



面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

普通化学

第六版

浙江大学普通化学教研组 编

徐端钧 方文军 聂晶晶 沈 宏 修订



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

普 通 化 学

Putong Huaxue

第六版

浙江大学普通化学教研组 编

徐端钧 方文军 聂晶晶 沈 宏 修订



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是在《普通化学》(第五版)基础上修订而成的,特别注意与目前高中化学新课程的教材内容合理衔接,并尽可能向学生展示化学学科的全貌。

全书分9章。第1~4章以化学反应基本原理为主线,分别介绍化学热力学、化学动力学、水溶液化学和电化学的基础知识,第5章介绍物质结构基础,第6~8章分别介绍无机化合物、高分子化合物和以生物大分子为代表的有机化合物的基础知识,第9章简要介绍化学仪器分析的主要内容。各章均有内容提要和学习要求、选读材料、小结、思考题和习题。书后附有部分习题答案供参考。

本书可用作普通高等学校理工类非化学化工相关专业的基础课教材。

本书第二版(1981年修订本)于1986年获国家教委高等学校第一届(1976—1985年)优秀教材一等奖;第三版于1992年获第二届(1986—1989年)普通高等学校优秀教材全国优秀奖;第四版于1999年获教育部科学技术进步二等奖;第五版是普通高等教育“九五”国家教委重点教材和面向21世纪课程教材。修订后的第六版,被列入教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学/浙江大学普通化学教研组编. —6版. —北京:高等教育出版社,2011.6(2012.5重印)

ISBN 978-7-04-032234-7

I. ①普… II. ①浙… 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(2011)第155762号

策划编辑	郭新华	责任编辑	郭新华	封面设计	杨立新	版式设计	马敬茹
插图绘制	尹莉	责任校对	胡晓琪	责任印制	田甜		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	北京民族印务有限责任公司	网上订购	http://www.landaco.com
开本	787mm×960mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印张	24.75	版次	1978年2月第1版
字数	460 000		2011年6月第6版
插页	1	印次	2012年5月第2次印刷
购书热线	010-58581118	定价	35.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 32234-00

第六版修订说明

《普通化学》(第五版)出版至今已经过去9年时间。在过去9年中,全国中学课程改革进行得轰轰烈烈,改革后的高中化学课程采用必修加选修的模块学分制,教学内容比之前有很大程度的提高;并积极推行与科学技术和社会结合的原则(STS),注重在高中化学教学中融入与现代社会密切相关的问题开展教学,例如环境问题、能源问题、人类健康问题等,在高中化学的新课程中都有涉及。中学化学的这些改革,与普通化学原先“贴近工程和社会、生活实际,关注社会热点”的教学理念相一致,是值得肯定的。但是,中学的改革无疑也使普通化学课程面临新的挑战,如何与中学化学教育合理接轨,安排合适的教学内容以适应中学课程改革后的大学新生,成为普通化学课程面临的新任务。

在教育部“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划”的安排下,我们根据科学发展、学科发展和教学改革的需要,对本教材进行了再一次的修订。这次修订遵循的主要原则是:

(1) 适应新的《普通高中化学课程标准》的内容,避免与现行高中教学内容过多重复。

(2) 尽量反映化学学科全貌,反映学科发展和进步,体现学科交叉,以符合“普通”化学的课程本意。

(3) 读者对象由工科学生为主变为适合理工农医各专业的大学新生,内容选材不仅结合工程实际,同样考虑生命相关学科的学生需要。

为了尽可能向学生介绍完整的化学学科,并呈现化学实验科学的面貌,本次修订增加了“仪器分析基础”一章,简要介绍了光谱分析、色谱分析和电位分析的基本概念和应用。

结构分析是分析化学的重要组成部分,X射线单晶结构测定是现在化学家分析物质结构的最强大的工具,近30年在世界各地得到了越来越广泛的应用。为了反映化学学科在这方面的巨大进步,这次修订在第5章中适当加强了晶体结构分析的内容。由于晶体结构分析的理论和技术理解起来相对困难,我们希望教学中只要求学生了解“分子结构是能够用晶体衍射实验来测定的”;并使学生认识到,要以晶体衍射实验为根据来判断晶体属于什么类型。

近年来无机化学的发展,集中反映在配位化学上。作为一类较为复杂的无机化合物,配位化合物的合成、结构及应用,越来越受到当代无机化学家的重视。本次修订也适当加强了配位化学的内容。

由于有了第5章“晶体结构测定”的知识基础,第8章“生物大分子基础”一章就能选择“蛋白质结构数据库”提供的丰富素材,向学生展示化学生物学和生物化学领域中较新的研究成果,使学生切身体会学科交叉的意义。

参照新的《普通高中化学课程标准》,本次修订删去或压缩了一些与中学教材重复过多的内容,如“人体健康”、“能源”、“污染治理”等。为了突出重点,修订中删去了关于单质的内容,将教材篇幅和教学课时留给更重要的内容。

为了便于教师使用教材,这次修订基本保留了第五版的习题。另外,在若干章节中将部分内容的排版设计作了特殊处理,建议使用教材的教师根据本校教学要求自行取舍。

在本书的编写和出版过程中,许多兄弟院校和高等教育出版社给予了热情的支持;大连理工大学孟长功教授对本书的初稿进行了细致的审读工作,提出了宝贵的修改意见;对本书1~5版作出重要贡献的浙江大学李博达教授、李明馨教授、王明华教授、周永秋教授、张殊佳教授等,在此一并致以衷心的感谢。

参加本次修订工作的有徐端钧(绪论、第4章、第5章),方文军(第1章、第2章、第3章),聂晶晶(第6章、第7章、第8章)和沈宏(第9章)。由于水平有限,缺点、错误及不当之处请读者批评指正。

编者

2010年8月于浙江大学

第五版修订说明

当今世界,科学技术突飞猛进,知识经济已见端倪,国力竞争日趋激烈。为把高水平、高效益的高等教育带入 21 世纪,教育部组织实施了《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》。本书是该计划 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。

这次第五版教材的编写宗旨是保持并发扬原有特色,面向 21 世纪写出改革新意。两条主线,理论联系工程实际,科学性和教学适用性等是本教材过去受到众多高校师生欢迎的主要原因和特色。加强基础,提炼基本、按需拓宽;注重实践性和应用性,更贴近工程和社会、生活实际,关注社会热点,反映现代科技新成就;加强素质教育,注意因材施教和个性发展等三个方面是这次修订的重点。全书仍保持 8 章,前 5 章大框架不变,原第六与第七章金属与非金属合并为第六章元素化学与无机材料,原第八章改为第七章高分子化合物与材料,新增第八章生命物质与人体健康。全书章节虽然变化不大,但具体内容业经许多精简和调整,强化了某些重要概念及应用(如熵及其应用,能的量与质等),删除或简化了某些陈旧的或枝节的内容和过细的计算(如删减了自发性的道奇判断法、吉布斯函数的导出、溶液缓冲能力的计算和盖斯定律、酸碱质子理论等),根据环境及生命科学等内容的需要,拓宽和新增了某些理论和内容(如光化反应、链反应、酶催化、绿色化学、酸碱电子论、谱图及其应用和超分子等),使全书前后呼应,浑然一体。并从多方面作了加强素质教育的尝试。如注重辩证唯物主义和爱国主义教育;加强知识综合性和跨学科性、培养综合思维能力;培养创造性思维和批判性思维能力;注意因材施教和个性发展等。改写了大部分选读材料,使之更贴近社会、生活,反映最新科技成就。每章均新编了若干打▲号的带有研究性的开放性问题,并列出 5 篇左右供学生课外进修的最新读物。采用了最新的 NBS 的标准热力学函数数据。并将出版配套的《普通化学解题指南》和《普通化学实验》(第四版)。

本书的编写得到了原国家教委工科普通化学课程教学指导小组、03—15 项目组老师、高等教育出版社及兄弟学校的支持。本版初稿于 1999 年秋在浙江大学计算机、自动化、热能等工科专业试用。1999 年 8 月工科普通化学课程教学指导小组扩大工作会议期间,专门召开了针对本教材的研讨会。提出了许多宝贵的建议和修改意见。出版之前又承蒙本校李明馨教授审阅和清华大学丁廷桢教授仔细审稿,对提高本书的质量起了很大的作用。在此一并谨致谢意。

本书绪论及第一、二章由王明华(主编)编写,第四、五章由徐端钧编写,第三、六章由周永秋编写,第七、八章由张殊佳编写。许莉审核了习题答案,曹筠审核了附录,王劲审核了参考文献和索引。全书由王明华修改、统稿。

由于编者水平所限,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

2001年9月于浙江大学

第四版修订说明

随着经济和科技的发展、教育改革的深化,对高等学校教学内容和体系的改革提出了更高的要求,为此我们在调查研究并进行多次教学试验的基础上,修订了第三版,主要的原则是:

(1) 从中学化学的实际出发,以工科《普通化学课程教学基本要求》(修订稿)为依据。

(2) 保持《普通化学》第三版的两条主线。无机部分按金属元素化学和非金属元素化学编写,有机部分改写为有机高分子化合物。各章正文中编写有联系工科实际的专题,如能源、大气污染、水污染、金属腐蚀、金属的表面处理与加工、无机非金属材料、有机高分子材料的改性等。

(3) 保证重点,削枝强干,以利教学。各章内容提要和学习要求、正文、小结及习题等均以主要要求为中心,进行了调整、删减或充实。

(4) 贯彻我国法定计量单位。

(5) 配合正文,精选选读材料,涉及这些内容的复习思考题、习题等仍用*号标出,书末增加了一些主要的参考文献和《普通化学课程教学基本要求(不低于70学时)》,以利在保证满足基本要求的前提下,因材施教。

此外,还注意数据、图表和知识的更新,适当介绍一些我国的有关实际,并重视教学法的改进。

本书是在工科普通化学课程教学指导小组的指导下,结合不少兄弟院校和我校的教学经验编写的。本版修订初稿、二稿分别于1991年、1992年夏完成,先后三次在浙江大学光学仪器、化工机械、检测、制冷等专业试用。本版二稿经北京理工大学刘天和教授、东北工学院乐秀毓教授精心审阅,提出了不少宝贵意见。审稿后,根据审稿意见,作了修改。在此一并谨致谢意。

本书第四版共分八章,其中绪言及第一、二章由李明馨编写,第七章由王明华编写,第六章由宋宗簏编写,第四章由张瑜、王明华编写,第五章由周庭午编写,第三章由周永秋编写,第八章由朱远黛编写。全书由李明馨、王明华、宋宗簏负责修改、统稿。

由于编写者水平有限,书中错误及不妥之处希读者批评指正。

浙江大学普通化学教研组

1994年1月

第三版修订说明

《普通化学》(1981年修订本)出版后,已有多数。这几年来,随着经济和科技、教育的迅速发展,化学与工程技术以及有关学科间的相互渗透也增强了。这就要求对工科普通化学的内容作出相应的充实、调整或取舍。这次修订的主要原则是:

(1) 以1983年中学化学教学大纲为依据,尽可能删减重复内容。

(2) 保持1981年版《普通化学》的体系和主线,但作了一些调整和充实。在体系上,将第一章改为热化学;原第五章至第八章改为第五章至第七章,将原子与分子结构合为第五章;无机化学按主族元素和副族元素分两章编写,晶体结构结合主族介绍,配位化合物结合副族介绍;原第九章改为第八章。在内容上,加强了化学热力学,充实了动力学的一些基础知识,扩大酸碱概念并简化有关计算,增加胶体溶液,注意物质结构理论与物质性质的联系,增加与工科有关的实例及应用。

(3) 扩大知识面,各章均增写了选读材料。对与工科实际或现代工程技术发展有关或与基本理论有关的内容作专题式的知识简介,如能源、大气污染、水污染及处理、电解的应用以及一些工程材料等等,以适应各种不同的需要。

(4) 采用我国法定计量单位。

此外,注意教学法的改进,着重阐明疑难,以利自学;适当更新了一些数据,调整并充实了一些习题。

对于某些与正文要求有关,需作进一步说明的内容,仍用小号字排印,供教师选用或学生参考;涉及这些内容的复习思考题、习题等则用*号标出。

本书是在工科普通化学课程教学指导小组的指导下,结合我们的教学经验编写的。本版修订初稿于1985年夏完成,同年秋在浙江大学化工机械、应用电子技术等专业试用;后又参考1985年11月工科化学课程教学指导委员会普通化学课程教学指导小组扩大会议通过的《基本要求》意见稿作了修改。

初稿经华中工学院叶康民、苏嫦、东北工学院乐秀毓等审阅。审稿后,根据审稿意见作了修改。不少兄弟院校也对本书的修订提供了许多建设性的意见。在此一并谨致谢意。

参加本书第三版编写工作的有李明馨(编写绪言及第一、二章)、刘湘兰(编写第八章)、张瑜(编写第四章)、周庭午(编写第五章)、王明华(编写第六章)、周永秋(编写第三章)、陈林根(编写第七章)。全书由李明馨负责修改、统稿。编写

过程中,李博达曾参加讨论及审阅。

由于编写者水平有限,书中错误及不妥之处希读者批评指正。

浙江大学普通化学教研组

1986年10月

第一版前言

普通化学是一门关于物质及其变化规律的基础课,是培养又红又专高级技术人才所必需的一门基础课。在本课程中应当系统地讲授化学基本理论和知识;运用辩证唯物主义观点阐明化学规律;贯彻理论联系实际原则,反映工科院校的特点,适当地结合工程专业并反映现代科学技术的新成就。本课程的教学目的是使学生掌握必需的化学基本理论、基本知识和基本技能;了解这些理论、知识和技能在工程上的应用;培养分析和解决一些化学实际问题的能力;培养辩证唯物主义观点;为今后学习后继课程及新理论、新技术打下比较宽广而巩固的化学基础,以适应四个现代化的需要。

本书是根据1977年11月高等学校工科基础课化学课程教材编写会议制订的《高等学校工科基础课普通化学教材编写大纲(初稿)》编写的。编写时,以马列主义、毛泽东思想为指导,努力贯彻理论联系实际的原则,教材内容力求精简,由浅入深,通俗易懂,便于自学。

本书的基本理论以化学平衡和物质结构理论为主。化学平衡理论主要用来判断化学反应进行的方向及程度;物质结构理论主要用来解释物质的物理、化学性质。叙述部分联系周期系阐明单质、化合物性质的递变规律。理论部分和叙述部分适当地穿插,以加强相互联系。

在内容安排上,化学平衡以讨论水溶液中的反应为主,兼顾气体及高温反应的平衡;叙述部分以介绍物质的通性为主,兼顾工程上某些主要的无机物和有机物的特性。在化学运算方面,通过溶液浓度、当量定律、化学平衡等必要的计算,熟悉基本运算方法,进一步巩固基本概念。在联系生产实际方面,通过工程材料、金属腐蚀及其防止、工业用水、工业用油及其处理等内容的介绍,加深对基本理论的理解和运用。

由于工科各类专业对化学知识要求不同,学生的程度亦有差异,因此使用本书时,务希结合学生实际与专业要求,加以适当增减。

参加本书编写工作的有李博达(编写第一章)、陈克(编写第五、六章)、李明馨(编写第七、八章)、刘湘兰(编写第九章)、陈时淇(编写第三章)、张瑜(编写第二、四章)等同志。由于编写人水平有限,加之时间仓促,缺点错误及不当之处希读者批评指正!

浙江大学普通化学教研组

1978年2月

目录

绪论	1
第 1 章 热化学与能源	4
1.1 热化学	4
1.1.1 几个基本概念	4
1.1.2 热效应及其测量	8
1.2 反应热与焓	11
1.2.1 热力学第一定律	11
1.2.2 反应热与焓	13
1.2.3 反应的标准摩尔焓变	16
1.3 能源的合理利用	18
1.3.1 煤炭与洁净煤技术	19
1.3.2 石油和天然气	20
1.3.3 氢能和太阳能	21
选读材料 核能	23
本章小结	26
学生课外进修读物	27
复习思考题	27
习题	28
第 2 章 化学反应的基本原理与大气污染控制	32
2.1 化学反应的方向和吉布斯函数	32
2.1.1 熵和吉布斯函数	32
2.1.2 反应自发性的判断	37
2.2 化学反应的限度和化学平衡	42
2.2.1 反应限度和平衡常数	42
2.2.2 化学平衡的有关计算	45
2.2.3 化学平衡的移动及温度对平衡常数的影响	47
2.3 化学反应速率	49
2.3.1 化学反应速率和速率方程	50
2.3.2 温度对反应速率的影响	53
2.3.3 反应的活化能和催化剂	54
2.3.4 链反应和光化反应	60

2.4 环境化学和绿色化学	62
2.4.1 大气污染与环境化学	62
2.4.2 清洁生产和绿色化学	64
选读材料 熵与信息和社会	65
本章小结	69
学生课外进修读物	72
复习思考题	72
习题	73
第3章 水溶液化学	78
3.1 溶液的通性	78
3.1.1 非电解质稀溶液的通性	78
3.1.2 电解质溶液的通性	83
3.1.3 表面活性剂溶液和膜化学	85
3.2 酸碱解离平衡	90
3.2.1 酸碱的概念	90
3.2.2 酸和碱的解离平衡	91
3.2.3 缓冲溶液和 pH 控制	96
3.3 难溶电解质的多相离子平衡	98
3.3.1 多相离子平衡和溶度积	99
3.3.2 溶度积规则及其应用	100
3.4 水的净化与废水处理	103
选读材料 水污染及其危害	108
本章小结	111
学生课外进修读物	113
复习思考题	113
习题	115
第4章 电化学与金属腐蚀	119
4.1 原电池	119
4.1.1 原电池中的化学反应	119
4.1.2 原电池的热力学	123
4.2 电极电势	125
4.2.1 标准电极电势	125
4.2.2 电极电势的能斯特方程	127
4.3 电动势与电极电势在化学上的应用	129
4.3.1 氧化剂和还原剂相对强弱的比较	129
4.3.2 反应方向的判断	131

4.3.3 反应进行程度的衡量	132
4.4 化学电源	133
4.4.1 一次电池	133
4.4.2 二次电池	134
4.4.3 连续电池	136
4.4.4 化学电源与环境污染	138
4.5 电解	138
4.5.1 分解电压和超电势	139
4.5.2 电解池中两极的电解产物	142
4.5.3 电解的应用	143
4.6 金属的腐蚀及防止	146
4.6.1 腐蚀的分类	146
4.6.2 金属腐蚀的防止	147
选读材料 电抛光、电解加工和非金属电镀	149
本章小结	151
学生课外进修读物	153
复习思考题	153
习题	154
第5章 物质结构基础	159
5.1 原子结构的近代概念	159
5.1.1 波函数	159
5.1.2 电子云	165
5.2 多电子原子的电子分布方式和周期系	168
5.2.1 多电子原子轨道的能级	168
5.2.2 核外电子分布原理和核外电子分布方式	169
5.2.3 原子的结构与性质的周期性规律	172
5.2.4 电子跃迁	175
5.3 化学键和分子间相互作用力	177
5.3.1 化学键	177
5.3.2 分子的极性和分子的空间构型	180
5.3.3 分子间相互作用力	186
5.3.4 超分子化学	190
5.4 晶体结构	191
5.4.1 晶体的基本类型	192
5.4.2 链状和层状的晶体结构	195
5.4.3 晶体的缺陷与非整比化合物	197
5.4.4 晶体结构测定	199

选读材料 离子液体	201
本章小结	202
学生课外进修读物	205
复习思考题	205
习题	206
第 6 章 无机化合物	209
6.1 氧化物和卤化物的性质	209
6.1.1 氧化物和卤化物的物理性质	209
6.1.2 氧化物和卤化物的化学性质	217
6.2 配位化合物	223
6.2.1 配位化合物的组成	223
6.2.2 配位化合物的命名	225
6.2.3 配位化合物的结构	226
6.2.4 配位化合物的价键理论	229
6.2.5 配位化合物的热力学稳定性和配位化合物的制备	234
6.2.6 配位化合物的应用	236
6.3 无机材料基础	239
6.3.1 金属合金材料	240
6.3.2 无机非金属材料	243
选读材料 纳米材料	247
本章小结	248
学生课外进修读物	250
复习思考题	250
习题	251
第 7 章 高分子化合物	254
7.1 高分子化合物概述	254
7.1.1 高分子化合物的定义	254
7.1.2 高分子的一般结构特点	255
7.1.3 高分子的分类	255
7.1.4 高分子的命名	257
7.2 高分子的合成	258
7.2.1 高分子聚合反应的分类	259
7.2.2 几种重要的聚合反应	260
7.2.3 可控聚合反应	262
7.3 高分子的结构与性能	262
7.3.1 高分子的结构	262
7.3.2 高分子的分子热运动与玻璃化转变	267

7.3.3 高分子的一些物理性能	268
7.4 高分子的改性和加工	271
7.4.1 高分子的改性	271
7.4.2 高分子的加工	274
7.5 高分子的应用	275
7.5.1 塑料	275
7.5.2 橡胶	278
7.5.3 纤维	280
7.5.4 感光高分子材料	282
7.5.5 复合材料	284
7.6 未来的材料及材料的分子设计	286
7.6.1 未来的材料	286
7.6.2 材料的分子设计	287
选读材料 医用功能高分子材料	289
本章小结	290
学生课外进修读物	292
复习思考题	292
习题	293
第8章 生物大分子基础	297
8.1 氨基酸、多肽和蛋白质	297
8.1.1 氨基酸	297
8.1.2 多肽	301
8.1.3 蛋白质	303
8.2 核苷酸、DNA、RNA 和基因工程	306
8.2.1 核苷酸	307
8.2.2 核酸	309
8.2.3 基因和基因工程	312
8.3 糖类	315
8.3.1 单糖	316
8.3.2 单糖的聚合物(低聚糖和多糖)	318
选读材料 蛋白质结构数据库	319
本章小结	319
学生课外进修读物	320
复习思考题	320
习题	321
第9章 仪器分析基础	323
9.1 概述	323

9.2 原子发射光谱分析	325
9.2.1 原子光谱产生机理	325
9.2.2 定性和定量分析	327
9.2.3 仪器装置	327
9.2.4 分析过程	328
9.2.5 应用实例	329
9.3 紫外-可见吸收光谱分析	329
9.3.1 紫外-可见吸收光谱产生机理	329
9.3.2 分光光度法分析原理	330
9.3.3 仪器装置	331
9.3.4 定量分析方法	332
9.3.5 紫外-可见分光光度分析应用实例	333
9.4 红外光谱分析	334
9.4.1 红外光谱产生原理	334
9.4.2 仪器装置	337
9.4.3 定性和结构分析	338
9.4.4 红外光谱分析的应用实例	338
9.5 电位分析	340
9.5.1 电位分析原理	340
9.5.2 电位分析的电极	340
9.5.3 电位分析的应用实例	344
9.6 色谱分析	344
9.6.1 基本概念和分类	344
9.6.2 分离机理和分析流程	345
9.6.3 常见检测器	347
9.6.4 色谱图及色谱定量方法	348
9.6.5 色谱分析特点	349
9.6.6 色谱分析应用实例	349
选读材料 质谱分析	350
本章小结	351
学生课外进修读物	352
复习思考题	352
习题	353
附录	355
附录1 我国法定计量单位	355
附录2 一些基本物理常数	357
附录3 标准热力学数据($p^\ominus = 100\text{kPa}$, $T = 298.15\text{K}$)	357