



面向二十一世纪课程教材

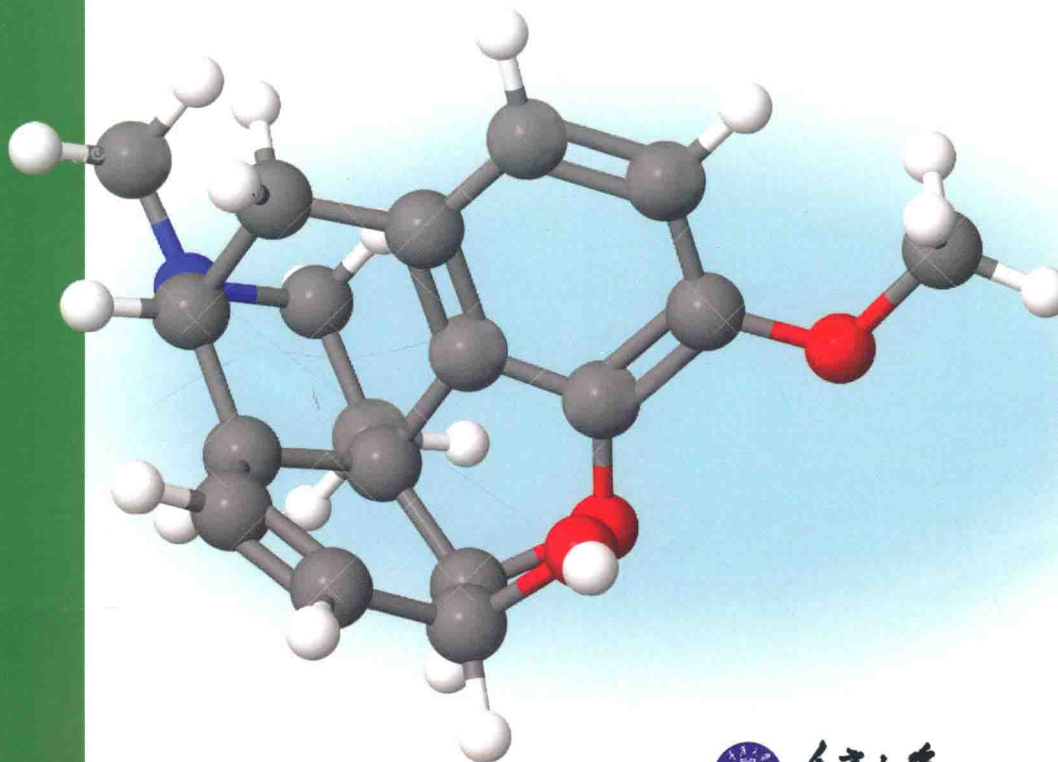
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学化学 (第四版)

甘孟瑜 曾政权

编著

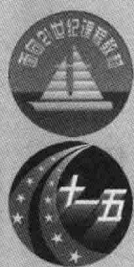
张云怀 曹渊 余丹梅 李泽全 法焕宝



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

大学化学



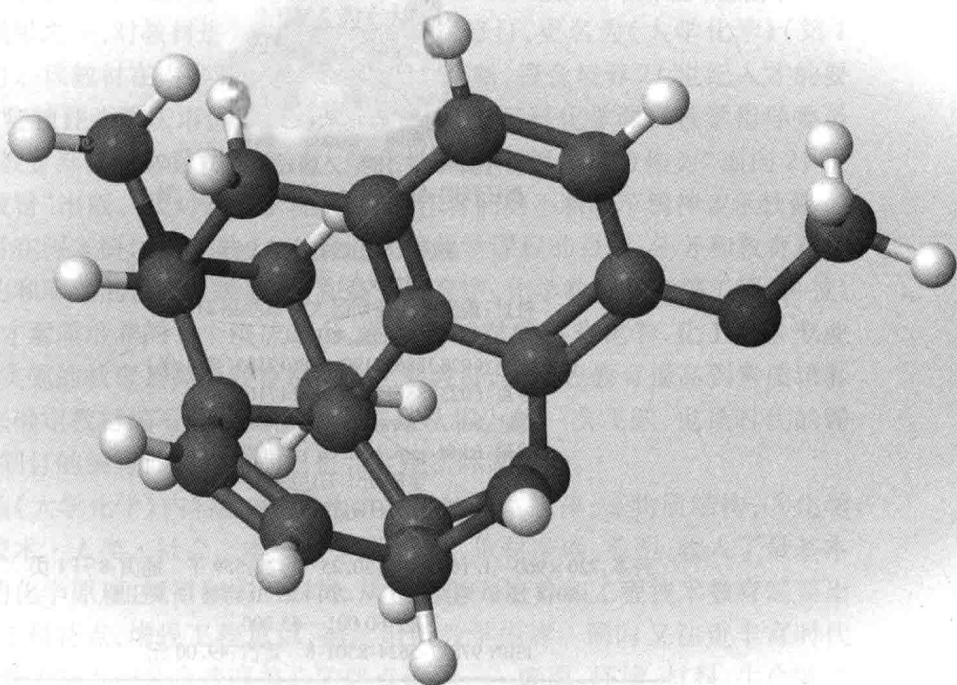
面向二十一世纪课程教材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学化学 (第四版)

甘孟瑜 曾政权

张云怀 曹渊 余丹梅 李泽全 法焕宝 编著



重庆大学出版社

DAXUE HUAXUE

内容提要

本书在“十一五”国家级规划教材《大学化学》(第3版)基础上进行了修订、充实。保留了第3版的主要框架体系和特点,参照了教育部高等学校化学基础课程教学指导委员会2010年制订的《化学基础课程教学基本要求》精神,融入了大学化学国家精品课程建设的研究成果。

本书准确、简明地阐述了最基本、最通用的高等教育层次的化学基本原理和规律,使学生理解化学学科的框架,能运用化学的理论、观点、方法去审视公众关注的环境、能源、材料、资源、生命等社会热点论题。全书共3篇12章;第1篇,化学反应的基本规律;第2篇,物质结构;第3篇,化学与工程技术·人类·社会。内容包括化学热力学、化学反应速率、化学平衡、溶液与胶体、电化学原理及其应用、原子结构与周期系、化学键与分子结构、晶体结构、环境与化学、能源与化学、材料与化学、生命与化学。

本书可作为高等院校本、专科非化学化工专业基础化学教材,也可供自学者和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学/甘孟瑜,曾政权编著. —4版. —重庆:
重庆大学出版社,2014.9
ISBN 978-7-5624-8501-8

I. ①大… II. ①甘… ②曾… III. ①化学—高等学校—教材 IV. ①06

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第187325号

大学化学

(第4版)

甘孟瑜 曾政权 编著

责任编辑:何明 版式设计:何明
责任校对:邹忌 责任印制:赵晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川外印务有限公司印刷

*

开本:720×960 1/16 印张:30.25 字数:559千 插页:8开1页

2014年10月第4版 2014年10月第17次印刷

印数:60 001—63 000

ISBN 978-7-5624-8501-8 定价:49.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

代 序

重庆大学、成都科技大学合编的《工科普通化学》(1987年)出版后,被许多工科院校使用,并于1990年被评选为四川省优秀图书。1995年修订更名为《工科大学化学》出版,受到工科院校师生的欢迎,印数达到2万余册。曾政权、甘孟瑜教授等根据他们多年的丰富教学经验和对教学的不懈研讨,他们的教改课题“工科大学化学课程教学改革的研究与实践”于1997年获四川省优秀教学成果奖。

世纪之交,他们承担了教育部面向21世纪高等教育改革计划03—15项“化学系列课程(非化工类专业)教学内容和课程体系改革”的研究,作为项目的研究成果之一,对教材进行新一轮大幅度修订,更名为《大学化学》(第1版,1999)。该教材在内容和体系上有较大的革新,符合培养21世纪人才的要求,2000年被评为重庆市优秀教材。经高等学校工科化学课程教学指导委员会审定,教育部高等教育司核准,《大学化学》(第2版,2001)作为“面向21世纪课程教材”出版。我对此表示祝贺,并对作者们的不断改革精神表示钦佩。

作者在深入研讨的基础上,对设立大学化学课程的目的、任务和教育对象有了新的和明确的认识。那就是,在高等教育中,化学教育是高等工程、科技、管理、人才素质培养的一个组成部分,受教育的对象是非化学、化工类各专业大学生,实施的教育是高等教育层次的化学教育,把课程教育提高到素质培养的高度来确定教材编写的指导方针。这是认识上的一次飞跃,也是时代的需要,由此制订的编写计划我相信是符合客观实际需要的。

新编《大学化学》内容包括:①化学反应的基本规律;②物质结构;③化学与工程技术·人类·社会。本书共3篇12章,取材准确、简明,收入了最基本最通用的化学原理、规律和实用素材,从素质能力培养和工程技术教育需要出发,突出工科特点,增强工程意识,据此组织教学内容。同时又注重丰富时代气息,把进入新世纪公众普遍关心的热点论题——能源、环境、材料、生命等之中的化学有关问题,进行一定范围的研讨和阐述,增强了本书的社会性和应用性,比前两次版本有了很多革命性改进。此外,本新教材又保留了如统一的物

理量和单位制、统一讨论不同体系的平衡问题,以及理论联系实际等特色。

“大学化学”教材的建设极大地促进了“大学化学”课程教学质量的提高。作者们执教的重庆大学“大学化学课程”于2005年被评为重庆市精品课程。《大学化学》印数已达3万余册。为不断地总结教学实践经验,顺应新世纪社会、科技飞速发展的要求,他们修订出版了《大学化学》(第3版,2007)。在修订中,以科学发展观为指导,突出课程的基础性、应用性和社会性;进一步优化教学内容;引入了超分子、膜化学、纳米材料、生物芯片、绿色工艺等体现学科最新发展的相关内容;更新了大量的数据。该教材经专家评审,教育部批准列入了“普通高等教育“十一五”国家级规划教材”。我祝愿本书在使用中取得新的成功。

申泮文

南开大学化学系教授
中国科学院资深院士
2007.01.25

第四版前言

大学化学课程作为高等教育中实施化学教育的基础课程,对完善学生的知识能力结构,实施素质教育具有重要作用。《大学化学》(2007年第3版),作为“十一五”国家级规划教材出版以来,受到各方好评。一致认为:教材从内容到体系都有所创新。教材注重素质教育,内容丰富而生动,重点突出,条理清楚,结构严谨,注意理论联系实际,密切联系生产、科技、生活实践,符合认知规律,便于学习,有利于激发学生学习兴趣。

近年来,我国高等教育已进入以质量提升为核心的内涵式发展时期。教学体系、课程内容不断改革,日益重视研究和实践,现代化教学手段普遍使用,使得我国高校教材的改革显得日益迫切。教材是教学内容和课程体系改革的重要标志,编写组教师长期参加教学改革和教学研究,在教育教学中取得了丰硕的成果,我校大学化学课程已于2009年评为国家级精品课程。大学化学课程立体化教学平台的建设,进一步推动了课程教学内容、教学方法、教学手段的更新,为学生个性化培养提供了发展的平台和空间。

为了适应新形势的发展,将教学改革的成果体现在教材中,推动教材内容的不断更新,本书在《大学化学》(2007年第3版)基础上进行了再次修订。在修订中我们坚持贯彻以人为本的精神,明确非化学化工专业学生化学素质教育的内涵,实现知识、能力、素质的综合教育,提高学生在实践中用科学的化学思维认识、处理问题的能力;把科学与人文素质,理论教育与创新精神有机地结合起来,编写出更高质量的教材,

本书保留了第3版的主要框架体系和特点,准确、简明地阐述了最基本、最通用的高教层次的化学基本原理和规律,使学生理解化学学科的框架。为了进一步适应不同专业的教学要求,更好地与高中新课改后的化学教学相衔接,根据教育部高等学校化学基础课程教学指导委员会2014年制订的《化学基础课程教学基本要求》精神,本书重点作了以下修订:①新增第4章溶液与胶体,以满足理、工、农、医等专业对化学知识的需求。②将原教材第12章现代分析测试技术的内容分散到各章,让学生了解现代分析测试技术在不同领

域的具体应用。③删去或弱化与中学化学重复的内容,强化高等教育层次的化学基本原理和规律,新增多相反应的平衡常数、多重平衡、分步沉淀、价层电子对互斥理论、电子自旋共振分析、氢键与化合物性质的关系、弱相互作用与超分子、晶体的微观结构、非化学计量化合物、X-射线衍射分析、土壤污染及其防治、清洁能源、高分子化合物的合成等内容。④将嫦娥3号运载火箭的燃料、低碳生活、雾霾、新能源汽车等社会热点问题及有机金属碳硼烷配合物、现代显微镜技术在材料研究中的应用等学科最新成果引入教学,使化学教学跟上现代科技发展的步伐。⑤全书采用 CRC Handbook of chemistry and physics 90th ed 和 Lange's Handbook of Chemistry, 16th ed 对化学热力学数据及电离平衡常数、溶度积常数、配合物稳定常数、电极电势等数据进行了修订;根据最新资料更新了环境与化学、能源与化学两章的相关内容及国家标准;按 IUPAC 2012 版重新编制了元素周期表,并对原子半径、电离能、电子亲和能、电负性等数据进行了逐一校正。

本书由教育部长江学者特聘教授、重庆大学化学化工学院魏子栋教授审定,对本书的修订提出了宝贵的意见和建议,在此致以衷心的感谢。全书由甘孟瑜负责统稿,参与本书修订工作的是:甘孟瑜(主编,执笔第3,11章)、曾政权(主编,执笔第1,6章)、张云怀(执笔第5,10章)、曹渊(执笔第2,12章)、余丹梅(执笔第4,8章)、李泽全(执笔第9章)、法焕宝(执笔第7章)。

本书内容涉及面广,编者水平所限,书中定会有诸多不尽人意甚至错误之处,恳望读者批评指正。

编 者

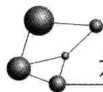
2014年6月

第三版前言

《大学化学》(第2版,2001)作为“面向21世纪课程”教材出版已经6年了。使用此教材上课的学生普遍反映,学了《大学化学》使他们的化学科学基础理论上上了一个台阶,知识结构更完善了;使他们的眼界更开阔,产生了把化学的理论方法与工程技术、社会生活联系起来分析、认识、研究的欲望。这也就是本书编写的目的之一。为了使学生知识能力结构优化,更适应社会,适应市场经济的需求,适应全球化竞争的浪潮,我们有责任培养出基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的高级人才。现在已经有越来越多的院系、专业在教学计划中把“大学化学”课程列入了自然科学基础课,实施高等教育层次的化学教育。

进入21世纪以来,我国经济、科技突飞猛进,高等教育实现了跨越式的发展。近年来已转入以提高质量,调整结构为主的时期。2003年教育部开展了全国高等学校的“精品课程”建设。在“大学化学”课程的教学中教师们不断探索、创新,改革教学方法和手段,促进了教学质量的提高。2005年在作者们执教的重庆大学,“大学化学课程”被评为重庆市“精品课程”。

为了适应新世纪社会、科技的飞速发展,不断地总结教学实践经验,与时俱进,有必要对《大学化学》教材进行修订再版。在修订中,我们努力贯彻以人为本的精神,落实科学发展观,实现知识、能力、素质的综合教育,进一步突出本教材的基础性、应用性和社会性。在第2版大框架体系保持不变的情况下,优化教学内容。在删除部分相对陈旧内容的同时,引入了超分子、膜分离、纳米材料、生物芯片、绿色化学等体现当代科技最新发展的内容。采用了最新的NBS标准化学热力学函数数据。按CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85th ed., 2004—2005年校正了原子的电离能、电子亲合能和电负性等数据。编制了符合IUPAC(国际纯粹与应用化学联合会)2006规范,一般理工科高校专业适用的元素周期表。更新了环境与化学、能源与化学两章的许多表格、数据。为了与国际接轨,让读者更准确地理解有关名词、概念,书中重要的关键化学名词术语均用英文标注在第一次出现的地方。为了加强人文素质的培



养,每一章均选择与该章内容相关的 1 位科学家,介绍他们的生平事迹,以科学家的轶事启迪人生。

中国科学院资深院士、南开大学教授申泮文先生对本书的出版、修订给予了极大的支持和亲切的指导,并于百忙中为本书作序。重庆大学化学化工学院院长、教育部第 4 届高等学校工科化学课程教学指导委员会委员张胜涛教授审定全书。本书得到重庆大学教材建设基金资助。在此一并致以衷心的感谢。

参与本书修订的是:曾政权(主编,执笔第 1,5,6,8 章)、甘孟瑜(主编,执笔第 3,9,10 章)、张云怀(执笔第 4,12 章)、曹渊(执笔第 2,11 章)、余丹梅(执笔第 7 章)。

本书涉及面广,编者水平所限,书中疏漏及错误之处恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 6 月

第二版前言

当今人类社会面临的能源、环境、粮食、人口、资源等五大全球性问题无不与化学密切相关。化学正深入地渗透到机械、电气、热力、材料、信息、建筑、生命等众多科技领域。21 世纪的高级工程、科技人才,如果其知识结构在化学领域里只具有中等教育水平,就难以适应未来社会的需要。为了使学生的知识、能力结构优化,有利于由强调专业对口转向适应社会、适应市场经济的需求,培养出基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的高级人才,在理工类专业教学计划的自然科学基础课中列入“大学化学”必修课,实施高等教育层次的化学教育是十分必要的。

《大学化学》(第 1 版,1999)是在曾政权、李月熙主编的《工科大学化学》(1995)的基础上,为适应新世纪的人才培养要求,进行大幅度的修订、充实、改写而成。保持了原书的严格贯彻法定计量单位,以平衡常数为线索集中讨论不同体系的平衡问题以及联系工程技术实践等三个特点。针对非化工类理工科学生的实际,放弃了过多、过细的化学计算,弱化了盖斯定律等的讨论,降低了对反应进度、化学动力学等内容的要求。全书按化学反应基本规律、物质结构和化学与工程技术·人类·社会等三个知识块来建立非化工类专业《大学化学》教学内容的框架,充实了工程材料化学的内容,新编了晶体结构、环境与化学、化学与分子生物学、现代分析测试技术等 4 章,体系有所创新。

在本书中通过化学热力学、化学动力学和近代物质结构理论的简明阐述,使学生了解高等教育层次的化学基本原理,理解化学学科的框架,能运用化学的理论、观点、方法去审视公众关注的环境污染、能源危机、新兴工程材料等社会热点论题。把化学的理论方法与工程技术观点结合起来,正确认识、理解工程技术中的有关化学问题。我们希望通过本课程的教学活动,把学生的科学观、社会观、价值观结合起来,全面提高学生的素质,培养出具有开拓创新能力的高级人才。

本书覆盖面广,教材内容符合教育部高等学校工科本科工科化学课程教学指导委员会普通化学教学指导小组 1999 年通过的《非化工类专业工科普通

化学教学基本内容框架》的要求,适应理工类各专业大学本科基础化学教学的需要。教师可从不同院系教学计划的整体优化出发,挑选出最需要的部分组织教学,其余内容可作为大学生们拓宽知识面,必要时参考。

《大学化学》在1999年8月出版后,经三届学生试用,吸收各方面的意见和建议又作了进一步的修订、完善。该书经项目组推荐,专家评审,高等学校工科化学课程教学指导委员会审定,2000年5月经教育部高等教育司核定,作为“面向21世纪课程教材”出版。

本书是国家教委组织实施的《面向21世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划》03—15项目《化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践(非化工类专业)》重庆大学课题组成员五年多来辛勤研究、实践的成果。在编写过程中得到了工科化学课程教学指导委员会副主任委员、西安交通大学何培之教授,课题组组长、浙江大学王明华教授,以及天津大学杨宏秀教授、哈尔滨工业大学徐崇泉教授、太原工业大学俞开钰教授、同济大学施宪法教授等的关心、支持和帮助。中国科学院资深院士、南开大学申泮文教授于百忙中为本书作序。中国化学会理事、重庆大学黄宗卿教授审定全书。在此,一并致以衷心的感谢。

本书由下列人员合作完成:曾政权(主编,执笔前言,第1,5,8章)、甘孟瑜(主编,执笔第3,9,10章)、刘咏秋(副主编,执笔第6,7章)、曹渊(执笔第2,11章)、张云怀(执笔第4,12章)。

由于教改经验不足,认识上还与时代的要求存在一定的差距,加之教材内容涉及面广,编者水平所限,书中定会有诸多不尽人意甚至错误之处,恳望读者和专家批评指正。

编者

2001年6月

第一版前言

为迎接 21 世纪知识经济时代的到来,高等教育必须在思想观念、体系、教育模式、教学内容等方面进行全方位的改革,而课程教学内容和体系的改革则是高等教育改革的重要组成部分。本书是国家教委组织实施的《面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划》03—15 项目《化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践(非化工类专业)》的研究成果之一。

当今人类社会面临的能源、环境、粮食、人口、资源等五大全球性问题无不与化学密切相关。化学正深入地渗透到机械、电气、热力、材料、信息、建筑、生命等众多科技领域。21 世纪的高级工程、科技人才,如果其知识结构在化学领域里只具有中等教育水平,就难以适应未来社会的需要。为了使学生的知识、能力结构优化,有利于由强调专业对口转向适应社会、适应市场经济的需求,培养出基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的高级人才,在理工类专业教学计划的自然科学基础课中列入“大学化学”必修课,实施高等化学教育是十分必要的。

本书是在曾政权、李月熙主编的《工科大学化学》(1995)的基础上,进行大幅度的修订、充实、改写而成。保持了原书的严格贯彻法定计量单位,以平衡常数为线索集中讨论不同体系的平衡问题以及联系工程技术实践等三个特点。针对非化工类理工科学生的实际,放弃了过多、过细的化学计算,弱化了盖斯定律等的讨论,降低了对反应进度、化学动力学等内容的要求。为适应新世纪的需求,充实了工程材料化学的内容,新编了晶体结构、环境与化学、化学与分子生物学、现代分析测试技术等 4 章。

在本书中通过化学热力学、化学动力学和近代物质结构理论的简明阐述,使学生了解高等教育层次的化学基本原理,理解化学学科的框架,能运用化学的理论、观点、方法去审视公众关注的环境污染、能源危机、新兴工程材料等社会热点论题。把化学的理论方法与工程技术观点结合起来,正确认识、理解工程技术中的有关化学问题。我们希望通过本课程的教学活动,把学生的科学观、社会观、价值观结合起来,全面提高学生的素质,培养出具有开拓创新能力

的高级人才。

本书覆盖面广,适应理工类各专业大学本科基础化学教学的需要。教师可从不同院系教学计划的整体优化出发,挑选出最需要的部分组织教学,其余内容可作为大学生们拓宽知识面,必要时参考。

此教材是重庆大学《面向 21 世纪化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践》课题组成员三年多来辛勤研究、实践的成果。在编写过程中得到了工科化学课程教学指导委员会副主任委员、西安交通大学何培之教授,课题组组长、浙江大学王明华教授,以及天津大学杨宏秀教授、太原工业大学俞开钰教授、同济大学施宪法教授等的关心、支持和帮助。中国科学院资深院士、南开大学申泮文教授于百忙中为本书作序。中国化学会理事、重庆大学黄宗卿教授审定全书。在此,一并致以衷心的感谢。

本书由下列人员合作完成:曾政权(主编,执笔前言,第 1,5,8 章)、甘孟瑜(主编,执笔第 3,9,10 章)、刘咏秋(副主编,执笔第 6,7 章)、曹渊(执笔第 2,11 章)、张云怀(执笔第 4,12 章)。

由于教改经验不足,认识上还与时代的要求存在一定的差距,加之教材内容涉及面广,编者水平所限,书中定会有诸多不尽人意甚至错误之处,恳望读者和专家批评指正。

编 者

1999 年 4 月



目 录

第 1 篇 化学反应的基本规律

1 化学热力学	1
1.1 基本概念	2
1.1.1 体系与环境	2
1.1.2 体系的性质	3
1.1.3 体系的状态与状态函数	3
1.2 热化学和焓	4
1.2.1 热力学第一定律	4
1.2.2 焓与化学反应的热效应	6
1.3 化学反应的方向	16
1.3.1 自发过程	16
1.3.2 熵的初步概念	17
1.3.3 吉布斯自由能	20
1.3.4 吉布斯—赫姆霍兹公式及其应用	23
科学家吉布斯	28
习题	29
2 化学反应速率	32
2.1 化学反应速率及其表示方法	32
2.2 反应速率理论	34
2.2.1 碰撞理论	34
2.2.2 过渡状态理论	35
2.2.3 化学反应的机理	36
2.3 影响化学反应速率的因素	37
2.3.1 浓度与化学反应速率的关系	37
2.3.2 温度与化学反应速率的关系	40

2.3.3	催化作用	43
2.4	几种类型的反应	45
2.4.1	多相反应	45
2.4.2	链反应	47
2.4.3	光化反应	49
	飞秒化学先驱泽维尔	50
	习题	51
3	化学平衡	53
3.1	平衡常数	53
3.1.1	分压定律	53
3.1.2	平衡常数	55
3.1.3	标准平衡常数 $K^\ominus$ 与 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系	58
3.1.4	化学平衡的移动	61
3.1.5	多重平衡	64
3.2	弱电解质的电离平衡	65
3.2.1	弱酸、弱碱的电离平衡	65
3.2.2	缓冲溶液	67
3.2.3	酸碱质子理论	69
3.3	沉淀—溶解平衡	71
3.3.1	溶度积	71
3.3.2	溶度积规则	72
3.3.3	沉淀的生成与溶解	73
3.3.4	分步沉淀	77
3.4	配离子的离解平衡	79
3.4.1	配合物的基本概念	79
3.4.2	配离子的离解平衡	81
3.4.3	配合物的应用	83
	阿伦尼乌斯——1903 年诺贝尔化学奖获得者	84
	习题	85
4	溶液与胶体	88
4.1	水	88
4.1.1	水的结构	88
4.1.2	水的物理化学性质	90
4.1.3	水的相图	93

4.2 溶液	94
4.2.1 溶液的蒸气压下降	95
4.2.2 溶液的沸点升高和凝固点下降	96
4.2.3 溶液的渗透压	98
4.2.4 电解质溶液的性质	99
4.3 胶体	100
4.3.1 分散系	101
4.3.2 溶胶	102
4.3.3 高分子溶液	106
范特霍夫——第一个荣获诺贝尔化学奖的物理化学家	107
习题	108
 5 电化学原理及其应用	 111
5.1 原电池和电极电势	111
5.1.1 原电池	111
5.1.2 电极电势	113
5.1.3 电动势与吉布斯自由能变的关系	117
5.1.4 电极电势的应用	118
5.2 电解	120
5.2.1 电解现象	120
5.2.2 电解的应用	123
5.3 金属的腐蚀与防护	125
5.3.1 化学腐蚀与电化学腐蚀	125
5.3.2 金属腐蚀的防护	127
5.3.3 混凝土的腐蚀与防护	128
5.4 化学电源	130
5.4.1 蓄电池	130
5.4.2 燃料电池	131
5.4.3 其他类型电池	134
著名物理化学家能斯特	137
习题	138

第2篇 物质结构

6 原子结构与周期系	141
6.1 氢原子结构的近代概念	141

6.1.1	核外电子运动的特征	141
6.1.2	波函数	143
6.1.3	电子云	148
6.1.4	电子运动状态的完全描述与 4 个量子数	154
6.2	多电子原子中的电子分布和周期系	156
6.2.1	核外电子的分布	156
6.2.2	原子结构和元素周期表	160
6.3	元素基本性质的周期性	163
6.3.1	有效核电荷数	163
6.3.2	原子半径	164
6.3.3	电离能、电子亲合能和电负性	166
6.4	原子光谱	170
6.4.1	原子发射光谱法	170
6.4.2	原子吸收光谱	172
	科学家德布罗意	173
	习题	174
7	化学键与分子结构	177
7.1	离子键与离子的结构	177
7.1.1	离子键的形成与特性	177
7.1.2	离子的三大特征	178
7.2	共价键与分子结构	179
7.2.1	价键理论	179
7.2.2	杂化轨道与分子的空间构型	185
7.2.3	价层电子对互斥理论	190
7.2.4	分子轨道理论	193
7.3	配位键与配位化合物	198
7.3.1	配合物的主要类型	198
7.3.2	配合物的价键理论	200
7.3.3	新型配合物	206
7.4	分子间力和氢键	208
7.4.1	分子的极性	208
7.4.2	分子间力	211
7.4.3	氢键	212
7.5	弱相互作用与超分子	215
	二度诺贝尔奖获得者鲍林	216