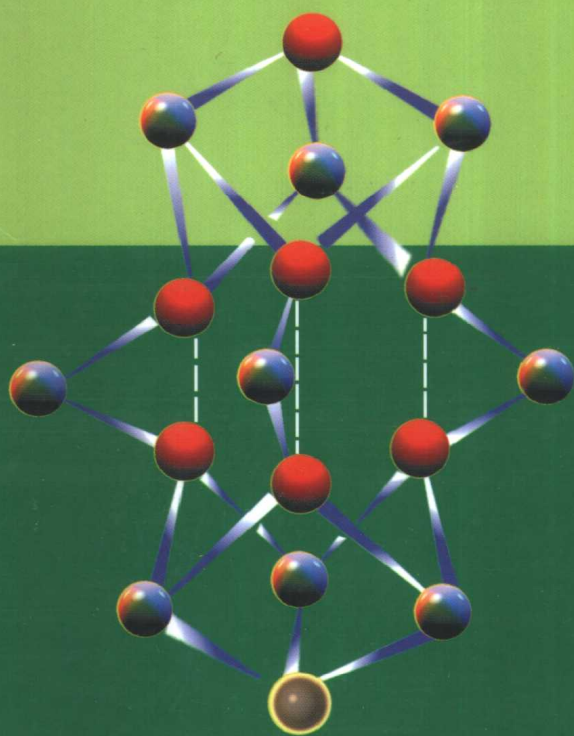


高等学校教材

无机化学与化学分析

史启祯 主编



高等教育出版社

高等学校教材

无机化学与化学分析

史启祯 主编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是根据应用化学专业无机化学与化学分析的教学基本要求编写的基础课教材。

本书包括结构与反应、定量化学分析、重要元素及化合物、选读材料和附录四部分。本书共 20 章,内容有原子结构、化学键与分子结构、化学反应速率与反应动力学的初步概念、化学热力学的初步概念与化学平衡、酸碱和酸碱反应、氧化还原反应、配位化合物、酸碱平衡和酸碱滴定法、重量分析法和沉淀滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、s 区元素、p 区元素、d 区元素、f 区元素、氢、核、核反应和核能、某些边缘学科中的若干无机化学概念、附录等。

本书除作为应用化学专业的基础课教材外,还可供化学、化工类各专业作参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学与化学分析/史启祯主编. —北京:高等教育出版社,1998(2000 重印)
高等学校教材
ISBN 7-04-006430-8

I. 无… II. 史… III. ①无机化学-高等学校-教材②分析化学-高等学校-教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 24939 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010—64054588

传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1998 年 5 月第 1 版

印 张 31

印 次 2000 年 4 月第 3 次印刷

字 数 770 000

定 价 24.40 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

主 编 史启祯
编 委 陈兴国 樊行雪 揭念琴 李次然
史启祯 孙 玲 曾正志
约请写稿人 高忆慈 江林根 张淑民
(按姓氏汉语拼音字母顺序排列)

前 言

致授课教师

这里向您介绍一点编写这本书的背景和处理某些问题的思路,既是为了供您使用本教材时作参考,也希望您能根据实际使用情况对某些重要问题共同作探讨。

1991年在嘉峪关举行的应用化学专业教材建设组第一次工作会议拟定了《高等学校应用化学专业基本培养规格和教学基本要求》(1992年由国家教委颁布实施),将无机化学与化学分析列为应化专业学生的第一门专业基础课。编写本教材和与之配套的实验课教材的决定也是那次会议上作出的。

编写过程中遇到了许多涉及学术观点的问题需要作探讨,由之而产生的许多实际问题也需要恰当地作处理。编委们考虑得最多的几个问题以及处理这些问题的思路如下:

1. 在学科迅速发展的新形势下本书作为一本基础课教材应向学生介绍哪些基础知识?

这一问题因课程合并和学时减少而变得更突出。可否这样认为:“基础知识”的概念随着学科本身的发展而变化。例如20世纪40~50年代的《无机化学》教材如果未写进接触法制硫酸、路布兰法制碱和高炉炼铁等内容,至少会被看作是严重缺陷。这些内容在20世纪60~80年代的教材中逐渐消失,现在看来这是非常自然的。又如20世纪50~60年代将定性分析化学单独设课被认为天经地义,现在人们已不再过多地非议后来发生的变化了。本教材舍去了目前国内其他教材的某些传统内容,这样处理并不意味着那些被舍去的内容已失去重要性,而是由于某些更重要的内容需要写进篇幅有限的教材中。

2. 如何体现“在基础课教学阶段早期渗入应用意识”这一思想?

面对这一问题不由得产生“书到用时方恨少”的感觉。尽管作了一些努力和尝试,但效果毕竟受限于编委们自己的知识面。编委们的认识上有一点是共同的:应化专业学生同样需要打下坚实的理论基础,以目前使用的化学专业教材为蓝本简单地压缩基础理论、增添应用性素材的作法无疑是下策。我个人有时在想:这难道是一个找不到某种固定答案的问题,而只是授课教师和教材作者应该具有的一种意识?

3. 如何处理好化学分析本身的内容以及与无机内容的结合?

嘉峪关会议决定编写合并教材所依据的两点共识是:无机化学与分析化学的化学分析部分教学内容存在着密切的内在联系;专业教学计划不能给这两部分教学内容分配太多的学时,分别设课的方案在实践上面临困难。这里没有涉及合并设课可能带来的好处,因为能否带来和带来多大好处取决于如何恰当处理合并中可能遇到的各种问题。

合并所涉及的分析化学内容(主要是滴定分析)在分析化学中地位的下降是一个不争的事实。根据权威统计,近年来世界范围内容量分析方面的学术论文在分析化学论文总数中所占的比例不到2%,即使在我国,这个数字也未达到3%!从一定意义上讲,分析化学也许是几个传统化学分支学科中发展最快、变化最大的一个分支了。一个基本想法是,这部分内容的处理应该努力把握我国目前技术发展的总体水平和分析化学学科发展的总趋势。讨论中有的教师认为第二

篇内容少了点,有的则认为可以更少点。考虑到各种因素,统稿时“取乎其中”了。

提到“结合”,往往首先会想到将化学分析内容作为有关无机化学章节的延伸。例如在电离平衡一章延伸讲酸碱滴定,在配合物一章延伸讲配位滴定等。我将其称作“延伸处理”,国内现有的合并教材大都采用这种方式。本书将化学分析单列一篇,原先主要考虑能为更多的教师所接受,以适用于现实中存在的各种教学组织形式(不少院校无机化学与分析化学分设教研室)。编写过程中逐渐意识到还有利于突出四种滴定原理的内在联系,这也是第二篇篇幅能以大幅度下降、使结构显得简洁明快的主要原因。尽管我们费了一些思考处理“怎样结合”的问题,但它毕竟只是个方式问题,就算是一种尝试吧。

致学生

下面这段文字可能对您学习本教材有帮助。课程开始之前可浏览一遍,更重要的则是结合各篇内容的学习反复阅读。

第一篇包括7章。第1,第2两章讨论原子结构和化学键,这两个命题在大学本科和研究生阶段教学中不止一次地出现,区别仅在于讨论的层次和深度。本教材介绍一些基本概念,以便对后续各章列举的无机化学事实作解释。第1章首先介绍化学上最重要的亚原子粒子、波粒二象性和有关原子结构的两种模型,希望您能在教师指导下将这些内容之间的关系理清楚:波的微粒性导致了玻尔模型,微粒的波动性导致了波动力学模型。该章的核心内容是波动力学模型处理原子结构的结果,这种结果包括描述原子中电子运动状态的四个量子数和轨道概念的图形描述。根据四个量子数和建造原理您不难得到周期表中几乎所有元素原子的电子组态并解释性质变化的周期性;有了轨道图形概念您就不难理解分子的结构(包括分子的空间结构)了。第2章介绍三种最重要的化学键即离子键、共价键和金属键。尽管离子键和金属键都涉及中学未曾学过的某些新概念,但学习的难点却是共价键。这里介绍了优缺点相互补充的两种共价键理论即价键理论(节2.5)和分子轨道理论(节2.6)。也许您已经熟悉早期由路易斯提出的“电子对键”的概念(节2.3)并会用元素符号和小黑点书写简单分子的结构,课文介绍的规范书写程序仍然会对您有帮助。尽管电子对键概念具有很大的局限性,但毕竟给当今化学家留下不少有用的概念,从路易斯结构式入手还可直接引出作为本章重点之一的价层电子对互斥理论(节2.4)。第3,第4两章介绍对无机化学十分重要的化学原理,相关的命题在物理化学课中还将再出现。将化学反应速率和反应动力学单列一章是为了向您强调一种事实:动力学因素在解决实际化学问题时与热力学因素同样重要。您可通过后续章节多处展示的实例逐渐认识这种重要性。第4章因涉及诸多热力学概念而成为全书的难点之一。如果说这些概念本身需要您费点思考去理解,繁杂的符号则会增加对您的困扰。例如您会遇到焓、焓变、反应焓、标准焓、标准生成焓等等与焓相关的多种概念,它们的符号分别为 H , ΔH , $\Delta_r H$, $\Delta_r H_m^\ominus(T)$ 和 $\Delta_f H_m^\ominus(T)$ 。考虑到教学过程的阶段性,在不出现概念性错误的前提下教材回避了对某些术语的严格定义(例如节4.1.2对反应焓的定义),建议您在复习时做点简要的整理归纳努力将概念理清楚。第5,第6章分别介绍酸碱反应和氧化还原反应,除自由基反应之外的大多数无机反应都可归入这两类。您手头的其他同类教材大都将有关酸碱的内容分散安排在“电解质溶液”(电离平衡)和“配合物化学”(软硬酸碱)两章中,本教材将其集中起来单独列章以期有助于您建立起酸碱理论(最重要的无机化学理论之一)的系统概念。这里有必要特别强调路易斯酸碱概念的重要性,多种化学过程(包括许多重要的催

化过程)和不少突破性的化学进展(如超强质子酸的形成,第一次用化学法制得 F_2 ,1994年诺贝尔化学奖获得者欧拉用以证实碳正离子存在的实验等)都涉及路易斯酸碱反应。第6章重点讨论标准电极电势和用电极电势判断水溶液中氧化还原反应自发性(这是一个热力学范畴的问题),初步了解影响氧化还原反应的动力学因素和氧化还原反应机理对您也不无益处。第7章介绍配位化合物。从反应角度,配位反应属于第5章讲过的路易斯酸碱反应;关于共价键的第3种理论即晶体场理论也放在这里作介绍。无机立体化学的概念是本章的另一重点。如果认为立体化学仅属于有机化学的一个研究领域,那将是个很大的误解。金属原子能够达到的配位数(最高已达14)比碳原子(最高通常为4)高得多,成键涉及的轨道类型(s,p,d甚至f轨道)比碳原子(仅涉及s和p轨道)也复杂,无机立体化学随着学科的发展可能比有机立体化学的内容更丰富、更精采。本章的篇幅与配位化学在无机化学中占据的重要地位似乎不相应,考虑到后续章节多处会遇到配位化学问题,在那里介绍比这里扩大篇幅更好些。

第二篇共4章着重介绍滴定分析和重量分析的原理和方法,把握住几种滴定分析法的内在联系对您的学习会大有帮助。从广义酸碱概念出发,通常意义上的酸碱滴定、配位滴定和沉淀滴定都是广义酸和广义碱之间的滴定,其滴定原理的叙述方法本质上是共通的。不但滴定曲线具有类似的形式,表示误差的公式甚至也类似。氧化还原滴定依据的反应虽不能归入广义酸碱反应,讨论问题的思路却大同小异。第8,第9两章单独列节介绍了误差和有效数字的初步概念,尽管本课程在这两个方面对学生的要求并不高,但其内容却十分重要。掌握这些概念和规则的最好方法是在完成课外作业、实验记录和实验报告的过程中反复去使用。

第三篇介绍重要元素及化合物,其重要性丝毫不亚于前两篇。这块内容不但向您展示了一些实际应用和应用前景,而且提供了掌握第一篇中那些化学原理的载体。它的重要性还在于:您在大学阶段学习中不会再遇到介绍元素化学的课程了。本篇按周期表中s,p,d,f区分述,内容较多的p区和d区各分两章。p区元素(一)包括硼族、碳族和氮族,p区元素(二)包括氧族、卤素和稀有气体。这样分章固然是为了保持各章篇幅的大体均衡,我们还是对各章包含的那些族归纳出一些共同特征。氢单列一章,既考虑到它是周期表中尚未找到确切位置的唯一元素(安排在上述任何一区似乎都欠妥),也考虑到氢化学的特殊重要性。周期表对您的学习无疑有重要指导作用,不但要注意总结性质的规律性变化从而使您学到的知识系统化,也要留意对规律性表现出的反常,这种反常在科学上往往导致认识上的深化或者导致重大新发现。学习描述性无机化学时学生们往往提出“要不要记”的问题,回答只能是肯定的。人脑与电脑类似,能够有效进行工作的前提之一是储存有大量信息。您头脑中储存的信息越多,产生创造灵感的机会就越大。当然存在一个“怎样记”的问题,好在教材的篇幅不大,选用的材料都是经过反复推敲的。

教材将第19,第20两章与附录一起安排在另一篇,丝毫无意表明其重要性小一些。它们是供教师选用的,其实也是供您选读的。考虑到无机化学与能源、材料、信息、环境、生命等当代重大科学技术问题越来越密切的关系,如果教师受限于学时而无法在课堂作介绍,建议您自己去阅读。

结束这段文字之前,还想提醒您充分利用手头各种教材之间的互补性。选择阅读其他教材有特色的章节(和少量化学文献)对本课程学习无疑有用,养成阅读参考资料的习惯会让您终生受益。毫无疑问,阅读本书的学生人数会比教师多得多,主编十分乐意得到由你们反馈的信息,供再版前修改时作参考。

编写分工

本书初稿的执笔人是华东理工大学的樊行雪老师(第1,第2,第15章)、兰州大学的高忆慈老师(第3,第16章)、西北大学的史启祯老师(第4,第5,第6,第18章)、天津大学的孙玲老师(第7章)、兰州大学的陈兴国老师(第8,第11章)、山东大学的揭念琴老师(第9,第10章)和李次然老师(第12,第13,第14章)、兰州大学的曾正志老师(第17章)、北京大学的江林根老师(第19章)。第20章内容经过多次较大变动,先后有张淑民(兰州大学)、曾正志、张逢星(西北大学)和史启祯等多位老师参与。全书由史启祯统稿,限于编者水平,取材欠妥、叙述不清、甚至出现个别错误都在所难免,恳切希望使用本书的老师和学生批评指正。

致谢

本书从开始编写到定稿历经5年。全国高等学校化学教学指导委员会应化专业教材建设组的委员们多次讨论了编写大纲,1994年大连研讨会的数十位代表讨论了部分书稿,如果本书能够有点可取之处,编者首先会想到他们的贡献。清华大学宋心琦教授在审稿中提出许多宝贵意见,特表谢意。编写过程中参考了国内外许多很好的教材和文献,它们被列于书末。主编在统稿过程中与西安武警技术学院的马泰儒老师,天津大学的杨宏秀老师,西北大学的唐宗薰、高胜利、张逢星、过玮、曾克慰等老师作过多次有益的讨论;西北大学科研处、教务处和兰州大学教务处提供了必要的经费支持;西北大学的王尧宇老师、崔斌老师、李恒欣老师帮助主编做了大量具体工作。

史启祯

1996年11月西安

责任编辑 王蕙婵
封面设计 王 睢
责任绘图 潘曙光 李维平
版式设计 周顺银
责任校对 陈 荣
责任印制 宋克学

目 录

第一篇 结构与反应	
第 1 章 原子结构	(3)
1.1 亚原子粒子	(3)
1.2 波粒二象性——赖以建立现代原子模型的量子力学概念	(4)
1.2.1 波的微粒性	(5)
1.2.2 微粒的波动性	(6)
1.3 关于氢原子结构的玻尔模型	(7)
1.4 波动力学模型	(9)
1.4.1 测不准原理和波动力学模型轨道概念的形成	(9)
1.4.2 描述电子运动状态的量子数	(10)
1.5 轨道概念的图形描述	(12)
1.5.1 波函数的图形描述	(12)
1.5.2 电子云图象	(13)
1.6 多电子原子轨道的能级和基态原子的核外电子排布	(16)
1.6.1 鲍林近似能级图	(16)
1.6.2 科顿原子轨道能级图	(17)
1.6.3 屏蔽效应和钻穿效应	(18)
1.6.4 基态原子的核外电子排布	(19)
1.7 周期表与原子结构	(22)
1.8 原子参数	(25)
1.8.1 原子半径	(25)
1.8.2 电离能	(28)
1.8.3 电子亲和能	(29)
1.8.4 电负性	(30)
习题	(31)
第 2 章 化学键与分子结构	(34)
2.1 化学键的定义	(34)
2.2 离子键理论	(35)
2.2.1 离子键及其特点	(35)
2.2.2 离子的特征	(37)
2.3 电子对键的概念与路易斯结构式	(40)
2.3.1 电子对键的相关概念	(40)
2.3.2 路易斯结构式	(42)
2.4 用以判断共价分子几何形状的价层电子对互斥理论	(44)
2.5 原子轨道的重叠——价键理论	(48)
2.5.1 共价作用力的本质和共价键的特点	(48)
2.5.2 杂化轨道	(50)
2.6 分子轨道理论	(52)
2.6.1 H_2 和“ He_2 ”中的分子轨道	(53)
2.6.2 第 2 周期元素双原子分子的分子轨道	(54)
2.6.3 第 2 周期元素双原子分子的电子构型	(55)
2.6.4 分子轨道理论与价键理论的比较	(57)
2.7 金属键理论	(57)
2.8 分子间作用力、氢键及其对物质性质的影响	(59)
2.8.1 分子间作用力	(60)
2.8.2 氢键	(62)
习题	(64)
第 3 章 化学反应速率与反应动力学的初步概念	(66)
3.1 化学反应速率的表示方法	(66)
3.2 反应速率理论简介	(67)
3.2.1 碰撞理论	(67)
3.2.2 过渡状态理论	(68)
3.2.3 活化能	(69)
3.3 影响化学反应速率的因素	(70)
3.3.1 浓度对化学反应速率的影响	(70)
3.3.2 温度对化学反应速率的影响	(72)
3.3.3 反应物之间的接触状况对反应速率的影响	(73)
3.3.4 催化剂对反应速率的影响	(74)
3.4 化学反应机理	(76)
3.4.1 反应分子数和反应级数	(76)

3.4.2	一级反应的特征及实验确定一级反应的方法	(77)	6.1.2	确定氧化值的规则	(128)
3.4.3	二级反应的特征及实验确定二级反应的方法	(78)	6.2	氧化还原反应方程式的配平	(129)
3.4.4	零级反应的特征	(80)	6.2.1	氧化值法	(129)
3.4.5	反应机理的研究方法	(80)	6.2.2	半反应法	(131)
	习题	(82)	6.3	高温氧化还原反应的自发性及埃灵罕姆图	(133)
第4章	化学热力学的初步概念与化学平衡	(84)	6.4	水溶液中氧化还原反应的自发性和电极电势	(134)
4.1	热化学	(84)	6.4.1	氧化还原反应与化学电池	(134)
4.1.1	化学和物理变化过程中的热效应	(84)	6.4.2	标准电极电势	(136)
4.1.2	焓和焓变——自发过程的一种驱动力	(86)	6.4.3	能斯特方程	(140)
4.1.3	热化学计算	(88)	6.5	电势数据的图示法	(142)
4.2	熵和熵变——自发过程的另一种驱动力	(91)	6.5.1	拉蒂麦尔图及其应用	(142)
4.2.1	物质的绝对熵	(92)	6.5.2	弗洛斯特图及其应用	(145)
4.2.2	化学和物理变化过程的熵变	(93)	6.6	影响氧化还原反应的动力学因素和氧化还原反应机理	(147)
4.3	自由能——反应自发性的判据	(93)	6.6.1	水在氧化还原反应中的稳定区域	(147)
4.4	平衡状态和标准平衡常数	(95)	6.6.2	氧化还原反应机理	(148)
4.4.1	平衡状态	(95)		习题	(150)
4.4.2	标准平衡常数	(97)	第7章	配位化合物	(153)
4.4.3	平衡移动和与平衡有关的计算	(103)	7.1	相关的定义和命名	(154)
	习题	(105)	7.1.1	相关的定义	(154)
第5章	酸、碱和酸碱反应	(108)	7.1.2	化学式的书写和配合物的命名	(156)
5.1	布朗斯特酸碱	(109)	7.2	化学键理论	(157)
5.1.1	定义	(109)	7.2.1	价键理论	(157)
5.1.2	共轭酸碱对	(109)	7.2.2	晶体场理论	(159)
5.1.3	布朗斯特平衡	(111)	7.3	异构现象与立体化学	(163)
5.1.4	溶剂的拉平效应	(113)	7.4	配合物的稳定性	(166)
5.1.5	羧基酸	(115)	7.4.1	热力学稳定性和动力学稳定性	(166)
5.1.6	氧化物的酸碱性	(118)	7.4.2	螯合效应和反位效应	(168)
5.2	路易斯酸碱	(119)		习题	(169)
5.2.1	定义及相关概念	(119)	第二篇 定量化学分析		
5.2.2	软硬酸碱	(121)	第8章	酸碱平衡和酸碱滴定法	(175)
5.2.3	有代表性的路易斯酸	(122)	8.1	弱酸、弱碱水溶液的质子转移平衡	(175)
	习题	(125)	8.1.1	一元弱酸和弱碱	(175)
第6章	氧化还原反应	(127)	8.1.2	多元弱酸	(177)
6.1	基本概念	(127)	8.2	计算溶液 H_3O^+ 浓度的精确式、近似式和最简式	(177)
6.1.1	氧化与还原	(127)	8.3	水解	(180)

8.3.1 离子与水的作用——水解和合	(180)	10.1.2 EDTA 的酸效应	(229)
8.3.2 盐的水解	(181)	10.1.3 金属离子的配位效应	(232)
8.3.3 水解常数和盐溶液的 pH 值	(182)	10.2 配位滴定原理	(234)
8.4 缓冲溶液	(184)	10.2.1 滴定曲线	(234)
8.5 酸碱滴定原理	(186)	10.2.2 金属指示剂	(237)
8.5.1 酸碱指示剂	(187)	10.3 干扰的消除和滴定方式	(239)
8.5.2 滴定曲线	(189)	10.3.1 干扰的消除	(239)
8.6 滴定方式和应用实例	(193)	10.3.2 配位滴定方式	(242)
8.6.1 直接滴定法	(193)	习题	(244)
8.6.2 间接滴定法	(195)	第 11 章 氧化还原滴定法	(245)
8.7 误差的初步概念	(197)	11.1 氧化还原平衡	(245)
8.7.1 准确度和误差	(197)	11.1.1 副反应系数	(245)
8.7.2 系统误差和随机误差	(197)	11.1.2 条件电势	(246)
8.7.3 精密度和偏差	(197)	11.1.3 滴定分析中的条件电势判据	(247)
8.7.4 准确度与精密度的关系	(199)	11.2 滴定曲线和指示剂	(249)
8.8 滴定误差	(200)	11.2.1 氧化还原滴定曲线	(249)
习题	(203)	11.2.2 氧化还原滴定中的指示剂	(251)
第 9 章 重量分析法和沉淀滴定法	(206)	11.3 待测组分滴定前的预处理	(253)
9.1 沉淀-溶解平衡	(206)	11.4 重要的氧化还原滴定法	(255)
9.1.1 溶度积常数和溶解度	(206)	11.4.1 高锰酸钾法	(255)
9.1.2 离子积和溶度积规则	(208)	11.4.2 重铬酸钾法	(257)
9.1.3 沉淀-溶解平衡的移动	(210)	11.4.3 碘量法	(258)
9.2 重量分析法	(213)	习题	(261)
9.2.1 影响沉淀溶解度的其他因素	(213)	第三篇 重要元素及化合物	
9.2.2 影响沉淀粒度大小的因素	(214)	第 12 章 s 区元素	(265)
9.2.3 影响沉淀纯度的因素	(215)	12.1 单质	(265)
9.2.4 分析结果计算	(217)	12.1.1 物理和化学性质	(265)
9.3 沉淀滴定法	(218)	12.1.2 矿物资源和金属制备	(268)
9.3.1 莫尔法	(218)	12.1.3 用途概述	(269)
9.3.2 佛尔哈德法	(219)	12.2 化合物	(271)
9.3.3 法扬司法	(221)	12.2.1 氧化物和氢氧化物	(271)
9.3.4 银量法的标准溶液	(222)	12.2.2 碱金属的盐类化合物	(272)
9.4 有效数字	(222)	12.2.3 碱土金属的盐类化合物	(273)
9.4.1 有效数字概念	(222)	12.2.4 配位化合物	(275)
9.4.2 数字修约规则	(223)	习题	(276)
9.4.3 计算规则	(224)	第 13 章 p 区元素(一)	(278)
习题	(225)	13.1 概述	(278)
第 10 章 配位滴定法	(227)	13.2 天然资源、单质的提取和用途	(283)
10.1 副反应系数和条件稳定常数	(228)	13.2.1 天然资源	(283)
10.1.1 基本概念	(228)	13.2.2 单质的提取和用途	(284)

13.3 硼	(286)	14.3 过氧化氢、其他无机过氧化物和 臭氧	(332)
13.3.1 硼的单质	(286)	14.3.1 过氧化氢	(332)
13.3.2 硼酸盐、硼酸和硼的氧化物	(286)	14.3.2 其他无机过氧化物	(333)
13.3.3 硼的三卤化物	(288)	14.3.3 臭氧	(334)
13.3.4 硼氢化合物	(289)	14.4 硫的重要化合物	(334)
13.4 铝	(292)	14.4.1 重要工业产品的制备途径	(334)
13.4.1 金属铝	(292)	14.4.2 硫的负氧化态二元化合物	(335)
13.4.2 铝的化合物	(292)	14.4.3 硫的正氧化态二元化合物	(336)
13.5 碳	(294)	14.4.4 硫的其他正氧化态化合物	(338)
13.5.1 碳的单质	(294)	14.5 卤素	(342)
13.5.2 碳与高电负性元素形成的某 些无机化合物	(296)	14.5.1 单质卤素的性质	(342)
13.5.3 碳与低电负性元素形成的化 合物——碳化物	(299)	14.5.2 卤素的负氧化态化合物	(344)
13.6 硅	(300)	14.5.3 卤素的正氧化态化合物	(347)
13.6.1 二氧化硅、硅酸盐和硅酸	(300)	14.5.4 卤素互化物	(349)
13.6.2 卤化物和氢化物	(302)	14.5.5 拟卤素	(350)
13.6.3 硅材料	(303)	14.6 稀有气体与化学发展	(351)
13.7 氮	(305)	习题	(353)
13.7.1 概述	(305)	第 15 章 d 区元素(一)	(356)
13.7.2 NH_3 和氮的其他负氧化态化 合物	(306)	15.1 通性	(356)
13.7.3 硝酸和氮的其他正氧化态化 合物	(311)	15.1.1 金属单质的物理性质	(357)
13.8 磷	(314)	15.1.2 化合物的颜色和无机颜料	(357)
13.8.1 单质磷	(314)	15.1.3 氧化态	(360)
13.8.2 重要无机磷化合物的工业合成	(315)	15.1.4 过渡金属与工业催化	(362)
13.8.3 磷与卤素、氢、氮的化合物	(317)	15.2 钛和钒	(362)
13.8.4 磷氧化物结构特征	(318)	15.2.1 单质	(362)
13.9 长周期元素	(319)	15.2.2 重要化合物	(363)
13.9.1 锡和铅的化合物	(319)	15.3 铬	(366)
13.9.2 砷、锑和铋的化合物	(321)	15.3.1 金属铬	(366)
13.9.3 氧化还原性质和惰性电子对 效应	(323)	15.3.2 铬的化合物	(367)
习题	(324)	15.3.3 含铬废水的处理	(370)
第 14 章 p 区元素(二)	(328)	15.4 锰	(371)
14.1 第 16 至第 18 族元素概述	(328)	15.4.1 锰铁和单质锰	(371)
14.2 工业资源、单质的制备和用途	(329)	15.4.2 锰的化合物	(371)
14.2.1 氧和稀有气体	(329)	15.5 铁、钴、镍	(375)
14.2.2 硫	(330)	15.5.1 氧化物和氢氧化物	(376)
14.2.3 卤素	(330)	15.5.2 铁的氧化还原化学与高、低氧化 态转化的介质条件	(377)
		15.5.3 有代表性的盐	(378)
		15.5.4 有代表性的配位化合物	(379)
		15.6 铜	(381)
		15.6.1 单质铜	(381)

15.6.2 氧化态和某些氧化还原反应·····	(382)	18.4.4 氢键的方向性、水合包合物·····	(423)
15.6.3 几种常见化合物·····	(383)	习题·····	(425)
习题·····	(384)		
第16章 d区元素(二) ·····	(386)	第四篇 选读材料和附录	
16.1 第二和第三过渡系元素的某些重要的化学特征·····	(386)	第19章 核、核反应和核能 ·····	(429)
16.1.1 “镧系收缩”对第6周期元素性质的影响·····	(386)	19.1 原子核与放射性·····	(429)
16.1.2 形成同多酸(盐)和杂多酸(盐)的能力·····	(387)	19.1.1 原子核的稳定性·····	(429)
16.1.3 贵金属元素的不活泼性和催化性能·····	(389)	19.1.2 核衰变和放射性·····	(430)
16.2 锌、镉、汞·····	(391)	19.1.3 天然放射系·····	(432)
16.2.1 单质的工业提取方法·····	(391)	19.2 核反应和人工放射性·····	(434)
16.2.2 重要化合物·····	(391)	19.2.1 原子核反应和核反应截面·····	(434)
16.3 过渡元素的金属有机化合物·····	(393)	19.2.2 核裂变·····	(435)
16.3.1 金属羰基化合物·····	(393)	19.2.3 核聚变·····	(436)
16.3.2 三价磷配体的配合物·····	(397)	19.3 放射性元素化学·····	(437)
16.3.3 烯炔配合物和炔炔配合物·····	(398)	19.3.1 放射性元素·····	(437)
16.3.4 夹心配合物·····	(399)	19.3.2 超重元素·····	(439)
16.4 过渡元素金属有机化学与均相催化·····	(400)	19.4 核能利用与化学·····	(441)
习题·····	(402)	19.4.1 核反应堆·····	(441)
第17章 f区元素 ·····	(404)	19.4.2 核电站·····	(442)
17.1 镧系元素·····	(404)	19.4.3 放射性核素和核技术的应用·····	(443)
17.1.1 基本性质概述·····	(404)	习题·····	(443)
17.1.2 重要化合物·····	(406)	第20章 某些边缘学科中的若干无机化学概念 ·····	(445)
17.1.3 镧系元素的相互分离·····	(409)	20.1 环境问题与无机化学·····	(445)
17.1.4 存在、提取和应用·····	(411)	20.1.1 大气的功能和大气层的垂直结构·····	(445)
17.2 锕系元素简介·····	(411)	20.1.2 对流层的温室效应和平流层的臭氧层耗损·····	(446)
习题·····	(413)	20.1.3 空气中的主要污染物·····	(448)
第18章 氢 ·····	(415)	20.1.4 天然水和水污染·····	(451)
18.1 存在、制备和用途·····	(415)	20.2 无机材料与固体无机化学·····	(454)
18.2 核性质·····	(416)	20.2.1 晶体的结构·····	(454)
18.3 二元氢化合物的分类·····	(417)	20.2.2 晶体缺陷和缺陷对固体性质的影响·····	(458)
18.3.1 似盐型氢化物·····	(418)	20.2.3 晶体缺陷与材料·····	(460)
18.3.2 金属型氢化物·····	(419)	20.2.4 固体无机化学新技术·····	(462)
18.4 氢的性质和反应·····	(420)	20.3 生物体中某些重要的无机化学过程·····	(463)
18.4.1 H ₂ 反应热力学·····	(420)	20.3.1 生物体中的元素·····	(464)
18.4.2 H ₂ 反应机理·····	(421)	20.3.2 氨基酸、蛋白质及其与金属的配位作用·····	(465)
18.4.3 H ₂ 分子配合物·····	(423)		

20.3.3 与输氧有关的化学过程·····	(467)	II 溶液浓度的几种表示方法·····	(475)
20.3.4 与钠钾跨膜传送有关的化学 过程·····	(470)	III 单位和单位换算·····	(476)
习题·····	(472)	IV 化学元素的名称和摩尔质量·····	(477)
附录·····	(473)	V 元素周期表·····	(479)
I 无机化合物化学式的书写和命名·····	(473)	致谢(参考文献)·····	(481)

第一篇 结构与反应

- 1 原子结构
- 2 化学键与分子结构
- 3 化学反应速率与反应动力学的初步概念
- 4 化学热力学的初步概念与化学平衡
- 5 酸、碱和酸碱反应
- 6 氧化还原反应
- 7 配位化合物

