

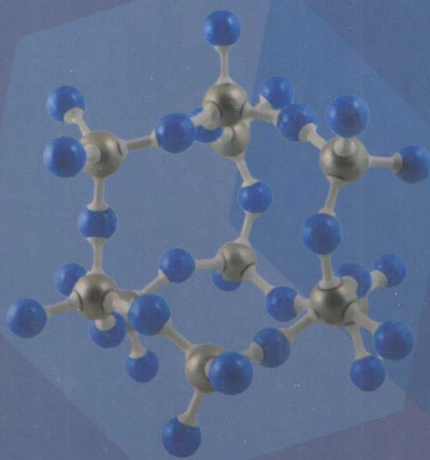


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机化学

(第二版)

主 编 刘又年
副主编 雷家珩 王林山



科学出版社

013066724

061-43
69-2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机化学

(第二版)

主 编 刘又年

副主编 雷家珩 王林山



科学出版社

北京



北航

C1674569

061-43

69-2

013088757

内 容 简 介

本书为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

全书内容包括:化学热力学和动力学、化学平衡、氧化还原与电化学、结构化学的基本原理以及元素化学的基本知识,符合大学本科无机化学课程教学的基本要求。本书深化了无机化学的基本理论,强调了基本理论的应用,并注重与元素化学的有机衔接。与第一版相比,本书具有更强的系统性和可读性。

本书可作为高等院校应用化学、化学、化工、制药、矿物、冶金、材料等专业本科生的无机化学课程教材,也可供高等院校教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学/刘又年主编. —2版. —北京:科学出版社,2013.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-038399-0

I. ①无… II. ①刘… III. ①无机化学-高等学校-教材 IV. ①O61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 193284 号

责任编辑:陈雅娴 杨向萍/ 责任校对:郭瑞芝

责任印制:阎 磊/ 封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 8 月第 二 版 印张:33 1/4 插页:1

2013 年 8 月第八次印刷 字数:873 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,作为高等院校应用化学、化学、化工、制药、矿物、冶金及材料等专业本科生的无机化学课程教材,第一版收到了较好的教学效果,并受到了教学人员的普遍好评,对课程建设起到了推动作用,如中南大学的无机化学课程相继被评为国家精品课程和国家级精品资源共享课。近年来,无机化学学科得到了很大的发展,涌现出许多新理论、新方法,特别是新型结构和功能的无机化合物,这对无机化学课程的教学内容和教学方法提出了新的要求。因此,迫切需要对教材改版。

本书在保持原有基本体例和特色的前提下,与第一版相比,第1章改写了无机化学的发展等,第3章在系统化和易读性方面做了较大的改动,第6章改为以酸碱的质子理论为基础介绍酸碱解离平衡和pH计算,第9章增加了原子结构一些新的提法,第10章补充了离域 π 键简介等。另外,为了加深学生对无机化学新知识的了解,调整和补充了“化学知识拓展”和“化学史话”部分,如第11章增加了准晶体发现,第12章增加了配位超分子化学,第16章增加了石油化工中的非加氢脱硫技术,第20章增加了钒的液流电池,第21章增加了铁氧体,第23章增加了LED光电材料等。

教材编写组于2013年3月在中南大学召开了第二版教材审稿会。参加会议的代表为来自东北大学、北京科技大学、重庆大学、武汉理工大学、湖南科技大学、湖南工业大学、湖南理工学院、中南大学等高校的无机化学专家、学者、任课教师以及科学出版社的编辑,与会代表对本次修订提出了许多中肯的意见。

本书仍是一项集体研究的成果,由东北大学、北京科技大学、重庆大学、武汉理工大学、湖南科技大学、湘潭大学和中南大学7校合编,主编单位中南大学。本书由刘又年担任主编,雷家珩、王林山担任副主编,湖南大学尹双凤教授担任主审,最后由刘又年、王一凡统稿。编者分工如下:中南大学刘又年教授(第1、21、22章)、刘绍乾副教授(第2章)、王一凡副教授(第3章,附表一、二)、古映莹教授(第6、7章,附表三、四)、关鲁雄教授(第9章、第12章第二作者)、曾小玲副教授(第15章第一作者)、易小艺教授(第13、23章)、周建良副教授(第14章第二作者)、张寿春副教授(第12章第一作者、第15章第二作者、附表五)、湖南科技大学蔡铁军教授(第4、8章,附表六)、北京科技大学王明文副教授(第5、20章)、武汉理工大学杨光正副教授、雷家珩教授(第10、11章)、湘潭大学邓建成教授(第14章第一作者)、重庆大学张云怀教授(第16章)、余丹梅副教授(第17章)、东北大学王林山教授(第18、19章)。

本书采用的很多素材来自各种无机化学相关的教材、专著及学术论文等,编者特向所有提供素材的同仁表示衷心的感谢。再者,湖南大学尹双凤教授在审阅全书时提出了许多具体的修改意见。科学出版社陈雅娴和本书第一版责任编辑杨向萍、赵晓霞等对本书的出版给予了大力的指导和帮助。另外,在本书第一版使用过程中,广大师生提出了许多宝贵意见和建议;中南大学化学化工学院的全体编者和部分研究生完成了本书的全部校对工作。在此一并向他们表示诚挚的谢意。

限于编者的学识水平及时间等,书中难免存在疏漏和不足,敬请读者批评指正。

为了进一步加强无机化学教学,与本书配套的《无机化学学习指导(第二版)》(王一凡、古映莹主编,科学出版社)也将同时出版。

前言(第二版)

编者

2013年5月于长沙

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,也是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《无机化学》(第二版)的配套教材。本书在编写过程中,参考了国内外许多优秀的无机化学教材,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校无机化学专业及相关专业的教材,也可供从事无机化学工作的科技人员参考。

本书共分10章。第1章为绪论,介绍无机化学的发展概况、研究内容、学习方法及无机化学在国民经济建设中的地位。第2章为原子结构,介绍原子结构的基本知识、原子光谱、原子能级、原子轨道、原子核等。第3章为分子结构,介绍分子结构的基本知识、分子轨道、分子光谱、分子能级、分子轨道等。第4章为晶体结构,介绍晶体结构的基本知识、晶体场理论、配位场理论、配位化学等。第5章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第6章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第7章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第8章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第9章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第10章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。

本书在编写过程中,参考了国内外许多优秀的无机化学教材,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校无机化学专业及相关专业的教材,也可供从事无机化学工作的科技人员参考。

本书共分10章。第1章为绪论,介绍无机化学的发展概况、研究内容、学习方法及无机化学在国民经济建设中的地位。第2章为原子结构,介绍原子结构的基本知识、原子光谱、原子能级、原子轨道、原子核等。第3章为分子结构,介绍分子结构的基本知识、分子轨道、分子光谱、分子能级、分子轨道等。第4章为晶体结构,介绍晶体结构的基本知识、晶体场理论、配位场理论、配位化学等。第5章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第6章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第7章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第8章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第9章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。第10章为元素周期表,介绍元素周期表的基本知识、元素周期表的分区、元素周期表的性质等。

本书在编写过程中,参考了国内外许多优秀的无机化学教材,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校无机化学专业及相关专业的教材,也可供从事无机化学工作的科技人员参考。

第一版序

化学起源于古代人类的生产实践,而社会生产力的不断发展促进了工农业生产,从而推动了化学的发展。但是,从化学的起源发展到化学成为一门科学(或称为近代化学),却经历了漫长的时间。一般认为,近代化学萌芽于17世纪。1661年,波义耳(Robert Boyle)发表了他的名著《怀疑派的化学家》,在该书中他首次给“元素”以科学的定义,开始将化学引导到科学的基础上进行研究。1777年,拉瓦锡(Antoine Laurent Lavoisier)以论文的形式提出燃烧的氧化学说并得到普遍承认,这个学说使一大类化学现象得到科学的理解。19世纪初,道尔顿(John Dalton)提出了原子学说,并且经阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro)等发展成为原子分子学说,从1860年开始被化学家广泛接受。原子学说明显地促进了化学科学的建立。原子学说成为化学发展中的一个里程碑,“化学中的新时代是从原子学说开始的(所以近代化学的始祖是道尔顿)”(恩格斯《自然辩证法》)。20世纪初开始建立的量子力学对化学的影响,使近代化学基本定型。

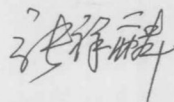
由于化学的日益发展,其内容也日益丰富。近代化学被分为无机化学、分析化学、有机化学和物理化学四大分支,以更便于研究和学习。20世纪60年代以来,随着计算机技术、现代物理方法以及各种先进测试手段的广泛应用,化学学科的发展更加迅速和深入,研究领域大为扩展,与相邻学科之间的关系也发生了某些变化。化学学科已成为科学的中坚,被誉为“21世纪的中心科学”之一。

无机化学是化学领域中发展最早的一个分支,最近几十年来这门学科发展很快,无论研究的深度还是广度都令世人瞩目。人类生存与繁衍的三大要素(粮食、环境和资源)以及作为现代文明支柱的三大学科(能源、信息和材料)都与现代无机化学密切相关。因此,不仅在化学类各专业中需要进行无机化学教学,而且在某些与现代化学相关的学科的工程技术人员培养中无机化学也具有毋庸置疑的重要性。

教材是知识传授和能力培养的一种“工具”。教材建设是教学改革的重要环节,编写的教材中应包括教改成果。中南大学黄可龙教授邀约东北大学、北京科技大学、重庆大学、武汉理工大学、湘潭大学、湖南科技大学的无机化学骨干教师联合编写《无机化学》,通过编者相互交流、取长补短,充分利用他们在无机化学教学与科研第一线的丰富经验,发挥其聪明才智,有利于编写出符合创新人才培养目标和具有时代气息的优秀教材。

综观全书,我认为该书无论在知识的深度还是广度上都达到了一种新的水平,结构安排和编写方法颇具特色,突出反映了各位编者多年积累的教学经验和各高校的教学改革新成果,体现出“交流、合作、共享”的优越性。

作为一名已经进入耄耋之年的退休已久的无机化学教师,在该书即将出版发行之际,我高兴地向编写组的全体老师表示衷心的祝贺!我相信,通过该书的编写、出版和推广使用,将进一步促进各校无机化学教学质量的稳步提高和教学改革的深入发展!多年来我国高等教育工作者所形成的严谨治学的优良传统一定能够代代相传、发扬光大!



2007年7月于中南大学云麓园

第一版前言

无机化学课程是其他化学课程的先导和重要基础,在现代化学和工程技术人才培养中具有无可争议的重要性。随着科学技术的日新月异,计算机技术、现代物理方法以及各种波谱技术的广泛应用,无机化学的研究领域,无论在深度还是在广度上都发生了前所未有的变化,其成果无论是在新物种合成还是在高科技新材料应用方面都令人耳目一新。改革创新是时代的主旋律,也是本书编写的指导思想,根据应用化学等专业的培养目标,本书在阐述无机化学的基本原理、基本知识、基本方法和基本技能的同时,着重反映 21 世纪理工科无机化学教学和学科的发展,力求加强学生科学精神和创新能力的培养。

本书的作者均为相关高校长期工作在无机化学教学与科研第一线的骨干教师,本书融入了各位作者多年来的教学经验和各高校的教学改革成果以及科学研究成果,选材恰当、语言简洁、循序渐进。书中穿插有化学家史话、化学史话、化学新知识和思考题,有利于素质教育和启迪学生的创新思维;其中重要的化学名词标有英文,章末的本章小结为中英文对照,有利于学生掌握重点和提高专业英语水平;章后配有足量的习题,部分习题参考答案统一列在书后;附录列出了无机化学常用数据附表;主要参考书目便于学生自学和扩充知识。本书的编写体现出“科学性、系统性、先进性、启发性和可读性”的鲜明特点。

本书是一项集体研究成果,被列为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,由东北大学、北京科技大学、重庆大学、武汉理工大学、湘潭大学、湖南科技大学和中南大学等七校合编,主编单位中南大学。本书由黄可龙担任主编并统稿,雷家珩、王林山担任副主编,编者分工如下:黄可龙教授(第 1、23 章)、刘绍乾副教授(第 2 章)、王一凡副教授(第 3 章)、蔡铁军教授(第 4、8 章)、王明文副教授(第 5、20 章)、古映莹教授(第 6、7 章)、关鲁雄教授(第 9、12 章)、杨光正副教授和雷家珩教授(第 10、11 章)、邓建成教授(第 13、14 章)、曾小玲副教授(第 15 章)、张云怀副教授(第 16 章)、余丹梅博士(第 17 章)、王林山教授(第 18、19 章)和刘又年教授(第 21、22 章)。此外,关鲁雄、古映莹教授负责全书审稿,刘又年教授、刘绍乾副教授负责全书的英文审校,王一凡副教授负责教材编写的组织协调,王一凡、曾小玲副教授分别负责教材理论化学和元素化学部分的校订工作。在编写过程中,科学出版社高等教育出版中心杨向萍老师提出了许多宝贵意见,此外还得到中南大学教务处和化学化工学院、东北大学无机化学教研室、湖南科技大学化学化工学院等许多老师的关心和帮助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,望读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

25	第二版前言	3.1.2
26	第一版序	3.1.1
28	第一版前言	3.2
28	第1章 绪论	3.1
29	1.1 化学是一门中心科学	3.2
32	1.1.1 化学的主要特征	3.3
33	1.1.2 化学的发展简史	3.3.1
39	1.1.3 化学面临的挑战	3.3.2
40	1.2 无机化学简介	3.3.3
41	1.2.1 无机化学的现代特征	3.3.4
44	1.2.2 无机化学的研究领域	3.3.5
45	1.3 如何学好无机化学	3.3.6
46	本章小结	3.3.7
47	化学家史话——拉瓦锡	3.3.8
49	化学知识拓展——计算机在无机化学中的应用	3.3.9
50	第2章 气体	3.3.10
50	2.1 气体的性质	3.3.11
50	2.1.1 理想气体状态方程式	3.3.12
53	2.1.2 理想气体状态方程的应用	3.3.13
53	2.2 气体混合物及分压定律	3.3.14
53	2.2.1 理想气体的混合	3.3.15
54	2.2.2 道尔顿分压定律	3.3.16
55	2.3 气体分子运动论	3.3.17
55	2.3.1 气体分子运动论的基本要点	3.3.18
55	2.3.2 分子的速率分布	3.3.19
58	*2.4 真实气体	3.3.20
58	*2.5 气体临界现象	3.3.21
59	本章小结	3.3.22
59	化学家史话——道尔顿	3.3.23
60	化学知识拓展——等离子态	3.3.24
60	习题	3.3.25
60	第3章 化学热力学基础	3.3.26
60	3.1 化学热力学的基本概念	3.3.27
60	3.1.1 系统与环境	3.3.28
60	3.1.2 状态与状态函数	3.3.29

3.1.3 过程与途径	25
3.1.4 热和功	26
3.2 能量转换守恒与热力学能	28
3.2.1 热力学能	28
3.2.2 热力学第一定律	29
3.3 化学反应热效应和焓	29
3.3.1 等容反应热与等压反应热	29
3.3.2 焓与焓变	30
3.3.3 热力学标准态与热化学方程式	33
3.3.4 赫斯定律和反应热的计算	35
3.4 热力学第二定律和熵	39
3.4.1 化学反应的自发性	39
3.4.2 热力学第二定律	40
3.4.3 可逆过程和不可逆过程	40
3.4.4 熵和熵变	41
3.4.5 热力学第二定律的熵表述	44
3.5 化学反应方向和吉布斯自由能	45
3.5.1 吉布斯自由能及其判据	45
3.5.2 标准吉布斯自由能变的计算	47
本章小结	49
化学家史话——吉布斯	50
化学知识拓展——21 世纪的一种新能源:可燃冰	50
习题	50
第 4 章 化学动力学基础	53
4.1 基本术语、化学反应速率和理论简介	53
4.1.1 基本术语	53
4.1.2 化学反应速率的表示	54
4.1.3 化学反应速率理论简介	57
4.2 浓度对化学反应速率的影响	59
4.2.1 质量作用定律	59
4.2.2 具有简单级数反应的速率方程	60
4.3 温度对化学反应速率的影响	63
4.3.1 范特霍夫规则	63
4.3.2 阿伦尼乌斯公式	63
4.3.3 阿伦尼乌斯活化能	64
4.4 催化作用简介	65
4.4.1 催化概念及其特征	65
4.4.2 催化反应的机理	67
4.4.3 均相催化	67
4.4.4 多相催化	68

4.4.5 酶催化反应	68
本章小结	69
化学家史话——古德贝格和瓦格	69
化学知识拓展——多酸光化学的研究进展	70
习题	71
第5章 化学平衡原理	72
5.1 化学平衡与标准平衡常数	72
5.1.1 化学平衡的基本特征	72
5.1.2 吉布斯自由能与化学平衡——化学反应等温方程式	72
5.1.3 标准平衡常数	73
5.1.4 多重平衡	74
5.2 标准平衡常数的应用	75
5.2.1 预测反应方向	75
5.2.2 判断反应程度	76
5.3 化学平衡的移动	78
5.3.1 浓度(或分压)对化学平衡的影响	78
5.3.2 压力对化学平衡的影响	79
5.3.3 温度对化学平衡的影响	80
5.3.4 勒夏特列原理	80
本章小结	81
化学家史话——范特霍夫	81
化学知识拓展——非平衡态热力学	82
习题	83
第6章 酸碱理论与解离平衡	85
6.1 酸碱理论	85
6.1.1 酸碱理论的发展	85
6.1.2 酸碱的质子理论	85
6.1.3 酸碱的电子理论	88
6.2 弱酸弱碱的解离平衡	89
6.2.1 水的解离平衡与酸碱指示剂	89
6.2.2 一元弱酸、一元弱碱溶液的解离平衡	91
6.2.3 多元弱酸、多元弱碱溶液的解离平衡	95
6.2.4 两性物质溶液的酸碱平衡	98
6.2.5 影响盐类水解的因素	100
6.3 缓冲溶液	100
6.3.1 同离子效应与盐效应	101
6.3.2 缓冲溶液及缓冲原理	102
6.3.3 缓冲溶液 pH 的近似计算	103
6.3.4 缓冲容量和缓冲范围	104
6.3.5 缓冲溶液的配制	105

80	6.3.6 人体血液中的缓冲系	106
80	本章小结	106
80	化学家史话——路易斯	107
85	化学知识拓展——酸碱催化剂	107
15	习题	107
8	第7章 沉淀与溶解平衡	109
55	7.1 沉淀与溶解平衡	109
55	7.1.1 溶解度	109
55	7.1.2 溶度积	109
55	7.1.3 溶度积和溶解度的关系	110
15	7.2 沉淀的生成和溶解	112
55	7.2.1 溶度积规则	112
55	7.2.2 同离子效应与盐效应	112
85	7.2.3 沉淀的酸溶解	113
85	7.2.4 沉淀的配位溶解	118
85	7.2.5 沉淀的氧化还原溶解	119
95	7.3 沉淀与溶解的多重平衡	119
08	7.3.1 分步沉淀	119
08	7.3.2 沉淀的转化	121
18	本章小结	123
18	化学家史话——阿伦尼乌斯	123
58	化学知识拓展——沉淀法制备纳米颗粒	124
88	习题	125
8	第8章 电化学基础	127
58	8.1 氧化还原反应	127
58	8.1.1 氧化数	127
58	8.1.2 氧化还原的概念	128
88	8.1.3 氧化还原反应方程式的配平	129
88	8.2 原电池与电池电动势	131
88	8.2.1 原电池	131
10	8.2.2 可逆电池	134
50	8.2.3 原电池的最大电功和吉布斯自由能	134
80	8.3 电极电势	135
001	8.3.1 电极电势的产生——双电层理论	135
001	8.3.2 标准氢电极和甘汞电极	135
101	8.3.3 标准电极电势	136
501	8.3.4 能斯特方程	137
501	8.4 电动势与电极电势的应用	141
101	8.4.1 判断氧化剂和还原剂的相对强弱	141
501	8.4.2 判断氧化还原反应进行的方向	141

8.4.3 判断氧化还原反应进行的程度	143
8.4.4 相关常数的求算	143
8.4.5 元素电势图及其应用	144
8.5 电解与金属防腐	146
8.5.1 电解	147
8.5.2 腐蚀与防护	148
本章小结	150
化学家史话——能斯特	150
化学知识拓展——化学电源	151
习题	153
第9章 原子结构与元素周期律	156
9.1 原子核外电子的基本特征	156
9.1.1 原子组成微粒及其相互关系	156
9.1.2 微观粒子的量子化特征	156
9.1.3 微观粒子的波粒二象性特征	159
9.1.4 测不准原理	159
9.2 单电子原子的结构	160
9.2.1 原子核外电子运动状态的描述方法	160
9.2.2 四个量子数	161
9.2.3 波函数与电子云的图形	162
9.3 多电子原子的结构	166
9.3.1 屏蔽效应	166
9.3.2 钻穿效应	167
9.3.3 近似能级图与近似能级公式	167
9.3.4 核外电子的排布规律	169
9.4 元素周期律	172
9.4.1 原子结构与元素周期表	172
9.4.2 原子半径的周期性	173
9.4.3 电离能的周期性	174
9.4.4 电子亲和能的周期性	175
9.4.5 元素电负性的周期性	176
本章小结	177
化学家史话——门捷列夫与元素周期律	178
化学知识拓展——元素发现的历程	178
习题	179
第10章 共价键与分子结构	181
10.1 共价键理论	181
10.1.1 路易斯理论与 H_2 分子	181
10.1.2 现代价键理论	182
10.1.3 共价键的特点	183

10.1.4	共价键的类型	184
10.1.5	键参数	185
10.2	杂化轨道理论	187
10.2.1	原子轨道的杂化	187
10.2.2	杂化轨道类型与分子的空间几何构型	188
10.3	价层电子对互斥理论	191
10.3.1	价层电子对互斥理论的基本要点	191
10.3.2	价层电子对数的确定	193
10.3.3	稳定结构的确定	194
10.4	分子轨道理论	195
10.4.1	分子轨道的形成	196
10.4.2	分子轨道的应用示例	198
10.4.3	离域 π 键简介	201
	本章小结	202
	化学家史话——鲍林	202
	化学知识拓展——富勒烯	203
	习题	204
第 11 章	固体结构	206
11.1	晶体结构	206
11.1.1	晶体的结构特征	206
11.1.2	晶格理论的基本概念	207
11.2	金属键理论与金属晶体	210
11.2.1	金属键理论	210
11.2.2	等径圆球的密置层与非密置层	213
11.2.3	金属晶体的密堆积结构	214
11.3	离子键理论与离子晶体	215
11.3.1	离子键理论	215
11.3.2	离子晶体的结构形式	217
11.3.3	离子晶体的半径比规则	218
11.3.4	离子键强度与离子晶体的晶格能	220
11.3.5	离子极化与键型变异	223
11.4	分子间作用力与分子晶体	226
11.4.1	分子的偶极矩与极化率	226
11.4.2	分子间力——范德华力	228
11.4.3	氢键	230
11.4.4	分子晶体	232
11.5	原子晶体和混合型晶体	232
11.5.1	原子晶体	232
11.5.2	混合型晶体	233
	本章小结	234

化学家史话——德拜	234
化学知识拓展——丹尼尔·谢赫特曼发现准晶体	235
习题	237
第 12 章 配位化学基础	239
12.1 配合物的基础知识	240
12.1.1 配合物的组成	240
12.1.2 配合物的命名	241
12.1.3 配合物的分类	243
12.2 配合物的空间构型和异构现象	244
12.2.1 配合物的空间构型	244
12.2.2 配合物的异构现象	245
12.3 配离子的稳定性	247
12.3.1 中心离子本性对配离子稳定性的影响	247
12.3.2 配体本性对配离子稳定性的影响	248
12.3.3 中心离子与配体的关系对配离子稳定性的影响	248
12.4 配合物的价键理论	249
12.4.1 配合物价键理论的要点	249
12.4.2 配离子的空间构型与杂化方式的关系	249
12.4.3 配合物的磁性	250
12.5 配合物的晶体场理论	251
12.5.1 中心离子 d 轨道的能级分裂	252
12.5.2 影响分裂能大小的因素	253
12.5.3 中心离子 d 电子的分布	255
12.5.4 晶体场稳定化能	256
12.5.5 配离子的电子吸收光谱	259
12.6 配位平衡	260
12.6.1 配位平衡的表示方法	260
12.6.2 配合物平衡浓度的计算	261
12.6.3 配位平衡的移动	261
本章小结	264
化学家史话——维尔纳	265
化学知识拓展——配位超分子化学	265
习题	266
第 13 章 氢和稀有气体	268
13.1 氢	268
13.1.1 氢原子的成键特征	268
13.1.2 氢化物	269
13.2 稀有气体	271
13.2.1 稀有气体的存在和分离	271
13.2.2 稀有气体结构与用途	271

13.2.3 稀有气体的化合物	272
本章小结	274
化学史话——莱姆塞和稀有元素的发现	275
化学知识拓展——氢能源	276
习题	277
第14章 碱金属和碱土金属	279
14.1 s区元素概述	279
14.2 s区元素的单质	280
14.2.1 单质的物理性质和化学性质	280
14.2.2 s区元素的存在和单质制备	281
14.3 s区元素的化合物	282
14.3.1 氧化物	283
14.3.2 氢氧化物	285
14.3.3 重要的盐类及其性质	286
14.4 锂、铍的特殊性质——对角线规则	289
14.4.1 锂与镁的相似性	289
14.4.2 铍与铝的相似性	289
本章小结	290
化学史话——光谱分析法与铯、铷的发现	290
化学知识拓展——药物作用的靶点:钙离子通道简介	291
习题	291
第15章 卤族元素	293
15.1 p区元素概述	293
15.1.1 元素性质及变化规律	293
15.1.2 多种氧化数	294
15.1.3 化合物的成键特征	295
15.2 卤素	295
15.2.1 卤素的通性	295
15.2.2 卤素单质	296
15.2.3 卤素的氢化物	299
15.2.4 卤化物和多卤化物	301
15.2.5 卤素的含氧化合物	305
15.2.6 拟卤素	310
本章小结	311
化学史话——单质氟的制备	311
化学知识拓展——萤石与夜明珠	311
习题	312
第16章 氧族元素	314
16.1 氧族元素概述	314
16.2 氧及其化合物	315

16.2.1 氧和臭氧	315
16.2.2 过氧化氢	318
16.3 硫及其化合物	319
16.3.1 单质硫	319
16.3.2 硫化氢和硫化物	320
16.3.3 二氧化硫、亚硫酸及其盐	324
16.3.4 三氧化硫、硫酸及其盐	325
16.3.5 硫的其他含氧酸及其盐	327
16.3.6 氯磺酸和二氯化硫酰	331
16.4 硒及其化合物	331
本章小结	332
化学史话——氧气和硫的发现	333
化学知识拓展——石油化工中的非加氢脱硫技术	333
习题	334
第 17 章 氮族元素	336
17.1 氮族元素概述	336
17.2 氮族元素的单质	337
17.2.1 氮和磷	337
17.2.2 砷、锑、铋	339
17.3 氮的化合物	339
17.3.1 氮的氢化物	339
17.3.2 氮的氧化物	341
17.3.3 氮的含氧酸及其盐	343
17.4 磷的化合物	346
17.4.1 磷的氢化物	346
17.4.2 磷的氧化物	346
17.4.3 磷的含氧酸及其盐	347
17.5 砷、锑、铋的化合物	351
17.5.1 氢化物和氧化物	351
17.5.2 氢氧化物	352
17.5.3 砷、锑、铋的盐	353
本章小结	354
化学史话——世界锑都：湖南锡矿山和广西南丹	354
化学知识拓展——新型半导体材料砷化镓	355
习题	355
第 18 章 碳族元素	357
18.1 碳族元素概述	357
18.2 碳族元素的单质	358
18.2.1 碳	358
18.2.2 硅和锗	360

18.2.3 锡和铅	362
18.3 碳的化合物	362
18.3.1 一氧化碳和二氧化碳	362
18.3.2 碳酸及其盐	364
18.3.3 碳化物	365
18.4 硅的化合物	367
18.4.1 二氧化硅	367
18.4.2 硅酸及其盐	368
18.4.3 硅的卤化物	371
18.5 锡、铅的化合物	371
18.5.1 锡、铅氧化物的酸碱性	371
18.5.2 锡、铅化合物的氧化还原性	372
18.5.3 锡、铅的盐	373
本章小结	374
化学史话——侯德榜与纯碱	374
化学知识拓展——新型碳、硅、锡材料	375
习题	376
第19章 硼族元素	378
19.1 硼族元素概述	378
19.2 硼族元素的单质	378
19.2.1 硼和铝	378
19.2.2 镓、铟、铊	380
19.3 硼的化合物	380
19.3.1 硼的氢化物	380
19.3.2 硼的含氧化合物	381
19.3.3 硼的卤化物	383
19.3.4 氮化硼	384
19.4 铝的化合物	385
19.4.1 氧化铝和氢氧化铝	385
19.4.2 铝的卤化物	385
19.4.3 铝的含氧酸盐	386
19.5 镓、铟、铊的化合物	386
19.6 p区元素化合物性质的递变规律	387
19.6.1 p区元素的氧化物及其水合物	387
19.6.2 p区元素含氧酸盐的热稳定性	391
本章小结	393
化学史话——氧化铝的拜耳法生产	393
化学知识拓展——无机纤维	394
习题	395
第20章 过渡元素(Ⅰ)	396
20.1 过渡元素概述	396