

中等专业学校試用教科书

无机化学

上册

北京化工学校
合肥化工学校
等七校合編



中国工业出版社

中等专业学校試用教科书



无机化学

上册

北京化工学校
合肥化工学校
等十校合編

中国工业出版社

本书是在60年教学改革的基础上，总结各校对无机化学进行精简、更新和加深的经验，并注意理论实际的密切结合，而以物质结构理论为基础编写的。

书中运用现代的物质结构理论和周期系的规律，充分讨论了各种元素、化合物的反应关系及其在社会主义建设中的作用。而在溶液、电离、反应速度等章节也注意了为学生顺利学习分析化学、物理化学等课程打下良好基础。

讲授本书约需170学时，另有以单行本出版的无机化学实验（需30小时）。书中用大小字分排是考虑到各校条件不同，小号字的内容，教师可根据具体情况自行取舍。

本书共13章，装订成两册印行。内容除绪论及为复习初中课程的化学基本概念和计算两章外，共分为原子结构和元素周期律，分子结构和晶体，水、溶液和电离，卤族元素，反应速度与平衡，氧族元素，氮族元素与肥料，碳硅硼，金属，元素周期性总结，同位素及其应用等章。

本书为中等专业学校化工工艺和分析专业的教学用书，也可供石油、冶金、建筑和轻工等系统的有关专业参考。

无机化学

上册

北京化工学校等七校合编
合肥化工学校

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本787×1092 1/16·印张83/4·插页1·字数200,000

1961年6月北京第一版·1961年9月北京第二次印刷

印数10,031—20,044·定价（9-4）0.88元

统一书号：15165·301（化工-2a）

目 录

出版說明	5
第一章 緒論	6
第一节 化学和化学工业在社会主义建設中的作用	6
第二节 化学的发展簡史与我国的化学和化学工业概況	7
第三节 无机化学的研究对象及其学习目的	9
第二章 化学的基本概念和計算	11
第一节 元素的符号和在自然界的分布	11
第二节 无机化合物的分类与命名	12
第三节 分子式与化合价	15
第四节 克原子、克分子和气体克分子体积	17
第五节 克当量和当量定律	19
第六节 化学方程式和反应热	21
第七节 化学的基本計算	23
第三章 原子結構和元素周期律	27
I、原子結構	27
第一节 原子的組成和原子核	27
第二节 原子核外电子的运动状态	30
第三节 原子核外电子的排布規律	35
II、元素周期律	45
第四节 原子結構和元素周期律	45
第五节 周期表中元素性质的递变規律	52
第四章 分子結構和晶体	59
第一节 离子鍵	59
第二节 共价鍵	60
第三节 关于化学鍵的总结	64
第四节 元素的氧化值	65
第五节 极性分子和非极性分子	66
第六节 分子极化和分子間的力	68
第七节 晶体的結構	71
第五章 水、溶液和电离	75
第一节 水	75
第二节 溶解和电离	76
第三节 物质的溶解度	80
第四节 溶液的濃度	82
第五节 溶液中的离子反应	89
第六章 卤族元素	93
I、卤素及其化合物	93

第一节 卤族元素概述.....	94
第二节 氯化氢及其盐.....	97
第三节 卤素的含氧化合物.....	101
第四节 含卤的农药和化学毒剂.....	103
Ⅱ、氧化与还原.....	104
第五节 氧化还原反应.....	104
Ⅲ、电解及其应用.....	110
第六节 食盐电解工业.....	110
第七节 氟的工业制法和用途.....	113
第八节 电解食盐生产中的化学计算.....	113
第七章 反应速度与平衡	117
第一节 化学反应速度.....	117
第二节 化学平衡.....	122
第三节 游离基对化学反应的影响.....	127
第四节 弱电解质的电离平衡.....	129
附:	
国际原子量表.....	139
门捷列夫元素周期表.....	140

出版說明

为了满足各地中等专业学校对无机化学新教材的迫切要求，化工部教育司在1960年12月召集12所学校，草拟了“无机化学讲义編写提綱”，并組織了七个学校分工編写教材。与此同时，曾將提綱发到全国有关学校征求意见，以使編出的教材尽可能适应教学要求。

1961年4月，根据中央关于解决教材問題的指示精神，我們以各校所編教材草稿作基础，进行了选編、审定和加工的工作。这就是本书产生的經過。

本书在选編过程中，力图全面貫徹党的教育方針，将几年来无机化学教学改革中具有普遍意义的初步成果納入教学内容。并注意加强理論基础和減輕学生的学习負担。

基于上述要求，本书在选編时考虑了下列几点：

1. 注意内容的思想性，坚决清除各种资产阶级观点，把毛泽东思想紅旗插到自然科学和教学領域中去，培养学生的历史唯物主义和辯証唯物主义世界觀；体现党在发展国民經济中有关的方針政策；并以几年来化学工业所取得的偉大成果教育学生，培养他們的爱国主义精神，树立全心全意为社会主义建設服务的思想。

2. 尽量去掉陈腐落后、繁瑣重复的材料；力求更新、加深課程内容。本书采用了以現代物质結構理論为基础的新的体系，加强了周期系的运用。在考虑了和初中課程銜接的情况下，尽早地揭示物质的本质屬性及其变化規律，使学生能在物质結構理論的基础上进行学习。在内容編排上力求作到由簡到繁，由淺入深，使事实材料与理論密切結合起来。在叙述上也力求精炼，并注意对科学技术新成就作必要的介紹。

无机化学是化工工艺类专业的基础課。它既要为进一步学习其他化学課程打好基础，又要注意与它們的配合与分工，避免不必要的重复。

3. 为使本书能有較大的适应性，我們將内容用大小号字区分开。大号字是保証課程要求的最基本内容。小号字的内容一部分是要求較高，各校可根据具体条件和不同专业的要求决定取舍；一部分是可由学生自行閱讀的叙述性材料。

为貫徹劳逸結合的精神，提高教学质量，希望讲授本书的教师們注意改进教学方法，作到深入淺出、精讲多练。并充分利用課堂练习、实验和参觀、現場教学等方式帮助学生理解（关于实验内容另出单行活頁本）。

本书适用于中等专业学校三年制或四年制的化工工艺类专业和分析专业。也可作为化工机械或其他对化学知識要求較高的专业的参考。估計教学总时数为200。其中讲授144，练习18，学生实验30，总复习及机动8。

参加选編本书的学校是：北京化工学校、合肥化工学校、上海化工学校、大連工业专科学校、兰州化工学校、泸州化工专科学校和錦西化工学校。在編輯审定过程中又邀請了烏溪江化工学院、淮南化工专科学校和蕪湖化工学校的教师参加了工作。

由于時間仓促，以及編者的水平所限，本书在内容处理的系統性上，以及前后銜接等方面，都难免存在着一些缺点。希望各校在試用中，不断將意見提出，以便再版时修正。

編 者

1951年4月

第一章 緒 論

第一节 化学和化学工业在社会主义建設中的作用

当前，我国人民正在党的领导下，高举总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗，为加速把我国建設成为具有現代工业、現代农业、現代科学文化和現代国防的社会主义强国而奋斗，在这偉大的社会主义建設事业中，化学科学和化学工业的发展起着巨大作用。

在工业方面：鋼鐵工业中的炼鋼就是把铁矿石經過化学处理变成有用材料的过程。机器制造工业用的各种优质合金鋼和各种有色金属更要經過化学处理才能炼成。电气工业中用的各种絕緣材料，大多是橡胶、塑料等化工制品。由于耐高温塑料和耐低溫潤滑油的出現，而提高了机电工业的生产水平。动力燃料应用的液体、气体燃料及高能燃料都是經過化工生产制出来的。建筑工业上用的磚、瓦、水泥、玻璃的制造也都是化学成果的应用。

在农业方面：为了深入貫徹党的国民經济以农业为基础，大办农业，大办粮食的方針，化学和化学工业所担負的任务就更加重大了。农业上有句諺言“有收无收在于水，收多收少在于肥”，肥料对农业丰收有着很大的作用。根据經驗，一吨氮肥可增产三吨粮食。因此我們应积极生产更多的化学肥料来支援农业，提高生产，夺取丰收。其他如滴滴涕、六六六等各种农药和植物生长刺激素，如蒸乙酸、赤霉素等化工产品，对保护农作物，防病除虫，农业增产也有着很大作用。总之，与化学科学、化学工业对实现农业化学化，促进农业現代化有着密切关系。

在国防和尖端科学技术方面：炸药、燃料的生产都离不开化学。航空工业上用的耐腐蝕輕合金、有机玻璃、高能燃料等都是化学科学的成就。在自动控制方面用的半导体，电子管中的稀有元素材料，原子能工业中各种放射性同位素的制备和分离等，更和化学有着密切的关系。

在人民日常生活中，化学更关系到每个人的衣食住行。用化学方法从煤、石油中制成的合成纖維，其质量超过了許多天然纖維。1吨合成纖維織成布可代替120担棉花。大量增产合成纖維可以减少植棉的面积，也就相应地增加了粮食作物的种植。在食品工业中的各种調味品和酒、糖、盐的生产；农副产品与各种植物秸杆的化学加工利用；以及染料、油漆、墨水、紙張、各种塑料制品等，无一不是經過化学手續应用了許多化工原料制造出来的。至于医药卫生事业中各种药物的制造更是化学工业直接提供的。

由于經济的发展，在化工生产中有了分工，現在的化学工业領域包括了化学肥料、基本化工原料（酸、碱、无机盐类）、农药、有机合成产品（塑料、合成纖維、合成橡胶、染料等）、橡胶制品、医药、化学試剂等部門。化工生产的特点是产品种类繁多，目前世界上生产的重要化工产品，品种已达10,000种以上。

在社会主义工业建設中，化学工业是工业中的主要部門之一。它既生产生产資料，又生产消費資料。它不仅关系着工农业和科学技术（特別是重工业和尖端科学技术）的发展，

而且也关系着人民生活水平的提高。

我們认清了化学和化学工业在社会主义建設中的重要性，明确了学习的目的性，就應該努力学习，掌握知識与技能，以便将来更好地服务于祖国的化工事业。

第二节 化学的发展簡史与我国的化学和化学工业概况

一、化学发展史概述

化学和其他科学一样，起源于人类的生产活动。人类在謀取生活資料的过程中，逐漸認識了各种化学現象，发现了利用某些物质变化的可能性，并猜测出产生这些現象及其变化的原因。随着社会的发展，人类对自然現象的認識逐漸深刻，发现了許多自然規律，进而利用这些規律为社会創造出更多的財富。

中国古代在化学上有过很大的貢獻。远在战国时代，炼丹的方士，通过实践积累了关于实验手續和化学反应等的知識，許多哲学家已能用純朴的辯証唯物观点去解釋某些宇宙現象。在东汉末年（公元前100年—170年）魏伯阳所著的“周易参同契”是世界上最早的炼丹文献。我国很早就能从矿石中冶炼銅、鉄、鋅、汞等金屬，在化学工艺上发明了具有世界意义的造紙、陶瓷和火药。

造紙是西汉时代（公元前一世紀）发明的，到了东汉（第二世紀）蔡倫对造紙技术的改进有了极大的貢獻。造紙技术傳到亚洲其他国家和中东等地区以后，对世界文化特别是西欧文化的发展有着极大的影响。我国制瓷的技术开始于东汉末，那时已有數釉的瓷器，比欧洲約早1400年。火药是唐朝（第七世紀）炼丹家发明的。唐宋时已用于軍事上，直到十三世紀才傳到回教国，輾轉傳入欧洲。

在埃及和希腊等文化古国，对化学也有过重要的貢獻，很早就能冶炼金屬并提出了一些有关物质构成方面的理論。在西欧也曾盛行过炼丹术。

到了17世紀末，由于冶金技术的发展，要求解釋燃燒現象，而产生了“燃素論”。此理論认为，一切可燃或可被氧化的物体中，含有一种特殊的称为燃素的物质，当物质燃燒时，它便从物体中逸出剩下渣滓。例如，鋅在煅燒时逸去燃素，剩下渣滓：

$$\text{鋅} - \text{燃素} = \text{鋅的渣滓}$$

由金屬煅燒得到的渣滓和富有燃素的煤作用，煤将燃素又給了渣滓，而使它又变成金屬。

$$\text{鋅的渣滓} + \text{燃素} = \text{鋅}$$

这种理論当然是錯誤的。金屬在煅燒后重量是增加的，而按燃素理論来看，煅燒后的重量應該減少。然而，当时这种理論却在欧洲盛行了近100年。

18世紀中，偉大的俄罗斯化学家罗蒙諾索夫提出了原子—分子論的概念和物质不灭定律，給化学的定量研究和近代化学的发展奠定了基础。

1874年法国化学家拉瓦錫应用了罗蒙諾索夫的定量研究方法，証明燃燒不是物质放出燃素的过程，而恰是燃燒物质和空气中的氧气結合的过程，因而彻底否定了燃素論。

由于生产力的进一步发展，在罗蒙諾索夫奠定的基础上，經過許多科学家的努力，逐漸使近代化学科学体系开始在物质顆粒性學說的指导下建立起来。

二、苏联在发展现代化学上的成就

苏联在伟大的十月社会主义革命后，经过了几社会主义建设五年计划的艰苦奋斗，终于登上了世界科学技术水平最高峰。苏联一向是不遗余力的发展化学科学。在物理化学、络合物、放射化学、稀有元素、高分子化合物、燃烧理论等方面都有辉煌的新的成就。

先进的苏联化学直接指导着规模宏伟的化学工业，革命后四十多年化工产品的产量增加了100余倍。苏联的化学还支持了庞大的冶金、机械、电力、国防等工业。在喷气燃料、耐高温合成材料、稀有金属及同位素材料等的生产工艺及其理论水平，都远远超过了最发达的资本主义国家。苏联的尖端科学成就如原子能工业、洲际导弹、宇宙火箭和宇宙飞船等在全世界都遥遥领先，这些成就不仅显示了社会主义制度的优越性，而且也是东风压倒西风的标志之一。

三、我国的化学和化学工业的概况和展望

解放前，半封建半殖民地旧中国的化学得不到发展，也几乎没有什么化学工业。直到二十世纪三十年代我国的化学科学才有了一些基础。如对一些有机药物，某些高分子化合物与抗菌素，分析化学中的阴离子分组法以及分子吸收光谱的研究等等。旧中国的化学工业基础也是极其薄弱的，只有少数小型加工厂分布在沿海城市，加工的原料大多依赖于进口。

解放后，我国的化学和其他科学一样，在党的领导下，随着经济建设的发展而一日千里，不仅化学研究机构、人员、设备有了很大扩充，在许多方面都有了新的贡献。几年来，不仅填补了长时期存在的空白点，而且在新的科学技术领域里，取得了辉煌的成就。

新中国的化学工业正在飞跃发展。1957年胜利地完成了第一个五年计划之后，通过新建和老厂改建扩建，建立了许多新的化学工业基地，改变了过去的布局情况，为化学工业的进一步发展准备了条件。特别是1958年以来，在党的总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下，我国的化学工业贯彻了“大中小并举，土洋并举，以小为主，以土为主”的两条腿走路的方针，树立了爱小爱土的思想，大搞化工小土群，小土群的群众运动之后，又开展了以机械化、半机械化、自动化、半自动化的“四化”；产量翻番和产值翻番的“双翻”；天上无废气、地下无废水、工厂无废物的“三无”；新工艺、新设备、新技术、新产品的“四新”为中心的技术革新和技术革命运动。

通过大搞群众运动，大抓措施，改进企业管理，对化工原料的节约使用，寻找代用，对工厂废气、废水、废物的综合利用等，摸索出一套新的经验，并坚持了土洋结合创造了许多新工艺、新设备，形成了改造老技术、创造新技术的化工战线的新形势。从而使化工生产能力成倍提高，新产品不断出现，大幅度的增产了化学肥料、农药、硫酸、纯碱、烧碱等五大化工产品及其他重要的基本化工原料，大力贯彻了以保粮保钢为中心的增产节约运动。在化工生产迅速发展的同时，设计研究工作也相应的取得了巨大的成绩。

为满足国民经济各部门对化工产品的不断需要，化学工业将进一步增加新的品种，提高产量，改进质量，大力发展化学肥料、农药和基本化工原料。在化学和化工的科学研究方面，除直接服务于生产以外，还将对资源的综合利用、新技术等方面进行大量的、艰巨的试验研究工作，使化学科学和化学工业迅速赶上国际水平。因此，我国的化学和化学工

业的发展，是有着十分美好的前途的。

四、我国丰富的资源及其综合利用

化学工业所需要的主要原料如煤、石油、天然气、食盐及各种矿物，我国的储藏量都极丰富。尤其是煤的储藏量和开采量已位居世界前列。煤在化学工业上的经济价值很高，开馏后的焦炉气和焦炭是合成氨的原料；同时还可从焦炉气的分离和焦油的蒸馏精制中得到许多有机化合物，如苯及其衍生物是合成纤维、染料、医药、炸药及其他有机物等的原料。焦炭和石灰石制成电石又是各种重要化工产品的原料。

我国的海岸线很长，盐产丰富。从海水中提取食盐、镁盐和氯化物是化学工业取用不尽的原料来源。

其他各种金属、非金属元素，特别是贵重的有色金属如钨、钼、铀等，我国储藏量也很丰富。所有这些丰富的资源，为我国发展化学工业提供了良好的条件。

综合利用资源对发展化学工业有着特别重要的意义。化学工业和其他工业副产的大量气体、液体、矿渣和其他所谓“废物”，都是宝贵的化工原料，大可以回收利用。例如合成氨厂的二氧化碳可作制碱原料；冶炼硫化物矿石时的二氧化硫废气可作制硫酸的原料；从一座炼焦炉的废水中，每月可制取6—9吨硫酸铵等。资源的综合利用，大大节约了原料，降低了成本，从而增加化工产品，满足人民需要。所以综合利用，多种经营是我国发展化学工业的技术政策之一。

第三节 无机化学的研究对象及其学习目的

一、无机化学的研究对象

化学科学是一门研究和掌握各种物质的组成、结构、性质及其相互关系和物质变化的规律，以便控制它们为人类服务的科学。按照恩格斯的定义，“化学是研究物质内在性质变化的科学”。

例如从食盐制取纯碱，就需要知道原料食盐（ NaCl ）和产品纯碱（ Na_2CO_3 ）的组成、结构、性质和由食盐变化成纯碱的各种反应过程，以及控制条件与工艺设备等等，这就要靠化学科学提供给我们的知识了。

自然界中物质的种类繁多，但最基本的物质是由102种元素构成的。在这些元素中，碳具有特殊地位，碳的化合物约有一百万种，它能生成很复杂的化合物，是构成生物有机体的成分。化学最初划分为有机化学和无机化学。有机化学是专门研究碳的化合物的化学，而无机化学则是研究所有的其他元素（也包括碳的最简单化合物）及其化合物的制取、性质、转变、利用等的化学。为了学习和掌握各种元素及化合物的变化规律，必须注意以物质结构和周期律为理论基础，并注意各种反应条件的外部影响，及其对反应物结构所发生的作用，因此学习和掌握无机化学中的物质结构理论和反应条件的规律是十分重要的。

二、学习无机化学的目的要求

在化工专业学校里，无机化学是一门基础理论课程。它一方面要为我们学习其他化学

課程創造条件；另一方面要求我們認識和掌握物质世界的变化規律和人类改造自然的途徑，并首先必須树立辯証唯物主义的世界觀。学习的具体要求如下：

1. 全面認識自然界物质运动的內在規律，充分利用自然資源，掌握改造自然的途徑。
2. 了解各种主要元素及其化合物的結構、性质以及重要化合物的制造原理，了解它們在社会主义建設中的重要性。
3. 掌握基本概念，基本理論和反应式，化学計算，化学实验技能的基础知識。

第二章 化学的基本概念和计算

第一节 元素的符号和在自然界的分布

元素在自然界中的分布 在初中学习时已经知道原子是最简单最基本的物质。它们组成了各种各样的分子，形成自然界客观存在的各种实物，所以它们是万物之源。我们把具有相同化学性质的同种原子称为元素。如在氧气、水、石灰等分子中都含有氧原子，这些氧原子的化学性质是相同的，都是属于一种元素，即氧元素。

元素在自然界中可以以游离态存在，如氧、氮、硫等。这些物质的分子是由同种元素原子组成的，称为单质；元素以化合态存在自然界中的也相当广泛，如氧化铁、水等。这些物质的分子是由不同元素原子组成的，称为化合物。

在地球上各种元素的含量相差极为悬殊，其中以氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁和氢等元素分布最多，约占地壳全部质量98%。

其余2%包括铜、锌、锡、铅、钨、镍、硫和磷等。它们在地壳中分布的数量（按重量百分比）如表2-1和图2-1所示：

表 2-1 各元素在地壳中的百分含量

氧.....	49.13%	氢.....	0.94%
硅.....	26.00%	钛.....	0.63%
铝.....	7.45%	碳.....	0.35%
铁.....	4.20%	磷.....	0.13%
钙.....	3.25%	锰.....	0.10%
钠.....	2.40%	硫.....	0.10%
钾.....	2.35%	其它元素.....	0.62%
镁.....	2.35%		

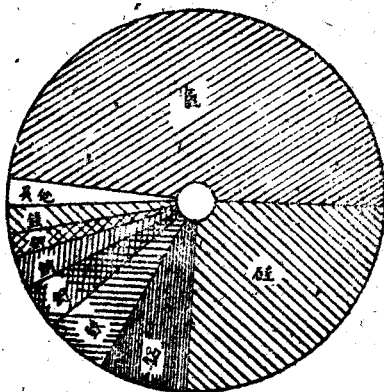


图 2-1 各元素在地壳中的分布

解放以来，我国通过规模巨大的地质勘探工作，发现很多丰富的矿藏，其中除铜、铝、铁外；锡、钨、钨、钼、磷、硼及稀有元素发现也极普遍，这对大力发展祖国化工事业，攀登科学高峰创造了良好的物质条件。

化学元素符号 为了应用的便利，我们用“氧单位”来表示渺小和轻微的原子、分子的质量。同时在1813年国际上统一用拉丁名称的第一字母，或第一字母和后面另一字母来表示元素的原子，这种字母叫做化学元素符号。

元素符号实际有以下三种含义：

- (1) 表示某元素的名称。
- (2) 表示某元素的一个原子。
- (3) 表示某元素的原子量（或一个克原子）。

例如H这个符号的含义是：(1)表示氢；(2)表示氢的一个原子；(3)表示氢的原子量等于1.008氧单位(或1个克原子氢，为1.008克)。

Cu这个符号的含义是：(1)表示铜；(2)表示铜的一个原子；(3)表示铜的原子量等于63.54氧单位(或1个克原子铜为63.54克)。

必須注意在书写元素符号时，如仅以一个字母表示的，該字母一律用大写；如以两个字母表示时，第一个字母用大写，第二个就必须用小写。对元素符号我們应当勤加练习、正确书写。

我国对化学元素的命名規則如下：

1. 气态单质的元素名字从“气”；例如氧、氢、氮等。
2. 液态单质的元素名字从“水”；例如溴、汞。
3. 固态单质金属元素的名字从“金”；例如铁、铝、钠、钙等。
4. 固态单质非金属元素的名字从“石”；例如碳、硫、硼、磷等。

元素的分类 我們已經发现的元素有102种。一般可将元素分为金属元素和非金属元素两大类。应当知道，在二者之間是没有严格界限的。例如某些金属延展性和导电性并不良好，而某些非金属却具有相当好的导电性。所以我們在学习时，要深入地科学地加以客观分析，辩证的研究事物，以了解它们的本质。事物的本身永远存在着內在的規律性，天才的俄国科学家門捷列夫，总结了前人的实践結果，創造性的发现了元素周期律，并按照这个規律将元素排成周期表(見封面里的附表)。

元素周期表是化学元素的自然分类法。元素在表中的位置就代表着元素性质的总和。特别是廿世紀原子結構理論的发展，更揭露了周期律的本质。它是我們研究化学元素及其化合物的指南。

第二节 无机化合物的分类与命名

物质的种类很多，为了便于系統地研究物质的性质及其相互間的关系，我們把自然界的物质分为有机物和无机物两大类。除碳酸盐、碳的氧化物外，凡是含碳的化合物都称为有机物；不包含碳元素而由其他元素所組成的化合物称为无机物。現在把初中学过的一些无机物，扼要的加以复习，使大家对无机物的分类系統、命名法和相互之間的反应关系，得到回忆和巩固。

无机物可分为单质和化合物两大类。

单质 单质可分为金属和非金属两类。划分这两类单质的依据，主要是以它们的性质的不同：金属具有金属光泽和延展性，是电和热的良导体。而非金属就没有一般金属所具有的性质。在金属和非金属之間并无明显的界限，有些单质的性质，既具有金属性，也具有非金属性，称这些单质为**半金属**。

氢、氦、氖等惰性气体元素，构成非金属中特殊的一类，它们的化学性质极不活跃，很难和其他物质发生作用。

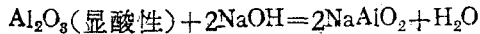
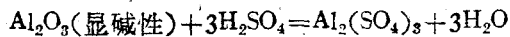
化合物 化合物按其組成和性质分为氧化物、酸、碱、盐四大类。

1. 氧化物：是由氧和另一种元素化合而成的。它又分为碱性氧化物、酸性氧化物和两性氧化物三种。

(1) **碱性氧化物**: 均由金属和氧组成, 能和酸反应生成盐和水, 它们的水化物是碱。例如: Na_2O 、 CaO 、 CuO 都属于碱性氧化物。

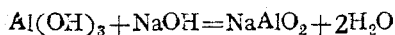
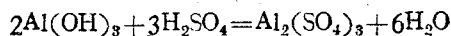
(2) **酸性氧化物 (酸酐)**: 一般是由非金属和氧组成 (有些是由金属和氧组成); 能和碱作用, 生成盐和水; 它们的水化物都是酸。例如: SO_3 、 N_2O_5 、 CO_2 和 SiO_2 , 都属于酸性氧化物。

(3) **两性氧化物**: 某些金属氧化物 (如: Al_2O_3 , ZnO) 兼有碱性氧化物和酸性氧化物的性质, 既能和酸反应生成盐和水, 也可和碱反应生成盐和水。反应如下:



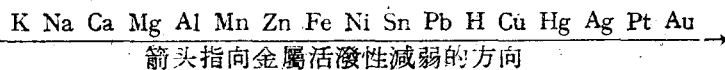
2. 碱类 凡是分子由一个金属原子和一个或几个氢氧根组成的, 并且能和酸反应生成盐和水的物质叫做碱。碱分子中所含氢氧根数目, 叫做碱的元数。例如: NaOH 、 KOH 是一元碱; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是二元碱。碱按它们在水中的溶解性, 分为可溶性碱与不可溶性碱。可溶性碱的水溶液具有使石蕊变蓝色; 酚酞变红色的特性。

有些氢氧化物既有碱的性质, 能和酸作用生成盐和水; 也有酸的性质, 能和碱作用生成盐和水, 称这类物质为**两性氢氧化物**。例如:



3. 酸类 凡是分子由氢原子和酸根组成的, 并且能跟碱中和生成盐和水的物质叫做酸。酸可分为**含氧酸**与**无氧酸**两种。含氧酸有对应的酸酐, 如硫酸的酸酐是 SO_3 。无氧酸没有对应的酸酐。酸的水溶液具有使石蕊呈红色; 酚酞呈无色的特性。酸分子所含能被金属置换的氢原子数, 叫做酸的元数 (对无氧酸也同样适用)。例如: 硝酸 HNO_3 、盐酸 HCl 是一元酸; 硫酸 H_2SO_4 、氢硫酸 H_2S 为二元酸; 而磷酸 H_3PO_4 为三元酸等。

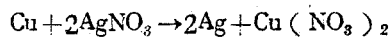
酸能和多种金属起反应生成盐并放出氢。但并非所有金属都能置换酸中的氢。根据金属的化学活性, 我们把几种主要金属按活性排列成金属活动顺序表如下:



在上表中排在 H 前面的金属能置换水中的氢, 更能置换酸中的氢。如: 镁在盐酸中能置换出氢:



铜在盐酸中不能置换出氢, 因为铜的活性比氢弱。表中左边的元素可以将它右边元素从其盐溶液中置换出来。例如: 铜在硝酸银溶液中能置换出银:



因为铜的活性比银强。

应当指出, Al、Zn 等两性金属不仅可与酸作用, 且可与碱作用。如:



4. 盐类 凡是分子由金属原子和酸根组成的, 都称为盐。一般可分为**正盐**、**酸式盐**、**碱式盐**、**复盐**等四大类。

(1) **正盐**: 酸中氢原子均为金属置换而成的盐。如: 硝酸钾 KNO_3 , 磷酸钠 Na_3PO_4 , 硫酸亚铁 FeSO_4 , 硫化钠 Na_2S 等。

(2) 酸式盐: 多元酸中仅一部分氢原子被金属置换所形成的盐。除金属外, 还含有酸式酸根(含尚可被金属置换的氢原子)。如: 磷酸二氢钠 NaH_2PO_4 、磷酸氢二钠 Na_2HPO_4 、碳酸氢钠(或称酸式碳酸钠) NaHCO_3 及硫氢化钠 NaHS 等。

(3) 碱式盐: 中和多元碱时, 如酸的用量少, 氢氧根没有完全被酸根所置换而形成的盐。除金属原子外, 尚含碱式酸根(含氢氧根)。例如: 碱式碳酸铜 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、碱式硝酸铅 $\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$ 、碱式氯化镁 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 等。

(4) 复盐: 其分子含有两种或两种以上的金属原子和酸根, 在溶液中能保持各成分单独性质的盐类。如: 硫酸钾铝(明矾) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、氯化钾镁(光卤石) $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 等。

盐类的制取方法很多, 一般采用以下一些基本反应:

1. 金属和非金属直接化合生成盐。如: $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$

2. 碱性氧化物和酸性氧化物化合生成盐。如: $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{共熔}} \text{CaSiO}_3$

3. 碱性氧化物和酸反应生成盐和水。如: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

4. 酸性氧化物和碱反应生成盐和水。如: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

5. 金属置换酸中的氢生成盐。如: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

6. 金属置换盐中较不活泼金属而成盐和新金属。如: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

$\text{Cu} + \text{HgCl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{Hg}$ (5、6两项按金属活动顺序发生反应)

7. 利用复分解反应:

(1) 盐和碱作用生成新碱和新盐。如: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow$

(2) 盐和酸作用生成新酸和新盐。如: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{加热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$

(3) 两种盐复分解反应生成两种新盐。如: $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$

(4) 酸与碱起复分解反应中和生成盐和水。

如: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{HCl} = \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

在复分解反应时的生成物有下列三种情况:

第一种情况是生成物有一种是沉淀的。如: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow$

第二种情况是生成物中有气体发生。如: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{加热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$

第三种情况是中和反应生成水。如: $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

以上的三种情况, 是复分解反应的三个条件。凡是在生成物中有一种是沉淀或气体, 水, 这种反应才能向一个方向进行到底, 称之为不可逆反应。利用不可逆反应的三个条件的任何一种条件, 就能制得新的酸、碱或盐。因此我们对物质在水中的溶解性必须记住, 才能知道反应后的生成物有无沉淀发生(见本章末物质溶解性表)。

但是在 $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 \rightleftharpoons \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$ 的反应中, 所生成的两种盐, 都是可溶性盐, 使反应成为可逆反应, 因而不能进行到底。如把溶液蒸干, 得到是四种盐的混合物。

为了使大家概括地掌握无机物分类系统, 无机物相互反应关系, 可以分别参照表2-2和图2-2, 加以复习。

氧元素原子所組成，因此水的分子應該用 H_2O 來表示。氫符號右下方的數字（即指數）是表明水分子中所含有的氫原子的個數。在分子中所含某元素原子不止一個時，都要用指數表明而寫於元素符號的右下方，如：三氧化二鋁 Al_2O_3 ，二氧化碳 CO_2 等。

化合價的初步概念 任何物質的分子中，各組成元素之間的原子個數有一定的比例規律。某元素的一個原子總是和一定數目的其他原子互相化合，元素的這種性質和原子結構有關，我們叫做**元素的化合價**。

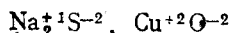
化合價是元素的一種重要的性質。在初中化學里把氫原子的化合價定為化合價的單位。氫在跟其他元素形成的化合物里永遠表現為一價；元素的化合價就是根據在化合物里，這種元素的一個原子能跟幾個氫原子化合來決定的。如： HCl 、 HBr 等化合物中，氯和溴都表現為一價；在 H_2O 、 H_2S 中，氧和硫表現為二價； NH_3 、 PH_3 中，氮和磷是三價；而在 CH_4 、 SiH_4 中碳和矽則表現為四價元素。

我們知道氧在化合物中常表現為二價，因此根據氧的化合價也能夠知道其他元素的化合價。如： Na_2O 中鈉為一價； MgO 中鎂為二價； Al_2O_3 中鋁為三價。

在第三章里我們將研究化合價的本質，就會知道化合物里元素的化合價，可分為正價和負價。例如在水分子 H_2O 中，氫元素為正一價，氧元素為負二價；在 Al_2O_3 分子中，鋁元素為正三價，氧元素為負二價；在 H_2S 分子中，氫元素為正一價，硫元素為負二價。

用氫元素為正一價，和氧元素為負二價作為標準，就可得出其他元素在化合物里表現正化合價和負化合價的推求規律。一般說來，在化合物里推求元素化合價的規律有：

1. 在化合物里：氫和金屬元素顯正價；非金屬元素與氫化合顯負價，跟氧化合顯正價。例如：



2. 很多元素在不同的化合物里呈顯不同的化合價，叫做可變化合價。例如：硫在 SO_2 分子中是正四價，硫在 H_2SO_4 分子中是正六價，在 H_2S 分子中是負二價。所以硫的化合價是隨著反應情況的不同，而呈顯可變的化合價。

3. 根據化合物分子式推求元素正負化合價的最重要法則是：**組成分子式時，正價總數與負價總數相等**；或者是化合物中各元素的正負價總數的代數和等於零。

應用這個規則還可以利用分子式，確定我們不熟悉元素的化合價。例如：確定 $K_2Cr_2O_7$ 中鉻元素的化合價，已知鉀元素為正一價，氧元素為負二價，設 X 為鉻元素的化合價：

$$\text{即有：} (+1) \times 2 + X \times 2 + (-2) \times 7 = 0$$

$$2 + 2X - 14 = 0 \quad \therefore 2X = 14 - 2 \quad X = +6$$

也可應用這個規則，對已知化合物中各元素的化合價，寫出其分子式。例如在硫化鋁里，鋁顯正三價，硫為負二價。所以在硫化鋁分子中，含有兩個鋁原子和三個硫原子，就能符合上述規律：

$$\text{鋁的正價總數：} (+3) \times 2 = +6$$

$$\text{硫的負價總數：} (-2) \times 3 = -6$$

所以硫化鋁的分子式為 Al_2S_3 才是正確的。

值得提出的是：如果在化合物的分子中，含有兩個或更多相同的原子團時^①，可以把

① 所謂原子團，是指兩個以上的原子緊密結合在一起，在化學反應中各原子並不分開的原子組合，叫做原子團。