



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



高等农林教育“十三五”规划教材

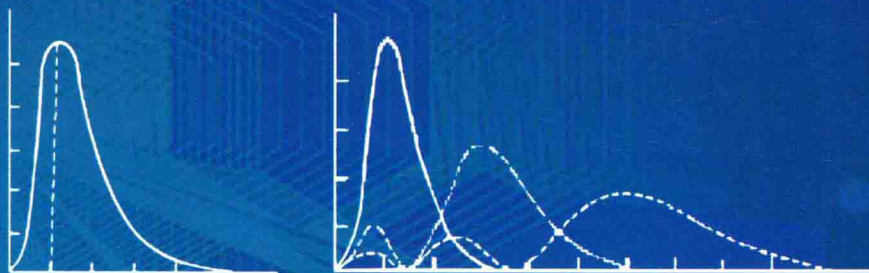
普通化学

第2版

General Chemistry
General Chemistry

H

● 杜慧玲 阿娟 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



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



普通高等教育“十三五”规划教材

普通化学

General Chemistry

第2版

杜慧玲 阿 娟 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书是在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《普通化学》的基础上修订而成的,该书保持了第1版教材的基本框架和主要内容。全书共分为5部分12章,主要以化学物质的存在状态、物质的微观结构、物质化学变化为主线,详细讲述了化学的基本原理、规律及应用,内容包括化学热力学与动力学基础、原子结构、分子结构和配合物结构以及四大平衡等。

为了加强学生对化学学科的全面认识,了解化学对于人类社会的作用和贡献,本书在内容安排上融入了与生命科学、环境科学、材料科学等有关的一些化学成就,注重体现化学与农业等各专业的联系及应用,以激发学生学习的兴趣,对身边发生的化学现象从知其然到知其所以然。

与本书配套的还有《普通化学学习指导》及多媒体课件。

本书可作为高等农、林、牧、水产类各专业本科生普通化学教材。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学/杜慧玲,阿娟主编. —2版. —北京:中国农业大学出版社,2017.7
ISBN 978-7-5655-1831-7

I. ①普… II. ①杜… ②阿… III. ①普通化学-高等学校-教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 129201 号

书 名 普通化学 第2版

作 者 杜慧玲 阿 娟 主编

策划编辑 潘晓丽

责任编辑 韩元凤

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤

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

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2017年8月第2版 2017年8月第1次印刷

规 格 787×1 092 16开本 19印张 470千字 彩插1

定 价 42.00元

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 周训芳 周志强 高孟宁
戚大伟 梁保松 曹 阳 焦群英 傅承新 林家栋

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版编审委员会

主 编 杜慧玲 阿 娟

副主编 郭继虎 敖特根 胡晓娟 刘青山
韩春平 陈媛梅 宋祖伟

编写人员 (按姓氏拼音排序)

阿 娟(内蒙古农业大学)

敖特根(内蒙古农业大学)

陈媛梅(北京林业大学)

丁立军(内蒙古农业大学)

杜慧玲(山西农业大学)

郭 晨(东北农业大学)

郭继虎(山西农业大学)

韩春平(内蒙古民族大学)

胡晓娟(河南农业大学)

梁爱琴(青岛农业大学)

刘青山(沈阳农业大学)

邵铁华(东北农业大学)

宋祖伟(青岛农业大学)

张天宝(山西农业大学)

郑其格(沈阳农业大学)

主 审 赵士铎(中国农业大学)

第 1 版编审委员会

主 编 孙 英 卜平宇

副 主 编 (按姓氏拼音排序)

敖特根 陈媛梅 杜慧玲 付 颖 韩春平 胡晓娟
李子荣 曲宝涵 王红梅 赵海香 赵茂俊

编写人员 (按姓氏拼音排序)

阿 娟 敖特根 卜平宇 陈媛梅 程年寿 丁立军
杜慧玲 杜士杰 付 颖 高 爽 郭继虎 韩春平
胡晓娟 惠 妮 李子荣 孟 磊 曲宝涵 孙 英
王红梅 张 莉 赵海香 赵茂俊 郑其格

主 审 赵士铎

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”)。“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和学生的需求,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

《普通化学》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示范教材出版以来,承蒙广大师生的肯定,被国内多所农林水院校选为教材,在普通化学教学中取得了较好效果。为大力推进高等农林院校理科基础课程教育教学改革,加强教材建设工作,努力打造高等农林院校理科基础课程教材精品,中国农业大学出版社于2015年10月21—22日在山西农业大学召开了“高等农林院校理科基础课程建设研讨会”。与会代表根据近年来教材的使用情况,提出了修订意见,对修订方案进行了深入的交流与研讨。本次修订是在保留第1版的整体风格和特色的基础上,将以下几方面的修改作为重点:

(1)结合教材使用的反馈信息和各参编院校的成功教改经验,对部分内容进行更新和整合。

(2)根据本学科及相关学科的研究进展和最新成就,与时俱进,更新部分内容。

(3)对习题进行修改和补充。

(4)对一些概念的定义进行修订,阐述更加准确。

(5)对教材中部分内容、文字做了适当的调整和修改、润色,使全书的知识体系更加科学、合理,语言表述更加准确、通顺,增强了系统性和可读性,更加符合认知规律。

参与本次修订的学校和人员有:北京林业大学陈媛梅(第2章),东北农业大学郭晨、邵铁华(第4章),河南农业大学胡晓娟(第8章),内蒙古农业大学敖特根、阿娟、丁立军(第3章),内蒙古民族大学韩春平(第6、7章),青岛农业大学宋祖伟(第12章)、梁爱琴(第1章),山西农业大学杜慧玲(第11章、附录)、郭继虎(第10章)、张天宝(第5章),沈阳农业大学刘青山、郑其格(第9章)。

全书由杜慧玲、郭继虎修改、统稿完成。中国农业大学的赵士铎教授对书稿进行把关、审定,为本书的出版付出了很多精力,在此对赵老师给予悉心指导和帮助表示衷心感谢!在本书修订过程中,各参编院校、中国农业大学出版社和山西农业大学教务处给予了大力支持,在此一并表示感谢!

薄薄的一本教科书难以囊括科学发展的全部。我们希望这部教材能够对我国高等农林院校的化学基础课教学改革起到积极的推动作用。此书适宜于教学时数为50~70的高等农林院校普通化学课程使用。

由于编者水平所限,书中难免有不足和疏漏,恳请同行专家和本书使用者多提宝贵意见。

编者

2016年8月

第 1 版前言

普通化学(General Chemistry)是高等农业、林业、牧业、水产类院校本科生的一门概论性的重要基础课,也是一门承前启后的重要化学理论基础课。它的任务是在学生中学阶段掌握的化学知识的基础上,为后续化学课程和专业课程提供必备的化学基础知识。

2008 年 11 月,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“农林基础教学指导委员会”)在北京召开的会议上重新讨论了综合性大学与高等农林院校普通化学的课程内容与教学基本要求,提出了“强化基础、改革创新、示范教材”的建设思路,据此,“农林基础教学指导委员会”组织了一批相关高等农林院校长期工作在教学与科研一线的骨干教师编写了这本示范教材。

根据普通化学在各高等农林院校教学计划中的地位和设课目的,本书总体分为 5 个部分,主要以化学物质为主线讲述物质的存在状态、物质的微观结构、物质化学变化的基本原理及其应用。第 1 部分以物质的状态为主题,对中学化学及物理的有关知识进行归纳和延伸。第 2 部分介绍物质的微观结构与性质,使学生了解微观粒子的基本特征和原子结构,化学键理论与分子结构、性质的关系。第 3 部分在讲述化学反应基本原理的基础上,使学生对宏观化学反应过程中的能量关系,化学反应方向及限度,反应速率等问题有所了解,之后在第 4 部分能利用这些宏观规律来认识化学变化,学会用化学平衡的观点来处理实际问题,并结合元素周期律对一些农业领域常见的元素及其化合物的结构、组成、性质及相应的变化作一些介绍,引导学生运用化学反应原理,并联系结构化学的知识,从物质的组成结构上理解和掌握元素性质及其变化规律。本书充分考虑农林各专业的培养需求以及农科生源的实际水平的个性及其延伸,为了加强学生对化学学科的全面认识,在第 5 部分注意融入化学对于人类社会的作用和贡献,体现化学与农业等各专业的联系及应用,以提高学生学习兴趣,使学生对身边发生的化学现象从知其然到知其所以然,并对化学的基本原理和知识有进一步的了解和认识。教师可根据授课需求在几个模块和顺序上作灵活处理。每章末特配有“本章小结”和“习题”,以利于学生对课程内容的理解,掌握重点。为激发学生学习兴趣,书中穿插有化学新知识等,以利于素质教育和启迪学生的创新思维。

参加本书编写工作的有:安徽科技学院李子荣、程年寿,北京林业大学陈媛梅,河北北方学院赵海香、杜士杰,河南农业大学胡晓娟、孟磊,东北农业大学付颖、高爽,青岛农业大学曲宝涵、惠妮,山西农业大学杜慧玲、郭继虎,沈阳农业大学卜平宇、郑其格,内蒙古农业大学敖特根、阿娟、丁立军,内蒙古民族大学韩春平,四川农业大学赵茂俊,中国农业大学孙英、王红梅、张莉。这些老师长期从事普通化学一线教学,教学经验非常丰富,而且在编写过程中大家相互交流,取长补短,受益匪浅。经各位作者的不懈努力,编写工作顺利完成,教材充分体现了“交流、合作、共享”的优势。我们希望这部示范教材能够对我国高等农林院校的化学基

础课教学改革起到积极的推动作用。但我们也知道,我们的工作仅仅是一种尝试,由于编者的水平所限,难免会有疏漏之处,还请同行专家和使用此书的同学不吝赐教,提出批评指正,我们万分感激,努力争取再版时改正。

全书由主编、副主编修改、统稿完成。中国农业大学的赵士铎教授对书稿进行把关、审定,为本书的出版付出了很多精力;中国农业大学出版社为本书的顺利和快速出版给予了大力的支持,在此一并表示衷心的感谢!

本书在编写过程中参考了许多相关参考书,在此对这些参考书的作者表示感谢。

编 者

2009 年 6 月于北京

第 1 部分 物质的状态

第 1 章 气体、溶液和胶体	3
1.1 气体	3
1.2 液体	6
1.3 溶液	9
1.4 胶体溶液	19
1.5 高分子溶液	25
本章小结	27
习题	27

第 2 部分 物质结构基础

第 2 章 原子结构与元素周期律	33
2.1 原子与原子结构理论的发展	33
2.2 微观粒子运动的特殊性	35
2.3 核外电子运动状态的描述	37
2.4 原子结构与元素周期律	48
本章小结	56
习题	57
第 3 章 分子结构	59
3.1 离子键理论	59
3.2 共价键理论	62
3.3 杂化轨道理论	67
3.4 价层电子对互斥理论	72
3.5 离子极化	76
3.6 分子间力和氢键	78
3.7 晶体结构简介	85
本章小结	87
习题	88

第3部分 化学反应基本原理

第4章 化学热力学基础	93
4.1 热力学基础知识	93
4.2 热化学	97
4.3 化学反应的方向	101
本章小结	107
习题	108
第5章 化学平衡	110
5.1 化学反应等温方程式	110
5.2 化学平衡状态	111
5.3 多重平衡原理	115
5.4 化学平衡移动	116
本章小结	121
习题	121
第6章 化学动力学基础	123
6.1 化学反应速率的基本概念	123
6.2 浓度对反应速率的影响	125
6.3 温度对反应速率的影响	129
6.4 反应速率理论	131
6.5 催化剂对反应速率的影响	134
本章小结	137
习题	138

第4部分 水溶液中的化学反应及其一般规律

第7章 酸碱反应	143
7.1 酸碱质子理论	143
7.2 水溶液中的酸碱平衡	149
7.3 酸碱平衡的移动	156
7.4 缓冲溶液	159
7.5 无机酸碱简介	164
本章小结	169
习题	170
第8章 沉淀反应	172
8.1 难容电解质的溶度积	172
8.2 溶度积规则	175
8.3 沉淀的生成	175
8.4 沉淀的溶解	180

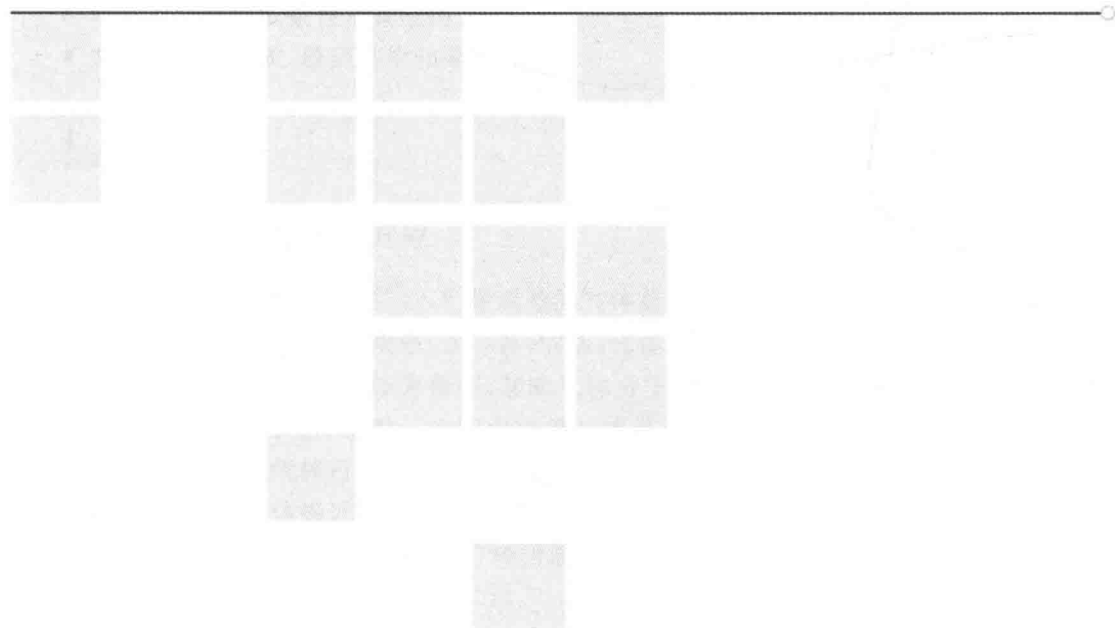
8.5 分步沉淀在几种常见金属离子分离鉴定中的应用	183
本章小结	183
习题	184
第 9 章 氧化还原反应	186
9.1 氧化还原反应的基本概念	186
9.2 氧化还原反应方程式的配平	188
9.3 氧化还原反应与原电池	189
9.4 电极电势	192
9.5 能斯特(Nernst)方程及其应用	195
9.6 电极电势的应用	198
9.7 元素电势图及其应用	199
9.8 几种常见元素及其化合物的氧化还原反应及应用	201
本章小结	217
习题	217
第 10 章 配位反应	219
10.1 配位化合物的基本概念	219
10.2 配位化合物的化学键理论	228
10.3 配位化合物在水溶液中的稳定性和配位平衡	232
10.4 配位化合物在生物医药领域的重要应用	239
本章小结	241
习题	241
第 5 部分 化学在我们身边	
第 11 章 化学与生活	247
11.1 化学元素与人体健康	247
11.2 丰富多彩的生活材料	252
11.3 功能材料	258
习题	260
第 12 章 化学与环境	261
12.1 大气污染及其防治	262
12.2 水污染及其防治	268
12.3 土壤污染及其防治	272
习题	275
附录	276
附录 I-1 SI 单位制的词头	276
附录 I-2 一些非推荐单位、导出单位与 SI 单位的换算	276
附录 II 常见物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 $S_m^\ominus$ (298.15 K)	277
附录 III 弱酸、弱碱的离解常数 $K^\ominus$	282

附录Ⅳ 常见难溶电解质的溶度积 $K_{sp}^{\ominus}$ (298.15 K)	282
附录Ⅴ-1 酸性溶液中的标准电极电势 $\varphi^{\ominus}$ (298.15 K)	283
附录Ⅴ-2 碱性溶液中的标准电极电势 $\varphi^{\ominus}$ (298.15 K)	286
附录Ⅵ 常见配离子的稳定常数 $K_f^{\ominus}$ (298.15 K)	287
参考文献	288

第 1 部分

物质的状态

PART 1
STATES OF MATTER



在常温常压下,物质以气态、液态和固态三种聚集状态存在。物质状态与外界条件密切相关,不同的存在状态具有不同的特点,在一定条件下又可以相互转化。其中气体的性质比较简单,对它的研究较早,也最透彻;其次是对固体的研究,现已形成固体物理及固体化学等学科分支;由于液体的性质比较复杂,人们对它的认识还很肤浅。本部分主要讨论液体溶液和胶体。