_2O ，並且由研究得知氫和氧都是雙原子氣體（每分子包含兩個原子），因此人們很容易寫成 $\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ ，在此 H_2 和 O_2 表示氫和氧是雙原子分子。可是，乍看方程式，發現有些不對。假定化學方程式和數學方程式具有同樣的意義（在相當範圍內是同樣的），那麼所有左邊的元素必須等於所有右邊的元素。在此，的確左右兩邊都具有兩個氫原子；可是左邊是兩個氧原子，而右邊卻只有一個氧。

對此不相等的一種解決方法是在右邊附加一個額外

的氧：

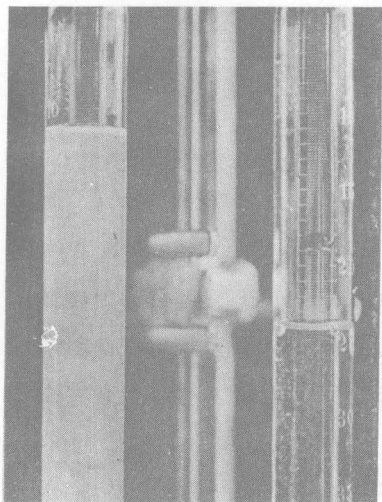


可是，氧從來不會像此單獨存在。另外可能的解決方法是造成兩個水分子而非只有一個：

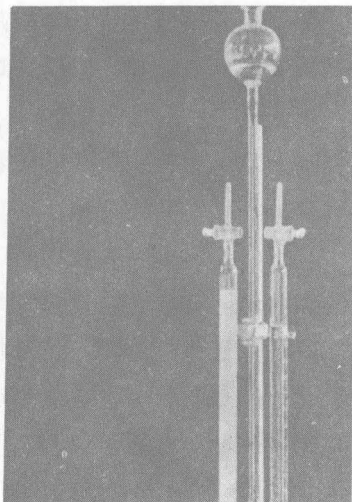


現在任何一邊都有兩個氧，但是右邊有四個氫（每個水分子具有兩個）而左邊只有兩個。

假定先試試兩個氫分子：



氫的體積（右邊）大約是氧的體積（左邊）的兩倍，有如化學式 H_2O 所示。雲霧狀傳氣泡上升至頂端造成的。



電流通過水，會使水分裂變成氫和氧。

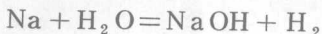


這時候它平衡了：兩邊都有四個氫和兩個氧。

我們剛剛做完的方法叫做平衡一個方程式，對於更複雜的反應，左右兩邊漫無計畫的比較計巧是相當的令人討厭。為此原因，更有用的技巧例如所謂的氧化還原法已被發展出來了。Redox是「氧氧還原」的簡稱，這種字彙的選擇略為不適合，因為氧不見得全都出現在平衡方程式之中。「氧化」是指原子價數。氧之還原主要是根據原子價及保持交換電子的觀念。對於相當簡單的反應而言，漫無計畫的技巧也可能像氧化還原法一樣有用。

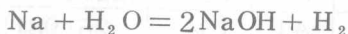
為了明瞭化學式和方程式的概念，讓我們以一種典型的反應從頭到尾說起。

當金屬鈉掉入水中時，它反應劇烈，產生氫氧化鈉和氫氣。首先，為了決定氫氧化鈉的化學式，必須知道鈉的原子價是+1，氫氧根則為-1。因此氫氧化鈉的化學式是NaOH，氫能形成雙原子氣體，所以很有理由的來推想方程式應該是：

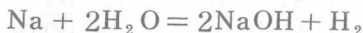


此方程式並未平衡：左邊有兩個氫而右邊則有三個。既然每個水分子一定含有兩個氫，在左邊不可能有非偶數的氫原子，因此唯一的辦法是將右邊的氫數目變成偶數

。現在右邊的三個氫，可以用兩個氫氧化鈉分子來變成四個：



可是現在右邊有四個氫，左邊只有兩個，因此可以試一試：



在此還有一個問題，現在右邊有兩個鈉，左邊只有一個，因此下一步驟是增填另一個鈉原子然後獲得：



完成方程式平衡之後，對於化學而言可說做了很多的事情，然而稍微再努力一些，則可做更多的事情。例如，考慮已經平衡的方程式 $2\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ 。瀏覽一下原子量表可以發現碳的原子量是12。氧大約16。因此二氧化碳 (CO_2) 的分子量是 $12 + 16 + 16 = 44$ 。假若實際的重量單位，例如克，附在此數目之上，則二氧化碳的克分子量是44克。

問題：需要多少的水（呈水蒸氣）來製備44克的二氧化碳？答案：氫的原子量是1（近似值），氧的原子量是16，因此水的克分子量是 $1\text{克} + 1\text{克} + 16\text{克} = 18\text{克}$ ，由平衡的方程式可知每一克分子量的二氧化碳需要兩克分子量的水，因此需要 $2 \times 18\text{克} = 36\text{克}$ ，答案是，爲了製備44克的二氧化碳，必須從36克的水開始。