


国家精品课程配套教材

无机化学 (上册)

龚孟濂 主编
巢 晖 吴世华 邱晓航 乔正平 梁宏斌 编著

 科学出版社

国家精品课程配套教材

无机化学

(上册)

龚孟濂 主编

巢 晖 吴世华 邱晓航 乔正平 梁宏斌 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由中山大学和南开大学合作编著,分上、下两册,上册内容是基础无机化学原理,下册内容是元素无机化学和无机化学进展。本书是上册,内容分为三部分:第一部分是绪论和无机化学基本概念;第二部分是基础无机化学宏观原理,包括化学热力学基础、四大化学平衡和化学动力学基础;第三部分是微观结构理论,包括原子结构、分子结构和晶体结构。

本书注重科学性、应用性、适用性和前沿性,在论述无机化学原理的同时,简要介绍无机化学研究的新成果,帮助读者扩展视野。

本书可作为高等院校化学、应用化学、材料化学、高分子化学、化工、化学生物学等专业本科生的无机化学教材,也可以作为其他相关专业教学参考书以及报考相关专业硕士学位研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学(上册)/龚孟濂主编;巢晖等编著. —北京:科学出版社,2011.6

国家精品课程配套教材

ISBN 978-7-03-031516-8

I. ①无… II. ①龚…②巢… 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(2011)第 112807 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

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>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本:787×1 092 1/16

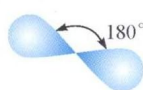
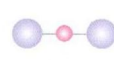
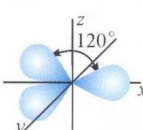
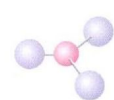
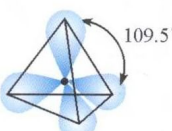


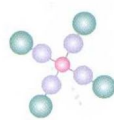
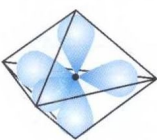
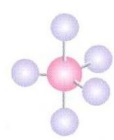
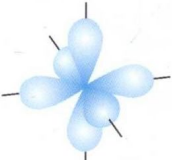

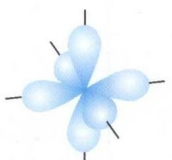

2011 年 6 月第一次印刷 印张:21 插页 2

印数:1—4 000 字数:511 000

定价:41.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

表 9.3 参与杂化的轨道与杂化轨道构型关系

杂化类型	参与杂化的轨道类型和数目	杂化轨道构型	例
sp	1 个 s+1 个 p	 <p>180° 直线形</p>	 BeCl ₂
sp ²	1 个 s+2 个 p	 <p>120° 正三角形</p>	 BF ₃
sp ³	1 个 s+3 个 p	 <p>109.5° 正四面体</p>	 CH ₄
dsp ²	1 个(n-1)d+1 个 ns+2 个 np	 <p>正方形</p>	 [Ni(CN) ₄] ²⁻
sp ³ d	1 个 s+3 个 p+1 个 d	 <p>三角双锥体</p>	 PF ₅
sp ³ d ²	1 个 s+3 个 p+2 个 d	 <p>正八面体</p>	 SF ₆
d ² sp ³	2 个(n-1)d+1 个 ns+3 个 np	 <p>正八面体</p>	 [Fe(CN) ₆] ³⁻

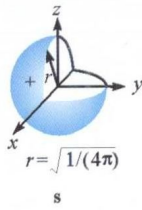


图 8.10 氢原子 s 轨道波函数角度分布图

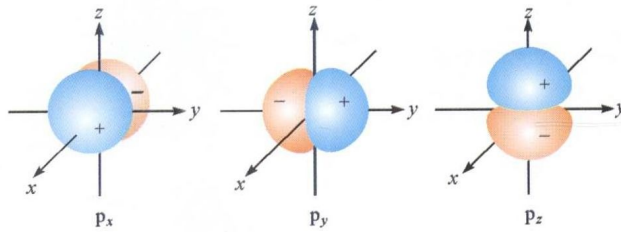


图 8.12 氢原子 p_x 、 p_y 、 p_z 轨道波函数角度分布示意图

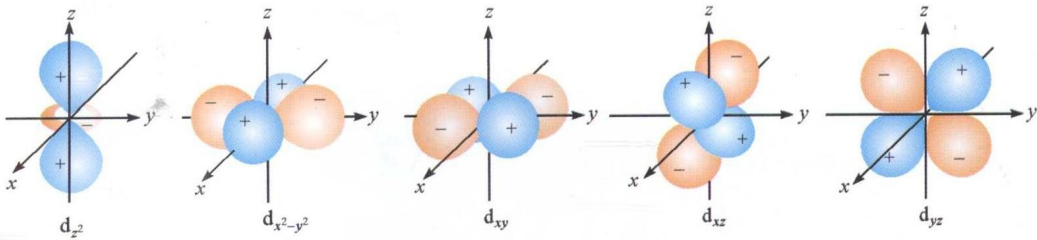


图 8.13 氢原子 d 轨道波函数角度分布示意图

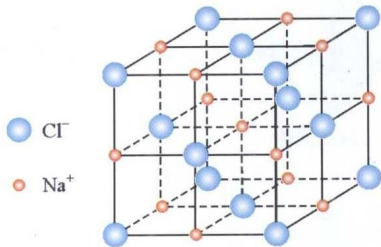


图 9.1 NaCl 晶胞结构示意图

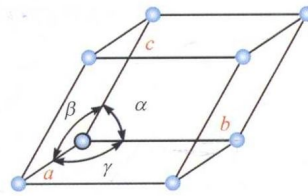


图 10.1 晶胞参数

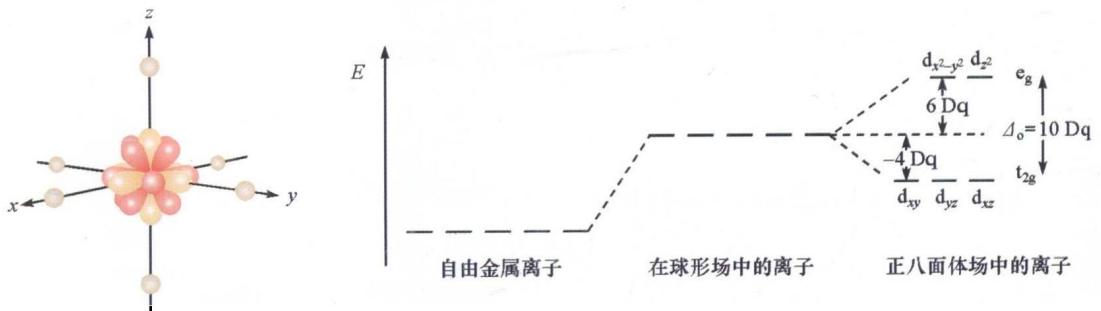


图 11.5 正八面体场中中心离子 d 轨道的能级分裂

序

2008年12月30日联合国第63届大会通过议案,将2011年作为“国际化学年”(International Year of Chemistry),其主题是“化学——人类的生活,人类的未来”,目的是进一步增加公众对化学创造人类美好生活的认知,激发年轻人对化学的兴趣,使人们对化学的未来满怀激情,从而在全球范围内促进化学科学的发展。

化学是一门中心科学。化学与信息、生命、材料、环境、能源、地球、空间和核科学八大朝阳科学紧密联系,产生了许多重要的交叉学科,如分子生物学、结构生物学、生物物理学、材料化学、化学信息学、环境化学、药物化学、固体化学、化学器件学等。化学与这些学科在相互交叉、相互渗透、相互促进中共同发展。

化学又是一门应用科学,化学科学的应用为人类创造了大量物质财富。

化学科学作为中心科学和应用科学的重要性,正在被越来越多的人认识。因此,学习与掌握化学科学的基本理论和知识,不仅是对高等院校相关专业本科生的专业要求,而且对于提高其他专业本科生的科学素质也有重要作用。

无机化学既是化学的一个分支,也是化学科学的基础。学习无机化学,是跨进化学科学大门的第一步。无疑,一本好的无机化学教材,对于引导本科一年级学生跨进化学科学的大门,会产生良好的作用。

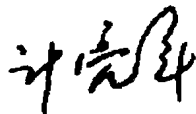
由中山大学和南开大学两校8位教师合作编著、龚孟濂教授主编的《无机化学》即将由科学出版社出版。两校无机化学学科均是国家重点学科,参加编写的教师都长期从事本科无机化学课程教学和科学研究工作,有着丰富的经验,为编著该书奠定了基础。中山大学无机化学课程在2010年被评为国家精品课程,该书为配套的教科书。

该书的特点之一是在选材上密切结合各专业的需要,既保证无机化学基础理论的相对完整性,又注重了无机化学在各个专业方向的应用,以适应不同专业的教学需要。

该书在用科学、严谨、流畅的语言介绍无机化学基础理论的同时,也用了不少篇幅向读者展现了国内外无机化学新的重要科研成果,这有利于激发学生的学习兴趣,培养学生科学素质。这是该书的另一特点。

该书在编排上采取“基本原理—元素无机—前沿进展”的模式,既考虑到不同专业的共同教学需要,又叙述了无机化学在功能材料、生物无机化学、环境科学等前沿领域的进展,可以帮助读者扩展视野。

我很高兴作为最早的读者之一,阅读了该书内容。这是一本值得推荐的教材。借此《无机化学》出版之际,我向全体参加编写的教师表示衷心的祝贺。我相信,教材的出版、使用将会有助于读者了解和掌握化学理论和知识,顺利跨进化学科学的大门。



中国科学院院士、中山大学教授

2011年3月18日

前 言

无机化学是高等院校化学化工类专业本科生的第一门专业基础课,也是生命科学、物理学、材料科学、环境科学、地学、医学、药学等专业和师范院校相关专业本科生的一门专业必修课。无机化学作为大学阶段的第一门化学课,是一门“承前启后”的课程。一本好的无机化学教材,对于相关专业的大学新生而言,将会起到进入大学阶段化学科学大门的“引领者”的作用。

根据高等院校本科教学的需要,2007年我们开始组织编写“无机化学系列教材”,包括3本书,即适用于化学类专业本科生的《无机化学(上册)》、《无机化学(下册)》以及适用于非化学类专业本科生的《无机化学》。

“无机化学系列教材”由中山大学和南开大学合作编著。中山大学和南开大学两校无机化学学科均是国家重点学科,具有重视本科教育和科学研究的优良传统。两校共6位教师参加本书的编著,他们都长期参与本科无机化学课程的教学工作,并且活跃在无机化学科学研究的第一线。

本书具有以下特点:

(1) 科学性。准确阐述无机化学理论,使读者能接触并学习严谨、科学表达的基础无机化学理论。

(2) 前沿性。紧跟无机化学学科发展前沿,充分利用编著人员科研力量强的优势,把国内外无机化学方面最新的重要科研成果呈现给读者。

(3) 应用性。紧密联系无机化学相关的应用领域,既重视理论,也重视应用。

(4) 适用性。除了普遍适用的基础无机化学理论外,还包括无机化学在无机光磁功能材料、生物无机化学(含无机药物、仿生材料等)、环境科学等领域的基础知识和最新进展,以帮助学生扩展视野。教师可根据本专业的需要有针对性地选用本书的内容。书中注“*”的内容供选学。

此外,本书还包含国内外有关教材较少涉及的内容,如重要元素的自由能-氧化态图及其在分析元素的不同氧化态物质的热力学稳定性、氧化还原性质方面的应用。

在本书中,我们尽可能使用生动活泼的语言、图表和编排方式,并适当介绍有关领域著名科学家的科学活动。

为了帮助学生理解和掌握相关的基础无机化学理论,章末编写了相应的习题,供学生练习。这些习题是编者在长期的教学过程中精选出来的,有一定的代表性、广度和深度,基本可以满足教学的需要。教师和学生可以按照教学的需要和各校、各专业的特点选用。

本书由龚孟濂任主编,具体写作分工为:龚孟濂(中山大学)编写第1章、第12章和附录6,吴世华(南开大学)编写第2章、第10章和第11章,邱晓航(南开大学)编写第3章,巢晖(中山大学)编写第4章、第5章和第6章,梁宏斌(中山大学)编写第7章,乔正平(中山大学)编写第8章、第9章和其余附录。全书由龚孟濂统稿。书末“化学元素周期表”由陈三平、谢钢、高胜利、杨奇编著。

西北大学唐宗薰教授担任本书的主审,他认真地审阅了全部书稿,提出了许多专业的、重

要和有价值的修改意见,使本书得以改进。全体参编作者都被他的专业精神感动,在此表示深深的谢意。感谢中山大学教务处、化学与化学工程学院和南开大学教务处、化学学院对本书的编著、出版给予的大力支持。张吉林(中山大学)协助绘制和修改部分图形,谨表谢意。

由于编者水平所限,本书的疏漏和错误之处在所难免,恳请读者和同行专家不吝赐教,以便重印时修正。

编者

2011年3月

符 号 表

表 1 本书一些物理量名称、符号和 SI 量纲

名称	符号	SI 量纲	注
物质的量	$n(\text{B})$ 或 n_{B}	mol	物质 B 的物质的量(B 是化学式,下同)。在使用 mol 时,其基本单元应予指出,可以是一种粒子,也可以是若干种特定粒子的组合
浓度	$c(\text{B})$ 或 c_{B}	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	1 dm ³ 溶液溶解的溶质 B 的物质的量,又称物质的量浓度。有的化学书刊用[B],量纲 mol · L ⁻¹ 保留使用
标准浓度	c^{\ominus}	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	定义 $c^{\ominus} = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
相对浓度	$c^r(\text{B})$ 或 c_{B}^r	1	定义 $c_{\text{B}}^r = c_{\text{B}}/c^{\ominus}$
质量摩尔浓度	$m(\text{B})$ 或 m_{B}	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$	1 kg 溶剂溶解的溶质 B 的物质的量
标准质量摩尔浓度	m^{\ominus}	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$	定义 $m^{\ominus} = 1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
压力(压强)	p	Pa	
标准压力	p^{\ominus}	Pa	定义 $p^{\ominus} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$
相对压力	$p^r(\text{B})$ 或 p_{B}^r	1	定义 $p_{\text{B}}^r = p_{\text{B}}/p^{\ominus}$
体积	V	m ³	
温度	T	K	量纲℃保留使用
能量	E	J	
热	Q	J	
功	W	J	
热力学能	U	J, kJ · mol ⁻¹	
热力学能变	ΔU	J, kJ · mol ⁻¹	
焓	H	kJ · mol ⁻¹	
物质 B 的标准生成焓	$\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{B})$	kJ · mol ⁻¹	
反应的标准焓变	$\Delta_r H_m^{\ominus}$	kJ · mol ⁻¹	
熵	S	J · mol ⁻¹ · K ⁻¹	
物质 B 的标准熵	$S_m^{\ominus}(\text{B})$	J · mol ⁻¹ · K ⁻¹	
反应的标准熵变	$\Delta_r S_m^{\ominus}$	J · mol ⁻¹ · K ⁻¹	
吉布斯自由能	G	kJ · mol ⁻¹	
物质 B 的标准生成自由能	$\Delta_f G_m^{\ominus}(\text{B})$	kJ · mol ⁻¹	
反应的标准自由能变	$\Delta_r G_m^{\ominus}$	kJ · mol ⁻¹	
标准平衡常数	K^{\ominus}	1	对具体反应方程式单值;可与热力学函数联系
酸解离常数	K_a^{\ominus}	1	属于标准平衡常数
碱解离常数	K_b^{\ominus}	1	属于标准平衡常数
溶度积常数	K_{sp}^{\ominus}	1	属于标准平衡常数
配合物稳定常数	$K_{稳}^{\ominus}$	1	属于标准平衡常数

续表

名称	符号	SI 量纲	注
浓度平衡常数	K_c	$(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^x$	属于实验平衡常数,量纲中 x 值视具体反应方程式而定;不可与热力学函数联系
酸解离常数	K_a	$(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^x$	属于实验平衡常数(浓度平衡常数)
碱解离常数	K_b	$(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^x$	属于实验平衡常数(浓度平衡常数)
压力平衡常数	K_p	$(\text{Pa})^x$	属于实验平衡常数,量纲中 x 值视具体反应方程式而定;不可与热力学函数联系
杂平衡常数	K_x	$(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})^y \cdot (\text{Pa})^z$	适用于多相平衡系统;属于实验平衡常数,量纲中 y, z 值视具体反应方程式而定;不可与热力学函数联系
溶解度	s	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	有其他表示方法,如 100 g 或 1 dm^3 溶剂溶解的溶质的质量(g)
反应进度	ξ	mol	
时间	t	s	可以用 min 或 h
反应速率	J	$\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$	$J = \frac{d\xi}{dt} = \frac{1}{\nu_B} \cdot \frac{dn_B}{dt}$, 此定义未涉及系统体积。 ν_B 是物质 B 在反应方程式中的化学计量系数,量纲是 1,对于反应物取负值,对于产物取正值
反应瞬时速率	r	$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$	$r = \frac{J}{V} = \frac{1}{\nu_B} \cdot \frac{dc_B}{dt}$, ν_B 同上
电离能	$I (I_1, I_2, \dots)$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	
电子亲和能	$E_{ea} (E_{ea1}, E_{ea2}, \dots)$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	
电负性	χ	1	鲍林标度,指定氟元素的电负性为 3.98
键能	E_{A-B} 或 D_{A-B}	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	A—B 键的解离能
晶格能	U	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	晶格能是热力学标准态下,1 mol 离子晶体解离成自由气态正、负离子的过程的热力学能的变化: $A_m B_n (s) = m A^{n+} (g) + n B^{m-} (g), U(A_m B_n) = \Delta_r U_m^\ominus$
电极电势	E	V	有的书刊用符号 φ
标准电极电势	E^\ominus	V	有的书刊用符号 φ^\ominus
原电池电动势	$E_{\text{池}}$	V	$E_{\text{池}} = E_+ - E_-$, E_+ 、 E_- 分别表示正极、负极的电极电势
原电池标准电动势	$E_{\text{池}}^\ominus$	V	

表 2 本书一些物理量常量名称、符号、SI 量纲和值

名称	符号	SI 量纲	值
真空中光速	c_0	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$c_0 = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (精确值)
标准大气压	atm	Pa	1 atm = 101 325 Pa (精确值)
摩尔气体常量	R	$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$R = 8.314\,510(70) \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
阿伏伽德罗常量	N_A	mol^{-1}	$N_A = 6.022\,136\,7(36) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
法拉第常量	F	$\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$	$F = 96\,485.309(29) \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$
普朗克常量	h	$\text{J} \cdot \text{s}$	$h = 6.626\,075\,5(40) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
原子质量常量	m_u (或 1 u)	kg	$m_u = 1.660\,540\,2(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$
中子静止质量	m_n	kg	$m_n = 1.674\,928\,6(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$
质子静止质量	m_p	kg	$m_p = 1.672\,623\,1(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$
电子静止质量	m_e	kg	$m_e = 9.109\,389\,7(54) \times 10^{-31} \text{ kg}$
基本电荷	e	C	$e = 1.602\,177\,33(49) \times 10^{-19} \text{ C}$
电子荷质比	e/m_e	$\text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$	$e/m_e = 1.758\,805(5) \times 10^{-11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$
经典电子半径	r_e	m	$r_e = 2.817\,938(7) \times 10^{-15} \text{ m}$
玻尔磁子	μ_B (或 B. M.)	$\text{J} \cdot \text{T}^{-1}$	$\mu_B = 9.274\,015\,4(31) \times 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$
玻尔半径	a_0	m	$a_0 = 5.291\,772\,49(24) \times 10^{-11} \text{ m}$

数据来源: 迪安 J A. 2003. 兰氏化学手册, 2 版. 北京: 科学出版社, 2.3~2.4

目 录

序

前言

符号表

第 1 章 绪论	1
1.1 化学研究的对象	1
1.1.1 化学的定义	1
1.1.2 化学变化的基本特征	2
1.1.3 化学的二级学科	2
1.2 化学与人类社会发展的关系	5
1.2.1 化学在科学中的位置	5
1.2.2 化学对人类创造物质财富的贡献	7
1.2.3 化学与人类生存环境	8
1.2.4 化学与人类健康	9
1.2.5 化学对人类文化发展的影响	9
1.3 无机化学的发展趋势	10
1.3.1 生物无机化学	10
1.3.2 无机固体化学	11
1.3.3 金属有机化学	12
1.3.4 超分子化学	13
1.4 学习无机化学的方法	13
1.4.1 重视化学实验	13
1.4.2 重视化学理论的指导作用	13
1.4.3 在学习中掌握逻辑思维方法	14
1.4.4 抓好各个学习环节	14
1.4.5 学一点化学史	15
第 2 章 化学的基本概念	16
2.1 原子与元素	16
2.1.1 原子及道尔顿原子假说	16
2.1.2 原子组成,元素、核素及同位素	16
2.2 分子、离子、单质、化合物及混合物	18
2.2.1 单质和化合物	18
2.2.2 分子和离子	18
2.2.3 相对原子质量和相对分子质量	20
2.2.4 混合物	20
2.3 化学基本定律	21

2.3.1	质量守恒定律	21
2.3.2	定比定律	21
2.3.3	倍比定律	21
2.4	化学中的计量	21
2.4.1	国际单位制	21
2.4.2	导出单位	22
2.4.3	单位转换	23
2.4.4	物理量、单位和数值	24
2.4.5	物质的量	25
2.4.6	摩尔质量	25
2.4.7	物质的量浓度	26
2.5	气体状态	27
2.5.1	气体的性质及气体分子运动论	27
2.5.2	压力	27
2.5.3	理想气体状态方程	28
2.5.4	分压定律和分体积定律	29
2.5.5	气体扩散定律	31
	习题	31
第3章	化学热力学基础	34
3.1	化学热力学基本概念	34
3.1.1	系统与环境	34
3.1.2	状态与状态函数	35
3.1.3	过程与途径	36
3.1.4	功、热、热力学能	36
3.1.5	热力学第一定律	37
3.1.6	功、热与途径的关系	37
3.1.7	可逆途径	39
3.2	化学反应热效应	41
3.2.1	恒容反应热、恒压反应热	41
3.2.2	焓	42
3.2.3	热化学反应方程式	43
3.2.4	赫斯定律	45
3.2.5	标准生成焓	45
3.2.6	燃烧热	47
3.2.7	从键能估算反应热	48
3.3	化学反应方向	49
3.3.1	自发反应	49
3.3.2	熵	50
3.3.3	热力学第三定律和标准熵	51
3.3.4	吉布斯自由能	53

3.3.5 吉布斯-亥姆霍兹公式	54
习题	56
第4章 化学平衡	60
4.1 化学平衡常数	60
4.1.1 可逆反应和化学平衡概念	60
4.1.2 经验平衡常数	61
4.1.3 标准平衡常数	63
4.2 范特霍夫化学反应等温式	65
4.2.1 化学反应等温式的推导	65
4.2.2 化学反应等温式的意义	67
4.3 化学平衡的计算	68
4.3.1 求反应物的转化率	68
4.3.2 利用实验数据求平衡常数及平衡时各物质的浓度	69
4.4 化学平衡的移动	71
4.4.1 浓度对化学平衡的影响	71
4.4.2 压力对化学平衡的影响	72
4.4.3 温度对化学平衡的影响	74
4.4.4 平衡移动原理	75
4.4.5 化学平衡移动的应用	76
习题	76
第5章 溶液与电离平衡	79
5.1 溶液	79
5.1.1 难挥发的非电解质稀溶液的依数性	80
5.1.2 电解质溶液	86
5.2 酸碱理论	88
5.2.1 阿伦尼乌斯电离理论	88
5.2.2 布朗斯台德-洛里质子理论	88
5.2.3 路易斯的酸碱电子理论	92
5.3 溶液的酸碱性	93
5.3.1 水的自偶解离	93
5.3.2 酸碱指示剂	95
5.4 热力学与电解质的解离	96
5.4.1 一元弱酸、弱碱的电离平衡	97
5.4.2 多元弱酸、弱碱的电离平衡	100
5.5 电解质对酸碱平衡的影响,缓冲溶液	105
5.5.1 稀释效应	105
5.5.2 盐效应	106
5.5.3 同离子效应	106
5.5.4 缓冲溶液	107
5.6 酸碱中和反应	110

5.6.1 强酸与强碱的中和反应	110
5.6.2 强酸与弱碱的中和反应	110
5.6.3 强碱与弱酸的中和反应	110
习题	111
第6章 沉淀溶解平衡	114
6.1 溶度积	114
6.1.1 溶度积常数	114
6.1.2 溶度积与溶解度的关系	115
6.2 溶度积规则	117
6.3 沉淀溶解平衡	118
6.3.1 影响沉淀溶解平衡的因素	118
6.3.2 沉淀的生成	120
6.3.3 沉淀的溶解	122
6.4 沉淀的转化	123
6.5 分步沉淀	124
习题	126
第7章 化学动力学初步	129
7.1 化学反应速率	129
7.1.1 根据反应进度定义反应速率	129
7.1.2 根据浓度变化定义反应速率	130
7.2 浓度对化学反应速率的影响	132
7.2.1 浓度对化学反应速率的影响与速率方程	132
7.2.2 有效碰撞理论	133
7.3 温度对化学反应速率的影响	135
7.3.1 阿伦尼乌斯反应速率公式	135
7.3.2 阿伦尼乌斯公式的应用	136
7.4 催化剂对化学反应速率的影响	137
7.4.1 过渡状态理论	138
7.4.2 催化剂影响化学反应速率的历程	139
7.5 反应机理与反应级数	140
7.5.1 基元反应和质量作用定律	140
7.5.2 反应级数	141
7.5.3 反应机理和反应分子数	143
习题	144
第8章 原子结构与元素周期律	147
8.1 原子结构发现简史*	147
8.1.1 原子的提出及原子基本结构的发现	147
8.1.2 玻尔理论——原子核外电子运动状态的初步描述	148
8.1.3 看到原子	150
8.2 量子力学对原子结构的描述及薛定谔方程	151

8.2.1	微观粒子的“波粒二象性”	151
8.2.2	海森堡“测不准原理”	151
8.2.3	薛定谔方程	151
8.2.4	四个量子数	152
8.2.5	波函数/原子轨道 ψ_{n,l,m_l} 相关图形	154
8.3	核外电子排布	162
8.3.1	单电子系统核外电子能级	162
8.3.2	屏蔽效应和钻穿效应	162
8.3.3	多电子原子轨道能级	164
8.3.4	核外电子排布	166
8.4	元素周期律及元素周期表	169
8.4.1	元素周期律与元素周期表	169
8.4.2	元素的基本性质及其周期性的变化规律	172
	习题	178
第9章	化学键与分子结构	180
9.1	离子键	181
9.1.1	离子键本质	181
9.1.2	形成离子键的条件及离子键的特点	181
9.1.3	离子键的强度与玻恩-哈伯循环	182
9.1.4	离子的特征	183
9.2	共价键——路易斯结构	184
9.3	共价键——价键理论	185
9.3.1	价键理论基本要点	185
9.3.2	共价键类型	187
9.3.3	化学键的键参数	189
9.3.4	杂化轨道理论	191
9.3.5	价层电子对互斥理论	194
9.4	共价键——分子轨道理论	198
9.4.1	分子轨道理论要点	198
9.4.2	第二周期元素双原子分子的分子轨道	201
9.4.3	第二周期异核双原子分子分子轨道	203
9.4.4	分子中电子排布及分子的磁性	205
9.5	金属键理论	206
9.5.1	自由电子理论	206
9.5.2	能带理论	207
9.5.3	金属键的强度	208
9.5.4	键型的过渡与离子极化	208
9.6	分子间作用力及氢键	209
9.6.1	分子间作用力	209
9.6.2	氢键	211

习题.....	213
第 10 章 晶体结构	216
10.1 晶体结构.....	216
10.1.1 晶体外形的对称性——七大晶系	216
10.1.2 晶体的微观结构——14 种点阵	218
10.1.3 晶体结构的测定——X 射线衍射法*	220
10.2 晶体的基本类型.....	222
10.2.1 金属晶体	222
10.2.2 离子晶体	225
10.2.3 分子晶体	229
10.2.4 共价晶体	230
10.3 晶体缺陷*	231
10.3.1 点缺陷.....	231
10.3.2 线缺陷.....	232
10.3.3 面缺陷.....	232
10.3.4 非整比化合物	233
10.4 晶体的应用*	233
习题.....	234
第 11 章 配位化合物	236
11.1 配合物的基本概念.....	236
11.1.1 配合物的定义和组成	236
11.1.2 配合物的类型	239
11.1.3 配合物的命名	240
11.2 配合物的异构现象.....	241
11.2.1 结构异构	241
11.2.2 空间异构	241
11.3 配合物的成键理论.....	244
11.3.1 价键理论	244
11.3.2 晶体场理论	246
11.4 配位解离平衡.....	254
11.4.1 配位解离平衡与配合物的稳定常数	254
11.4.2 配位解离平衡的移动	255
11.4.3 影响配合物稳定性因素	257
11.5 配合物的应用.....	260
11.5.1 冶金与电镀	260
11.5.2 分离与提纯	260
11.5.3 分析与鉴定	260
11.5.4 配位催化	261
11.5.5 功能材料	261
11.5.6 生命体系中的配合物	261