

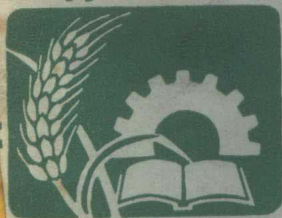
333165

中等专业学校试用教科书

无机化学

上册

郑庆甦 刘增勛 合編



中国工业出版社



无 机 化 学

上 册

郑庆甦 刘增助 合編

馬庆朝 审閱

中国工业出版社

本书系根据化学工业部教育司1963年制订的中等专业学校无机化学教学大纲(草案)编写而成。全书理论教学约需136学时。

作者根据几年来的教学经验,结合初中学生现有的化学程度,从实际出发,本着少而精学到手的原则,系统讲述了必要的无机化学的基础理论和基本知识,并注意到组成各种化学方程式的训练和化学计算技能的培养,来帮助学生学好这一门课程。

全书共16章,分成上、下两册印行。上册内容为绪论、化学的基本概念和定律、化学的基本量和化学计算、物质结构的基本知识、无机物分类、水和溶液、氧化还原反应、卤素、碱金属、元素周期律和周期表、化学反应速度和化学平衡;下册内容为电解质溶液、氧族元素、氮族元素、碳硅硼、金属。

本书为中等专业学校化工工艺类专业和分析专业的教材。其他与化工有关的专业也可作为参考书。

无 机 化 学

上 册

郑庆甦 刘增勋 合编

*

化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平里七区八号楼)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $7^{3/8}$ ·插页1·字数177,000

1965年1月北京第一版·1965年7月北京第二次印刷

印数15,121—35,132·定价(科四)0.80元

*

统一书号: K15165·3480 (化工-312)

編者的話

化工类中等专业学校的无机化学教学内容近几年来經過較大的变动。1962年化工部中等专业学校无机化学教材編审小組对几年来教学内容变动的經驗作了初步总结，对課程的目的要求进行了細致討論。并且在1963年10月，本着少而精的原則制定了新的无机化学教学大綱（草案）。本书就是根据这个大綱編写的。

和1961年出版的化工类中等专业学校用的无机化学教材（北京、合肥化校等七校合編）相比，本书在深度，广度上作了必要的精簡，而在基本概念、基本运算等方面則作了适当的加强。

书中刪去了現代物质結構中的量子力学概念、分子間的力、晶体結構、絡合物結構等内容。这些内容对于只具有初中基础的学生来說是不容易掌握的，而对于中等专业学校的学生来說也是不必要的。

书中刪去了某些副族元素及其化合物和鑷系、錒系等元素的知識。这些知識对于从事基本化学工业生产的中等技术人員来說也不是很必要的。

书中还刪去了部分化工生产过程的知識，因为学生在以后的工业化学課程中还可以学到。

經過这样的处理，就有条件适当增加与初中化学知識衔接的一些内容、和加强那些典型元素的基本知識、处理反应式及計算問題等方面的内容。这就可以照顾不同地区学生的实际情况，也便于确保基本知識的质量。

本书各章之后，都列有复习題和练习題。复习題可以作为課堂提問或平时复习使用，练习題可以作为学生的課外作业。

本书分上、下两册出版。初稿完成后，曾經化工部中等专业学校无机化学教材編审小組討論修改。参加者有杭州化校馬庆

Ⅳ

朝、齐齐哈尔化校张弓、大連化校胡敬雍、合肥化校錢益茂等同志。最后又由馬庆朝同志进行审閱，編者根据他們的意見又作了适当地修改。书中插图是由北京化校蔡明伯同志描繪的。在这里，編者对所有参加本书討論、审訂、繪图工作的同志們表示感謝。

限于時間和編者水平，书中謬誤之处一定是不不少的。希望使用的同志們和讀者們多加指正。

編 者

1964年3月

目 录

編者的話

第一章 緒 論	1
第一节 化学在国民經济中的作用	1
第二节 近代化学的发展与我国的化学和化学工业	2
第三节 无机化学的研究对象及学习要求	3
第二章 化学基本概念和定律	5
第一节 原子分子論、原子量、分子量	5
第二节 元素和它的化合价	8
第三节 分子式	12
第四节 化学方程式	15
第五节 当量和当量定律	19
复习題	21
练习題	22
第三章 化学的基本量和化学計算	23
第一节 化学的基本量	24
第二节 化学計算	29
复习題	37
练习題	38
第四章 物质結構的基本知識	39
第一节 元素的放射性	40
第二节 原子的复杂組成	42
第三节 核外电子的分布	46
第四节 化学鍵的类型	50
第五节 化合价的本质与結構式	55
第六节 分子的类型	59
复习題	63
练习題	63

第五章 无机物分类	64
第一节 氧化物	65
第二节 碱类	69
第三节 酸类	73
第四节 盐类	78
第五节 不可逆反应和可逆反应	83
第六节 盐类的一般制造方法	85
第七节 酸、碱、盐的当量和克当量	86
复习题	90
练习题	91
第六章 水和溶液	94
水	94
第一节 水在自然界的存在	94
第二节 水的物理性质、水分子的缔合	95
第三节 水的化学性质	97
水溶液	99
第一节 水溶液的组成	99
第二节 固体物质在水中的溶解过程	99
第三节 溶解度和溶解度曲线	102
第四节 固体溶质从水溶液中的结晶过程	107
第五节 溶液的浓度和溶液的配制	110
第六节 有关溶液浓度的计算	119
复习题	127
练习题	128
第七章 氧化还原反应	131
第一节 氧化还原的概念与实质	131
第二节 氧化还原反应式的配平	135
复习题	140
练习题	140
第八章 卤素	141
第一节 氟	142
第二节 氯化氢和盐酸	146

第三节	氯的含氧化合物	149
第四节	溴和碘及其化合物	153
第五节	氟及其化合物	156
第六节	卤素及其化合物性质的比较	158
复习题		160
练习题		161
第九章	碱金属	163
第一节	钠和钾	164
第二节	锂、铷、铯的概述	167
第三节	过氧化钠和氢氧化钠	167
第四节	钾的化合物和钾肥	169
第五节	碱金属的通性	170
复习题		171
练习题		171
第十章	元素周期律和周期表	172
第一节	元素周期律	172
第二节	元素周期表	176
第三节	周期表中元素性质递变的规律	181
第四节	元素周期律、元素周期表和原子结构	189
第五节	原子结构和元素性质递变的规律	194
第六节	元素周期表的总结和应用	198
复习题		203
练习题		204
第十一章	化学反应速度与化学平衡	205
第一节	化学反应速度	206
第二节	化学平衡	212
第三节	化学平衡的移动	217
第四节	吕·查德里原理	220
复习题		221
练习题		222
附 录		
I.	1961年国际原子量表	224

VII

- II. 国际原子量表 (1955 年)226
- III. 門捷列夫元素周期表 (短式)228 頁后插頁
- IV. 門捷列夫元素周期表 (維爾納式长表)228 頁后插頁
- V. 在 15°C 时不同浓度的酸、碱、盐水溶液的比重228

第一章 緒 論

第一节 化学在国民經济中的作用

化学在我国社会主义建設中具有重要的作用。化学工业已經成为国民經济的一个主要部門。

依靠化学方法，我們能够从自然界中大量存在的煤、石灰石、石油、海水和其他矿物中制取各种重要的产品：如高质量的特殊合金、稀有元素制品、化学肥料、人造橡胶、各种塑料、合成纖維、医药、染料、炸药和高能燃料等等。

化学肥料和农药对于农业增产的重要性是人人皆知的。一吨氮肥大約可以增产三吨粮食；一吨六六六粉剂大約可以扑灭一千亩地上的害虫。

塑料、合成纖維、合成橡胶等有机合成产品不仅为工业制造部門提供了性能更为优良的材料；而且为生产生活用品提供了丰富的原材料。大量发展合成纖維工业，还可以减少棉田以扩大粮食作物的种植面积。

特种合金、稀有元素、高能燃料等的制取与应用，使化学与尖端科学事业及現代国防建設密切地联系起来。

总之，化学已經关系到人类的衣、食、住、行各个方面。現在很难找到一个部門的生产是与化学无关的。

化学工业的特点是品种繁多、技术复杂、可以綜合利用自然资源、与其他工业部門有密切的联系等。当前我国化学工业在支援农业、滿足人民吃穿用的需要上与支援現代国防建設上都担负着极为艰巨而光荣的任务。

为了把我国建設成一个具有現代农业、現代工业、現代科学技术和現代国防的社会主义强国，我們必須大力发展化学科学和

化学工业。

第二节 近代化学的发展与 我国的化学和化学工业

化学的发展经过了一段漫长的历史过程，直到 18 世纪中叶，由于在西欧生产力的发展，才进入了迅速进步的近代化学时期。

1748 年俄国化学家罗蒙诺索夫 (М. В. Ломоносов, 1711—1765) 用他在密闭容器中燃烧金属的实验，提出了关于燃烧是物质与空气结合的卓越见解。后来法国人拉瓦西 (Lavoisier, 1743—1794) 广泛使用天平进行大量的化学研究，终于建立起燃烧是物质与空气中的氧气化合的理论。而在此以前曾有人提出所谓燃素论，认为一切可燃烧的物质里都含有一种特殊的東西叫燃素。当物质燃烧时，它就从物质中逸出，而剩下渣滓。这种理论当然是错误的，荒谬的，但还被化学家信奉约百余年之久，终被拉瓦西以实验为基础的科学结论所彻底摧毁了。

1803 年英国科学家道尔顿 (J. Dalton, 1766—1844) 根据当时已经发现的各种化学定律提出了原子假说。1811 年意大利科学家阿伏加德罗 (Avogadro, 1776—1856) 在总结当时研究气体体积定律的基础上提出了分子的概念。这些工作直到 1860 年才得到普遍的重视和承认。从此化学就迈入了以原子分子理论为基础的近代化学时期^①。

1869 年俄国化学家门捷列夫 (Д. И. Менделеев, 1834—1907) 发现了元素周期律并排出了元素周期表。这是近代化学史上重大的里程碑。现代元素周期律已成为几乎所有自然科学和技术科学的理论基础。

十九世纪末到二十世纪初，物理学上的许多重大发现揭开了原子的秘密，逐步形成了现代的物质结构理论。到二十世纪中叶，由于原子能的解放又大大推进了化学的发展，使现代化学的

^① 实际上罗蒙诺索夫于 1741 年就提出了类似原子分子论的假说，但当时是缺乏有力的事实根据。

領域愈來愈廣，而分工愈來愈細。它已經成為發展得最快、最重要的基礎科學了。

我國化學和化學工業在解放前，半封建、半殖民地舊中國得不到發展，因而也幾乎沒有什麼化學工業。直到二十世紀三十年代，我國化學研究工作才有了一點基礎。而在化學工業方面也只有少數中、小型化工廠，它們大多是分布在沿海的大城市並依賴進口原料來進行加工的工業，所以基礎也很薄弱。

解放後，我國的化學和其他科學事業一樣，受到黨和政府的重視，隨着經濟建設的發展而一日千里的前進。通過新建和老廠擴建，建立了許多新的化工生產基地，為我國基本化學產品的生產打下了初步基礎。1958年以來，在黨的總路綫、大躍進、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，我國化學工業得到了更快的發展。化學肥料、農藥、硫酸、純鹼、燒鹼、有機物與合成材料等重要化工產品及其他化工原料都得到了大幅度的增產。同時設計研究的機構、人員、設備也有了很大的擴充，並相應的取得了很大的成績。

為了貫徹以農業為基礎，以工業為主導的發展國民經濟的總方針，大力支援農業和滿足國民經濟各部門對化工產品的需要，化學工業將進一步增加新的品種、提高產量、改進質量，大力發展化肥、農藥、基本化工原料和合成材料等的生產。在化學和化工的科學研究方面，除直接服務於生產以外，還將大量進行資源的綜合利用，新工藝技術等研究工作，使我國的化學和化工事業能夠迅速趕上國際水平。因此，我國的化學和化工事業有着十分美好的發展前途。

第三節 無機化學的研究對象及學習要求

1. 無機化學的研究對象 世界上的一切事物都是運動着的物質構成的。物質的運動包括普通的機械運動、物理的能量轉換、化學的物質轉變和高級的生命和思維活動等各種形式。對於這些不同的運動形式，都有不同的科學去研究它們，而化學則是

研究关于物质转变的化学运动形式的科学。

例如，将食盐转变成纯碱，就需要知道食盐 (NaCl) 和纯碱 (Na_2CO_3) 的组成、性质和由食盐变化成纯碱的各种反应过程，以及实现这些过程所需要的温度、压力等条件和反应中发生的吸热、放热等现象。这一切都要靠化学知识来解决。因此，化学是研究物质的组成、性质和它们的转变，以及伴随转变而发生的现象的科学。

自然界中物质的种类繁多，但它们的基本成分到目前为止却不外乎是一百零三种元素。在这些元素中，碳具有特殊地位。它能形成各种复杂的化合物。这些化合物是构成生物有机体的主要成分。碳元素的化合物已有上百万种，比其他所有元素的化合物的总和还要多得多。因此，在化学中产生了初次分工，将化学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其它元素及其化合物（也包括碳的最简单化合物）的制取、性质、转变和应用等知识的化学。以后无机化学和有机化学各产生了许多分支，而无机化学则是一切其它化学的基础。

2. 学习无机化学的目的要求 在中等专业学校的化工类专业里，无机化学是一门专业基础课程。学习无机化学的目的是：(1) 使我们学到系统的无机化学的基础理论和基本知识，认识化学变化的基本规律，了解化学在国民经济和日常生活中的重要性。(2) 使我们掌握化学基本概念、化学反应式和一般的化学计算方法，并受到化学实验的初步训练，为进一步学习其他专业课程打下基础。

元素周期律和物质结构是整个无机化学的基础理论；溶液和化学平衡等是决定化学反应条件的根据；克原子、克分子、当量和浓度等概念是化学计算的关键。

学习无机化学时，对于基本概念、基础理论固然要深入掌握并能加以正确的运用，而对于组成化学反应式、进行化学计算、化学实验等基本技能更要认真严格地多多进行练习。

学习无机化学时，还要注意与其他课程的配合以及与有关课外阅读的配合。许多化学概念是建立在物理概念的基础上的，我们学好物理课将有助于学好无机化学。课外阅读能扩展我们的知识领域，使化学知识与生产和日常生活中的各种现象联系起来，这样的知识才是巩固的和灵活的。

第二章 化学基本概念和定律

我们在初中已经开始了化学的学习，知道化学是研究物质的组成、物质的性质以及物质相互转变的一门科学。

了解物质的性质，认识一些物质变成另一些物质的规律，是我们学习化学的主要目的。因为只有掌握了这些知识，才可以预见物质的变化，才能够控制物质的变化，从而利用物质的变化来制造人们在生产上和日常生活里所需要的各种各样的物品。

要正确了解物质的转变，首先必须对于物质的结构有个正确的观念，而原子、分子论就是物质结构的基础理论。

第一节 原子分子论、原子量、分子量

1. 原子分子论 物质结构的原子分子论，是化学的理论基础之一。远在十八世纪中叶，俄国伟大的科学家罗蒙诺索夫就提出来有关原子分子的基本理论。但是，由于当时实验上的根据还不够充分，所以没有得到同时代科学家应有的注意。到十九世纪初，由于一些化学变化的重量关系和体积关系的定律，陆续出现；在英国科学家道尔顿 (John Dalton 1766—1844) 于 1803 年提出来的原子学说和 1811 年意大利科学家阿伏加德罗 (Amadeo Avogadro 1776—1856) 提出来的分子的概念的基础上，再经过许多科学家的工作，到了 1860 年才形成了近代的原子分子论。它的基本内容如下：

(1) 物质都是由分子构成的，分子相互間具有間隔。分子是物质能够独立存在的最小微粒，它保持着这种物质的組成和一切化学性质。同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同。

(2) 分子是由更小的微粒——原子构成的。原子在化学反应中，不能再分为更小的微粒。同种原子的化学性质相同，不同种原子的化学性质不同。

(3) 原子和分子都处于不断运动的状态中。

物理变化，象物质的扩散、固体的熔化、液体的气化、气体的液化和液体的凝固等等，都是分子存在的真实証明。物理变化就是由于物质分子的运动而发生的。在物理变化里，物质的分子沒有受到破坏，仍然是原来的分子。只不过在变化前后分子間相对的距离和运动的方式，发生了改变。所以在物理变化里，物质的化学性质仍然保持不变。

化学变化是原子真实存在的有力証明。化学变化就是由于原子的运动而发生的。在化学变化里，参加反应物质的分子受到破坏，这些分子里的原子发生了重新組合，或重新排列，結果組成了新物质的分子。因此，在化学变化里产生了新物质。

从原子分子論的观点可以說明元素、单质和化合物。

具有相同化学性质的同种原子叫做元素。例如，氢、氧、氮、碳、硫、鈉、鈣、鉄等都是元素。現在已經知道有 103 种元素。

元素有游离状态存在的，有化合状态存在的。元素在游离状态时組成了单质，在化合状态时組成了化合物。

物质的分子是由同一种元素的原子組成的，叫作单质。例如，氢气、氧气、氮气、氯气等都是常見的气体单质。它們的分子都是由双原子組成的。象惰性气体的分子即是一个原子，所以惰性气体的单质是由一个原子形成的。許多固体单质的結構很复杂，一般来讲，我們只用一个原子表示它們的一个分子。例如，碳、硅、磷、鉀、鎂、銅等都是固体单质。

物质的分子是由不同种类的元素的原子组成的，叫做化合物。例如，水、氯化氢、氢氧化钠、硫酸钾等都是化合物。

由于单质和化合物的分子都是由元素组成的，所以元素也就是组成单质和化合物的成分。例如氢气和氧气前者是由氢元素后者是由氧元素组成的，而氯化钠是由氯元素和钠元素两种元素组成的。

2. 原子量和分子量 原子和分子虽然都是极小极小的，但是都具有一定的质量。例如：

1 个氢原子的质量等于

0.000,000,000,000,000,000,000,001,673 克。

这里第一位有效数字是小数点后第二十四位。把它化为指数形式就等于 1.673×10^{-24} 克。

1 个氧原子的质量等于

0.000,000,000,000,000,000,000,026,56 克。

这里第一位有效数字是小数点后第二十三位。把它化为指数形式就等于 26.56×10^{-24} 克。

由于任何一种元素的一个原子的质量都是极其微小的，所以在记原子量的数值时就显得太麻烦，应用起来也不方便。科学家为了要把原子量的数值简化，因此就不能用克作为一个原子或一个分子的质量单位。这样，在化学中就引用一个氧原子质量的 $\frac{1}{16}$ 作为测定原子或分子质量的单位。这种单位叫做氧单位^①。

1 个氧单位是

1.6603×10^{-24} 克，一般可取用 1.66×10^{-24} 克。

原子量就是用氧单位来表示某元素的一个原子的质量。

例如，氢原子的原子量等于 1.008 氧单位，氧原子的原子量等于 16.0000 氧单位。

分子量就是用氧单位来表示物质的一个分子的质量。

① 1960 年物理学界和 1961 年化学界，在有关原子量的会议上决定采用 ${}_{6}\text{C}^{12}$ 等于 12 作为新的统一的原子量标准（见附录 I）。采用这新标准后，其它元素的原子量数值都要比原来的小 0.0043%。

例如，水的分子量等于 18.016 氧单位，硫酸的分子量等于 98.082 氧单位。

通常表示原子量和分子量时，在数字后面并不注明单位。但是，必须知道，这个数字的单位是氧单位。

第二节 元素和它的化合价

1. 元素的化学符号 在化学上应用原子分子论的理论以后，化学家采用了各种符号来代表不同的元素。这种符号叫做元素的化学符号。在国际上通用的元素符号，一般都是用它的拉丁文名称第一个字母来表示。例如，氢的拉丁名叫 Hydrogenium，所以它的化学符号是 H；氧叫 Oxygenium，所以它的化学符号是 O。

如果不同元素的拉丁名称的第一个字母相同，例如碳是 Carbonium，钙是 Calcium，铜是 Cuprum；镁是 Magnesium，锰是 Manganum 等，在这种情况下，就要用拉丁名称第一个字母和另一个字母组成的符号。例如以下的各元素符号是：

碳 Carbonium.....	C
钙 Calcium	Ca
铜 Cuprum	Cu
镁 Magnesium.....	Mg
锰 Manganum	Mn

在这里应该指出写元素符号的规则。用来表示元素符号的字母，必须大写。如果一种元素符号是由两个字母组成的，其中第一个字母必须大写，而第二个字母就要小写。

现在将一些常用的元素符号写在表 2-1 中。

我们从元素的中文名称，不但能区别出来一种元素是金属元素或非金属元素，而且也能区别出来它们的单质在常温下的形态，是固体、液体或气体。

如果元素的中文名称从“金”旁，例如钙、镁、铜、铁等，它们都是金属元素，而且在常温下，它们的单质都是固体。在金属元素中只有一种单质在常温下是液体。这种金属元素是汞。所以它的中文名称从“水”。