



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材 · 供药学类专业用

无机化学

第5版

主 编 张天蓝

副主编 姜凤超 魏 红



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材
供药学类专业用

无机化学

第 5 版

主 编 张天蓝

副主编 姜凤超 魏 红

编 者 (以姓氏笔画为序)

王国清 (沈阳药科大学)

毕小平 (山西医科大学)

杨 崧 (湖南中医药大学)

张天蓝 (北京大学药学院)

荀宝迪 (北京大学药学院)

姜凤超 (华中科技大学同济药学院)

曹凤歧 (中国药科大学)

窦后松 (四川大学化学学院)

魏 红 (第二军医大学药学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学/张天蓝主编.—5 版.—北京:
人民卫生出版社,2007.7

ISBN 978-7-117-08880-0

I. 无… II. 张… III. 无机化学-高等学校-教材
IV. 061

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 095685 号

本书本印次封底贴有防伪标,请注意识别。

无 机 化 学
第 5 版

主 编: 张天蓝

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.5

字 数: 586 千字

版 次: 1987 年 5 月第 1 版 2007 年 7 月第 5 版第 29 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08880-0/R·8881

定 价: 36.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

卫生部“十一五”规划教材

全国高等学校药学类专业第六轮规划教材

出版说明

全国高等学校药学类专业本科卫生部规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第一版,1987年、1993年、1998年、2003年进行了四次修订,并于2003年出版了第五轮规划教材。该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,其具有较高的权威性和一流的水平,为我国高等教育培养大批的药学专业人才发挥了重要作用。近年来我国药学教育事业快速发展,开办药学及相关专业的院校数量已由上世纪90年代的几十所发展到现在三百多所,办学规模和水平在不断提高;同时很多学校根据自身特点,尝试新的教学方法,药学教育逐渐向多元化发展。为适应新时期我国高等药学教育改革和发展,做好药学类专业本科教材的组织规划和质量把关工作,全国高等学校药学专业教材第三届评审委员会围绕药学专业第五轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学领域人才结构等多个主题,进行了广泛、深入地调研活动,并对调研结果进行了反复、细致的分析论证。根据药学专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室决定组织全国专家于2006年夏季开始对第五轮教材进行修订。

药学类专业第六轮规划教材的编写修订,坚持紧扣药学类专业本科教育培养目标,以教育部新的药学教育纲要为基础,以国家食品药品监督管理局执业药师资格准入为指导,按卫生部等相关部委行业用人要求,强调培养目标与用人要求相结合,进一步提高教材水平和质量。同时,针对学生实验、自修、复习考试等需要,紧扣主干教材内容编写、修订了相应的学习指导与习题集、实验指导等配套教材25种。

全国高等学校药学类专业第六轮规划教材编写工作严格按照卫生部教材办公室“931”质量控制体系进行。经过全国各院校的推荐,全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会遴选,卫生部教材办公室最终确定了主干教材与配套教材主编、副主编和编者。在卫生部教材办公室的组织和严格管理,以及在全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会的指导下,各门教材主编、编者同心协力,积极参加主编人会议、编写会议和定稿会议,始终贯彻会议精神,克服各种困难,以对我国高等药学教育事业高度负责的态度认真编写教材,保证教材的质量和水平,并达到人民卫生出版社“齐、清、定”的交稿要求。经过1年多的努力,全国高等学校药学类专业第六轮规划教材即将出版,并向全国公开发行。

该套教材供全国高等学校药学及相关专业教学使用。全套教材中主干教材共29

种,其中修订 25 种,新组织编写 4 种;其中 22 种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(用星号表示);配套教材 25 种,其中 2 种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。2007 年初,在卫生部的领导下,由卫生部教材办公室组织,全国高等医药教材建设研究会进行了卫生部“十一五”规划教材评审工作,本套教材及其配套教材全部入选卫生部“十一五”规划教材。

全套教材书目如下:

- | | | |
|-----------------------|-----|----------------------|
| ★1. 药学历论(第 2 版) | 毕开顺 | 沈阳药科大学 |
| 2. 高等数学(第 4 版) | 顾作林 | 河北医科大学 |
| 高等数学学习指导与习题集 | 顾作林 | 河北医科大学 |
| 3. 医药数理统计方法(第 5 版) | 高祖新 | 中国药科大学 |
| 医药数理统计方法学习指导与习题集 | 高祖新 | 中国药科大学 |
| ★4. 物理学(第 5 版) | 王 铭 | 北京大学医学部 |
| 物理学学习指导与习题集 | 王 铭 | 北京大学医学部 |
| ★5. 物理化学(第 6 版) | 侯新朴 | 北京大学药学院 |
| 物理化学学习指导与习题集(第 2 版) | 李三鸣 | 沈阳药科大学 |
| 物理化学实验指导(双语) | 崔黎丽 | 第二军医大学 |
| ★6. 无机化学(第 5 版) | 张天蓝 | 北京大学药学院 |
| 无机化学学习指导与习题集(第 2 版) | 姜凤超 | 华中科技大学同济药学院 |
| ★7. 分析化学(第 6 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★ 分析化学学习指导与习题集(第 2 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★ 分析化学实验指导(第 2 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★8. 有机化学(第 6 版) | 倪沛洲 | 中国药科大学 |
| 有机化学学习指导与习题集(第 2 版) | 陆 涛 | 中国药科大学 |
| 9. 人体解剖生理学(第 5 版) | 岳利民 | 四川大学华西基础医学与法医学
学院 |
| | 崔慧先 | 河北医科大学 |
| ★10. 微生物学与免疫学(第 6 版) | 沈关心 | 华中科技大学同济医学院 |
| 微生物学与免疫学习题集 | 谭 政 | 华中科技大学同济医学院 |
| ★11. 生物化学(第 6 版) | 吴梧桐 | 中国药科大学 |
| 生物化学学习指导与习题集 | 欧 瑜 | 中国药科大学 |
| 生物化学实验指导 | 刘 煜 | 中国药科大学 |
| ★12. 药理学(第 6 版) | 李 端 | 复旦大学药学院 |
| 药理学学习指导 | 程能能 | 复旦大学药学院 |
| 药理学实验指导 | 章蕴毅 | 复旦大学药学院 |

- | | | |
|-----------------------|------|-----------------|
| ★13. 药物分析(第6版) | 刘文英 | 中国药科大学 |
| ★14. 药用植物学(第5版) | 郑汉臣 | 第二军医大学 |
| 药用植物学实验指导 | 潘胜利 | 复旦大学药学院 |
| ★15. 生药学(第5版) | 蔡少青 | 北京大学药学院 |
| 生药学实验指导 | 刘塔斯 | 湖南中医药大学 |
| ★16. 药物毒理学(第2版) | 楼宜嘉 | 浙江大学药学院 |
| ★17. 临床药物治疗学(第2版) | 姜远英 | 第二军医大学 |
| ★18. 药物化学(第6版) | 郑 虎 | 四川大学华西药学院 |
| 药物化学学习指导与习题集(第2版) | 徐 正 | 四川大学华西药学院 |
| ★19. 药剂学(第6版) | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| 药剂学学习指导与习题集 | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| 药剂学实验指导(第2版) | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| ★20. 天然药物化学(第5版) | 吴立军 | 沈阳药科大学 |
| 天然药物化学实验指导(第2版) | 裴月湖 | 沈阳药科大学 |
| 天然药物化学习题集(第2版) | 吴继洲 | 华中科技大学同济药
学院 |
| 21. 中医学概论(第6版) | 王 建 | 成都中医药大学 |
| 中医学概论学习指导与习题集 | 王 建 | 成都中医药大学 |
| ★22. 药事管理学(第4版) | 吴 蓬 | 四川大学华西药学院 |
| 药事管理学学习指导与习题集 | 杨世民 | 西安交通大学医学院 |
| ★23. 药学生物学(第3版) | 杨世民 | 西安交通大学医学院 |
| ★24. 生物药剂学与药物动力学(第3版) | 史济平 | 复旦大学药学院 |
| 生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集 | 梁文权 | 浙江大学药学院 |
| ★25. 药学英语(上、下册)(第3版) | 梁文权 | 浙江大学药学院 |
| 药学英语学习指导 | 胡廷熹 | 中国药科大学 |
| ★26. 药物设计学 | 胡廷熹 | 中国药科大学 |
| 27. 制药工程原理与设备 | 徐文方 | 山东大学药学院 |
| 28. 生物制药工艺学 | 王志祥 | 中国药科大学 |
| 29. 生物技术制药 | 何建勇 | 沈阳药科大学 |
| | 周 珮 | 复旦大学药学院 |

全国高等医药教材建设研究会
 卫生部教材办公室
 2007年6月1日

全国高等学校药学专业教材 第三届评审委员会名单

- 主任委员 郑 虎 四川大学华西药学院
- 副主任委员 毕开顺 沈阳药科大学
- 姚文兵 中国药科大学
- 委 员 (以姓氏笔画为序)
- 刘俊义 北京大学药学院
- 吴梧桐 中国药科大学
- 吴继洲 华中科技大学同济药学院
- 吴满平 复旦大学药学院
- 张志荣 四川大学华西药学院
- 张淑芳 中国执业药师协会, 国家食品药品监督管理局执业药师资格认证中心
- 杨世民 西安交通大学医学院
- 姜远英 第二军医大学
- 徐文方 山东大学药学院
- 郭 姣 广东药学院
- 曾 苏 浙江大学药学院
- 潘卫三 沈阳药科大学
- 秘 书 徐 正 四川大学华西药学院

第5版前言

修订本书所遵循的原则是：按照全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室的要求，根据药学专业本科教育的培养目标，注重“五性”（思想性、科学性、先进性、启发性和适用性）、“三基”（基本理论、基本知识和基本技能）。也就是说，继承本书以前各版的优良传统，用近代化学理论阐述基本化学原理，将基本化学原理渗入到元素化学部分，使书本知识与药学实际紧密联系，反映本学科的前沿内容和发展趋势。此外，还应考虑到近年来无机化学课时减少的现状、学生情况、后续课程和当前药物研发工作对基础化学知识的需求。

我们调整了教材的某些内容，并根据内容变化修订了习题。教材内容难度的下限与目前我国中学化学教学水平衔接，其上限则考虑到部分同学的考研要求；对每个知识点的表达力求简洁，对各个知识点之间的连接或过渡力求流畅；改善了教材内容的表达方式（包括文字、图表和版面编排），增强了时代感和趣味性。下面对修改的内容作简要说明：

原书“绪论”中的“中国法定计量单位”和“有效数字及运算法则”与分析化学的有关内容重复，删去这2节后，把“绪论”置于全书之前，将“溶液”作为第一章，以便与《无机化学学习指导》的章节编号一致。

在“第一章 溶液”中，增加了各种浓度之间的换算，而简化了强电解质溶液理论的内容；对于浓溶液活度因子的定量计算已超出本课程的要求。“第二章 化学反应的方向”和“第三章 化学反应速率”的教学目的是使学生初步理解、并能够应用化学热力学和化学动力学的一些基本概念和公式，而严格的公式推导则留给后续课程“物理化学”。

从影响因素（如同离子效应和盐效应）和计算方法看，弱电解质的解离平衡和难溶强电解质的溶解平衡有许多相似之处，我们将二者合并，作为“第五章 酸碱平衡与沉淀-溶解平衡”。因为在介绍酸碱概念时以质子理论为主，所以有关平衡也不再称作“电离平衡”，而是称作“质子传递平衡”，有时也称作“解离平衡”。在采用标准平衡常数表达式进行计算时，严格地说，应该将最后计算结果由相对平衡浓度转变为平衡浓度；为简便计算，有时也直接把计算结果当作平衡浓度。在药物的生产和研发实践中，通常是按照各种手册配制缓冲溶液，而并非依据计算结果；况且，pH计已成为实验室的常规小仪器，方便了配制溶液的过程。显然，相关计算的实用意义已经不如从前了。因此，缓冲溶液的内容也作了一些简化。

在“第六章 氧化还原”中，无论对于电池反应，还是电极反应，我们都着重介绍这种普遍形式的 Nernst 方程： $E = E^\ominus - \frac{RT}{nF} \ln Q$ ，而淡化 $E = E^\ominus - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$ 或 $E =$

$E^{\ominus} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$; 后者在记忆时容易混淆, 而且不适用于像 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 之类的反应。

“杂化轨道”概念是“现代价键理论”的重要内容。在“第八章 分子结构”, 我们将“杂化轨道”置于“现代价键理论”的三级标题之内, 而不再单独列出。“价层电子对互斥模型”并不是化学键理论, 不能用来说明原子间结合的强度, 因此把它放在“分子形状与物理性质”一节似更合适。

自 20 世纪 70 年代以来, 由 L. Pauling 提出的配合物的价键理论就已经被晶体场理论(后来发展为配体场理论)和分子轨道理论取而代之。作为非化学专业的“普通化学”教材, 本书只介绍晶体场理论的基本概念, 这可作为进一步学习配体场理论和分子轨道理论的基础。可是, 目前国内同类教材都在价键理论上花了许多笔墨, 而且这些内容总会出现在研究生考试题中。综合考虑以上因素, 我们暂且保留“价键理论”, 但作了简化。

在元素部分, 力求突出主要化学性质及其与结构的关系, 注重与理论部分相关内容的呼应, 培养学生根据化学原理解并灵活运用元素化学知识的能力。这部分原来是按照“非金属、金属、过渡元素”分类, 现在改为按照“s 区、d 区和 ds 区、p 区”分类。从原子结构的观点看, 这是周期表从左到右的顺序, 也是从典型金属转变到典型非金属的顺序。此外, 考虑到稀土元素在我国的应用和研究现状, 增加了 f 区元素的内容。在介绍元素性质时, 我们尽可能联系药学实际; 但考虑到此书是无机化学基础教材, 不宜引入过多生物无机化学和无机药物化学内容, 因此只简要介绍一些无机物的“直接与化学性质有关的药物功能”, 而将其他内容留给后续课程。尽管其中一些内容涉及元素离子的鉴定, 但系统讲授化学分析并非本课程的任务。

在编写教材时, 内容的取舍既与培养目标和整个课程体系的设置有关, 也与当前生产和科研发展水平有关; 在课堂讲授时, 教材内容的篇幅不必与课时成线性关系。本教材的内容适用于在一个学期内讲授, 建议课时为 72 学时(化学原理 50 学时 + 元素化学 22 学时)。教师可以根据各自学校的实际情况, 从中选择合适的内容。

本书的修订工作由以下同志完成: 曹凤歧(绪论和第 7 章)、毕小平(第 1 章)、王国清(第 2 章和第 3 章)、窦后松(第 4 章和第 5 章)、杨崧(第 6 章)、苟宝迪(第 8 章)、张天蓝(第 9 章)、魏红(第 10 章和第 11 章)、姜凤超(第 12 章)。主编先拟出修订计划, 各位编者分头撰写。初稿完成后, 主编着重审查并修改了“绪论”和前 9 章, 两位副主编互相审阅了他们所撰写的元素化学部分。在修订过程中, 我们参阅了许多国内外教材, 其中一些作为主要参考文献列于书末。

为方便师生教和学, 我们同时修订了配套辅助教材《无机化学学习指导》。

因编者水平有限, 书中会有不妥甚至错误之处, 敬请各位读者指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

绪论	1
第一节 无机化学的发展和研究内容	1
第二节 化学与药学	3
第三节 无机化学的学习方法	3
第一章 溶液	5
第一节 溶解	5
一、溶解和水合作用	5
二、溶解度和“相似相溶”	6
第二节 溶液的浓度	6
一、浓度的表示方法	6
二、浓度之间的换算关系	7
第三节 稀溶液的依数性	8
一、蒸气压下降	8
二、沸点升高	10
三、凝固点下降	12
四、溶液的渗透压	13
第四节 电解质溶液	16
一、电解质稀溶液的依数性	16
二、强电解质溶液	17
习题	20
第二章 化学反应的方向	21
第一节 热力学第一定律	21
一、基本概念和常用术语	21
二、热力学第一定律	23
第二节 化学反应的热效应	24
一、反应热	24
二、Hess 定律	28
三、生成焓	29
四、燃烧焓	31
第三节 化学反应的方向性	32
一、自发过程	32

二、熵与熵变	32
三、Gibbs 自由能与自发过程	35
习题	38
第三章 化学反应速率	40
第一节 反应速率的表示方法	40
一、浓度随时间变化曲线	40
二、平均速率和瞬时速率	41
第二节 影响化学反应速率的因素	42
一、速率定律:浓度对反应速率的影响	42
二、Arrhenius 方程:温度对反应速率的影响	44
第三节 反应机理	46
一、基元反应	46
二、限速步骤	47
第四节 反应速率理论简介	48
一、碰撞理论	48
二、过渡态理论	50
三、催化剂和酶	51
习题	52
第四章 化学平衡	55
第一节 平衡常数	55
一、化学反应的可逆性和化学平衡	55
二、标准平衡常数	56
三、标准平衡常数与标准摩尔反应 Gibbs 自由能的关系	58
四、多重平衡	61
第二节 化学平衡的移动	62
一、浓度对化学平衡的影响	62
二、压力对化学平衡的影响	62
三、温度对化学平衡的影响	63
四、从热力学和动力学两方面来选择合理的生产条件	64
五、生物系统中的稳态和内稳态	65
习题	66
第五章 酸碱平衡与沉淀-溶解平衡	68
第一节 酸和碱	68
一、酸碱质子理论	68
二、Lewis 酸碱理论	73
第二节 酸碱平衡	74

一、水的质子自递平衡	74
二、弱酸(弱碱)与水之间的质子传递平衡	76
三、拉平效应和区分效应	80
四、同离子效应和盐效应	81
第三节 缓冲溶液	84
一、缓冲溶液的组成和作用机理	84
二、缓冲溶液的计算	85
三、缓冲溶液的选择和配制	87
四、人体正常 pH 的维持与失控	88
第四节 难溶强电解质的形成和溶解	89
一、溶度积常数	90
二、分步沉淀	96
三、沉淀的溶解和转化	98
习题	102
第六章 氧化还原	105
第一节 氧化还原反应的实质	105
一、氧化与还原	105
二、元素的氧化数	106
三、氧化还原方程式的配平	107
第二节 电池的电动势和电极电势	108
一、原电池与电极	108
二、电极电势	111
第三节 氧化还原平衡	118
一、电池电动势与化学反应的 Gibbs 自由能	118
二、氧化还原反应的标准平衡常数	119
第四节 影响电极电势的因素	120
一、Nernst 方程	120
二、溶液酸度对电极电势的影响	122
三、加入沉淀剂对电极电势的影响	126
第五节 元素电势图及其应用	127
一、元素电势图	127
二、元素电势图的应用	128
习题	130
第七章 原子结构	133
第一节 Bohr 的氢原子模型	133
一、Bohr 模型建立的基础	134
二、Bohr 模型	135

第二节 氢原子的量子力学模型	136
一、微观粒子的波粒二象性	136
二、氢原子的量子力学模型	138
第三节 多电子原子的结构	145
一、屏蔽效应与钻穿效应	146
二、多电子原子的核外电子排布	149
第四节 电子层结构与元素周期表	152
一、周期	152
二、族	153
三、特征电子构型(周期表分区)	154
第五节 元素基本性质的周期性	154
一、原子半径	154
二、原子的电离能	156
三、原子的电子亲和能	157
四、元素的电负性	158
习题	159
第八章 分子结构	161
第一节 离子键	161
一、离子键的形成与特点	161
二、晶格能	162
三、离子的电荷、电子构型和半径	163
四、离子极化现象	165
第二节 共价键	166
一、经典 Lewis 学说	166
二、现代价键理论	167
三、分子轨道理论	174
四、共价键的极性	181
第三节 分子的几何形状与物理性质	182
一、价层电子对互斥模型	182
二、分子的极性	185
三、分子的磁性	186
第四节 分子间作用力	187
一、van der Waals 力	187
二、氢键	190
三、疏水相互作用	193
第五节 晶体结构	194
一、晶体的微观结构和宏观特征	194
二、晶体的类型及其特性	196

三、化学键键型和晶体晶型的关系·····	202
习题·····	203
第九章 配位化合物 ·····	206
第一节 配合物的组成、命名和异构现象 ·····	207
一、配合物的组成·····	207
二、配合物的命名·····	209
三、配合物的异构现象·····	209
第二节 配合物的化学键理论 ·····	210
一、配合物的价键理论·····	210
二、晶体场理论·····	214
第三节 配位平衡 ·····	220
一、配位平衡常数·····	220
二、影响配合物稳定性的因素·····	221
三、配位平衡的移动·····	224
第四节 生物体内的配合物和配合物药物 ·····	229
一、生物体内的配合物·····	229
二、配合物药物·····	230
习题·····	231
第十章 s 区元素 ·····	233
第一节 通性 ·····	233
一、原子结构特征与元素性质的关系·····	233
二、化学性质·····	235
第二节 单质 ·····	235
一、物理性质·····	235
二、化学性质·····	236
三、焰色反应·····	238
第三节 重要化合物的性质 ·····	238
一、氧化物和氢氧化物·····	238
二、常见盐类·····	240
三、配合物·····	242
四、硬水及其软化·····	243
五、离子鉴定·····	243
第四节 生物学效应及常用药物 ·····	244
一、钠和钾的生物功能·····	244
二、钙和镁的生物功能·····	244
三、锂的生物学作用·····	245
四、常用药物·····	245
习题·····	246

第十一章 d区、ds区和f区元素	248
第一节 d区、ds区元素的通性	249
一、原子结构特征与元素性质的关系	249
二、单质的物理性质	251
三、单质的化学性质	251
第二节 铬和锰	254
一、单质的性质及用途	255
二、铬的重要化合物	255
三、锰的重要化合物	258
四、铬、锰离子的鉴定	260
第三节 铁系元素和铂	261
一、铁及其化合物	261
二、钴和镍的重要化合物	264
三、铁、钴、镍离子的鉴定	265
四、铂及其化合物	266
五、铂类配合物抗癌药物简介	267
第四节 铜、锌、汞	268
一、单质的性质及用途	268
二、铜的重要化合物	269
三、锌的重要化合物	272
四、汞的重要化合物	272
五、铜、银、锌、汞离子的鉴定	274
第五节 d区、ds区元素的生物学效应及常用药物	274
一、铁的生物功能	274
二、锌和铜的生物功能	276
三、铬、锰和钒的生物功能	277
四、汞和镉的生物毒性	278
五、常用药物	279
第六节 f区元素	279
一、稀土元素的原子结构与元素性质的关系	280
二、稀土元素的重要化合物	282
三、稀土功能材料应用简介	282
四、稀土元素的生物学效应及常用药物	283
习题	283
第十二章 p区元素	286
第一节 p区元素概述	286
一、价层电子结构特征及性质	286
二、氧化物水合物的酸性及氧化还原性	288

三、水解性·····	289
四、含氧酸盐的热稳定性·····	291
第二节 卤素·····	292
一、通性·····	292
二、单质·····	294
三、氢化物和氢卤酸·····	296
四、卤化物·····	297
五、含氧酸及其盐·····	298
六、拟卤素·····	301
七、卤素离子的鉴定·····	304
八、生物学效应及常用药物·····	304
第三节 氧族元素·····	305
一、通性·····	305
二、氧及其化合物·····	306
三、硫及其化合物·····	310
四、硒及其化合物·····	318
五、氧族元素离子的鉴定·····	319
六、生物学效应及常用药物·····	320
第四节 氮族元素·····	322
一、通性·····	322
二、氮及其化合物·····	323
三、磷及其化合物·····	330
四、砷分族元素及其化合物·····	335
五、氮族元素离子的鉴定·····	338
六、生物学效应及常用药物·····	339
第五节 碳族元素和硼族元素·····	340
一、碳族元素通性·····	340
二、碳及其化合物·····	341
三、硅及其化合物·····	345
四、锗分族元素及其化合物·····	347
五、硼族元素及其化合物·····	348
六、碳族元素和硼族元素离子的鉴定·····	352
七、生物学效应及常用药物·····	353
习题·····	353
附录·····	358
主要参考文献·····	380
索引·····	382

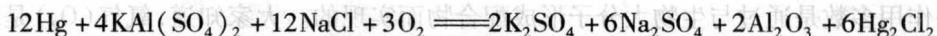
绪 论

化学(chemistry)是一门研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的基础学科,是自然科学的一个分支。自然界是运动着的物质世界,自然界的所有现象都是物质变化和它所伴随的能量变化的表现。自然科学以认识自然规律为目的,它包括物理学、化学、生物学、天文学、地质学等分支。自然科学的各个分支从不同角度研究自然规律。化学在人类的生存和社会的发展中起重要作用。从古代开始,人们就从事与化学相关的生产实践,如制陶、金属冶炼和火药的应用。在当今世界,像环境保护、新能源的开发利用、功能材料的研究、生命奥秘的探索等重大问题都与化学紧密相关。

第一节 无机化学的发展和研究内容

在社会发展早期,受当时生存条件和生产力水平的限制,化学工作者的研究多以实用为目的,研究对象主要为矿物等无机物。因此,无机化学是化学科学中发展最早的分支学科。化学中的许多基本概念和规律,如元素、化合、分解和元素周期律等,大都是在无机化学早期发展过程中形成和发现的。从这个意义上看,早期的化学发展史也就是无机化学发展史。

早在旧石器时代,原始人已认识并学会利用火——这是人类最早利用的自然力。用火加热也是人类广泛进行的第一个化学反应,这标志着化学史的开端。火的应用为金属冶炼、制陶和药物炮制创造了必要的条件。在中古时代我国就能制造精致的金属医药器具,如铜滤药器、铜药勺和银灌药器。明代李时珍编著的《本草纲目》载药 1892 种,其中无机药物达 266 种,包含了较为复杂的人工合成无机药物,如轻粉(Hg_2Cl_2)和黄矾[可能是 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$]。关于轻粉,《本草纲目》中有如下记载:“升炼轻粉法:用水银一两,白矾二两,食盐一两,同研,不见星。铺于器内,以小乌盆覆之。筛灶灰,盐水和,封固盆口,以炭打二柱香。打开,则粉升于盆上面。其白如雪,轻盈可爱。一两汞可升粉八钱。”这是个典型的无机合成反应。用现代的观点加以分析,上述过程可用下列反应式表示:



当时能够进行如此复杂的反应,必是经过许多实验的结果。

1661 年,R. Boyle 首次提出元素的概念,明确地把“化学确定为科学”,不再把化学看成仅以实用为目的的技艺。随着生产实践与科学研究的深入,到 19 世纪中叶已经发