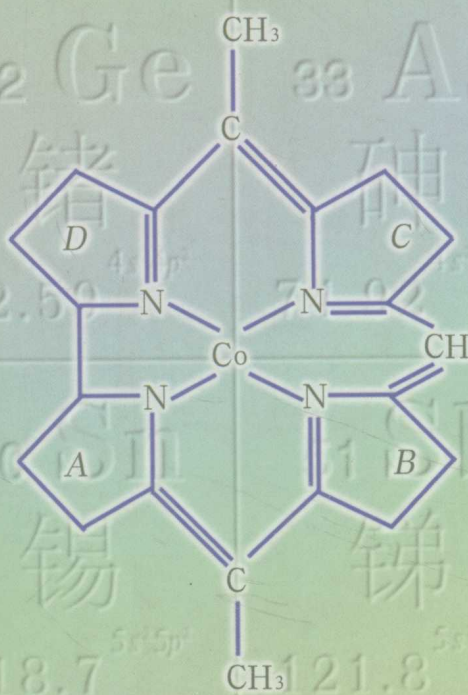


无机及分析化学

刘灿明 王日为 主编



中国农业出版社



无机及分析化学

刘灿明 王日为 主编

12 (15) 月 2

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无机及分析化学/刘灿明, 王日为主编. —北京: 中国农业出版社, 1999. 8

ISBN 7-109-05946-4

I. 无... II. ①刘...②王... III. ①无机化学②分析化学 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 20846 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 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 王琦璐 赵立山

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月北京第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 21.75 插页: 1

字数: 540 千字 印数: 3 501~6 500 册

定价: 33.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编
副主编
编写者

刘灿明
熊远福
刘灿明
雷 婷
陈学泽
谢文刚

王日为
雷 婷
王日为
曾 鑫
周 军
石国荣

曾 鑫
熊远福
凌 云
李辉勇
黎凌云

前言

科学技术的发展和 21 世纪的来临,对高等教育的人才培养规格与质量提出了更高的要求,这就迫使人们对传统的课程体系与教学内容进行改革。作为教育部“面向 21 世纪高等农林院校植物生产类课程体系与教学内容改革”课题的子项目及湖南省教委“面向 21 世纪高等农林院校化学系列课程体系与教学内容改革”课题的主持单位,已按教改计划重新构建了新的课程体系,调整了教学内容,并已试行三届。几年的教学实践及多方面的信息表明:这项改革无论是在课程体系的优化组合,还是在教学内容的调整与更新、教学方法手段的合理运用等方面都取得了新的突破。

无机及分析化学是按照新的课程体系,将原来的普通化学和分析化学二门课程的理论部分合并而成的一门新的课程。由于多种原因,目前还没有一本适合于农林院校本科教学的无机及分析化学教材,为此,我们根据无机及分析化学课程在农林院校的地位与作用,并参照 1995 年全国高等农业院校在南京会议上修订的《普通化学》和《分析化学》教学基本要求,结合我们多年的教学实践编写了这本教材。供农林院校本科专业使用(也可供专科学学生选用)。

本书在章节安排时保持了无机化学和分析化学课程的科学性和系统性,但注意了内容相互衔接、避免了重复。编写的思路是以化学热力学和化学动力学作为研究化学问题的基本方法,通过原子、分子结构揭示物质变化的内在联系与规律,以四大平衡为主线,通过计算阐述化学变化的基本规律,并在此基础上讨论滴定分析的有关问题。考虑到大多数专业尚未开设《仪器分析》课

程，书中安排了吸光光度法和电位分析法两章。

在编写过程中，考虑到各专业的授课学时不尽相同，书中某些章节加有※号，便于不同的专业选用。

书中所用单位一律采用法定计量单位。

参加本书编写的有：湖南农业大学刘灿明（前言、绪论、第九章、第十四章）、王日为（第四章、第十章）、熊远福（第六章、第十五章）、黎凌云（第十三章）、雷婷（第五章）、曾鑫（第三章）、凌云（第二章）、周军（第八章）、李辉勇（第十一章）、谢文刚（第十二章）、唐小兰（第一章），中南林学院陈学泽（第七章）。书稿完成后，经主编、副主编修改，最后由主编统一定稿。

本书承蒙王玉川、黄碧卿先生审阅，并提出许多建设性意见。博士导师罗泽民教授从百忙中抽时间阅读了书稿，并热情为本书作序，在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，加上时间仓促，漏误之处在所难免，恳请同行和读者批评指正。

编 者

1999年4月

序

我很知足

21 世纪将是生物与生命科学的新时代,有关化学与生物学、生命科学的关系许多学者都有精辟的论述,著名化学家唐有祺教授在 1989 年 10 月 18 日南开大学建校 70 周年纪念会上作的题为“化学之继往开来”中指出:“在原子和分子水平上生物学可以分享化学已经建立的全部原理,生命科学中的很多问题已经成为化学和生物学共同研究的对象”。Nobel 奖金获得者、美国医学教授 A. komberg 更是高声疾呼要“把生命理解成化学”。化学是在分子水平研究物质运动的科学,作为自然科学领域中的中心学科覆盖面最宽,辐射面最广。生命运动的基础是生物体内物质分子的化学运动。揭示生命的运动规律以及生命体与生存环境的相关关系,必须以认识有关物质分子运动为前提。多年来高等农业院校种植业和养殖业各专业本科生培养计划中,一系列化学课程所占学时之和占专业计划总学时 10% 以上,份量之重,专业之所必需,显而易见。而在诸门化学课中,《无机及分析化学》更是基础的基础。因此编写一本高质量的教材,培养学生更好地掌握化学学科的基本知识、基础理论和基本技能,就显得十分重要。

目前,教育部下达的由湖南农业大学中标主持的课题“面向 21 世纪植物生产类专业课程体系与教学内容的改革”项目已取得突破性进展,课题子项目:“面向 21 世纪农科基础化学系列课程体系与教学内容的改革”已进入攻坚阶段,由我校应用化学系为主编著的这本《无机及分析化学》教材是其成果之一,教材内容覆盖了原课程体系普通化学、分析化学的内容,编著者本着:精选内容,优化组合;承先启后,有序安排;无必需内容的失落,

又避免以往的不必要的重复；阐述理论，逻辑清晰，概念分明；剖析难点，言简意明，深入浅出；既保留学科原有的精华，又重视推陈出新，引入新的知识、理论和实验技术；以课程应有的系统为主线，又结合专业需要列举例证作必要的应用延伸。整体看来，科学性、系统性、先进性俱强，内容丰富，文字精练流畅，书末还附有常用的数据、表格，便于使用者查阅，在一定程度上能起到工具书的作用。这是一本适用于高等农业院校有关专业进行《无机及分析化学》教学的好教材。

本书的作者都是从事多年基础化学教学和应用化学研究的青年教师，他们勤奋学习，努力工作，刻苦钻研，对业务知识刻意求新，教学、科研上业绩突出，积累有丰富的教学经验，编写过多部质量优良的化学教材。我在湖南农业大学从事有机化学及生物化学教学40余年，深知无机及分析化学的重要性，并亲眼目睹编写者们脱颖而出，成为农业教育战线化学教学的主力军。

我坚信：本书的顺利出版又将为农林院校基础课教学提供一部优秀的教材。

罗泽民

1999年4月于湖南农业大学

第二次印刷说明

本书第一版第一次是在 20 世纪末,为适应新世纪高等农林院校化学教学改革的需要而编写的。出版几年来,受到了师生的欢迎,收到了较好的教学效果。但随着教学改革的进一步深化,有必要对第一次作相应的修改和充实。为此,我们于 2001 年上半年即着手第二次的编写工作。

本书第二次与第一次相比,更具时代性,内容编排也更加科学、合理。主要变动表现在:

1. 书中内容编排分成三个层次:第一层次为教学大纲基本要求的内容(根据 1995 年全国高等农林院校在南京会议上修订的《普通化学》和《分析化学》教学基本要求和我校的实际情况确定);第二层次是深入提高的内容,书中加有星号,便于不同专业选用;第三层次是扩大知识面的内容,书中用小字排版,供学生阅读参考。

2. 为便于学生了解现代分析手段及仪器分析有关知识,增加了“现代仪器分析简介”一章。

参加本书编写的有湖南农业大学(按编写内容先后顺序排列):周军(第一章)、凌云(第二章)、曾鑫(第三章、第八章)、王日为(第四章、第十章)、雷婷(第五章)、熊远福(第六章、第十五章)、刘灿明(第九章、第十四章)、李辉勇(第十一章)、谢文刚(第十二章)、黎凌云(第十三章)、石国荣(第十六章)。中南林学院陈学泽(第八章)。

书稿完成后,经主编、副主编修改,最后由主编统一定稿。

由于编者水平有限,书中错误及不妥之处在所难免,希望读者批评指正。

编 者

2002 年 6 月

目 录

序	
第二次印刷说明	
前言	
绪论	1
一、化学研究的对象和发展简介	1
二、无机化学和分析化学的任务与作用	1
三、无机及分析化学在专业中的重要性	2
四、学习方法与要求	2
第一章 分散体系	4
第一节 溶液	5
一、溶液的浓度	5
二、稀溶液的通性	7
第二节 胶体	12
一、分散度与表面能	13
二、吸附作用	14
三、溶胶的性质	16
四、溶胶的胶团结构	18
五、溶胶的稳定性和聚沉	19
※六、高分子化合物溶液	21
七、表面活性物质和乳浊液	22
思考题	25
习题	25
第二章 化学热力学基础	27
第一节 基本概念	27
一、系统与环境	27
二、状态和状态函数	27
三、过程和途径	28

四、热、功和内能	29
第二节 化学反应热效应	30
一、热力学第一定律	30
二、反应热和焓	31
三、盖斯定律	33
四、标准生成热和标准燃烧热	34
第三节 化学反应的自发性	38
一、自发过程	38
二、熵	40
三、吉布斯自由能	42
思考题	45
习题	46
第三章 化学反应速率与化学平衡	48
第一节 化学反应速率	48
一、化学反应速率	48
二、反应机理	49
三、反应速率理论	50
第二节 影响反应速率的因素	52
一、浓度对反应速率的影响	52
二、温度对反应速率的影响	55
三、催化剂对反应速率的影响	57
第三节 化学平衡	58
一、化学平衡常数	58
二、平衡常数与 $\Delta G^\ominus$	60
三、化学平衡的计算	61
第四节 化学平衡的移动	62
一、浓度对化学平衡的影响	62
二、压力对化学平衡的影响	63
三、温度对化学平衡的影响	65
四、平衡移动原理与反应条件选择	66
思考题	66
习题	67
第四章 电解质溶液	70
第一节 强电解质与弱电解质	70
一、电解质的分类	70
二、电离度	70
三、一元弱酸(碱)的电离平衡	70
四、多元弱酸的电离平衡	74

※五、强电解质溶液	75
第二节 缓冲溶液	76
一、缓冲溶液的组成	76
二、缓冲作用原理	76
三、缓冲溶液 pH 的计算	77
四、缓冲容量与缓冲范围	79
五、缓冲溶液的配制	80
第三节 盐类的水解	81
一、一元弱酸强碱盐的水解	81
二、一元弱碱强酸盐的水解	82
三、弱酸弱碱盐的水解	83
四、多元弱酸强碱正盐的水解	84
※五、酸式盐的水解	84
六、影响盐类水解平衡的因素	85
第四节 酸碱理论	86
一、酸碱质子理论	86
二、酸碱电子理论	87
第五节 沉淀溶解平衡	87
一、溶度积	88
二、溶度积规则	90
思考题	94
习题	95
第五章 氧化还原反应	97
第一节 氧化还原反应的基本概念	97
一、氧化数	97
二、氧化与还原	98
第二节 氧化还原反应方程式的配平	99
一、氧化数法	99
二、离子—电子法	100
第三节 原电池和电动势	101
一、原电池和电极	101
二、电极的分类	103
三、电极电位和电池电动势	103
四、电池反应自由能变与电动势	104
第四节 影响电极电位的因素	105
一、标准电极电位	105
二、影响电极电位的因素	106
第五节 电极电位的应用	111

一、判断原电池的正、负极, 计算电池电动势	111
二、判断氧化剂和还原剂的相对强弱	111
三、判断氧化还原反应的方向	111
四、选择氧化剂或还原剂和判断氧化还原反应次序	112
五、判断氧化还原反应进行的程度	113
※六、元素电位图及其应用	114
思考题	116
习题	116
第六章 原子结构	119
※第一节 核外电子运动的特性	119
一、氢原子光谱	119
二、微观粒子的波粒二象性	121
三、海森堡测不准原理	122
第二节 核外电子运动状态的描述	122
※一、波函数和原子轨道	122
※二、电子云和径向分布函数图	125
三、量子数	126
第三节 原子核外电子排布和元素周期表	127
一、轨道能级	127
二、核外电子排布原理	129
三、原子的电子层结构与元素周期表	129
第四节 元素基本性质的周期律	132
一、原子半径	132
二、电离能	133
三、电子亲合能	134
四、电负性	135
思考题	135
习题	136
第七章 分子结构	137
第一节 离子键	137
一、离子键的形成	137
二、离子键的特征	137
※三、离子的特征	138
四、晶格能 (U)	139
第二节 共价键理论	139
一、价键理论	140
二、杂化轨道理论	143
※三、分子轨道理论	146

第三节 分子间力和氢键	149
一、分子的极性	149
二、分子间力	150
三、氢键	151
※第四节 离子极化	152
一、离子的极化作用和变形性	152
二、离子极化对物质性质的影响	153
第五节 晶体结构	155
一、离子晶体	155
二、原子晶体	155
三、分子晶体	156
四、金属晶体	156
思考题	156
习题	157
第八章 配位化合物	159
第一节 配合物的基本概念	159
一、配合物的组成	159
二、配合物的命名	161
第二节 配合物的价键理论	162
一、配位键的形成	162
二、若干配离子的价键结构	162
三、外轨型与内轨型配离子	166
第三节 配位离解平衡	166
一、配位离解平衡与平衡常数	166
二、配位离解平衡的移动	168
第四节 螯合物	174
一、螯合物简介	174
二、几种重要的螯合剂	175
三、EDTA 的螯合物	176
四、生物螯合物示例	177
五、配合物的重要性	178
思考题	178
习题	179
第九章 重要生物元素及其化合物	181
第一节 非金属元素选述	181
一、卤素	182
二、氧、硫、硒	185
三、氮、磷、砷	188

四、碳、硅、硼	192
第二节 主族金属元素	195
一、钾、钠、钙、镁	195
二、P 区金属元素	197
第三节 过渡金属元素	198
一、通性	198
二、dS 区元素	199
三、d 区元素	202
思考题	205
习题	205
第十章 分析化学概论	208
第一节 分析化学的任务和分析方法	208
一、分析化学的任务和作用	208
二、分析方法的分类	208
三、物质分析的一般程序	209
四、分析化学的发展趋势	210
第二节 滴定分析概述	210
一、滴定分析法对反应的要求与滴定方式	210
二、标准溶液与基准物质	211
三、滴定分析结果的计算	213
第三节 误差及分析数据的处理	216
一、误差与准确度	217
二、偏差与精密度	218
三、准确度与精密度的关系	219
四、提高分析结果准确度的方法	219
五、有限次分析数据的处理	220
思考题	223
习题	223
第十一章 酸碱滴定法	225
第一节 酸碱指示剂	225
一、酸碱指示剂的变色原理	225
二、影响指示剂变色间隔的因素	227
※三、混合指示剂	228
第二节 滴定曲线与指示剂的选择	229
一、强酸与强碱的相互滴定	229
二、一元弱酸(弱碱)的滴定	231
三、多元酸和多元碱的滴定	234
第三节 酸碱滴定法的应用	235

一、酸碱标准溶液的配制和标定	235
二、酸碱滴定中 CO_2 的影响	236
三、应用示例	237
思考题	238
习题	238
第十二章 配位滴定法	240
第一节 EDTA 及其配合物的特点	240
一、EDTA 的性质	240
二、EDTA 与金属离子形成螯合物的特点	241
第二节 配位平衡	241
一、配合物稳定常数与各级配合物的分布	241
二、影响配位平衡的因素	244
三、条件稳定常数	246
第三节 配位滴定原理	246
一、配位滴定曲线	246
二、酸效应曲线与酸度控制	248
三、金属指示剂	249
四、提高配位滴定选择性的方法	250
第四节 配位滴定法应用	252
一、EDTA 标准溶液的配制和标定	252
二、应用实例	252
思考题	253
习题	253
第十三章 氧化还原滴定法	255
第一节 氧化还原滴定法概述	255
第二节 氧化还原滴定曲线与滴定终点的确定	256
一、氧化还原滴定曲线	256
二、氧化还原滴定中的指示剂	258
第三节 高锰酸钾法	260
一、概述	260
二、标准溶液的配制与标定	260
三、高锰酸钾法应用示例	261
第四节 重铬酸钾法	262
一、概述	262
二、重铬酸钾法应用示例	262
第五节 碘量法	263
一、概述	263
二、标准溶液的配制和标定	265

三、碘量法应用示例	266
思考题	267
习题	267
第十四章 吸光光度法	268
第一节 吸光光度法的基本原理	268
一、光的基本性质	268
二、物质对光的选择性吸收	269
三、光吸收的基本定律	270
第二节 显色反应及其条件控制	271
一、吸光光度法对显色反应的要求	271
二、显色反应的条件及其影响因素	272
三、显色剂	274
第三节 吸光光度分析方法和仪器	275
一、目视比色法	275
二、光电比色法和分光光度法	275
三、吸光光度法常用仪器	276
第四节 吸光光度法的测量误差及测量条件的选择	279
一、吸光光度法的误差来源	279
二、测量条件的选择	281
第五节 吸光光度法的应用	282
一、试样中微量组分的测定	282
二、示差分光光度法	283
思考题	284
习题	284
第十五章 电位分析法	285
第一节 电位分析法基本原理	285
一、基本原理	285
二、参比电极	286
三、指示电极	286
四、pH 玻璃电极及其膜电位	288
五、复合电极简介	289
第二节 直接电位法	290
一、溶液 pH 的电位分析法	290
二、溶液 pH 电位法测定时的注意事项	291
三、离子活(浓)度的测定方法	292
※第三节 电位滴定法	294
一、基本原理	294
二、滴定终点的确定	295