



jichu huaxue shiyan jishu

基础化学实验技术

(第二版)

罗志刚 主编

华南理工大学出版社

基础化学实验技术

(第二版)

罗志刚 主编

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书将普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验统一起来。内容包括：化学实验的基础知识；化学实验常用仪器简介；化学实验的基本操作技能；化学物质的制备、合成、分离与纯化实验技术；验证性实验技术；滴定分析和质量分析实验技术；化学和物理常数测定实验技术；仪器分析实验技术；综合性、设计性和研究性实验技术等 9 部分共 75 个实验，并有附录可供查阅有关数据。本书着重介绍化学实验的基础知识和基本操作技能，并运用到各个实验中去。为了减少对环境的污染和增强环境保护意识，有些实验为微型实验或增加微型操作步骤。

本书可作为高等农业院校和其他院校非化学专业本科学生的化学实验教材，也可供从事化工生产和管理，化工产品研制、检测和开发、应用的科技人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验技术/罗志刚主编.—2 版.—广州：华南理工大学出版社，2007.10
ISBN 978-7-5623-2667-0

I. 基… II. 罗… III. 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 112816 号

总 发 行：华南理工大学出版社（广州五山华南理工大学 17 号楼，邮编 510640）

营销部电话：020-87113487 87111048（传真）

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com.cn>

责任编辑：詹志青

印 刷 者：广州市穗彩彩印厂

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：21.75 字数：543 千

版 次：2007 年 10 月第 2 版 2007 年 10 月第 4 次印刷

印 数：11501~17500

定 价：34.00 元

版权所有 盗版必究

序

《基础化学实验技术》这一新版教材是我校基础化学实验课程体系和教学内容改革的重要成果之一，是化学教研室老师们多年辛勤耕耘的收获。我相信本书的出版，不仅对基础化学实验，而且对相关学科的科研和教学都将产生积极的促进作用。在此谨向本书的编者表示祝贺和感谢！

本书把普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验和物理化学实验综合起来，以建立基础化学实验课程的新体系。实践证明，这一探索是成功的，并已获得多项奖励和有关部门的肯定。我想从植物营养专业的角度就本书在科研和教学中的作用谈一点个人意见。

本书一个突出的优点是其基础性。我校自然科学范畴的农科与非农科专业的基础化学实验技术都浓缩到或基本浓缩到本书中了。它突破了长期以来按化学学科门类划分相应的实验技术的传统模式，整合为一门基础化学实验技术，明显地体现了为各有关专业提供必需的化学实验技术这一基础性，这是该书编者长期以来注意了解各有关专业的需求以及主动参与各有关专业科研的结果，表明编者对现代科学互相渗透这一大趋势，尤其是基础学科——化学与我校各相关专业的渗透、结合有较深的理解，也是我校校训中“求实创新”精神在教材建设和学科建设中的生动体现。

本书不仅在体系框架方面，而且在内容选择和安排方面，也体现出与各有关专业相结合这一特点。比如，废定影液中金属银的回收、人发中锌的测定、含铬废水的处理、从茶叶中提取咖啡因、从槐花米中提取芦丁等内容与环境保护、食物链、资源综合利用都有密切关系，与我校大多数专业也都有密切关系。

本书是一本关于实验技术的书，但它对理论研究的作用尤其值得有关专业教师的重视。现代科学发展的一个特点是：研究与应用、理论与实验的关系越来越密切，在进行一些理论研究时，常常需要实验数据的支持。比如，在控释肥课题中进行木素衍生物的活化机理研究时，就需要进行络合常数等多项测定。像我这类非化学专业出身的人，将从本书中获得不少的帮助和便利。

本书作为一本教学改革探索的新教材，存在这样或那样的缺点、不足是难以避免的，我希望在今后的教学实践中本书不断改进，为教学和科研作出更大贡献。

华南农业大学

廖宗文

2001.10

第二版前言

本书第一版自 2002 年 8 月出版使用以来,受到了师生的肯定和好评,至 2005 年 7 月已第三次印刷。

随着化学实验技术的不断发展及高等教育对学生科学素质和创新能力培养要求的不断提高,为了及时更新和改革教学内容,我们对本书进行了修订再版。

第二版在保持原来的体系结构、风格特点和版面篇幅的基础上,进行了以下的改进:

(1) 对实验内容进行了适当的调整,删去了 17 个实验,增补了 12 个实验,同时对 10 个实验进行了重写,使之更贴近实际,更具专业特点。

(2) 将原来的物质的制备、分离与纯化实验技术和物质的合成实验技术两部分合并成化学物质的制备、合成、分离与纯化实验技术,使内容更紧凑。

(3) 在化学实验的基础知识中,增加了常用溶剂简介和实验废弃物处理方法简介;在化学实验的基本操作技能中,增加了旋转蒸发等内容,使应用更广泛。

(4) 在验证性实验技术中,增加了一些食品的鉴别和检验等内容,使之更贴近生活。

(5) 在化学和物理常数测定实验技术和仪器分析实验技术中,更新了一些使用的仪器,反映出仪器的先进性和普及性。

(6) 为了帮助学生自主学习,扩充化学实验知识,在附录中增加了化学实验中常用的文献资料的介绍。

第二版内容包括:化学实验的基础知识;化学实验常用仪器简介;化学实验的基本操作技能;化学物质的制备、合成、分离与纯化实验技术;验证性实验技术;滴定分析和质量分析实验技术;化学和物理常数测定实验技术;仪器分析实验技术;综合性、设计性和研究性实验技术等 9 部分共 75 个实验。书后的附录所列的数据可应用于有关实验的结果计算。本书适用于高等农业院校和其他院校非化学专业的本科学生,书中所有单位均采用法定计量单位。

本书由华南农业大学罗志刚主编,参加编写的教师有(以章节先后为序):罗志刚(编写前言、绪论、第三部分及第二部分的第三节、第四节、第十五节)、周晓华(编写第一部分及第二部分的第一节)、赵颖(编写第四部分)、黄鹤(编写第五部分)、林祖兴(编写第六部分)、王瑞芳(编写第七部分及第二部分的第二节、第五节、第六节、第七节、第八节)、陈实(编写第八部分及第二部分的第九节、第十节、第十一节、第十二节、第十三节、第十四节)、张淑婷(编写第九部分),全书由罗志刚统一整理定稿。

在本书编写过程中,理学院应用化学系的教师提出了许多宝贵的意见,参加第一版编写的何庭玉老师由于工作关系没有参与第二版的编写,但仍然给予了很大的支持,在此一并向他们致以衷心的感谢。

编 者

2007 年 2 月于广州

前 言

本书是根据最新的高等农业院校普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验教学大纲和教学基本要求编写的,它将四门化学实验课程统一起来,旨在建立基础化学实验课程的新体系。内容包括:化学实验的基础知识;常用仪器简介;化学实验的基本操作技能;物质的制备、分离与纯化实验技术;物质的合成实验技术;验证性实验技术;化学常数测定实验技术;滴定分析和质量分析实验技术;仪器分析实验技术;综合性、设计性和研究性实验技术等 10 部分共 80 个实验。对各个实验内容,力求做到原理叙述简明准确,操作步骤切实可行。为了减少对环境的污染和增强环境保护意识,有些实验为微型实验或增加微型操作步骤。微型实验是近年来国内外迅速发展的一种实验方法和技术,它具有节省经费和时间、现象明显、效果良好、减少污染、安全、轻便等优点,因此越来越受到关注和被采用。在内容的安排上,着重介绍化学实验的基础知识和基本操作技能,并运用到各部分实验中去,力求把化学物质的“结构—性质—应用—制备—提纯—测定”的关系完整地传授给学生。本书适用于高等农业院校和其他院校非化学专业的本科学学生,书中所有单位均采用法定计量单位。

基础化学实验是高等农业院校的一门重要基础实验课程,是实践性环节的重要一环,它对培养高级农业科技人才起着重要的作用。基础化学实验课程体系和教学内容的改革经过 7 年的研究与实践,获得了 2000 年华南农业大学优秀教学成果一等奖和 2001 年广东省优秀教学成果二等奖,本书是研究成果之一。在本书编写过程中,既注意本课程的系统性、科学性和先进性,又考虑与化学理论课程相适应、与农科各专业相关联,以及有利于学生的素质教育、能力培养和个性发展,使学生通过该课程的学习和实践,对化学实验的基础知识和基本操作技能有一个全面的认识和整体的训练,提高科学素质和创新能力。

本书由华南农业大学罗志刚主编,参加编写的教师有(以章节先后为序):罗志刚(编写前言、绪论、第三部分及第二部分的第三节、第十三节)、周晓华(编写第一部分、第九部分及第二部分的第一节、第四节、第十节、第十一节、第十二节)、赵颖(编写第四部分和第五部分)、黄鹤(编写第六部分)、王瑞芳(编写第七部分及第二部分的第二节、第五节、第六节、第七节、第八节、第九节)、林祖兴(编写第八部分)、何庭玉(编写第十部分),全书由罗志刚统一整理定稿。

本书是华南农业大学“九五”规划教材,在编写和出版中得到了学校的大力支持。教务处处长陈羽白同志和教材科科长姜庭红同志付出了辛勤的劳动;理学院应用化学系的教师提出了许多宝贵的意见;农业化学家、中国土壤学会土壤肥料科技推广普及委员会副主任、土壤学报编委、科技部高新技术研究中心“科技经济专家委员会”专家、华南农业大学博士生导师廖宗文教授对本书的编写给予了热情的支持,提出了许多建设性的意见,并在百忙之中为本书作序。在此一并向他们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2001 年 11 月于广州

目 录

绪论	1
第一部分 化学实验的基础知识	3
概述	3
第一节 实验室规则及安全知识	3
第二节 化学试剂简介	6
第三节 常用溶剂简介	8
第四节 实验废弃物处理方法简介	13
第五节 试样的采集和处理	15
第六节 误差分析和数据处理	19
第二部分 化学实验常用仪器简介	30
第一节 玻璃仪器及器皿用具	30
第二节 恒温槽和贝克曼温度计	41
第三节 天平	46
第四节 酸度计	51
第五节 旋光仪	52
第六节 折射仪	56
第七节 电导率仪	59
第八节 电位差计	62
第九节 库仑仪	65
第十节 分光光度计	67
第十一节 傅里叶变换红外光谱仪	71
第十二节 原子吸收分光光度计 (310 型)	73
第十三节 气相色谱仪 (SQ-203 型)	74
第十四节 高效液相色谱仪 (Waters 510 型)	77
第十五节 气压计	79
第三部分 化学实验的基本操作技能	81
概述	81
第一节 玻璃仪器的洗涤和干燥	81
第二节 加热和制冷	83
第三节 玻璃工操作	88
实验 1 玻璃管、棒的加工	89
第四节 试剂的取用	90
第五节 气体的发生、净化、干燥和收集	91
第六节 称量	94

第七节 液体体积的度量与滴定	95
实验 2 量器的校正	99
第八节 溶解、结晶与固液分离	102
第九节 蒸馏、分馏与旋转蒸发	107
第十节 萃取	115
第十一节 升华	118
第十二节 色谱	119
第十三节 化合物物理常数的测定	124
实验 3 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的制备、提纯和结晶水测定	132
第四部分 化学物质的制备、合成、分离与纯化实验技术	135
概述	135
实验 4 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的制备与纯化	135
实验 5 工业氯化钠的提纯	136
实验 6 硫代硫酸钠的制备	139
实验 7 从果皮中提取果胶	141
实验 8 从茶叶中提取咖啡因	142
实验 9 从槐花米中提取芦丁	144
实验 10 从丁香中提取丁香酚	146
实验 11 铁屑 - 硫酸亚铁铵 - 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及配离子电荷的测定 ..	147
实验 12 乙酸乙酯的合成及纯度测定	151
实验 13 苯甲酸的合成及熔点测定	154
实验 14 乙醚的合成	156
实验 15 乙酰水杨酸的合成	159
实验 16 正溴丁烷的合成	160
实验 17 正丁醛的合成	163
实验 18 邻、对硝基苯酚的合成	165
实验 19 苯甲醛歧化制备苯甲酸和苯甲醇及产物的分离纯化	167
第五部分 验证性实验技术	169
概述	169
实验 20 常见非金属阴离子的分离与鉴定	169
实验 21 常见金属阳离子的分离与鉴定	174
实验 22 有机化合物的主要性质	180
实验 23 溶液中的离子平衡	188
实验 24 氧化剂和还原剂	192
实验 25 配位化合物	196
实验 26 几种掺假食物的鉴别	198
实验 27 几种食品中微量元素的检验	200
第六部分 滴定分析和质量分析实验技术	203
概述	203

实验 28	酸碱溶液的配制及比较滴定	204
实验 29	甲醛法测定铵盐的含氮量	207
实验 30	莫尔法测定氯化物中的氯	209
实验 31	EDTA 法测定天然水中的钙、镁	211
实验 32	钙制剂中钙含量的测定	213
实验 33	重铬酸钾法测定亚铁盐中的铁	214
实验 34	高锰酸钾法测定过氧化氢	216
实验 35	碘量法测定胆矾中的铜	218
实验 36	葡萄糖制品中葡萄糖含量的测定	220
实验 37	质量法测定钾肥的含钾量	222
实验 38	质量法测定氯化钡中的钡	223
实验 39	食醋总酸度的测定	225
第七部分	化学和物理常数测定实验技术	227
概述		227
实验 40	排水集气法测定金属的摩尔质量	227
实验 41	凝固点降低法测定化合物的摩尔质量	229
实验 42	量热法测定化合物的燃烧热	233
实验 43	平衡蒸气法绘制挥发性双液系沸点—组成图	237
实验 44	动态法测定液体的饱和蒸气压	241
实验 45	目视比色法测定醋酸的离解常数	244
实验 46	电导法测定弱电解质的离解常数	246
实验 47	等压法测定氨基甲酸铵分解反应的标准平衡常数	249
实验 48	对消法测定电池电动势	252
实验 49	电动势法测定化学反应的热力学函数	256
实验 50	旋光法测定蔗糖转化反应的速率常数	259
实验 51	排水集气法测定过氧化氢催化分解反应的速率常数	263
实验 52	电导法测定乙酸乙酯皂化反应的速率常数	266
实验 53	最大泡压法测定溶液的表面张力	269
实验 54	界面电泳法测定溶胶的电动电势	273
第八部分	仪器分析实验技术	276
概述		276
实验 55	电导法测定水的纯度	277
实验 56	电位滴定法连续测定混合液中的氯和碘	279
实验 57	离子选择性电极法测定水中的氟	282
实验 58	恒电流库仑滴定法测定试液中的砷	285
实验 59	邻二氮菲分光光度法测定植物组织总铁量	287
实验 60	分光光度法测定水中的亚硝酸盐氮	290
实验 61	紫外分光光度法测定氯霉素	292
实验 62	红外吸收光谱法测定苯甲酸	294

实验 63	原子吸收光谱法测定人发中的锌	296
实验 64	气相色谱法测定食品中的山梨酸和苯甲酸	298
实验 65	高效液相色谱法测定饮料中的咖啡因	301
第九部分	综合性、设计性和研究性实验技术	303
概述		303
实验 66	含铬废水的处理 (综合性实验)	303
实验 67	废定影液中金属银的回收 (综合性实验)	306
实验 68	植物叶绿体色素的提取、分离和鉴定 (综合性实验)	308
实验 69	氯化镍氨的制备、组成分析及物性测定 (综合性实验)	311
实验 70	磷酸二氢钠和磷酸氢二钠混合物中各组分的测定 (设计性实验)	314
实验 71	尼泊金乙酯的合成及分离纯化 (设计性实验)	315
实验 72	萘在环己烷和甲苯中溶解度的测定 (设计性实验)	317
实验 73	废锌锰干电池的综合利用研究 (研究性实验)	318
实验 74	聚合物胶粘剂的制备及性质测定 (研究性实验)	320
实验 75	用废聚苯乙烯泡沫塑料研制涂改液 (研究性实验)	321
附录		323
附录 1	基本物理常数	323
附录 2	元素的相对原子质量	324
附录 3	不同温度下水的饱和蒸气压	325
附录 4	不同温度下水的密度	326
附录 5	不同温度下水的黏度	327
附录 6	不同温度下水和空气界面上的表面张力	327
附录 7	不同温度下水和乙醇的折射率	328
附录 8	一些有机化合物的折射率及温度系数	328
附录 9	不同温度下一些液体的密度	329
附录 10	理论纯水的电导率 ($\kappa_{p,t}$) 及换算因数 (α_t)	330
附录 11	氯化钾溶液的电导率	330
附录 12	不同温度下醋酸的极限摩尔电导率	331
附录 13	一些离子在水溶液中的极限摩尔电导率	331
附录 14	强电解质的离子平均活度系数	332
附录 15	标准电极电位 (298K) 及其温度系数	332
附录 16	饱和标准电池在 0~40℃ 内的温度校正值	334
附录 17	化学实验中常用的文献资料	334
参考文献		337

绪 论

综观自然科学的发展,几乎每一理论的突破、每一定律的创立、每一成果的获得,都离不开实践,尤其是化学,更是一门实践性很强的科学。通过化学实验发展了化学理论,而化学理论的发展,又促使化学实验技术向更高的要求、更强的手段迈进。

一、基础化学实验的课程体系和教学内容

基础化学实验包含普通化学实验、分析化学实验、有机化学实验和物理化学实验,是农业院校的一门重要基础实验课程,是实践性环节的重要一环。它以介绍化学实验的原理和方法为主要内容,以实际操作为主要手段,以培养操作技能和创新精神为主要目标。通过基本操作技能的训练,使学生学会和掌握化学实验的各种基本操作技能,提高动手能力,为将来从事科学研究奠定基础;通过物质的制备、合成、分离、纯化实验,学会从农林产品或天然产物中分离和提纯各种有效成分,学会制备和合成自然界难以获得或不存在的物质;通过验证性实验,验证化学的理论和物质的化学性质,总结出化学的原理和规律;通过滴定分析和质量分析实验,学会和掌握定量分析的原理和方法及分析结果的表达,并培养正确、规范的操作;通过化学和物理常数测定实验,学会和掌握各种数据的测定原理和方法及仪器的使用,并对数据进行分析处理,进而得出相关的原理、定律或结论;通过仪器分析实验,了解分析仪器的发展和应用,学会和掌握有关仪器的工作原理和使用方法,并进行测定,从而对物质作出定性或定量分析;而综合性、设计性和研究性实验,更注重与实际应用的结合,使实验赋予综合性、思考性和启发性,有助于培养学生发现问题、分析问题、解决问题的综合能力和创新精神,也适应学生的个性发展。总之,通过本课程的教学,使学生获得化学实验的基础知识、基本理论和基本技能,对化学物质的“结构—性质—应用—制备—提纯—测定”的关系有一个整体和全面的认识,并培养学生的科学精神、思维方法和创新能力,为学习专业课程和将来从事科学研究打下坚实的基础。

二、基础化学实验的性质、任务和作用

基础化学实验是一门实践性课程。实践告诉我们,通过实验发现和发展了理论,又通过实验检验和评价理论,因此化学实验和化学理论是相辅相成的。当今的大学教育,是要在坚持知识、素质、能力辩证统一的同时,更加注重素质教育,注重学生创新能力的培养,注重学生个性的发展,培养基础扎实、知识广、素质高、能力强的适应 21 世纪发展需要的专门人才。因此,该课程的主要任务是开拓学生的智能,培养学生严肃、严谨、严格、严密的科学精神和态度,良好的实验素养和动手能力。通过该课程的教学,使学生的思维方法和操作技能得到训练,学会对实验现象、数据、结果进行观察分析、归纳总结和联想演绎,提高发现问题、分析问题、解决问题的综合能力和独立工作能力,培养创造性

思维和创新能力。

基础化学实验内容丰富广泛,有不少内容直接与工农业生产实践相联系。有常温下操作,也有高温或低温下操作;有常量实验,也有半微量或微量实验;有常规实验,也有微型实验;有传统实验,也有近代实验。通过实际操作,学生能全面学习和掌握各种技能并从中受到启迪,为将来从事科学研究奠定基础。

三、基础化学实验的学习要求和教学方法

要学好、做好基础化学实验,首先要明确学习目的和意义,其次要掌握学习方法。实验前做好预习,了解实验原理、方法和有关实验技术在操作步骤中的具体运用,了解实验的重点和难点并知道要做好该实验需要注意的具体问题。实验预习不是看一遍就可以的,因为学生以往未接触过这些内容,因此要将以上问题写成预习报告,带着这些问题来做实验,这样才能在规定时间内顺利完成全部实验内容,收到更好的效果。实验中要有操作的积极性和主动性,并正确、规范地进行操作和使用仪器,想办法解决操作中的具体问题,认真、细致地进行观察并及时、准确地将实验现象、数据、结果记录下来。实验后根据实验记录实事求是地写出实验报告,归纳总结实验现象和数据,分析讨论实验结果和问题,并作出相应的结论,还可以提出实验意见或建议。在教学上,则应使学生明确实验原理和方法及实验技术在操作步骤中的具体运用,注意基本操作技能的培养,启发学生的思维,发挥学生的主观能动性,使学生通过该课程的学习和实践,具备一定的化学实验素质和创新能力,了解化学与其他学科,尤其是农林科学、生物科学、食品科学、环境科学、材料科学、能源科学、医药科学的关系,以便在一定程度上从分子水平去观察分析和研究解决本学科的有关现象和问题。

第一部分 化学实验的基础知识

概 述

化学是一门实验科学，学习化学必须要做化学实验。通过实验，可以直接获取大量化学事实，加深对相关原理知识的理解和掌握，并能系统规范地掌握进行化学实验所必需的基本操作技能。因此，化学实验室是重要的实验学习场所。

化学实验室里存有各种实验必需的药品和仪器，所以常常潜藏着诸如着火、爆炸、中毒、灼伤和割伤等安全隐患。这就要求实验者必须具备必要的安全知识，尽可能避免事故的发生，万一发生事故也能及时妥善处理。

化学实验离不开试剂和水，不同实验所需试剂和水的规格也不尽相同，科学合理地选用适当规格的试剂和水，不仅不会影响实验结果，反而可以节约成本，避免不必要的浪费。

在诸多仪器分析方法中，要求试样必须具有代表性且呈一定的状态，所以采集后的待测试样（尤其是天然试样）必须进行预处理方能测试。预处理的好坏直接关系到分析结果的准确度。这就要求实验者必须掌握有关试样预处理的原则和方法。

通过实验测试获得大量的实验数据，如何进行数据分析和处理，从而得出合理的结论，也是实验者必须学习和掌握的。

综上所述，在进入实验室开始实验之前，首先必须具备一定的化学实验基础知识，这样才能保证化学实验过程安全、使用合理、处理得当和结论正确。

第一节 实验室规则及安全知识

一、实验室规则

(1) 实验前要认真预习有关实验的全部内容，并写好预习报告。通过预习，明确实验目的及要求及实验的基本原理、步骤和有关操作技术，熟悉实验所需的药品、仪器和装置，了解实验中的注意事项。

(2) 实验时要遵守操作规则，遵守一切安全准则，保证实验安全进行。

(3) 遵守纪律，不迟到，不早退，保持室内安静，不大声谈笑，不擅离实验岗位，不许在实验室内嬉闹及恶作剧。实验室内禁止吸烟，禁止饮食。损坏物品要如实登记，出了

问题或发生意外事故，必须报告指导教师及时解决处理。

(4) 公用药品、仪器和工具，应在指定地点使用，用后立即复位并保持其整洁。使用水、电、酒精、煤气和试剂药品应本着节约的原则。

(5) 实验时要集中注意力，认真操作，仔细观察，积极思考，实验中的现象和数据要及时、如实详细地记录在记录本上，不得编造和涂改。

(6) 未经教师允许不得乱动精密仪器，使用时要爱护。使用后要在登记本上登记，并经教师检查。如发现仪器损坏，要及时报告教师。

(7) 随时注意工作区的整洁，做到台面、地面、水槽和仪器干净，火柴梗、废物等应随手放入废物缸中，不得丢入水槽，以免堵塞。实验完毕应将玻璃仪器洗净收好，抹净实验台面，整理好试剂药品，将实验记录交指导教师审阅，签字后方可离开。

(8) 实验后值日生负责打扫和整理实验室，检查水、电、煤气和门窗是否关好，以保证安全。

二、化学实验室安全知识

化学实验室是学习、研究化学的重要活动场所。在实验中会经常接触各种化学药品、各种电子仪器及玻璃仪器。因此，化学实验室常常潜藏着诸如爆炸、着火、中毒、灼伤和割伤等危险，实验者必须像重视实验内容一样认真阅读教材中有关的安全指导。事实证明，只要实验者思想上高度重视，并且具备必要的安全知识，听从教师的指导，遵守操作规程，事故是可以避免的。即使万一发生事故，只要事先掌握一般救护措施，就能及时妥善处理而不至于造成严重后果。反之则随时都有可能发生事故。下面仅对基础化学实验中常见事故的预防和处理作简要介绍。

1. 着火的预防及处理

着火是化学实验室里容易发生的事故。大多数着火是由于加热或处理低沸点有机溶剂（如乙醚、石油醚、乙醇、二硫化碳、苯、丙酮等）时操作不当引起的。为预防火灾，应遵守以下几点：

(1) 实验室不能保存大量易燃溶剂，少量的也必须密封，不能用敞口容器盛装易燃物。易燃物必须置于阴凉处，并注意远离火源、热源及电源。

(2) 使用或倾倒易燃或易挥发溶剂时必须熄灭火源，不能用明火直接加热易燃性溶剂，应根据实验要求及易燃溶剂的特点选择合适的热源（如水浴、油浴、电热套等），远离明火。

(3) 在蒸馏或回流易燃液体时，为防止暴沸及局部过热，瓶内液体不能超过瓶容量的 $\frac{2}{3}$ ，加热中途不能加入沸石或活性炭，以免液体暴沸冲出着火。

(4) 使用氧气瓶时，不得让氧气大量溢入室内。在含氧量约 25% 的大气中，物质的燃点比在空气中低得多，且燃烧剧烈，不易扑灭。

实验室如果着火，应沉着镇静及时地采取措施，防止火势蔓延。首先立即切断电源，移开未燃着的有机物和易燃易爆物，然后，根据火势大小采取不同的扑灭办法。

化学实验室一般不用水灭火！因为水能和一些药品发生剧烈反应，用水灭火时会引起更大的火灾甚至爆炸，并且大多数有机溶剂不溶于水且比水轻，用水灭火时有机溶剂会浮

在水面上,反而扩大火场。化学实验室常用的灭火器材主要有沙箱、灭火毯、二氧化碳灭火器和泡沫灭火器等。

二氧化碳灭火器是化学实验室最常见最安全的一种灭火器。灭火器内贮有压缩的二氧化碳气体。使用时,一手提灭火器,一手握在喷二氧化碳的喇叭筒把手上(不能手握喇叭筒!以免严重冻伤),打开开关,二氧化碳即可喷出。这种灭火器灭火后危害小,特别适用于油脂、电器及其他较贵重仪器着火时灭火,但不能扑灭金属着火。

泡沫灭火器是由 NaHCO_3 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液作用产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 泡沫,灭火时泡沫把燃着物包住,与空气隔绝而灭火。因泡沫能导电,不能用之扑灭电器着火,且灭火后污染严重,火场清理麻烦,因此,除非不得已最好不用。

使用灭火器灭火都是从火的周围开始向中心扑灭。

地面或台面着火,如火势不大,可用淋湿的抹布或细砂灭火;对容器中发生的局部小火,可用石棉网、表面皿或湿抹布等盖灭;身上着火,切勿在实验室内乱跑,化纤织物最好立即脱除,一般小火可用湿抹布、石棉布等包裹使火熄灭,若火势大,可就近打开水龙头用水浇灭,必要时就近卧倒打滚以灭火。

2. 爆炸的预防

实验时,以下情况都有可能引起爆炸:仪器堵塞或装配不当;减压蒸馏使用不耐压的仪器;违章使用易爆物(如硝酸盐、重氮盐、叠氮化物、芳香族多硝基化合物、硝酸酯等);反应过于猛烈,难以控制;易燃易爆气体大量逸入空气中。为防止爆炸事故,应注意以下几点:

(1) 取出的易燃易爆试剂药品不得随便倒入储备瓶中,更不能随手倾入下水道,否则有爆炸危险。应征求教师意见后加以处理。

(2) 常压操作时,切勿在封闭系统中进行加热或反应。反应进行中,必须经常检查装置各部分有无堵塞现象。

(3) 做减压实验时,应使用防护屏或戴防护面罩。

(4) 使用和制备易燃易爆气体(如 H_2 、乙炔等)时,必须在通风橱内进行,并不得在附近点火。 H_2 在点燃前必须检验纯度;银氨溶液不能久存,因久置后也易爆炸;使用乙醚时,不能有过氧化物存在,如发现有过氧化物应立即用硫酸亚铁除去;对易爆固体,如苦味酸金属盐、三硝基甲苯、某些强氧化剂及其混合物等,不能重压、撞击或研磨。

3. 中毒的预防和处理

化学药品大多具有不同程度的毒性,产生中毒的原因主要是皮肤、呼吸道或伤口接触有毒药品。为防止中毒,应注意以下几点:

(1) 产生有毒有刺激性气体的反应必须在通风橱内进行。

(2) 有毒药品不能接触皮肤、五官或伤口。不允许用手直接取固体药品。

(3) 实验后残液应倒入废液杯中,不能随意倒入下水道,以免污染环境。未用完的有毒药品应交给教师处理,不得带出实验室。

(4) 严禁在酸性介质中使用氰化物。

(5) 金属汞易挥发,它通过人的呼吸进入体内,逐渐积累而引起慢性中毒,故不能将汞洒落在台面或地上。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫磺粉盖在洒落的地方,使之转化成不挥发的硫化汞。

(6) 禁止用口吸吸管移取有毒或有腐蚀性的液体, 禁止冒险品尝药品试剂, 不能用鼻子直接闻气体, 应用手向鼻孔扇入少量气体。

(7) 实验室内禁止吸烟进食, 禁止赤膊、穿拖鞋。

实验中一般药品溅到手上, 通常用大量水冲洗。如果毒物进入口内, 可把 5~10 mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中, 内服后, 用手指伸入咽喉部促使呕吐。如果吸入有毒气体中毒, 则将中毒者移到室外通风处, 解开衣领及纽扣。对吸入少量氯气或溴气者, 可用碳酸氢钠溶液漱口。中毒严重者, 应立即送医院处理。

4. 化学灼伤和割伤的预防及处理

皮肤接触了高温(如热的物体、火焰、蒸气)、低温(如固体 CO_2 、液氮)和腐蚀性物质(如强酸、强碱、溴)等都会造成灼伤。因此, 实验时要避免皮肤与上述能引起灼伤的物质接触, 取用腐蚀性化学药品时应戴橡胶手套和防护眼镜。

实验中, 如被酸或碱灼伤, 应立即用大量水冲洗。酸灼伤用质量分数为 1% 的碳酸氢钠溶液冲洗; 碱灼伤则用质量分数为 2% 的醋酸或质量分数为 1% 的硼酸溶液冲洗, 最后用水冲净。严重者还要消毒灼伤处, 涂上软膏送医院处理。

如被溴灼伤, 应立即用质量分数为 2% 的硫代硫酸钠溶液洗至伤处呈白色, 然后用甘油加以按摩。

如被灼热物烫伤, 应立即将伤处用水冲淋, 在伤处涂以正红花油, 然后擦一些烫伤软膏。若烫伤严重, 应马上送医院处理。

在切割玻璃管或向塞子中插温度计、玻璃管等物品时很容易发生割伤。切割玻璃管后, 玻璃管的锋利切口必须在火中烧圆, 管壁上用水或甘油润湿后, 用布包住用力部位轻轻旋入, 不能大力强行连接。一旦发生割伤, 若伤势不重, 应先取出伤口上的碎片, 用蒸馏水冲洗伤口并挤出一点血, 涂上红汞水或贴创可贴。如割伤严重出血多, 应先止血, 抬高出血部位, 马上送医院处理。

5. 实验室医药箱

实验室常用的急救药品和器具有: 医用酒精、碘酒、红药水、紫药水、止血粉、创可贴、烧烫伤药膏、万花油、质量分数为 2% 的醋酸、质量分数为 1% 的硼酸、质量分数为 1% 的 NaHCO_3 溶液、质量分数为 2% 的硫代硫酸钠溶液, 医用镊子、剪刀、纱布、药棉、棉签和绷带等。

第二节 化学试剂简介

化学试剂的种类很多, 世界各国对化学试剂的分类和分级的标准不尽相同, 国际纯应用化学联合会(IUPAC)对化学标准物质的分级也有规定, 见表 I-1。表中 C 级和 D 级为滴定分析标准试剂, E 级为一般试剂。我国化学试剂的产品标准有国家标准(GB)、化工部标准(HG)及企业标准(QB)三级。目前, 部级标准已归纳为专业(行业)标准(ZB)。近年来, 陆续有一些试剂的国家标准在建立或修订中, 与国际标准开始接轨。

表 I-1 IUPAC 对化学标准物质的分级

A 级	相对原子质量标准
B 级	和 A 级最接近的基准物质
C 级	含量为 $100 \pm 0.02\%$ 的标准试剂
D 级	含量为 $100 \pm 0.05\%$ 的标准试剂
E 级	以 C 级或 D 级的标准进行的对比测定所得纯度或相当于这种纯度的试剂，比 D 级的纯度低

一、化学试剂的种类

我国化学试剂按用途分为标准试剂、一般试剂、专用试剂、指示剂、高纯试剂、有机合成基础试剂、生化试剂和临床试剂等很多种，这里简要介绍其中几种。

1. 一般试剂

一般试剂是实验室最普遍使用的试剂，包括通用的一、二和三级（四级试剂已很少见）试剂及生化试剂等。一般试剂的级别、标志、标签颜色及应用范围列于表 I-2。

表 I-2 一般试剂的级别、标志、标签颜色及应用范围

级 别	中 文 名 称	英文符号	标签颜色	应 用 范 围
一级	优级纯	G.R.	深绿色	精密分析实验
二级	分析纯	A.R.	金光红色	一般分析实验
三级	化学纯	C.P.	中蓝色	一般化学实验
生化试剂	生化试剂 生物染色剂	B.R.	咖啡色 玫瑰红色	生物化学实验

表中所列标签颜色为国家标准《化学试剂包装及标志》(GB15346—1994) 中所规定，另外还规定基准试剂标签颜色使用浅绿色，其他类别的试剂均不能使用上述六种颜色。

2. 标准试剂

标准试剂是衡量其他物质化学量的标准物质。标准试剂的特点是主体含量高而且准确可靠，其产品一般由大型试剂厂生产，并按国家标准进行检验。

3. 高纯试剂

高纯试剂其主体含量与优级纯试剂相当，杂质含量比优级纯和标准试剂低，而且规定检测的杂质项目比同种优级纯或基准试剂多 1~2 倍。高纯试剂也属于通用试剂，例如 HCl 、 HClO_4 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 Na_2CO_3 、 H_3BO_3 等。高纯试剂主要用于微量或痕量分析中。

4. 专用试剂

专用试剂是指具有专门用途的试剂。与高纯试剂相似，专用试剂不仅主体含量较高，而且杂质含量很低；与高纯试剂不同的是，在特定的用途中有干扰的杂质成分只需控制在不致产生明显干扰的限度以下。各类仪器分析法所用试剂如色谱分析标准试剂、核磁共振波谱分析专用试剂以及紫外红外光谱纯试剂等均是专用试剂。