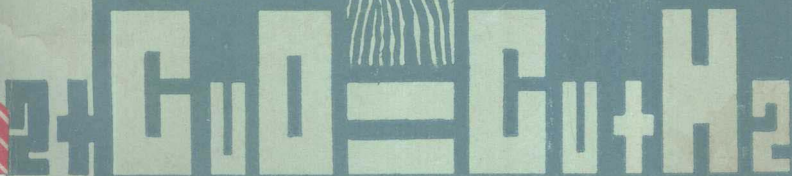


化学式和化学方程式



江西人民出版社

化学小丛书

化学式和化学方程式

江西大学 吴高信

江西人民出版社

化学式和化学方程式

江西大学 吴高信

江西人民出版社出版

江西省新华书店发行 江西印刷公司印刷

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张3 字数45,000字

1973年12月第1版 1973年12月第1次印刷

印数: 1—30,030

统一书号: 7110·6 定价: 0.22元

恩格斯语录

运动是物质的存在方式。无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。

编 者 的 话

本书共两篇，第一篇是化学式，有两章，第二篇是化学方程式，有四章。

编写这本《化学式和化学方程式》，是为了帮助具有初中文化水平以上的读者掌握无机化学的化学式写法，和有关的一些基本概念及基本原理，懂得化学式、化学反应的理论和实际意义，以便进一步了解化学变化的实质，反应的进程，各种条件对化学反应的影响，以及化学反应过程可能具有的性质。这样，我们就能有意识地控制化学反应过程，不断地提高产品的产量与质量，多快好省地建设社会主义。

例如氨是作氮肥的原料，但它是怎样制成的呢？当我们了解了化学变化的实质、反应的进程，各种条件对化学反应的影响之后，我们便知道，氮气跟氢气在有铁作催化剂和高温高压的条件下，可以直接化合成氨。根据同样原理，人们正在研究利用辐照方法从空气中固定氮生产合成氨。

编写过程中，省教材编写组、师院化学系、江大涂维等同志提了许多宝贵意见，在此表示感谢。限于编者的水平，内容可能会有错误，热烈欢迎读者予以指正。

一九七三年二月

目 录

第一篇 化学式

第一章 化学式

- 一、单质和化合物····· 1
- 二、元素和元素符号····· 2
- 三、化学式····· 3

第二章 化学式写法

- 一、单质的化学式写法····· 4
 - 1. 单质的化学式写法····· 4
 - 2. 原子结构····· 6
- 二、化合物的化学式写法····· 8
 - 1. 化合物的化学式写法····· 8
 - 2. 分子的形成····· 9
 - 3. 化合价····· 11
 - 4. 氧化物的化学式写法····· 15
 - 5. 碱的化学式写法····· 16
 - 6. 酸的化学式写法····· 17
 - 7. 盐的化学式写法····· 18

第二篇 化学方程式

第一章 化学方程式

- 一、化学方程式·····24
- 二、平衡化学方程式的方法·····25

第二章 化学反应的基本类型

- 一、化合反应·····28
- 二、分解反应·····31
- 三、置换反应·····36
- 四、复分解反应·····39

第三章 电解质溶液里离子的反应

- 一、生成气体的反应·····43
- 二、生成沉淀的反应·····45
- 三、生成弱电解质的反应·····46

第四章 氧化还原反应

- 一、氧化还原反应·····54
- 二、还原剂和氧化剂·····56
- 三、氧化还原反应的分类·····58
- 四、氧化还原反应方程式的配平·····59

附 第二篇练习的答案

- 第一章 练习一·····65
- 第二章 练习二、三、四、五·····66
- 第三章 练习六·····67
- 第四章 练习七·····71

第一篇 化学式

第一章 化学式

一、单质和化合物

世界是物质的，自然界里的一切物体都是由运动着的物质构成的。物质的种类很多，目前，人们发现世界上物质的总数已经超过了三百万种以上。

毛主席教导说：“**我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导，一进了门就要抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法。**”虽然物质的种类很多，但所有的物质都是由分子构成的，分子又是由原子组成的。分子是物质能够独立存在的最小微粒，它保持着这种物质的化学性质。原子是构成分子的微粒，它是参加化学反应的基本微粒。

有些物质的分子，是由同种元素的原子构成的，例如氧气、氢气等。物质分子是由同种原子构成，这种物质称为单质。

同种元素的原子不仅能够形成一种单质，而且能够形成多种单质^①，例如由同一种碳元素的原子就可以构成碳黑、石墨和金刚石等不同的单质。

有些物质的分子，是由两种或两种以上的元素的原子

构成的，例如水、尿素等。由两种或两种以上元素的原子构成的物质的分子叫做化合物。

二、元素和元素符号

人们经过长期的生产斗争和科学实验，发现组成自然界里各种各样物质的原子的种类并不是很多的。在无色的氧气的分子里，在白色的氧化镁的分子里，在蓝色的氢氧化铜的分子里，都含有氧原子。不论是单质分子里的氧原子，还是化合物里的氧原子，都是同种的。因此，我们把同种的原子叫做元素。从原子结构来看，元素就是具有相同核电荷的一类原子的总称。到目前为止，人们发现的元素总共有105种，据有的国家透露，存在112号元素。有的国家用电子计算机计算，认为自然界里存在着114号和164号元素。

为了学习和研究的方便，在化学上，各种元素都用符号来表示。每种元素的符号就是它的拉丁文名称的第一个字母，或者再附加一个字母。例如氧用“O”表示，铁用“Fe”表示。有些元素的命名是有根据的。当科学家发现某种元素时，有的是根据元素的性质命名的，如溴（bromine），即“恶臭”的意思；镭（radium），意思是射线的给与者；有的是用以纪念自己的国家，如钌（ruthenium），意思是俄罗斯；镓（gallium），意思是法国；有的是根据星球来命名的，碲（tellurium）是“地球”的意思，硒（Selenium），是“月亮”的意思。

元素符号一般具有下列几种意义：1.表示一种元素；2.表示这种元素的一个原子；3.表示这种元素的原子量；

4. 表示这种原子的克原子量等。

各种元素都有各自的名称。为了便于识别，我们现在用的元素名称，是按金属、非金属以及它们在通常状况下存在的气态、液态和固态三种状态，分别加“气”、“液”、“石”、“金”（汞除外）等字旁。

在金属元素里，汞是在常温时唯一的液态金属元素。由于铯（Cs）和镓（Ga）容易发生过热现象，铯在28℃，镓在30℃呈液态，其它金属在通常状况下都呈固态。

非金属元素，常温时氢、氮、氧、氟、氯及惰性气体呈气态存在；溴是唯一的液态非金属元素；硼、碳、硅、磷、砷、硫、硒、碲、碘和砒呈固态存在。

我们知道，根据物质的名称，不一定能确切地知道这种物质的组成，这对化学的学习和研究是很不方便的，既然有了代表元素的符号，那么，由元素组成的单质和化合物的分子也就能够用元素符号表示。

三、化学式（分子式）

分子式就是用元素符号来表示物质分子的组成的式子。任何一个分子式都不是凭空写出来的，而是通过多次的精密实验的结果推算出来的。但是，到目前为止，还有一些物质的分子式，例如氧化铜、氧化亚铜等等无法搞清楚。因此，我们只好将它们的分子式写成最简式： CuO 、 Cu_2O 。

从现代物质结构理论来看，很多物质难于用分子式确切地表示，这是因为分子的概念已较过去有所发展。例如金属是由金属离子、金属原子和流动着的电子构成的。因

此可以说，整块金属就是一个分子。无机盐类大都是离子晶体，在阳离子四周包围着阴离子，同样，在阴离子四周包围着阳离子，根本无所谓分子。在这种情况下，分子式这个名称就不确切了，通常用化学式这个名称来代替。对于一些物质，化学式有时可以和分子式相同，有时可以不同。用分子式还是用化学式，要看使用目的而定。例如表示固态白磷可以用元素符号P，但要计算白磷蒸气的体积时，当温度在800℃以下时必须用 P_4 ，800℃时白磷开始分解为双原子的分子，就必须用 P_2 。P是属于化学式、 P_2 、 P_4 才是分子式。硫在不同温度下有 S_2 、 S_4 、 S_6 、 S_8 等分子存在， S_2 、 S_4 、 S_6 、 S_8 都是分子式，一般用化学式S表示。在通常状况下，水分子常呈缔合状态 $(H_2O)_2$ 、 $(H_2O)_3$ 等，一般以化学式 H_2O 表示水分子。通常我们都把分子式写成最简式。

第二章 化学式写法

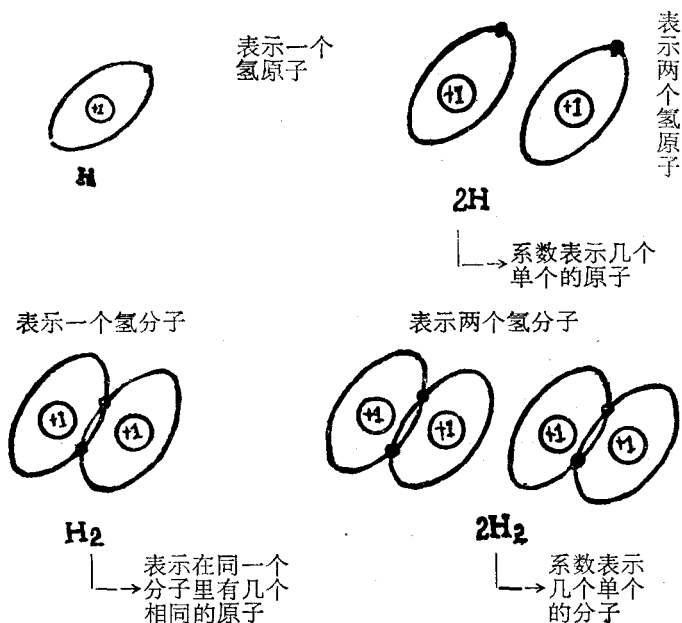
一、单质的化学式写法

1. 单质的化学式写法

写单质分子的化学式时，先写元素符号，然后在元素符号的右下方写一个小的数目字，表示这种单质的一个分子里所含原子的数目。

通常状况下，气态物质的分子，例如氢、氮、氧、氟、氯等，它们的分子各含有两个原子，所以这些单质的化学式分别为： H_2 、 N_2 、 O_2 、 F_2 、 Cl_2 。惰性气体氦、氖、氩、

氦、氖和氩的分子只含有一个原子，是一个单原子的分子，所以这些单质的化学式分别为：He、Ne、Ar、Kr、Xe、Rn。如果把氢、氮、氧、氟、氯的化学式写成H、N、O、F、Cl或者写成2H、2N、2O、2F、2Cl就错了。前者是表示它们的单个原子，后者是表示2个单个的原子。正确的写法是：H₂、N₂、O₂、F₂、Cl₂。现在用氢元素的原子构造示意图说明如下：



液态物质溴的分子含有两个原子，化学式是Br₂，汞的化学式是Hg。

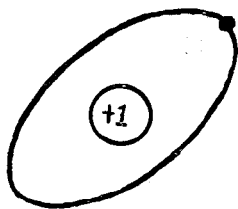
固态物质锂(Li)、钠(Na)、钛(Ti)等等金属元

素和碳（C）、硅（Si）等等非金属元素，除了碘的化学式是 I_2 外，一般都把它们看着是由单原子构成的分子，直接用元素符号表示这些单质的化学式。

为什么惰性气体是单原子的分子，而其它气体的分子含有两个或两个以上的原子呢？要弄清这一问题，必须了解原子内部的结构。

2. 原子结构

我们知道，原子是非常小的，结构却很复杂。任何元素的原子均由原子核和核外运动着的电子所构成。在原子中心有一个原子核（简称核），核外的电子绕着原子核以极高的速度按照一定的轨道运行着。原子核带正电荷，电子带负电荷。它们之间存在着静电引力，互相吸引着。由于原子核所带的正电荷数，恰好等于核外的电子数，所以原子显中性。氢原子是最简单的原子，氢的原子核带有一个单位的正电荷，它的核外只有一个电子。



H

氢原子构造示意图

在原子核外高速运转的电子，并不是完全相同的，这主要是说各个电子都有特定的能量。能量较低的电子在离核较近的空间出现的机会多，能量较高的电子在离核较远的空间出现的机会多。所以，在原子核外，根据电子能量的高低，由里向外，依次分成 1、2、3……电子层。离核最近能量最低的为第一电子层，比第一电子层能量高的

电子依次分布在第二、第三……电子层上去。

原子核外的电子分布，一般有着下面的规律：

1. 原子核外电子的分布通常是在能量较低的电子层上；

2. 在第 n 层电子层里，电子数目最多是 $2n^2$ 个。因此，第一电子层最多只能容纳 2 个电子，第二电子层最多只能容纳 8 个电子，第三电子层最多只能容纳 18 个，第四电子层最多只能容纳 32 个。如果某一电子层里容纳了这一电子层可以容纳的最多的电子数，那么这一电子层就叫做饱和电子层。否则，就是不饱和电子层；

3. 任何元素的原子，最外电子层上的电子不能超过 8 个，次外电子层上的电子不能超过 18 个。

根据以上规律，就能画出一些简单元素的原子结构示意图。下面是 2 号、10 号元素的原子结构示意图。



从上图可以看出，氦、氖等元素的原子核外各电子层分布的电子都已饱和，这种结构使原子的能量降到最低，叫做稳定结构。它们的原子极难得到或失去电子，因此，化学性质非常稳定，一般不参加化学反应，这就是它们的分子只含一个原子的原因。

氢气、氧气和氯气等为什么又是双原子的分子呢？我

们可以用氯分子的形成过程来说明。从氯原子的结构来看，它的核外有三个电子层，第一电子层上有2个能量较小的电子，第二电子层上有8个能量较大的电子，还有7个能量更大的电子分布在第三电子层上。它和氩原子的结构比较，在第三电子层上还少1个电子。由于氯原子的最外电子层上没有达到稳定结构，有着失去或获得电子形成稳定结构的趋势。因此，当两个氯原子相互碰撞时，每两个氯原子各以相对的力吸引对方的1个电子，使2个电子成为两个氯原子的共有电子时，这样就使每个氯原子的第三电子层上成为具有8个电子的稳定结构。共有的一对电子，同时为两个氯原子核所吸引，并且同时绕着两个原子核运转，因而把两个氯原子结合成一个分子。

氢气、氮气等单质的分子，一般是这样形成的，它们的电子式是：



这种原子和原子间通过共有电子对互相结合起来的化学键，叫做共价键。这种分子叫做原子型分子。

二、化合物的化学式写法

1. 化合物的化学式写法

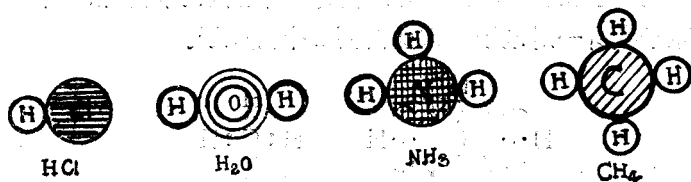
写某种化合物的化学式时，首先要知道这种物质含有哪些元素，以及这种物质的一个分子里各种元素的原子数。知道了物质的分子里有几种元素及各种元素的原子数，就可以写出组成这种物质的各种元素的符号，并在每一种元素符号的右下方写一个小的数目字，表示那种元素

的原子数。如果原子数是1，就不必标出。例如一个氯化氢分子含有1个氯原子和1个氢原子，所以氯化氢的化学式是HCl；甲烷分子含有4个氢原子和1个碳原子，所以甲烷的化学式是CH₄。

2. 分子的形成

为什么一个氯化氢分子里的1个氢原子只能跟1个氯原子结合，一个甲烷分子里的1个碳原子只能跟4个氢原子结合，而不跟1，2，3或5个以上的氢原子结合呢？这是因为一定数目的一种元素的原子，只能跟一定数目的其它元素的原子化合，这种性质叫做化合价。

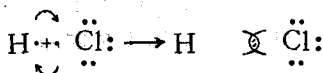
下面介绍几种氢的化合物的化学式：



分子示意图

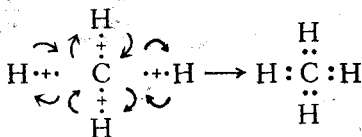
从以上氢的化合物的化学式可以看出，氯、氧、氮和碳四种元素的一个原子，分别跟氢元素的1，2，3，4个原子相结合。因为氢原子核外只有一个电子，在化学反应里，它最多只能失去一个电子，氯原子核外最外电子层上有7个电子，需要获得一个电子才能达到稳定结构。当氢原子和氯原子碰撞在一起时，两个原子各以相对的力吸引对方的一个电子，使2个电子成为两个原子的共有电子对，为两个原子核所吸引，并且同时环绕着两个原子核运

转，因而把两个不同的原子结合成为一个分子。由于氯原子核对共有电子对的吸引力大于氢原子核对共有电子对的吸引力，共有的一对电子偏向氯原子一边。这种由不同种元素的原子结合而形成分子时，共有电子对偏向其中一种非金属性较强的原子，这种原子键叫做极性键。



氯化氢分子形成过程示意图

碳原子核外最外电子层上有4个电子，它具有获得或失去4个电子才能达到稳定结构的趋势。在一定条件下，当氢原子和它互相碰撞时，而每一个氢原子只能和一个碳原子共有一对电子，因此需要4个氢原子。



甲烷分子形成过程示意图

由同种元素的原子结合而形成的分子，由于共有电子对正好在两个原子的正中，因此两个原子都不显电性。这种原子键叫做非极性键。氧气、氢气等是典型的非极性分子。甲烷也是属于非极性分子。显然甲烷分子中每一个C—H键是极性键，但因为分子结构对称，整个分子正负电荷中心重合，所以不显极性。

性质极不相同的元素，如典型的金属与典型的非金属元素的原子，又是怎样结合成分子的？这时最外电子层上