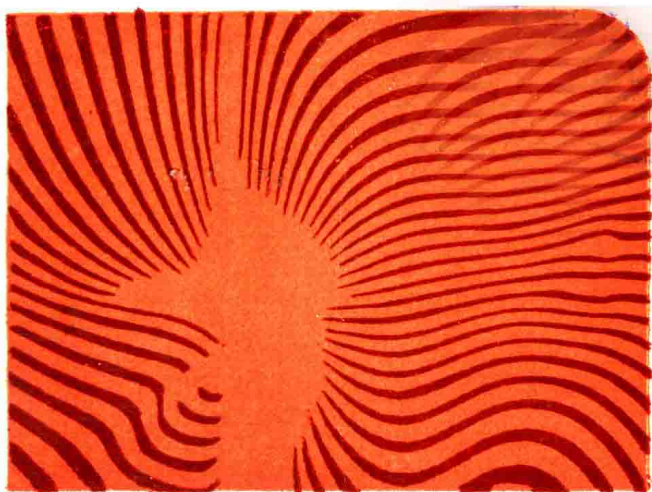


化工防腐工人中级技术培训教材

化学基础

路先哲 徐广田 陈福田 编



HUAGONGFANGFU
GONRENZHONGJIJISHU
PEIXUNJIAOCAI

成都科技大学出版社

化工防腐工人中级技术培训教材

化 学 基 础

路先哲 徐广田 陈福田 编

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书包括无机化学、有机化学和高分子化合物三部分。1—4章叙述了无机化学的基本概念、基本计算、原子结构和元素周期律、电解质溶液、配合物和主副族元素；5—8章简明地介绍了重要的有机化合物和高分子化合物。

本书知识起点适度，文字生动流畅、通俗易懂。它是化工防腐工人中级技术培训的基础课教材，也可作为各类型成人教育相应专业的教材，亦可供有关工程技术人员或技术工人自学参考。

化工防腐工人中级技术培训教材

化 学 基 础

路仙哲 徐广田 陈福田 编

成都科技大学出版社出版发行

四川省新华书店经销

成都市书林印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张：12.75插页1

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数1—7000册 字数：275千字

ISBN7-5616-0142-5/O·14(课)

定价：3.00元

前 言

这套教材是受全国化工技术培训教材编审委员会的委托，根据一九八七年一月化工部教育司颁发的《化工防腐工人中级技术理论培训教学计划、教学大纲》，由吉林化学工业公司组织编写的。

这套教材共六本书：包括《化学基础》、《电工基础》、《机械制图与钣金展开》、《化工基础》、《化工企业全面质量管理及环境保护》和《化工腐蚀与防护技术》。

《化学基础》包括无机化学、有机化学和高分子化合物三部分。通过本课程的学习，使学员比较系统地掌握有关化学的一些基本概念和基本理论知识，为学习专业课打下扎实的基础。

本书第一、二章由路仙哲编写。第三、四章由徐广田编写。第五、六、七、八章由陈福田编写。吉林化学工业公司研究院黄孝进审订。全国化工技术教材编审委员会东北、华北组的同志，吉林化学工业公司的有关领导和防腐专业技术人员参加了本书的审稿会，并对本书的编写工作提出了宝贵意见。在此谨向以上有关同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，缺点错误在所难免，不当之处，请使用本教材的学员和教师提出宝贵意见。

化工防腐工人中级技术理论培训教材编写组

一九八八年四月

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 物质.....	(1)
第二节 物质的测量.....	(19)
第三节 化学方程式及其计算.....	(27)
第四节 溶液.....	(34)
习题.....	(48)
第二章 原子结构和元素周期律	(50)
第一节 原子的结构.....	(50)
第二节 原子核外电子的运动及排布.....	(51)
第三节 元素性质与原子结构的关系.....	(64)
第四节 化学键.....	(84)
习题.....	(119)
第三章 电解质溶液	(121)
第一节 电解质的电离.....	(121)
第二节 离子反应.....	(132)
第三节 水的电离及pH值.....	(133)
第四节 盐类的水解.....	(149)
习题.....	(158)
第四章 重要元素及其化合物	(160)
第一节 卤族元素.....	(160)
第二节 氧族元素.....	(168)
第三节 氮族元素.....	(175)
第四节 碳族元素.....	(186)
第五节 硼族元素.....	(193)

第六节	碱土金属.....	(199)
第七节	碱金属.....	(205)
第八节	配位化合物.....	(208)
第九节	重要的副族元素.....	(214)
习题.....		(227)
第五章	有机化合物	(229)
第一节	有机化合物的特性.....	(299)
第二节	有机化合物的分类.....	(231)
第三节	有机化合物的结构.....	(233)
习题.....		(238)
第六章	烃	(240)
第一节	脂肪烃.....	(240)
第二节	脂环烃.....	(270)
第三节	芳香烃.....	(273)
习题.....		(285)
第七章	烃的衍生物	(290)
第一节	卤代烃.....	(290)
第二节	醇、酚、醚.....	(299)
一、醇.....		(299)
二、酚.....		(306)
三、醚.....		(310)
第三节	醛和酮.....	(313)
第四节	羧酸及其衍生物.....	(321)
一、羧酸.....		(321)
二、酯.....		(327)
三、酰胺.....		(330)
第五节	含氮化合物.....	(332)
一、硝基化合物.....		(332)

二、胺.....	(336)
习题.....	(346)
第八章 高分子化合物	(351)
第一节 概述.....	(351)
第二节 合成树脂和塑料.....	(360)
一、概述.....	(360)
二、聚氯乙烯.....	(363)
三、聚乙烯.....	(365)
四、聚苯乙烯.....	(368)
五、酚醛树脂.....	(369)
六、环氧树脂.....	(370)
七、氟塑料.....	(372)
第三节 合成橡胶.....	(374)
一、概述.....	(374)
二、通用合成橡胶.....	(376)
(一) 丁苯橡胶.....	(376)
(二) 顺丁橡胶.....	(377)
(三) 氯丁橡胶.....	(379)
(四) 丁基橡胶.....	(380)
(五) 丁腈橡胶.....	(381)
三、特种合成橡胶.....	(382)
(一) 硅橡胶.....	(383)
(二) 氟橡胶.....	(384)
(三) 氯磺化聚乙烯橡胶.....	(386)
(四) 聚氨酯橡胶.....	(388)
(五) 其他特种合成橡胶.....	(389)
第四节 合成纤维.....	(390)
一、概述.....	(390)

二、聚酯纤维.....	(391)
三、聚酰胺纤维.....	(393)
四、聚丙烯腈纤维.....	(394)
习题.....	(394)
附录.....	(397)
一、基本单位.....	(397)
二、导出单位.....	(397)
三、国家选定的非国际单位或暂时与国际单位并用单位 (摘要).....	(398)
四、法定单位的倍数和分数关系.....	(398)
五 一些基本的物理常数.....	(399)

化学元素周期表

第一章 基本概念

化学研究的对象是物质。它是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中能量关系的一门科学。

第一节 物质

一、物质和能量

(一) 物质 我们周围的一切都是物质。例如：钢铁制品、油漆、涂料、炸药、煤以及日常用的水、食盐、肥料、塑料、陶瓷等。物质是客观存在的，是可以认识的。各种物质都占有一定的空间，并且有一定的质量。从宏观上讲，大的物质肉眼能看到。从微观上讲，如原子、电子等则肉眼看不见。

物质的另一特征是在不停地运动着。如铁的生锈，防腐常用的硅酸钠在空气中吸水变稀；岩石风化变成粘土等，这些都说明物质在变化，也就是物质以不同的形式在运动。所以说有物质存在必然有物质的运动。不运动的物质是没有的。

(二) 能量 物质的变化和运动总是伴随着各种能量的变换。水加热所产生的高压水蒸气驱使汽轮机转动，这是热能转变成机械能；而汽轮机带动发电机发电，则是机械能转变成电能；食盐水电解生成氯气、氢气和氢氧化钠，这

是电能转换成化学能。这些能量的转换，都是物质不同的运动形式。各种能量都可以为人类作出贡献，都具有做功的本领。因此，能量可以定义为做功的本领。

能量可以以不同的形式互相转换，但是在转换过程中，能量既不会被消灭也不会从新创造出来。它只能从一种形式转换成另一种形式或从一个物体转移到另一个物体。而能的总量在转换前后保持不变。这个规律叫做能量守恒定律。

能量守恒定律是自然界最普遍、最重要的基本规律之一。是人类认识和改造自然界的重要科学依据。

二、物质的组成

(一) 分子 组成物体的材料是物质。那么物质是由什么组成的呢？

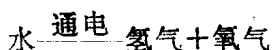
设想，当把一粒砂糖不断地分割时，这粒砂糖变得越来越小，甚至在最好的显微镜下也看不见它，但无论如何这粒砂糖总不会变得一点也没有，尽管极其微小，它仍然保持着砂糖的各种化学性质。这种能够独立存在并保持原来物质化学性质的最小微粒就叫做分子。

同种物质的分子的大小、质量和化学性质都相同。不同种物质分子的大小、质量和化学性质都不相同。分子总是处在永恒地运动中。

构成物质的分子，并不是一个个紧靠着排列，而是在分子之间存在着一定的间隔。例如：一切气体都有压缩性；许多固体都有热胀、冷缩性就说明了这个问题。

(二) 原子 分子是保持原物质化学性质的最小微粒。这是说在保持原物质化学性质的前提下，物质不能再分了。但是，物质在另一前提下能否再分呢？实验证明，水在通电情

况下，可分解成氢气和氧气。例如：



这个事实说明，水、氢气和氧气是不同种类的物质，那么组成水的分子怎么能在通电情况下变成氢气和氧气呢？显然，要解释这一实验事实必须承认水分子本身是由更小的微粒构成的。

科学实验证明，水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的。在分子中存在着原子间的吸引和排斥，在通电的条件下，水分子中吸引和排斥这对矛盾激化了，水分子就分裂为氢原子和氧原子两种微粒，然后由这两种微粒各自通过一定的结合，变成氢气分子和氧气分子。这种构成分子的更小微粒就叫做原子。

在化学变化中，分子发生了变化，原物质的分子分裂了，产生了新物质的分子。这个过程中原子只是重新组合，并没有变成新的原子。因此，化学变化是原子运动的一种形式。原子也有一定的大小和质量，彼此之间也有一定的距离。

（三）元素 化学上把性质相同的同一种类的原子叫做元素。所以，元素就是同种原子的总称。更科学地讲，元素就是具有相同电荷数的同类原子的总称。

元素和原子这两个名词从本质上讲并没有很大的区别。元素代表原子的种类，是同一类原子的总称，而原子是元素的基本微粒，讲原子时可以指明个数。所以，元素是种类的概念而原子既是种类又是数量的概念。例如：可说水是由氢元素和氧元素组成的而不能说水是由两个氢元素和一个氧元素组成的。但可以说一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子

组成的。

一切物质都是由元素组成的。元素有两种存在状态。一种是游离态；另一种是化合态。

游离态是指这种元素没有跟别种元素相结合。例如：氧气中的氧就是游离态。但这并不是说组成单质的每个原子都是单独存在的。恰恰相反，在单质里原子一般是相互结合成分子而存在的。

化合态是指几种元素的原子相互结合称元素处于化合状态（简称化合态）。

同一元素的游离态和化合态虽然对某元素讲其品种相同，但性质却有很大区别。例如：水（ H_2O ）分子中的氢元素和氧元素呈化合态时，水可灭火。而氢气和氧气中的氢和氧处于游离态时，氢可以燃烧，氧可以助燃。

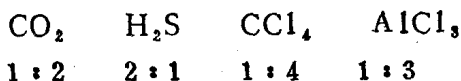
现在发现的元素有107种，大气层和地球主要是由氧、硅、铝、钙、钠、钾、镁和氢等元素组成。以上这些元素约占大气层和地球上元素总数的98%以上。而氧元素则几乎占到一半。

化学上，采用一定的符号来表示各种元素，叫元素符号。每种元素的符号通常用它的拉丁文原名的第一个字母来表示。如果两种元素的拉丁文原名的第一个字母大写相同时，为了区别起见就再在它们第一个字母（大写）后面各附加原名的第二字母（小写）。

元素符号除了表示一种元素外，还表示这种元素的一个原子和它的相对原子质量。

（四）元素的化合价 在研究原子形成分子的过程中，我们发现一种元素的原子只能和一定数目的其它元素的原子

相结合。例如：



在化学上，把一定数目的一种元素的原子跟一定数目的其它元素的原子相化合的性质叫做这种元素的化合价。

元素化合价有如下一般规律：

1. 氢元素的化合价一般是+1价，只有它跟活泼金属化合时才显-1价。氧元素的化合价一般是-2价。

2. 金属元素一般显正价。

3. 非金属元素与氢、金属化合时，一般显负价，与氧化合时显正价。

4. 某元素的化合价只有它与其它元素化合时才能显示出来。所以单质中元素的化合价一律为零。

在化合物中各元素的正、负化合价的代数等于零。例如：在 NaCl 、 HCl 中，Cl为-1价，而Na和H为+1价。

许多元素在不同的化合物中可以显出不同的化合价。例如：在 FeCl_3 中铁为+3价；在 FeCl_2 中为+2价。在 CO_2 中C为+4价；在 CO 中C为+2价。我们把在不同的化合物中，显示出不同化合价的元素称为变价元素。

有些元素它们在所有的化合物里都表现出一种化合价。例如：钠元素、氢元素、钾元素等在一切实物里都是1价。锌和钙等元素在一切实物里都是2价。这些元素是不变化价元素。表1-1列出了一些常见元素的化合价。

在化合物中，由两个或两个以上的原子组成带电荷的原子团叫做根。根表现出来的化合价叫做根价。根的化合价是根中所含各元素化合价总的代数和。也就是说，根据组成根

的各种元素的化合价用代数法计算出根的化合价。例如：铵根 (NH_4^+) 的化合价为：

$$-3 + (+1) \times 4 = +1$$

即铵根为+1价。常见根化合价见表1-2。

三、物质的变化和性质

每一种物质都有它自己的特征，这种特征表现在许多方面。例如：化工设备有耐腐蚀的有易被腐蚀的。工作中常用的塑料、涂料、溶剂、固化剂等各有颜色、气味、可燃性、溶解性等特征。这些特征就叫做物质的性质。它分为物理和化学两类性质。

表1-1 常用元素化合价

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

表1-2 常见根化合价

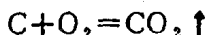
名 称	符 号	化 合 价	名 称	符 号	化 合 价
铵 根	NH_4^+	+1	碳 酸 根	CO_3^{2-}	-2
氯 根	Cl^-	-1	碳酸氢根	HCO_3^-	-1
氢 氧 根	OH^-	-1	硫 酸 根	SO_4^{2-}	-2
硝 酸 根	NO_3^-	-1	亚硫酸根	SO_3^{2-}	-2
醋 酸 根	CH_3COO^-	-1	氯 酸 根	ClO_3^-	-1
高锰酸根	MnO_4^-	-1	偏硅酸根	SiO_3^{2-}	-2
偏铝酸根	AlO_2^-	-1	磷 酸 根	PO_4^{3-}	-3
氢硫酸根	S^{2-}	-2	磷酸氢根	HPO_4^{2-}	-2

(一)物理变化和物理性质 物理变化是指没有生成其它物质时的变化。例如：水加热变成蒸气，水和蒸气在外形上是显著不同的，但是水和水蒸气都是由同一种分子组成的。水蒸发变成蒸气，蒸气冷凝又变成水。这种变化只是组成物质的分子之间的间隔改变，而分子本身并没有改变。我们只改变了物质的形状和状态而没改变物质的组成，更没有新物质产生的变化叫做物理变化。

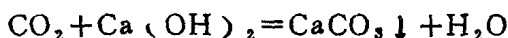
物质在物理变化时所表现的性质叫做物理性质。它是与分子的聚集状态有关的一些性质。例如：由感官直接感知的有状态、颜色、光泽、晶形、气味和味道等。需要仪器测知的有熔点、沸点、密度、溶解度、导电性和传热性等。

(二)化学变化和化学性质 物质化学变化的主要特征是生成了新的物质。例如：煤燃烧是煤的主要成分碳与空气

中氧作用生成了二氧化碳新物质，其反应为：



又如把二氧化碳气体通入澄清的石灰水中，溶液中生成一种白色沉淀，其反应为：



根据以上燃烧放热、发光、沉淀生成等现象，物质不但改变了形态而且化学组成也改变了。改变的结果产生了新物质。所以，我们把物质发生变化后，生成新物质的变化叫做化学变化，也叫化学反应。

物质在化学变化时表现出来的性质叫做化学性质。例如：铁会生锈这个化学性质，是铁在一定条件下变成了新物质铁锈的这一过程中表现出来的；又如煤炭的可燃性这个化学性质，是在煤炭燃烧变成其它物质的过程中表现出来的。煤的可燃性、铁的被氧化性等都是化学性质。

物理变化和化学变化是物质的两类不同的变化。在许多情况下它们是同时发生的。例如：点燃蜡烛时固体的蜡烛受热熔化，蜡从固态变成了液态，形状变了这是物理变化。同时液态的蜡又燃烧变成水蒸气和二氧化碳两种新物质，这是化学变化。一般情况，物质发生物理变化时不一定发生化学变化，但发生化学变化时一定伴随有物理变化的发生。

四、物质的分类

(一)纯净物和混合物 按组成物质成分是否纯可把它分为混合物和纯净物。混合物是由两种以上不同种分子构成的。纯净物是由同种分子构成的物质。纯净物和混合物的区别见表1-3。

表1-3 纯净物和混合物

纯 净 物	混 合 物
①由相同的分子构成	①由不同种分子构成
②由同种物质组成	②由不同物质混合而成
③具有固定的组成	③没有一定的组成
④具有一定的性质（如有固定的熔、沸点）	④各物质保持其原有性质（如没有固定的熔、沸点）

化学上研究和叙述物质的性质时，一般都是指纯净物。按组成物质的元素是否同种，纯净物又分成单质和化合物。

由同种元素组成的纯净物叫单质，如氧气、氢气、铜、铁、碳、硫等。由不同种元素组成的纯净物叫化合物。实际上，化合物的分子是由不同的原子组成的，在化合物里几种元素的原子相互结合处于化合状态。例如：纯水是由氢元素和氧元素组成的化合物；二氧化碳是由碳元素和氧元素组成的化合物。

所以，元素可以以游离状态存在于单质中也可以以化合态存在于化合物中。单质和化合物的区别见表1-4。

表1-4 单质和化合物的区别

单 质	化 合 物
①元素处于游离状态	①元素处于化合状态
②由同种元素组成（它的分子由相同的原子组成）	②由不同元素组成（它的分子由不相同的原子组成）
③不能发生分解反应	③在一定条件下，能够发生分解反应