

中央广播电视大学教材

《产品材料学基础》编写组编

产品材料学基础

(物资经济管理专业)

上册

CHANPIN
CAILIAOXUE
JICHU

中国物资出版社

中央广播电视大学教材

产 品 材 料 学 基 础

(上)

(物资经济管理专业)

《产品材料学基础》编写组 编

中 国 物 资 出 版 社

中央广播电视大学教材
产品材料学基础(上)

(物资经济管理专业)

《产品材料学基础》编写组编

中国物资出版社出版
北京市新华书店发行
北京华新印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 印张: $8\frac{6}{18}$ 字数: 210千字

1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

印数: 1—20,000册

书号: 4254·152 定价: 1.65元

编写说明

《产品材料学基础》是根据中央广播电视大学八六级物资经济管理专业教学计划的要求,并针对电大物资经济管理专业文科学员理工基础较薄弱的实际情况而编写的。全书分上下两册,上册是电大物资经济管理专业课程《金属材料学》、《非金属材料学》(上、下)的配套教材,主要包括无机化学、有机化学、矿物学、材料的机械性能等;下册是电大物资经济管理专业课程《机电产品学》(上、下)的配套教材。主要包括机械制图、机械原理、热工理论基础、液压传动及电工学的部分内容。书中采用国际单位制(SI),机械制图部分全部采用1984年7月颁布、1985年7月实施的新国家标准。

本书在编写过程中,主要参考了现行高中、中专和理工科大学基础课教材,力求做到由浅入深,通俗易懂,实用性强。本书由《产品材料学基础》编写组集体讨论,国家物资局电教中心电大教材编审组审定。上册由成渝、隆小培同志主编,下册由胡杰同志主编。杨蓉同志作了加工修改。各章的主要执笔者有:成渝(第一、四、五、十章);王强(第二、三章);隆小培(第六、七、八、九章);张跃荔(第十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七章);胡杰(第十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三章)。参加审稿的有:郭兴宽、朱守忠、朱玉田、宋乃玲、周玉新、竺伯铭、顾志坤等同志,他们为本书的编写提供了许多宝贵意见,我们在此表示衷心的感谢。由于我们水平有限,加之时间仓促,书中的错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

一九八六年六月

目 录

第一章 化学基础	(1)
§ 1-1 物质和物质构成.....	(1)
§ 1-2 元素 物质分类.....	(5)
§ 1-3 分子式 分子量.....	(8)
§ 1-4 化学方程式及化学反应类型.....	(13)
§ 1-5 摩尔.....	(19)
第二章 原子结构与元素周期表	(23)
§ 2-1 核外电子的运动状态.....	(23)
§ 2-2 原子核外电子的排布.....	(26)
§ 2-3 元素周期律.....	(31)
§ 2-4 元素周期表.....	(33)
§ 2-5 周期表里元素性质的递变规律.....	(36)
第三章 化学键与晶体结构	(41)
§ 3-1 离子键.....	(41)
§ 3-2 共价键.....	(44)
§ 3-3 配位键与金属键.....	(51)
§ 3-4 非极性分子和极性分子.....	(52)
§ 3-5 分子间力与氢键.....	(55)
§ 3-6 晶体结构.....	(57)
第四章 电解质溶液和碱、酸、盐	(65)
§ 4-1 电解质溶液.....	(65)
§ 4-2 溶液的酸碱性和pH值	(71)
§ 4-3 碱.....	(73)

§ 4-4 酸.....	(77)
§ 4-5 盐.....	(83)
第五章 金属与非金属	(88)
§ 5-1 金属概述.....	(88)
§ 5-2 几种常见的金属.....	(92)
§ 5-3 非金属概述.....	(107)
§ 5-4 几种常见的非金属.....	(108)
§ 5-5 单质、氧化物、酸、碱和盐的相互关系...	(122)
第六章 氧化还原与电化学	(124)
§ 6-1 氧化还原反应的基本概念.....	(124)
§ 6-2 氧化还原反应与电化学.....	(128)
§ 6-3 金属的腐蚀及防护.....	(142)
第七章 有机化合物	(147)
§ 7-1 有机化合物基础.....	(147)
§ 7-2 烃.....	(157)
§ 7-3 烃的重要衍生物.....	(185)
§ 7-4 碳水化合物.....	(196)
第八章 高分子化合物简介	(202)
§ 8-1 高分子化合物的分类和命名.....	(202)
§ 8-2 高分子化合物的特点和性质.....	(204)
§ 8-3 高分子化合物的合成.....	(208)
§ 8-4 几种高分子化合物介绍.....	(211)
第九章 有关矿物及岩石知识简介	(216)
§ 9-1 有关矿物的基本知识.....	(216)
§ 9-2 硅酸盐矿物的基本知识.....	(223)
§ 9-3 有关岩石的一般概念.....	(228)
第十章 材料的机械性能简介	(231)
§ 10-1 变形体的性质	(232)
§ 10-2 杆件变形的基本形式	(233)

§ 10-3	内力和应力.....	(234)
§ 10-4	纵向变形 虎克定律 横向变形.....	(238)
§ 10-5	拉伸和压缩时材料的机械性质.....	(240)
§ 10-6	剪切.....	(247)
§ 10-7	蠕变 冲击韧性 硬度.....	(248)

第一章 化学基础

本章主要讲解物质和物质的构成、元素及物质分类、分子式、分子量、化学方程式及化学反应类型、摩尔等，起到温故知新和铺设基础的作用。

§ 1—1 物质和物质构成

一、物质的变化和物质的性质

化学是一门研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。

世界是由物质组成的，各种物质都具有一定的性质。物质的许多性质是通过物质的变化表现出来的。

有些物质的变化，只是其外表形状发生了变化，物质本身并没有变成别的物质。例如，水蒸发变成水蒸气，水和水蒸气在外形上显著不同，但二者是同一种物质；把玻璃熔化成液体后，可吹制成各种玻璃器皿，这种变化也只是外形的变化。这种物质形态改变而组成不变的变化，叫做物理变化。

在物质的另一些变化中，物质不仅外形发生了变化，而且其本身也发生了变化，生成了新的物质。例如，煤的燃烧，生成了煤灰及一些气体；铁锈蚀后会生成铁锈等，象这种物质不但形态改变，而且组成也改变，产生了新物质的变化，叫做化学变化。化学变化也叫化学反应。化学变化的主要特征是生成新物质。

物理变化与化学变化虽是物质的不同变化，但二者又是互相联系的，往往相伴而生。例如点燃蜡烛，固体的蜡受热熔化，这是物理变化；同时，它的燃烧又产生了水蒸气和二氧化碳两种新物质，这是化学变化。因此，在研究化学变化时，往往又涉及到

物理变化。

各种物质都具有自身的性质，有一些性质不经过化学变化就能表现出来，这种与化学变化无关（不涉及物质化学组成改变）的性质，叫做物理性质，例如：颜色、气味、比重、熔点、沸点、硬度等。另一些性质只有在物质发生化学变化时才能表现出来，这种与化学变化相关的性质，叫做化学性质。例如：铁会生锈，镁能燃烧，碳酸氢钠受热分解等等，都是这些物质各自的化学性质。

二、分子和原子

（一）分子和分子论

各种不同的物质会产生各种不同的物理变化和化学变化，它们具有不同的性质。为什么会这样呢？

科学告诉我们，物质都是由许许多多肉眼直接看不见的微粒构成的。构成物质的微粒有多种，分子是构成物质的一种微粒。

物质由分子构成的理论，叫做分子论，其主要内容如下：

1. 物质是由分子构成的，分子是能够独立存在并保持原物质性质（化学性质）的最小微粒。

分子的存在由日常生活的现象就可说明。例如，敞口的一瓶酒精，可闻到酒精气味，这是因为从瓶里飞散出来的气体中含有酒精分子的缘故。

2. 同种物质的分子的大小、重量和其他性质都相同，不同物质的分子的性质不相同。

例如：酒精能燃烧，而水不能，这是因为酒精分子和水分子的性质不一样。

3. 构成物质的分子处于永恒运动状态之中。

例如，水泼在地上，由于水分子不停地运动，地面上的水越来越少，水分子都飞散到空气中去了。

4. 在物质里，分子和分子间是有间隔的。

例如，糖溶入水中，水的体积无明显增大，这是因为水分子

间有间隙，糖分子则分散在这些间隙中。

对于同一种物质来说，分子间的间隔如果很大，物质就呈气态；如果较小，就呈液态或固态。在不同的条件下物质一般都具有气、液、固三态的变化，这是由于分子之间的间距能发生变化。

利用分子论的观点，可以从本质上说明物理变化和化学变化的区别。物质在变化时，如果其分子组成没有改变（即没有新物质产生），就是物理变化，如：水蒸发变成水蒸汽，蒸发前后的水和水蒸汽的分子都是水分子，所以水蒸发是物理变化；如果物质分子发生了变化，变成新物质的分子，这样的变化就是化学变化。例如：铁的锈蚀，铁和铁锈是两种物质，它们的分子组成是不相同的。

（二）原子、原子论、原子量

1. 原子和原子论

分子虽小，但并不是构成物质的最小微粒，分子本身是由更小的微粒所构成的。水分子通过分解，可变成氧的微粒和氢的微粒，这些更小的微粒通过重新组合，可以成为氧分子和氢分子。这表明，水分子是氧的微粒和氢的微粒组成的，这种微粒与分子不同，用化学方法不能把它们再分，科学上把这种用化学方法不能再分的微粒叫做原子。

说明分子是由原子构成的理论叫原子论。原子论告诉我们：

（1）一切物质都是由最小的粒子——原子组成的，原子不能自生自灭，不能用化学方法再分。

（2）同种类的原子在质量、形状和性质上完全相同；种类不同的原子，它们的质量、形状和性质都不相同。

（3）每种物质都是由它自己的原子所组成的。

把原子论和分子论综合起来，就成为一个说明物质结构的完整的理论，叫做原子——分子论，其主要内容如下：

（1）物质由分子构成。

(2) 分子由更小的微粒——原子组成, 原子一般不再保持原物质的性质。

(3) 分子、原子都处于永恒的运动状态中。

在化学反应里, 分子发生了变化, 这个过程是通过组成分子的原子的重新组合来完成的。原子本身并不发生变化, 原子是物质发生化学变化的最小单位。所以化学反应的本质就是物质分子里的原子重新组合成另一些新的分子, 从而产生了新物质。

2. 原子量

原子虽小, 但也具有一定的质量。原子的质量单位如果用“克”表示, 则显得过大, 在化学上, 人们一般不直接用原子的实际质量, 而是采用不同原子的相对质量。国际上统一把一种碳原子(指碳12)的质量规定为12, 以它的一个原子质量的 $1/12$ 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。例如, 氧原子的质量是碳原子质量的 $16/12$, 因此氧原子量是16(即, 1个氧原子的质量是一个碳原子质量的 $1/12$ 的16倍); 氢原子的质量是碳原子质量的 $1/12$, 因此氢原子量是1, 氢是原子量最小的原子。

(三) 原子的内部构成

1. 原子核与核外电子

原子是不是最小微粒, 不可分? 科学揭示了原子内部的秘密, 原子是由居于原子中心的带正电的原子核与核外带负电的电子组成的。在原子中, 由于原子核所带的正电荷数与核外电子所带的负电荷总数相等, 因此, 整个原子不显电性。

原子核比原子小得多, 相对来讲, 原子里还有一个很大的空间, 电子就在这个空间里围绕原子核作高速运动。

2. 原子核的组成

原子核是由质子和中子两种微粒组成的, 质子和中子统称为核子。每个质子带一个单位正电荷, 中子不带电荷, 因此原子所

带的正电荷数就是核内质子所带的正电荷数，也称核电荷数。由于原子是电中性的，所以核电荷数等于核外电子数。即

核电荷数=核内质子数=核外电子数

不同元素的原子核内所含质子数是不同的，即不同元素的核电荷数不同。

质子的质量是 $1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}$ ，中子的质量是 $1.6748 \times 10^{-27} \text{kg}$ 。电子的质量很小，约为氢原子量的 $1/1840$ ，所以原子的质量几乎集中于原子核。由于质子、中子的质量很小，通常使用它们的相对质量进行计算。与前所述计算原子量的方法相类似，以质量为 $1.9927 \times 10^{-26} \text{kg}$ 的碳原子(即碳12)作为标准，它的 $1/12$ 为 $1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}$ ，质子和中子对它的相对质量分别为：

$$\text{质子相对质量} = \frac{1.6726 \times 10^{-27} \text{kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}} = 1.007 \approx 1$$

$$\text{中子相对质量} = \frac{1.6748 \times 10^{-27} \text{kg}}{1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}} = 1.008 \approx 1$$

可见二者的相对质量都近似等于1。如果电子的质量忽略不计，把核内所有的质子和中子相对质量取整数加起来，就可以得到这种原子的近似原子量，它被称为质量数。

质量数=质子数+中子数

例如：硫(S)的质子数为16，原子量为32.06，则硫原子的中子数=32-16=16。

§ 1—2 元素 物质分类

一、元素、元素符号和同位素

(一) 元素

在化学上，我们把具有相同的核电荷数(即质子数)的同一类原子总称为元素。氧元素是所有氧原子的总称，碳元素就是所有碳原子的总称。人们把氨水，碳酸氢铵、尿素等化肥叫做氮

肥，就是因为在这些化学肥料的成分里，都含有氮元素。

(二) 元素符号

化学上，采用一定的符号来表示各种元素，这就是元素符号。如“O”表示氧元素，“C”表示碳元素，“Fe”表示铁元素，等等。

元素符号的书写须注意，若是单个字母，字母应大写，如：H表示氢元素；若是两个字母表示一种元素，则第一个字母大写，第二个字母小写，如：Co表示钴元素，若写成CO，就表示一氧化碳分子了。

元素符号除了代表元素外，还代表这种元素的一个原子。

一些常见元素的元素符号应在学习中加以记忆。如：O（氧）、H（氢）、N（氮）、Cl（氯）、F（氟）、Br（溴）、Si（硅）、S（硫）、I（碘）、C（碳）、P（磷）、Hg（汞）、Au（金）、Na（钠）、Ca（钙）、K（钾）、Fe（铁）、Pb（铅）、Ag（银）、Cu（铜）、Cr（铬）、Ba（钡）、Zn（锌）、Sb（锑）、Al（铝）、Sn（锡）、Mn（锰）、Mg（镁）、W（钨）等等。

(三) 同位素

我们知道，同种元素的原子的质子数总是相同的，但其中子数却并不一定相同。人们把这种具有相同质子数，而中子数不同的同一元素的原子互称同位素。例如，氢元素的原子都含有一个质子，但其中子数可分别为0、1、2三种。氢元素的三种同位素即氕、氘、氚，可分别用符号 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 表示。

自然界中绝大多数元素都是由它的多种同位素组成的混合物，同一元素的各种同位素虽然质量不同，但化学性质几乎完全相同。天然存在的某种元素，各种同位素所占的原子百分比一般不变，我们所说的某种元素的原子量，实际上是按各种天然同位素原子所占的一定百分比计算出来的平均值。

同位素有的是稳定的，这样的同位素被称为稳定同位素；有的同位素原子核不稳定，能自发地放出射线，称为放射性同位素。在已发现的元素中，稳定的同位素有300多种，而放射性同位素

有1500多种。

二、物质的分类

在自然界里，元素的种类不算多，目前已知的元素有107种，而这有限的元素却组成了几百万种以上的形形色色的物质。根据物质组成情况不同，大体可作如下分类：

(一) 混和物和纯净物

1. 混和物

由不同种分子构成的物质是混和物，这些不同种的分子之间没有发生化学反应。

例如：空气是氧气、氮气、惰性气体、二氧化碳等多种成分组成的混和物。

2. 纯净物

由同种分子构成的物质是纯净物。

例如：纯的氧气、纯水等。

但须注意，自然界中，通常所谓纯净物都不是绝对纯净的，而是指含杂质很少的具有一定纯度的物质。

(二) 单质和化合物

纯净物又可分为单质和化合物两种。

1. 单质

由同种元素组成的纯净物叫做单质。

有的单质由分子组成，如氧气、氮气等，有的单质由原子构成，如铁、镁、钴等。

单质又可分为金属（如铁、铜）和非金属（如氧气、碳）两大类。

2. 化合物

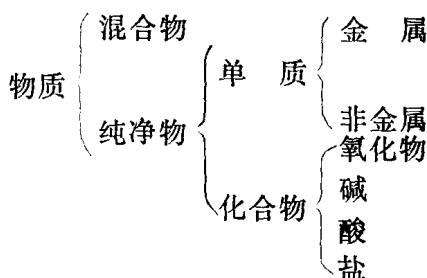
由不同元素组成的纯净物叫化合物。

例如：氧化镁（由氧和镁两种不同元素组成）；氯酸钾（由钾、氯、氧三种不同元素组成）。

化合物按其分子组成和性质可分成氧化物、碱、酸、盐四大

类。

综上所述，物质可大致分类如下：



§ 1—3 分子式 分子量

一、定组成定律

我们知道，水是由氢和氧两种元素组成的。如果我们将纯净的水分解，产生的氢气和氧气的质量比总是1：8。不仅水如此，对其他任何纯净的化合物的研究结果也是如此。如，在氧化铜中，铜和氧的质量比为64：16，无论氧化铜的来源如何，无论用什么方法测定，铜与氧的质量比都是这一确定的数值。这就是化学上的一条基本定律——定组成定律，它告诉我们：每一纯净的化合物，其组分元素的质量比都是一定的。

这个定律说明：任何纯净的化合物都有固定不变的组成，我们仍以水分子为例来说明这个问题。氢的原子量为1，氧的原子量为16，由质量比（1：8）分别除以氢和氧的原子量，算出氢原子与氧原子的个数比为2：1，纯净的水是由同一种分子组成的，故任何水分子里氢原子与氧原子的个数比都为2：1。

二、分子式

元素可用元素符号表示，同样，由元素组成的各种单质和化合物也可用这些组成元素的符号来表示。用元素符号来表示物质的分子组成的式子叫分子式。

一种单质或化合物的分子含有哪些元素和这些元素原子的数目都是一定的。因此，表示每一种物质组成的分子式，也只能有一个，这就是说，纯净物质的分子式，是固定不变的。例如：由两个氢原子和一个氧原子组成的水分子式为 H_2O ；由两个氧原子组成的氧气分子式为 O_2 。元素符号右下角的数字，表示这种元素原子的个数。

(一) 单质分子式的写法

象氢气、氧气、氮气、氯气这些气态非金属单质的分子是双原子分子，它们的分子式分别为 H_2 、 O_2 、 N_2 、 Cl_2 ；氦气等惰性气体由单原子组成，故氦气、氖气分子式为 He 、 Ne ；金属单质以及一些固态非金属单质，它们结构复杂一些，但通常把它们看作单原子分子，它们的分子式就是它们的元素符号，如碳： C ，硫： S ，铁： Fe ，钠： Na 。

(二) 化合物分子式的写法

书写化合物分子式，首先必须知道化合物的组成，及分子里每种元素各含有多少原子，而后把这些元素和表明每种元素的原子的数目写出来，从而得到这种化合物的分子式。

在化合物中，如果一种元素是金属，另一种是非金属，习惯上把非金属的元素符号写在右边。如氧化镁： MgO ，氯化铜： CuCl_2 。如果两种都是非金属，其中有一种是氧元素，习惯上把氧元素符号写在右边。如二氧化碳 CO_2 ，五氧化二磷 P_2O_5 。其它化合物分子式写法，学到有关部分可逐步掌握。

如果表示两个或多个分子时，可在分子式前面加系数。如 $2\text{H}_2\text{O}$ 、 $3\text{H}_2\text{O}$ 分别表示2个水分子、3个水分子。

下面简要说明分子式的意义。分子式首先代表：

(1) 某种物质；

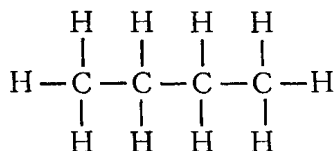
(2) 某种物质的一个分子。

其次，分子式还表示该物质的组成，它包括两方面的含义，即：

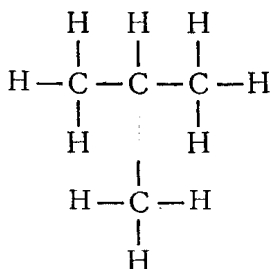
(2) 表明在这种物质的 1 个分子里, 含有各种原子的个数。

(一) 同分异构体

有一些化合物具有相同的分子式，但却具有不同的结构和性质。这种现象就叫做同分异构现象。具有同分异构现象的化合物互为同分异构体。例如，有两种有机物质：正丁烷和异丁烷，它们的分子式都是 C_4H_{10} ，但它们的结构（原子间的连接形式）却不相同，分别是：



正丁烷



异丁烷

正丁烷和异丁烷即是互为同分异构体。

(二) 同素异形体

类似于化合物的同分异构现象，同一种元素也能组成性质不同的多种单质。这种现象就叫同素异形现象。由一种元素形成的多种单质，叫做同素异形体。例如，金刚石和石墨，它们都是单质碳，但由于其晶体结构不同，使它们成为性质有显著差别的两种不同物质，金刚石和石墨就是互为同素异形体。

四、化合价

定组成定律告诉我们，化合物都有固定不变的组成，在化合物分子里，各种元素的原子个数比都有确定的数值。我们把一种元素一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子化合的性质，叫