



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

现代化学基础

第四版

胡忠鲠 主编

胡显智 梁 渠 童志平 韩凤兰 杨秀芳 副主编

高等教育出版社

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

现代化学基础

XIANDAI HUAXUE JICHU

第四版

胡忠鲠 主编

胡显智 梁 渠 童志平 韩凤兰 杨秀芳 副主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书第一版为教育部首批面向 21 世纪课程教材, 曾获得 2001 年国家级教学成果二等奖。第三版是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书在保持原教材框架、结构和内容及特色的基础上, 对个别章节的内容作了适当调整。教材先进性、科学性、系统性和适用性更加提升, 内容更加精练, 体系、框架结构更加合理。

本书除绪论外, 共分 18 章, 分别为物质的聚集状态, 原子结构和元素周期律, 分子结构和晶体结构, 配位键和配位化合物, 热力学第一定律, 热力学第二定律, 多相平衡, 化学平衡, 水溶液中的离子平衡, 电解质溶液, 氧化还原反应和电化学, 化学动力学, 界面现象和胶体分散系统, 主族元素, 副族元素, 有机及高分子化合物, 化学分析, 现代分析测试技术。每章前有学习目的和主要内容, 章后有思考题、习题, 书后附有计算题参考答案、附录、参考文献、英汉对照索引等。本书有配套的实验教材、学习指导及多媒体电子教案等。

本书可作为高等学校本、专科近化学化工类专业(生命科学与工程、材料科学与工程、环境科学与工程、制药、核技术与工程、地球化学、地质学、地理科学、矿产、资源勘查、石油工程、冶金、装备、铸造、弹药工程与爆炸技术、资源再生、安全工程)的基础课教材, 亦可供化学工程与工艺专业参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代化学基础 / 胡忠鲠主编. -- 4 版. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-04-040944-4

I. ①现… II. ①胡… III. ①化学-高等学校-教材
IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 192677 号

策划编辑 沈晚晴
插图绘制 黄建英

责任编辑 沈晚晴
责任校对 杨凤玲

封面设计 杨立新
责任印制 刘思涵

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京人卫印刷厂
开 本 787 mm×960 mm 1/16
印 张 45.5
字 数 860 千字
插 页 1
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 2000 年 1 月第 1 版
2014 年 9 月第 4 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 63.00 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 40944-00



面向21世纪课程教材



普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

第四版编写说明

本书是教育部“面向 21 世纪高等工科化学系列课程教学内容和体系改革的研究与实践”(非化工类)的研究成果和首批教育部面向 21 世纪课程教材的提高和发展,是教育部“十一五”国家级规划教材,其教学成果曾获得国家级教学成果二等奖。

本书是四大基础化学有机整合的供近化学化工类专业使用的简明教材。一、二、三版教材自面市 14 年来,受到国内同行专家的高度评价和很多使用该教材院校师生的好评。更重要的是减少教学学时,学生学到了系统和先进必要的化学理论和知识,提高了教学质量,减轻了学生的负担。为了使该教材精益求精,更好地适应教学改革的发展和培养高素质人才需要,并在广泛征求和使用原书意见的基础上进行了认真的修订,使之编著成更加优秀的教材。

本书在此次修编过程中特别注重以下几方面:

1. 在保持前版教材特色的基础上,使本书体系、框架结构更加合理,科学性、先进性、系统性更趋精准、完善。如“晶格能的计算”移动到第五章的“盖斯定律”一节,作为盖斯定律的应用,系统性更好。

2. 突出重点和实用性,精选教学内容,符合人才培养目标。根据目前近化学化工类学时继续大量减少的情况和根据近化学化工类专业培养目标要求,为了适应不同专业的需要,本次修编特别注重少而精,突出重点,突出实用,精选教学内容,全书篇幅比第三版减少约 10 万字。以无机化学和物理化学内容为主,适当编著有机化学及分析化学内容,是“四大化学”有机整合的简明教材,可保证 80 ~ 140 学时(包括实验学时)左右的专业,如地质学、地理科学、矿产、资源勘查、石油工程、核技术与工程、装备、铸造、弹药工程与爆炸技术、资源再生、安全工程等专业所需的化学内容。对于要求有机化学和分析化学内容较多的专业,如环境科学与工程、制药、生命科学与工程、地球化学、冶金工程、化学工程与工艺等专业,可满足无机化学和物理化学基本内容,对有机化学和分析化学要求更多内容的专业,讲课时可作适当补充。本版将有机化合物和高分子化合物两章简化为有机及高分子化合物一章;分析化学四章简化为化学分析和现代分析测试技术两章,以仪器分析内容为主,弱化

化学分析内容；删去了化学与环境保护一章。

3. 教材深广度更加适中，更富于启发性和可读性，更利于教师教学、学生自学。以中学化学基础为起点，以高等工科院校近化学化工类专业普通化学和物理化学课程的教学基本要求为依据，删去过深过宽的内容。如删去三组分系统相平衡内容和较为繁琐的配位滴定分析的副反应系数计算。特别对物质结构抽象内容和热力学、动力学公式多的内容，尽量做到深入浅出，循序渐进，对公式推证尽量详尽并多举实例。对理论首先提出问题，然后解决问题，得出结论和理论适用范围，培养启发学生逻辑思维和辩证唯物主义观点，以及分析问题、解决问题的能力。将死记硬背的内容尽量给出通用数学公式，以便学生自学。如熵的导出，由学生不易掌握的卡诺循环改成学生易理解的统计观点导出。化学反应速率理论以定性为主，删去定量公式。

4. 理论联系实际，更具工科特色。本书以基本理论、基本知识、基本技能为主，并紧密联系工程实际和适当关注社会、生活等社会热点的化学问题，以提高教材实用性，培养学生的创新能力。如热力学联系能源，水溶液中离子平衡联系环境的水体污染和治理，有机化学部分联系高分子材料及生命，等等。

本书在此次编著和修编过程中一直受到高等教育出版社的关心和指导，特别是郭新华、沈晚晴等编辑的支持、关心、指导和帮助。本书前三版还受到申泮文、胡英、罗平亚、胡永康院士，戴树栅、丁廷楨、杨宏秀、王明华、周世光、宋天佑教授及高等教育出版社的朱仁、王蕙婵、岳延陆、周传红、刘佳等编辑，以及成都理工大学、昆明理工大学、西南交通大学、北方民族大学、陕西科技大学、四川师范大学等校的支持和帮助。在此对各校领导和教师的大力支持表示衷心的感谢！

参加此次修订的有胡忠鲠（绪论、二、三、四、五、六、十二、十七章），童志平（一、十三章），杨秀芳（二、三章），张安国（四章），刘光灿（五章），王关民（六章），字富庭（七章），陈阵（八、九章），杜重麟（八章），胡瑾（九章），马晓燕（十章），李绛（十、十一章），郑莽佶（十二章），李奕霖（十三章），胡显智（十四、十五章），张勇（十四、十五章），梁渠（一、十六章），李诚（十六章），韩凤兰（十七、十八章），蔡莉（十七章）。全书由胡忠鲠主编，负责全书编写策划、统稿、定稿。副主编有胡显智、梁渠、童志平、韩凤兰、杨秀芳。

本书虽经三次再版，但作者水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者

2014年5月

第三版编写说明

本书是教育部“面向 21 世纪高等工科化学系列课程教学内容和体系改革的研究与实践”(非化工类)的研究成果和首批教育部“面向 21 世纪课程教材”的提高和发展,是教育部“十一五”国家级规划教材。

本书一、二版教材出版后,受到国内同行专家的高度评价和很多使用该教材院校师生的好评。本书的一个重要特色就是在减少教学学时的同时,保证学生仍然能够系统地学到先进且必要的化学理论和知识。为了使该教材精益求精,更好地适应教学改革的发展和培养高素质人才的需要,在广泛征求原书使用意见的基础上进行认真的修订,使之成为更加优秀的教材。

本书在修编过程中特别注重以下几方面:

1. 保持一、二版教材的特色和体系,框架结构更加合理,系统性更加加强。本书以物理化学为主线,以无机化学和物理化学为重点,以物质的聚集状态和物质结构为先导,以化学热力学、化学动力学、化学平衡、氧化还原和电化学为基础,阐明元素单质和化合物(有机、无机)的结构和性质,并紧密联系工程和社会、生活有关的化学热点问题。

2. 定位准确,突出实用,符合培养目标。教材注重科学性、实用性,突出重基础、重实践、重能力的培养。内容更加精炼,教学适用性更强,专业适用面更宽。本教材根据专业需要和特点精选教材内容,适用于高等工科本专科近化学化工类多学时专业,如环境、材料、生命科学、化工工艺、地球化学、冶金、铸造、爆炸技术、地质、矿产、石油、资源再生、安全等专业。该教材能在 200 学时(包括实验)内完成专业教学所需的化学基本理论、基本知识和基本技术。本书考虑有些专业只有 120 ~ 140 学时,没有时间讲授需要的分析化学内容的情况,因此对二版教材中酸碱、配位、沉淀、氧化还原平衡和滴定分析结合的三章改成两部分。其中平衡部分改为水溶液中的离子平衡,列为第九章,化学分析部分改为酸碱滴定分析、配位滴定分析、氧化还原滴定法和重量分析法放到现代分析测试技术之前,作为多学时教学内容,较少学时学生自学内容,从而增加教学的实用性,以利教师教学和学生自学。为了加强学生对元素性质及周期性的认识规律,将单质和化合物改为以周期系为主线的主族

元素和副族元素两章，并适当增加了内容。

3. 先进性和科学性进一步提升。名词、概念定义准确，尽量采用最新提法，使先进性、科学性和系统性增强。本书严格贯彻 SI 制和数学运算规则。正确处理现代和经典理论的关系，进一步删去陈旧的和专业不必要内容，增加现代科技新成果。

4. 教材深广度更加适中，富于启发性和可读性，利于教师教学、学生自学。特别对物质结构抽象内容和热力学、动力学公式多的内容，尽量深入浅出，循环渐进，对公式推证尽量详尽并多举实例。对理论先提出问题，然后解决问题，得出结论和理论适用范围，培养学生逻辑思维和辩证唯物主义观点，以及分析问题、解决问题的能力。将死记硬背的内容尽量创建通用数学公式，以便学生自学。

5. 理论联系实际，更具工科特色。本书以基本理论、基本知识、基本技能为主，并紧密联系专业工程实际和关注社会、生活等热点的化学问题，以提高教材实用性，培养学生的创新能力。

6. 每章开头有学习目的、内容概要，章末有思考题、习题，书末有附录、习题计算题参考答案、参考著作及文献、英汉对照索引。已出版配套实验教材，将出版配套自学指导书及习题解和多媒体电子教案，提供教学大纲等。

本书在编著和修编过程中一直受到高等教育出版社的关心和指导，并于 2008 年召开了包括胡永康院士在内的十多所院校二十几位专家教授参加的定稿会。书稿在定稿之前，由吉林大学宋天佑教授主审，并得到了徐家宁（审无机化学部分）、杨桦（审物理化学部分）、苏星光（审分析化学部分）、刘在群（审有机化学部分）、林权（审高分子化学部分）等教授提出的许多宝贵意见。本书从第一版至今，一直受到胡英、申泮文、罗平亚、胡永康等院士，戴树栅、丁廷楨、杨宏秀、王明华、周世光教授及高等教育出版社朱仁、王蕙旻、岳延陆、郭新华、周传红、刘佳等编辑的支持、关心、指导和帮助，以及成都理工大学、昆明理工大学、西南交通大学、郑州大学、北方民族大学、宁夏大学等校领导的大力支持，此外还有曾参加过本书编写的金继红、张锦柱、李盛华等教授的工作，在此对上述专家教授、学校一并表示衷心的感谢。

参加本书编著的有胡忠鲠（绪论、二、三、四、十二章），童志平（一、十三、八章），姬鸿斌（五、六章），司云森（七章），陈宜俚（八章），陈阵（九、七章），续京（十、五、六章），李绛（十一、十章），王剑锋（十二、八章），胡显智（十四、十五章），梁渠（十六、十七章），杨保民（十八、十九、二十章），韩凤兰（二十一、十八、十九、二十章），胡瑾（二十二章），徐军（校稿）。全书由胡忠鲠主编，负责全书编写策划、统稿、定稿。副主编有胡显智、姬鸿斌、童志平、陈宜俚。

本书虽经两次再版，但作者水平有限，缺点和错误在所难免，敬请读者不吝指正。

编 者

2009 年 2 月

第二版修编说明

本书第一版是教育部“面向 21 世纪高等工科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)的研究成果和首批教育部面向 21 世纪课程教材的继续提高和发展,是教育部“十五”规划教材。

随着科学技术突飞猛进的发展以及国内教学的不断改革,各学科间的相互渗透日益增强,对 21 世纪培养高素质人才的需要不断提高,同时国内非化工类原设“四大基础化学”或开设普化(或无机)和物理化学等化学多学时专业面临学时不断减少的形势下,“现代化学基础”作为一级学科的一门化学基础课程应运而生了。为了抓紧教育改革的脉搏,弥补教材空缺,以及使学生具有较全面系统的化学学科理论知识我们编写了《现代化学基础》(第一版)一书。第一版自面市五年来,受到国内同行专家的高度评价和使用该教材的师生好评,其教学成果荣幸获得国家级二等奖。为了使该教材精益求精,更好地适应教学改革的发展和需要,我们在广泛征求广大教师和学生对该书第一版使用意见的基础上进行了认真的修订,力求使之成为更加优秀教材。

本书在修编过程中特别注意以下几点:

1. 保持一版教材特色,体系框架及结构更趋合理。本书以物质的聚集状态和物质结构为先导,以热力学、化学动力学、化学平衡为基础,着眼于阐明单质和化合物(有机、无机)结构和性质,联系工程和社会、生活有关的化学热点问题。本书先微观、后宏观,先理论、后应用,理论联系应用,应用中有理论。本版增加了物质的聚集状态,结构增加了超分子化学、配位场理论。对第一版教材中“水溶液中的离子平衡”和“分析测试技术”中的化学分析内容,相互结合,有机重组成酸碱平衡和酸碱滴定法、配位平衡和配位滴定法、沉淀解离平衡和重量分析法三章;在氧化还原和电化学一章增加氧化还原滴定法。将有机化合物一章分成有机化学基础和高分子化学基础两章。

2. 内容更加精炼,教学适用性更强,专业适用面更宽。本教材适用于高等工科非化工类多学时专业,如环境、生化、制药、资源、材料、冶金、铸造、爆炸技术、地质、矿产及石油、再生等专业。也可适用于化工类专业大一基础化学课程教材。该教材能在 130 ~ 250 学时(包括实验)内能完成专业教

学所需的化学基本理论和知识。通过精选内容,使教材的适用性更强。对不同专业和学时有些内容可适当增减。元素性质部分内容放在实验中,本书未作过多介绍。打“*”号内容为选学内容。

3. 先进性进一步提高。删去一些陈旧的、冗余的内容,增加现代化学新理论、知识和科技新成果,使先进性、科学性和系统性更强。

4. 教材内容深度更加适中,富于启发性,便于自学。突出利于教师教学,也很适合学生自学。特别对物质结构等抽象内容,尽量做到由浅入深,循序渐进。对理论首先提出问题,然后解决问题,得出结论和理论适用范围,培养学生逻辑思维和辩证唯物主义观点,及分析问题、解决问题的能力。对难理解的内容,尽量多举实例。

5. 理论联系实际,更具工科特色。本书以基本理论、基本知识、基本技能为主,并紧密联系专业工程实际和关注社会、生活等社会热点的化学问题,从而提高了教材学以致用的针对性和学生学习的兴趣,如热化学联系能源,化学平衡联系化学分析测试,单质联系金属和合金材料,无机化合物联系无机非金属材料,有机化学联系高分子材料和与生命有关的内容。

6. 本书最好在一年级第二学期开始授课,如需第一学期授课,最好在六周以后,以便与高等数学相衔接。

7. 本书严格贯彻国际单位制,以便与国际接轨,科学性增强。

8. 每章有内容概要,章末有思考题、习题,书末有附录、计算题参考答案、主要参考著作及文献和英汉对照索引。已出版配套实验教材,将出版配套自学指导书和电子课件等教材。

本书在修编过程中受到高等教育出版社领导和编辑的关心和指导,并由高等教育出版社主持召开以中国科学院院士南开大学申泮文教授、天津大学杨宏秀教授、云南大学戴树栅教授等 20 多所著名理工科高等学校老中青专家参加的教材审稿及教学研讨会,提出很多宝贵的修改意见,对保证本教材质量起到关键作用。本教材由申泮文院士、杨宏秀教授主审。本教材在编著过程中受到了主编和参编的成都理工大学、昆明理工大学、中国地质大学、吉林大学、西南交通大学领导和教师的支持与帮助。本教材还得到了华东理工大学胡英院士、清华大学丁廷桢教授、高等教育出版社朱仁编审、岳延陆编审、浙江大学王明华教授、国防科技大学周世光教授等的关心、帮助和指导,在此表示衷心的感谢!

本书主编胡忠鲉(绪论、二、三、四、十四章),金继红副主编(五、六、七章),张锦柱副主编(九、十、十一、二十章),李盛华副主编(十二、十三章),童志平(一、八、十五、二十一章),张勇(十六、十七章),梁渠(十八、十九章)。胡显智参加了十六章、十七章部分修编工作,何明中参加

了第五、六、七章部分修编工作。全书由胡忠鲮统稿和定稿。

本书虽经多年使用和修改，但由于改革力度加大，作者水平有限，错误和缺点在所难免，敬请专家读者不吝指正。

编 者

2005 年 1 月

第一版前言

本书是教育部“面向 21 世纪工科化学系列教学内容和课程体系改革的研究与实践”课题的研究成果。

随着科学技术的飞速发展，化学学科与其他学科的相互渗透、相互交叉日趋明显，化学在许多工程技术中的应用成效显著，化学的基础知识已经成为提高学生科学文化素质不可缺少的组成部分。在教学改革深入发展过程中，地学类专业的调整，高素质人才培养的需要以及化学类课程教学时数的减少，势必需要对原来的化学课程教学内容和课程体系进行改革。经过国土资源部（原地质矿产部）系统的部分院校几年的教学研究和实践，认为应对原来分设的几门化学课程的内容进行统一研究，应从地学类专业的教学实际出发，将原来分设的普通化学、物理化学课程结合在一起，并适应拓宽知识面，增加了有机和高分子化合物、分析测试技术、环境化学等内容，组成了新的教材体系，定名为《现代化学基础》。

本书在编写过程中注意以下几点：

1. 以中学化学基础为起点，以高等工科院校普通化学和物理化学课程的教学基本要求为依据。
2. 以现代物质结构理论为先导，以化学热力学理论和化学动力学为基础，贯穿化学平衡；酸碱平衡、配位平衡、氧化还原平衡、相平衡等内容，并注意联系化学在地质、矿产、冶金、石油、能源、材料、现代分析测试、环境等领域的应用。
3. 反映现代化学的基本概念、基础理论和科学技术进步的成就。
4. 内容的安排便于教师教学，也便于学生自学。
5. 根据少而精的原则精选教材内容，特别是对化学经典的内容力求简明。
6. 每章有内容概要，章末有小结、思考题、习题，书末有索引、附表、参考著作及文献。在章节号前有“*”号者为选修内容。

本书的编写得到高等工科院校普通化学课程教学指导组、高等教育出版社、国土资源部人事教育司以及成都理工大学、中国地质大学、长春科技大学等单位领导给予了大力支持、关心和指导。本书经清华大学丁廷楨教授审阅，

提出了许多宝贵意见。西安交通大学何培之教授、浙江大学王明华教授、天津大学杨宏秀教授以及三校化学教师给予的关心和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

本书由胡忠鲮主编（绪论、第一、第二、第三、第十一章）、金继红副主编（第四、第五、第十六章）、李盛华副主编（第十、第十三、第十四章）、黄志琦（第十五、第十七章）、何明中（第八、第九章）、徐昕（第六、第七章）、梁渠（第十二章）等也参加了编写工作。全书由胡忠鲮统稿。

由于编者水平有限，缺点错误在所难免，诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

1998 年 12 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

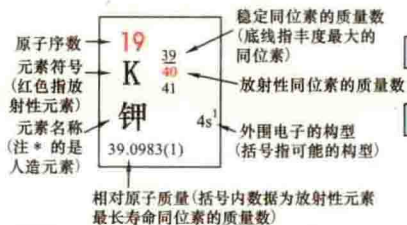
反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	电子层	18族电子数
周期	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	IB	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0		
1	1 H 氢 1.008 1s ¹	2 He 氦 4.002602(2) 1s ²																	K	2
2	3 Li 锂 6.94 2s ¹	4 Be 铍 9.012182(3) 2s ²											5 B 硼 10.81 2s ² 2p ¹	6 C 碳 12.011 2s ² 2p ²	7 N 氮 14.007 2s ² 2p ³	8 O 氧 15.999 2s ² 2p ⁴	9 F 氟 18.9984032(5) 2s ² 2p ⁵	10 Ne 氖 20.1797(6) 2s ² 2p ⁶	L K	8 2
3	11 Na 钠 22.98976928(2) 3s ¹	12 Mg 镁 24.3050(6) 3s ²											13 Al 铝 26.9815386(8) 3s ² 3p ¹	14 Si 硅 28.085 3s ² 3p ²	15 P 磷 30.973762(2) 3s ² 3p ³	16 S 硫 32.06 3s ² 3p ⁴	17 Cl 氯 35.45 3s ² 3p ⁵	18 Ar 氩 39.948(1) 3s ² 3p ⁶	M L K	8 8 2
4	19 K 钾 39.0983(1) 4s ¹	20 Ca 钙 40.078(4) 4s ²	21 Sc 钪 44.955912(6) 3d ¹ 4s ²	22 Ti 钛 47.867(1) 3d ² 4s ²	23 V 钒 50.9415(1) 3d ³ 4s ²	24 Cr 铬 51.9961(6) 3d ⁵ 4s ¹	25 Mn 锰 54.938045(5) 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 铁 55.845(2) 3d ⁶ 4s ²	27 Co 钴 58.933195(5) 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 镍 58.6934(4) 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 铜 63.546(3) 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 锌 65.38(2) 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 镓 69.723(1) 4s ² 4p ¹	32 Ge 锗 72.63(1) 4s ² 4p ²	33 As 砷 74.92160(2) 4s ² 4p ³	34 Se 硒 78.96(3) 4s ² 4p ⁴	35 Br 溴 79.904(1) 4s ² 4p ⁵	36 Kr 氪 83.798(2) 4s ² 4p ⁶	N M L K	8 18 8 2
5	37 Rb 铷 85.4678(3) 5s ¹	38 Sr 锶 87.62(1) 5s ²	39 Y 钇 88.90585(2) 4d ¹ 5s ²	40 Zr 锆 91.224(2) 4d ² 5s ²	41 Nb 铌 92.90638(2) 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 钼 95.96(2) 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 锝 (98) 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 钌 101.07(2) 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 铑 102.90550(2) 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 钯 106.42(1) 4d ¹⁰	47 Ag 银 107.8682(2) 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 镉 112.411(8) 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 铟 114.818(3) 5s ² 5p ¹	50 Sn 锡 118.710(7) 5s ² 5p ²	51 Sb 锑 121.760(1) 5s ² 5p ³	52 Te 碲 127.60(3) 5s ² 5p ⁴	53 I 碘 126.90447(3) 5s ² 5p ⁵	54 Xe 氙 131.293(6) 5s ² 5p ⁶	O N M L K	8 18 18 8 2
6	55 Cs 铯 132.9054519(2) 6s ¹	56 Ba 钡 137.327(7) 6s ²	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 铪 178.49(2) 5d ² 6s ²	73 Ta 钽 180.94788(2) 5d ³ 6s ²	74 W 钨 183.84(1) 5d ⁴ 6s ²	75 Re 铼 186.207(1) 5d ⁵ 6s ²	76 Os 锇 190.23(3) 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 铱 192.217(3) 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 铂 195.084(9) 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 金 196.966569(4) 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 汞 200.59(2) 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 铊 204.38 6s ² 6p ¹	82 Pb 铅 207.2(1) 6s ² 6p ²	83 Bi 铋 208.98040(1) 6s ² 6p ³	84 Po 钋 (209) 6s ² 6p ⁴	85 At 砹 (210) 6s ² 6p ⁵	86 Rn 氡 (222) 6s ² 6p ⁶	P O N M L K	8 18 32 18 8 2
7	87 Fr 钫 (223) 7s ¹	88 Ra 镭 (226) 7s ²	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf 𬬻 (261) 6d ² 7s ²	105 Db 𬬭 (262) 6d ³ 7s ²	106 Sg 𬬮 (271) 6d ⁴ 7s ²	107 Bh 𬬭 (270) 6d ⁵ 7s ²	108 Hs 𬬮 (277) 6d ⁶ 7s ²	109 Mt 𬬭 (276) 6d ⁷ 7s ²	110 Ds 𬬮 (281) 6d ⁹ 7s ²	111 Rg 𬬭 (280) 6d ¹⁰ 7s ²	112 Cn 𬬮 (285) 6d ¹⁰ 7s ²	113 Uut 𬬭 (284) 7s ²	114 Fl 𬬮 (289) 7s ²	115 Uup 𬬭 (288) 7s ²	116 Lv 𬬮 (293) 7s ²		118 Uuo 𬬮 (294) 7s ²	Q P O N M L K	8 18 32 32 18 8 2



注:

1. 相对原子质量参考自2009年国际相对原子质量表,以¹²C=12为基准,元素的相对原子质量末位数的准确度加注在其后括弧内。
2. 商品Li的相对原子质量范围为6.939~6.996。
3. 稳定元素列有天然丰度的同位素;天然放射性元素和人造元素同位素的选列与国际相对原子质量表的有关文献一致。

镧系	57 La 镧 138.90547(7) 5d ¹ 6s ²	58 Ce 铈 140.116(1) 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 镨 140.90765(2) 4f ³ 6s ²	60 Nd 钕 144.242(3) 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 钷 (145) 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 钐 150.36(2) 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 铕 151.964(1) 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 钆 157.25(3) 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 铽 158.92535(2) 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 镝 162.500(1) 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 钬 164.93032(2) 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 铒 167.259(3) 4f ¹² 6s ²	69 Tm 铥 168.93421(2) 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 镱 173.054(5) 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 镥 174.9668(1) 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
锕系	89 Ac 锕 (227) 6d ¹ 7s ²	90 Th 钍 232.03806(2) 6d ² 7s ²	91 Pa 镤 231.03588(2) 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 铀 238.02891(3) 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 镎 (237) 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 钚 (244) 5f ⁶ 7s ²	95 Am 镅 (243) 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 锔 (247) 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 锫 (247) 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 锿 (251) 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 镅 (252) 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 镆 (257) 5f ¹² 7s ²	101 Md 钅镆 (258) 5f ¹³ 7s ²	102 No 锘 (259) 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 铹 (262) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²

目 录

绪论	1
1. 化学研究的对象和内容	1
2. 化学在国民经济发展中的作用和地位	1
3. 现代化学发展的特点和发展趋势	2
4. 《现代化学基础》主要内容和学习目的、方法	4
5. 量和单位的符号	5
第一章 物质的聚集状态	7
1.1 气体	7
1.1.1 理想气体状态方程	7
1.1.2 混合理想气体的分压定律和分体积定律	8
1.1.3 实际气体——范德华方程	10
1.2 液体	12
1.2.1 液体的微观结构	12
1.2.2 液体的蒸气压与液体的沸点	13
1.2.3 液晶	14
1.3 溶液	14
1.3.1 溶液浓度的表示方法	15
1.3.2 拉乌尔定律	16
1.3.3 亨利定律	16
1.3.4 稀溶液的依数性	17
1.4 固体	21
1.4.1 固体的种类和性质	21
1.4.2 晶体的空间点阵结构	22
1.5 等离子体	24
1.6 物质的其他状态	25
1.6.1 超临界状态	25