

06-293C<sub>2</sub>

初級自然科学丛书

# 化学符号、化学式 和化学方程式

树 成 編 著

17

江苏人民出版社

# 目 录

一、化学中的几个基本概念	( 1 )
什么是物质	( 1 )
物质是由什么构成的	( 3 )
物质的种类	( 5 )
原子与分子的重量	( 8 )
二、化学中的基本规律	( 12 )
物质不灭定律	( 12 )
定比定律	( 12 )
倍比定律	( 13 )
三、化学符号	( 15 )
什么是化学符号	( 15 )
化学符号的发展经过	( 17 )
化学符号	( 19 )
化学符号的意义	( 20 )
化学符号——化学上的共同语言	( 20 )
怎样应用化学符号	( 21 )
四、化学式	( 22 )
什么是化学式	( 22 )
怎样写化学式	( 22 )
化学式代表分子	( 24 )
化学式代表分子量	( 25 )
怎样求得化学式	( 27 )

測定化學式的一般步驟 .....	( 29 )
由化學式可以得出化合物的百分比組成 .....	( 30 )
由化學式可以求出一定量的某化合物中所含元素的 重量 .....	( 32 )
化學式的意義 .....	( 33 )
<b>五、化學方程式</b> .....	( 34 )
什麼是化學方程式 .....	( 34 )
怎樣寫化學方程式 .....	( 35 )
原子價 ( 化合價 ) .....	( 37 )
化學反應式的種類 .....	( 40 )
化學方程式平衡方法 .....	( 41 )
根據化學方程式可以解決的問題 .....	( 44 )
化學方程式的意義 .....	( 51 )

# 一、化学中的几个基本概念

## 什么是物质

物质是什么呢？桌子、锅、书本这些能不能叫做物质呢？

桌子、锅、书本不能称为物质，这些东西只能称为物体，因为它们具有一定的大小和形状。但是做桌子的木头，做锅的铁，印成书的纸，都是我们所说的物质。同样地，一盏火油灯，我们也不能叫它为物质，因为一盏火油灯是用各种不同的材料做成的，但灯里的火油，做灯罩的玻璃，都是物质。

自然界里的一切物体都是由物质构成的。构成地球、太阳及一切星球的是物质，一根针、一滴水也是物质构成的。物质是具有重量的，占有空间的。很多物质是能够看得见的，能够触得到的；但是也有一些物质是看不见的，如空气中所含的各种成分的气体。

化学不是研究物体的。不论是铁锤、铁锤、铁锹、铁钉、还是铁刀，从化学观点上来看，它们都是铁做的，而不是研究它们的大小和形状；也不管是玻璃灯泡、玻璃瓶还是玻璃窗，它们都是玻璃做的，而不去研究它们的大小和形状。但是，对于铁、玻璃等物质，便是化学所要研究的对象。

## 物质的形态

自然界虽然有形形色色的物质，但是可以把这许多物质分成为固体、液体及气体三种形态。固体、液体及气体，我们

叫做物質的三種形態(或簡稱物質三態)。

物質的三種形態有着完全不同的一些性質，有些物質可以任意變成其中任何一種形態。例如水是液體，但當溫度降低到 $0^{\circ}\text{C}$ 以下時，水就結成冰，這時水不再是液體，而是固體了；如果溫度升到 $100^{\circ}\text{C}$ ，水便沸騰而變成水蒸氣，這時水不再是液體狀態，而變成氣體了。這樣由一種物質形態變成為另一種物質形態，純粹是物理變化，而不是化學變化。

### 怎樣認識物質

我們怎樣去認識這些物質呢？怎樣知道這種金屬是鐵，那種金屬是銅？這種氣體是氧氣，那種氣體是氫氣呢？

化學家能夠認識這些物質，因為各種不同的物質，各有不同的特征。這些特征就是它們的物理性質和化學性質。換句話說，要認識物質，必須知道：

(1) 這個物質有些什麼特征；

(2) 這個物質可以與其它什麼東西起作用。

物質的物理性質告訴了我們：這個物質是什麼形態，是固體呢？液體呢？還是氣體呢？是什麼顏色，是紅的呢？還是黑的呢？……是具有什麼氣味，是香味呢？還是臭味呢？

……此外，它還告訴了我們，這個物質的熔點、沸點、重量、硬度、溶解度等等。

化學性質是告訴了我們：這個物質的性質、組成、結構以及與其它哪些東西起作用，或者這個物質遇到熱、光或遇到電以後，它會起什麼樣的變化等等。

化學家是根據物質的物理性質和化學性質來認識世界上各種物質的。

## 物質的兩種變化

在我們的面前，每天都有許多非常奇妙的物質之間的變化。物質的變化可分成爲化學變化與物理變化兩種。

鐵放在潮濕的地方，很快就會生鏽，失去原有的光澤，變成紅褐色鐵鏽；鐵和鐵鏽的性質就不同了。煤和木材燃燒，最後變成爲灰燼；煤、木材和灰燼的性質也不同了。水稻由土壤與空氣中吸取了養料，結出稻穀；從土壤和空氣里吸取的養料和稻穀也完全不同。

最初的鐵、煤、木材等物質都變成了另外一種與原來完全不同的新的物質。這種物質前後性質完全不同的變化，即改變物質間組成的變化，我們叫做化學變化。化學變化，通常叫做化學反應。

碗打破了，石頭壓碎了，鐵塊磨成鐵粉，但是不管它們碎得多么大、多么小，它們仍舊是造成碗、石頭、鍋的材料，這些物質的性質絲毫沒有改變，只不過由大塊破碎成小塊。象這樣物質組成不改變的變化，我們叫做物理變化。

化學主要是研究物質的化學變化，物質的物理變化是不十分注意研究的。

## 物質是由什麼構成的

### 什麼是分子

自然界里的一切物體都是由物質構成的，那末物質又是由什麼構成的呢？

物質是由一個個小顆粒組成的。這些小顆粒不是連結在一起的，而是相互間有空隙。這些顆粒雖然很小，但是它們仍

旧保持了物质原有的化学性质。

这种小颗粒，叫做“分子”。

分子是在不断运动着的。我们在一杯水里，加进一些糖，这杯水就成了糖水，任何部分都是有甜味的。这就说明了：糖的分子在水里不断地运动，糖分子分布在水的各个部分；也说明了：水分子之间是有空隙的，一般可以理解为：糖分子钻进了水分子间的空隙里。

### 什么是原子

一切物质都是用分子组成的，那末分子又是由什么组成的呢？

其实，分子本身也是很复杂的，分子还可以再分成更小的粒子，这种粒子叫做“原子”。

换句话说，分子是由原子组成的。

原子虽然很多，但是所有的原子的性质是不一样的，它有许多种类，例如有氢原子、硫原子、铁原子，等等。

原子很小，肉眼是看不到的。如果能够把一万万个氢原子连接起来，也只要一厘米长。

### 分子和原子的关系

把分子和原子区别清楚是很重要的。

分子是由更小的粒子——原子组成的。有的分子是由两个或两个以上的相同的原子组成的，例如氢分子是由两个氢原子组成的。有的分子是由两个或两个以上的不同的原子组成的，例如水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的。

分子是由原子组成的，分子在化学反应中能继续分成原子，而原子在化学反应中却不能再分了。

## 原子——分子說的要点

說明物質是由分子原子構成的理論，叫做原子——分子說(或原子——分子論)。它在化學上是具有很重要意義的。總括前面幾段，原子——分子說的要点如下：

(1) 一切物質都由分子所組成。

分子是物質的最小微粒，它仍舊保持原來物質的成分和一切化學性質。

(2) 分子是由更小的微粒——原子所組成的。

原子是組成分子的最小微粒。

(3) 原子和分子都處在不斷的运动狀態中。

## 物質的種類

我們已經說過，可以把物質分為固體、液體及氣體三類。這是根據物質的狀態來分的。但是這樣的分法，仍舊不便于研究化學，所以我們應該從物質的本質上來分類。

## 元素

自然界里有各種不同的原子存在着，每一種原子的重量和化學性質都不同。

具有一定化學性質的同種原子，叫做化學元素。

元素有硫、氫、銅、氧、氯、汞、鉀等等。

到現在為止，地球上已經發現了一百多種元素(見表一)。這許多種元素，構成了自然界里形形色色的物質。

硫酸銅、氧化銅、氯化銅是不是一種元素呢？

硫酸銅是由硫原子、氧原子及銅原子所構成的；氧化銅是



由氧原子和銅原子所构成的；氯化銅是由氯原子和銅原子所构成的。

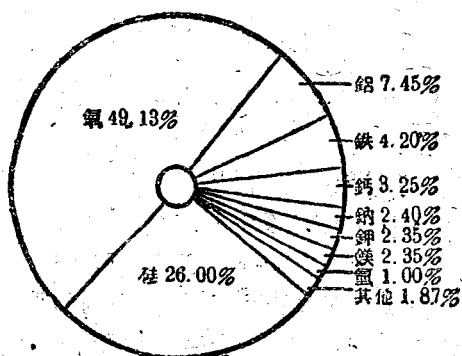
根据元素的定义：这三种东西都不是元素。因为它们是由不同化学性质的原子所构成的。但是这三种东西里都有銅原子，这个銅便是一种元素。这是因为不论是金属銅，硫酸銅中的銅，氧化銅中的銅或者是氯化銅中的銅，它們都是由具有同一化学性质的銅原子所构成。同样地，氧、硫、氯也各是一种元素。

氯酸钾、氯化钾及氧化钾是不是元素呢？

氯酸钾是由氯原子、氧原子及钾原子构成的；氯化钾是由氯原子和钾原子所构成的；氧化钾是由氧原子和钾原子所构成的。

根据元素的定义，这三种东西也都不是元素，但是这些物质中的钾是一种元素。同样地，氧、氯也各是一种元素。

地球上发现的100多种元素，如果以100份来计算，氧元素就占了49.13%，几乎占一半；其次多的为硅元素，占26.00%；再其次为铝、铁、钙、钠、钾、镁和氢等元素。这九种元素，它們



图一：地壳外层元素的分佈

总共就約占了全地壳的98%，其余的九十多种元素只約占2%（图一）。

現在再談談元素的中文命名的原則。

(1)“气”字头：表示这个元素是气体状态物质，如氫、氧等。

(2)“氵”或“水”字旁：表示这个元素是液体状态物质，如溴、汞等。

(3)“金”字旁：表示这个元素是固体状态的金属物质，如金、鉄、銅等。

(4)“石”字旁：表示这个元素是固体状态的非金属物质，如碘、硫、磷等。

从这种命名表示法中，很容易看出物质的形态。

### 什么是单質

氫、氧、碘、磷、金、銀、銅、鉄、錫、鉛等，我們用化学方法不能再把它們分成两种或两种以上的不同物质，也不能由其它两种或两种以上不同的物质制造出来。这样的物质就叫做单質。也就是說，单質是由同一种元素的原子所組成的，例如氧分子是由氧元素的原子組成的；再如銅分子是由銅元素的原子組成的，也是单質。但氯化銅中的銅，氧化銅中的銅或硫酸銅中的銅，只能說它是銅元素，而不能說它是单質。

### 什么是化合物

硫酸銅、氧化銅、氯酸鉀、氧化鉀或氧化汞等不是元素，也不是单質，那么它們是什么样的物质呢？

元素虽然只有一百多种，但是这种元素与另外一种或几种元素結合起来，却构成了許多各式各样的物质，例如銅、硫、

氧三种元素结合起来就构成了硫酸铜；氧与铜二种元素结合起来就构成了氧化铜；氧与汞二种元素结合起来就构成了氧化汞；氯、氧、钾三种元素结合起来就构成了氯酸钾等等。象这样由两种或两种以上不同元素所构成的一种新的物质，叫做化合物。

例如硫粉与铁粉混合加热，经过化学变化以后，就得到一种灰黑色的粉末。这种粉末乍看起来，很象铁粉，但仔细看一下就可以发现，它的光泽没有铁粉那样显著；更重要的不同地方是这种灰黑色的粉末不再被磁铁所吸引，因此，可以肯定的说这种物质不是铁粉；但也不是硫粉，因为硫粉是很容易熔化的，而这种灰黑色的粉末是不易熔化的。这就说明了：原来的铁粉与硫粉经过化学作用后，就失去了原有的性质，而变成另外一种性质完全不同的新的物质硫化亚铁了。硫化亚铁就是化合物，它是由硫与铁两种元素化合而成的。

### 混合物是什么

我们从自然界所获得的或者工厂里制造出来的大量物质，常常既不是纯粹的单质，也不是纯粹的化合物，而是一种单质与另一种单质、或者是化合物与化合物、或者是单质与化合物混和起来的東西。例如糖与面粉，盐与水，水泥与砂子，可以按任何比例拌起来；空气是氮、氧与其它一些气体的混和物。像这样的东西，化学上叫做“混合物”。

### 原子与分子的重量

#### 原子量

原子的重量是极小的。如：

065-79C2

06-293C2

一个氢原子的重量=0.000,000,000,000,000,000,000,001,67克。

一个氧原子的重量=0.000,000,000,000,000,000,000,026,57克。

一个铁原子的重量=0.000,000,000,000,000,000,000,093,126克\*。

不管原子的重量是怎么样的小，我們仍能想出办法来测量出原子的重量。

在相同的温度与相同压力下，相等体积的气体所含有的分子数量是相等的。这个原理是亚佛加德罗发现的，所以叫做亚佛加德罗学说。根据这个原理，在相同的温度与相同的压力下，取一公升的氢与一公升的氮，衡量出一公升的氮比一公升的氢重多少倍，就是一个氮原子比一个氢原子重多少倍。由于化学家长期的研究，知道了各种元素的分子中所含原子的数量，所以可以把各种元素的原子重量加以比较。

所谓原子量，就是各种元素的原子的比较重量。要注意，这里只是说“比较重量”。所谓“比较重量”就是各种原子的重量是氧单位的几倍。为什么要用比较重量呢？这是因为原子的重量太小了。举个例子来说明吧，卖面粉时决不会以“一粒”面粉的重量作为衡量单位的；如果是以“一粒”面粉的重量作单位，那末这对卖面粉的人来说是太费事了，而且这样做是没有意义的，因此通常是以“斤”做单位。同样道理，由于原子的重量是那么小，一律用原子实际重量，不但非常麻烦，而且是没有意思的。所以化学家选择了一种既方便而又能表示原子重量的单位。这个单位就是“氧单位”。一个“氧单位”等于一个氧原子重量的 $\frac{1}{16}$ 。“氧单位”与“克”、“斤”、“吨”等同样

\* 克是重量的单位。1斤=500克。1两=31.4克。

是重量的单位，所不同的就是它的重量是很小的。

由此可见，氧的原子量=一个氧原子重量=16“氧单位”；氢的原子量=一个氢原子的重量=1.008“氧单位”；铁的原子量=一个铁的原子重量=55.9“氧单位”；铜的原子量=一个铜原子重量=63.5“氧单位”。

在表示原子量的时候，通常是把“氧单位”三个字省略去的。

把各个元素的原子与氧原子比较以后，就构成了表一中所列的各种元素的原子量。由表一中可看出，各种元素的原子量是不相同的。

## 分子 量

分子量的选择也应和原子量一样，要选择一個方便的数值。因为氧是最重要的一种元素，因此很自然又选择它作为标准。但是给它什么数值是最适当呢？

如果氧的分子量规定为1，那么我们知道，一升氧的重量是1.429克。假使各种气体的分子量是由用1.429除各种气体一升的重量而求得的话，那么就得出这样结果：氧、氢、氮三种分子的比较重量分别为1, 0.0629, 0.875。为了避免分子量是小于1的数值，如果把氧的分子量规定为16，那末氢、氮的分子量分别是： $16 \times 0.0629$ ,  $16 \times 0.875$ 。这样氧、氢、氮的分子量分别为16, 1.008, 14.01。这样一来，分子量就都大于1了。但因为将氧的分子量规定为32比16更好，所以化学家就规定氧的分子量=32，同样，氢的分子量=2.016，氮的分子量=28.02了。因此现在全世界的化学家都是以32为氧分子量，其它各种气体的分子量均以它作为比较来测定。要求出各种气体的分子量，只要求出该气体在 $0^{\circ}\text{C}$ 与一个大气压力时，即所

謂在标准状况下22.4升的重量就可以得出了。

### 原子量与分子量的意义

由前面几段可以总括出：

元素或化合物的分子量是这个元素或化合物的分子与氧分子相比较的重量，而氧的分子量规定为32。

元素的原子量是这个元素的原子与氧原子相比较的重量，而氧的原子量规定为16。

在化学计算上，时刻要用到分子量与原子量，因此我们应当把原子量与分子量的意义搞清楚。

### 什么是克原子与克分子

我们在前面是用“氧单位”做原子量和分子量的单位的，但是“氧单位”仍旧太小，如果改用“克”来做原子量、分子量的单位，这时原子量就叫做克原子，分子量就叫做克分子。这样，氧的克原子不是=16氧单位，而是16克了；氢的克原子不是1.008氧单位，而是1.008克了。同样地，水的克分子不是18氧单位了，而是18克了；氧化汞的克分子不是216.6氧单位，而是216.6克了。

## 二、化学中的基本規律

### 物質不灭定律

当一大堆木头燒成一小堆灰的时候，大部分的木头到哪儿去了？吃下去的飯菜消化了以后，大部分的食物到哪儿去了？把白糖放在水里的時候，这些一粒一粒的白糖又到哪儿去了？世界上的一切物質是从哪儿来的呢？会不会无中生有呢？而这些物質是不是又无影无踪地消灭了呢？

对于这些問題，俄罗斯偉大的科学家罗蒙諾索夫給了我们答复，他說：发生于自然界中的一切变化都有这样一种共同情况，在某一物体中减少了多少，在另一种物体上就加上了多少。因此，如果在一个地方少掉了某一些物質，在另一个地方就增加了同样多的一些物質。这个定律是說：世界上各种物質，都不能无中生有，也不能被消灭。

罗蒙諾索夫发现的这条定律，在化学上叫做“物質不灭定律”。这是化学上的最基本的規律，化学就是建立在这一条規律上的。

这个規律可以簡單用下面的話来敘述：参加化学反应的物質的总重量，永远等于化学反应后生成的物質的总重量。

### 定比定律

在十八世紀，法国化学家普勞斯特用从西班牙和日本取来的硃砂，做了許多同样的分析，結果他发现来自不同地方的

硃砂，有同樣的組成；如果取100克的硃砂作分析，結果硃砂里總是含有86.2克的水銀和13.8克的硫黃，就是說硃砂里總是有86.2%的水銀和13.8%的硫黃。

他又取不同地方的氯化銀作分析，結果也是同樣情況，不論什麼地方取來的氯化銀，它們都是由75.3%的銀和24.7%的氯組成的。

對於來自各個地方的純淨的水，也做了同樣地分析，結果發現不論什麼地方的水，都是由11.1%的氧和88.9%的氫組成的。

同一樣的東西，它們的組成是固定的，這引起了普勞斯特的注意，後來，他發現了定比定律，他說：化合物是有一成不變的組成，不問這個化合物來自何處；也不依時間和取得它的方法而改變。

定比定律可以簡單地說成：凡組成化合物的各種成分的比都有一定的。

## 倍 比 定 律

英國化學家道爾頓，在用他自己創立的原子說從理論上去解釋定比定律時，他發現了與定比定律有血緣關係的另一規律——倍比定律。

倍比定律的內容是：由甲乙二元素生成二種或二種以上的化合物時，與甲元素的一定量化合的乙元素的量，互為簡單的整數比。

這個定律是什麼意思呢？

下面用簡單的例子來說明：

照下列的表看來，如果以甲的一定量(12)為標準，則乙的



化 合 物	元 素	
	甲(碳)	乙(氧)
一 氧 化 碳	12	16
二 氧 化 碳	12	32

量在一氧化碳中为16,而在二氧化碳中为32,它們的简单的整数比例是1:2。

后来,有两个化学家用实验证明了倍比定律。他们分析了100克的二氧化碳,发现碳和氧的比例为:

碳……………27.27%

氧……………72.73%

稍后,这两个化学家中的一个化学家又发现:224.683克的一氧化碳和128.367克的氧化合起来能生成353.050克的二氧化碳;所以100克的二氧化碳应该是由:

一氧化碳……………63.64%

氧……………36.36%

组成的。在上面,我们已知27.27克的碳和72.73克的氧化合生成100克的二氧化碳,如果,这27.27克的碳和63.64—27.27=36.37克的氧化合时,则应生成63.64克的一氧化碳。从这两数的比例就可以看出:

$$\frac{72.73}{36.37} = \frac{1.9997}{1}$$

这1.9997对1的比例,可以看做是2:1。

这个实验也证明了倍比定律。