



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

大学化学实验

Chemistry Experiments

林 深 王世铭 主编

第二版



化学工业出版社



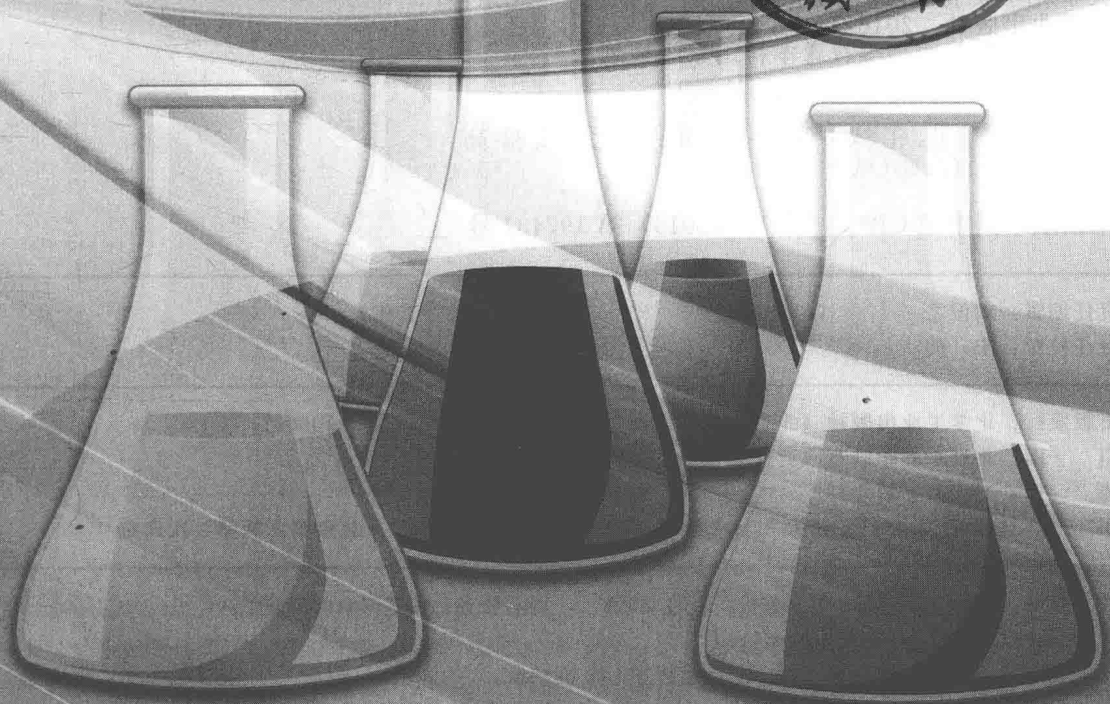
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

大学化学实验

Chemistry Experiments

林 深 王世铭 主编

第二版



化学工业出版社

· 北京 ·

《大学化学实验》(第二版)是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《大学化学实验》、《大学化学实验学习指导》的合并修订版。为方便教师教学和学生学学习,删减了第一版两册中重复或相近的内容;补充或更新了化学实验科学发展的部分内容;学习指导融入每一章节中。内容共九章:化学实验基础知识,化学实验基本操作与规范,基本化学原理和无机物的制备,定量分析化学实验,有机物的制备,基本物理量及有关参数的测定,现代仪器分析实验,化工基础实验,综合性、设计性和研究性实验。综合性、设计性和研究性实验注意加强能源、材料、环境、生命科学的主题及交叉学科内容,注重培养学生创新意识、实践能力和独立解决化学问题的能力。

《大学化学实验》(第二版)面向普通高等院校近化学类专业如材料化学、材料物理、环境科学、环境工程、资源循环科学与工程、生物科学、生物技术、生物工程、地理科学、生态学、新能源科学与工程等开设基础化学实验的本、专科学生,同时可供工科院校有关专业化学实验课选用及化学实验人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/林深,王世铭主编. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2016.10

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-122-27899-9

I. ①大… II. ①林…②王… III. ①化学实验-高
等学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 197431 号

责任编辑:刘俊之

文字编辑:刘志茹

责任校对:宋 玮

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 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张31 $\frac{1}{2}$ 字数839千字 2016年11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:66.00元

版权所有 违者必究

《大学化学实验》(第二版) 编委会

主任：林 深 王世铭

编委 (按姓氏笔画排列)

马秀玲 王丽华 叶瑞洪 许利闽 李国清

吴 阳 林 棋 郑可利 郑细鸣 赵升云

胡志彪 黄 颖 黄紫洋 童庆松 颜桂炆

戴玉梅

前 言

由化学工业出版社出版的《大学化学实验》《大学化学实验学习指导》自2009年出版以来,在许多地方高校中使用,是具有一定影响力、适用于近化学类本科专业化学实验教学的高等学校实验教材,并于2012年入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。教学一线教师和读者在对《大学化学实验》《大学化学实验学习指导》教材给予充分肯定之余,也提出了许多宝贵的意见和建议,编者对此表示由衷的感谢。随着教学思想更新、教育观念转变和教学改革深入以及对实验教学要求的不断提高,针对本教材在使用过程中存在的问题和不足,我们对第一版进行了修订,使第二版教材更有利于培养学生的实验技能和实验动手能力,更有利于培养学生的科学思维、创新意识和协作精神。

《大学化学实验》(第二版)的修订原则:

1. 保留第一版教材主体框架内容,删去第10章和两册中重复或相近的内容,使教材内容整体更加精练。
2. 为更加适应近化学类本科专业培养目标和化学实验科学发展的需要,补充或更新了部分内容。
3. 为适应不同学校实验教学改革的对多样性和对教材的不同要求,方便教师教学和学生学习,《大学化学实验》和《大学化学实验学习指导》合并为一册,学习指导融入每一章节中。每一章设有绪论部分,概述该模块实验相关的化学实验与技术所依托的理论知识体系、学习总体要求和实验报告参考格式;每个实验之后配套实验操作要点及注意事项和实验知识拓展,思考题提示置于附录中。
4. 本教材共有九章:化学实验基础知识;化学实验基本操作与规范;基本化学原理和无机物的制备;定量分析化学实验;有机物的制备;基本物理量及有关参数的测定;现代仪器分析实验;化工基础实验;综合性、设计性和研究性实验。编写中遵循由易到难、循序渐进的原则,除第1章、第2章为基本知识、基本操作与规范,与各章均有联系外,其余各章均可独立使用。

本教材的特点:

1. 定位明确,符合近化学类理工科专业实践能力培养的要求;
2. 系统性强,注重化学实验与技术理论知识的系统化和实验综合能力的培养;
3. 内容精简,既满足近化学类专业少学时教学需要又凸显实验教学规律和特点;
4. 指导性强,便于学生自主学习、拓展化学实验科学知识,同时减轻教师负担。

《大学化学实验》(第二版)的编写由以下教师完成:王世铭、林深(第1章节选、第2章节选、第3章、附录),黄颖(第4章),戴玉梅(第1章节选、第2章节选、第5章),王丽华(第6章),马秀玲(第7章),吴阳(第8章),颜桂炀(第9章)。全书由林深、王世铭策划与统稿。

福建师范大学化学与化工学院、环境科学与工程学院、材料科学与工程学院、物理与能源学院、生命科学学院等实验教学教师,三明学院的郑可利,闽江学院的林棋,福建师范大学福清分校的叶瑞洪,武夷学院的郑细鸣、赵升云,泉州师院的李国清,龙岩学院的胡志彪等同志对本教材(第二版)修订大纲的讨论及审定稿提出了许多宝贵意见;特别需要指出的是童庆松、许利闽和黄紫洋老师对本教材(第一版)作出了贡献;教材修订、编写过程中还

参阅了许多化学及化学实验教材，在此一并对以上老师及所参考教材的作者致以诚挚的谢意。

限于编者水平，书中不当之处在所难免，诚请专家同行及读者批评指正。

编 者

2016 年 6 月

第一版前言

化学实验教学的目的是不只是培养学生的基本实验技能和动手实践能力,更重要的是培养学生的科学思维、创新意识、研究能力和协作精神。化学实验教材建设是实现这一目的的重要保证。本套教材是在福建师范大学化学与材料学院(福建省化学实验教学示范中心)多年来为本校高分子材料与工程、环境科学、环境工程、生物科学、生物技术、地理科学、生态学等专业学生开设基础化学实验的基础上,充分吸收化学实验教学改革研究成果和教学实践经验编写而成的。本大学化学实验教学体系坚持以学生为本,以知识传授、能力培养、素质提高、协调发展为教育理念,从根本上改变近化学类专业化学基础实验教学依附于理论教学的传统观念,重视实验教学,充分认识并落实实验教学在近化学类理工科人才培养和实践教学工作中的地位,形成理论教学与实验教学既相对独立又有机结合的教学模式。

本套教材分为《大学化学实验》和《大学化学实验学习指导》两册,较全面地涵盖了近化学类学科专业的学生所必须掌握的化学实验相关知识和实验技能,同时还涉及部分当今化学研究的前沿领域和与化学密切相关的交叉学科的内容。立足于满足近化学类学科专业少学时基础化学实验教学的需要,面向普通高等理院校环境、生物、制药、材料及地理等近化学类相关学科专业的本、专科学生,也可供工院校有关专业化学实验课选用及化学实验人员参考使用。《大学化学实验》共分为10章:化学实验基础知识;化学实验基本操作;元素性质和无机物的制备;定量分析化学实验;有机化合物的制备;基本物理量及有关参数的测定;现代仪器分析实验;化工基础实验;综合性、设计性和研究性实验;生活中的化学实验。《大学化学实验学习指导》是《大学化学实验》教材的配套学习指导书,旨在帮助学生建立较为完整的基础化学实验知识结构体系,强调给予学生实验方法论的指导,提高学生自主学习的能力、实验的效率和成功率。

本教材力求突出以下特色:

- (1) 精选实验内容,同时满足大学化学实验和技术知识系统化和少学时教学的需要;
- (2) 大学化学实验和技术集成一套两册,便于近化学类学生选用,减轻学生负担,符合当今构建和谐节约环保的宗旨;
- (3) 《大学化学实验》与同期出版的《大学化学实验学习指导》配套使用,便于学生自主学习、拓展化学实验科学知识。

《大学化学实验》由林深、王世铭主编。本教材的编写设计思路由林深提出,各章节内容的编写主要由福建师范大学化学与材料学院本科教学一线教师完成:王世铭(第1章节选、第2章节选、第3章),童庆松(第1章节选、第2章节选、第4章节选、第7章),黄颖(第4章节选),戴玉梅(第1章节选、第2章节选、第5章),王丽华(第6章),吴阳(第8章),颜桂炆(第1章节选、第9章),许利闽(第10章),全书由林深、王世铭统稿。

教材编写过程中参阅了大量的化学及化学实验教材,龙岩学院的何立芳、胡志彪,三明学院的郑可利、邓如新,武夷学院的陈良璧、郑细鸣,闽江学院的林棋、杨平,福建师范大学福清分校的陈素平、叶瑞洪,泉州师院的李国清等对本套教材编写大纲的讨论、书稿的修改和定稿提出了许多宝贵意见,在此一并对所参考教材的作者及以上老师致以诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏,诚请有关专家及读者批评指正。

编者

2009年5月

目 录

第 1 章 化学实验基础知识	1
1.1 实验室规则	1
1.2 实验室安全与事故处理	1
1.2.1 实验室安全守则	2
1.2.2 实验室意外事故的急救处理	2
1.3 常见危险品及安全预防措施	5
1.3.1 有毒化学品及其预防措施	5
1.3.2 易燃、易爆品	6
1.4 实验室“三废”的处理	8
1.5 化学试剂的一般知识	8
1.5.1 试剂的规格	8
1.5.2 气体钢瓶	9
1.6 实验用水	9
1.7 实验数据的记录、测量结果的表示及实验误差	10
1.7.1 误差的种类、起因和减免误差的措施	10
1.7.2 有效数字和实验可疑数据的取舍规则	11
1.7.3 实验记录	12
1.7.4 实验数据的表示	12
1.7.5 实验结果的表示	13
1.8 化学实验学习方法	14
1.9 化学实验文献资料	15
1.9.1 工具书	16
1.9.2 数据手册	16
1.9.3 参考教材	17
1.9.4 相关网站	17
第 2 章 化学实验基本操作与规范	19
2.1 化学实验基本仪器（或器具）介绍	19
2.1.1 化学实验常用仪器	19
2.1.2 有机化学实验室常用玻璃仪器与装置	25
2.2 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	28
2.2.1 玻璃仪器的洗涤	28
2.2.2 玻璃仪器的干燥	30
2.3 加热方法与冷却方法	30
2.3.1 加热装置	30
2.3.2 常用的加热操作	34
2.3.3 冷却方法	36
2.4 试剂的取用	36
2.4.1 试剂瓶的种类及化学试剂的存放	36

2.4.2	试剂瓶塞子的开启方法	37
2.4.3	试剂的干燥	37
2.4.4	试剂的取用	39
2.5	液体试剂体积的量度仪器及使用方法	40
2.5.1	量筒、量杯	40
2.5.2	移液管、吸量管	41
2.5.3	容量瓶	41
2.5.4	滴定管	42
2.6	台秤、电子天平的使用	43
2.6.1	台秤	43
2.6.2	电子天平	44
2.7	气体的发生、净化和收集	45
2.7.1	气体的发生	45
2.7.2	净化和干燥	46
2.7.3	气体收集	46
2.8	固体物质的溶解、固液分离、蒸发和结晶	47
2.8.1	固体物质的溶解	47
2.8.2	固、液分离及沉淀洗涤	47
2.8.3	蒸发	52
2.8.4	结晶与重结晶	52
2.8.5	升华	53
2.9	试纸的使用	53
2.10	标准物质和溶液的配制方法	55
2.10.1	标准物质	55
2.10.2	标准溶液的配制方法	55
2.10.3	一般溶液的配制及保存方法	56
2.11	常用无机微型仪器及其使用方法	57
2.12	化学基本操作实验	58
实验 2-1	仪器认领、洗涤与干燥	58
实验 2-2	粗食盐的提纯	59
实验 2-3	电子天平称量练习	61
实验 2-4	溶液的性质和配制	63
实验 2-5	滴定分析基本操作练习	65
实验 2-6	蒸馏	67
实验 2-7	简单分馏	70
实验 2-8	水蒸气蒸馏	72
实验 2-9	减压蒸馏(真空蒸馏)	75
实验 2-10	有机物重结晶提纯法	79
实验 2-11	有机物熔点与沸点的测定	83
实验 2-12	萃取	86
实验 2-13	液态有机化合物折射率的测定	88
实验 2-14	薄层色谱法	91
第 3 章	基本化学原理和无机物的制备	94
3.1	基本无机化学原理	94

3.1.1 无机化学原理概述	94
3.1.2 化学实验室三级试剂供储系统管理办法	94
3.1.3 学习要求	96
3.2 无机化学原理实验	98
实验 3-1 电离平衡与缓冲溶液	98
实验 3-2 氧化还原反应与电化学	102
实验 3-3 配合物与配位平衡	106
实验 3-4 平衡原理综合设计实验	109
实验 3-5 pH 法测定醋酸电离度及电离平衡常数	110
实验 3-6 化学反应速率与活化能	115
3.3 元素和化合物性质	119
3.3.1 无机化合物的颜色及其显色原因	119
3.3.2 化合物的性质及其研究方法	121
3.4 元素性质实验	127
实验 3-7 化合物的性质及其实验研究方法	127
实验 3-8 未知物鉴别与未知离子混合液的分离与鉴定——设计实验	133
3.5 无机物合成	142
3.5.1 无机合成(制备)的几个基本问题	142
3.5.2 无机化合物的常规制备方法	145
3.5.3 无机化合物的分离和提纯方法	151
3.5.4 无机物的结构鉴定和分析	151
3.5.5 产率的计算	151
3.5.6 学习要求	152
3.6 无机物合成实验	153
实验 3-9 硝酸钾的制备和提纯	153
实验 3-10 碱式碳酸铜的制备——设计实验	155
实验 3-11 由铁屑出发制备含铁化合物——综合实验	156
I 硫酸亚铁铵的制备	157
II 硫酸亚铁铵杂质及成品含量的分析	158
III 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及其性质	160
实验 3-12 以废铝为原料制备明矾——设计实验	163
第 4 章 定量分析化学实验	165
4.1 滴定分析的原理和方法	165
4.2 重量分析的原理和方法	165
4.3 可见分光光度法概述	166
4.4 学习要求和实验报告参考格式	166
4.5 滴定分析实验	167
实验 4-1 甲醛法测定硫酸铵化肥中氮的含量	167
实验 4-2 混合碱的分析(双指示剂法)	170
实验 4-3 络合滴定法测定天然水的总硬度	172
实验 4-4 溶液中铅铋含量的连续测定	176
实验 4-5 碘量法测定葡萄糖注射液中葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)的含量	177
实验 4-6 高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	180
实验 4-7 重铬酸钾法测定铁矿石中铁的含量(无汞定铁法)	182

实验 4-8 银量法测定生理盐水中氯化钠含量	184
4.6 重量分析实验	186
实验 4-9 丁二酮肟重量法测定合金钢中镍含量的测定	186
实验 4-10 钡盐中钡含量的测定	189
4.7 分光光度法分析实验	191
实验 4-11 茶叶中微量元素的鉴定与定量分析	191
第 5 章 有机化合物的制备	196
5.1 有机化合物制备的原理和方法	196
5.1.1 有机合成概述	196
5.1.2 有机化合物的常规制备方法	196
5.1.3 有机化合物的分离和提纯方法	196
5.1.4 有机物的结构鉴定和分析	196
5.2 学习要求和实验报告格式	197
5.2.1 学习要求	197
5.2.2 实验报告格式	198
5.3 有机化合物的制备实验	199
实验 5-1 己二酸的制备	199
实验 5-2 环己烯的制备	200
实验 5-3 正丁醚的制备	204
实验 5-4 1-溴丁烷的制备	206
实验 5-5 肉桂酸的制备	208
实验 5-6 三苯甲醇的制备	210
实验 5-7 偶氮苯的制备及其光学异构化	213
实验 5-8 电化学合成碘仿	214
实验 5-9 微波辐射合成 2-甲基苯并咪唑	216
实验 5-10 从茶叶中提取咖啡因	217
实验 5-11 乙酰水杨酸(阿司匹林)的制备	219
实验 5-12 局部麻醉剂苯佐卡因的合成——设计实验	221
实验 5-13 利用官能团反应鉴别有机化合物——设计实验	221
第 6 章 基本物理量及有关参数的测定	223
6.1 温度的测量	223
6.1.1 温标	223
6.1.2 温度计	223
6.1.3 温度控制	228
6.2 压力测量与真空技术	229
6.2.1 压力的测量及仪器	229
6.2.2 真空技术	233
6.2.3 气体钢瓶及其使用	234
6.3 实验报告要求	236
6.4 热力学实验	237
实验 6-1 温度测量与控制	237
实验 6-2 凝固点下降法测尿素的摩尔质量	240
实验 6-3 Sn-Bi 二组分金属相图	245
6.5 电化学实验	249

实验 6-4	电导法测乙酸电离平衡常数	249
实验 6-5	原电池电动势的测定	253
6.6	动力学实验	260
实验 6-6	旋光法测蔗糖水解反应速率常数	261
实验 6-7	乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	266
6.7	胶体化学和表面化学实验	271
实验 6-8	溶液吸附法测活性炭的比表面积	271
实验 6-9	溶液表面张力的测定——最大气泡法	274
实验 6-10	黏度法测定高聚物的分子量	279
实验 6-11	电泳法测 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的电动势	284
6.8	结构化学实验	287
实验 6-12	磁化率的测定	287
第 7 章	现代仪器分析实验	293
7.1	学习要求和实验报告格式	293
7.2	光学分析实验	293
实验 7-1	紫外分光光度法测定废水中苯酚含量	294
实验 7-2	傅里叶变换红外分光光度法测定有机化合物的红外光谱	296
实验 7-3	原子吸收分光光度法测定生活用水中钙和镁的含量	298
实验 7-4	电感耦合等离子体发射光谱法测定废水中镉、铬的含量	301
实验 7-5	荧光法测定维生素 B_2 片剂中核黄素含量	303
7.3	电化学分析实验	306
实验 7-6	氟离子选择电极法测定饮用水中的微量氟	307
实验 7-7	银电极在碱性介质中的循环伏安曲线的测定	311
7.4	分离分析实验	314
实验 7-8	气相色谱法测定白酒中乙酸乙酯的含量	314
实验 7-9	高效液相色谱法测定磺胺类药物的含量	317
第 8 章	化工基础实验	320
8.1	实验基础知识和要求	320
8.1.1	流量测量技术	320
8.1.2	化工实验一般注意事项和安全知识	325
8.2	实验预习和实验报告要求	326
8.3	流体流动实验	327
实验 8-1	流体流动型态及临界雷诺数的测定	328
实验 8-2	流体流动过程的能量转化	330
实验 8-3	流体流动阻力的测定	334
实验 8-4	离心泵特性曲线的测定	339
8.4	传热实验	343
实验 8-5	空气-蒸汽传热膜系数的测定	344
8.5	传质实验	350
实验 8-6	干燥操作和干燥速率曲线的测定	350
实验 8-7	筛板精馏塔实验	356
实验 8-8	填料吸收塔传质系数的测定	363
8.6	反应工程实验	367

实验 8-9 多釜串联反应器停留时间分布的测定	367
第 9 章 综合性、设计性和研究性实验	372
9.1 学习要求	372
9.1.1 综合性实验的要求	372
9.1.2 设计性实验的要求	372
9.1.3 研究性实验的要求	373
9.1.4 教学安排	373
9.1.5 建议时间安排	374
9.2 综合性实验	374
实验 9-1 天然水体综合分析	374
实验 9-2 表面活性剂综合分析	389
实验 9-3 植物叶绿体色素的提取、分离、表征及含量测定	394
实验 9-4 GC-ECD 法测定蔬菜中拟除虫菊酯类农药的残留量	397
实验 9-5 稀土铈、铽 β -二酮配合物的合成、表征及其发光性能测定	400
9.3 设计性实验	402
实验 9-6 水和土壤中有机磷农药残留量的测定	402
实验 9-7 γ - Al_2O_3 的制备、表征和活性评价	403
实验 9-8 光学树脂的合成与表征	405
实验 9-9 环氧树脂的合成与表征	408
实验 9-10 裂化催化剂活性的表征	409
9.4 研究性实验	411
实验 9-11 纳米材料 (CuO 、 Mn_2O_3 、 CdS) 的合成与表征	411
实验 9-12 微波等离子体化学反应制备纳米新材料	413
实验 9-13 新型添加剂氨基酸锌的制备及性质	417
实验 9-14 功能化超支化聚酯的合成	422
实验 9-15 纳米组装血红蛋白的直接电化学和催化研究	427
附录	430
附录 1 酸性、碱性溶液中的半电极反应和标准电极电势	430
附录 2 难溶化合物的溶度积常数 (298.16K)	432
附录 3 弱酸、弱碱在水中的解离常数 (298.16K)	434
附录 4 配合物的稳定常数 (298.16K)	436
附录 5 常用酸、碱溶液的密度和浓度	436
附录 6 滴定分析中的常用指示剂	437
附录 7 常用的缓冲溶液	438
附录 8 常用基准物质及其干燥条件与应用	439
附录 9 几种液体的折射率	440
附录 10 实验室中某些试剂的配制	440
附录 11 常见阳离子的鉴定	441
附录 12 水的物性数据	444
附录 13 不同温度下某些液体的密度	445
附录 14 原子吸收光谱及原子发射常用谱带	446
附录 15 红外、紫外常用特征峰	447
附录 16 色谱常用固定相、流动相	451
附录 17 KCl 溶液的电导率 (25 $^{\circ}\text{C}$)	453

附录 18	不同温度下甘汞电极的电极电势 (vs. SHE)	453
附录 19	不同温度下 Ag/AgCl 的电极电势 (vs. SHE)	454
附录 20	思考题提示	454
参考文献		487

第1章 化学实验基础知识

1.1 实验室规则

① 熟悉实验室水、电、燃气的阀门、消防器材、洗眼器与紧急淋浴器的位置和使用方法。熟悉实验室安全出口和紧急情况时的逃生路线。掌握实验室安全与急救常识，进入实验室应穿实验服并根据需要佩戴防护眼镜。

② 实验前认真预习，明确实验目的和要求，弄清实验原理，了解实验方法，熟悉实验步骤，查阅有关文献，写好预习报告。按时进入实验室，未预习者，不能进行实验。

③ 严格遵守实验室各项规章制度。

④ 实验室内要保持肃静，不得大声喧哗。实验应在规定的位置上进行，未经允许，不得擅自挪动。

⑤ 实验开始前要认真清点仪器和药品，如有破损或缺少，应立即报告指导教师，按规定手续补领。实验时如有损坏仪器、设备，应立即主动报告如实说明情况并按规定予以赔偿。

⑥ 必须认真完成规定的实验，如果对实验步骤或操作有改动、重做实验，或做规定内容之外的实验，必须经实验指导教师批准。

⑦ 实验时要认真观察，如实记录实验现象、数据；使用仪器时，应严格按照操作规程进行；试剂应按教材规定的规格、浓度和用量取用，若教材中未规定用量或自行设计的试验，应注意尽量节约试剂。

⑧ 爱护公物，节约药品、水、电、气等。

⑨ 保持实验室整洁、卫生和安全。药品仪器应整齐地摆放在一定位置，用后立即放还原位。废弃有机溶剂要倒入指定的回收瓶，有腐蚀性或污染的废液及废渣必须倒在废液桶或指定容器内，以便统一处理。破损温度计及发生意外事故要及时向教师报告并采取必要的措施，严防水银等有毒物质流失而污染实验室；火柴梗、废纸、碎玻璃等固体废物应倒入废物桶内，不得随地乱丢。严禁将实验仪器、化学药品擅自带出实验室。

⑩ 实验结束后，应将自己的实验台面、试剂架整理好，关闭水、电、燃气，认真洗手，实验记录由指导教师审阅、签字后方可离开实验室，注意按时交实验报告。

⑪ 实验后由同学轮流值日，负责打扫和整理实验室。关好门、窗，检查水、电、燃气阀门，待指导教师检查同意后，方可离开实验室。

1.2 实验室安全与事故处理

化学实验室是教与学、理论与实践相结合的重要场所，实验室教学是培养学生化学素质、安全 and 环境意识的重要环节；实验室的安全问题不仅关系到个人的健康安全，而且关系到国家财产安全。

化学实验室中存在有许多不安全的因素。首先，由于拥有大量易燃、易爆危险品和高压气体等，如果处理不当，操作失误或者遇到明火，往往会酿成火灾或爆炸事故。其次，有时

在实验过程中会产生或使用大量的易燃、易爆、有腐蚀性、有毒的化学试剂等，如不加小心，极易造成事故。再者，在实验中还会用到各种电器设备，不仅要与 220V 的低压电打交道，甚至还会用到上千伏的高压电，如果缺乏用电安全常识，就有可能引起电器事故或由此引起二次事故。另外，在实验过程中，玻璃器皿破碎造成的皮肤与手指创伤、割伤也时有发生。

安全专家在对各种事故分析调查研究后提出了控制事故发生的“3E”措施，即安全技术（engineering）、安全教育（education）和安全管理（enforcement）。安全技术是指符合安全技术要求的设计，包括实验室安全设计、实验工艺流程、操作条件、设备性能的安全等。安全教育是要不断提高实验人员的安全素养，通过教育，使实验人员提高操作技能，了解各种不安全因素并懂得如何防止，一旦事故发生，能迅速冷静地排除事故。安全管理包括制定和执行与安全有关的制度、标准、章程等。

因此，为确保环境不受污染，确保人身安全和实验室、仪器、设备的安全，保证实验的正常进行，必须严格遵守实验室安全规则。掌握发生事故时的急救措施和紧急处理方法，是避免事故发生和处理事故的有效手段。

1.2.1 实验室安全守则

- ① 学生进入实验室前，必须进行安全、环保意识的教育和培训。
- ② 熟悉实验室及其周围环境，了解与安全有关的设施（如水、电、煤气的总开关，消防用品、洗眼器、喷淋器、急救箱等）的位置和使用方法。
- ③ 使用电器时，要谨防触电，不要用湿的手、物去接触电源，实验完毕及时拔下插头，切断电源。
- ④ 一切有毒的、恶臭气体的实验，都应在通风橱内进行。
- ⑤ 为了防止药品腐蚀皮肤和进入体内，不能用手直接拿取药品，要用药勺或指定的容器取用。取用一些强腐蚀性的药品，如氢氟酸、溴水等，必须戴上橡胶手套。绝不允许用舌头品尝药品。严禁将食品及餐具等带入实验室。
- ⑥ 不允许随意将各种化学药品混合，以免引起意外事故，自选设计的实验必须经指导教师批准后方可进行。
- ⑦ 使用易燃物（如酒精、丙酮、乙醚等）、易爆物（如氯酸钾等）时，要远离火源，用完应及时将易燃、易爆物加盖存放阴凉处。
- ⑧ 酸、碱是实验室常用试剂，浓酸或浓碱具有强烈腐蚀性，应小心取用，注意不要洒在衣服或皮肤上。实验用过的废酸应倒入指定的废酸缸中。使用浓 HNO_3 、 HCl 、 HClO_4 、氨水、冰醋酸等时，均应在通风橱中操作。夏天，打开浓氨水、盐酸瓶盖之前，应先用自来水流水冷却后，再行开启。如不小心溅到皮肤和眼内，应立即用水冲洗。
- ⑨ 如果有机溶剂散落到实验台面或地上，应立即用吸水纸吸除，并做适当的处理。
- ⑩ 禁止使用无标签、性质不明的药品。实验室内所有药品不得带出实验室外。
- ⑪ 使用高压气体钢瓶（如氢气、乙炔等）时，要严格按照规定进行操作，钢瓶应存放在远离明火、通风良好的地方。钢瓶在更换前仍应保持一部分压力。
- ⑫ 使用各种仪器时，要在教师讲解或阅读操作规程后，方可动手操作。
- ⑬ 实验室应保持整洁，废纸、废毛刷、玻璃碎片应投入废物桶内，要保持水槽的清洁，废液倒入指定废液缸中。
- ⑭ 实验完毕后必须洗手。值日生和最后离开实验室的人员应负责检查门、窗、水、煤气是否关好，电闸是否断开。

1.2.2 实验室意外事故的急救处理

为了对实验过程中意外事故进行紧急处理，实验室内均应配备急救医药箱。药箱内准备

有下列药品和工具：医用酒精、紫药水、红药水、3%碘酒、烫伤膏、饱和碳酸氢钠溶液、饱和硼酸溶液、2%醋酸溶液、5%氨水、5%硫酸铜溶液、高锰酸钾晶体和甘油等；创可贴、消毒纱布、消毒棉、消毒棉签、医用镊子和剪刀等。

医药箱供实验室急救用，不得随便挪动或借用。

(1) 眼睛灼伤或掉进异物

一旦眼内溅入任何化学药品，应立即用大量水（洗眼器）缓缓彻底冲洗。忌用稀酸中和溅入眼内的碱性物质，反之亦然。对因溅入碱金属、溴、磷、浓酸、浓碱或其他刺激性物质的眼睛灼伤者，急救后必须迅速送往医院检查治疗。

若玻璃屑进入眼睛时，绝不可用手揉、擦，也不要试图让别人取出碎屑，尽量不要转动眼球，可任其流泪，有时碎屑会随泪水流出。用纱布轻轻包住眼睛后，迅速送医院处理。

(2) 割伤（玻璃或铁器刺伤等）

先将碎玻璃从伤口处挑出，如轻伤，可用生理盐水或硼酸溶液擦洗伤处，涂上紫药水（或红药水），必要时撒些消炎粉，用绷带包扎。伤势较重时，则先用酒精在伤口周围清洗消毒，再用纱布按住伤口压迫止血，并立即送往医院治疗。

(3) 烫伤

烫伤切勿用水冲洗。轻度烫伤可在烫伤处涂些烫伤膏或正红花油。烫伤较重时，若起水泡不宜挑破，涂上烫伤药膏，用纱布包扎后送医院治疗。

(4) 强酸腐蚀

先用大量水冲洗，然后以3%~5%碳酸氢钠溶液洗，再用水洗，拭干后涂上碳酸氢钠油膏或烫伤油膏。如受氢氟酸腐蚀受伤，应迅速用水冲洗，再用稀碳酸氢钠溶液冲洗，然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中30min，最后敷以硫酸镁（20%）、甘油（18%）、水和盐酸普鲁卡因（1.2%）配成的药膏，伤势严重时，应立即送医院急救。

(5) 强碱腐蚀

立即用大量水冲洗，然后用10%柠檬酸或硼酸溶液冲洗，最后用水洗。

(6) 溴、磷烧伤

溴灼伤，立即用大量水洗，再用苯或甘油洗，然后涂上甘油或烫伤油膏。磷烧伤用5%的硫酸铜、1%的硝酸银或10%的高锰酸钾溶液处理后，送医院治疗。

(7) 吸入溴、氯等有毒气体

吸入溴、氯、氯化氢等气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒，同时应到室外呼吸新鲜空气。吸入硫化氢或一氧化碳气体感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。要注意吸入氯、溴气中毒时，不可进行人工呼吸，一氧化碳中毒不可施用兴奋剂。

(8) 中毒急救

实验中若感觉咽喉灼痛、嘴唇脱色或发酸、胃部痉挛或恶心呕吐、心悸头晕等症状时，则可能系中毒所致，视中毒原因实施下述急救后，立即送医院治疗，不得延误。

固体或液体毒物中毒，有毒物质尚在嘴里的立即吐掉，用大量水漱口。

误食碱者，先饮大量水再喝些牛奶。

误食酸者，先喝水，再服 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 乳剂，最后饮些牛奶。不要用催吐药，也不要服用碳酸盐或碳酸氢盐。

重金属盐中毒者，喝一杯含有几克 MgSO_4 的水溶液，立即就医。不要服催吐药，以免引起危险或使病情复杂化。

砷化物和汞化物中毒者，必须紧急就医。

(9) 触电事故

应立即切断电源，尽快用绝缘物（干燥的木棒、竹竿等）将触电者与电源隔离。