



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础化学教程

(无机与分析化学)

(第二版)

傅 洵 许泳吉 解从霞 编著



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础化学教程

(无机与分析化学)

(第二版)

傅 洵 许泳吉 解从霞 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在《基础化学教程(无机与分析化学)》(2007,科学出版社)基础上修订再版。全书将无机化学与分析化学的基本内容统一安排,和谐关联,内容包括:化学热力学、动力学基础,四大化学平衡(酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡)与相应的容量分析、重量分析、电位分析应用,物质结构,元素化学与简单仪器分析及应用等。本书对学生在较短学时内掌握基础化学(无机与分析化学)知识、提高教学质量有一定意义。

本书适合普通高等学校化学、应用化学、化工、生命科学、材料科学、高分子材料与工程、海洋科学、环境科学、药学及生物工程等相关专业的本科低年级学生及教师使用,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学教程:无机与分析化学/傅洵,许泳吉,解从霞编著. —2版.
—北京:科学出版社,2012.5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-034105-1

I. ①基… II. ①傅… ②许… ③解… III. ①无机化学-高等学校-教材
②分析化学-高等学校-教材 IV. ①O61②O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 076327 号

责任编辑:陈雅娴 杨向萍 丛洪杰 / 责任校对:桂伟利 邹慧卿

责任印制:闫磊 / 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>

装定印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年5月第 二 版 印张:29 1/2 插页:1

2012年5月第九次印刷 字数:723 000

定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

《基础化学教程(无机与分析化学)》第一版于2007年4月作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材面世,得到了同行专家及读者的好评,受到了科学出版社的关爱、支持与推介,被国内多所院校选为本科生基础化学课程的教材。五年来,青岛科技大学的化学、应用化学、海洋化学、化学工程与工艺、高分子材料与工程、材料科学与工程、生物工程、制药工程、环境科学与工程等专业一直采用第一版作为基础化学课程教材,教学质量逐步提高。2009年,青岛科技大学的基础化学课程被评为山东省普通高等教育精品课程;2011年,本书第一版荣获第二届山东省高等学校优秀教材一等奖。

在教学实践过程中,我们认真征求和听取兄弟院校的意见和建议,不断探索基础化学课程的教学方法和教学内容,2010年起逐步形成了第二版教材的初稿。

我们有幸请到了吉林大学化学学院宋天佑教授(兼任教育部高等学校化学与化工学科教学指导委员会副主任委员、化学基础课教学指导分委员会主任委员)为第二版教材初稿审稿。宋老师组织了吉林大学化学学院从事无机化学、分析化学、无机与分析化学教学的副院长徐家宁教授和骨干教师苏星光、张寒琦、张丽荣、王莉、丁兰等,详细认真地审阅了全书21章近70万字,并在书稿的字里行间标注了修改意见和建议。更应指出的是,参加审稿的全体老师百忙中又来到青岛,与本书编著者及青岛科技大学基础化学教研室的全体任课教师进行面对面的交流。吉林大学化学学院的领导和教师对待教学以及教材的严肃认真、一丝不苟的态度给我们留下了极深的印象,值得我们铭记与学习。

本书修订再版的主要思路和工作是:

(1) 更好地体现本书编写的主导思想“重教学对象、重基础知识、重学科关联、重应用领域”,尽量保持第一版的风格,直接提出问题,叙述深入浅出,知识系统完整,强调最新应用。

(2) 按照国家标准,进一步规范全书使用的单位、符号和术语,选用 *CRC Handbook of Chemistry and Physics* (89th Edition, Internet Version 2009) 中的原子半径、电离能、电子亲和能和电负性数据。

(3) 调整部分章节的内容,对部分内容进行添加或删改,以保证概念正确,叙述准确,条理清楚,结构严谨。为了尽可能多地反映一些科技进步与重大发现,文中穿插提及了一些2007年以后报道的与本书内容有关的重大发现与获奖成果。例如,石墨层的剥离、2007年和2011年诺贝尔化学奖、2008年国家科学技术奖等。

本次修订内容主要有:第1、2章中对化学热力学基础知识的阐述稍加详细,如增加过程和途径、体积功与途径等有关内容,强调状态函数关系式的量纲一致问题;第3章增加 t 分布的内容;第4章删去强酸强碱溶液 pH 的计算;第5章删去非水滴定和线性滴定部分,改写滴定终点误差部分(第13章同);第8章强化原电池、电极反应部分,弱化氧化数法对氧化还原反应式的配平;第11章改写价层电子对互斥理论部分;第12章添加配合物的立体异构,计算强场配体配合物的晶体场稳定化能时需考虑电子成对能等。

本书各章的编写仍由原编写者负责,全书由傅洵统稿。

本次修订得到了科学出版社、青岛科技大学化学与分子工程学院和基础化学教研室的大

力支持和帮助;山东科技大学的老师在使用本书第一版和第二版稿件的修改过程中也提出了许多有益的建议和意见,编者深表谢意。

限于学识和水平,书中还会有不当乃至错误之处,敬请读者随时提出宝贵意见,编者将不胜感激。

编 者

2012年2月

第一版前言

本书是青岛科技大学多年从事基础化学教学的一线教师在研究、选择(使用)多个《基础化学》版本教材的基础上,不断总结教学经验而完成的一部专业基础课教材。本书综合了以往无机化学、分析化学的内容,包括化学热力学、动力学基础,四大化学平衡(酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡)与相应的容量分析、重量分析、电位分析应用,物质结构,元素化学与简单仪器分析及应用等。编写的主导思想是“重教学对象、重基础知识、重学科关联、重应用领域”。

1. 重教学对象

基于对大学基础化学教学基本要求内涵的深刻理解以及对普通高等工科学校大一新生的基础能力的长期了解,在编写过程中特别注意了内容的起点与深度适当,准确把握“如何讲解”和“讲解到什么程度”。

2. 重基础知识

本书知识框架清楚,叙述直截了当,适合教师组织课堂教学与学生自学。

3. 重学科关联

综合无机化学与分析化学内容开设的“基础化学(无机与分析化学)”课程已实践了6年。实践告诉我们,无机与分析化学学科内容的衔接与有机结合非常重要。例如,认识到“量”的概念的重要性与严格性并非易事,因此讲解无机四大平衡与分析应用的同时,让大一新生把化学实验与理论课中的相关计算从一开始就建立“定量”的概念。本书除了将“误差与数据处理”一章放在重要位置外,在其他章节的讲解与习题中均对两学科的和谐关联给予了较多关注。

本书包含了仪器分析的基础内容,如电位分析法、吸光光度法与气相色谱分析法。这些中小型仪器在基础化学实验课中多次使用,是一般化学人才必须掌握的基础知识和技能。

本书也注意到与材料科学、环境科学、海洋科学、生命科学等的适当关联。

4. 重应用领域

化学改变着材料科学、环境科学、海洋科学、生命科学等的面貌,这些学科也急剧改变着化学科学。我们认为在基础化学教学中不宜过度弱化元素化学。本书注重了元素化学与热力学基础、物质结构与分析应用的结合;介绍了我国的资源与应用概况;恰当地反映了一些能源、材料、环境与生命等方面的社会关注热点;增添了某些新型材料的制备及新材料在相关学科的应用知识。

本书由傅洵、许泳吉、解从霞合编,第1、2、10、11、14、15、16、17、18章由傅洵编写,第3、4、5、7、12、13章由解从霞编写,第6、8、9、19、20、21章由许泳吉编写。在本书的编写过程中,编者参考了已出版的相关教材,并引用了其中的少量图表、例题与习题,主要参考书列于书后,在此说明并致谢。本书编写过程中,山东大学宋其圣教授给予了无私的帮助,青岛科技大学教务处进行了立项支持,青岛科技大学化学与分子工程学院基础化学教研室沈纬教授及全体教师给予了大力支持与帮助,在此一并致谢!

由于编者水平和教学经验有限,书中不妥与错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2006年10月于青岛

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 化学热力学基础	1
1.1 物质与化学反应的计量	1
1.1.1 物质的计量	1
1.1.2 化学反应的计量	4
1.2 化学热力学的基本概念与术语	6
1.2.1 体系与环境	6
1.2.2 状态与状态函数	6
1.2.3 过程与途径	7
1.2.4 热、功、热力学能	7
1.2.5 热力学第一定律	8
1.3 热化学	9
1.3.1 化学反应的热效应、焓与焓变	9
1.3.2 标准摩尔反应焓, 热化学方程式	9
1.3.3 盖斯定律	11
1.3.4 由标准生成焓计算反应热	12
1.3.5 计算反应热效应的其他方法	13
思考题	14
习题	14
第 2 章 化学反应的方向、速率和限度	16
2.1 化学反应进行的方向	16
2.1.1 影响化学反应方向的因素	16
2.1.2 标准状态下化学反应方向的判断与相关计算	19
2.2 化学反应速率	21
2.2.1 化学反应速率的表示方法	21
2.2.2 反应速率理论简介	23
2.2.3 影响化学反应速率的因素	24
2.3 化学平衡及化学反应的限度	27
2.3.1 可逆反应和化学平衡	27
2.3.2 标准平衡常数与标准自由能变	31
2.3.3 化学平衡的移动	32
思考题	34
习题	36

第3章 误差与数据处理	39
3.1 定量分析中的误差	39
3.1.1 基本概念	39
3.1.2 误差的分类、产生的原因及减免的方法	41
3.2 分析数据的统计处理	42
3.2.1 数据的集中趋势和分散程度的表示	42
3.2.2 偶然误差的分布	44
3.2.3 置信度与平均值的置信区间	45
3.2.4 显著性检验	47
3.3 有效数字及其运算规则	51
3.3.1 有效数字	51
3.3.2 有效数字运算规则	52
思考题	53
习题	53
第4章 酸碱平衡	55
4.1 酸碱平衡的理论基础	55
4.1.1 酸碱电离理论	55
4.1.2 酸碱质子理论	55
4.1.3 酸碱解离常数及酸碱的强度	58
4.2 不同 pH 溶液中酸碱存在形式的分布情况——分布曲线	59
4.2.1 基本概念	59
4.2.2 酸的分布系数与分布曲线	60
4.3 酸碱溶液 pH 的计算	63
4.3.1 质子条件	63
4.3.2 弱酸弱碱水溶液 pH 的计算	64
4.4 酸碱平衡的移动	69
4.4.1 稀释定律与同离子效应	69
4.4.2 活度、离子强度与盐效应	70
4.5 酸碱缓冲溶液	71
4.5.1 缓冲溶液的缓冲原理与缓冲能力	72
4.5.2 缓冲溶液的分类和选择	72
4.5.3 缓冲溶液的有关计算	74
4.6 路易斯酸碱电子理论	76
思考题	76
习题	77
第5章 酸碱滴定法	79
5.1 滴定分析法概述	79
5.1.1 基本概念	79

5.1.2 基准物质与标准溶液	80
5.1.3 滴定分析结果的计算	82
5.2 酸碱指示剂	83
5.2.1 酸碱指示剂及其作用原理	83
5.2.2 指示剂的变色范围	84
5.2.3 混合指示剂	85
5.3 酸碱滴定曲线	86
5.3.1 一元酸碱滴定	86
5.3.2 多元酸、混合酸和多元碱的滴定	90
5.4 滴定终点误差	91
5.4.1 强酸、强碱滴定的终点误差	92
5.4.2 弱酸、弱碱滴定的终点误差	92
5.4.3 终点误差公式	93
5.5 酸碱标准溶液的配制和标定	93
5.5.1 酸标准溶液	93
5.5.2 碱标准溶液	94
5.6 酸碱滴定法应用实例及其计算	94
5.6.1 直接滴定法	94
5.6.2 间接滴定法	97
思考题	99
习题	100
第6章 沉淀溶解平衡	102
6.1 溶度积与溶解度	102
6.1.1 溶度积常数	102
6.1.2 溶度积与溶解度的关系	103
6.2 影响沉淀溶解平衡的因素	104
6.2.1 同离子效应	104
6.2.2 盐效应	104
6.2.3 酸效应	105
6.2.4 配位效应	106
6.3 溶度积规则及其应用	106
6.3.1 溶度积规则	106
6.3.2 溶度积规则的应用	107
思考题	112
习题	113
第7章 重量分析法和沉淀滴定法	115
7.1 重量分析法概述	115
7.1.1 重量分析法及其分类	115

7.1.2 重量分析法的特点	115
7.1.3 沉淀重量法对沉淀的要求	115
7.1.4 影响沉淀完全的因素	116
7.2 沉淀的形成与沉淀条件的选择	117
7.2.1 沉淀的形成	117
7.2.2 沉淀条件的选择	118
7.3 影响沉淀纯净的因素及获得纯净沉淀的措施	121
7.3.1 影响沉淀纯净的因素	121
7.3.2 获得纯净沉淀的措施	123
7.4 沉淀的过滤、洗涤、烘干或灼烧——称量形式的获得	123
7.4.1 沉淀的过滤与洗涤	124
7.4.2 沉淀的烘干或灼烧	124
7.5 重量分析的结果计算与应用实例	125
7.5.1 重量分析的结果计算	125
7.5.2 重量分析应用实例	125
7.6 沉淀滴定法	127
7.6.1 莫尔法	127
7.6.2 福尔哈德法	128
7.6.3 法扬斯法	129
思考题	130
习题	131
第8章 氧化还原平衡	132
8.1 基本概念	132
8.1.1 氧化还原反应和氧化数	132
8.1.2 原电池	132
8.2 电极电势及其影响因素	135
8.2.1 电极电势	135
8.2.2 影响电极电势的因素	137
8.3 电极电势的应用	140
8.3.1 判断原电池的正、负极及计算原电池的电动势	140
8.3.2 判断氧化剂、还原剂的相对强弱	141
8.3.3 计算难溶电解质的 $K_{sp}^{\ominus}$ 或弱酸的 $K_a^{\ominus}$	141
8.3.4 判断氧化还原反应进行的方向	142
8.3.5 判断氧化还原反应进行的程度	142
8.4 元素标准电极电势图及其应用	143
8.4.1 元素标准电极电势图	143
8.4.2 元素标准电势图的应用	144
8.5 化学电池	145

思考题	146
习题	147
第 9 章 氧化还原滴定法	150
9.1 条件电势	150
9.2 滴定分析对氧化还原反应的要求	151
9.2.1 氧化还原反应进行的程度	151
9.2.2 影响反应速率的因素	153
9.2.3 氧化还原滴定前的预处理	154
9.3 氧化还原滴定原理	155
9.3.1 氧化还原指示剂	155
9.3.2 氧化还原滴定曲线	157
9.4 氧化还原滴定的应用	160
9.4.1 高锰酸钾法	160
9.4.2 重铬酸钾法	163
9.4.3 碘法	163
9.4.4 其他氧化还原滴定法	166
9.5 氧化还原滴定结果的计算	166
思考题	168
习题	168
第 10 章 原子结构与元素周期律	170
10.1 氢原子光谱和玻尔氢原子模型	170
10.1.1 卢瑟福原子模型	170
10.1.2 玻尔氢原子模型	170
10.2 微观粒子的运动规律	173
10.2.1 微观粒子的波粒二象性	173
10.2.2 微观粒子运动的统计性	173
10.3 原子的量子力学模型	174
10.3.1 波函数与薛定谔方程	174
10.3.2 电子云和概率分布	175
10.3.3 4 个量子数	178
10.4 原子核外电子的排布与元素周期律	180
10.4.1 多电子原子的能级	180
10.4.2 原子核外电子的排布规律	183
10.4.3 原子的电子层结构与元素周期系	184
10.4.4 元素基本性质的周期性	185
思考题	190
习题	192
第 11 章 化学键和分子结构	194
11.1 离子键与离子晶体	194

11.1.1	离子键理论	194
11.1.2	离子的特性及对离子键强度的影响	195
11.1.3	离子晶体	197
11.2	共价键与原子晶体	200
11.2.1	共价键理论	200
11.2.2	杂化轨道理论	203
11.2.3	价层电子对互斥理论	206
11.2.4	大 π 键	209
11.2.5	分子轨道理论	212
11.2.6	原子晶体	217
11.3	分子间力、氢键和分子晶体	217
11.3.1	分子间力	217
11.3.2	氢键	219
11.3.3	分子晶体	220
11.4	金属键与金属晶体	221
11.4.1	金属键的改性共价键理论	221
11.4.2	金属键的能带理论	222
11.4.3	金属晶体	223
思考题		224
习题		225
第 12 章	配位化合物与配位平衡	227
12.1	配合物的组成、异构现象与命名方法	227
12.1.1	基本概念	227
12.1.2	配合物的异构现象	230
12.1.3	配合物的命名	232
12.2	配位化合物的化学键理论	233
12.2.1	现代价键理论	233
12.2.2	晶体场理论	238
12.3	配位平衡及其影响因素	245
12.3.1	配位平衡与稳定常数	245
12.3.2	配位平衡的移动	248
12.4	螯合物及新型特殊配合物	252
12.4.1	螯合物及其特点	252
* 12.4.2	新型特殊配合物	253
思考题		255
习题		257
第 13 章	配位滴定法	259
13.1	EDTA 及其解离平衡	259
13.1.1	EDTA	259
13.1.2	EDTA 的解离平衡	259

13.2 EDTA 与金属离子的配合物及其稳定性	260
13.2.1 EDTA 与金属离子配合物的特点	260
13.2.2 影响 EDTA 与金属离子配合物稳定性的主要因素	261
13.2.3 准确滴定单一金属离子的条件及酸度范围的确定	265
13.3 滴定曲线	267
13.3.1 滴定曲线的绘制	267
13.3.2 滴定曲线的讨论	268
13.4 金属指示剂	269
13.4.1 金属指示剂及其作用原理	269
13.4.2 金属指示剂应具备的条件及使用中应注意的问题	271
13.4.3 常用金属指示剂	272
13.4.4 终点误差	273
13.5 配位滴定的应用	274
13.5.1 混合离子的选择性滴定	274
13.5.2 滴定方式及应用实例	277
13.5.3 标准溶液的配制与标定	280
思考题	280
习题	281
第 14 章 非金属元素(一)	283
14.1 卤族元素	283
14.1.1 单质	283
14.1.2 卤化氢与氢卤酸	287
14.1.3 卤化物	289
14.1.4 卤素的含氧酸及其盐	290
14.1.5 拟卤素	293
14.2 氧与硫	293
14.2.1 氧与硫的成键特征	294
14.2.2 氧及其化合物	295
14.2.3 硫及其化合物	297
习题	302
第 15 章 非金属元素(二)	304
15.1 氮与磷	304
15.1.1 氮及其化合物	304
15.1.2 磷及其化合物	310
15.1.3 化肥与农药	312
15.2 碳、硅、硼	313
15.2.1 碳及其主要化合物	314
15.2.2 硅及其重要化合物	317
15.2.3 硼及其重要化合物	319
15.3 氢	321

15.3.1 氢在元素周期表中的位置	321
15.3.2 氢单质	322
15.3.3 氢的化合物	323
15.4 稀有气体	325
15.4.1 稀有气体的发现与名称演变	325
15.4.2 稀有气体的通性与用途	325
15.4.3 稀有气体的化合物	327
习题	327
第16章 主族金属元素	329
16.1 碱金属和碱土金属	329
16.1.1 金属元素的性质	329
16.1.2 单质	330
16.1.3 化合物	331
16.2 铝及其重要化合物	335
16.2.1 铝单质	335
16.2.2 氧化铝与氢氧化铝	335
16.2.3 铝盐	336
16.2.4 元素性质的对角关系	336
16.3 锡、铅	337
16.3.1 单质	337
16.3.2 氧化物与氢氧化物	338
16.3.3 主要化合物及其性质	338
16.4 砷、锑、铋	340
16.4.1 氧化物与含氧酸(盐)	340
16.4.2 砷、锑、铋的盐	340
习题	341
第17章 过渡金属元素	343
17.1 概述	343
17.1.1 过渡元素的特征	344
17.1.2 过渡金属与人类社会密切相关	347
17.2 钛及其重要化合物	349
17.2.1 单质	349
17.2.2 钛的重要化合物	349
17.3 铬及其重要化合物	351
17.3.1 单质	351
17.3.2 铬的重要化合物	351
17.4 锰及其重要化合物	354
17.4.1 单质	354
17.4.2 锰的重要化合物	355
17.5 铁系元素及其重要化合物	357

17.5.1 单质	357
17.5.2 氧化物和氢氧化物	358
17.5.3 盐类	359
17.5.4 配位化合物	360
17.6 铜副族	362
17.6.1 单质	362
17.6.2 铜的重要化合物	364
17.6.3 银与金的重要化合物	366
17.7 锌副族	367
17.7.1 单质	367
17.7.2 锌的重要化合物	368
17.7.3 镉的重要化合物	369
17.7.4 汞的重要化合物	369
习题	371
第 18 章 镧系元素	374
18.1 概述	374
18.1.1 稀土元素在地壳中的分布	374
18.1.2 镧系元素的原子结构及相关性质	375
18.2 镧系元素单质与化合物	377
18.2.1 镧系金属的性质	377
18.2.2 镧系元素的氧化物和氢氧化物	377
18.2.3 镧系元素的难溶盐	378
18.2.4 镧系元素的易溶盐	379
18.2.5 镧系元素的配合物	379
18.3 镧系元素的分离提取与应用	380
18.3.1 镧系元素的分离提取	380
18.3.2 镧系元素的应用	381
习题	383
第 19 章 电位分析法	384
19.1 电位分析法概述	384
19.1.1 电位分析中常用电极	384
19.1.2 离子选择性电极的选择性	389
19.2 直接电位法	389
19.2.1 溶液 pH 的测定	390
19.2.2 离子活度或浓度的测定	390
19.2.3 影响测量准确度的因素	392
19.3 电位滴定法	393
19.3.1 电位滴定的基本原理及装置	393
19.3.2 电位滴定确定滴定终点的方法	393
思考题	395

习题	395
第 20 章 吸光光度法	397
20.1 概述	397
20.1.1 物质对光的选择性吸收	397
20.1.2 吸光光度法的特点	398
20.1.3 光吸收的基本定律	399
20.1.4 偏离朗伯-比尔定律的原因	400
20.2 可见分光光度法	402
20.3 显色反应及其影响因素	404
20.3.1 显色反应及显色剂	404
20.3.2 显色反应条件的选择	406
20.4 吸光度测量条件的选择	408
20.4.1 入射光波长的选择	408
20.4.2 参比溶液的选择	408
20.4.3 吸光度读数范围的选择	409
20.5 分光光度法的应用	410
20.5.1 微量组分的含量测定	410
20.5.2 高含量组分的测定——示差分光光度法	411
20.5.3 光度滴定法	412
20.5.4 酸碱解离常数的测定	413
20.5.5 配合物组成及稳定常数的测定	414
20.5.6 双波长分光光度法	415
思考题	416
习题	416
第 21 章 气相色谱分析法	418
21.1 概述	418
21.1.1 气相色谱分析的流程	418
21.1.2 气相色谱分析常用的基本术语	419
21.2 气相色谱分析法的基本理论	420
21.2.1 混合组分的分离过程	420
21.2.2 塔板理论和速率理论	421
21.3 气相色谱分析法分离条件的选择	423
21.3.1 分离度 R	423
21.3.2 固定相及其选择	424
21.3.3 分离操作条件的选择	425
21.4 气相色谱检测器	427
21.4.1 热导池检测器	427
21.4.2 氢火焰离子化检测器	429
21.5 气相色谱定量方法	430
21.5.1 峰面积的测量	430

21.5.2 定量校正因子	431
21.5.3 定量分析方法	432
21.6 气相色谱分析法的特点及应用	434
思考题	434
习题	434
主要参考文献	436
附录	437
附录 1 常用的重要物理常量	437
附录 2 常用的单位换算关系	437
附录 3 SI 基本单位	438
附录 4 常见物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 $S_m^\ominus(298.15\text{ K})$	438
附录 5 弱酸和弱碱在水中的解离常数	444
附录 6 常见难溶电解质的溶度积常数 $K_{sp}^\ominus(298.15\text{ K}, \text{离子强度 } I=0)$	446
附录 7 标准电极电势(298.15 K)	447
附录 8 条件电极电势(298.15 K)	450
附录 9 常见化合物的相对分子质量	451