



普通高等教育农业部“十二五”规划教材



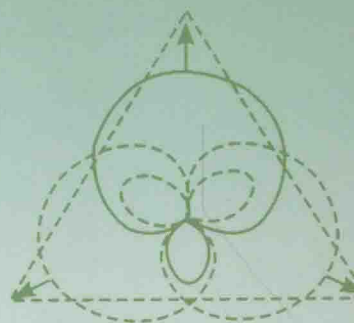
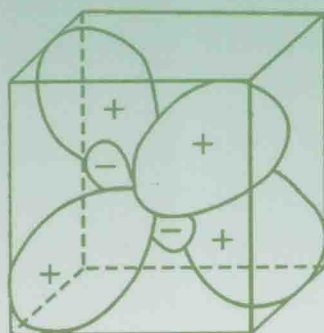
教育部高等农林院校理科基础课程
教学指导委员会推荐示范教材配套辅导教材

无机及分析化学 学习指导

第2版

Guidance for Inorganic and
Analytical Chemistry

● 贾之慎 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE



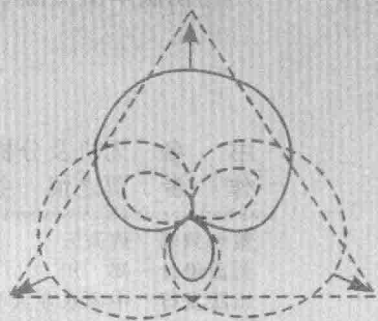
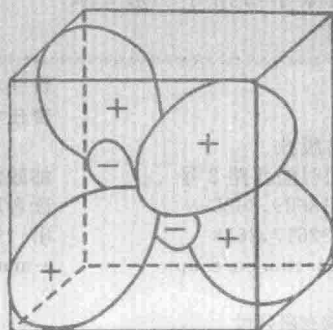
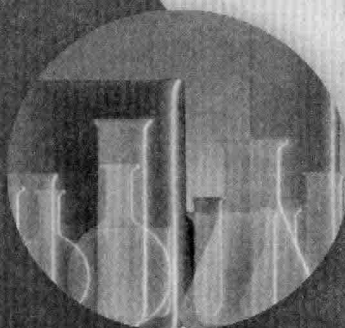
普通高等教育农业部“十二五

教育部高等农林院校理科基础课程
教学指导委员会推荐示范教材配套辅导教材

无机及分析化学 学习指导

第2版

贾之慎 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

内 容 简 介

本书是普通高等教育农业部“十二五”规划教材,是普通高等教育农业部“十二五”规划教材《无机及分析化学》(贾之慎主编)的配套教学参考书。本书也可作为其他版本的无机及分析化学教材或普通化学和分析化学课程的学习指导和参考书及研究生入学考试的复习参考书。本书各章和主教材相对应,每章分内容要点,知识结构图,重点、难点和考点指南,学习效果自测练习及答案,教材习题选解等五部分。本书还提供了11套模拟试题及参考答案,题目典型、覆盖面广,主要选自历年课程考试和研究生考试真题。本书能帮助教师更有效地掌握课程教学基本要求,使学生能更有效地掌握教学内容,提高学习效果,是学生全面复习的好参考。

本书层次分明,内容精练,通用性强,可供植物生产类、动物生产类、草业科学类、森林资源类、环境生态类、动物医学类、水产类以及生命科学、食品科学、资源与环境科学、制药工程、林产化工、应用化学等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学学习指导/贾之慎主编. —2版. —北京:中国农业大学出版社,2015.3
ISBN 978-7-5655-1202-5

I. ①无… II. ①贾… III. ①无机化学-高等学校-教学参考资料②分析化学-高等学校-教学参考资料 IV. ①O61②O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 049172 号

书 名 无机及分析化学学习指导 第2版

作 者 贾之慎 主编

策划编辑 魏秀云

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2015年3月第2版 2015年3月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 15印张 366千字

定 价 32.00元

责任编辑 王艳欣

责任校对 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出版部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会
推荐示范教材编审指导委员会

主 任 江树人

副主任 杜忠复 程备久

委 员(以姓氏笔画为序)

王来生 王国栋 方炎明 李宝华 张文杰 张良云
杨婉身 吴 坚 陈长水 林家栋 周训芳 周志强
高孟宁 戚大伟 梁保松 曹 阳 焦群英 傅承新

教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会
推荐化学类示范教材编审指导委员会

主 任 周志强

委 员(以姓氏笔画为序)

王 志 王俊儒 兰叶青 叶 非 刘文丛 李 斌
陈长水 杜凤沛 周 杰 庞素娟 赵士铎 贾之慎
廖蓉苏

第2版编写人员

主 编 贾之慎

副主编 (按姓氏拼音顺序)

郝海玲 贾佩云 刘 松

娄天军 申凤善 王日为

杨素萍 杨玉玲 银 鹏

第 1 版编写人员

主 编 贾之慎

副 主 编 杨素萍 袁德凯 王日为
李 强 贾佩云

参编人员 (按姓氏拼音顺序)

高 爽 娄天军 申凤善
陶建中 王小红 王天喜

出版说明

在教育部高教司农林医药处的关怀指导下,由教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会(以下简称“基础课教指委”)推荐的本科农林类专业数学、物理、化学基础课程系列示范性教材现在与广大师生见面了。这是近些年全国高等农林院校为贯彻落实“质量工程”有关精神,广大一线教师深化改革,积极探索加强基础、注重应用、提高能力、培养高素质本科人才的立项研究成果,是具体体现“基础课教指委”组织编制的相关课程教学基本要求的物化成果。其目的在于引导深化高等农林教育教学改革,推动各农林院校紧密联系教学实际和培养人才需求,创建具有特色的数理化精品课程和精品教材,大力提高教学质量。

课程教学基本要求是高等学校制定相应课程教学计划和教学大纲的基本依据,也是规范教学和检查教学质量的依据,同时还是编写课程教材的依据。“基础课教指委”在教育部高教司农林医药处的统一部署下,经过批准立项,于2007年底开始组织农林院校有关数学、物理、化学基础课程专家成立专题研究组,研究编制农林类专业相关基础课程的教学基本要求,经过多次研讨和广泛征求全国农林院校一线教师意见,于2009年4月完成教学基本要求的编制工作,由“基础课教指委”审定并报教育部农林医药处审批。

为了配合农林类专业数理化基础课程教学基本要求的试行,“基础课教指委”统一规划了名为“教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会推荐示范教材”(以下简称“推荐示范教材”)的项目。“推荐示范教材”由“基础课教指委”统一组织编写出版,不仅确保教材的高质量,同时也使其具有比较鲜明的特色。

一、“推荐示范教材”与教学基本要求并行 教育部专门立项研究制定农林类专业理科基础课程教学基本要求,旨在总结农林类专业理科基础课程教育教学改革经验,规范农林类专业理科基础课程教学工作,全面提高教育教学质量。此次农林类专业数理化基础课程教学基本要求的研制,是迄今为止参与院校和教师最多、研讨最为深入、时间最长的一次教学研讨过程,使教学基本要求的制定具有扎实的基础,使其具有很强的针对性和指导性。通过“推荐示范教材”的使用推动教学基本要求的试行,既体现了“基础课教指委”对推行教学基本要求

的决心,又体现了对“推荐示范教材”的重视。

二、规范课程教学与突出农林特色兼备 长期以来各高等农林院校数理化基础课程在教学计划安排和教学内容上存在着较大的趋同性和盲目性,课程定位不准,教学不够规范,必须科学地制定课程教学基本要求。同时由于农林学科的特点和专业培养目标、培养规格的不同,对相关数理化基础课程要求必须突出农林类专业特色。这次编制的相关课程教学基本要求最大限度地体现了各校在此方面的探索成果,“推荐示范教材”比较充分地反映了农林类专业教学改革的新成果。

三、教材内容拓展与考研统一要求接轨 2008年教育部实行了农学门类硕士研究生统一入学考试制度。这一制度的实行,促使农林类专业理科基础课程教学要求作必要的调整。“推荐示范教材”充分考虑了这一点,各门相关课程教材在内容上和深度上都密切配合这一考试制度的实行。

四、多种辅助教材与课程基本教材相配 为便于导教导学导考,我们以提供整体解决方案的模式,不仅提供课程主教材,还将逐步提供教学辅导书和教学课件等辅助教材,以丰富的教学资源充分满足教师 and 学生的需求,提高教学效果。

乘着即将编制国家级“十二五”规划教材建设项目之机,“基础课教指委”计划将“推荐示范教材”整体运行,以教材的高质量和新型高效的运行模式,力推本套教材列入“十二五”国家级规划教材项目。

“推荐示范教材”的编写和出版是一种尝试,赢得了许多院校和老师的参与和支持。在此,我们衷心地感谢积极参与的广大教师,同时真诚地希望有更多的读者参与到“推荐示范教材”的进一步建设中,为推进农林类专业理科基础课程教学改革,培养适应经济社会发展需要的基础扎实、能力强、素质高的专门人才做出更大贡献。

中国农业大学出版社

2009年8月

第 2 版前言

《无机及分析化学学习指导》自 2009 年作为教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会组织编写的理科基础课程示范教材《无机及分析化学》(贾之慎主编)的配套辅导教材以来,在无机及分析化学教学中取得了较好的使用效果,受到了广大师生的欢迎。在农业部和中国农业大学出版社的支持下,本书又被列为普通高等教育农业部“十二五”规划教材。在广泛征求相关院校使用意见的基础上,在北京召开了《无机及分析化学学习指导》的修订会议,根据近年来教材使用的情况,大家对教材提出了修改意见,制订了编写的计划。会议对北京林业大学、东北林业大学、河北北方学院、河南科技学院等校教师多年来对教材的关心和支持表示感谢。

本次修订保持了第 1 版的基本框架和主要内容。本书各章和主教材相对应,每章分内容要点,知识结构图,重点、难点和考点指南,学习效果自测练习及答案,教材习题选解等五部分。为了帮助教师更有效地掌握课程教学基本要求,使学生能更有效地掌握教学内容,提高学习效果,对教材中部分内容和文字做了适当的修改、润色,使本书的知识关系更加合理,表述更加通顺,增强了可读性。参考近年课程考试和研究生考试真题,对自测题和模拟试题进行了修改和补充。对大量覆盖面广、类型多、技巧性强的习题的解答和分析,对于提高读者分析问题的能力、深入了解基本理论和概念、全面增强综合素质都会起到良好的效果。

本书是普通高等教育农业部“十二五”规划教材《无机及分析化学》(贾之慎主编)的配套教学参考书。本书也可作为其他版本的无机及分析化学教材或普通化学和分析化学课程的学习指导和参考书及研究生入学考试的复习参考书。

本次修订由贾之慎(浙江大学)担任主编,郝海玲(河南科技学院)、贾佩云(东北林业大学)、刘松(北京林业大学)、娄天军(河南科技学院)、申凤善(延边大学)、王日为(山东农业大学)、杨素萍(河北北方学院)、杨玉玲(东北农业大学)、银鹏(南京林业大学)担任副主编。

本书在申请普通高等教育农业部“十二五”规划教材立项过程中得到了中国农业大学出版社的支持和指导,在修订过程中,许多兄弟院校给予了热情的支持,在此一并致以衷心的感谢。

尽管作者在修订过程中力求完美,但限于水平,仍难免有不足和疏漏,恳请广大师生和其他读者批评指正。

编 者

2015 年 1 月

第 1 版前言

无机及分析化学是农林院校一门重要的基础课,是植物生产类、动物生产类、草业科学类、森林资源类、环境生态类、动物医学类、水产类、生命科学、食品科学、资源与环境科学、制药工程、林产化工、应用化学等专业学生学习后续课程必修的基础课。无机及分析化学课程内容多,课时少,教学进度快,教师没有机会在课堂上讲解一定数量的例题,也没有充足的时间对课程内容归纳总结。同时,本课程一般在大学第一学期开设,学生还没有完全适应大学的教学、学习方式,在学习该课程时往往感到基本概念多、重点难于掌握。为配合中国农业大学出版社出版的教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会推荐示范教材《无机及分析化学》,帮助教师更有效地掌握教材的内容和教学基本要求,使学生能更有效地掌握课程的内容,提高学习效果,培养学生的独立学习能力,特编写了这本《无机及分析化学学习指导》。

本书共 11 章,主要内容包括:气体、溶液和胶体,化学反应的基本原理,酸碱平衡,沉淀溶解平衡,氧化还原平衡,配位化合物和配位平衡,分析化学概论,滴定分析法,仪器分析法选介,物质结构基础,重要的生命元素。每章都分为五个部分,分别为:

内容要点 简要介绍本章内容,列出基本概念、重要定理和公式,突出考点的核心知识。

知识结构图 用框图形式列出本章的主要内容,并指出各知识点的有机联系。

重点、难点和考点指南 明确本章教学内容的重点、知识内容的难点、适合考查的知识点,使学生能正确掌握教学、学习和考试的要求。

学习效果自测练习及答案 在完成每章的学习任务后,根据课程教学和考核的要求,检测学生的学习效果,提高学生的解题能力。自测题具有判断题、选择题、填空题、计算题、问答题等五种类型,共计 433 题。

教材习题选解 对示范教材的部分习题(包括全部计算题)做了详细解答,对一些典型题目进行了评注,说明了解题思路和相关知识点。希望读者在学习过程中先独立解题,然后再对照检查,不要依赖习题解答。

书中附有 11 套模拟试题,题目典型、覆盖面广,主要选自历年课程考试真题,是学生全面复习的好参考,能对课程内容的掌握程度进行全面的了解,以便进一步进行有针对性的复习。

本学习指导根据 2009 年 4 月教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会编制的普通高等农林学校非化学专业化学教学基本要求编写,因此可作为高等农林院校各专业本、专科生学习无机及分析化学(或普通化学和分析化学)课程的学习辅助材料,也可作为其他版本的无机及分析化学教材的教学参考书。同时该书可为教师教学提供有益的参考,有助于教师在无机及分析化学课程教学中把握教学重点、难点。书中还附有教师教学进度安

排和学生课外学习课时的建议。

参加本书编写的有袁德凯(编写第1章,中国农业大学),申凤善(编写第2章,延边大学),贾佩云(编写第3章,东北林业大学),王小红(编写第4章,海南大学),王日为(编写第5章,山东农业大学),娄天军(编写第6章,河南科技学院),杨素萍(编写第7章,河北北方学院),高爽(编写第8章,东北农业大学),陶建中、王天喜(编写第9章,河南科技学院),贾之慎(编写第10章,浙江大学),李强(编写第11章,北京林业大学)。贾之慎担任主编,杨素萍、袁德凯、王日为、李强、贾佩云任副主编。

本书的编写与出版得到全国高等农林院校理科基础课程示范教材编审委员会、参编学校各级领导、中国农业大学出版社的指导和支持,在编写过程中参阅了国内外的相关教材和学习指导材料,吸取了许多有益的精华,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中仍会有疏漏甚至错误之处,恳请读者和专家批评指正。

编 者

2009年9月

C 目录

CONTENTS

第 1 章 气体、溶液和胶体	1
1.1 内容要点	1
1.2 知识结构图	7
1.3 重点、难点和考点指南	7
1.4 学习效果自测练习及答案	8
1.5 教材习题选解	13
第 2 章 化学反应的基本原理	20
2.1 内容要点	20
2.2 知识结构图	26
2.3 重点、难点和考点指南	26
2.4 学习效果自测练习及答案	27
2.5 教材习题选解	32
第 3 章 酸碱平衡	40
3.1 内容要点	40
3.2 知识结构图	45
3.3 重点、难点和考点指南	45
3.4 学习效果自测练习及答案	46
3.5 教材习题选解	50
第 4 章 沉淀溶解平衡	57
4.1 内容要点	57
4.2 知识结构图	59
4.3 重点、难点和考点指南	59
4.4 学习效果自测练习及答案	60
4.5 教材习题选解	62

第 5 章 氧化还原平衡	68
5.1 内容要点	68
5.2 知识结构图	70
5.3 重点、难点和考点指南	70
5.4 学习效果自测练习及答案	71
5.5 教材习题选解	75
第 6 章 配位化合物和配位平衡	82
6.1 内容要点	82
6.2 知识结构图	85
6.3 重点、难点和考点指南	85
6.4 学习效果自测练习及答案	85
6.5 教材习题选解	89
第 7 章 分析化学概论	92
7.1 内容要点	92
7.2 知识结构图	97
7.3 重点、难点和考点指南	97
7.4 学习效果自测练习及答案	98
7.5 教材习题选解	102
第 8 章 滴定分析法	108
8.1 内容要点	108
8.2 知识结构图	115
8.3 重点、难点和考点指南	115
8.4 学习效果自测练习及答案	116
8.5 教材习题选解	124
第 9 章 紫外-可见分光光度法	128
9.1 内容要点	128
9.2 知识结构图	131
9.3 重点、难点和考点指南	132
9.4 学习效果自测练习及答案	132
9.5 教材习题选解	135
第 10 章 电势分析法	139
10.1 内容要点	139
10.2 知识结构图	142

10.3	重点、难点和考点指南	142
10.4	学习效果自测练习及答案	142
10.5	教材习题选解	144
第 11 章	物质结构基础	147
11.1	内容要点	147
11.2	知识结构图	155
11.3	重点、难点和考点指南	155
11.4	学习效果自测练习及答案	156
11.5	教材习题选解	162
第 12 章	重要的生命元素	168
12.1	内容要点	168
12.2	知识结构图	170
12.3	重点、难点和考点指南	170
12.4	学习效果自测练习及答案	171
12.5	教材习题选解	174
附录一	模拟试题	177
	模拟试题一	177
	模拟试题二	180
	模拟试题三	182
	模拟试题四	185
	模拟试题五	188
	模拟试题六	191
	模拟试题七	194
	模拟试题八	197
	模拟试题九	199
	模拟试题十	202
	模拟试题十一	205
附录二	模拟试题参考答案	208
	模拟试题一参考答案	208
	模拟试题二参考答案	209
	模拟试题三参考答案	210
	模拟试题四参考答案	211
	模拟试题五参考答案	212



模拟试题六参考答案	213
模拟试题七参考答案	214
模拟试题八参考答案	215
模拟试题九参考答案	217
模拟试题十参考答案	218
模拟试题十一参考答案	219
参考文献	221

(建议课外学习时间:8 h)

1.1 内容要点

1. 分散系

分散系是由一种(或多种)物质分散于另一种物质所构成的系统。在分散系中,被分散的物质称为分散相(分散质),容纳分散质的物质称为分散介质(分散剂)。多数情况下,分散相处于分割成粒子的不连续状态,而分散介质则处于连续状态。

分散相和分散介质可以是固体、气体或液体。分散系可以按照聚集状态或分散相粒子的大小进行分类。本章所涉及的分散系包括:理想气体混合物、非电解质稀溶液、胶体溶液、高分子溶液和乳浊液等,讨论的内容是上述分散系的一些重要的性质。

2. 气体

(1)理想气体状态方程 气体的基本特征是扩散性和可压缩性。气体没有固定的形状和体积,另外,不同种类的气体能以任意比例均匀混合。分子本身不占有体积、分子间没有相互作用力的气体称为理想气体。理想气体在实际中并不存在,但低压高温下的实际气体可近似看作理想气体。

理想气体的压力 p 、体积 V 、温度 T 和物质的量 n 之间的函数关系式称为理想气体状态方程,形式如下:

$$pV = nRT$$

上式中,应注意各物理量的单位: p 的单位为 Pa, V 的单位为 m^3 , T 的单位为 K, n 的单位为 mol, 摩尔气体常数 $R=8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

(2)道尔顿理想气体分压定律 多种相互不发生反应的理想气体混合后形成的体系被称为理想气体混合物。该体系中任一组分气体的分压与该组分在相同温度下独占整个容器



所产生的压力相同,理想气体混合物的总压力等于混合体系中各组分气体的分压之和:

$$p_i = \frac{n_i}{V}RT$$

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i$$

上述规律被称为道尔顿理想气体分压定律。结合理想气体状态方程,可以得到分压定律的两个重要推论:

$$p = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n n_i \frac{RT}{V} = n \frac{RT}{V} \quad (1)$$

$$p_i = \frac{n_i}{n} p = x_i p \quad (2)$$

对于实际气体,只有在高温、低压条件下才近似适用分压定律。

3. 溶液浓度的表示方法

溶液的性质常与溶液的浓度有关。溶液浓度的常见表示方法有:物质的量浓度、质量摩尔浓度、质量分数和摩尔分数等(表 1-1)。

表 1-1 各类浓度的定义和计算公式

浓度种类	定义	计算公式	常用单位
物质的量浓度(c_B)	单位体积溶液中所含溶质 B 的物质的量。 使用该量时应指明物质的基本单元	$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V}$	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
质量摩尔浓度(b_B)	单位质量溶剂 A 中所含溶质 B 的物质的量。与温度无关的物理量;使用该量时应指明物质的基本单元	$b_B = \frac{n_B}{m_A}$	$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$
质量分数(w_B)	单位质量溶液中所含物质 B 的质量	$w_B = \frac{m_B}{m}$	1
摩尔分数(x_B)	物质 B 的物质的量与混合物总的物质的量之比,又称物质的量分数	$x_B = \frac{n_B}{n_{\text{总}}}$	1

若已知质量分数为 w_B 的溶液的密度 ρ ,则可得到 c_B 与 w_B 的关系式:

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} = \frac{\rho m_B}{M_B m} = \frac{w_B \rho}{M_B}$$

当两组分溶液中溶质 B 的含量较少时,溶液的质量 m 近似等于溶剂的质量 m_A ,则有:

$$c_B = \frac{n_B \rho}{m} = \frac{n_B \rho}{m_A + m_B} \approx \frac{n_B \rho}{m_A} = b_B \rho$$

稀的水溶液,因其密度 ρ 的数值约等于 1,当 c_B 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, b_B 的单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,二者数值近似相等。