



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

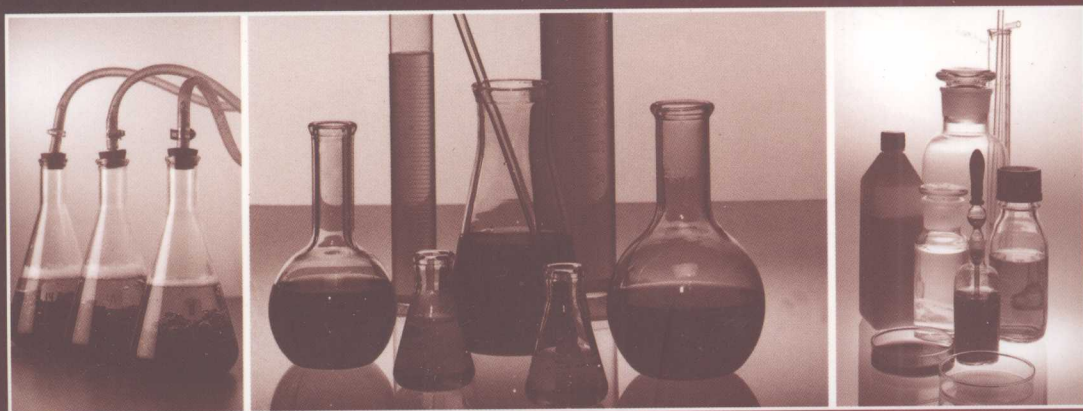
基础化学实验 (I)

——无机及分析化学实验

第二版

山东大学、山东师范大学等高校合编

主编 崔学桂 张晓丽 胡清萍



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础化学实验 (I)

——无机及分析化学实验

第二版

山东大学、山东师范大学、中国海洋大学、中国石油大学（华东）、
曲阜师范大学、聊城大学、烟台大学、青岛农业大学、济南大学、
青岛大学、山东理工大学、潍坊学院、山东科技大学、

临沂师范学院、山东教育学院合编

主编 崔学桂 张晓丽 胡清萍

ISBN 978-7-132-00347-1
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
基础化学实验 (I) ——无机及分析化学实验 第二版
崔学桂主编 山东理工大学出版社, 2007.7
I. 基... II. 崔... III. ①化学实验—教材 ②分析化学—教材
IV. O6-3
化学—实验—教材 IV. O6-3
化学—实验—教材 IV. O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第091768号

责任编辑：张 颖
封面设计：张 颖

责任编辑：张 颖
封面设计：张 颖

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 装：化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张14 字数332千字 2007年8月北京第2版第1次印刷



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是高等学校化学实验新体系立体化系列教材的第一部。本书是根据当代化学学科发展的实际，为适应化学及相关专业本科生而编写的实验教材。它将传统的无机化学实验中与后续物理化学实验中重复的热力学、电化学和动力学部分的内容删去，同时将原分析化学实验的内容作了调整、更新，与之融合为一体。

本书选材较广，注重加强基本知识和基本技能的训练。实验内容包括基本实验、综合实验、设计实验三种类型。编排由浅入深、由简到繁、循序渐进、逐步提高。全书共给出了 36 个总实验题目，包括 70 余个实验分项目，各高校可根据自己的实际情况选择。

化学实验教材系列

第二卷

(宋平) 学大曲百国中, 学大羊森國中, 学大慈硬宋山, 学大宋山
学大南希, 学大业容品青, 学大合殿, 学大銀曜, 学大京朝阜曲
学大封降宋山, 学大世新, 学大工聖宋山, 学大品青
聯合詞學育姓宋山, 詞學張祝飛池
蔡新臨 顧翔游 封學書 譯主

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验 (I) ——无机及分析化学实验/崔学桂, 张晓丽, 胡清萍主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2007.7
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-122-00247-1

I. 基… II. ①崔…②张…③胡… III. ①化学实验-高等学校-教材②无机化学-化学实验-高等学校-教材③分析化学-化学实验-高等学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 051768 号

责任编辑: 宋林青 何曙霓
责任校对: 陈 静

文字编辑: 张 婷
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 328 千字 2007 年 6 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

高等学校化学实验新体系立体化系列教材

编写指导委员会

主 任 马庆水

副主任 樊丽明 姜红祥 宋承祥 郁章玉 张海泉
柳中海 孟令君 王仁卿 马传峰 崔学桂
王洪鉴

委 员 龙世立 张树永 杨国华 毕彩丰 窦建民
尤进茂 曲宝涵 鲍 猛 陈 悦 郭旭然
于先进 孙效正 周仕学 李 勇

基础化学实验 (I) —— 无机及分析化学实验

编 写 委 员 会

主 编 崔学桂 张晓丽 胡清萍

副主编 吴长举 吴 霞

编 委 宋其圣 赵玉亭 司芝坤 马文元 贺 媛 江崇球
尤进茂 董云会 孙学军 周志才 徐洪文 冯丽娟
范玉华 孙芬芳 宋祖伟 魏 琴 张振伟 于先进
刘长增 涂长信 孙效正 李丽敏 薛 梅 宋吉勇
刘晓明 马兆立

第二版编写说明

高等学校化学实验新体系立体化系列教材,是由文本教材、以文本教材为主线的网络教材和CAI课件三部分构成的,是在大学化学实验课程体系、课程内容和教学模式系统改革的基础上编写出版的。该套系列教材包括《基础化学实验(I)》、《基础化学实验(II)》、《基础化学实验(III)》、《仪器分析实验》和《综合化学实验》五部,全部列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

按照以学生为本的教育理念和以综合能力培养为核心的教育观念,在化学一级学科层面上,从基本操作——二级学科层面的多层次综合——跨两个以上二级学科的与科研衔接、内容交叉、技术综合的大综合,内容由浅入深、循序渐进、逐步提高地分层次进行,实现了实验教学内容的连贯一致。这样的编排体系,符合大学生实验技能和创新能力的形成规律,同时又将科学研究渗透到实验教学的各个环节,体现了教学促进科研,科研带动教学的辩证关系。

在主线的文本教材中较好地做到了“夯实基础、注重综合、强化设计、旨在创新”的编写要求。对实验内容的选择,做到既优选、强化原有大学化学实验教材中经典、优秀的实验项目,又大量吸收了当代教学、科研的新成果,同时在注重强化学生实验技能训练的基础上,按照绿色化学的思维方式,尽量从源头上消除污染。使教材既满足实验教学对基础知识、基本技能的要求,又实现了实验内容的趣味性、先进性和环境友好性,整套教材完整协调、内容丰富充实、新颖有趣,适应人才培养总体目标的要求,推动了各使用高校化学实验教学的改革。

与之配套的辅助教材将各种相互联系的媒体和资源有机地整合,形成立体化教材,实现了化学实验教学模式的多元化和教学内容的创新。为高等学校的教师和学生提供规范、优化、共享的教学资源,为学习者提供个性化学习条件,以提高大学化学实验的教学质量。

该套教材通过多所高校几年来在使用中不断地修改完善,集中了各高校之所长,逐步构建成化学实验教学资源优化共享的“化学实验教学资源库”、它必将为培养更多的富有时代气息的复合型创新人才发挥作用!

南京大学孙尔康教授对本立体化系列教材颇为肯定,并为本系列教材作序,在此表示衷心感谢!

高等学校化学实验新体系立体化系列教材编写指导委员会

2007年3月

第二版序言

山东大学等十五所高等学校长期从事化学实验教学的教师共同编写了化学实验立体化系列教材。该教材打破了传统的按无机化学实验、有机化学实验、化学分析及仪器分析实验、物理化学实验四大块的编写形式,在长期化学实验教学改革和实践的基础上按化学一级学科建立独立的化学实验教学新体系,形成了基础化学实验、仪器分析实验和综合化学实验三个彼此联系,逐层递进的平台,编写了文本教材《基础化学实验(Ⅰ)》、《基础化学实验(Ⅱ)》、《基础化学实验(Ⅲ)》、《仪器分析实验》和《综合化学实验》五部,均列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。同时配套辅助教学课件、网络教材、基本操作录像等,形成立体化的化学实验教材。该教材的出版充分反映了山东大学等高校在化学实验教学体系、教学内容改革以及教学方法现代化、教学实验开放等诸方面取得的丰硕成果。

该教材有如下特色:

1. 建立了独立的新化学实验教学体系:一体化三层次,即在化学一级学科层面上建立了基础化学实验——综合化学实验——设计型、研究型、创新型化学实验,符合学生的认知规律,由浅入深、由简单到综合、由综合到设计、由设计到创新。
2. 实验内容:及时引入教学实验改革成果,不断更新实验教学内容和提高实验教学的效果,对基础实验进行了综合化和设计性改革,体现了基础实验与现代化大型仪器实验的结合;经典实验与学科前沿实验的结合。
3. 仪器设备的选型:充分考虑常规仪器与近代大型仪器的结合,可操作性强,可视性仪器与智能化仪器相结合。
4. 教学方法:学生通过课件、网络教材和基本操作录像等,自主学习与实验课堂教学相结合,课内必做实验与课外开放实验相结合。
5. 实验项目的选择:既考虑到趣味性、先进性,又考虑减少对环境的污染,树立绿色化学实验的理念。
6. 实验项目和仪器设备的选型:充分体现实验教学促科研,科研提升教学内容,实现优质资源共享,形成良好互动。

该立体化教材的编写思路清晰,编写方式新颖,内容丰富,始终贯彻以人为本即以学生实验为主体,教师为主导,以培养学生综合实验能力和创新能力为核心的教学理念。

该系列教材的出版,有利于学生的自主实验,有利于学生个性的发展,有利于学生综合能力和创新能力的培养。

该系列教材既可作为化学专业和应用化学专业的教学用书,又可作为化学相关专业和从事化学工作者的参考书。

该系列教材的出版,为今后有关化学实验教材的编写提供了有益的借鉴。

孙尔康
2007.5.8 东南大学

第二版前言

本教材自 2003 年 7 月出版以来,已多次重印,在许多高校尤其是山东省众高校中得到了广泛使用。本教材在内容的系统性、深度和广度等方面受到了广大使用者的一致称赞,其第二版被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。按照教育部对普通高等教育“十一五”国家级规划教材的编写指导思想,结合各高校的使用意见,特对本书进行了修订。

本次修订基本保持了第一版的框架结构,结合各高校近几年化学实验仪器的发展情况及实验中发现的实际问题,对某些仪器和实验条件进行了更新和补充完善,以体现科技进步对化学实验乃至化学学科的贡献。该教材按照“夯实基础、注重综合、强化设计、旨在创新”的编写要求,在加强基本知识、基本技术和基本技能训练的基础上;编写了从无机化合物的合成、组成分析到性能测试为一体的多层次综合实验和自行设计实验,目的是使学生通过实验,学习“知识”、学习“学习”和学习“创新”。

为了配合主线教材的使用,规范教师与学生的基本操作,本次修订时我们将玻璃仪器的洗涤与干燥,加热与灼烧,试纸的制备及使用方法,化学试剂及其取用规则,量筒、容量瓶的使用及溶液的配制,称量操作,滴定操作,溶解与结晶,固、液分离及沉淀的洗涤,沉淀重量法操作十个部分的基本操作制作成视频演示课件,供教师和学生课内外学习使用。该光盘也将由化学工业出版社正式出版。

由于编者水平有限,书中和课件中难免有疏漏及不当之处,敬请师生批评指正。

编者

2007 年 3 月

第一版编写说明

化学是一门以实验为基础的中心学科,在化学教学中,实验教学占有相当重要的地位。

但多年来在我国大学化学教学中,实验教学大都是依附于课堂教学而开设的。由于传统的大学化学课堂教学是按无机化学、分析化学、有机化学和物理化学的条块分割进行的,所以实验教学的系统性和连贯性在一定程度上受到了破坏。这给学生综合素质和能力的培养以及实验教学课程的实施带来许多不利影响。随着教育改革的深入,“高等教育需要从以单纯的知识传授为中心,转向以创新能力培养为中心”,因此,在进行化学教育培养观念转变的同时,对实验课程体系、教学内容和教学模式的改革也势在必行。高等学校化学实验新体系立体化系列教材(以下简称“系列教材”)就是这一改革的产物。

“系列教材”是由系列文本教材以及与之配套的教学课件、网络教程三大部分构成,由高等学校化学实验新体系立体化系列教材编写指导委员会组织山东大学、山东师范大学、中国海洋大学、中国石油大学(华东)、曲阜师范大学、聊城大学、烟台大学、青岛农业大学、济南大学、青岛大学、山东理工大学、潍坊学院、临沂师范学院、山东教育学院等高校多年从事化学实验教学的教师,结合各高校多年积累的化学实验教学经验,参考国内外化学实验教材及相关论著共同编写而成。

系列文本教材是根据教育部“国家级实验教学示范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”教育理念的要求编写而成的。系列文本教材着眼于化学一级学科层面,以建立独立的化学实验教学新体系为宗旨,形成了基础化学实验、仪器分析实验和综合化学实验三个彼此联系、逐层递进的实验教学新平台。各平台既采用了原有大学化学实验教材中的经典和优秀实验项目,又吸收了当代教学、科研中成熟的代表性成果,从总体上反映了当代化学教育所必需的基础实验和先进的时代性教育内容。系列文本教材由《基础化学实验(I)——无机及分析化学实验》、《基础化学实验(II)——有机化学实验》、《基础化学实验(III)——物理化学实验》、《仪器分析实验》和《综合化学实验》五部教材构成。其中,基础化学实验的教学目的是向学生传授化学实验基本知识,训练学生进行独立规范操作的基本技能,使学生初步掌握从事化学研究的方法和规律;仪器分析实验的教学目的是使学生熟悉现代分析仪器的操作和使用,掌握化学物质的现代分析手段,深刻理解物质组成、结构和性能的内在关系;综合化学实验是建立在化学一级学科层面上,内容交叉、技术综合的实验项目,其目的在于培养学生的创新意识及分析问题、解决问题的综合素质和能力。该套系列文本教材的实验内容安排由浅入深,由简单到综合,由理论到应用,由综合到设计,由设计到创新。使用该套教材进行实验教学,符合学生的认识规律和实际水平,兼顾到课堂教学与实验教学的协调一致,而且具有较强的可操作性。此外,在教材中引入了微型化学实验和绿色化学实验,旨在培养学生的环保意识,建立从事绿色化学研究的理念。

新教材是实验教学内容与时俱进的产物,它具有以下特点:

1. 独立性,实验教学是化学教学中一门独立的课程,课程设置与教学进度不依赖于理论课而独立进行,同时各部实验教材也有其相对独立性;
2. 系统性和连贯性,将化学实验分成基础化学实验(I)、基础化学实验(II)、基础化

学实验(Ⅲ)、仪器分析实验和综合化学实验,构成一个彼此相连、逐层提高的完整的实验课教学新体系;

3. 经典性和现代性,教材精选了历年来化学教学中若干典型的实验内容,并构成了教学内容的基础,选取了一些成熟的、有代表性的现代教学科研成果,使教材的知识既经典又新颖;

4. 适应性,本教材既可作为化学及相关专业的教学用书,又可作为从事化学及其他相关专业工作者的参考书。

五部系列文本教材将从2003年8月陆续出版,与之配套的教学课件和网络教程也将相继制作完成。

清华大学宋心琦教授欣然为本系列教材作序,我们对宋先生的支持和帮助表示诚挚的谢意!

化学工业出版社为系列文本教材的出版做了大量细致的工作,在此表示衷心的感谢!

高等学校化学实验新体系立体化系列教材编写指导委员会

2003年8月

第一版序言

在人类历史上, 20 世纪是科学技术和社会发展最迅速的时期。近 50 年来, 新的科学发现和技术发明的出现, 更是令人眼花缭乱、目不暇接。与此同时, 科学技术和社会的发展, 对人才的基本素质提出了新的更高的要求, 因而高等教育和中等教育的改革, 也日益得到社会各界的重视。处于中心学科地位的化学, 其教育改革的迫切性在所有学科中尤为明显。我们只要把 20 世纪 70~80 年代的化学教材(包括化学实验)的主要内容和思维方式与近 20 年来高等学校化学研究室或分析中心所承担的课题以及所用的手段做一番对比, 不难发现其中的差距竟然是如此之大, 化学教育的基本内容和人才培养模式的改革都已迫在眉睫!

我国的化学教育改革已经有了较长时间的实践, 在培养目标、培养计划和课程体系等方面都有过许多很有见地的设想, 先后进行过多种不同的试验。在此基础上, 最近出版的多种颇有新意的化学教材和经过挑选的国外教材一起进入了我国大学的课堂。这些措施对化学教育内容的现代化起到了很好的促进作用。

但是应当看到, 对于像化学这样一门典型的实验科学的改革来说, 仅仅依靠教材的更新是远远不够的, 必须着力于化学实验教学的改革。可是由于资源、传统观念、投入研究力量不足等原因, 化学实验改革的严重滞后是一个带有普遍性的问题。由于改革的成败直接影响到新世纪化学人才的基本素质, 而且改革过程中将要经受的阻力又是如此的繁复, 所以这是高等化学教育改革中最富有挑战性的任务之一。

山东省集中山东大学等高校长期从事化学实验教学和改革的教师组成高校化学实验新体系立体化系列教材编写指导委员会, 以便集中力量完成化学实验改革目标的做法, 应当认为是迎接这一挑战的有效方式之一。这些以百倍的热情投身于实验改革的所有教授和其他教辅人员, 都应当得到社会和学校领导的尊重和支持, 更应当得到整个化学界的支持和帮助。这也是我敢于以化学界普通一员的身份同意为该教材作序的重要原因。

这套教材是根据教育部“高等学校基础课实验教学示范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”的教育理念进行组织编写的, 因而使得新的化学实验课既有相对的独立性, 又能够做到与化学课堂教学过程适当配合。在实验内容的组合上, 删除了一部分“过分经典”、同时教育价值不大的传统实验, 增加了有利于培养学生综合能力的实验课题。应当认为, 这套教材的编写指导思想是符合时代要求的。

化学教育改革, 尤其是化学实验改革是一项十分艰巨的任务, 不可能要求一蹴而就, 为此对于新教材和新的教学方法, 应当允许有一个逐步成长、逐步完善的过程。

根据编写计划, 这套教材和与之配套的教学课件和网络教程, 将在 2003 年至 2004 年间陆续出版。它的问世将为兄弟院校的化学实验教学改革提供新的教学资源 and 经验, 进一步推动高等化学教育的发展。

由于人类已经进入信息社会, 互联网技术得到普及与应用, 相对于原来的查找化学信息的方式而言, 已有化学信息的获得与利用方式已经发生了革命性的变化, 这是我们在研究化学教育改革方案时必须认真考虑的一个方面。其次, 由于物理方法与技术已经成为现代化学实验的基础, 因此化学实验在体现学科交叉方面更有自己的特色, 在考虑教育改革的方案

时，如何强化这个特点，而不仅仅局限于使用现成的“先进仪器”，也是一个值得重视的问题。

和广大的化学系师生一样，我迫切地期望着高等学校化学实验新体系立体化系列教材的早日问世。

2003 年 6 月于清华园

宋心琦

目 录

绪论	1
一、学习基础化学实验 (I) 的目的	1
二、基础化学实验 (I) 的学习方法	1
1. 课前充分预习	1
2. 课堂规范操作	1
3. 课后如实书写实验报告	2
三、化学实验室安全知识	5
1. 基础化学实验守则	5
2. 危险品的使用	5
3. 化学中毒和化学灼伤事故的预防	6
4. 一般伤害的救护	6
5. 灭火常识	6
四、实验室的三废处理	7
1. 实验室的废气	7
2. 实验室的废渣	7
3. 实验室的废液	8

第一篇 基础化学实验基本知识

第一部分 基本知识	9
一、实验室用水的规格、制备及检验方法	9
1. 规格	9
2. 制备方法	9
3. 检验方法	9
二、化学试剂	9
1. 化学试剂的分类	9
2. 化学试剂的取用、存放	10
三、溶液及其配制	11
1. 非标准溶液	11
2. 标准物质	11
3. 标准溶液	11
4. 缓冲溶液	12
四、常用气体的获得与纯化	12
1. 气体的制备	12
2. 气体的干燥与纯化	13

3. 气体的收集	13
五、微型化学实验简介	14
1. 微型化学实验的概念	14
2. 微型化学实验的发展	14
六、绿色化学简介	15
1. 绿色化学的概念	15
2. 绿色化学的发展	15
3. 绿色化学的思维方式	15
第二部分 常用仪器及基本操作	17
一、一般仪器	17
二、玻璃量器	20
1. 量筒和量杯	20
2. 移液管和吸量管	21
3. 滴定管	22
4. 容量瓶	24
三、玻璃仪器的洗涤与干燥	24
1. 洗涤要求和洗涤方法	24
2. 仪器的干燥	25
四、溶解、结晶、固液分离	26
1. 固体的溶解	26
2. 结晶	26
3. 固液分离及沉淀的洗涤	26
五、重量分析操作	28
1. 方法分类	28
2. 沉淀重量法的操作	29
六、试纸的制备及使用	31
1. 试纸的种类	31
2. 试纸的制备	31
3. 试纸的使用方法	32
七、加热、灼烧、干燥用仪器	32
1. 加热用仪器	32
2. 干燥用仪器	33
3. 灼烧用仪器	33
八、分析天平	33
1. 分析天平的分类及构造原理	33
2. 分析天平的质量和计量性能的检定	34
3. 双盘半机械加码电光天平的结构	35
4. 电子天平	36
第三部分 实验误差与数据处理	39
一、误差	39

1. 系统误差	39
2. 偶然误差	39
3. 过失误差	39
4. 误差的表示	40
二、准确度与精密度	40
1. 准确度	40
2. 精密度	40
三、有效数字	41
1. 有效数字的概念	41
2. 数字的修约	41
3. 有效数字的运算规则	41
四、实验数据及其表达方式	42
1. 数据的计算处理	42
2. 数据的列表处理	42
3. 数据的作图处理	42

第二篇 基本实验

第一部分 操作训练	46
实验一 常用仪器的洗涤、干燥及非标准溶液的配制	46
(一) 常用仪器的洗涤与干燥	47
(二) 溶液的配制	47
实验二 称量练习	48
(一) 二氧化碳相对分子质量的测定	48
(二) 密度的测定	50
实验三 滴定操作	52
(一) 酸碱滴定操作练习	53
(二) 容量仪器的校准	58
实验四 氯化钠的提纯	60
实验五 硝酸钾的制备和提纯	62
第二部分 常数的测定	65
实验六 气体常数的测定	65
实验七 溶解度的测定	67
实验八 弱酸电离常数的测定	69
(一) 醋酸电离常数的测定——pH法	69
(二) 醋酸电离常数的测定——滴定曲线法	71
(三) 醋酸电离常数的测定——电导率法	73
实验九 溶度积常数的测定	75
(一) 碘酸铜溶度积常数的测定——分光光度法	75
(二) 硫酸钙溶度积常数的测定——离子交换法	77

(三) 硫酸钡溶度积常数的测定——电导率法	80
实验十 配合物稳定常数的测定	81
(一) 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物稳定常数的测定——分光光度法	81
(二) 乙二胺合银(Ⅰ)配离子稳定常数的测定——电位法	84
第三部分 元素及化合物的性质	86
实验十一 s 区元素	86
实验十二 p 区元素	88
(一) 卤族元素	88
(二) 氧、硫	91
(三) 碳、硅、硼、锡、铅、铝	93
(四) 氮族	96
实验十三 d 区元素	100
钛、钪、铬、锰、铁、钴、镍	100
实验十四 ds 区元素	104
第四部分 定量分析	107
实验十五 酸碱滴定	107
(一) 有机酸(草酸)摩尔质量的测定	107
(二) 铵盐中氮含量的测定——甲醛法	108
实验十六 配位滴定	110
(一) 自来水总硬度的测定	110
(二) 铅、铋混合溶液的连续滴定	112
(三) 铝合金中铝含量的测定	114
(四) “胃舒平”药片中铝和镁含量的测定	116
实验十七 氧化还原滴定	117
(一) 双氧水中 H_2O_2 含量的测定——高锰酸钾法	117
(二) 水样中化学需氧量的测定——高锰酸钾法	118
(三) 矿石中铁含量的测定——重铬酸钾法	120
(四) 维生素 C 含量的测定——直接碘量法	122
(五) 漂白粉中有效氯含量的测定——间接碘量法	123
实验十八 沉淀滴定	124
(一) 自来水中氯的测定——莫尔法	124
(二) 可溶性氯化物中氯含量的测定——佛尔哈德法	125
实验十九 沉淀重量法—— $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中钡的测定	127
实验二十 分光光度法	128
(一) 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	128
(二) 萃取光度法测定微量钒	130

第三篇 综合实验

实验二十一 碳酸钠的制备及含量测定(双指示剂法)	133
--------------------------	-----

实验二十二	高锰酸钾的制备及纯度测定	136
实验二十三	铁化合物的制备及组成测定	139
(一)	硫酸亚铁铵的制备	139
(二)	草酸亚铁的制备及组成测定	140
(三)	$K_xFe_y(C_2O_4)_z \cdot wH_2O$ 的制备及组成测定	141
实验二十四	铜化合物的制备、组成分析及铜含量测定	143
(一)	五水硫酸铜的制备与提纯及微型碘量法测铜	143
(二)	二草酸合铜(Ⅱ)酸钾的制备及组成测定	145
实验二十五	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及组成测定	146
实验二十六	镍配合物的制备、组成测定及物性分析	149
实验二十七	十二钨硅酸的制备、萃取分离及表征	151
实验二十八	硅酸盐水泥中硅、铁、铝、钙、镁含量的测定	153
实验二十九	植物、土壤中某些元素的鉴定	156
实验三十	复合肥中氮、磷、钾的测定	157
(一)	复合肥中总氮含量测定(蒸馏法)	157
(二)	复合肥中有效磷含量测定(重量法)	158
(三)	复合肥中钾含量测定(重量法)	160
实验三十一	表面处理技术	161

第四篇 设计实验

实验三十二	废弃物的综合利用	166
(一)	废干电池的回收与利用	166
(二)	从含铜废液中制备二水合氯化铜	167
(三)	从含碘废液中提取碘	167
(四)	从废版液中回收锌	168
(五)	由煤矸石及废铝箔制备硫酸铝	168
(六)	从废钒催化剂中回收五氧化二钒	169
(七)	从废定影液中制取单质银或硝酸银	170
(八)	由含锰废液制备碳酸锰	170
(九)	含铬(VI)废液的处理	170
实验三十三	蛋壳中钙、镁含量的测定	171
实验三十四	茶叶中微量元素的鉴定与定量测定	171
实验三十五	零排放制备聚铝	172
实验三十六	气体的制备和化学多喷泉实验	173

附 录

附录一	中华人民共和国法定计量单位	175
附录二	标准电极电位	177

附录三	弱电解质的电离常数	178
附录四	配离子的稳定常数	179
附录五	溶度积常数	180
附录六	物质的溶解性表	181
附录七	常用酸碱的质量分数和相对密度 (d_{20}^{20})	185
附录八	常见离子和化合物的颜色	186
附录九	水的饱和蒸气压	187
附录十	水的密度	188
附录十一	滴定分析中常用的指示剂	189
附录十二	特殊试剂的配制	191
附录十三	常见离子的鉴定方法	193
附录十四	氢氧化物沉淀和溶解时所需的 pH	194
附录十五	阳离子的硫化氢系统分组方案	194
附录十六	常用冷却方法及制冷剂	195
附录十七	pH 计 (酸度计) 的使用	196
附录十八	分光光度计的使用	199
附录十九	常用缓冲溶液的组成及配制	202
附录二十	化合物的相对分子质量表	203
主要参考书目		205

元素周期表

元素周期表

1H	1	氢	1.00794	1	1H	1	氢	1.00794
2He	2	氦	4.002602	2	2He	2	氦	4.002602
3Li	3	锂	6.941	3	3Li	3	锂	6.941
4Be	4	铍	9.012182	4	4Be	4	铍	9.012182
5B	5	硼	10.811	5	5B	5	硼	10.811
6C	6	碳	12.0107	6	6C	6	碳	12.0107
7N	7	氮	14.00643	7	7N	7	氮	14.00643
8O	8	氧	15.999	8	8O	8	氧	15.999
9F	9	氟	18.998403	9	9F	9	氟	18.998403
10Ne	10	氖	20.1797	10	10Ne	10	氖	20.1797
11Na	11	钠	22.989769	11	11Na	11	钠	22.989769
12Mg	12	镁	24.304	12	12Mg	12	镁	24.304
13Al	13	铝	26.981538	13	13Al	13	铝	26.981538
14Si	14	硅	28.08558	14	14Si	14	硅	28.08558
15P	15	磷	30.973762	15	15P	15	磷	30.973762
16S	16	硫	32.06	16	16S	16	硫	32.06
17Cl	17	氯	35.453	17	17Cl	17	氯	35.453
18Ar	18	氩	39.948	18	18Ar	18	氩	39.948
19K	19	钾	39.0983	19	19K	19	钾	39.0983
20Ca	20	钙	40.078	20	20Ca	20	钙	40.078
21Sc	21	钪	44.955912	21	21Sc	21	钪	44.955912
22Ti	22	钛	47.867	22	22Ti	22	钛	47.867
23V	23	钒	50.9415	23	23V	23	钒	50.9415
24Cr	24	铬	51.99616	24	24Cr	24	铬	51.99616
25Mn	25	锰	54.938045	25	25Mn	25	锰	54.938045
26Fe	26	铁	55.845	26	26Fe	26	铁	55.845
27Co	27	钴	58.933195	27	27Co	27	钴	58.933195
28Ni	28	镍	58.6934	28	28Ni	28	镍	58.6934
29Cu	29	铜	63.546	29	29Cu	29	铜	63.546
30Zn	30	锌	65.38	30	30Zn	30	锌	65.38
31Ga	31	镓	69.723	31	31Ga	31	镓	69.723
32Ge	32	锗	72.630	32	32Ge	32	锗	72.630
33As	33	砷	74.9216	33	33As	33	砷	74.9216
34Se	34	硒	78.96	34	34Se	34	硒	78.96
35Br	35	溴	79.904	35	35Br	35	溴	79.904
36Kr	36	氪	83.80	36	36Kr	36	氪	83.80
37Rb	37	铷	85.4678	37	37Rb	37	铷	85.4678
38Sr	38	锶	87.62	38	38Sr	38	锶	87.62
39Y	39	钇	88.90584	39	39Y	39	钇	88.90584
40Zr	40	锆	91.224	40	40Zr	40	锆	91.224
41Nb	41	铌	92.90638	41	41Nb	41	铌	92.90638
42Mo	42	钼	95.94	42	42Mo	42	钼	95.94
43Tc	43	锝	98.9062	43	43Tc	43	锝	98.9062
44Ru	44	钌	101.07	44	44Ru	44	钌	101.07
45Rh	45	铑	102.9055	45	45Rh	45	铑	102.9055
46Pd	46	钯	106.90558	46	46Pd	46	钯	106.90558
47Ag	47	银	107.8682	47	47Ag	47	银	107.8682
48Cd	48	镉	112.411	48	48Cd	48	镉	112.411
49In	49	铟	114.818	49	49In	49	铟	114.818
50Sn	50	锡	118.710	50	50Sn	50	锡	118.710
51Sb	51	锑	121.757	51	51Sb	51	锑	121.757
52Te	52	碲	127.6	52	52Te	52	碲	127.6
53I	53	碘	126.90509	53	53I	53	碘	126.90509
54Xe	54	氙	131.29	54	54Xe	54	氙	131.29
55Ba	55	钡	137.327	55	55Ba	55	钡	137.327
56La	56	镧	138.90547	56	56La	56	镧	138.90547
57Ce	57	铈	140.12	57	57Ce	57	铈	140.12
58Pr	58	镨	140.90765	58	58Pr	58	镨	140.90765
59Nd	59	钕	144.242	59	59Nd	59	钕	144.242
60Pm	60	钷	144.9127	60	60Pm	60	钷	144.9127
61Sm	61	钐	150.36	61	61Sm	61	钐	150.36
62Eu	62	铕	151.964	62	62Eu	62	铕	151.964
63Gd	63	钆	157.25	63	63Gd	63	钆	157.25
64Tb	64	铽	158.92532	64	64Tb	64	铽	158.92532
65Dy	65	镝	162.50087	65	65Dy	65	镝	162.50087
66Ho	66	铈	164.93032	66	66Ho	66	铈	164.93032
67Er	67	铈	167.25937	67	67Er	67	铈	167.25937
68Yb	68	铈	173.05468	68	68Yb	68	铈	173.05468
69Tm	69	铈	168.93032	69	69Tm	69	铈	168.93032
70Yb	70	铈	173.05468	70	70Yb	70	铈	173.05468
71Lu	71	铈	174.967	71	71Lu	71	铈	174.967
72Hf	72	铈	178.49	72	72Hf	72	铈	178.49
73Ta	73	铈	180.94788	73	73Ta	73	铈	180.94788
74W	74	铈	183.84	74	74W	74	铈	183.84
75Re	75	铈	186.207	75	75Re	75	铈	186.207
76Os	76	铈	190.23	76	76Os	76	铈	190.23
77Ir	77	铈	192.222	77	77Ir	77	铈	192.222
78Pt	78	铈	195.083	78	78Pt	78	铈	195.083
79Au	79	铈	196.96657	79	79Au	79	铈	196.96657
80Hg	80	铈	200.59	80	80Hg	80	铈	200.59
81Tl	81	铈	204.38	81	81Tl	81	铈	204.38
82Pb	82	铈	207.2	82	82Pb	82	铈	207.2
83Bi	83	铈	208.9804	83	83Bi	83	铈	208.9804
84Po	84	铈	209	84	84Po	84	铈	209
85At	85	铈	210	85	85At	85	铈	210
86Rn	86	铈	222	86	86Rn	86	铈	222
87Fr	87	铈	223	87	87Fr	87	铈	223
88Ra	88	铈	226	88	88Ra	88	铈	226
89Ac	89	铈	227	89	89Ac	89	铈	227
90Th	90	铈	232.0377	90	90Th	90	铈	232.0377
91Pa	91	铈	231.03688	91	91Pa	91	铈	231.03688
92U	92	铈	238.02891	92	92U	92	铈	238.02891
93Np	93	铈	237.04817	93	93Np	93	铈	237.04817
94Pu	94	铈	239.05216	94	94Pu	94	铈	239.05216
95Am	95	铈	243.06138	95	95Am	95	铈	243.06138
96Cm	96	铈	247.07035	96	96Cm	96	铈	247.07035
97Bk	97	铈	247.07035	97	97Bk	97	铈	247.07035
98Cf	98	铈	251.0834	98	98Cf	98	铈	251.0834
99Es	99	铈	252.0834	99	99Es	99	铈	252.0834
100Fm	100	铈	257.1035	100	100Fm	100	铈	257.1035
101Md	101	铈	258.1035	101	101Md	101	铈	258.1035
102No	102	铈	259.1035	102	102No	102	铈	259.1035
103Lr	103	铈	262.1035	103	103Lr	103	铈	262.1035
104Rf	104	铈	261.1035	104	104Rf	104	铈	261.1035
105Db	105	铈	262.1035	105	105Db	105	铈	262.1035
106Sg	106	铈	266.1035	106	106Sg	106	铈	266.1035
107Bh	107	铈	264.1035	107	107Bh	107	铈	264.1035
108Hs	108	铈	265.1035	108	108Hs	108	铈	265.1035
109Mt	109	铈	268.1035	109	109Mt	109	铈	268.1035
110Ds	110	铈	271.1035	110	110Ds	110	铈	271.1035
111Rg	111	铈	272.1035	111	111Rg	111	铈	272.1035
112Uub	112	铈	285.1035	112	112Uub	112	铈	285.1035
113Uut	113	铈	284.1035	113	113Uut	113	铈	284.1035
114Uuq	114	铈	289.1035	114	114Uuq	114	铈	289.1035
115Uuh	115	铈	288.1035	115	115Uuh	115	铈	288.1035
116Uub	116	铈	292.1035	116	116Uub	116	铈	292.1035
117Uus	117	铈	291.1035	117	117Uus	117	铈	291.1035
118Uuo	118	铈	293.1035	118	118Uuo	118	铈	293.1035

元素周期表

89Ac	1	铈	227	89Ac	1	铈	227
90Th	2	铈	232.0377	90Th	2	铈	232.0377
91Pa	3	铈	231.03688	91Pa	3	铈	231.03688
92U	4	铈	238.02891	92U	4	铈	238.02891
93Np	5	铈	237.04817	93Np	5	铈	237.04817
94Pu	6	铈	239.05216	94Pu	6	铈	239.05216
95Am	7	铈	243.06138	95Am	7	铈	243.06138
96Cm	8	铈	247.07035	96Cm	8	铈	247.07035
97Bk	9	铈	247.07035	97Bk	9	铈	247.07035
98Cf	10	铈	251.0834	98Cf	10	铈	251.0834
99Es	11	铈	252.0834	99Es	11	铈	252.0834
100Fm	12	铈	257.1035	100Fm	12	铈	257.1035
101Md	13	铈	258.1035	101Md	13	铈	258.1035
102No	14	铈	259.1035	102No	14	铈	259.1035
103Lr	15	铈	262.1035	103Lr	15	铈	262.1035
104Rf	16	铈	261.1035	104Rf	16	铈	261.1035
105Db	17	铈	262.1035	105Db	17	铈	262.1035
106Sg	18	铈	266.1035	106Sg	18	铈	266.1035
107Bh	19	铈	264.1035	107Bh	19	铈	264.1035
108Hs	20	铈	265.1035	108Hs	20	铈	265.1035
109Mt	21	铈	268.1035	109Mt	21	铈	268.1035
110Ds	22	铈	271.1035	110Ds	22	铈	271.1035
111Rg	23	铈	272.1035	111Rg	23	铈	272.1035
112Uub	24	铈	273.1035	112Uub	24	铈	273.1035