



全国中医药行业高等教育“**十二五**”规划教材



全国高等中医药院校规划教材(第九版)

无机化学

供中药学类、药学类、制药工程等专业用

主 编 © 铁步荣

全国百佳图书出版单位

中国中医药出版社



全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

无机化学

(新世纪第三版)

(供中药学类、药学类、制药工程等专业用)

主 编 铁步荣 (北京中医药大学)
主 编 韩 芳 (黑龙江中医药大学)
副主编 杜 薇 (贵阳中医学院)
 文彪 (广州中医药大学)
 张辉恩 (天津中医药大学)
 张 拴 (陕西中医学院)
 黄 莺 (湖南中医药大学)
 吴培云 (安徽中医学院)
 闫 静 (黑龙江中医药大学)
 张晓丽 (辽宁中医药大学)

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学/铁步荣主编. —3 版. —北京: 中国中医药出版社, 2012. 7
全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5132-0887-1

I. ①无… II. ①铁… III. ①无机化学—高等学校—教材
IV. ①061

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 097107 号

中国中医药出版社出版
北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层
邮政编码 100013
传真 010 64405750
北京市卫顺印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 25.75 彩插 1 字数 585 千字
2012 年 7 月第 3 版 2012 年 7 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978-7-5132-0887-1

定价 36.00 元

网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

购书热线 010 64065415 010 64065413

书店网址 csln.net/qksd/

新浪官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第九版）

专家指导委员会

- 名誉主任委员** 王**国**强（卫生部副部长兼国家中医药管理局局长）
邓**铁**涛（广州中医药大学教授 国医大师）
- 主任委员** 李**大**宁（国家中医药管理局副局长）
- 副主任委员** 王**永**炎（中国中医科学院名誉院长 教授 中国工程院院士）
张**伯**礼（中国中医科学院院长 天津中医药大学校长 教授 中国工程院院士）
洪**净**（国家中医药管理局巡视员兼人事教育司副司长）
- 委 员**（以姓氏笔画为序）
王**华**（湖北中医药大学校长 教授）
王**键**（安徽中医学院院长 教授）
王**之**虹（长春中医药大学校长 教授）
王**北**婴（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）
王**亚**利（河北医科大学副校长 教授）
王**国**辰（全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长 中国中医药出版社社长）
王**省**良（广州中医药大学校长 教授）
车**念**聪（首都医科大学中医药学院院长 教授）
石**学**敏（天津中医药大学教授 中国工程院院士）
匡**海**学（黑龙江中医药大学校长 教授）
刘**振**民（全国中医药高等教育学会顾问 北京中医药大学教授）
孙**秋**华（浙江中医药大学党委书记 教授）
严**世**芸（上海中医药大学教授）
李**大**鹏（中国工程院院士）
李**玛**琳（云南中医学院院长 教授）
李**连**达（中国中医科学院研究员 中国工程院院士）
李**金**田（甘肃中医学院院长 教授）
杨**关**林（辽宁中医药大学校长 教授）
吴**以**岭（中国工程院院士）

吴咸中 (天津中西医结合医院主任医师 中国工程院院士)

吴勉华 (南京中医药大学校长 教授)

肖培根 (中国医学科学院研究员 中国工程院院士)

陈可冀 (中国中医科学院研究员 中国科学院院士)

陈立典 (福建中医药大学校长 教授)

范永升 (浙江中医药大学校长 教授)

范昕建 (成都中医药大学校长 教授)

欧阳兵 (山东中医药大学校长 教授)

周 然 (山西中医学院院长 教授)

周永学 (陕西中医学院院长 教授)

周仲瑛 (南京中医药大学教授 国医大师)

郑玉玲 (河南中医学院院长 教授)

胡之璧 (上海中医药大学教授 中国工程院院士)

耿 直 (新疆医科大学副校长 教授)

高思华 (北京中医药大学校长 教授)

唐 农 (广西中医药大学校长 教授)

梁光义 (贵阳中医学院院长 教授)

程莘农 (中国中医科学院研究员 中国工程院院士)

傅克刚 (江西中医学院院长 教授)

谢建群 (上海中医药大学常务副校长 教授)

路志正 (中国中医科学院研究员 国医大师)

廖端芳 (湖南中医药大学校长 教授)

颜德馨 (上海铁路医院主任医师 国医大师)

秘 书 长 王 键 (安徽中医学院院长 教授)

洪 净 (国家中医药管理局巡视员兼人事教育司副司长)

王国辰 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会秘书长
中国中医药出版社社长)

办公室主任 周 杰 (国家中医药管理局人事教育司教育处处长)

林超岱 (中国中医药出版社副社长)

李秀明 (中国中医药出版社副社长)

办公室副主任 王淑珍 (全国中医药高等教育学会教材建设研究会副秘书长
中国中医药出版社教材编辑部主任)

裴 颢 (中国中医药出版社教材编辑部副主任)

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材(第九版)

《无机化学》编委会

主 主 副 主	编 审 编	铁步荣	(北京中医药大学)
		贾桂芝	(黑龙江中医药大学)
编	委	杜薇	(贵阳中医学院)
		卢文彪	(广州中医药大学)
		张师愚	(天津中医药大学)
		张拴	(陕西中医学院)
		黄莺	(湖南中医药大学)
		吴培云	(安徽中医学院)
		闫静	(黑龙江中医药大学)
		张晓丽	(辽宁中医药大学)
		(以姓氏笔画为序)	
		于智莘	(长春中医药大学)
		马鸿雁	(成都中医药大学)
		王萍	(湖北中医药大学)
		卢文彪	(广州中医药大学)
		关君	(北京中医药大学)
		闫静	(黑龙江中医药大学)
		杜薇	(贵阳中医学院)
		杨婕	(江西中医学院)
		杨怀霞	(河南中医学院)
		李伟	(山东中医药大学)
		李新霞	(新疆医科大学)
		吴培云	(安徽中医学院)
		张晓丽	(辽宁中医药大学)
		张拴	(陕西中医学院)
		张师愚	(天津中医药大学)
		张红艳	(福建中医药大学)
		陈菲	(广东药学院)
		铁步荣	(北京中医药大学)
		郭爱玲	(山西中医学院)
		黄莺	(湖南中医药大学)
		梁琨	(上海中医药大学)
		程世贤	(广西中医药大学)
		熊双贵	(北京中医药大学东方学院)
		戴红霞	(甘肃中医学院)
		张璐	(北京中医药大学)
学术秘书			

前言

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材是为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》、《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》和《中医药事业发展“十二五”规划》，依据行业人才需求和全国各高等中医药院校教育教学改革新发展，在国家中医药管理局人事教育司的主持下，由国家中医药管理局教材办公室、全国中医药高等教育学会教材建设研究会在总结历版中医药行业教材特别是新世纪全国高等中医药院校规划教材建设经验的基础上，进行统一规划建设的。鉴于由中医药行业主管部门主持编写的全国高等中医药院校规划教材目前已出版八版，为便于了解其历史沿革，同时体现其系统性和传承性，故本套教材又可称“全国高等中医药院校规划教材(第九版)”。

本套教材坚持以育人为本，重视发挥教材在人才培养中的基础性作用，充分展现我国中医药教育、医疗、保健、科研、产业、文化等方面取得的新成就，以期成为符合教育规律和人才成长规律的科学性、先进性、适用性的优秀教材。

本套教材具有以下主要特色：

1. 继续采用“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制

在规划、出版全国中医药行业高等教育“十五”、“十一五”规划教材时（原称“新世纪全国高等中医药院校规划教材”新一版、新二版，亦称第七版、第八版，均由中国中医药出版社出版），国家中医药管理局制定了“政府指导，学会主办，院校联办，出版社协办”的运作机制，经过两版教材的实践，证明该运作机制符合新时期教育部关于高等教育教材建设的精神，同时也是适应新形势下中医药人才培养需求的更高效的教材建设机制，符合中医药事业培养人才的需要。因此，本套教材仍然坚持这个运作机制并有所创新。

2. 整体规划，优化结构，强化特色

此次“十二五”教材建设工作对高等中医药教育3个层次多个专业的必修课程进行了全面规划。本套教材在“十五”、“十一五”优秀教材基础上，进一步优化教材结构，强化特色，重点建设主干基础课程、专业核心课程，加强实验实践类教材建设，推进数字化教材建设。本套教材数量上较第七版、第八版明显增加，专业门类上更加齐全，能完全满足教学需求。

3. 充分发挥高等中医药院校在教材建设中的主体作用

全国高等中医药院校既是教材使用单位，又是教材编写工作的承担单位。我们发出关于启动编写“全国中医药行业高等教育‘十二五’规划教材”的通知后，各院校积极响应，教学名师、优秀学科带头人、一线优秀教师积极参加申报，凡被选中参编的教师都以积极热情、严肃认真、高度负责的态度完成了本套教材的编写任务。

4. 公开招标，专家评议，健全主编遴选制度

本套教材坚持公开招标、公平竞争、公正遴选主编原则。国家中医药管理局教材办公室和全国中医药高等教育学会教材建设研究会制订了主编遴选评分标准,经过专家评审委员会严格评议,遴选出一批教学名师、高水平专家承担本套教材的主编,同时实行主编负责制,为教材质量提供了可靠保证。

5. 继续发挥执业医师和职称考试的标杆作用

自我国实行中医、中西医结合执业医师准入制度以及全国中医药行业职称考试制度以来,第七版、第八版中医药行业规划教材一直作为考试的蓝本教材,在各种考试中发挥了权威标杆作用。作为国家中医药管理局统一规划实施的第九版行业规划教材,将继续在行业的各种考试中发挥其标杆性作用。

6. 分批进行,注重质量

为保证教材质量,本套教材采取分批启动方式。第一批于2011年4月启动中医学、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、针刀医学6个本科专业112种规划教材。2012年下半年启动其他专业的教材建设工作。

7. 锤炼精品,改革创新

本套教材着力提高教材质量,努力锤炼精品,在继承与发扬、传统与现代、理论与实践的结合上体现了中医药教材的特色;学科定位准确,理论阐述系统,概念表述规范,结构设计更为合理;教材的科学性、继承性、先进性、启发性及教学适应性较前八版有不同程度提高。同时紧密结合学科专业发展和教育教学改革,更新内容,丰富形式,不断完善,将学科、行业的新知识、新技术、新成果写入教材,形成“十二五”期间反映时代特点、与时俱进的教材体系,确保优质教育资源进课堂,为提高中医药高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。同时,注重教材内容在传授知识的同时,传授获取知识和创造知识的方法。

综上所述,本套教材由国家中医药管理局宏观指导,全国中医药高等教育学会教材建设研究会倾力主办,全国各高等中医药院校高水平专家联合编写,中国中医药出版社积极协办,整个运作机制协调有序,环环紧扣,为整套教材质量的提高提供了保障机制,必将成为“十二五”期间全国高等中医药教育的主流教材,成为提高中医药高等教育教学质量和人才培养质量最权威的教材体系。

本套教材在继承的基础上进行了改革与创新,但在探索的过程中,难免有不足之处,敬请各教学单位、教学人员以及广大学生在使用中发现问题及时提出,以便在重印或再版时予以修正,使教材质量不断提升。

国家中医药管理局教材办公室

全国中医药高等教育学会教材建设研究会

中国中医药出版社

2012年6月

编写说明

受国家中医药管理局教材办公室、全国高等中医药教材建设研究会、中国中医药出版社的委托,《无机化学》教材编委会于2011年8月22~27日在吉林长春召开编审会议,来自全国23所高等中医药院校的教师审议通过了全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《无机化学》的编写大纲及修订意见。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材《无机化学》2008年9月出版,四年来经全国高等中医药院校师生的使用,反映良好。

全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《无机化学》是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《无机化学》的基础上修订完成的。《无机化学》教材编委会在肯定上版教材的良好教学效果的基础上,在基本内容不变的情况下,对编写体系作了较大的修订。

上版教材内容按以往编写模式分为三部分:第一部分为平衡原理、基本理论,第二部分为元素化学,第三部分为拓展内容。近几年的教学实践,教师和学生反映较集中的是认为平衡原理与基本理论放在同一部分讲,层次不分明,由易到难不突现,不易掌握。

这次修订时把上版教材中溶液的浓度和非电解质稀溶液的依数性两章合并为一章“溶液”,并将电解质溶液中的强电解质溶液理论部分移到这一章中。这样将电解质溶液这一章改为弱电解质的电离平衡也就顺理成章,比较合理。此外,将上版教材配位化合物这一章中的化学键理论单独拿出作为一章,并与原子结构与周期性、化学键与分子结构这两章组成基本结构理论部分。

经修订后,本教材内容共十八章,分为四部分。第一部分为基本结构理论,第二部分为化学平衡原理,第三部分为元素重要化合物性质,第四部分为拓展内容。先讲授化学结构,再讲授化学平衡原理(包括四大平衡原理),后讲授元素重要化合物性质,这样更便于学生理解和掌握化学结构与元素重要化合物性质的内在联系。这样的编写顺序前后衔接较好,层次分明,也体现了循序渐进、由易到难的原则,易学易懂。更重要的是改变了以往编写《无机化学》教材的一贯模式,体现了中药学类专业《无机化学》教材的特色,这也是一种新的编写模式的尝试,我们期待得到更好的教学效果。

这次修订精简了每一章内容,修正了书中错误及不妥之处。将全书中平衡常数、浓度的表达式、计算过程进一步规范,更简练、易懂。每一章后面修订、完善了思考题和习题,方便学生更好地复习和掌握每一章所学内容。

本教材修订稿经全体编委认真修改、反复审阅,于2012年春完成。在修订过程中受到北京中医药大学及中药学院的领导以及安徽中医学院及药学系领导的热情支持。不

附录三

少兄弟院校领导与专家也对本书的修订提供了许多建设性意见，中国中医药出版社总编室主任李占永编审自始至终对本教材的修订给予了热情指导和帮助，在此一并表示感谢。

修订后的《无机化学》教材贯彻了少而精的原则，由浅入深，逐步深化，紧密衔接，突出重点，讲清难点，便于自学，避免了内容过难、过繁、过宽的不足，使得课程更加有利于学生的素质培养。各院校可根据各专业教学计划的要求和实际情况自行分配学时，选择教学内容。

本教材可供全国高等中医药院校中药学专业、药学专业、制药工程学专业及相关专业本科和七年制学生使用。也可作为成人教育中药学专业、药学专业、制药工程学专业及相关专业的学生使用。也可供自学考试应试人员，从事无机化学、基础化学教学的教师参考。

鉴于编者学识，难免存在不妥之处，敬请使用本教材的教师和学生提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《无机化学》编委会

2012年6月

目 录

绪论	1	第四节 元素某些性质的周期性	
学习要求	1	(自学)	39
一、化学发展史及知名人物	1	一、原子半径	39
二、无机化学与天然药物学	6	二、电离势	41
三、无机化学课程基本内容		三、电子亲和势	43
和学习方法	8	四、元素的电负性	44
小结	9	小结	48
思考题	10	思考题	50
		习题	51
第一部分 基本结构理论		第二章 化学键与分子结构	54
第一章 原子结构与周期系	11	本章学习要求	54
本章学习要求	11	第一节 离子键	54
第一节 核外电子运动的特征	11	一、离子键的形成	54
一、量子化特性	12	二、离子键的特征	55
二、波粒二象性	15	三、离子的特征(阅读)	55
第二节 核外电子运动状态的描述		四、离子晶体(阅读)	57
——量子力学原子模型	17	第二节 共价键理论	59
一、薛定谔方程	17	一、价键理论	59
二、波函数和原子轨道	17	二、价层电子对互斥理论	
三、四个量子数	18	(自学)	62
四、概率密度和电子云	20	三、杂化轨道理论	66
五、波函数和电子云的空间		四、分子轨道理论	69
图形	21	第三节 键参数	75
第三节 多电子原子结构和元素		一、键级	75
周期系	28	二、键能	76
一、多电子原子的原子轨道		三、键长	76
能级	28	四、键角	77
二、基态原子的电子层结构	32	第四节 键的极性与分子的	
三、原子的电子层结构和元素		极性	77
周期系	34	一、键的极性	77
		二、分子的极性和偶极矩	78

第五节 分子间的作用力与氢键	79
一、分子间的作用力	79
二、氢键	81
第六节 离子的极化 (阅读)	84
一、离子极化的定义	84
二、离子的极化作用	84
三、离子的变形性	84
四、离子的相互极化作用 (或附加极化作用)	85
五、离子极化对键型和化合物 性质的影响	85
六、化学键的离子性	86
小结	87
思考题	88
习题	88
第三章 配位化合物的化学键	
理论	91
本章学习要求	91
第一节 配位化合物的基本 概念	91
一、配位化合物的定义	91
二、配位化合物的组成	92
三、配位化合物的命名	95
四、配位化合物的类型	97
第二节 配位化合物的化学键 理论	98
一、配位化合物的价键理论	98
二、配位化合物的晶体场理论 (阅读)	103
小结	112
思考题	113
习题	113

第二部分 化学平衡原理

第四章 溶液	115
本章学习要求	115

第一节 溶液的浓度	115
一、常用溶液浓度的表示 方法	115
二、其他浓度的表示方法 (自学)	117
三、各浓度之间的换算 (自学)	118
第二节 稀溶液的依数性	119
一、溶液的蒸气压下降	119
二、溶液的沸点升高	121
三、溶液的凝固点降低	122
四、溶液的渗透压	124
五、依数性的应用	126
第三节 强电解质溶液理论	128
一、电解质溶液的依数性	128
二、离子氛与离子强度	129
三、活度与活度系数	131
小结	132
思考题	133
习题	133
第五章 化学热力学基础	135
本章学习要求	135
第一节 热力学第一定律	135
一、热力学的一些基本概念	135
二、热力学第一定律	138
三、焓	139
第二节 热化学	141
一、反应进度	141
二、热化学方程式	143
三、Hess 定律	144
四、标准摩尔生成焓和标准 摩尔燃烧焓	145
第三节 化学反应的方向	147
一、熵变与化学反应的方向	148
二、吉布斯自由能与化学 反应方向	150

第四节 化学反应的摩尔吉布斯自由能变的计算	151	一、缓冲溶液的缓冲作用	
一、标准状态下化学反应的摩尔吉布斯自由能变的计算	151	原理	181
二、非标准状态下化学反应的摩尔吉布斯自由能变的计算 ...	153	二、缓冲溶液的 pH 值近似	
小结	154	计算	181
思考题	155	三、缓冲容量	183
习题	155	四、缓冲溶液的选择与配制	184
第六章 化学平衡	157	五、血液中的缓冲体系	185
本章学习要求	157	六、缓冲溶液在药物生产中的应用	186
第一节 化学反应的可逆性和化学平衡	157	第四节 盐的水解	186
一、化学反应的可逆性	157	一、各种类型盐的水解	186
二、化学平衡	158	二、影响水解平衡移动的因素	192
第二节 标准平衡常数及其计算	158	第五节 酸碱质子论与电子论 (自学)	193
一、标准平衡常数	158	一、酸碱质子论	194
二、有关化学平衡的计算	161	二、酸碱电子论简介	197
第三节 化学平衡的移动	162	小结	198
一、浓度对化学平衡的影响	162	思考题	199
二、压力对化学平衡的影响	164	习题	200
三、温度对化学平衡的影响	166	第八章 难溶强电解质的沉淀-溶解平衡	202
小结	168	本章学习要求	202
思考题	168	第一节 溶度积和溶解度	202
习题	169	一、溶度积	202
第七章 弱电解质的电离平衡	170	二、溶度积和溶解度的关系 (课堂讨论)	203
本章学习要求	170	三、溶度积规则	206
第一节 水的电离与溶液的 pH 值 (自学)	170	第二节 沉淀-溶解平衡的移动 ...	207
一、水的离子积常数	170	一、沉淀的生成	207
二、溶液的 pH 值	171	二、沉淀的溶解	210
第二节 弱电解质的电离平衡	171	三、同离子效应和盐效应	213
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡	172	第三节 沉淀反应的某些应用 (阅读)	214
二、多元弱酸的电离	178	一、在药物生产上的应用	215
第三节 缓冲溶液	180	二、在药物质量控制上的应用	215

三、沉淀的分离	216
小结	218
思考题	219
习题	219
第九章 氧化还原反应	221
本章学习要求	221
第一节 基本概念 (课堂讨论) ...	222
一、氧化还原反应的实质	222
二、氧化值	222
第二节 氧化还原反应方程式 的配平	224
一、离子-电子法 (半反应法) ...	224
二、氧化值法 (阅读)	226
第三节 电极电势	227
一、原电池和电极电势	227
二、影响电极电势的因素 ——能斯特方程式	237
三、电极电势的应用	242
四、氧化还原反应平衡及其 应用	245
五、元素电势图及其应用	247
小结	249
思考题	250
习题	251
第十章 配合平衡	253
本章学习要求	253
第一节 配位化合物的稳定性	253
一、配位化合物的稳定常数	253
二、影响配位化合物稳定性 的因素 (阅读)	256
三、软硬酸碱规则与配离子 稳定性 (阅读)	258
第二节 配合平衡的移动	260
一、配合平衡与酸碱电离 平衡	260
二、配合平衡与沉淀-溶解 平衡	261

三、配合平衡与氧化还原反应 平衡	263
四、配合物的取代反应与配合物 的“活动性”	265
第三节 配位化合物的性质解读 (阅读)	266
一、溶解度	267
二、氧化还原性	267
三、酸碱性	267
四、颜色的改变	268
第四节 配位化合物的应用 (自学)	268
一、检验离子的特效试剂	268
二、作掩蔽剂、沉淀剂	268
三、在医药方面的应用	268
小结	270
思考题	270
习题	271

第三部分 元素重要 化合物性质

第十一章 s 区元素 (自学)	273
本章学习要求	273
第一节 s 区元素概述	273
第二节 s 区元素的单质	275
一、s 区元素的存在及单质的 物理性质	275
二、单质的化学性质	276
第三节 s 区元素的重要化合物 ...	277
一、氢化物	277
二、氧化物	277
三、氢氧化物	279
四、s 区元素在医药中的 应用	281
五、对角线规则	282
小结	282

思考题	282
习题	283
第十二章 p 区元素	284
本章学习要求	284
第一节 卤族元素	284
一、卤族元素的通性	284
二、重要化合物	286
第二节 氧族元素	289
一、氧族元素的通性	289
二、重要化合物	290
第三节 氮族元素	295
一、氮族元素的通性	295
二、重要化合物	296
第四节 碳族元素	300
一、碳族元素的通性	300
二、重要化合物	301
第五节 硼族元素	303
一、硼族元素的通性	303
二、重要化合物	303
第六节 p 区元素在医药中 的应用 (自学)	305
小结	306
思考题	306
习题	306
第十三章 d 区元素	308
本章学习要求	308
第一节 d 区元素的通性	308
一、单质的相似性	308
二、氧化值的多变性	309
三、易形成配合物	309
四、水合离子大多具有颜色 ...	310
第二节 d 区元素的重要化合物 ...	310
一、铬的化合物	310
二、锰的化合物	312
三、铁的化合物	314
四、钴和镍的化合物 (自学)	316

第三节 d 区元素在医药中的 应用	318
小结	319
思考题	320
习题	320
第十四章 ds 区元素	322
本章学习要求	322
第一节 ds 区元素的通性	322
第二节 ds 区元素的重要化合物 ...	324
一、铜的化合物	324
二、银的化合物	328
三、汞的化合物	329
第三节 ds 区元素在医药中的 应用 (自学)	331
一、铜、锌的生物学效应 ...	331
二、汞、镉的生物毒性	332
三、临床常见药物	332
小结	333
思考题	333
习题	334

第四部分 拓展内容

第十五章 矿物药	336
第一节 中药矿物药的分类 ...	336
第二节 中药矿物药的鉴别 方法	341
一、性状鉴别	341
二、显微鉴别	341
三、理化鉴别	341
第三节 中药矿物药的研究 展望	342
一、矿物药的研究现状 ...	342
二、矿物药的发展前景 ...	343
第十六章 生物无机化学简介 ...	345
第一节 生物体内的重要配体 ...	345
一、氨基酸、肽和蛋白质 ...	345

二、卟啉类化合物	346	二、纳米材料	364
三、核酸	347	三、纳米材料的奇异特性	365
第二节 生物体中的金属		四、纳米材料的制备	367
螯合物	348	第二节 纳米技术与医药	369
一、简单螯合	348	一、纳米技术与现代医药学	
二、大环螯合	349	的发展	369
三、特殊的螯合结构	349	二、纳米技术与中医药的	
第三节 生物无机化学研究的		发展	371
对象	349	三、纳米中药制剂的设计	
第四节 生物无机化学研究		与生产	372
展望	350	附录	373
一、细胞生物无机化学	351	附录一 中华人民共和国法定计量	
二、稀土元素生物无机化学	351	单位	373
三、无机药物及其作用机理	351	附录二 常用的物理常数和单位	
四、无机物与生物大分子的		换算	374
作用	352	附录三 某些物质的标准摩尔生成焓、	
五、金属蛋白与金属酶	352	标准摩尔生成吉布斯函数和	
六、生物矿化	352	标准摩尔熵	375
七、离子探针	353	附录四 某些有机化合物的标准摩尔	
八、离子载体	353	燃烧焓	377
第十七章 微量元素与人体健康	354	附录五 常用无机酸、碱在水中的	
第一节 元素的分类	354	电离平衡常数 (298K)	378
一、常量元素与微量元素	354	附录六 常用难溶化合物的溶度积	
二、必需元素与有害元素	354	(291K~298K)	380
三、生命元素在人体内的		附录七 标准电极电势表 (298K)	
分布	355		381
第二节 微量元素与人体健康	356	附录八 配离子的稳定常数	
一、生物体内元素的生物		(293K~298K)	388
功能	356	附录九 化学元素相对原子质量	
二、微量元素与疾病防治	357		391
第三节 微量元素与中医药	360	附录十 常用希腊字母的符号及	
第十八章 纳米技术与中医药	363	汉语译音	393
第一节 纳米技术与纳米材料	363		
一、纳米与纳米技术	363		

绪 论

学习要求

1. 了解化学发展史。
2. 了解中药发展与无机化学的关系及我国天然无机药物研究的几个领域。
3. 了解无机化学课程学习的基本内容和方法。

化学作为自然科学中的一门重要学科，主要是研究物质的组成、结构和性质；研究物质在原子和分子水平的变化规律以及变化过程中的能量关系。它是人类认识自然，改造自然，从自然得到自由的一种重要武器。随着整个社会的不断发展，化学现在已经深入到人类生活的各个领域，并在国民经济中起着越来越大的作用。从古至今，化学伴随着人类社会的进步，其发展经历了哪些时期呢？

一、化学发展史及知名人物

（一）古代及中古化学时期

古代及中古化学时期（远古至 17 世纪），经历了实用化学时期和炼丹术、医药化学时期。

化学的历史渊源古老。古代时期（4 世纪以前），约公元前 50 万年原始人开始使用火，人类在最基本的生产活动和生活实践中逐步学会了制陶、冶金、酿酒、染色等工艺，积累了不少零星的化学知识，是化学的萌芽时期。造纸术、制瓷术、火药是我国古代化学工艺的三大发明。

中古时期（4 至 17 世纪），人们最早在炼丹炉中用化学方法提炼金银及合成“长生不老”之药。但由于追求虚幻目的，使这段时期的化学走入了歧途。转而人们开始研究用化学方法提纯制造药剂，许多医生除用草木药治病外，还用药剂成功地医治了一系列疾病，推动了化学的发展。我国本草学在这个时期进入了一个新的发展阶段。1596 年我国明代医药学家李时珍著成《本草纲目》，列有中药材（包括矿物药）1892 种，附方