



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

无机及分析化学

Inorganic and
Analytical Chemistry

第二版

龚淑华◎主编



中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

无机及分析化学

第二版

龚淑华 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无机及分析化学 / 龚淑华主编. —2 版. —北京:
中国农业出版社, 2013. 5
普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等
农林院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-109-17854-0

I. ①无… II. ①龚… 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 (2013) 第 088334 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
策划编辑 曾丹霞
文字编辑 曾丹霞

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2007 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 2 版
2013 年 8 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23
字数: 542 千字
定价: 39.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书为普通高等教育农业部“十二五”规划教材、全国高等农林院校“十二五”规划教材。全书共分13章,包括原子结构、分子结构、分散体系、化学热力学基础、化学动力学基础、酸碱平衡、沉淀-溶解平衡、配位化合物与配位平衡、氧化还原反应与原电池、误差与数据处理、滴定分析法、分光光度法、现代仪器分析简介。每节后附有思考题,每章后附有阅读材料、科学家简介、学习目标和习题,书后附有习题参考答案。

本书是一本化学基础课教材,可作为高等农林院校农学、林学、水产、生物、食品和环境等专业的本科教材。

效应、酸效应、配位效应”放在第一节中做简要介绍，将“副反应系数和条件溶度积”的内容作为阅读材料介绍，将“沉淀的转化”从原章节中剥离出来，单独作为一节内容介绍。

(7)在配位化合物与配位平衡一章，增加了“影响配位平衡的因素”内容。

(8)在氧化还原反应与原电池一章，增加了一定量的思考题和习题，将“电池反应热力学”和“浓度对电极电势和电动势的影响”都作为单独一节介绍。

(9)在误差与数据处理一章，对原书的内容作了调整，减少重复，增加解释和示例。

(10)在滴定分析法一章，将滴定分析法概述和“四大滴定”合为一章，重点介绍酸碱滴定法，删去了配位滴定法和氧化还原滴定法中滴定曲线的计算过程。虽然这一章的篇幅较大，但由于“四大滴定”有相通之处，又相互独立，对教和学都不会产生较大影响。

修订后的第二版，在问题切入、文字叙述、问题解释和应用举例等方面都有许多改进，使教材更加观点鲜明，可读性强。

参加本书修订工作的有：王炳锋(第1、2章)、周晓华(第3、4、5章)、龚淑华(第6、10、11章)、王瑞芳(第7、8、9章)和卢其明(第12、13章)，全书由龚淑华统编定稿。刘展眉教授、周家容教授审稿。

由于编者水平有限，书中错误及不妥之处敬请读者批评指正。

编者

2013年3月于华南农业大学理学院

为序): 卢其明(第1章), 周晓华(第2、7、8章), 龚淑华(第3、4、5、6章), 王炳锋(第9、10章)。全书由龚淑华统稿。本教材在编写时, 力求做到以下几个方面:

(1) 结构严谨, 条理清晰, 前后内容互相呼应, 增加教材的可读性。

(2) 插入大量的图、表、例题, 增加教材的直观性。

(3) 每节后插入思考题, 以加深同学们对课程内容的理解。

(4) 精心选择习题内容, 并附上习题参考答案, 方便同学们自我检查学习情况。

(5) 精心插入阅读材料, 以扩大同学们的知识面和学习兴趣。

本教材为全国高等农林院校“十一五”规划教材, 在编写和出版中, 得到了中国农业出版社和华南农业大学教务处的大力支持, 也得到了华南农业大学理学院应用化学系老师们的共同关注, 对本教材提出了许多宝贵的意见和建议, 在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 本教材虽经过多次反复修改和校对, 仍难免有错误和不当之处, 恳切希望使用本教材的教师和同学们提出宝贵意见, 以便及时改正。

编者

2007年3月于华南农业大学理学院

1.6.1 核外电子排布和元素周期表	18
1.6.2 原子结构与元素基本性质	19
【阅读材料 1】霓虹灯	22
【阅读材料 2】元素种类到底是否有限? 元素周期表有否终点?	22
【阅读材料 3】希格斯粒子 (Higgs boson)	23
【科学家简介 1】玻尔	23
【科学家简介 2】薛定谔	24
【学习目标】	24
习题	25
2 分子结构	27
2.1 离子键	28
2.1.1 离子键的形成	28
2.1.2 离子键的特征	28
2.1.3 离子的结构	29
2.2 共价键	30
2.2.1 价键理论	31
2.2.2 杂化轨道理论	33
2.2.3 价层电子对互斥理论	37
2.3 配位键	38
2.3.1 杂化类型与空间构型的关系	38
2.3.2 外轨型配合物	40
2.3.3 内轨型配合物	40
2.4 分子间的作用	41
2.4.1 键的极性	42
2.4.2 分子的极性	42
2.4.3 分子极化	43
2.4.4 范德华力	43
2.5 氢键	45
2.5.1 氢键的形成	45
2.5.2 氢键的方向性和饱和性	46
2.5.3 氢键对化合物性质的影响	46
2.6 晶体结构	47
2.6.1 离子晶体	48
2.6.2 原子晶体	49
2.6.3 分子晶体	49
【阅读材料 1】准晶体	49
【阅读材料 2】三聚氰胺	50
【阅读材料 3】塑化剂	50

【科学家简介】鲍林	50
【学习目标】	51
习题	51
3 分散体系	55
3.1 分散系的概念	56
3.2 稀溶液的依数性	56
3.2.1 非电解质稀溶液的依数性	57
3.2.2 电解质稀溶液的依数性	63
3.3 溶胶	64
3.3.1 分散度与表面能及表面吸附现象	64
3.3.2 溶胶的性质	66
3.3.3 胶团结构	68
3.3.4 溶胶的稳定性与聚沉	70
3.4 乳浊液	72
3.4.1 乳浊液	72
3.4.2 乳化剂	73
3.4.3 乳化剂与乳浊液类型的关系	74
【阅读材料】空气质量与 PM2.5	75
【学习目标】	77
习题	77
4 化学热力学基础	79
4.1 热力学的基本概念	80
4.1.1 系统与环境	80
4.1.2 状态和状态函数	80
4.1.3 标准状态	81
4.1.4 过程和途径	81
4.1.5 化学计量系数和反应进度	81
4.2 热力学第一定律	83
4.2.1 热和功	83
4.2.2 热力学能	84
4.2.3 热力学第一定律	84
4.3 反应的焓变	84
4.3.1 定容反应热和定压反应热	84
4.3.2 标准摩尔焓变	86
4.3.3 盖斯定律	87
4.3.4 反应的标准摩尔焓变的计算	88
4.4 混乱度与反应的熵变	90

4.4.1	混乱度与熵的概念	90
4.4.2	反应自发进行的判据——熵判据	91
4.4.3	化学反应熵变的定性判断与定量计算	91
4.5	反应自发性与反应的吉布斯自由能变	93
4.5.1	吉布斯自由能和自由能判据	93
4.5.2	吉布斯-亥姆霍兹方程	94
4.5.3	反应的标准摩尔自由能变 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的计算	94
4.5.4	任意状态下反应的 $\Delta_r G_m(T)$ 的计算	96
4.6	化学平衡与反应限度	98
4.6.1	化学平衡的热力学标志	98
4.6.2	实验平衡常数	98
4.6.3	标准平衡常数	99
4.6.4	反应限度的热力学表示	100
4.6.5	同时平衡	100
4.6.6	平衡转化率和产率	101
4.6.7	化学平衡的有关计算	101
4.6.8	平衡移动	103
	【阅读材料 1】微观状态数与熵	106
	【阅读材料 2】自由能判据的推导	107
	【阅读材料 3】非平衡态热力学——耗散结构理论简介	108
	【学习目标】	109
	习题	109
5	化学动力学基础	113
5.1	化学反应速率	114
5.1.1	化学反应速率的表示方法	114
5.1.2	反应速率的测定	115
5.2	反应历程与基元反应	115
5.2.1	基元反应与复杂反应	115
5.2.2	反应分子数与反应机理	116
5.3	化学反应速率理论简介	117
5.3.1	碰撞理论	117
5.3.2	过渡状态理论	119
5.4	反应速率与反应物浓度的关系	120
5.5	反应速率与温度的关系	122
5.6	反应速率与催化剂的关系	124
5.6.1	催化剂与催化作用	125
5.6.2	催化作用的特征	125
5.6.3	催化作用分类	127
5.6.4	生物催化剂——酶	127

【阅读材料 1】从化学到考古	128
【阅读材料 2】酶与底物的结合模式	129
【学习目标】	131
习题	131
6 酸碱平衡	133
6.1 电解质溶液理论简介	134
6.1.1 电解质溶液	134
6.1.2 离子氛	135
6.1.3 活度和离子强度	135
6.2 酸和碱的概念	136
6.2.1 酸和碱的定义	136
6.2.2 水的质子自递常数	138
6.2.3 弱酸弱碱的离解平衡和离解常数	139
6.2.4 共轭酸碱对的 K_a^\ominus 与 K_b^\ominus 的关系	140
6.3 水溶液中酸碱平衡的计算	141
6.3.1 水溶液中平衡计算的一般原则	141
6.3.2 强酸强碱溶液	143
6.3.3 一元弱酸溶液	144
6.3.4 一元弱碱溶液	147
6.3.5 多元弱酸和多元弱碱溶液	148
6.3.6 两性物质溶液	149
6.4 酸碱平衡的移动	151
6.4.1 稀释效应	151
6.4.2 同离子效应	151
6.4.3 盐效应	153
6.5 缓冲溶液	154
6.5.1 缓冲溶液的组成和 pH 计算	154
6.5.2 缓冲原理和缓冲溶液的配制	155
6.5.3 缓冲溶液的用途	157
6.6 弱酸溶液中各物种的分布	158
6.6.1 弱酸的分布系数	158
6.6.2 弱酸的分布曲线	160
【阅读材料 1】物质的酸碱性与溶剂的关系	161
【阅读材料 2】拉平效应和区分效应	161
【阅读材料 3】逐步逼近法	162
【阅读材料 4】混合弱酸溶液 pH 的计算	162
【科学家简介】奥斯特瓦尔德	163
【学习目标】	164

习题	164
7 沉淀-溶解平衡	167
7.1 沉淀-溶解平衡	168
7.1.1 沉淀-溶解平衡的建立	168
7.1.2 溶解度与溶度积的关系	169
7.2 沉淀的生成与溶解	171
7.2.1 溶度积规则	171
7.2.2 沉淀的生成	171
7.2.3 分步沉淀	173
7.2.4 沉淀的溶解	175
7.3 沉淀的转化	176
【阅读材料】副反应系数与条件溶度积	177
【学习目标】	179
习题	179
8 配位化合物与配位平衡	183
8.1 配合物的基本概念	184
8.1.1 配合物的定义	184
8.1.2 配合物的组成	185
8.1.3 配合物的命名	186
8.2 配位平衡	187
8.2.1 逐级稳定常数和累积稳定常数	187
8.2.2 配位平衡的计算	189
8.2.3 配合物各物种的分布	190
8.3 影响配位平衡的因素	191
8.3.1 酸度的影响	191
8.3.2 配位平衡与沉淀-溶解平衡的竞争	192
8.3.3 配位平衡与氧化还原平衡的竞争	193
8.3.4 配离子的转化	194
8.4 螯合物	195
8.4.1 螯合物的形成	195
8.4.2 螯合物的稳定性	195
【阅读材料】配合物的应用	196
【学习目标】	198
习题	198
9 氧化还原反应与原电池	201
9.1 氧化还原反应的基本概念	202

9.1.1 元素的氧化数	202
9.1.2 氧化还原反应	203
9.1.3 氧化还原反应的配平	204
9.2 原电池	205
9.2.1 原电池	205
9.2.2 电极的类型	207
9.3 电极电势	208
9.3.1 电极电势的产生机理	208
9.3.2 标准氢电极与标准电极电势	210
9.4 电动势与反应的吉布斯自由能变	211
9.5 浓度对电极电势和电动势的影响	213
9.5.1 电动势的能斯特方程	213
9.5.2 电极电势的能斯特方程	214
9.6 电极电势的应用	216
9.6.1 比较氧化剂和还原剂的相对强弱	217
9.6.2 判断氧化还原反应的先后次序	218
9.6.3 计算电池反应的标准平衡常数	218
9.6.4 测定溶液的 pH	219
9.7 元素的电势图及其应用	220
9.7.1 元素的电势图	220
9.7.2 电势图的应用	221
【阅读材料】 氢氧燃料电池简介	223
【科学家简介】 能斯特	223
【学习目标】	224
习题	224
10 误差与数据处理	227
10.1 准确度与误差	228
10.2 精密度与偏差	228
10.3 系统误差与随机误差	230
10.3.1 系统误差	230
10.3.2 随机误差	231
10.4 简单运算过程中的误差传递	232
10.4.1 加减法	232
10.4.2 乘法	232
10.5 有效数字与数值运算规则	233
10.5.1 有效数字的概念	233
10.5.2 数值的修约规则	233
10.5.3 数值的运算规则	234