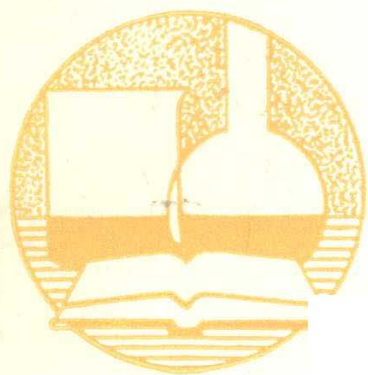


中等专业学校教材



无机化学

(四年制)

第二版

上册

北京化工学校
董敬芳 主编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书是根据1988年化工部教育司制订的四年制化工中专用《无机化学教学大纲》，在1985年出版的《无机化学》试用教材的基础上改编的。

《无机化学》共十五章，分上、下两册出版。本书为上册，内容包括绪论、化学基本量和化学计算、碱金属和碱土金属、卤素、原子结构和元素周期律、分子结构、化学反应速度和化学平衡、电解质溶液；下册内容为硼和铝、碳族元素、氧化还原反应和电化学基础、氮族元素、氧和硫、配位化合物、过渡元素(一)、过渡元素(二)。

本书可做中等专业学校化工工艺专业、化工分析专业的教科书，亦可作为冶金、轻工、石油化工等其它中等专业学校、技工学校及函授、电教等化学专业的教科书或主要参考书。

中等专业学校教材

无 机 化 学

(四年制)

第 二 版

上 册

北京化工学校

董敬芳 主编

责任编辑：梁 虹

封面设计：任 辉

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092\frac{1}{32}$ 印张 $8\frac{7}{8}$ 插页1 字数198千字
1990年5月第2版 1990年5月北京第1次印刷

印 数 1—24,500

ISBN 7-5025-0708-6/G·187(课)

定 价1.70元

再 版 前 言

本书是根据1988年8月化工部教育司基础化学编委会修订的四年制化工中专《无机化学教学大纲》(试行稿),并参考全国各化工中专学校师生使用本书(第一版)后反馈的意见和建议改编的。

在改编时,注意了与现行初中化学教学内容的衔接,编入了初中化学已删去的“电子式”、“从化合价的升降讨论氧化还原反应”、“反应物有一种剩余时的计算”等等;删去了某些偏深或尚未完善的理论,如“配合物中的化学键”、“电极电位的产生”、“电子亲合能”等;部分地打破了按元素周期表全面叙述元素各论的完整体系,突出了对常见元素的单质及其化合物的讨论,对习题、演示实验也做了相应的筛选,删去了原书的“复习思考题”,并将“补充题”改为“综合练习题”,旨在提高学生综合运用知识的能力。为了帮助学生认识环境治理的重要性,本书还增编了“环境保护知识”。

为适应不同专业、不同地区的需要,便于自学者参考,改编时将原书中某些属于非基本要求的内容,改为小字编排,供读者选读。

书中绪论、第六、七、十三章由董敬芳同志改编;第三、八、九、十一、十二章由唐志宁同志改编;第二、四、八章由赵彤同志改编;第一、五、十四、十五章由冯玉菊同志改编。全书由董敬芳同志统稿。

修改后的初稿经基础化学编委会无机化学课程组的同志们进行了深入细致的讨论，编者根据同志们的意见和建议又对全书做了认真的修改，最后由张增智副教授审阅定稿。

编者 1989.7

目 录

绪论	1
一、无机化学的研究对象	1
二、无机化学的发展与前景	2
三、无机化学的任务与学习方法	4
第一章 化学基本量和化学计算	6
第一节 物质的量及其单位	6
一、摩尔	6
二、摩尔质量	7
三、有关物质的量的计算	8
习题	10
第二节 气体摩尔体积	11
一、气体摩尔体积	11
二、关于气体摩尔体积的计算	13
习题	15
第三节 根据化学方程式的计算	15
一、化学方程式	15
二、根据化学方程式的计算	17
三、热化学方程式	21
习题	23
第四节 溶液的浓度	24
一、物质的量浓度	24
二、溶液浓度的换算	29
习题	31
本章复习要点	31

综合练习	33
第二章 碱金属和碱土金属	35
第一节 氧化-还原反应的基本概念	35
一、氧化和还原	35
二、氧化剂和还原剂	37
习题	39
第二节 钠和钾	40
一、碱金属的原子结构和化合价	40
二、钠、钾的物理性质	41
三、钠、钾的化学性质	41
四、钠、钾的存在与制法	44
五、钠、钾的用途	44
习题	44
第三节 钠和钾的重要化合物	45
一、过氧化钠	45
二、氢氧化钠	46
三、钠、钾的盐类	47
习题	49
第四节 碱金属的通性	49
一、物理性质	49
二、焰色反应	49
三、碱金属元素及其化合物性质的比较	50
四、碱金属的性质与原子结构的关系	51
第五节 镁和钙	51
一、碱土金属的原子结构和化合价	52
二、镁及其重要化合物	52
三、钙及其重要化合物	55
习题	58
第六节 离子反应	59
一、离子反应和离子方程式	59

二、离子互换反应进行的条件	61
习题	63
第七节 硬水的软化	64
一、硬水	64
二、硬水的危害	65
三、硬水的软化	66
习题	68
第八节 碱土金属的通性	68
一、物理性质	68
二、焰色反应	68
三、碱土金属元素及其化合物性质的比较	69
四、碱金属与碱土金属活泼性的比较	70
本章复习要点	71
综合练习	74
第三章 卤素	76
第一节 氯	76
一、氯气的物理性质	77
二、氯气的化学性质	78
三、氯气的制法	80
四、氯气的用途	81
习题	81
第二节 氯化氢和盐酸	82
一、氯化氢	82
二、盐酸	84
三、氯化物的检验	85
习题	86
第三节 氯的含氧化合物	86
一、次氯酸及其盐	86
二、氯酸及其盐	88
三、高氯酸及其盐	90

习题	91
第四节 溴、碘及其化合物	92
一、溴和碘的物理性质	92
二、溴和碘的化学性质	94
三、溴和碘的制法	96
四、溴、碘的氢化物及盐类	97
五、溴、碘及其重要化合物的用途	98
习题	99
第五节 氟及其化合物	99
一、氟的性质	100
二、氟的制法和用途	101
三、氟化氢、氢氟酸及其盐	101
习题	103
第六节 卤素及其化合物性质的比较	104
一、卤素的原子结构和相似性	104
二、卤素的分子结构和差异性	104
三、某些卤素化合物的差异性	106
习题	108
本章复习要点	108
综合练习	110
第四章 原子结构和元素周期律	113
第一节 原子的组成	113
一、原子核	113
二、同位素	114
习题	116
第二节 核外电子的运动状态	116
一、电子云	116
二、核外电子的运动状态	118
习题	122
第三节 原子核外电子的排布	122

一、保里不相容原理·····	122
二、能量最低原理·····	123
三、洪特规则·····	125
习题·····	135
第四节 元素周期律·····	136
习题·····	139
第五节 元素周期表·····	140
一、元素周期表的结构·····	140
二、周期表中元素的分区·····	142
习题·····	144
第六节 原子结构和元素性质的递变规律·····	145
一、原子半径·····	145
二、元素的电离能和电负性·····	147
三、元素的金属性和非金属性·····	150
四、元素的化合价·····	154
五、元素周期律和元素周期表的意义·····	155
习题·····	155
本章复习要点·····	156
综合练习·····	158
第五章 分子结构 ·····	161
第一节 离子键·····	161
一、离子键的形式·····	161
二、离子键的特征·····	163
三、离子的电荷和半径·····	163
习题·····	166
第二节 共价键·····	166
一、共价键的形成·····	167
二、共价键的特征·····	169
三、共价键的类型·····	171
四、键能、键长、键角·····	173

习题	174
第三节 杂化轨道理论	175
一、杂化和杂化轨道	175
二、 $s-p$ 型杂化	176
三、 NH_3 和 H_2O 分子的结构	179
习题	180
第四节 配位键和金属键	180
一、配位键	180
二、金属键	182
习题	182
第五节 分子的极性	183
一、极性分子和非极性分子	183
二、偶极矩	184
习题	185
第六节 分子间的力和氢键	186
一、分子的极化	186
二、分子间的力	187
三、氢键	191
习题	193
第七节 晶体的基本类型	193
一、晶体的特征	193
二、晶体的基本类型	194
习题	198
本章复习要点	198
综合练习	200
第六章、化学反应速度和化学平衡	203
第一节 化学反应速度	203
第二节 影响化学反应速度的因素	204
一、浓度对反应速度的影响	204
二、压力对反应速度的影响	206

三、温度对反应速度的影响	207
四、催化剂对反应速度的影响	208
五、其它因素对反应速度的影响	209
习题	210
第三节 反应的活化能	210
一、活化分子和活化能	211
二、活化分子与反应速度的关系	212
习题	213
第四节 化学平衡	213
一、可逆反应与化学平衡	213
二、平衡常数	215
三、有关化学平衡的计算	219
习题	220
第五节 化学平衡的移动	221
一、浓度对化学平衡的影响	221
二、压力对化学平衡的影响	226
三、温度对化学平衡的影响	227
四、吕·查德里原理	228
第六节 化学反应速度及化学平衡原理的应用	229
习题	230
本章复习要点	230
综合练习	232
第七章 电解质溶液	235
第一节 电解质和非电解质	235
一、电解质和非电解质	235
二、电解质的电离	235
习题	236
第二节 电离度	237
一、强电解质和弱电解质	237
二、电离度	238

三、强电解质在溶液中的状况	240
习题	241
第三节 弱电解质的电离平衡	241
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡	241
二、电离度和电离常数的关系	243
三、有关电离平衡的计算	245
四、多元弱酸的电离平衡	247
五、同离子效应	249
习题	249
第四节 水的电离和溶液的pH值	250
一、水的电离	250
二、溶液的pH值	251
三、酸碱指示剂	254
习题	254
第五节 缓冲溶液	255
第六节 盐类的水解	257
一、盐类的水解	258
二、多元弱酸盐和多元弱碱盐的水解	260
三、影响水解的因素	261
习题	263
本章复习要点	263
综合练习	266
附录 I 碱、酸和盐的溶解性表(293K)	268
附录 II 强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与密度(g/cm^3)、物质的量 浓度(mol/L)的关系	269
元素周期表	

绪 论

一、无机化学的研究对象

世界是物质构成的。物质永远处于不断运动，变化，发展的状态。化学变化就是物质运动形式之一——物质的化学运动。研究化学的目的，在于认识物质的性质以及物质化学运动的规律，并将这些规律应用于生产，将天然资源经过化学变化加工成可以为人类生产、生活服务的各种物质资料。由于物质的性质决定于物质的组成和结构，为了从本质上掌握化学变化的规律，化学必须首先研究物质的组成，结构、性质及其相互关系。此外，化学变化中还常发生放热、吸热、光、电等现象。总之，化学是研究物质的组成，结构、性质变化规律以及伴随变化发生的现象的科学。

自然界，物质的种类繁多，但它们基本是到目前为止已发现 109 种元素中的一种或几种所构成。其中碳元素形成的化合物较为复杂，数量也远远超过由其它元素构成的化合物的总和，更不同的是这些复杂的碳化合物是构成生物有机体的主要成分。因此，化学又初步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。无机化学则是研究除碳元素以外的所有元素及其化合物的化学。碳酸盐、一氧化碳、二氧化碳、氰化物、碳化物、硫氰化物等碳元素的简单化合物一般也划入无机化学范围之内。所以无机化学研究的范围很广，内容十分丰富。作为一门基础课，无机化学主要介绍一些基本理论、重要规律和一些重要无机物的性质、存在、制备及用途。

二、无机化学的发展与前景

和其它学科一样，化学这门科学也起源于人类的生产活动。从最初的烧制陶器、原始的金属冶炼到造纸、火药的发明以及瓷器、玻璃、染色等工艺的出现……都是从生产实践中发展起来的古代实用化学，它所涉及的原料及成品几乎都是无机物，它的出现和发展就是对无机化学的研究，所以最初的化学是无机化学。化学的发展也是从无机物的研究开始的。

17世纪欧洲发生产业革命，大大地解放了生产力，使社会生产达到了前所未有的高度。由于冶金、化工生产的发展，人们积累了大量关于物质转化的新知识，加快了对物质世界认识的飞跃。

英国化学家和物理学家波以耳 (R. Boyle, 1627~1691)，首先对化学元素提出了科学的概念；为使化学特别是无机化学发展成为真正的科学做出了重大贡献。

燃烧反应是当时化学家们集中研究的课题。“燃素说”论者认为，一切能燃烧的物质中均含有一种特殊的物质——“燃素”。当物质燃烧时，它就从物质中逸出，余下的是渣滓。在人们对燃烧现象和呼吸作用的深入研究中，发现了二氧化碳、氢气、氯气、氮气和氧气。然而，谁也没有找到“燃素”。拉瓦锡 (A. L. Lavoisier 1743~1794) 燃烧的氧化学说的建立，彻底推翻了“燃素说”，使化学的发展走上了正确的道路。这一时期还发现了磷、钨、钼、铬、铂及碲等元素。

1803年英国化学家道尔顿 (J. Dalton, 1766~1844) 根据当时已发现的化学定律，提出了原子假说，同时引入了原子量概念。原子论指出了化学现象的本质是原子的化合与化分。这一理论的建立成为化学特别是无机化学发展的奠基石。

1811年意大利物理学家阿佛伽德罗 (Avogadro, 1776~

1856)总结了当时对气体化学反应的研究成果,在化学中引入了分子的概念,提出了著名的阿佛伽得罗假说。1860年原子分子假说发展成为原子分子论,并成为近代化学的理论基础。

从18世纪中叶到19世纪中叶的一百多年中,随着生产和科学实验的发展,新的元素不断被发现。由于电池的试制成功,电解方法的广泛采用,钾、钠、钙、锶、钡等20种元素都是在这个时期发现的。到1869年已有63种元素被人们所认识。俄国化学家门捷列夫(Д. И. Менделеев, 1834~1907)抓住元素的原子量这个基本特性,去探索它与元素性质之间的关系。终于在1869年发现了元素周期律,排出了元素周期表。周期律为寻找和预见新元素提供了理论上的向导,它是近代化学史上重要的里程碑。现代周期律已成为无机化学的重要理论基础之一。

在相当长的一个时期内,无人探索有机物的秘密。因为人们认为有机物只能产生于有生命力的动、植物体,人工是无能为力的。1828年德国化学家韦勒用氰和氨等物质,首次合成了尿素,成功地证明了有机物可以用普通化学方法由无机物制取,突破了有机物和无机物的界限,促进了有机合成工业的发展。

19世纪末到20世纪初,真空放电、阴极射线、X射线等的发现,揭开了原子的秘密,打破了原子不可分割的形而上学观点,以后逐渐发展成为现代物质结构理论。40年代以后,原子能等新兴工业技术部门对各种特殊性能的无机材料的急迫要求,又促进了无机化学的大发展。例如原子能工业促进了稀有元素分离和放射性元素的研究;电子技术和激光等物理新成就提出制造单晶和超纯物质的新任务;宇宙航行要求高能燃料和耐高温材料。这不仅需要解决某些特殊的无机材料的合成或分离方法,而且要求实现工业规模的生产。目前已形成了大规模

的无机化学工业体系。

当前无机化学和其它化学分支一样，正从基本上是描述性的科学向推理性的科学过渡，从定性向定量过渡，从宏观向微观深入，一个比较完整的、理论化的、定量化的和微观化的现代无机化学新体系正在迅速地建立起来。

无机化学本身的发展，使它产生了许多分支，例如稀有元素化学、配位化学、无机合成化学、同位素化学等。随着各门自然科学的发展，无机化学又同其它学科相互渗透形成了生物无机化学，有机金属化学、固体无机化学、金属酶化学等。这些学科都为无机化学的发展开辟了新途径。

随着科学技术的发展，现代工业需要多种具有特殊性能的合成材料特别是无机合成材料。现代化国防建设需要特种合金和轻质非金属材料、火箭推进剂。电子工业需要稀有元素高纯物质……，这一切又给无机化学特别是无机合成、稀有元素化学、配位化学等学科提出了新任务。

三、无机化学的任务与学习方法

无机化学是培养化工分析和化工工艺技术人员的一门重要的专业基础课。它的任务是使学生在中学化学知识的基础上，进一步学习无机化学基本理论、基本知识、掌握化学反应的一般规律和基本化学计算方法；培养学生分析问题、解决问题的能力，为学习后续课程和从事化工技术工作打下比较巩固的基础。

已经建立的各种化学理论都是在实验的基础上总结出来的。这些理论能解释某些实际问题 and 化学变化，但又有一定的局限性，还需要在实践中不断完善、提高和更新。因此，在学习基础理论时，要坚持理论联系实际的原则，决不能机械地生搬硬套。对中专学生的要求是能逐步学会运用所学的基础理论去

分析物质的性质，物质间的转化及其内在的联系，找出规律性的东西，对今后的学习和工作起到一定的指导作用。

学习元素部分要以元素周期律为纽带，以物质的性质为重点，再从“性质”推论“存在”“制法”“用途”等内容；配合必要的实验，这样就不会感到杂乱和枯燥了。

化学实验是学好无机化学必不可少的实践性环节。通过实验印证，巩固课堂所学的理论知识；掌握化学实验的基本操作方法，培养独立思考和分析问题、解决问题的能力。