

化学
学

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

化 学

科学普及出版社

科

06

39

版

社

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材

化 学

科学普及出版社

本书是第一机械工业部统编机械工人技术培训教材之一，它是根据一机部《工人技术等级标准》和教学大纲编写的一门基础理论课。全书共分九章，内容从化学基础知识讲起，进而讲解物质结构理论，溶液，氧化-还原理论，酸碱盐及其应用，化学平衡原理，元素周期律与元素周期表，金属，非金属等。

本书是机械类热加工各工种工人技术培训的初级教材，也可供有关的技术人员和工人学习参考。

本书由陈德优、高忠杰同志编写，经周文衡、林显英同志审查。

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材
化 学

责任编辑：张静韵

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 毫米 $1/16$ 印张：9 $1/2$ 插页：1 字数：202千字

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数：1—80,000册 定价：0.94元

统一书号：15051·1069 本社书号：0554

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

第一机械工业部第一副部长 杨 健

一九八二年元月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。为此，根据当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅（局）和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是一机部颁发的《工人技术等级标准》。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据。是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工装夹具、量具，按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工装夹具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进，在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅（局）、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在不少缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

第一机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八一年十二月

目 录

第一章 化学基本概念	(1)
第一节 物质的变化	(1)
第二节 分子和原子	(2)
第三节 物质的分类	(4)
第四节 化学基本定律	(5)
第五节 化学反应方程式	(6)
第六节 化学反应基本类型	(10)
第七节 化学基本计算	(11)
复习思考题	(16)
习题	(16)
第二章 物质结构的基础知识	(19)
第一节 原子的结构	(19)
第二节 原子核外电子的排布	(20)
第三节 元素性质和原子结构的关系	(23)
第四节 分子的形成	(25)
第五节 化合价	(27)
第六节 晶体	(29)
复习思考题	(31)
习题	(31)
第三章 溶液与电离	(33)
第一节 溶液的基本概念	(33)
第二节 溶解度	(35)
第三节 溶液的浓度	(37)
第四节 电解质溶液	(40)
第五节 水的电离 溶液的 pH 值	(43)
第六节 离子反应	(44)
第七节 胶体溶液	(46)
复习思考题	(49)
习题	(49)
第四章 氧化物及碳酸盐	(51)
第一节 氧化物	(51)
第二节 碱	(54)
第三节 酸	(57)
第四节 盐	(60)
第五节 盐的水解	(62)
复习思考题	(64)
习题	(64)
第五章 化学反应速度和化学平衡	(66)
第一节 化学反应速度	(66)

第二节 化学平衡	(68)
复习思考题	(70)
习题	(70)
第六章 元素周期律和元素周期表	(72)
第一节 元素周期律和元素周期表	(72)
第二节 元素周期表与原子结构的关系	(75)
第三节 周期表中元素性质的递变规律	(76)
第四节 元素周期表的应用	(77)
复习思考题	(78)
习题	(79)
第七章 金属概论	(80)
第一节 金属的性质	(80)
第二节 氧化-还原	(82)
第三节 原电池	(86)
第四节 电解	(87)
第五节 金属的存在和冶炼	(88)
第六节 金属的腐蚀与防护	(91)
第七节 铁	(93)
第八节 铝	(95)
第九节 常用合金钢元素、稀土元素	(96)
复习思考题	(97)
习题	(97)
第八章 热加工常用的非金属元素及其化合物	(99)
第一节 氯及其化合物	(99)
第二节 硫及其化合物	(101)
第三节 氮、磷及其化合物	(103)
第四节 碳、硅及其化合物	(107)
第五节 硼及其化合物	(114)
复习思考题	(115)
习题	(115)
第九章 有机化合物	(117)
第一节 有机化合物的概念	(117)
第二节 烃类化合物	(118)
第三节 煤的干馏 石油	(125)
第四节 烃的重要衍生物	(127)
第五节 有机高分子化合物	(132)
复习思考题	(135)
习题	(136)
化学实验	(137)
实验一 粗盐的提纯	(141)
实验二 酸、碱和盐的性质	(141)
实验三 电解	(143)
实验四 乙炔的制备和性质以及银镜反应	(144)
附表一 酸、碱和盐的溶解性表	(146)
附表二 元素周期表	(147)

第一章 化学基本概念

整个自然界的物体（指有一定形状的）都是由不断运动着的物质所组成的。例如，铁球是物体，它是由钢铁构成，这钢铁就是物质。我们常见的水、空气、木材等等都是物质。大至宇宙星球、小至尘埃微粒，都是由物质构成的。化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和用途的一门自然科学。

第一节 物质的变化

水是自然界中分布极广的一种物质，它与工农业生产、人们的日常生活，乃至一切生物的生命过程，都有着密切的关系。下面我们以研究水的性质为例来阐述化学这门学科中的一些基本概念。

一、物理变化

在通常条件下，纯净的水是无色、无味、无臭的透明液体。

水受热蒸发或沸腾就有水蒸气产生，水蒸气冷凝又可变为水。如果在一个大气压下，把水冷却到摄氏零度，它就开始凝固成冰，而冰受热又可溶化成水。这样看来，水（液体）、水蒸气（气体）和冰（固体）虽然状态不同，但水的本质依然未变，还是同一种物质。我们把水在不同条件下（如温度、压力等）分别呈现为气体、液体和固体的状态叫做水的三态。大多数物质都有气体、液体和固体三种状态。

如果物质只是外形或状态发生变化，而没有生成新的物质，这种变化叫做物理变化。例如：水的三态变化以及金属受力变形等，都是物理变化，因为在这些变化过程中，都没有新物质生成。

物质还有另一类同物理变化有根本区别的变化，这就是化学变化。

二、化学变化

图 1-1 所示为水在直流电作用下的电解实验（在水中注入少量稀硫酸，以加速水的电解）。往玻璃管里注满水，关上左右两个刻度管上端的活塞。通直流电，就看到两个电极上都产生气泡。气体汇集在玻璃管上部，接正极的玻璃管内汇集的气体比接负极的玻璃管内汇集的气体体积小。注意观察两种气体体积比。分别检验它们的性质，体积小的气体能使点燃的木条燃烧得更旺，证明是氧气；体积大的气体能燃烧，它是氢气。在这个实验中，由于电流对水的作用，使水分解变为氢气和氧气两种物质。它们的体积比是氢：氧 = 2：1。象这种有新物质生成的变化，叫做化学变化，也叫化学反应。我们常见的煤的燃烧，铁在

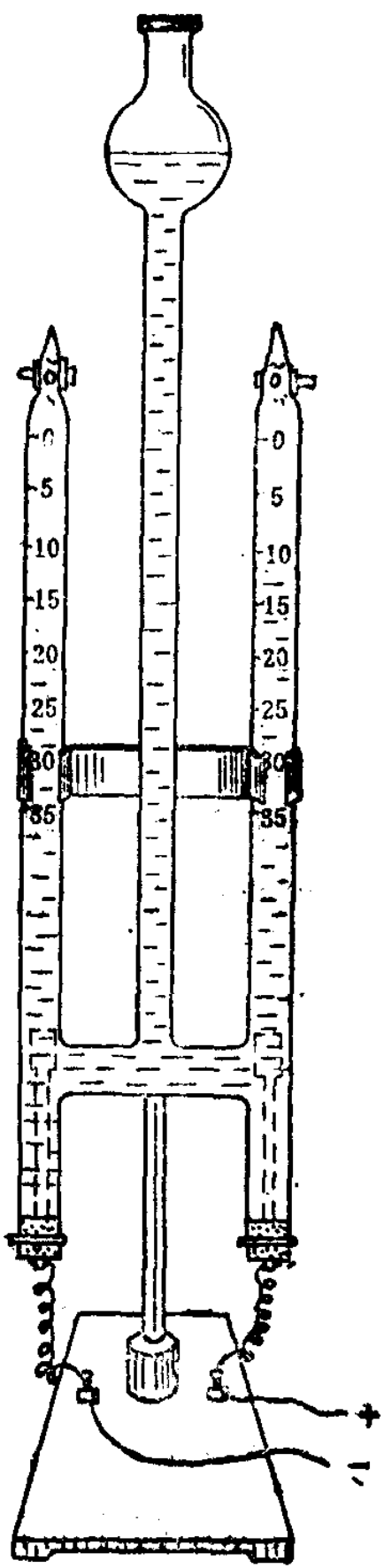


图 1-1 电解水实验

空气中生锈，以及铁矿石冶炼成金属铁等等，都是化学变化。

当物质发生化学变化时所呈现出来的性质，叫做物质的化学性质。例如在水的电解实验中，水在直流电作用下能分解而生成氧气和氢气，这就是水的一种化学性质。氧气可以助燃，氢气在空气中可以燃烧，分别说明氧气和氢气有这样的特定化学性质。当物质没有发生化学变化时所表现出来的性质，叫做物质的物理性质。例如物质的状态、颜色、气味、光泽、硬度、比重、熔点、沸点、溶解性、导热性、导电性等，都不需要通过化学变化就能观察和测到的。每种物质都有它自己特定的物理性质和化学性质。

化学变化还有一个普遍特征，就是在进行过程中，常常伴随有热量的放出或吸收，有时有光的发射或吸收，有时还有电流产生。

化学变化和物理变化，虽然有本质的区别，但又是互相联系的。物质发生化学变化时，往往伴随着物理变化。例如，蜡烛燃烧生成二氧化碳和水蒸气是化学变化，而在燃烧过程中，固态的蜡受热熔化则是物理变化。

第二节 分子和原子

一、什么是分子

一杯水放置过久会逐渐减少，一件湿衣服可以慢慢晾干，这些都说明水是由许许多多的微粒组成的，这些微粒在不停地运动着，一部分运动较快的微粒，有可能脱离原来的位置(水或衣服)扩散到空气中去。

不仅是水，其它物质也是一样，都是由极小的微粒所组成的。例如：把一勺糖放在一杯水里，即使不加搅拌，慢慢地就“化”了，我们再也看不见糖的固体，因为糖以极小的微粒分散到这一杯水里面去了。虽然这种微粒小到连显微镜也看不出来，但依然保持着糖的性质，我们喝一口糖水仍可以尝到它的甜味。

此外，象汽油、酒精等物质，在很远的地方便能闻到它们的气味，这是因为这些物质的微粒刺激了我们的感官。汽油、酒精还可以燃烧，当空气里含有较多的汽油和酒精的微粒时，一遇烟火还可能引起火灾，甚至发生爆炸事故。

这些现象都可以证明：物质是由许多极小的不断运动着的微粒所组成。这种微粒就叫做分子。分子是能保持物质原有化学性质的最小微粒。分子一般都是很小很小的，如果把水分子的大小比作乒乓球，那么乒乓球的大小就相当于地球那么大了。一滴水里大约有十

五万亿亿个水分子。

但是，当我们加热一壶水时，为什么不能同时都变成水蒸气而跑掉呢？把一件湿衣服晾在外面，为什么不能一下子突然变干呢？原来，事物都是相互联系着的，我们不能把物质看成是许许多多相互孤立的分子简单地、机械地堆积而成的。分子之间存在着一定的吸引力，只有那些运动得较快的分子才能首先克服其周围分子的相互吸引而飞散到空气中去。此外，我们使同量的水汽化或凝固，虽然分子数目不改变，但体积却会有很大的变化。这个事实又表明：分子间存在有一定的间隔。

综上所述，我们可以得到关于分子概念的如下结论：

1. 分子是构成物质，并能保持物质原有化学性质的最小微粒。分子是在不停地运动着，彼此有一定的联系又保持一定的间隔。
2. 各种各样的分子构成各种各样的物质。同种物质的分子，其性质（如质量、大小）都相同。

二、分子是由原子组成

在了解分子的概念以后，我们再来分析水能被电解为氢气和氧气的实验，就可以知道水分子是还可以分的，它里面包含着能构成氢气和氧气的微粒，这种构成分子的更小微粒叫做原子。即水分子是由氢原子和氧原子组成，水分子被电解时先形成氢原子和氧原子，氢原子和氧原子又分别由两个原子互相结合成氢分子和氧分子，而不是任何别的物质。

水被电解生成氢气和氧气可表示如图1-2。

人们通过科学实验和长期的生产实践证明：任何物质的分子都是由原子组成。

原子是物质参加化学反应的最基本的微粒，即通过化学反应既不能使一种原子消灭，也不能使一种原子变成另一种原子。化学反应的本质就是参加反应的物质分子里的原子重新组合成新物质的分子。

自然界有各种不同种类的原子。一般说来，它们的大小、质量、性质都不相同，例如氢原子、氧原子、铁原子的大小、质量、性质都互不相同。

原子构成物质时，有的是由许多同类的原子直接构成，例如金属铁就是由许多铁原子相互作用结合在一起构成的。其它如纯金属、金刚石、石墨等也都是由同类原子直接构成的。这样，我们可以粗略地把这类物质看成是单原子组成的“分子”。

在更多情况下，则是由一定数量的原子首先相互作用结合成为独立存在的分子，然后再由许多分子组成物质。分子可以由相同的原子组成，例如，氧气是由两个氧原子组成一个氧分子，氢气是由两个氢原子组成一个氢分子，分子也可以由不同的原子组成，如水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成。二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子组成（图1-3）。此外，还有一些物质，一个分子甚至含有成千上万个原子，这就是所谓的“高分子”，

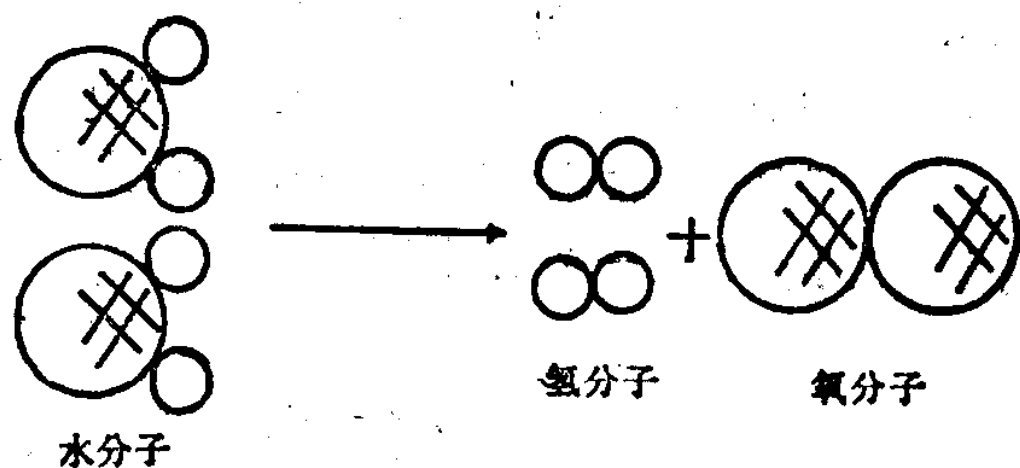


图 1-2 水电解成氢分子和氧分子示意图

如淀粉分子和聚乙烯分子等。总之，构成每种物质分子的原子都有自己特殊的结构方式。

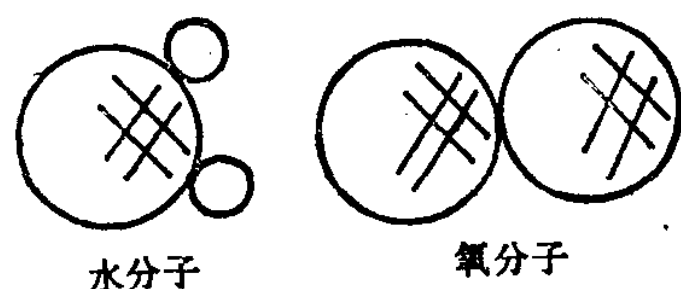


图 1-3 水分子、氧分子示意图

三、原子量

原子虽然很小，但仍有一定的质量，例如：一个碳原子的质量为 $0.0000000000000000000000001994$ 克 $=1.994 \times 10^{-23}$ 克，一个氧原子的质量为 2.657×10^{-23} 克，一个氢原子的质量为 1.673×10^{-24} 克，一个铁原子的质量是 9.288×10^{-23} 克。

显然，用克来表示原子的质量，计算、书写和记忆，都不太方便。因此一般不直接用原子的实际质量，而采用不同原子的相对质量。国际上是以一种碳原子的质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该种原子的原子量。这样，氧的原子量就等于 15.9994 ，氢的原子量等于 1.00797 。

原子量是原子的重要性质之一，它的大小是原子内部特征的反映，也是我们定量地研究物质化学变化的一个重要依据。

第三节 物质的分类

一、纯净物与混和物

一切物质都是由分子构成，如果构成物质的每一个分子都是相同的，这种物质叫做纯净物质。例如构成水的任何一个水分子，它们的大小、质量和其它性质都应该是相同的，这叫纯净的水。但在自然界里真正纯净的物质是非常少见的，例如天然水中含有食盐及悬浮杂质，事实上所谓纯净物质都不是绝对纯净的。因此我们认为：凡含杂质的量不至于在生产或科学研究过程中发生有害的影响，就可以叫纯净物，如蒸馏水，精制食盐、精炼的铜，以及用作半导体的高纯硅等。总之纯净物质是由同种分子组成的一种物质。每种纯净物质有一定的性质。如纯净的水是无色、无味、无嗅、透明、比重为 1 、沸点为 100°C 的物质。又如精制食盐就是较纯的氯化钠。纯碱是较纯的碳酸钠。在自然界中我们还会遇到很多由各种不同物质混在一起组成的混和物。混和物是由不同种类的分子组成的。例如，空气就是一种混和物，单位体积的空气中约含有 $1/5$ 的氧气、 $4/5$ 的氮气，以及少量的二氧化碳、水

蒸气和惰性气体（氮、氖、氩、氪、氙）等。又如糖水也是一种混和物，其中既有糖分子，也有水分子。在混和物中，各种成分都保持它原来的性质，例如空气中的氧仍然可以助燃，糖水里的糖，仍然保持着甜味。这是因为混和物中各种成分之间并没有产生化学变化，只是机械地混和在一起，因此，在混和物里含有几种不同物质的分子，就有几种不同的性质。由于组成混和物的物质可以是任意成分和任意比例，这样混和物就显现出不同的性质，但混和物中各成分仍保持它们各自的化学性质，而且我们可以用物理方法将它们分开。例如，把糖水加热使水蒸发，就可以把水和糖分开。

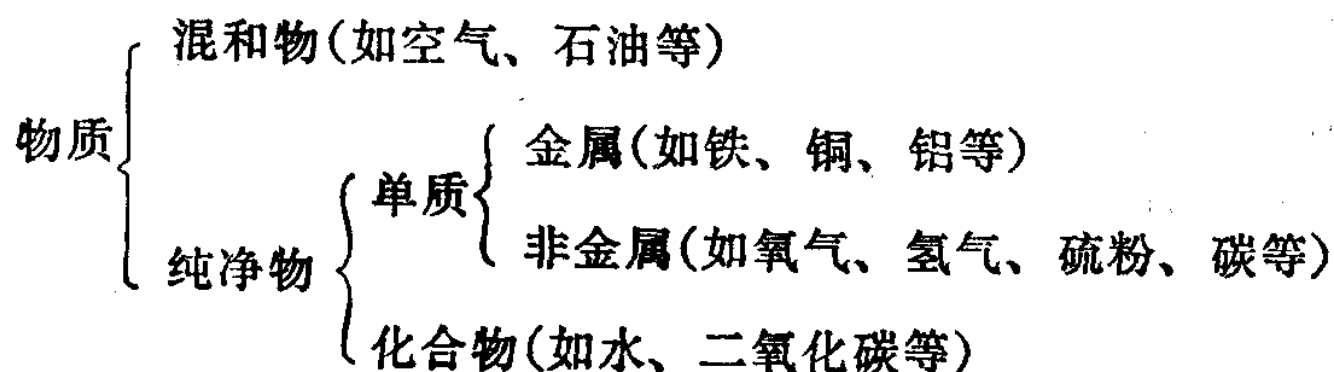
二、单质和化合物

就目前所知，世界上千千万万的物质，无非是由一百多种元素彼此以不同种类，不同数量和不同方式结合起来的。从它们的组成来看，可以粗略地分为简单的物质（单质）和复杂的物质（化合物）两大类。

由同一种元素组成的物质叫做单质。如铁、氧气、氢气等都是单质。某些元素可以构成两种或两种以上的单质，例如碳原子可以构成金刚石，也可以构成石墨。两者在物理性质上很不相同。纯金刚石是无色透明、非常坚硬的物质；石墨则是灰黑色、松软的物质。

由两种或两种以上元素组成的物质叫做化合物。象水是化合物，它是由氢元素和氧元素所组成的，其它如二氧化碳、三氧化二铁等都是化合物。

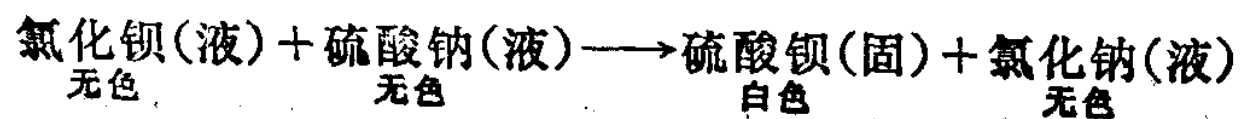
由此，物质的分类可归纳如下：



第四节 化学基本定律

一、物质不灭定律

在研究化学反应的时候，我们不仅要了解哪些物质参加了反应，以及反应后生成哪些新物质，而且还要注意反应前后物质的总质量是否有变化。先观察下列实验：将氯化钡溶液和硫酸钠溶液分别倒入两个小烧杯里（约 1/4 烧杯），把烧杯都放在托盘天平的左边盘上。在天平右边盘上放砝码，使天平达到平衡。数一下砝码是多少克。然后把一个烧杯里的溶液倒入另一烧杯的溶液里，产生白色沉淀。



把两个烧杯（带沉淀物）都放回天平左盘上，天平仍保持平衡。证明反应前后各物质的总质量恒等。这就证明物质不灭定律。

由于分子和原子的不断运动，在自然界里发生了一系列的物理变化和化学变化。在物理变化中，由于物质的分子没有被破坏，所以物质的化学组成和化学性质仍保持不变；在化学变化中，反应物质的分子受到了破坏，所有原子重新组成了新物质的分子，因而反应物质的化学组成和化学性质就发生了变化，但是从总的质量方面来看，反应前后参加反应的原子的种类没有改变，原子的数目也没有增减，所以，参加反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，这就叫做物质不灭定律。

物质不灭定律不仅可以定量地研究化学反应的基本规律，而且在生产实践中也具有重大意义。例如化工厂或冶金铸造厂，就可以根据反应物投料的多少来预计产物的量，或者根据制备产品的需要量，来确定原料的用量。

二、定组成定律

任何纯净的化合物都有固定的组成。例如使 9 克水完全电解，可得到 8 克氧气和 1 克氢气，水的质量与氢和氧的总质量是相等的，但是，氢和氧相互化合成水时，氢和氧是否可以任意的质量比来进行化合呢？实验证明：氢和氧化合成水，1 份质量的氢，也只能与 8 份质量的氧化合，如果其中之一稍多，那么，多余的氢或氧完全不发生反应而被剩余下来。

通过大量的科学实验，可精确地分析一系列物质的定量组成。例如将任何来源的水电解，都得到 1 份质量的氢，同时就可得到 8 份质量的氧，其质量比总是 1:8；又如硫粉与铁粉化合，只要保持其质量比是 3.2:5.6，反应后任何一种物质都不会剩余。由此可得到如下结论：每种化合物都有一定不变的组成。这就叫做定组成定律。

第五节 化学反应方程式

一、元素和元素符号

（一）元 素

自然界的一切物质，归根到底，都是由相同或不相同的原子通过一定的形式结合起来的。我们把化学性质相同的同一种类的原子统称为一种“元素”。例如氢原子，无论它是存在于氢分子中还是存在于水分子中，都称为氢元素。现在已经发现了 107 种元素。这一百多种元素的原子，以不同的方式和数目组合起来构成了目前已知的数百万种物质。

根据元素的性质，将 107 种元素分为金属元素（85 种）和非金属元素（22 种）两大类，如铁、锡、铅、铝、铜等都是金属元素。金属都具有光泽，一般都能导电、传热，具

有延展性，除汞（水银）以外，金属在室温下都是固态的。金属元素的名称（除汞外）都用“金”字旁，如铁、锡、铅、铜等。在室温下呈固态的非金属元素，其名称都带“石”字旁，如碳、硫、磷等。在室温下呈气态的非金属元素都带“气”字头，如氢、氧、氮等。在室温下呈液态的非金属元素的名称带“氵”旁，如溴，非金属一般不能导电、传热，没有光泽。

(二) 元素符号

为了表示方便，在化学上把各种元素都用一定符号来表示，这种符号称为元素符号。元素符号用每种元素的拉丁文名称的第一个字母来表示(用大写)。遇到第一个字母相同时，就另外加上第二个字母(必须用小写)以示区别。例如“O”代表氧，“H”代表氢，“C”代表碳，“Cu”代表铜等等。化学符号是国际通用的。

根据热加工工作需要，我们先学习一下二十六种化学元素的符号，

元素名称	铁	钢铁中常含的五大元素	钢铁中常用的合金元素
		碳 硅 硫 磷 锰	钨 钒 铬 镍 钼 钛 钴 硼
化学符号	Fe	C Si S P Mn	W V Cr Ni Mo Ti Co B

元素名称	热加工一般常用元素										其它元素		
	钡 钠 钾 钙 镁 氯 氮 碳 氧 氢										铜 锌 铝		
化学符号	Ba Na K Ca Mg Cl N C O H										Cu Zn Al		

元素符号具有下面三个意义：（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。

例如“O”这个符号既表示氧元素，也表示一个氧原子和它的原子量16；“Fe”这个符号既表示铁元素，也表示一个铁原子和它的原子量56。

二、分子式

定组成定律实际上反映了任何纯净物质的分子中，每一种元素的原子都是有一定数目的。因此，根据定组成定律，就可以用原子的元素符号来表示物质分子的组成。这种用元素符号来表明物质分子的组成的式子叫做分子式。各种物质的分子式，都必须是通过实验测定了物质的定量组成之后，才能确定。

写单质分子的分子式的时候，先把元素符号写出来，然后在元素符号的右下角写一个数字来表明这种单质的一个分子里所含原子数目。例如氧气、氢气、氮气、氯气等单质分子各含两个原子，所以这些单质的分子式就分别是：O₂、H₂、N₂、Cl₂等。惰性气体分子是单原子分子，金属单质和固态非金属单质比较复杂，习惯上就以元素符号表示它们的分子式，如用“Fe”表示铁的分子式，用“S”表示硫的分子式。

要写出某一化合物的分子式，必须先知道这种化合物含有哪些元素，以及这种物质的

一个分子里每种元素各有多少个原子。知道了这些事实后，就可以着手写分子式了。先写出元素符号，习惯上把金属元素符号写在前面，非金属元素符号写在后面；如果是两种非金属元素形成的化合物，则把非金属性更强的元素（例如氧、硫、氟、氯等）写在后面。然后在元素符号的右下角注上一个数字表明其原子的个数。在分别测出它们的组成，确定它们的分子中各种元素的原子数目后，就可以分别写出它们的分子式。例如四氧化三铁、硫化亚铁、二氧化碳等物质分别表示为 Fe_3O_4 、 FeS 、 CO_2 等。

由于物质的组成是固定不变的，所以每一种物质通常只有一个分子式。

如果要表示几个分子，可以在分子式的前面再加上系数，例如三个氧分子表示为 3O_2 ，两个二氧化碳分子表示为 2CO_2 及四个氩“分子”表示为 4Ar 等。注意， 3O_2 与 6O 的含意是不同的，前者表示 3 个氧分子，后者表示 6 个氧原子。由两种元素组成的化合物的名称从右到左读作“某化某”。例如 NaCl 读作氯化钠，有时还要读出化合物每一个分子里元素的原子个数。例如 CO_2 读作二氧化碳； FeCl_3 读作三氯化铁， Fe_2O_3 读作三氧化二铁等等。

根据分子式可以计算出物质的分子量。只要把组成分子的所有原子的原子量加起来，就得到分子量。例如：

$$\text{氧}(\text{O}_2)\text{的分子量} = 16 \times 2 = 32$$

$$\text{水}(\text{H}_2\text{O})\text{的分子量} = 1 \times 2 + 16 = 18$$

$$\text{二氧化碳}(\text{CO}_2)\text{的分子量} = 12 + 16 \times 2 = 44$$

$$\text{碳酸氢铵}(\text{NH}_4\text{HCO}_3)\text{的分子量} = 14 + 1 \times 4 + 1 + 12 + 16 \times 3 = 79$$

根据分子式还可以计算出物质中各元素的质量比。例如水中氢元素和氧元素的质量比是： $1 \times 2 : 16 = 1 : 8$ 。

根据分子式还可以计算出物质中某一元素的百分含量，例如计算 CO_2 中碳元素的百分含量。先根据分子式计算分子量：

$$\text{CO}_2\text{分子量} = 12 + 16 \times 2 = 44$$

再算碳元素的百分含量：

$$\frac{\text{C}}{\text{CO}_2} \times 100\% = \frac{12}{44} \times 100\% = 27.28\%$$

综上所述，分子式可以表示六种意义，以水为例说明如下：

分子式的意义

表1-1

分子式的意义	以水(H_2O)为例
(1) 表示这种物质	水
(2) 表示物质一个分子	表示一个水分子 H_2O
(3) 表示组成物质的各种元素	水是由氢、氧两种元素组成
(4) 表示物质的一个分子里各种元素的原子个数	水的一个分子中含有两个氢原子和一个氧原子
(5) 表示物质的分子量	水的分子量： $1 \times 2 + 16 = 18$
(6) 表示组成物质的各元素间的质量比和质量百分比组成	组成水的各元素的质量比： $\text{H}:\text{O} = 1 \times 2 : 16 = 1 : 8$ 质量百分比组成为含氢11.11%，含氧88.89%

三、化学方程式

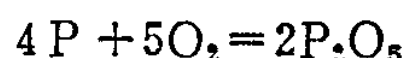
知道了参加反应的各种物质的分子式和反应后生成物的分子式，就能够根据物质不灭定律写出表明化学反应的式子。

用分子式来表明化学反应的式子，叫做化学方程式。

例如红磷在空气里燃烧，就可表示为

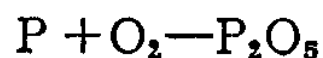


根据物质不灭定律，反应前后各元素的原子数必定相等，因此，要在各分子式前面配上适当的系数（配系数的过程叫化学方程式的配平），使式子两边各种元素的原子个数相等，才能正确表示化学反应的关系：

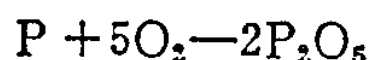


下面就以磷的燃烧为例，说明配平化学方程式的步骤：

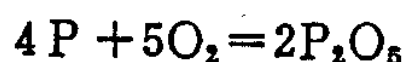
1. 写出反应物和生成物的分子式 根据反应事实，先在左边写出参加反应物质（即反应物）的分子式，再在右边写出反应后生成物质（即生成物）的分子式。如果反应物或生成物不止一种，就用“+”号连接起来，并在反应物和生成物之间划一短线“—”：



2. 配平化学方程式 在参加反应各元素中，选定某一元素，初步进行配平，一般可用求最小公倍数来确定系数，在上面式子里，左边氧原子数是2，右边氧原子数是5，两数的最小公倍数是10，因此在氧的前面要配上系数5，五氧化二磷前面配上系数2，这样使反应前后氧原子数均为10，结果氧原子数在反应前后相等。



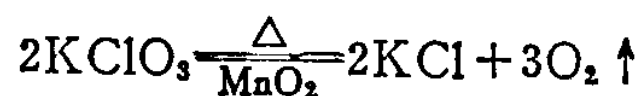
然后进一步配平其它元素的原子数。上例中右边2个 P_2O_5 分子中共有4个磷原子，而左边只有一个磷原子，因此，在左边磷的元素符号前面再配上系数4。最后经过检查，确证式子两边各元素的原子总数相等后，再把短线改为等号



3. 注明反应条件 如果在特定条件下进行的反应要在等号上边（或下边）注明反应条件，如燃烧、加热（或用“ Δ ”表示）、催化剂、压力等。



若反应有气体或沉淀生成，就分别用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”表示出来。如用氯酸钾制氧气的化学方程式是：



一个化学方程式可以表明有关反应的很多事实：

- (1) 什么物质参加了反应，生成了哪些物质；
- (2) 有几个分子的某些物质起反应，反应后能生成几个分子的另一一些物质；
- (3) 反应进行时的条件（如加热、压力、催化剂）以及生成物的状态（气体或沉淀等）；

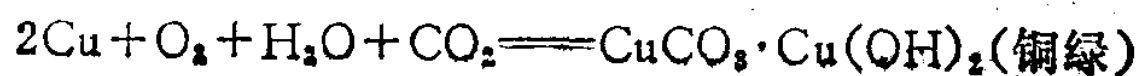
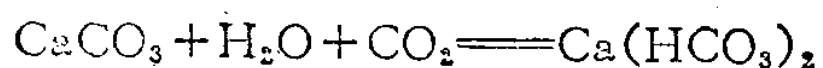
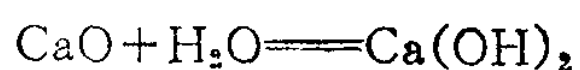
- (4) 反应物的总质量等于生成物的总质量，并反映它们之间质量关系；
- (5) 若反应物和生成物有气体时，还能反映气体间的体积关系。

第六节 化学反应基本类型

化学反应虽然有多种多样。但其基本类型可以分为四种。

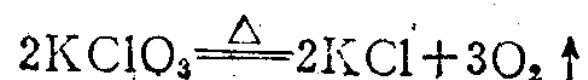
一、化合反应

由两种或两种以上的物质相互作用生成一种新物质的化学反应叫做化合反应。例如：



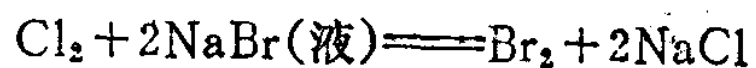
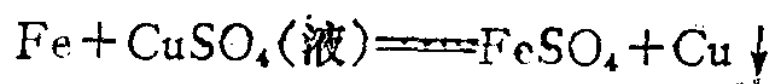
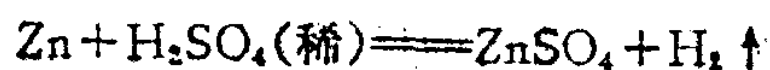
二、分解反应

由一种物质生成两种或两种以上新物质的化学反应叫做分解反应。例如：



三、置换反应

单质和化合物作用，生成另一种单质和另一种化合物的化学反应叫做置换反应。例如：



四、复分解反应

两种化合物分子中的原子（或原子团），互相交换而生成两种新化合物的反应，叫做复分解反应。例如：

