

中等专业学校试用教材

化 学

南京机器制造学校化学教研组 主编

机械工业出版社

中等专业学校试用教材

化 学

南京机器制造学校化学教研组 主编



机械工业出版社

化 学

南京机器制造学校化学教研组 主编

※

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

※

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $18 \frac{1}{2}$ · 插页 1 · 字数 454 千字

1979 年 8 月北京第一版 · 1979 年 8 月北京第一次印刷

印数 00,001—30,000 · 定价 1.40 元

※

统一书号: 15033 · 4828

编 者 的 话

一、本书是根据“中等专业学校《化学》（热处理专业用）教材编写大纲初稿（78年1月一机部在咸阳召开的教材会议上制订）”编写的，但在个别内容上略有调整。全书包括化学的基本概念和定律、物质结构与元素周期律、重要的无机物、溶液和电离、金属的腐蚀与防护、有机化合物、气体、化学平衡等八章以及实验十个，可供中专校热处理专业选作教材，也可供从事热处理生产的工人同志参考。

二、参加本书编写工作的有山东省机械工业学校石金声、重庆第二机械制造业学校顾占峰和南京机器制造学校顾克承，由顾克承主编。

三、在编写过程中，我们参考了人民教育出版社出版的中专《化学》历次版本和浙江大学等院校编著的《热处理化学》等书，在此谨向原编者致谢。此外还得到了咸阳机校、山东机校、重庆二机校和南京机校化学教研组的同志们提供的许多宝贵意见，以及其他有关同志的支援和帮助，也在此一并致谢。

四、编者水平有限，成书仓卒，缺点错误在所难免。热烈地欢迎来自各方的批评与指正。

编 者

一九七八年十一月

目 录

编者的话

绪言	1
第一章 化学的基本概念和定律	2
§ 1-1 原子-分子学说	2
§ 1-2 化合价、当量和化学反应的基本类型	4
§ 1-3 无机物的分类	6
§ 1-4 摩尔原子 (克原子)、摩尔分子 (克分子)	12
§ 1-5 气体的摩尔体积	14
§ 1-6 化学反应方程式及其计算 (气体的克分子体积)	16
习题	20
第二章 物质结构与周期律	23
§ 2-1 原子结构的基本概念	23
§ 2-2 电子云和电子的状态	24
§ 2-3 原子核外电子的排布	26
§ 2-4 核外电子排布的周期性	29
§ 2-5 周期律和周期表	33
§ 2-6 周期表中元素性质的递变	36
§ 2-7 周期表的应用	38
§ 2-8 分子的形成、化学键	39
§ 2-9 化合价的实质、极性分子、非极性分子	44
§ 2-10 氧化-还原反应	46
§ 2-11 晶体	49
习题	50
第三章 重要的无机物	53
§ 3-1 氟及其化合物	53
§ 3-2 硫及其化合物	57
§ 3-3 氮、磷及其化合物	62
§ 3-4 碳、硅及其化合物	67
§ 3-5 硼、铝及其化合物	75
§ 3-6 碱金属、碱土金属	78
§ 3-7 过渡元素	82
习题	90
第四章 溶液和电离	94
§ 4-1 溶解过程与溶解度	94
§ 4-2 溶液的浓度	97
§ 4-3 电解质的电离与电离平衡	102
§ 4-4 离子反应与热处理常用盐的鉴别	107
§ 4-5 盐类的水解	111

IV

§ 4-6 溶液的蒸气压	112
习题	118
第五章 金属的腐蚀与防护	121
§ 5-1 原电池	122
§ 5-2 电极电位	124
§ 5-3 电解	127
§ 5-4 金属的电化腐蚀	128
§ 5-5 防止金属腐蚀的常用方法	129
§ 5-6 钢铁的氧化处理 (发蓝)	130
§ 5-7 钢铁的磷化处理	132
§ 5-8 电镀	135
习题	140
第六章 有机化合物	142
§ 6-1 有机化合物的基本概念	142
§ 6-2 链烃	144
§ 6-3 芳香烃	161
§ 6-4 石油 煤的干馏	170
§ 6-5 烃的衍生物	174
§ 6-6 糖类	195
§ 6-7 有机高分子化合物	198
习题	209
第七章 气体	215
§ 7-1 气体体积与温度、压力的关系	215
§ 7-2 理想气体状态方程式	217
§ 7-3 分压定律	220
§ 7-4 范德华方程式	222
§ 7-5 气体分析	224
习题	226
第八章 化学平衡	228
§ 8-1 化学反应的速度	228
§ 8-2 影响反应速度的主要因素	229
§ 8-3 化学平衡	231
§ 8-4 电离平衡	238
§ 8-5 水的电离	240
§ 8-6 判断化学反应能不能自发进行的标准、自由能的概念	241
§ 8-7 控制气氛热处理原理和应用	244
§ 8-8 多相反应	260
习题	267
实验一至实验十	270
附录	291
国际原子量表	291
化学元素周期表	292

绪 言

化学是自然科学的基础学科之一，它所研究的对象包括物质的组成、性质、结构和相互之间的变化等等，内容非常丰富，但主要是研究物质所起的化学变化。我们知道世界上没有不运动的物质，物质运动的形式更是多种多样，不胜枚举。但是这些千变万化的运动形式，却大致可以归纳成为几大类；其中主要的两类，一是化学变化，一是物理变化。这两种变化的根本差异在于发生变化前后物质的种类是否改变；如果变化前后物质的种类不变，这种变化就是物理变化；反之，如果变化前后物质的种类变了，则这种变化就是化学变化。化学所研究的就是这种化学变化。

同其他自然科学的分支一样，化学也是来源于生产需要，并在生产斗争和科学实验中不断成长，逐步发展成为今天的形式的。它与多种工业密切联系；诸如化肥、农药、合成材料以及水泥、陶瓷、石油等工业本身就是化学工业，需要大量的化学知识自不待言；而许多其他工业，如钢铁和有色金属的冶炼，食品的贮藏和加工，纺织业中的印花和漂染以及机器制造业中的电化学加工和防腐蚀等等，也都与化学有密切的关系。此外，化学还与“三废”利用有关，能化“废”为宝，使天然资源物尽其用；并且化害为利，改善环境卫生，保障人民身体健康。因此，无论在生产上和在人民生活问题上，化学皆占有很重要的地位。

化学作为一门基础学科几乎深入到自然科学的所有部门，举凡物理学、生物学、地质学、医药学、农、林、牧、副等科学无一不与化学紧密相关。它们彼此渗透，互相推动，互相促进，造成了科学领域内繁花似锦的局面，为认识自然和改造自然提供了前所未有的有效手段，从而取得了丰硕的成果；这种现象在近三十年来表现得尤为突出。

在热处理专业中，化学也是必不可少的基础之一，作为热处理工艺理论基础的是金属学和热处理原理，而金属学与热处理原理又是在物理和化学的基础上发展起来的，而且，由于热处理过程中遇到的某些问题实质上就是化学问题，这就使得化学课在本专业中更有其需要侧重的一面。我们必须努力学好它，以便能更好地为早日实现四个现代化，为把我国建设成为繁荣昌盛的伟大的社会主义强国而贡献我们的力量。

我们伟大的祖国幅员辽阔，天然资源极其丰富。勤劳智慧的中国人民早在四千年前就掌握了炼铜技术，两千年前发明了造纸，后一百年发明了釉瓷器，七世纪时又发明了火药，这三项发明被誉为世界化学工艺的三大发明。但是解放前，由于长期受到封建主义，尔后又受到帝国主义和官僚资本主义的压迫和掠夺，使我国的化学发展极端迟缓，化学工业极端落后，这种情况直到解放后才得到纠正。建国以来我国无论在化学工业方面，还是在纯科学研究上，皆有长足的进步，例证很多，举不胜举。我们坚信在不远的将来一定能够赶上和超过世界先进水平，做到对人类应有所贡献这一步。

第一章 化学的基本概念和定律

(根据具体情况, 本章在内容上和时间上都可作适当的调整)

§ 1-1 原子-分子学说

一、原子-分子学说的基本要点

无数科学实验证明: 绝大多数物质是由分子组成的。所谓分子就是保持物质化学性质的最小微粒, 分子的性质决定于分子的种类, 同种物质的分子性质相同, 不同种物质的分子则性质不同。例如, 氧气是由氧气分子组成的, 氧气和氧气分子都具有能助燃的性质; 氮气是由氮气分子组成的, 氮气和氮气分子都具有不助燃的性质。另外, 在物质中, 分子与分子也不是死死地挤在一起的, 它们之间有着一定的间隔; 分子本身也不是静止不动的, 而是处于不停地运动之中。例如, 加大压力, 气体体积就会缩小, 这说明分子之间是有间隙的; 在屋子里放一瓶氨水, 敞开瓶口, 则满屋都有氨的臭味, 这说明分子是运动着的。

分子是由更小的微粒——原子组成的。同种原子的化学性质相同, 不同种原子的化学性质不同。原子也是处于不停的运动中的。用常规的化学方法和物理方法, 不能把原子分为更小的微粒。

上面所讲的可以归结成几句话: 物质是由分子组成的, 分子是由原子组成的, 分子和原子处于不停的运动之中, 这就是原子-分子学说的基本要点。

二、原子量、分子量

原子都非常小, 非常轻。例如, 即使是质量相当大的铀原子, 每个原子的质量也只有 3.953×10^{-22} 克。因此, 如果用通常的质量单位来表示一个原子的质量, 那将是很不方便的。现在普遍采用另一种表示方法, 那就是把一个 ^{12}C 原子 (一种碳的同位素的原子, 后述) 质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准, 用它来衡量其他元素原子的质量, 由此而得出的数值就称为该元素的原子量。这种表示方法可以用下面的式子来说明:

$$\text{某元素的原子量} = \frac{\text{该元素一个原子的质量}}{(\text{1个 } ^{12}\text{C 原子的质量}) \times \frac{1}{12}}$$

或

$$\text{某元素的原子量} = \frac{\text{该元素一个原子的质量}}{\text{1个 } ^{12}\text{C 原子的质量}} \times 12$$

由此可见原子量是没有单位的, 它仅只表示原子的相对质量。例如

$$\text{氢的原子量} = 1.0079$$

$$\text{氧的原子量} = 15.995$$

分别表示氢原子的质量与 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 相比是 1.0079, 氧原子的质量与 ^{12}C 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 相比是 15.999。

其他元素的原子量可以在周期表中或所附的国际原子量表中查到。在一般情况下并不需要这么精确的原子量数值，取到小数后一位就可以了。例如，氧的原子量可取为 16，氢的原子量可取为 1 等等。

同理，可以用相同的方法来表示分子的质量，也就是用 ^{12}C 的 $\frac{1}{12}$ 来与某物质 1 个分子的质量相比，所得到的数值，就叫做该分子的分子量。由于分子是由原子组成的，所以，只要把分子中所有原子的原子量加起来就得到了分子量。例如，水 H_2O 的分子量是： $2 \times 1 + 16 = 18$ ；硫酸 H_2SO_4 的分子量是： $2 \times 1 + 32 + 4 \times 16 = 98$ 。

三、元素、单质、化合物

元素是化学性质相同的同种原子的总称。这就是说同一种类的原子总称为一种元素。例如，水分子是由氢原子和氧原子组成的，而水又是由水分子组成的，所以，虽然一杯中含有组成水分子的千千万万个氢原子和氧原子，但是却只含有两种元素：氢元素和氧元素。到目前为止，我们已经确切知道了一百零五种化学性质互不相同的原子，也就是 105 种元素。为了方便起见，元素常用拉丁字母来表示，这种表示形式称为元素符号。元素符号是国际通用的。用元素符号表示分子组成的式子叫做分子式。

如果物质的分子是由一种原子组成的，则这种物质叫做单质；如果物质的分子是由两种或两种以上不同的原子组成的，则这种物质叫做化合物。也可以说，只含有一种元素的物质叫单质，含有两种或两种以上元素的物质叫化合物。

四、纯净物质和定组成定律

纯净物质是指这样的物质，其中只含有一种分子；不纯物质中则含有两种或两种以上不同的分子，也叫作混合物。但是，世界上并不存在绝对纯净的物质，通常所说的纯净物质只不过是杂质含量非常少的不纯物质罢了。

由于同一种化合物都是由同一种分子组成的，而组成这种分子的原子其种类和数目又都是相同的，因此，从原子-分子论的观点可以看出：各种纯净的化合物，不管它的来源如何，在组成上总是不变的。这条定律叫做定组成定律。

五、物质不灭定律

在物理变化中，由于物质的分子没有受到破坏，所以物质的化学性质和物质的组成仍保持不变；而在化学变化中，则反应物的分子受到了破坏，重新组成了新物质的分子，因而起反应的物质的化学性质和组成就都发生了变化。但是，从质量方面来看，因为反应前后原子的种类没有改变，原子的数目也没有增减，所以参加反应各物质的质量总和，必然等于反应后生成的各物质的质量总和。这一规律，叫做质量不灭定律，也叫做质量守恒定律，它是科学上的最基本的定律之一。

表1-1 一些常见元素的名称、符号和原子量①

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
氢	H	1.0079	碘	I	126.9045	钠	Na	22.98977	铁	Fe	55.847
氧	O	15.9994	碳	C	12.01115	镁	Mg	24.305	铝	Al	26.98154
氮	N	14.0067	硅	Si	28.086	钙	Ca	40.08	银	Ag	107.868
氟	F	18.99840	硫	S	32.06	钡	Ba	137.33	汞	Hg	200.59
氯	Cl	35.453	磷	P	30.97376	锌	Zn	65.38	锰	Mn	54.9380
溴	Br	79.904	钾	K	39.098	铜	Cu	63.546	钨	W	183.84

① 其它元素的符号和原子量参看化学元素周期表。在一般计算中，原子量可取用整数，小数点后面一位数四舍五入。

§ 1-2 化合价、当量和化学反应的基本类型

一、正、负化合价的初步概念

在化合物中，组成元素的化合价，有的是正价，有的是负价，但是，必须服从一条规律，那就是：元素的正价总数和负价总数必须相等，它们的代数和等于零。

在通常情况下，氢的化合价是正1价，氧的化合价是负2价，而跟氢或氧形成化合物的元素很多，因此，氢和氧的化合价可以用来作为推算其他元素化合价的基准。在常见化合物中，如果某元素的一个原子能与几个氢原子化合，那末此元素的化合价就是负几价。例如，在HCl中，一个Cl原子与1个H原子化合，所以Cl的化合价是负1价；在H₂S中，1个S原子与2个H原子化合，S的化合价则为负2价。

同理，根据氧化物的分子式也可以推出元素的化合价。例如，在ZnO中锌是正2价，在Al₂O₃中铝是正3价，在CO₂中碳是正4价。

只有少数元素的化合价是固定不变的，也就是它只具有一种化合价；多数元素在不同条件下可以显示出不同的化合价。

此外，在化学反应里，往往有两个或两个以上的原子形成不易分解的集团，叫做原子团或叫做根。根在化合物里的地位和原子一样，也显示出化合价的性质，叫做根价。常见的一价根有铵根NH₄⁺、氢氧根OH⁻，两价根有硫酸根SO₄²⁻、碳酸根CO₃²⁻、三价根有磷酸根PO₄³⁻等。

关于化合价的问题，初步讨论到这里；在下章中我们再作进一步的讨论。

表1-2 一些常见元素的化合价

名称	符号	常见的化合价	名称	符号	常见的化合价	名称	符号	常见的化合价
氢	H	+1	钾	K	+1	锡	Sn	+2, +4
氧	O	-2	钠	Na	+1	铜	Cu	+1, +2
氮	N	-3, +2, +4, +5	钙	Ca	+2	汞	Hg	+1, +2
氯	Cl	-1, +1, +5, +7	镁	Mg	+2	铬	Cr	+3
碳	C	+2, +4	铝	Al	+3	锰	Mn	+2, +4, +7
硅	Si	+4	锌	Zn	+2	银	Ag	+1
硫	S	-2, +4, +6	铁	Fe	+2, +3			
磷	P	+3, +5	铅	Pb	+2, +4			

表1-3 常见的原子团及它们的化合价

原子团的名称			化合价	化合物的举例
铵	根	(NH ₄ ⁺)	+1	NH ₄ Cl
氢	氧	根 (OH ⁻)	-1	NaOH, Mg(OH) ₂
硝	酸	根 (NO ₃ ⁻)	-1	HNO ₃ , KNO ₃
硫	酸	根 (SO ₄ ²⁻)	-2	H ₂ SO ₄ , CaSO ₄
碳	酸	根 (CO ₃ ²⁻)	-2	H ₂ CO ₃ , Na ₂ CO ₃
磷	酸	根 (PO ₄ ³⁻)	-3	H ₃ PO ₄ , Na ₃ PO ₄

二、当量

从上面关于化合价的讨论中，我们已经知道，当两种元素相化合时，它们的总化合价的绝对值必须相等。这就是说，它们是以对等的正价和负价相化合的。因此，双方相应地也必须以一定的质量相化合。于是便有了“当量”这个概念。下面我们仍用氢作为基准来给“当量”下定义：元素的当量是该元素与一个氢原子化合或置换时的质量。例如，在 HCl 中，一个 Cl 原子能与一个 H 原子化合，根据上述当量的定义， Cl 的当量显然就是它的原子量 (35.5)；在 H_2O 中，一个 O 原子须与两个 H 原子化合，显然氧的当量是原子量的一半，即 $\frac{16}{2} = 8$ ；又如在 NH_3 中，一个 N 原子须与三个 H 原子化合，所以 N 的当量是 N 的原子量的 $\frac{1}{3}$ 。 Cl 、 O 、 N 分别是 1、2、3 价（此处不管化合价的正负，只用绝对值），由此可以看出，元素的当量与元素的原子量和化合价之间有下列关系：

$$\text{元素的当量} = \frac{\text{原子量}}{\text{化合价}}$$

利用置换 H 的关系也可以得出相同的结论。

从以上关于当量的说明，不难理解：元素在相互化合时，它们的质量比一定等于它们的当量比。

还要说明的是，少数元素的化合价是固定不变的，它们的当量也不变，但多数元素的化合价并不固定，因之，它们的当量也随之而变。

例题 1 硫的原子量是 32，硫的化合价在硫化氢 (H_2S) 中是 - 2 价，在二氧化硫 (SO_2) 中是 + 4 价，在三氧化硫 (SO_3) 中是 + 6 价，求硫的三种当量。

解

$$\text{S 在 } \text{H}_2\text{S} \text{ 中的当量} = \frac{32}{2} = 16$$

$$\text{S 在 } \text{SO}_2 \text{ 中的当量} = \frac{32}{4} = 8$$

$$\text{S 在 } \text{SO}_3 \text{ 中的当量} = \frac{32}{6} \approx 5.3$$

例题 2 求在 CO_2 中与 40 克氧相化合的碳的质量。已知氧的原子量是 16，碳的原子量是 12。

解

氧的当量是

$$\frac{16}{2} = 8$$

碳的当量是

$$\frac{12}{4} = 3$$

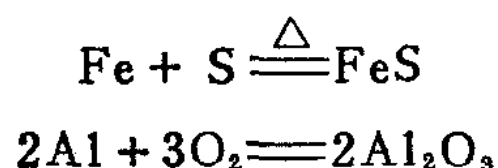
$$\frac{40}{x} = \frac{8}{3}$$

$$x = \frac{3 \times 40}{8} = 15 \text{ (克) (与 40 克氧相化合的碳的质量)}$$

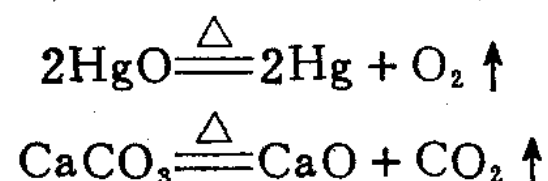
三、化学反应的基本类型

物质之间所能起的化学变化，数量极其繁多。这些化学变化可以归纳成若干类型，其中主要的有下列四类：

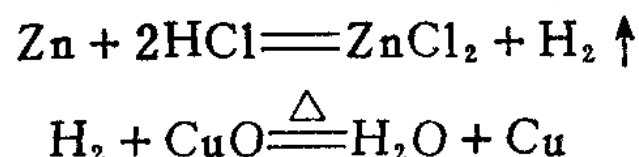
(一) 化合反应 几种物质经过化学变化结合成一种物质的反应，叫做化合反应。例如



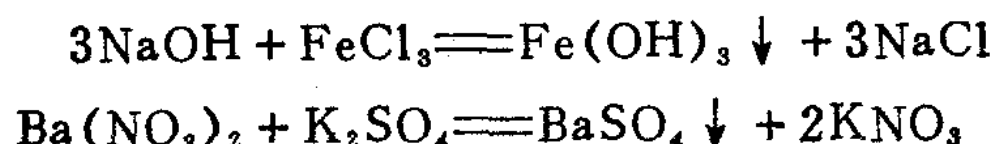
(二) 分解反应 一种物质经过化学变化分解成几种物质的反应，叫做分解反应。例如



(三) 置换反应 一种单质把另一种元素从化合物中替换出来的反应，叫做置换反应。例如



(四) 复分解反应 两种化合物中的原子或原子团互相交换，生成两种新化合物的反应，叫做复分解反应。例如



§ 1-3 无机物的分类

物质的种类很多，目前知道的已经超过了三百万种。为了便于学习和研究，对如此众多的物质，需要进行科学的分类。在化学上，根据物质的组成和性质可以把物质分成有机物和无机物两大类。有机物部分将在本书后面介绍，这里只讲无机物。

在初中化学里，我们已经学过了一些无机物，对无机物已经有了一些初步认识；为了加深印象起见，我们在这里再综合回顾一下，同时，在此基础上介绍几类过去没有学过的无机物。

无机物可分成单质和化合物两类。

一、单质

根据单质的性质，又可将单质分成金属和非金属两类。所谓金属一般具有金属光泽和延展性，是电和热的良导体；所谓非金属一般没有金属光泽，没有延展性，是电和热的不良导体。但是也有许多单质既像金属，又像非金属。例如锑，属于金属，但质地脆，不易导电；砷是非金属却具有金属光泽，能传热导电。因此，金属和非金属之间并没有严格的界限。

氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)、氡(Rn)等六种单质气体构成特殊的一类。这一类称为惰性气体，因为它们的化学性质极不活动，除了个别例外，一般不参加化学反应。

二、化合物

无机化合物的主要类别有氧化物、酸、碱、盐等四类(见表1-4)。

表1-4 无机物的主要类别

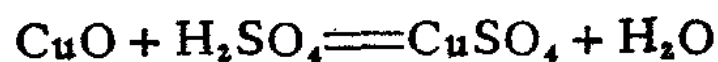
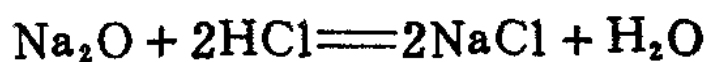
单 质	金 属		它们之间没有严格的界限		
	非 金 属				
无 机 物	化 合 物	氧化物	成 盐 氧 化 物	碱性氧化物	一般是金属和氧的化合物
				酸性氧化物	一般是非金属和氧的化合物
				两性氧化物	多数是金属和氧的化合物
			不成盐氧化物	不能生成盐的氧化物(或称“中性”氧化物), 如CO、NO	
		碱 类	可溶于水的碱	由金属和氢氧根组成的化合物 (其中有些具有两性, 叫做两性氢氧化物)	
			不溶于水的碱		
		酸 类	无氧酸(氢酸)	由氢和不含氧酸根组成的化合物	
			含 氧 酸	由氢和含氧酸根组成的化合物	
		盐 类	正 盐	由金属和酸根组成的化合物	
			酸 式 盐	由金属和含有氢的酸根组成的化合物	
			碱 式 盐	由金属、酸根、氢氧根组成的化合物	
			复 盐	由两种金属和酸根组成的化合物	

(一) 氧化物

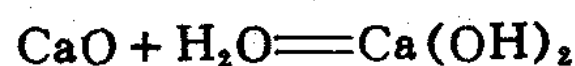
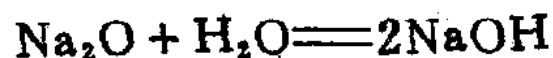
由氧和另一种元素组成的化合物叫氧化物。几乎所有元素都有氧化物, 而且绝大多数元素能直接和氧作用生成氧化物。根据氧化物对酸类或碱类所表现出来的性质, 氧化物又可分为成盐氧化物和不成盐氧化物两类。在成盐氧化物中又可分为碱性氧化物、酸性氧化物、两性氧化物等三类。

1. 碱性氧化物 与酸作用能生成盐和水的氧化物叫碱性氧化物。从组成上看, 金属的氧化物一般是碱性氧化物, 例如 Na_2O 、 K_2O 、 MgO 、 CaO 、 BaO 等。碱性氧化物的性质是:

(1) 与酸作用生成盐和水, 例如:



(2) 少数碱性氧化物能够直接与水起作用生成碱, 这种碱是强碱。例如钾、钠、钡、钙的氧化物, 反应式是:

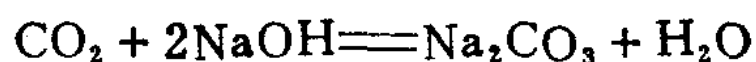
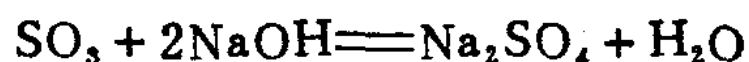


只有非常活泼金属的氧化物才能直接与水作用; 多数金属的氧化物是不能直接与水作用的, 相应的氢氧化物需用其他方法制备。

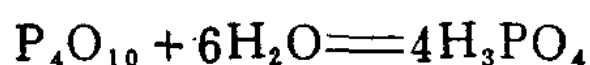
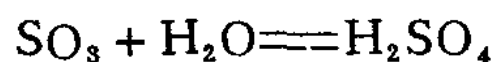
2. 酸性氧化物 与碱作用生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。例如 SO_3 、 P_2O_5 、 CO_2 、 SiO_2 等。从组成上来看, 非金属氧化物一般是酸性氧化物。

酸性氧化物的性质是:

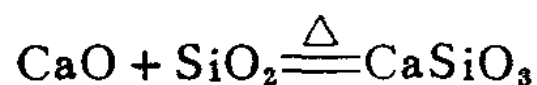
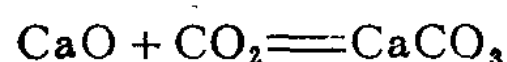
(1) 与碱作用生成盐和水, 例如:



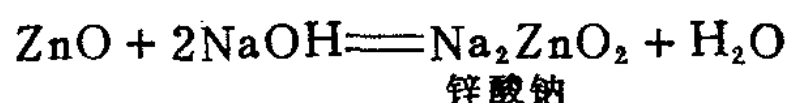
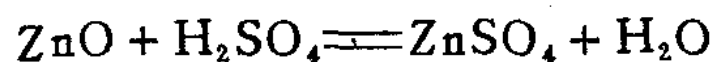
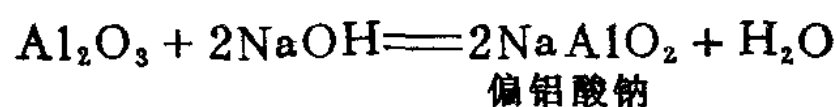
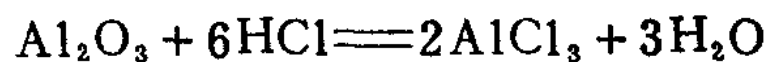
(2) 有些酸性氧化物与水作用能生成酸, 例如:



(3) 与碱性氧化物作用能生成盐, 例如:



3. 两性氧化物 既能与酸作用又能与碱作用, 都生成盐和水的氧化物叫做两性氧化物。例如 Al_2O_3 、 ZnO 等。它们和酸、碱起作用的反应式是:



由于这种性质, 所以两性氧化物中的金属元素又称为两性元素。

以上三类氧化物有一个共同的特点, 就是通过化学反应能直接生成盐, 所以统称为成盐氧化物。另外还有少数氧化物如 CO 、 NO 、 N_2O , 它们不具备这种性质, 这类氧化物称为不成盐氧化物或“中性”氧化物。

(二) 碱

由金属和氢氧根 OH^- 组成的化合物叫做碱。例如氢氧化钠 NaOH 、氢氧化钡 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、氢氧化铁 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等都是碱。碱类的性质如下:

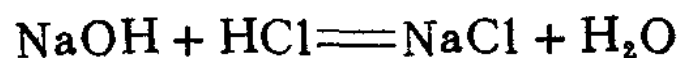
1. 碱类一般是固体, 大多数碱是不溶于水的, 只有少数的碱能溶于水。能溶于水的碱一般是强碱, 例如 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。

2. 碱的水溶液有涩味和有滑腻的感觉, 能使指示剂变色。例如能使石蕊呈浅蓝色, 使酚酞呈鲜红色。

3. 与酸性氧化物作用生成盐和水:



4. 与酸作用生成盐和水。这类反应叫做中和反应, 例如:



5. 可溶性碱与盐起反应生成另一种不溶性碱。例如:

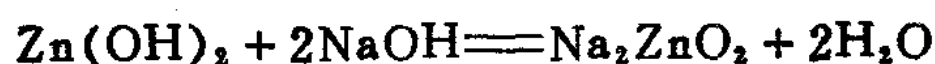
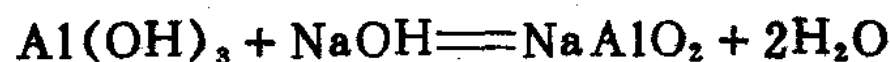
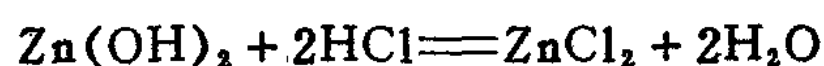
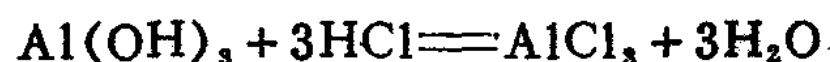


6. 受热分解, 分解成金属氧化物和水。例如:

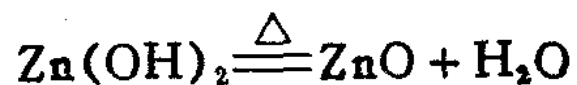


这个反应对弱碱来说很容易发生, 对强碱来说则需要高温下才能进行。

另外, 有些金属的氢氧化物既能与强酸作用生成盐和水, 又能与强碱作用生成盐和水, 像 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 就是这样的氢氧化物、它们与酸、碱的反应式是:



这类氢氧化物称为两性氢氧化物。两性氢氧化物受热脱水后便生成两性氧化物:



(三) 酸

由酸根和能被金属置换的氢原子所组成的化合物叫做酸, 例如硫酸 H_2SO_4 、硝酸 HNO_3 、磷酸 H_3PO_4 、盐酸 HCl 、氢硫酸 H_2S 、氢氰酸 HCN 等皆是酸, 其中 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 Cl^- 、 S^{2-} 、 CN^- 都是酸根。可以看出有的酸根中含有氧, 有的酸根中不含氧。因此, 酸的种类虽多, 但根据酸根中是否含有氧原子可以把酸分成两大类, 一类叫含氧酸, 另一类叫无氧酸 (或不含氧酸); 凡酸根中含有氧原子的叫做含氧酸, 酸根中不含氧的叫做无氧酸。显然, H_2SO_4 、 HNO_3 、 H_3PO_4 是含氧酸, HCl 、 H_2S 、 HCN 则是无氧酸。

另一种分类方法是根据酸根的化合价来分类。酸根的化合价可以这样决定: 酸分子中有几个能被金属置换的氢原子, 则酸根的化合价就是负几价; 例如, 硫酸中有 2 个能被金属置换的氢原子, 硫酸根的化合价就是 -2 价 (写成 SO_4^{2-}), 硝酸中只有一个能被金属置换的氢原子, 硝酸根就是 -1 价 (写成 NO_3^-), 同理, 磷酸根是 -3 价, 盐酸根是 -1 价, 氢硫酸根是 -2 价, 氢氰酸根是 -1 价等等。由此, 根据酸根的化合价的不同, 可以把酸分成一价酸 (酸根的化合价是 -1 价, 如盐酸、硝酸)、两价酸 (酸根的化合价是 -2, 如硫酸、氢硫酸)、三价酸 (酸根的化合价是 -3, 如磷酸) 等。要注意的是, 在上面所举的这些例子中, 酸分子中的氢原子全部能被金属原子置换, 情况比较简单, 所以, 单凭分子式就能定出酸根及其化合价, 但也有一些酸, 它们分子中的氢原子并不能全部为金属原子所置换, 在决定这些酸的酸根化合价时, 就不这么简单了。例如醋酸, 它的分子式是 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 其中共有 4 个氢原子, 但只有 1 个氢原子是能被金属置换的, 所以醋酸根的化合价是 -1 (醋酸根是 $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$), 这是实验测得的结果。

在表 1-5 中列出了几种重要的酸的分子式和酸根的化合价。

表 1-5 几种重要的酸的分子式、酸根和它们的化合价

酸的分子式	氢原子数 (酸根的化合价)	标明氢和酸根 化合价的分子式	酸根的 化合价	酸的分子式	氢原子数 (酸根的化合价)	标明氢和酸根 化合价的分子式	酸根的 化合价
H_2CO_3 碳酸	2	$\text{H}_2^+\overline{\text{CO}_3}^{-2}$	$\overline{\text{CO}_3}^{-2}$	HCl 盐酸	1	$\text{H}^+\overline{\text{Cl}}^{-1}$	$\overline{\text{Cl}}^{-1}$
H_2SO_4 硫酸	2	$\text{H}_2^+\overline{\text{SO}_4}^{-2}$	$\overline{\text{SO}_4}^{-2}$	H_2S 氢硫酸	2	$\text{H}_2^+\overline{\text{S}}^{-2}$	$\overline{\text{S}}^{-2}$
HNO_3 硝酸	1	$\text{H}^+\overline{\text{NO}_3}^{-1}$	$\overline{\text{NO}_3}^{-1}$	HCN 氢氰酸	1	$\text{H}^+\overline{\text{CN}}^{-1}$	$\overline{\text{CN}}^{-1}$
H_3PO_4 磷酸	3	$\text{H}_3^+\overline{\text{PO}_4}^{-3}$	$\overline{\text{PO}_4}^{-3}$				

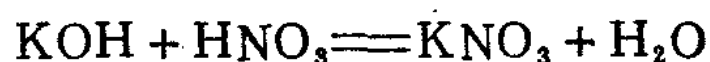
酸的性质:

1. 一般的酸都是液体,有些酸是气体物质的水溶液,也有固体状态的酸(如硼酸 H_3BO_3)。
2. 除了少数例外,一般的酸都溶于水。酸的水溶液能使指示剂变色(见表 1-6)。

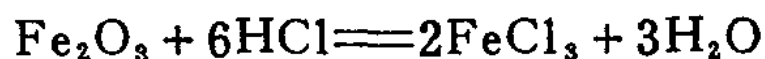
表 1-6 常用指示剂所显示的颜色

指 示 剂	在 碱 性 溶 液 里	在 酸 性 溶 液 里	在 中 性 溶 液 里
石 蕊	蓝 色	红 色	紫 色
酚 酞	红 色	无 色	无 色
甲 基 橙	黄 色	红 色	橙 色

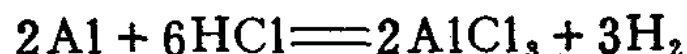
3. 与碱起中和反应生成盐和水。例如:



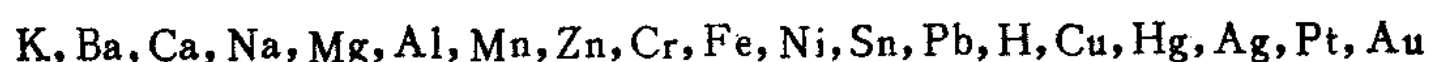
4. 与碱性氧化物作用生成盐和水。例如:



5. 与比氢活动的金属作用放出 H_2 。例如:



在通常情况下,某些重要金属的活动顺序是:



箭头指示化学活动性减弱的方向

排在H左边的金属都比H活动,皆能置换出酸中的H;位置愈左愈活动,置换H的能力愈强。排在H右边的金属没有H活动,不能置换出H。

6. 含氧酸受热时一般分解成酸性氧化物和水。例如:



所以酸性氧化物又称为酸酐。

(四) 盐

分子中含有金属元素和酸根的化合物叫做盐。盐主要有下列几类:

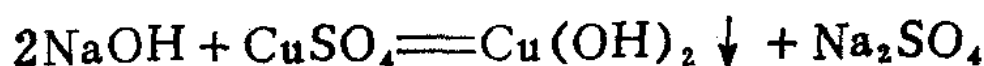
1. 正盐 分子中只含有金属元素和酸根的叫作正盐。例如 Na_2SO_4 、 CaCl_2 、 FeS 等。
2. 酸式盐 分子中除了含有金属元素和酸根外还含有可以被金属置换的氢元素的化合物叫酸式盐。例如 NaHCO_3 、 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 等。
3. 碱式盐 分子中除了含有金属元素和酸根外,还含有氢氧根的化合物叫碱式盐。例如 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 等。
4. 复盐 复盐的分子是由两种金属元素和酸根组成的,但在水溶液中它将分解成两种相应的正盐。例如硫酸铝钾 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 就是复盐,它在水溶液中分解成硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和硫酸钾 K_2SO_4 。学过第四章后,我们对复盐将有更本质的认识。

盐类的一般性质大致有以下几点:

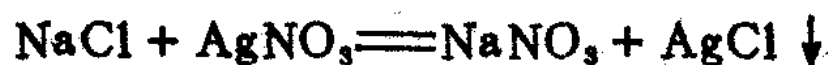
- (1) 与酸的作用 盐和酸在一定条件下起作用生成新酸和新盐。例如:



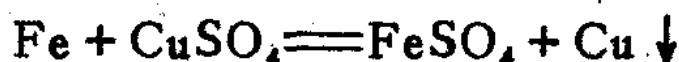
- (2) 与碱的作用 盐和碱在一定条件下起作用生成新碱和新盐。例如:



- (3) 与盐的作用 盐和盐在一定条件下起作用生成两种新盐。例如:



(4) 与金属的作用 较活动的金属能把较不活动的金属元素从盐中置换出来。例如：



(5) 受热分解 在高温下盐类都将分解，某些含氧酸的盐其分解产物是酸性氧化物和碱性氧化物。例如：



在(1)、(2)、(3)中所起的反应属于复分解反应，在(4)中所起的反应是置换反应。判断置换反应能不能进行，可用金属活动顺序表，这已在前面介绍过；判断复分解反应能不能进行，则需根据下面的条件：使复分解反应能够进行的条件有三，只要符合其中一条，反应就能进行：

- ① 生成物中有挥发性物质；
- ② 生成物中有沉淀物质；
- ③ 生成物中有 H_2O 。

掌握了这个规律再根据表 1-7，我们就能对酸、碱、盐之间的许多反应事先作出判断。

表 1-7 酸、碱和盐的溶解性表

跟氢或金属结合的原子团	氢或金属	金 属																		
		H^{+1}	K^{+1}	Na^{+1}	Ba^{+2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Al^{+3}	Mn^{+2}	Zn^{+2}	Cr^{+3}	Fe^{+2}	Fe^{+3}	Sn^{+2}	Pb^{+2}	Bi^{+3}	Cu^{+2}	Hg_2^{+2}	Hg^{+2}	Ag^{+1}
酸	氢氧根	OH^{-1}	溶	溶	溶	微	微	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	—	—	—
	NO_3^{-1}	溶、挥	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶
	Cl^{-1}	溶、挥	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	微	—	溶	不	溶	不
	SO_4^{-2}	溶	溶	溶	不	微	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	溶	不	溶	溶	微	溶	微
	S^{-2}	溶、挥	溶	溶	溶	微	溶	—	不	不	—	不	—	不	不	不	不	不	不	不
	SO_3^{-2}	溶、挥	溶	溶	不	不	微	—	不	不	—	不	—	—	不	不	不	不	不	不
	CO_3^{-2}	溶、挥	溶	溶	不	不	不	—	不	不	—	不	不	—	不	不	不	不	不	不
根	SiO_3^{-2}	微	溶	溶	不	不	不	不	不	不	不	不	不	—	不	—	不	—	—	不
	PO_4^{-3}	溶	溶	溶	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不	不

说明 数字表示化合价，“溶”表示那种物质能溶于水，“不”表示不溶于水，“微”表示微溶于水，“挥”表示挥发性酸，“—”表示那种物质不存在或碰到水就分解。

从上表可以看出：钠和钾的盐都溶于水；硝酸盐都溶于水；氯化物除 AgCl 、 Hg_2Cl_2 不溶， PbCl_2 微溶外，一般都溶于水；硫酸盐除 BaSO_4 、 PbSO_4 不溶， CaSO_4 、 Hg_2SO_4 、 Ag_2SO_4 微溶外，一般都溶于水。氢硫酸盐除 K_2S 、 Na_2S 、 BaS 、 MgS 溶于水， CaS 微溶外，一般都不溶于水。亚硫酸、碳酸、硅酸和磷酸的盐，除它们的钾盐、钠盐溶于水外，一般都不溶于水。