

化学分析工人中级技术培训教材 ●

化学

张增智 主编 ●

UNHUA XUNH
MXI FENXI FE

成都科技大学出版社

化 学

化学分析工人中级技术培训教材

张增智 主编

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书共11章。主要介绍无机化学的基本概念、物质结构、溶液及相平衡、化学平衡、电解质溶液、氧化还原反应和电化学、重要的主副族元素、配位化合物等基本知识，并系统叙述了有机化学的基本理论和基本知识，对烃及其衍生物进行了重点介绍。

本书既可作为化学分析工人中级技术理论培训教材，亦可供石油、冶金、地质、食品、卫生等部门分析工人、化验人员自学参考。

化学分析工人中级技术理论培训教材

化 学

张增智 主编

成都科技大学出版社出版发行

四川省新华书店经销

四川省新都县一中印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张21.5插页1

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数1—15000 字数520千字

ISBN7-5616-0137-9/O·14(课)

定价5.95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，由吉林化学工业公司负责，组织学校、科研、生产等单位的教师、工程技术人员，根据一九八六年十月化工部教育司、劳资司（86）化教培字第91号文批准的《化学分析工人中级技术理论培训教学计划、教学大纲》编写的。

这套教材共六本书。包括《化工分析》、《化学》、《数学基础》、《电工知识》、《化验室管理》和《化工企业全面质量管理及环境保护》。各教材在内容上科学分工、紧密配合、有机联系。

考虑到工人培训的特点，教材内容有较强的针对性，密切联系实际，语言通俗易懂，讲述深入浅出，知识起点适度，且尽量采用法定计量单位和“国标”、“部标”。

《化学》一书的目的，在于使学员较系统地掌握无机化学和有机化学的基本知识、基本理论和基本技能；了解这些知识、理论和技能在化工分析上的应用；培养学员具有一定的分析和解决实际问题的能力，为专业课奠定化学基础。

参加本书编写工作的有张增智（第一、二、三、八章）、刘立明（第四、五章）、陈晓达（第六、七章）、王凤山（第九至十一章），由张增智主编，并由邓炳春绘制插图。全书由张增智修改定稿，吉林化学工业公司林晶华主审，路仙哲、阎宝石等参审。由于编审者水平有限，时间仓促，错误或不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

化学分析工人中级技术理论培训教材编审组

一九八七年七月十五日

目 录

第一章 基本概念 (1)	复习思考题 (31)
第一节 物质 (1)	习题 (31)
第二节 物质的组成 (2)	第二章 物质的结构(34)
一、分子 纯净物和混合物..... (2)	第一节 原子的结构 (34)
二、原子 相对原子质量..... (2)	第二节 核外电子的运动状态 (35)
三、元素 元素符号..... (3)	一、电子云的概念..... (35)
四、分子式 相对分子质量..... (4)	二、核外电子的运动状态..... (35)
第三节 无机物的分类 (5)	第三节 核外电子的排布规律 (37)
一、氧化物..... (5)	一、保里不相容原理..... (37)
二、碱..... (6)	二、能量最低原理..... (38)
三、酸..... (6)	三、洪特规则..... (39)
四、两性氢氧化物..... (7)	第四节 元素周期律和元素周期表
五、盐..... (7)	 (40)
六、无机反应的基本类型..... (9)	一、元素周期律..... (40)
第四节 法定计量单位简介 物质的量及其单位 (10)	二、元素周期表..... (42)
一、法定计量单位简介..... (10)	三、元素的分类..... (43)
二、物质的量及其单位——摩尔..... (13)	第五节 元素的性质和原子结构的关系 (44)
第五节 物质的聚集状态 (15)	一、原子半径..... (44)
一、气体..... (15)	二、元素的金属性和非金属性..... (45)
二、液体..... (16)	三、元素的电离能..... (46)
三、固体..... (17)	四、元素的电子亲和能..... (47)
第六节 气体的基本定律 (18)	五、元素的电负性..... (47)
一、波义耳定律..... (18)	六、元素的化合价..... (48)
二、查理定律..... (18)	第六节 元素周期律的意义 (49)
三、气体的摩尔体积..... (18)	第七节 分子结构 (50)
四、气体状态方程式..... (20)	一、离子键..... (50)
五、道尔顿分压定律..... (22)	二、共价键..... (54)
第七节 化学方程式及其计算 (24)	三、分子的极性..... (59)
一、质量守恒定律..... (24)	四、分子间力和氢键..... (60)
二、化学方程式..... (24)	五、晶体的基本类型..... (63)
三、根据化学方程式的计算..... (25)	本章要点 (66)
四、热化学方程式..... (27)	复习思考题 (68)
本章要点 (29)	

习题	(69)
第三章 重要的主族元素及其化合物	(71)
第一节 卤族元素	(71)
一、氯及其化合物	(71)
二、溴、碘及其化合物	(76)
三、氟及其化合物	(77)
四、卤素及其化合物性质的比较	(78)
本节要点	(79)
复习思考题	(80)
习题	(80)
第二节 氧族元素	(81)
一、氧及其化合物	(81)
二、硫及其化合物	(82)
本节要点	(86)
复习思考题	(87)
习题	(87)
第三节 氮族元素	(88)
一、氮及其化合物	(88)
二、磷及其化合物	(92)
本节要点	(94)
复习思考题	(94)
习题	(94)
第四节 碳族元素	(95)
一、碳及其化合物	(95)
二、硅及其化合物	(97)
三、锡、铅及其化合物	(98)
本节要点	(100)
复习思考题	(101)
习题	(101)
第五节 硼族元素	(102)
一、硼及其化合物	(102)
二、铝及其化合物	(103)
本节要点	(105)
复习思考题	(105)
习题	(105)
第六节 碱土金属	(106)
一、镁、钙及其化合物	(106)
二、硬水及其软化	(108)
本节要点	(110)
复习思考题	(110)

习题	(110)
第七节 碱金属	(110)
一、钠和钾	(111)
二、钠和钾的氧化物	(112)
三、钠和钾的氢氧化物	(113)
四、钠和钾的盐类	(113)
本节要点	(114)
复习思考题	(114)
习题	(114)
第四章 溶液及相平衡	(115)
第一节 溶液的基本性质	(115)
一、溶液及其分类	(115)
二、物质的溶解过程	(116)
三、饱和溶液与不饱和溶液	(117)
第二节 溶解度	(117)
一、溶解度的定义	(117)
二、影响溶解度的因素	(118)
三、溶解度的计算	(120)
第三节 溶液的浓度及其计算	(121)
一、溶液浓度的定义	(121)
二、溶液浓度的常用表示法	(122)
三、溶液的稀释与混合	(124)
四、溶液浓度的换算	(136)
五、关于气体溶质溶液浓度的计算	(127)
第四节 稀溶液的性质	(127)
一、蒸气压下降	(128)
二、沸点上升	(129)
三、凝固点下降	(130)
四、渗透压	(132)
第五节 相平衡	(133)
一、基本概念	(133)
二、相律	(136)
三、单组分体系——水的相图	(137)
四、分配定律和萃取	(140)
本章要点	(142)
复习思考题	(144)
习题	(144)
第五章 化学反应速度和化学平衡	(146)
第一节 化学反应速度	(146)
一、反应速度的概念	(146)

二、反应速度的表示方法	(146)
三、影响化学反应速度的因素	(148)
四、反应的活化能	(150)
第二节 化学平衡	(151)
一、可逆反应与不可逆反应	(151)
二、化学平衡	(152)
三、平衡常数	(152)
四、有关化学平衡的计算	(155)
五、化学平衡的移动	(157)
本章要点	(160)
复习思考题	(161)
习题	(161)

第六章 电解质溶液 (163)

第一节 电解质的电离	(163)
一、电解质	(163)
二、电离度	(164)
三、弱电解质的电离平衡	(164)
四、关于电离平衡的计算	(166)
五、多元弱酸的电离平衡及其计算	(167)
六、同离子效应	(168)
第二节 离子反应	(169)
一、离子反应和离子反应式	(169)
二、离子反应进行的条件和离子反应式的书写	(169)

第三节 水的电离及溶液的pH值 (171)

一、水的电离	(171)
二、溶液的pH值	(171)
三、有关pH值的计算	(173)

第四节 盐类的水解 (174)

一、水解的基本概念	(174)
二、各种盐的水解	(174)
三、水解常数和水解度	(175)
四、多元弱酸盐的水解	(176)
五、影响盐类水解反应的因素	(177)

第五节 缓冲溶液 (177)

一、缓冲溶液	(177)
二、缓冲溶液pH值的计算	(178)

第六节 溶度积 (180)

一、溶度积	(181)
二、溶度积规则	(182)

三、有关溶度积的计算	(183)
本章要点	(184)
复习思考题	(186)
习题	(186)

第七章 氧化还原反应与电化学 (188)

第一节 氧化还原反应及其配平 (188)

一、氧化数	(188)
二、氧化和还原 氧化剂和还原剂	(189)
三、氧化还原反应方程式的配平	(190)

第二节 原电池 (192)

第三节 电极电位和电池电动势 (194)

一、电池电动势	(194)
二、标准氢电极	(194)
三、标准电极电位	(194)
四、影响电极电位的因素	(196)
五、电极电位的应用	(198)

第四节 电解 (200)

一、电解	(201)
二、电解产物的一般规律	(202)
三、电解定律	(202)
四、金属的腐蚀和防腐	(203)

本章要点 (205)

复习思考题 (206)

习题 (206)

第八章 配位化合物 重要的副族元素 (208)

第一节 配位化合物 (208)

一、配位化合物的定义	(208)
二、配位化合物的组成	(209)
三、配位化合物的命名	(210)
四、配位化合物中化学键的本质	(211)
五、配离子的稳定性	(211)
六、螯合物	(213)
七、配合物在分析化学中的应用	(214)

本节要点 (215)

复习思考题 (216)

习题 (216)

第二节 重要的副族元素 (217)

一、铜及其化合物	(217)
二、银及其化合物	(218)
三、锌及其化合物	(219)

四、汞及其化合物.....(220)	第五节 脂环烃.....(262)
五、铬及其化合物.....(222)	一、环烷烃的通式、同分异构和命名...(263)
六、锰及其化合物.....(224)	二、环烷烃的性质.....(264)
七、铁及其化合物.....(226)	三、环烷烃的来源和制备.....(265)
八、钴、镍及其化合物.....(228)	习题.....(265)
本节要点.....(229)	第六节 芳香烃.....(266)
复习思考题.....(230)	一、苯的结构.....(266)
习题.....(231)	二、单环芳烃的同分异构和命名.....(267)
第九章 有机化合物概述.....(232)	三、单环芳烃的物理性质.....(268)
第一节 有机化合物.....(232)	四、单环芳烃的化学性质.....(269)
第二节 有机化合物的特性.....(232)	五、苯环上取代反应的定位规律.....(273)
第三节 有机化合物的结构.....(233)	六、重要单环芳烃的来源及制备.....(275)
第四节 有机化合物的分类.....(234)	七、萘.....(275)
习题.....(236)	习题.....(277)
第十章 烃.....(237)	第十一章 烃的衍生物.....(280)
第一节 烷烃.....(237)	第一节 卤代烃.....(280)
一、烷烃的通式、同系列和同分异构...(237)	一、卤代烃的分类、同分异构及命名...(280)
二、烷烃的命名.....(239)	二、卤代烃的制法.....(282)
三、烷烃的物理性质.....(242)	三、卤代烃的物理性质.....(282)
四、烷烃的化学性质.....(242)	四、卤代烃的化学性质.....(283)
五、烷烃的来源.....(244)	五、重要的卤代烃.....(285)
习题.....(245)	习题.....(286)
第二节 烯烃.....(246)	第二节 醇 酚 醚.....(287)
一、烯烃的同系列和同分异构.....(246)	醇
二、烯烃的命名.....(246)	一、醇的分类和命名.....(287)
三、烯烃的物理性质.....(247)	二、醇的制备.....(289)
四、烯烃的化学性质.....(247)	三、醇的物理性质.....(289)
五、烯烃的主要来源.....(252)	四、醇的化学性质.....(290)
习题.....(252)	五、重要的醇.....(293)
第三节 二烯烃.....(253)	酚
一、二烯烃的分类和命名.....(253)	一、酚的分类和命名.....(294)
二、共轭二烯烃的性质.....(254)	二、酚的制法.....(295)
三、重要二烯烃的来源和制备.....(256)	三、酚的物理性质.....(297)
习题.....(257)	四、酚的化学性质.....(297)
第四节 炔烃.....(258)	五、重要的酚.....(298)
一、炔烃的同分异构和命名.....(258)	醚
二、炔烃的性质.....(258)	一、醚的分类和命名.....(299)
三、炔烃的制备.....(261)	二、醚的制法.....(300)
习题.....(261)	三、醚的性质.....(301)
	习题.....(302)
	第三节 醛和酮.....(303)

一、醛和酮的分类和命名.....	(303)
二、醛和酮的制取.....	(304)
三、醛、酮的物理性质.....	(305)
四、醛、酮的化学性质.....	(305)
五、重要的醛、酮.....	(312)
习题.....	(313)
第四节 羧酸及其衍生物.....	(315)
羧 酸	
一、羧酸的分类和命名.....	(315)
二、羧酸的制备.....	(316)
三、羧酸的物理性质.....	(317)
四、羧酸的化学性质.....	(317)
五、重要的羧酸.....	(319)
羧酸衍生物	
一、酰卤.....	(321)
二、酸酐.....	(322)
三、酯.....	(323)
四、酰胺.....	(324)

习题.....	(325)
第五节 含氮化合物.....	(326)
胺	
一、胺的分类和命名.....	(327)
二、胺的制法.....	(328)
三、胺的性质和用途.....	(328)
四、重要的胺.....	(331)
五、重氮和偶氮化合物简介.....	(332)
习题.....	(332)
习题答案.....	(333)
附录 I 碱、酸、盐的溶解性表.....	(335)
附录 II 强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与密度 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)、物质的量浓度 (c) 的关系.....	(336)
元素周期表	

第一章 基本概念

第一节 物 质

天空中的太阳、月亮、星星，大地上的山岳、湖泊、河流、海洋，我们呼吸的空气，饮用的水、住的房屋、吃的食物、穿的衣服、使用的机器，以及我们的身体，微观世界的分子、原子、质子、中子、电子等都是物质。甚至各种形式的场、如电磁场、引力场等也是物质。因为它们都是在我们的意识之外，不依赖于我们的意识而客观存在的。所以列宁说“物质是作用于我们感官而引起感觉的东西，物质是我们感觉到的客观实在。”

目前，人们把客观存在的物质划分为实物和场两种基本形态，化学的研究对象是实物，场不属于化学的研究范围。就物质的构造情况来说，大至宏观的天体，小至微观的基本粒子，其间可以分为 n 个层次。例如包括地球在内的天体作为第一个层次，那么组成天体的单质和化合物成为第二个层次，组成单质和化合物的原子、分子和离子作为第三个层次，组成原子、分子和离子的质子、中子和电子等构成第四个层次。化学的研究对象只局限于原子、分子和离子这个层次上的实物。

一切物质都在不停地运动和变化着。运动和变化是物质普遍的不可分割的属性。正象恩格斯所说的，“运动是物质的存在形式，无论何时何地都没有也不可能有没有运动的物质”。

物质的运动有多种形式，例如机械运动，物理运动，化学运动，生物运动和社会运动等等。

物理运动也叫物理变化。例如水冷却到 0°C 时会结成冰，水加热到 100°C 会变成水蒸气。水由液态变为固态或气态，仅仅是物质的状态发生了变化，并没有生成新的物质。我们把这种没有生成新物质的变化叫做**物理变化**。

化学运动也叫化学变化。例如酒精燃烧生成了二氧化碳和水蒸气，此时不仅物质的状态发生了变化，而且生成了新的物质（二氧化碳和水）。我们把生成了新物质的变化叫做**化学变化**。化学变化也叫**化学反应**。

物质在化学变化中表现出来的性质叫做**化学性质**。例如可燃性，热稳定性，酸、碱性等等。物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质叫做**物理性质**。例如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度等等。

化学的研究内容仅限于研究物质的化学变化。在化学变化过程中，常伴随有物理变化发生（如光、热、电等）。因此在研究物质的化学变化的同时必须注意研究相关的物理变化。由于物质能否发生化学变化是由物质的化学性质决定的，而化学性质又和物质的组成和结构有密切关系，所以物质的组成、结构和性质必然成为化学研究的内容。另外，物质的化学变化和外界条件有关，因此研究物质的化学变化一定要同时研究变化发生的外界条件。

综上所述，可以认为化学是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、

性质、变化及其内在规律和外界变化条件的科学。

第二节 物质的组成

一、分子 纯净物和混合物

(一) 分子

我们知道自然界的一切东西，都是由物质构成的。那么物质又是由什么组成的呢？

让我们设想，把一粒蔗糖不断地分割，这粒蔗糖就会变得越来越小。分割到最后，这粒蔗糖将会变得很小很小，不但肉眼看不见，甚至在最好的显微镜下也看不见它，但总不会变得没有，它还是蔗糖，仍保持着蔗糖的各种化学性质。我们把这种能保持物质化学性质的最小微粒叫做分子。

分子有以下的特点：

1. 同种物质的分子，大小、质量和性质都相同；不同种物质的分子，大小、质量和性质不相同。
2. 分子总是在不停地运动着。
3. 分子和分子之间有一定的间隙。
4. 分子能够独立存在。

利用分子的概念，可以从本质上来说明物理变化和化学变化的区别。

当物质发生物理变化时，它的分子本身没有变，仍然是原来的物质。例如，水变成水蒸气，只是分子间的距离增大了，水分子本身并没有变化。物质发生化学变化的时候，它的分子本身发生了变化，形成了新的分子。例如，硫在氧气里燃烧变成了二氧化硫气体，是由于硫分子和氧分子发生反应变成了二氧化硫分子，新生成的分子的化学性质与原来的分子不同，即生成了新的物质。

(二) 纯净物和混合物

由同种分子构成的物质是**纯净物**。例如，氧气是由许多氧分子构成的，水是由许多水分子构成的。所以氧气和水都是纯净物。由不同种分子构成的物质是**混合物**。例如，空气是由氧分子、氮分子等等构成的，所以空气是混合物。在混合物里各物质仍保持原来的性质。

我们研究任何物质的性质，都必须取用纯净物。因为一种物质中如果含有杂质，就会影响这种物质固有的某些性质。

实际上，完全纯净的物质是没有的。通常所说的纯净物都不是绝对纯净的，而是指杂质的含量很低，具有一定纯度的物质而言的。在化学上，纯净物可以分为光谱纯、优级纯、分析纯、工业纯等级别。

二、原子 相对原子质量

(一) 原子

分子是很小的，但是它仍然可以再分。例如氧化汞受热时，氧化汞分子就分解为更小的氧和汞的微粒，这些更小的微粒经过重新组合，成为氧分子和金属汞。用化学方法不

能把氧和汞的微粒再分开。我们把这种用化学方法不能再分的微粒叫做**原子**。

一个氧化汞分子是由一个氧原子和一个汞原子构成的。在氧化汞的分解反应里，每个氧化汞分子分解成一个氧原子和一个汞原子。氧原子和汞原子各自重新组成氧分子和金属汞。

从上述分析还可以说明原子和分子的不同。在化学反应里，分子可以分解成原子，而原子却不能再分。因此，原子是化学变化的最小微粒。

原子很小，它也是在不停地运动着。

(二) 相对原子质量

原子虽然很小，但有一定的质量。例如：

一个碳原子的质量是： 1.993×10^{-23} 克

一个氧原子的质量是： 2.657×10^{-23} 克

这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便。因此，在科学上，一般不用原子的实际质量，而是采用原子的相对质量，叫做“相对原子质量”，用符号Ar表示。国际上是以碳-12原子质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该种原子的相对原子质量。采用这个标准，氢的相对原子质量等于1.008，氧的相对原子质量约等于16，硫的相对原子质量等于32等等，相对原子质量只是一个比值，它是没有单位的，表1-1列出了一些常见元素相对原子质量的近似值。

三、元素 元素符号

(一) 元素

在化学上，我们把化学性质相同的一类原子总称为**元素**。

元素和原子是有区别的，一般来说，元素代表原子的种类，而讲原子时可以指明个数。例如，水分子可以说是由氢、氧两种元素组成的，也可以说是由两个氢原子和一个氧原子组成的，但是不能说是由两个氢元素和一个氧元素组成的。原子是有可数性的，元素是没有可数性的。

在自然界里，物质的种类非常多，有几百万种以上，但是构成这些物质的元素并不多，到目前为止，已经知道的元素有107种，其中包括十几种人造元素。

各种元素在地壳里的含量相差很大。地壳主要是由氧(48.60%)，硅(26.30%)，铝(7.73%)，铁(4.75%)，钙(3.45%)，钠(2.74%)，钾(2.47%)，镁(2.00%)，氢(0.76%)等元素组成的。含量最多的是氧，其次是硅。

自然界里的物质，有的是同种元素组成的，如氧气是由氧元素组成的，铁是由铁元素组成的。象这种由同种元素组成的物质叫做**单质**。

根据单质的性质不同，可以把单质分成金属和非金属两大类。例如，氧气、氮气、硫、磷等等是非金属单质；铁、铝、铜等是金属单质。非金属没有金属光泽，一般不能传热和导电；金属具有金属光泽，容易传热和导电，有延展性。但是，金属和非金属之间并没有绝对的界限。例如，用作半导体的硅和锗，就既有金属性又有非金属性。

有些物质的组成比较复杂。例如，氯化钠是由钠和氯两种元素组成的，硫酸是由氢、硫、氧三种元素组成的，象这种由不同种元素组成的物质叫做**化合物**。

(二) 元素符号

在化学里，为了书写上的方便，采用一定的符号来表示各种元素，这种符号叫做**元素符号**。元素符号具有如下的三种意义：（1）表示一种元素；（2）表示这种元素的一个原子；（3）表示这种元素的相对原子质量。

一些常见元素的名称、符号和相对原子质量（近似值）见表1-1。

表 1-1 一些常见元素的名称、符号、相对原子质量

元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量
氢	H	1	硅	Si	28	锰	Mn	55
碳	C	12	磷	P	31	铁	Fe	56
氮	N	14	硫	S	32	铜	Cu	63.5
氧	O	16	氯	Cl	35.5	锌	Zn	65
钠	Na	23	钾	K	39	溴	Br	80
镁	Mg	24	钙	Ca	40	银	Ag	108
铝	Al	27	铬	Cr	52	锡	Sn	119
						碘	I	127

四、分子式 相对分子质量

（一）分子式

为了便于认识和研究物质，化学上常用元素符号来表示物质的分子组成。例如，氧分子和水分子的组成，可以用 O_2 、 H_2O 来表示。这种用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做**分子式**。各种物质的分子式，是通过用实验方法测定出物质的组成和相对分子质量以后确定的，一种物质只有一个分子式。

分子式用来表示物质的一个分子，如果要表示物质的几个分子，可以在分子式的前面加上系数，标明该物质的分子数。例如，要表示两个氢分子，就写成 $2H_2$ ，要表示五个水分子，就写成 $5H_2O$ 。

书写分子式时应该注意，元素符号右下角的数字和元素符号前面的数字在意义上是完全不同的。例如， O_2 表示一个氧分子由两个氧原子组成； $2O$ 表示两个氧原子； $3O_2$ 表示三个氧分子。

（二）相对分子质量

相对分子质量等于分子中各原子的相对原子质量之总和，用符号 M_r 表示。

根据分子式，可以进行如下的计算：

1. 计算相对分子质量

硫酸亚铁铵的分子式是 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ ，

$$\text{则 } M_r[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2] = 14 \times 2 + 1 \times 8 + 56 + 32 \times 2 + 16 \times 8 = 316$$

2. 计算各元素的质量比

乙醇的分子式为 C_2H_5OH ，组成乙醇分子的碳元素、氧元素和氢元素的质量比是：

$$12 \times 2 : 1 \times 6 : 16 = 24 : 6 : 16 = 12 : 3 : 8$$

3. 计算物质中某元素的百分含量

计算 $Na_2S_2O_3$ 中S的百分含量

$$M_r(Na_2S_2O_3) = 23 \times 2 + 32 \times 2 + 16 \times 3 = 158$$

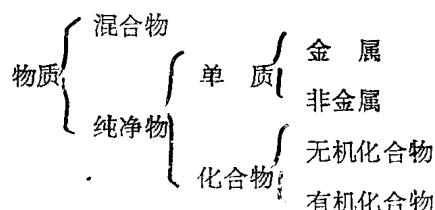
$$\text{硫的百分含量} = \frac{2S}{Na_2S_2O_3} \times 100\% = \frac{64}{158} \times 100\% = 40.5\%$$

分子式所表示的意义如下:

分子式的意义	以KMnO ₄ 为例
1. 表示物质的一个分子	表示一个高锰酸钾分子。
2. 表示组成物质的各种元素	高锰酸钾是由钾、锰和氧三种元素组成的。
3. 表示物质的一个分子中各元素的原子个数	一个高锰酸钾分子含有一个钾原子一个锰原子和四个氧原子。
4. 表示物质的相对分子质量	$Mr(KMnO_4) = 39 + 55 + 16 \times 4 = 158$
5. 表示组成物质的各元素的质量比	钾: 锰: 氧 = 39: 55: 64

第三节 无机物的分类

物质按其组成和性质的不同可分为:



其中, 混合物和纯净物; 单质和化合物; 金属和非金属我们在第二节已经做了介绍。有机化合物将在第九章介绍, 下面我们主要介绍无机化合物的分类。

一、氧化物

由氧和另一种元素组成的化合物叫**氧化物**。根据酸、碱性的不同, 氧化物又分为:

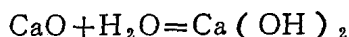
(一) 碱性氧化物: 凡是能和酸作用生成盐和水的氧化物叫做**碱性氧化物**。如MgO、CuO等。

碱性氧化物的主要化学性质如下:

1. 所有的碱性氧化物都能和酸作用生成盐和水。例如:

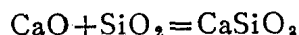


2. 少数碱性氧化物和水反应能生成碱。例如:



大部分碱性氧化物不溶于水, 但是用别的方法可以得到它们的相应水合物。

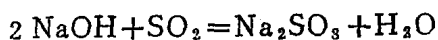
3. 碱性氧化物和酸性氧化物作用能生成含氧酸盐。例如:



(二) 酸性氧化物: 凡是能和碱作用生成盐和水的氧化物叫做**酸性氧化物**。例如SO₂、P₂O₅等。

酸性氧化物的主要化学性质如下:

1. 所有的酸性氧化物都能和碱作用生成盐和水, 例如:



2. 大多数酸性氧化物都能和水作用生成酸。例如:



只有极少数的酸性氧化物不溶于水(如 SiO_2)，它们对应的酸要用其它方法来制备。

3. 酸性氧化物和碱性氧化物作用能生成含氧酸盐。例如：

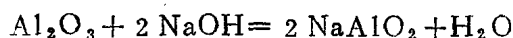


(三) 两性氧化物：既能和酸作用生成盐和水，又能和碱作用生成盐和水氧化物叫**两性氧化物**。例如 ZnO ， Al_2O_3 等。

1. 和酸反应：



2. 和碱反应：



3. 两性氢氧化物都不溶于水，它们对应的水合物要用其他方法制备。

以上三种氧化物都能和酸或碱生成盐，所以叫做**成盐氧化物**。还有一些氧化物，如 CO ， NO 等，既不能和酸作用生成盐，又不能和碱作用生成盐，这样的氧化物叫做**不成盐氧化物**。

二、碱

凡是由金属离子和氢氧根(OH^-)组成的化合物都叫做**碱**。例如， NaOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等。

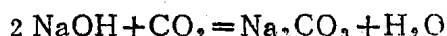
根据溶解性的不同，碱可以分为易溶于水的碱和不溶于水的碱两种。易溶于水的碱主要有 NaOH 、 KOH ，微溶于水的碱主要有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，其它大多数金属氢氧化物都不溶于水。

根据碱性强弱不同，碱可以分为强碱和弱碱，最常用的强碱是 NaOH 、 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，最常用的弱碱是氨水 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

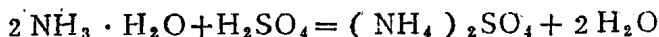
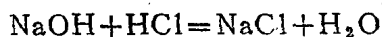
碱的主要化学性质如下：

1. 碱可以使指示剂变色。例如碱能使石蕊试纸变蓝，使无色的酚酞溶液变红，使甲基橙溶液变黄。

2. 碱可以和酸性氧化物作用生成盐和水，例如：

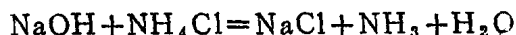
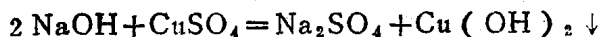


3. 碱可以和酸反应生成盐和水，例如：



酸和碱作用生成盐和水的反应叫中和反应。这个反应在分析化学中具有重要的意义。

4. 碱和盐反应可以生成新碱和新盐，例如：



这个反应常用来制备不溶性碱或弱碱。

难溶性的碱，加热可分解为碱性氧化物和水，例如：



三、酸

凡是由氢离子和酸根组成的化合物都叫酸。例如，盐酸 HCl 、硫酸 H_2SO_4 、硝酸 HNO_3 、醋酸 HAc 等。

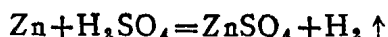
根据酸根中是否含有氧，可以把酸分为含氧酸和不含氧酸两种，如 H_2SO_4 、 HNO_3 、 H_3PO_4 都是含氧酸； HCl 、 HF 、 H_2S 都是不含氧酸。

根据酸中氢的个数不同，酸可以分为一元酸、二元酸、三元酸，如 HCl 、 HNO_3 是一元酸； H_2SO_4 、 H_2CO_3 、 H_2S 是二元酸； H_3PO_4 是三元酸。

按酸性强弱不同，可以把酸分为强酸、中强酸和弱酸。最常用的强酸有 HCl 、 H_2SO_4 和 HNO_3 ，最常用的中强酸是 H_3PO_4 ，常见的弱酸有 HAc 、 H_2CO_3 、 H_2S 等。

酸的主要化学性质如下：

1. 酸可以使指示剂变色，如酸可使石蕊试纸变红，使甲基橙变红。
2. 酸可以和活泼金属作用生成盐和氢。例如：

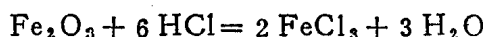


金属的活泼程度是不同的，根据金属的活泼程度，可以把金属排成一个表，叫做金属活动顺序：

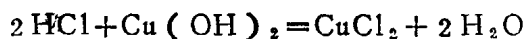
K Na Ca Mg Al Zn Fe Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

在金属活动顺序中，金属的位置越靠前，它的活动性就越强。排在氢前面的金属能置换出酸中的氢，排在氢后面的金属不能从酸中置换出氢气。

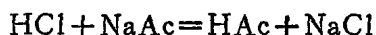
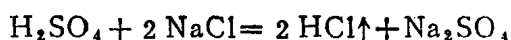
3. 酸和碱性氧化物反应生成盐和水，例如：



4. 酸和碱反应生成盐和水，例如：

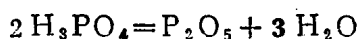


5. 酸和盐反应生成新酸和新盐，例如：



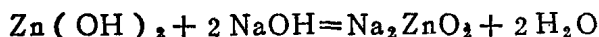
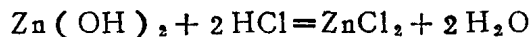
利用上述反应可以由不挥发性的酸制取挥发性的酸，或者由强酸制备弱酸。

6. 含氧酸受热脱水可生成酸酐（酸性氧化物）。例如：



四、两性氢氧化物

既能和酸作用生成盐和水，又能和碱作用生成盐和水的氢氧化物叫做两性氢氧化物。例如：



两性氢氧化物都难溶于水。

五、盐

（一）盐的分类

根据组成不同，盐可以分为以下四种：

1. 正盐：仅由金属（包括铵）和酸根组成的盐叫做正盐，如 NaCl 、 CuSO_4 、 KNO_3 。

等。

2. 酸式盐: 由金属、氢和酸根组成的盐叫做酸式盐。如 NaHCO_3 、 NaH_2PO_4 等。

3. 碱式盐: 由金属、氢氧根、酸根组成的盐叫做碱式盐, 如 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等。

4. 复盐: 由两种金属一种酸根或两种酸根一种金属所组成的盐叫做复盐, 例如 $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ 等。

(二) 盐的性质

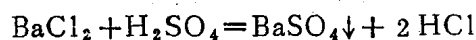
盐的主要化学性质如下:

1. 盐与金属反应生成新盐和新金属。例如:

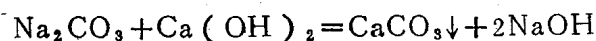


只有金属活动顺序表前面的金属, 才能把排在后面的金属从它们的盐溶液中置换出来

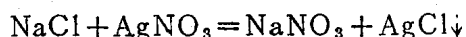
2. 盐和酸作用生成新盐和新酸, 例如:



3. 盐和碱作用生成新盐和新碱。例如:



4. 盐和盐作用生成两种新盐。例如:



综上所述, 无机物之间的关系如图1-1所示:

无机物之间的相互关系给我们制备一些化合物提供了相应的线索和方法。例如生成盐可以有十种线索, 但在选择具体反应时, 还要考虑到具体条件。例如, 金属和酸反应生成盐, 需要两个条件: 一是金属必须位于金属活动顺序表中氢的前面; 二是必须是非氧化性的酸。又如两种盐相互作用生成两种新盐, 要求两种盐必须是易溶的, 并且生成的新盐中至少有一种是难溶的。否则反应将不能发生:

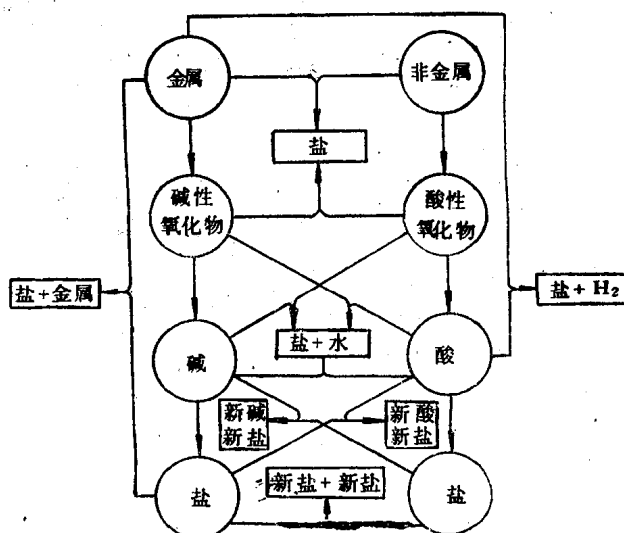


图 1-1 无机物之间的相互关系