

无机化学

燃料化学工业出版社

无机化学

(根据化学工业出版社纸型重印)

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

中国青年出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

* * *

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 8 插页 1

字数 173 千字 印数 1—110,050

1974 年 4 月新 1 版 1974 年 4 月第 1 次印刷

* * *

书号 15063·1085(化-172) 定价 0.58 元

根据广大读者要求，将原上海市化工局技工学校与大连化学工业公司技工学校合编的技工学校教材略加修改，重印，供初学的同志学习参考。

全书共分十二章。包括化学的基本概念和定律、原子结构、元素周期系、溶液、电离理论、化学反应速度和化学平衡、及络合物化学和放射化学的基础知识；在卤素、氧和硫、氮和磷、碳和硅及金属等章，尽量结合工业生产作了简明扼要的叙述。书末还附有实验、常用的数据和附表。

目 录

緒論	1
第一章 化学的基本概念和定律	3
第一节 原子-分子論	3
第二节 化合价、化学方程式	5
第三节 化学基本定律	8
第四节 化学反应的主要类型	10
第五节 克原子、克分子、气体克分子体积	11
第六节 阿佛加德罗定律、气体分子量的計算、在非标准 状况下气体分子量計算	17
第七节 应用分子式和化学方程式的計算	20
第二章 无机物分类	24
第一节 金属、非金属和惰性气体	24
第二节 氧化物	25
第三节 碱类	27
第四节 酸类	29
第五节 盐类	31
第六节 无机物相互之間的关系	32
第三章 原子結構	37
第一节 原子結構	37
第二节 元素的同位素	41
第三节 分子的形成和化学鍵	43
第四节 氧化-还原反应	48
第五节 放射性	51
第四章 卤素	56
第一节 氯	56

1100913

第二节	氯化氢和盐酸	60
第三节	溴、碘、氟	64
第四节	卤族元素的通性和特性	66
第五章	化学元素周期律和元素周期表	70
第一节	化学元素周期律	70
第二节	化学元素周期表	74
第三节	周期表的意义	79
第四节	元素周期律与原子结构	80
第六章	溶液	85
第一节	溶液	85
第二节	溶解过程中的放热现象和吸热现象	86
第三节	饱和溶液、不饱和溶液	88
第四节	溶解度	89
第五节	溶液的浓度	92
第六节	悬浊液、乳浊液和胶体溶液	95
第七章	电离	98
第一节	溶液的导电性	98
第二节	电离学说的基本概念	99
第三节	电解质的电离平衡 电离度	102
第四节	酸、碱、盐分子在溶液中的电离	104
第五节	水的电离 pH 值	106
第六节	离子反应	107
第七节	盐类的水解	111
第八节	当量浓度及其计算 酸碱滴定	112
第九节	电解和它的应用	116
第八章	氧和硫	122
第一节	氧	123
第二节	硫和它的化合物	126
第三节	硫酸和它的工业制法	131

第四节	硫酸盐.....	134
第九章	化学反应速度和化学平衡	137
第一节	化学反应速度.....	137
第二节	影响反应速度的主要因素.....	138
第三节	化学平衡.....	141
第四节	化学平衡的移动.....	144
第十章	氮和磷	148
第一节	氮.....	149
第二节	氮和它的工业制法.....	150
第三节	硝酸及硝酸盐.....	154
第四节	磷及其重要化合物.....	159
第五节	化学肥料.....	161
第十一章	碳和硅	165
第一节	碳.....	165
第二节	碳的无机化合物.....	168
第三节	碳酸盐 纯碱的工业制法.....	171
第四节	硅、硅的化合物及硅酸盐工业.....	175
第十二章	金属	181
第一节	金属的概論.....	181
第二节	鈉、鉀.....	191
第三节	鎂和鈣.....	196
第四节	鋁.....	200
第五节	鉄.....	203
第六节	其他重要金属.....	206
第七节	絡合物.....	206
化学实验		216
实验总則		216
实验一	简单仪器的認識和使用	217
实验二	溶解、加热、过滤、蒸发、結晶、干燥——粗盐	

的提純.....	223
实验三 氢气的制法、性質.....	227
实验四 氯气的制法、性質活性炭的吸附.....	231
实验五 溶液的配制.....	233
实验六 金属活动性順序 硫酸的性質.....	235
实验七 酸碱滴定 pH 試紙的使用	237
实验八 酸、碱、盐的相互反应.....	240
实验九 离子的檢驗.....	242
附录	245
附表 1 最重要的一些元素的名称、符号和原子量.....	245
附表 2 酸、碱和盐的溶解性表.....	246

緒 論

人类經過长期的生产劳动，在跟自然斗争的过程中，积累了丰富的关于自然界的知識，逐步掌握了自然界的物質变化道理，并且經過无数次生产实践和提高，創立和发展了自然科学。化学就是自然科学中的一門。

化学是研究物質的組成、性質、变化及变化規律的一門科学。我們应用这門科学就能控制物質的变化：变无用为有用；变小用为大用；变一用为多用；变有害为有益。这样，我們就能达到利用自然和改造自然的目的。在現代生活中，特别是在生产活动中，化学起着极其重要的作用。它会帮助我們創造出新的产品和为这些产品开辟新的来源和用途，促进整个国民經济的发展，丰富人們的生活。

化学与国民經济各部門有着很广泛的联系，例如：为了机器制造业的发展，我們需要優質的鋼；为了交通运输业的发展，我們需要多种燃料；为了大力提高农产品的产量，我們需要大量的化学肥料和农葯；为了更好地滿足人們生活上的需要，我們要求大量制造建筑用的水泥、衣着用的合成纖維、医葯葯品和仪器等等。这些产品的生产都离不开化学反应和化学过程。由此可見，化学的研究和应用，其重要性将与日俱增。

学习化学必須注意物質的制法、性質和用途，并找出它們三者之間的关系。我們知道，物質的用途決定于性質，而制法跟性質也是密切相关的。因此学习时，不要孤立地理解，更不要机械地按条文死記。

学习化学必須重視实验，認真操作，仔細观察和分析現象。用已有的知識去判断反应的结果，思考发生反应的原因。通过实验，我們能更牢固地掌握知識。

学习化学也象学习其他自然科学一样，必須貫徹理論联系实际的原則；使学得的知識密切地联系当前的生产实践，以便更好地为生产服务。

第一章 化学的基本概念和定律

我們在普通化学課本里，已經学习了一些化学基本概念和定律。在这一章里我們要重点复习和巩固这些学过的知識，并且再学习一些新的知識，为今后的学习打下基础。

第一节 原子-分子論

化学是研究物質的組成、性質、变化及变化規律的一門科学。化学的理論基础是原子-分子論。

1. 原子-分子論 分子論的基本內容可以簡述如下：

(1) 一切物質都是由分子組成的，分子是物質能够独立存在的最小微粒，它保持着这种物質的化学性質；

(2) 同种物質的分子在重量、大小和其它性質上完全相同；不同物質的分子在重量、大小和其它性質上都不相同；

(3) 一切分子都处于不断运动的状态；

(4) 分子相互間都具有間隔。

自然界中很多事实，象扩散現象、固体的熔化、液体的汽化和凝固、气体的液化等物理現象，都是分子真实存在和不断运动的証明。用电子显微鏡可以拍摄某些物質分子的照片，这是証明物質是由分子組成的最有力的証据。

在一般物理現象里，物質的分子沒有被破坏，所以物質也保持不变。分子是物質經過分割但不失去它的化学性質的最小微粒。在化学反应里，原来物質的分子受到破坏，生成新的物質的分子。

原子論的基本內容簡述如下：

(1) 物質的分子是由更小的微粒原子組成的，化學反應的實質是反應物質分子中的原子重新結合形成新的分子；

(2) 同種原子在重量、大小和其它方面的性質都相同；

(3) 一切原子都處於不斷運動的狀態。

2. 原子量、分子量 原子的重量是很小的，如以克作單位時，在實用上很不方便。因此化學上採用一個特殊的單位，即氧單位^①來表示。1 氧單位是氧原子重量的 $\frac{1}{16}$ ，

即 $0.000000000000000000000000166$ 克 (0.166×10^{-23})。1 克大於 1 氧單位的倍數，大約相當於地球重量大於一個人體重的倍數。用氧單位來表示的原子的重量，叫做原子量。原子量通常用 A 表示。如：

$$\text{氢 } A_{\text{H}} = 1.008 \quad \text{氧 } A_{\text{O}} = 16$$

分子量即分子的重量，也是用氧單位來表示的。知道某物質的分子組成，把它分子里所含原子的原子量總和求出就是它的分子量。分子量通常用 M 表示。如：

$$\begin{aligned} \text{硫酸 } \text{H}_2\text{SO}_4 M_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= 1.008 \times 2 + 32.066 + 16 \times 4 = \\ &= 98.082 \end{aligned}$$

通常表示原子量和分子量時，在數字後面並不注明單位。但必須注意，這個數字的單位是氧單位。

3. 元素、單質、化合物 具有一定化學性質的同種原子，叫做元素。元素是同種原子的總稱。如氧氣、水、生石灰的分子里都含有氧原子，這些氧原子的化學性質都是相同

① 過去，原子量和分子量是以天然氧的質量數等於 16 作基準的，因此引入了“氧單位”這一概念，即原子量和分子量均按“氧單位”計算。在 1961 年新的國際原子量表中，採用了碳-12 的質量數等於 12 作標準來代替天然氧等於 16 的標準。因此，原子量和分子量有所變動，但相差很小。本書編寫時，新標準尚未公布，仍採用氧等於 16 為標準，因不影響本課程的學習故未作修正。

——編者

的，都是属于同一种元素即氧元素。

根据物质分子组成的不同，可以简单地把物质分成两类。一类物质的分子是由同一种元素原子组成的，叫做单质。如氢气、铁、硫等。另一类物质分子组成复杂，它的分子是由不同种元素的原子组成的，叫做化合物。如水、硫酸等。

第二节 化合价、化学方程式

1. 化合价的概念 在化合物中，一种元素的原子是跟一定数目的其它元素的原子相化合的，元素的这种性质叫做元素的化合价。化合价是元素的一种重要的性质。化学上把氢原子的化合价定为化合价的单位。氢在跟其它元素生成的化合物里总是1价。1个氢原子不能跟一个以上的其它元素的原子化合。

元素的化合价可以根据在化合物里这种元素的一个原子跟几个氢原子相化合来决定。例如在HCl、HBr等化合物里，氯和溴都是1价；在H₂O、H₂S等化合物里，氧和硫都是2价；在NH₃、PH₃等化合物里，氮和磷都是3价；在CH₄、SiH₄等化合物里，碳和硅都是4价，等等。

氧在它的一切化合物里都是2价。所以根据氧的化合价也就能够知道其它元素的化合价。例如在Na₂O、K₂O等化合物里，可以知道钠和钾是1价；在CuO、CaO、MgO等化合物里，铜、钙和镁都是2价；在Al₂O₃、Cr₂O₃等化合物里，铝和铬都是3价；在SO₂、P₂O₅等化合物里，硫是4价，磷是5价。

有些元素在所有它们的化合物里，化合价都保持不变，这种化合价叫做不变化合价。例如钠和钾是1价，钙和镁是2价，铝是3价。有些元素在不同的化合物里，它们的化合

价是不同的,这种化合价叫可变化合价。例如碳元素在CO里是2价,在CO₂里是4价;硫在SO₂里是4价,在SO₃里是6价。这样的元素有它自己最高的化合价,象碳的最高化合价是4,氮的最高化合价是5,硫的最高化合价是6,氯的最高化合价是7。但是任何元素的化合价都没有超过8价的。

2. 化合价的运用 在化合物里元素的化合价分为正价和负价。例如在H₂O里,氢元素是正价,氧元素是负价。

由两种元素组成的化合物里,一种元素是正价,另一种元素是负价。由于在化合物里,氢元素通常都定为正价,氧元素通常都是负价,因此可以用氢元素和氧元素的正负化合价作为标准去推算其它元素在化合物里的正负化合价。例如在CuO里,铜元素是正价;在HCl里,氯元素是负价;在SO₃里,硫元素是正价。

在运用化合价时,必须注意以下几点:

(1) 一元素和别的元素化合成分子时,才显示出化合价,如在游离状态时,是没有化合价的,因此一切单质都是零价。

(2) 金属元素在化合物中显正化合价。

(3) 氧在化合物中显-2价;氢跟非金属化合时显+1价。

(4) 非金属跟金属或氢化合时显负化合价;非金属(氟除外)跟氧化合时显正化合价。

(5) 化合物分子中的元素(或根)是由正价的和负价的两部分组成的,正价总数和负价总数的代数和等于零。例如:





根据这一关系，可以从分子式中，由已知元素的化合价，求出另一种元素的化合价。如已知硫酸分子中氢是+1价，氧是-2价，即可求出硫的化合价。

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 +1 & 0 & -2 & \\
 \text{H}_2 & \text{S} & \text{O}_4 &
 \end{array}
 \end{array}
 \quad 2(+1) + x + 4(-2) = 0$$

$$x = +6$$

所以硫酸分子里硫的化合价是+6。

3. 化学方程式 用元素符号和分子式表示物质的化学反应的式子，叫做化学方程式。每一化学方程式都是根据实验结果写出来的，它表示的是一个真实的化学反应；还具体的表明了参加反应的物质（反应物）和反应后生成的物质（生成物）以及这些物质间的重量关系。

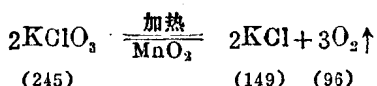
写化学方程式时应注意以下几点：

（1）把反应物的分子式写在式子左边，生成物的分子式写在式子右边。在左右两边中间划一短綫。

（2）调整分子式前面的系数，使左右两边每种原子个数相等，然后把短綫改成等号。这个步骤，叫做化学方程式配平。

（3）生成物是气体的，在分子式右边注“↑”号；生成物是沉淀的注“↓”号。但反应物和生成物都是气体时，生成物不注“↑”号。

（4）通常化学反应只有在一定条件下才发生。因此需要在化学方程式中，注明发生反应的条件。如加热和使用催化剂等。例如氯酸钾 KClO_3 受热分解的反应，用化学方程式表示如下：



这个化学方程式表示 2 个氯酸钾分子在受热时，并在催化剂二氧化锰 MnO_2 存在下，分解成 2 个氯化钾 KCl 分子和 3 个氧气分子。氯酸钾、氯化钾、氧气之间的重量比是 245:149:96。

第三节 化学基本定律

物质不灭定律和定组成定律都是化学基本定律。

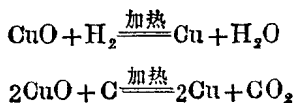
1. 物质不灭定律 物质不灭定律可以这样叙述：参加化学反应的各种物质的总重量，一定等于反应后生成的各种物质的总重量。例如金属在空气里灼热的时候，生成的金属氧化物的重量一定等于金属和跟金属化合的氧气的总重量。

在化学反应里物质的总重量不变，是因为原子在反应里既没有消失，也不转变成其他元素的原子的缘故。

原子在化学反应里不变，这可以通过实验来加以证实。如果我们在氧气流里加热铜，铜就变成了氧化铜〔图1—1，(1)〕。



氧化铜是一种黑色物质，跟金属铜完全不一样，这我们早就知道了。但是，当我们用氢气或碳来使氧化铜还原的时候，那末生成氧化铜所用去的铜是多少，还原出来的铜仍旧是多少〔图1—1，(2)〕。



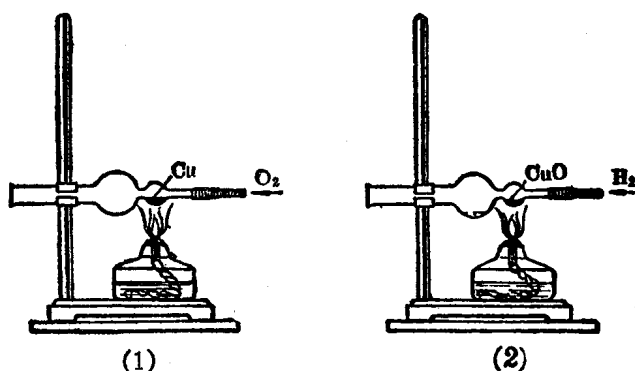
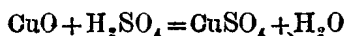
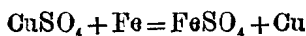


图 1—1 (1)铜跟氧气化合生成氧化铜，
(2)氢气把铜从氧化铜里还原出来

我們还可以用另外的反应来说明。使硫酸跟氧化铜起反应，生成硫酸铜：



再用铁去置换硫酸铜里的铜，那末置换出来的铜也跟生成氧化铜所用去的铜的量完全相等。

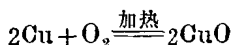


在任何一种化合物里，某一元素的含量是多少，那末可以从这种化合物里提取出来的这种元素的量也就是多少。这也就是说，元素在化学反应里保持不变——没有消失，也没有变成其它的元素。

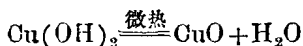
根据物质不灭定律可以知道物质在化学反应里的重量关系。化学方程式就是依据物质不灭定律写出来的。如果在化学反应里，只有某一种物质的重量还不知道，那末根据物质不灭定律就可以计算出这一种物质的重量来。例如，把1克铜粉放在坩埚中，在空气里加强热以后，就生成1.25克的氧化铜，那末跟铜化合的氧气的重量就是 $1.25 - 1 = 0.25$ 克。

物質不灭定律証明了自然界是永恒存在的。

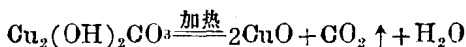
2. 定組成定律 定組成定律可以这样叙述：任何純淨的化合物在质的方面和量的方面都有固定的組成，不管它是用什么方法制取的。例如，我們知道氧化銅可以使銅在空气里加热来制取。



也可以加热氢氧化銅来制取：



又可以加热碱式碳酸銅来制取：



氧化銅还有其他的制法，但是不管用哪种方法制取的，它的組成总是一样。实验証明，氧化銅里銅元素跟氧元素的重量比总是64:16（精确地說是63.54:16）。根据前面所提到的实验，在空气里强热銅而生成氧化銅的时候，銅跟氧的重量比是1:0.25，这也就說明了：生成的氧化銅里銅元素跟氧元素的重量比是1:0.25或64:16。由于氧化銅有固定的組成，所以只用CuO来表示它。

化合物之所以具有固定的組成是因为組成这化合物的每一种元素的原子数是一定的，而每一种原子又是具有一定的原子量的。

第四节 化学反应的主要类型

物質的化学反应是多种多样的，但是化学反应的基本类型可以分成4种：

1. 化合反应 由两种或两种以上的物质的分子生成一种新物质的分子的反应，叫做化合反应。例如：