



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

配套教材

(供药学类专业用)

仪器分析

实验指导

□ 主编 余邦良

中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材配套教材

仪器分析实验指导

(供药学类专业用)

主 编 余邦良

副主编 付钰洁 宋玉光

编 者 (以姓氏笔画为序)

付钰洁 (重庆理工大学药学与生物工程学院)

巩丽虹 (牡丹江医学院)

吕玉光 (佳木斯大学药学院)

何 丹 (重庆医科大学)

余邦良 (海南医学院)

宋玉光 (天津医科大学)

周锡兰 (西南医科大学)

崔 艳 (沈阳药科大学)

曾 艳 (川北医学院)

中国医药科技出版社

内容提要

本教材是全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材《仪器分析》的配套实验教材。共分为四章,第一章介绍仪器分析实验须知;第二章介绍仪器分析实验常用仪器,包括天平、各种电化学仪器、各类型色谱仪和光谱仪等;第三章是仪器分析基础实验,实验内容涵盖电化学实验、色谱学实验、光谱学实验、差热分析实验、液质联用实验等;第四章是综合性设计性实验。基础性实验 27 个,综合性设计性实验 12 个,实验项目较多,各院校可根据教学实际需要灵活选用。本教材可供全国普通高等医学院校药学类专业、医学检验专业、公共卫生专业等学生使用,也可以作为广大医药科技工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

仪器分析实验指导 / 余邦良主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2016. 2

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材配套教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 7932 - 6

I. ①仪… II. ①余… III. ①仪器分析—实验—高等学校—教学参考资料

IV. ①O657 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 031940 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010 - 62227427 邮购: 010 - 62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787 × 1092mm $1/_{16}$

印张 8 $1/_{4}$

字数 181 千字

版次 2016 年 2 月第 1 版

印次 2016 年 2 月第 1 次印刷

印刷 三河市百盛印装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 7932 - 6

定价 19.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010 - 62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

出版说明

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材,是在深入贯彻教育部有关教育教学改革和我国医药卫生体制改革新精神,进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010-2020年)的形势下,结合教育部的专业培养目标和全国医学院校培养应用型、创新型药学专门人才的教学实际,在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下,由中国医药科技出版社组织全国近100所高等医学院校约400位具有丰富教学经验和较高学术水平的专家教授悉心编撰而成。本套教材的编写,注重理论知识与实践应用相结合、药学与医学知识相结合,强化培养学生的实践能力和创新能力,满足行业发展的需要。

本套教材主要特点如下:

1. 强化理论与实践相结合,满足培养应用型人才需求

针对培养医药卫生行业应用型药学人才的需求,本套教材克服以往教材重理论轻实践、重化工轻医学的不足,在介绍理论知识的同时,注重引入与药品生产、质检、使用、流通等相关的“实例分析/案例解析”内容,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析问题、解决问题的能力,并做到理论知识深入浅出、难度适宜。

2. 切合医学院校教学实际,突显教材内容的针对性和适应性

本套教材的编者分别来自全国近100所高等医学院校教学、科研、医疗一线实践经验丰富、学术水平较高的专家教授,在编写教材过程中,编者们始终坚持从全国各医学院校药学教学和人才培养需求以及药学专业就业岗位的实际要求出发,从而保证教材内容具有较强的针对性、适应性和权威性。

3. 紧跟学科发展、适应行业规范要求,具有先进性和行业特色

教材内容既紧跟学科发展,及时吸收新知识,又体现国家药品标准[《中国药典》(2015年版)]、药品管理相关法律法规及行业规范和2015年版《国家执业药师资格考试》(《大纲》、《指南》)的要求,同时做到专业课程教材内容与就业岗位的知识 and 能力要求相对接,满足药学教育教学适应医药卫生事业发展要求。

4. 创新编写模式,提升学习能力

在遵循“三基、五性、三特定”教材建设规律的基础上,在必设“实例分析/案例解析”

模块的同时，还引入“学习导引”“知识链接”“知识拓展”“练习题”（“思考题”）等编写模块，以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性，培养学生学习的自觉性和主动性，提升学生学习能力。

5. 搭建在线学习平台，丰富教学资源、促进信息化教学

本套教材在编写出版纸质教材的同时，均免费为师生搭建与纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含数字教材、教学课件、图片、视频、动画及练习题等），使教学资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，提升教学管理水平，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量提供支撑。

本套教材共计29门理论课程的主干教材和9门配套的实验指导教材，将于2016年1月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校药学类专业教学使用，也可供医药行业从业人员学习参考。

编写出版本套高质量的教材，得到了全国知名药学专家的精心指导，以及各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，将会受到广大师生的欢迎，对促进我国普通高等医学院校药学类专业教育教学改革和药学类专业人才培养作出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

中国医药科技出版社
2016年1月

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

目 录

序号	教材名称	主编	ISBN
1	高等数学	艾国平 李宗学	978-7-5067-7894-7
2	物理学	章新友 白翠珍	978-7-5067-7902-9
3	物理化学	高 静 马丽英	978-7-5067-7903-6
4	无机化学	刘 君 张爱平	978-7-5067-7904-3
5	分析化学	高金波 吴 红	978-7-5067-7905-0
6	仪器分析	吕玉光	978-7-5067-7890-9
7	有机化学	赵正保 项光亚	978-7-5067-7906-7
8	人体解剖生理学	李富德 梅仁彪	978-7-5067-7895-4
9	微生物学与免疫学	张雄鹰	978-7-5067-7897-8
10	临床医学概论	高明奇 尹忠诚	978-7-5067-7898-5
11	生物化学	杨 红 郑晓珂	978-7-5067-7899-2
12	药理学	魏敏杰 周 红	978-7-5067-7900-5
13	临床药物治疗学	曹 霞 陈美娟	978-7-5067-7901-2
14	临床药理学	印晓星 张庆柱	978-7-5067-7889-3
15	药物毒理学	宋丽华	978-7-5067-7891-6
16	天然药物化学	阮汉利 张 宇	978-7-5067-7908-1
17	药物化学	孟繁浩 李柱来	978-7-5067-7907-4
18	药物分析	张振秋 马 宁	978-7-5067-7896-1
19	药用植物学	董诚明 王丽红	978-7-5067-7860-2
20	生药学	张东方 税丕先	978-7-5067-7861-9
21	药剂学	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7881-7
22	生物药剂学与药物动力学	张淑秋 王建新	978-7-5067-7882-4
23	药物制剂设备	王 沛	978-7-5067-7893-0
24	中医药学概要	周 晔 张金莲	978-7-5067-7883-1
25	药事管理学	田 侃 吕雄文	978-7-5067-7884-8
26	药物设计学	姜凤超	978-7-5067-7885-5
27	生物技术制药	冯美卿	978-7-5067-7886-2
28	波谱解析技术的应用	冯卫生	978-7-5067-7887-9
29	药学服务实务	许杜娟	978-7-5067-7888-6

注：29 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

配套教材书目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	物理化学实验指导	高 静 马丽英	978-7-5067-8006-3
2	分析化学实验指导	高金波 吴 红	978-7-5067-7933-3
3	生物化学实验指导	杨 红	978-7-5067-7929-6
4	药理学实验指导	周 红 魏敏杰	978-7-5067-7931-9
5	药物化学实验指导	李柱来 孟繁浩	978-7-5067-7928-9
6	药物分析实验指导	张振秋 马 宁	978-7-5067-7927-2
7	仪器分析实验指导	余邦良	978-7-5067-7932-6
8	生药学实验指导	张东方 税丕先	978-7-5067-7930-2
9	药剂学实验指导	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7934-0

前言

PREFACE

本教材是全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材《仪器分析》的配套实验教材,重点介绍与仪器分析相关的实验知识和操作技能等。全书分为四章,第一章介绍仪器分析实验须知,包括仪器分析实验的规章制度、基本要求、实验数据的记录与处理、实验室的安全措施、实验突发紧急情况处理、易燃易爆化学药品的保存和使用等内容;第二章介绍仪器分析实验常用仪器,包括常用的玻璃仪器、天平、酸度计、自动电位滴定仪、永停滴定仪、毛细管电泳仪、气相色谱仪、高效液相色谱仪、紫外-可见分光光度计、红外光谱仪、荧光分光光度计、原子吸收光谱仪等;第三章是仪器分析基础实验,实验内容涵盖电位实验、电泳实验、薄层色谱实验、高效液相色谱实验、气相色谱实验、紫外-可见分光光度实验、红外光谱实验、荧光光谱实验、原子吸收光谱实验、原子发射光谱实验、差热分析实验、核磁共振波谱法实验、液质联用实验、X射线粉末衍射法实验、扫描电子显微镜实验。为了提高学生的学习热情和综合素质,培养和启发学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,第四章安排了设计性实验。

本教材由全国普通高等医学院校从事仪器分析教学多年且具有丰富教学经验的教师编写,内容既有广泛的适用性,又注重体现当前仪器分析的新技术和新方法,且结合《中国药典》(2015年版)和当前针对药学专业国家认证的实际情况,注重培养学生的基础实验知识和基本操作技能,可供全国普通高等医学院校药学类专业以及检验、公共卫生等专业的学生使用。

由于编写时间仓促,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2015年10月

目录

CONTENTS

第一章 仪器分析实验须知	1
第二章 仪器分析实验常用仪器简介	7
第一节 玻璃仪器	7
第二节 天平	10
第三节 pHs-25 型酸度计	14
第四节 ZYT-1 型自动永停滴定仪	15
第五节 ZD-2 型自动电位滴定仪	16
第六节 毛细管电泳仪	17
第七节 气相色谱法和气相色谱仪	20
第八节 高效液相色谱法和高效液相色谱仪	24
第九节 722 型分光光度计	27
第十节 752 型紫外分光光度计	29
第十一节 红外光谱仪	30
第十二节 930A 型荧光分光光度计	35
第十三节 原子吸收分光光度计	38
第三章 仪器分析基础实验	41
实验一 直接电位法测定溶液的 pH 值	41
实验二 磷酸的电位滴定	43
实验三 永停滴定法标定碘溶液	45
实验四 毛细管电泳分离苯甲醇、苯甲酸、对氨基苯甲酸和水杨酸	47
实验五 毛细管电泳法测定注射液中水溶性维生素	50
实验六 薄层色谱法分离生物碱、氨基酸、维生素	52
实验七 高效液相色谱柱的性能测定及分离度测试	55
实验八 高效液相色谱法测定液体食品中的糖精钠	58

实验九 高效液相色谱法测定可乐中的咖啡因	61
实验十 甲醇、乙醇、正丙醇混合物的气相色谱分析	62
实验十一 气相色谱法测定甲苯和乙苯	64
实验十二 722 型分光光度计的性能检定	66
实验十三 紫外分光光度法测定苯甲酸解离常数 pK_a	68
实验十四 邻二氮菲显色法测定微量亚铁离子	70
实验十五 苯甲酸红外吸收光谱的测绘 (KBr 晶体压片法制样)	73
实验十六 红外光谱法鉴定有机化合物结构	75
实验十七 荧光法测定水中镁离子的含量	77
实验十八 荧光法测定乙酰水杨酸和水杨酸	79
实验十九 维生素 B_2 的简化荧光测定法	80
实验二十 原子吸收分光光度法测定自来水中的钙和镁	82
实验二十一 原子吸收分光光度法测定血清铁	84
实验二十二 电感耦合等离子体原子发射光谱测定水中铅、镁、铝、铬含量	87
实验二十三 差热分析	89
实验二十四 核磁共振谱法测定乙酰乙酸乙酯互变异构体的相对含量	91
实验二十五 液质联用法测定利血平	92
实验二十六 X 射线粉末衍射法	94
实验二十七 扫描电子显微镜扫描植物叶片	95

第四章 仪器分析综合设计型实验

实验一 高效液相色谱法测定奶粉中的三聚氰胺	97
实验二 分光光度法测定双组分有色混合物	98
实验三 红外光谱法鉴定有机化合物结构	98
实验四 荧光光度法测定硫酸奎宁片的荧光光谱和含量	99
实验五 荧光分析法测定尿中维生素 B_2 的含量	100
实验六 荧光分析法测定雪碧中防腐剂苯甲酸的含量	101
实验七 毛细管电泳法测定复方维生素 B 片中各成分	102
实验八 白酒中醇酯等主成分测定	102
实验九 作图法测定电对的条件电位	103
实验十 核磁共振波谱法测定阿司匹林中杂质	104
实验十一 液质联用法测定某中药指纹图谱、鉴定特定化学成分及含量测定	105
实验十二 原子吸收光谱法测定水中的钙、镁含量	105

附录

附录一 国际相对原子质量表	107
---------------------	-----

附录二	化合物的相对分子质量	108
附录三	国际单位制 (SI) 及常用单位	111
附录四	20℃时常用酸、碱物质的量浓度、质量分数和密度	113
附录五	25℃时标准电极电势	113
附录六	常用参比电极在 25℃时的电极电势及温度系数	114
附录七	主要基团的红外特征吸收频率	115

参考文献	119
------------	-----

第一章 仪器分析实验须知

仪器分析是药学本科专业的专业基础课,而仪器分析实验是仪器分析课程的重要组成部分和实践教学环节。对绝大多数学生来说,将来并不从事分析仪器研制,而是将仪器分析作为一种科学实验手段获取所需要的化学信息。仪器分析是一门实验技术性很强的课程,只有通过严格的实验训练,包括实验方案的设计、实验操作和技能的练习、实验数据的处理和谱图的解析以及实验结果的表述,才可能有效地利用这一手段获得所需要的信息。

毋庸讳言,通过实验教学可以使学生了解各种仪器结构,掌握仪器基本操作,加深对仪器分析方法原理的理解,巩固课堂教学效果;更重要的是通过仪器分析实验,可以培养学生实事求是的科学作风,独立从事科学实验研究的能力,以及发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力。良好的科学作风、独立工作的能力将会对学生的未来发展产生深远的影响。

理论可以指导实验,通过实验可以验证和发展理论。实验验证和发展理论的作用是以对实验现象严密细心的观察和对实验数据的科学分析为基础的。而高超熟练的实验技能是获得准确实验数据的必要和先决条件。一般来说,仪器分析实验对培养学生理论联系实际、掌握和提高实验技能、分析推理能力是大有好处的,可为今后的药学专业课程的学习、工作和科学研究奠定基础。为此,要求同学们必须注意以下几点:

一、仪器分析实验的规章制度

1. 严禁穿拖鞋进入实验室,进入实验室后必须按规定穿实验服,严格遵守课堂纪律,不得无故迟到、早退。
2. 实验前需将长发绑好。
3. 严禁配戴隐形眼镜进入实验室。
4. 严禁在实验室内及实验室走廊吸烟,以免引起有机溶剂燃烧而发生危险。
5. 禁止在实验室内吃东西和嚼口香糖,水和饮料放在离实验台面较远的地方,切记不能与试剂放在一起,并洗净双手后方可饮用。
6. 禁止在烘箱内烘烤食物,禁止将食物放入贮有化学药品的冰箱或冰柜内。
7. 实验过程中严禁大声喧哗、追逐打闹,不乱扔垃圾,不随地吐痰。
8. 分组做好实验室卫生,要求椅子摆放整齐,实验台面整洁,地板干净。值日同学需要检查实验室仪器电源是否关闭、水龙头是否关好、门窗是否关好等。
9. 完成实验后请洗净双手方可离开实验室。

二、仪器分析实验的基本要求

1. 实验前认真预习,仔细研读实验原理,熟悉实验步骤和实验内容,以及实验过程中的

注意事项,尤其是安全注意事项,总之对即将要做的实验做到胸有成竹、心中有数。

2. 指导老师讲解时要认真听课,并做好笔记。

3. 在操作仪器前要仔细阅读实验仪器操作规程,熟悉仪器的正确使用方法,有不了解之处及时请教老师。尤其是对昂贵的精密仪器要在老师的指导下操作,切不可盲目乱动。

4. 在实验过程中仔细观察并详细记录实验现象,用专门的记录本认真记录实验原始数据,并不得随意改动原始数据,不得将原始数据记录在纸片上或手上。禁止凭空编造、杜撰原始数据。不要随意窜走和摆弄与本次实验无关的物品。更不要玩弄手机,上网浏览网页、QQ和微信等。

5. 实验结束后认真填写仪器使用记录以及仪器运行情况;将使用过的玻璃器皿清洗干净,所产生的废液和没有用完的试剂按照要求处理,不能随意倾倒在下水道。需要回收的试剂、溶剂按要求回收到相应的试剂瓶,并贴上标签。对于所用到的仪器按操作规程关闭软件和仪器电源、水源。

6. 认真书写实验报告,不得抄袭他人的实验报告,并按时按质将实验报告交给老师,老师批阅后如有错误的地方要认真总结。

三、实验数据的记录与处理

用专门的记录本认真记录实验原始数据,并不得随意改动原始数据。在记录数据之前应先写好实验名称、实验条件、参与实验人员、实验日期以及实验室的温湿度等。实验测量数据或数据计算结果的数字位数多少应与分析方法的准确度及仪器的精度相适应。实验数据的记录和处理,应遵循有效数字的读取、修约和运算规则。

1. 有效数字 有效数字是指实际能测量到的数字。从0至9这十个数字中,0既是有效数字,也是做定位用的无效数字。例如,0.04100中4前面的一个0是无效数字,1后面的两个0都是有效数字。

保留有效数字位数的原则是:在记录数据时,只允许保留一位可疑值。例如,用万分之一的分析天平进行称量时,应记录至0.0001g,如20.2386g;在记录分光光度计的吸光度值时,要将所有数据记录下来,如读数为0.500,不能记录成0.5或0.50。

单位变换时,有效数字的位数保持不变。例如,4.50mg有三位有效数字,单位为克(g)时也仍然为三位有效数字,此时应以科学计数法表示为 4.50×10^{-3} g。

首位为8或9的数字可多计一位有效数字,例如,89.9%可视为四位有效数字。pH及 pK_a 等对数值的有效数字由小数部分决定,例如,pH=4.50为两位有效数字。

2. 有效数字的修约规则 对有效数字位数较多的测量值,应将多余的数字舍弃,该过程称为有效数字修约。基本原则为“四舍六入五成双”,也就是当多余尾数 ≤ 4 时舍掉,多余尾数 ≥ 6 时进一位。若多余尾数等于5时,5后有不为零的数字,则进位;5后面数字为零,则取决于5前面数字的奇偶,采用“偶舍奇进”的原则修约,使被保留数据的最后一位为偶数。例如,4.5835修约为四位有效数字的结果为4.584。

四、仪器分析实验报告的书写

实验完成后,应根据实验前的预习和实验过程中记录的数据和现象,用专门的实验报告本认真书写实验报告。一份合格的实验报告应包括:

1. 实验序号和实验题目 每次实验需写明实验题目、实验室温度和实验日期,如有合作

伙伴,应将合作伙伴写上。

2. 实验目的 明确实验目的、实验要求及需要了解、熟悉、掌握的实验操作技术和方法等。

3. 实验原理 参考实验教材中的实验原理,结合理论课所学知识,用简明扼要的文字和化学方程式说明实验原理;如果在实验过程中涉及实验装置,还应画出实验装置图,必要时以图文并茂的形式,概述实验原理。

4. 仪器和试剂 列出实验中所用到的主要仪器和试剂,仪器和试剂要注明厂家,另外试剂还需标明其纯度等级。

5. 实验操作内容及步骤 可用图表、文字、化学反应式或流程图把实际操作的过程具体描述出来。实验步骤包括样品的前处理、实验操作条件(如狭缝宽度、气体的流量、实验仪器的电压、电流等)、样品的测定、实验数据的记录以及工作曲线的绘制。

6. 结果与计算 实验记录的原始数据要能如实反映在实验报告中,需计算实验结果的,应根据公式将实验结果计算出来。实验结果和原始数据要真实,不得随意捏造和故意篡改,养成培养严谨缜密和实事求是的科学态度。

7. 注意事项 写出实验过程中主要的注意事项,尤其是实验成功与否的主要关键事项和实验过程中的安全注意事项。

8. 实验讨论及评价 实验的讨论包括实验教材中的思考题和实验产生误差的原因。并以实验结果为论据,把所学的理论知识和实验中观察到的现象及实验结果进行比较、分析和说明;通过实验分析,发现问题,并提出改进建议和方法。评价要实事求是,力求做到客观认真。通过讨论和评价,逐步培养发现问题、分析问题和解决问题的能力,为今后的学习和科学研究奠定必要的基础。

五、仪器分析实验评分标准

1. 预习笔记 15 分 预习记录认真给满分,不认真者视情况酌情扣分,无预习记录不给分,并要求重新预习方能做实验。

2. 实验数据记录 10 分 数据记录详实、符合要求者给满分,有记录但不详实者适当扣分,无记录者为 0 分。

3. 实验操作、实验结果 30 分 操作正确认真、实验结果符合要求给满分;实验结果不符合要求扣 5 分;操作失误、重做实验扣 10 分;损坏仪器除按规定处理外,本项成绩扣 15 分;违反操作规定,造成事故者当次实验记零分。

4. 仪器洗涤干净并摆放整齐,台面整洁状况 5 分 乱拿公用药品,台面脏乱,实验结束后不洗涤玻璃仪器或没有洗干净、没按要求处理剩余实验试剂不给分。值日生不履行职责者不给分。

5. 实验报告 40 分 实验报告符合要求,态度认真、书写整齐给满分,报告项目不全、不符合要求、绘图不认真、有错误者应适当扣分。

指导教师检查学生的实验预习笔记本、实验记录,在学生离开实验室前,在学生实验记录本上签阅,并当场给出学生前四项成绩的分数,在评阅完学生实验报告后,合并五项总成绩,给出学生本次实验的成绩。学生要根据指导教师的要求及时上交实验报告,逾期不交者,实验报告成绩以零分记录。全部实验课程结束后,以学生各次实验成绩取平均值计算学生的实验课成绩。

六、实验室的安全措施

1. 用电安全相关规定

(1) 实验室电气设备的安装和使用,必须符合安全用电管理规定。大功率实验设备用电必须使用专线,严禁与照明线共用,防止因超负荷用电着火。

(2) 实验室内的电路和配电箱等装置及电路系统中的各种开关、插座、插头等均应保持完好状态,严禁乱拉乱接电线。熔断装置所用的保险丝必须与线路允许的容量相匹配,不得用其他导线替代,以防出现火灾。

(3) 室内若有氢气、煤气等易燃易爆气体,应避免产生电火花。继电器工作和开关电闸时,易产生电火花,要特别小心。电器接触点(如电插头)接触不良时,应及时修理或更换。

(4) 如遇电线起火,立即切断电源,用沙或二氧化碳、四氯化碳灭火器灭火,禁止用水或泡沫灭火器等导电的液体灭火。

(5) 为防止漏电,严禁在水槽旁使用电源插座,手上有水或潮湿时,不得接触电器设备或电源插座等。如有人触电,应迅速切断电源,然后进行抢救。

2. 高压气瓶的安全使用

(1) 高压气瓶应专瓶专用,不得随意改装其他种类的气体。

(2) 压力气瓶必须分类分处保管,直立放置时要固定稳妥。使用时应加装固定环。气瓶要远离热源,避免曝晒和剧烈震动;实验室内存放气瓶量不得超过两瓶。

(3) 在搬运存放气瓶时,应装上防震垫圈,旋紧安全帽,以保护开关阀,防止其意外转动,并减少碰撞。搬运充装有气体的气瓶时,要用专门的担架或小推车,也可以用手垂直转动。禁止用手搬着开关阀移动。

(4) 充装有互相接触后可引起燃烧、爆炸气体的气瓶(如氢气瓶和氧气瓶)时,不能同车搬运或同存一处,也不能和其他易燃易爆物品混合存放。

(5) 容器外表颜色应显明,易于辨认。

(6) 开启气门时应站在气压表的一侧,不得将头或身体对准气瓶总阀,以防阀门或气压表冲出伤人。

(7) 为防倒灌,气瓶内气体不可用尽。

(8) 氧气瓶严禁油污。

(9) 应定期检查管路是否漏气,检查压力表是否正常。

3. 使用加热设备的防火要求 实验室常用的加热设备有酒精灯和酒精喷灯、电炉、电烘箱以及煤气灯等,在使用这些装置时要按照规定操作,并注意防火。

(1) 使用酒精灯和酒精喷灯时,酒精的添加量不应超过灯具容量的 $2/3$,以防酒精外溢。为防失火而导致安全事故,应使用火柴点燃酒精灯,禁止用一正在燃烧的酒精灯来点燃另一酒精灯;用毕应及时用灯帽盖灭,不能用嘴吹灭,以防点燃灯内酒精而引起爆炸。灯内酒精量使用到约 $1/4$ 容量时,应及时添加酒精。添加酒精时,必须先熄灭酒精灯,以免造成危险。

(2) 使用小功率电炉加热时,为使被加热物质受热均匀,把被加热装置放在石棉网上。当熔化松香、石蜡等易燃物时,应特别注意控制温度,防止大量冒烟或受热温度超过燃点。加热易燃液体时,应使用水浴或油浴,且控制加热温度不得超过其燃点。由于小功率电炉的电热丝外露,不能用于加热易于形成易燃蒸气的物料。使用较大功率的高温电炉加热时,应

配备温度控制装置,必要时应装报警器,控制失灵时不得使用。高温电炉周围不得放置易燃、易爆物品以及其他危险物品,以防引起火灾等。易熔、可燃、挥发、腐蚀、爆炸物不得放入炉内加热。试样应用合适的耐高温坩埚盛装,坩埚材料应根据溶剂性质合理选择。包有滤纸的湿沉淀应经烘干、灰化后再送入炉膛内灼烧。为防止污损,炉膛底部应垫石棉板。

(3) 使用电烘箱时,应根据待烘物料的物理性质和化学性质严格控制烘烤温度与时间。烘箱应带自动温度控制装置,且应注意检查其工作是否可靠。应缓慢升高温度,避免升温过快。严禁将易燃、易爆物品放入电烘箱烘烤。工作结束或停电时,应切断电源。

(4) 使用煤气灯时,应严格按照规定次序点燃、熄灭煤气灯。点燃次序:闭风、点火、开启煤气阀、调节风量。熄灯次序:闭风、关煤气阀。停气时,应将所有开关关闭。为防止煤气爆炸,点燃的煤气灯附近不得放置易燃、易爆物品。

七、突发紧急情况处理

1. 普通伤口 用生理盐水清洗伤口,必要时覆盖纱布,并用胶布固定。

2. 烧烫(灼)伤 用冷水冲洗15~30分钟至散热止痛,并用生理盐水轻轻擦拭,严重者应紧急送至医院。注意,切勿自行涂抹药膏、牙膏、酱油等或用纱布盖住,若出现水泡,切勿自行将水泡刺破。

3. 化学药物灼伤 用消毒纱布覆盖伤口,必要时紧急送至医院。

4. 化学药品误入眼睛时的应急处理 撑开眼睑,用清水冲洗5分钟。必要时,紧急送医院处理。注意,不要自行使用化学解毒剂。

5. 吸入时的应急处理

(1) 应尽快将患者转移到空气新鲜的地方,解开衣服,放松身体。

(2) 当呼吸能力减弱时,应马上进行人工呼吸。

(3) 严重者应及时送到医院抢救。

八、易燃易爆化学药品的保存和使用

(一) 易燃化学药品的分类

易燃化学药品包括可燃气体、易燃液体、易燃固体和自燃物质。

1. 可燃气体 氨气、乙胺、氯气、氯乙烷、乙炔、煤气、氢气、硫化氢、甲烷、氯甲烷、二氧化硫等。

2. 易燃液体 汽油、乙醚、乙醛、二硫化碳、石油醚、苯、乙醇、丙酮、甲苯、二甲苯、苯胺、乙酸乙酯等。

3. 易燃固体 红磷、二硫化二磷、萘、镁粉、铅粉等。

4. 自燃物质 黄磷。

(二) 易爆炸化学药品

1. 自行爆炸化学药品 高氯酸铵、硝酸铵、浓高氯酸、雷酸汞、三硝基甲苯等。

2. 混合后发生爆炸的化学药品 ①金属钠或钾+水;②高锰酸钾+甘油或其他有机物;③高锰酸钾+硫酸或硫;④高氯酸+乙醇或其他有机物;⑤硝酸铵+醋类或其他有机物;⑥硝酸铵+锌粉+水;⑦硝酸盐+氯化亚锡;⑧过氧化物+铝+水;⑨硫+氧化汞;⑩硝酸+镁或碘化氢。

(三) 易燃易爆化学药品的保存

1. 易燃易爆试剂应贮于壁厚 1mm 以上的铁柜中, 柜子的顶部须有通风口。严禁在实验室存放大于 20L 的瓶装易燃液体。易燃易爆药品不要放在除防爆冰箱以外的冰箱内。
2. 相互混合或接触后可以产生激烈反应、燃烧、爆炸、放出有毒气体的两种或两种以上的化合物不能混放。
3. 药品柜和试剂溶液均应避免阳光直晒及靠近暖气等热源。要求避光的试剂应装于棕色瓶中或用黑纸或黑布包好存于暗柜中。
4. 发现试剂瓶上标签掉落或将要模糊时应立即贴好标签。无标签或标签无法辨认的试剂都要当成危险物品重新鉴别后小心处理, 不可随便乱扔, 以免引起严重后果。

(四) 易燃易爆化学药品的安全操作

1. 倾倒易燃液体时, 应远离火源。使用乙醚或二硫化碳等危险性大的液体时应在通风橱内进行。
2. 应防止可燃性气体或蒸气 (如乙醇、乙醚、乙烯、乙炔、丙酮、苯、乙酸乙酯、一氧化碳、氨气等) 大量散失在室内空气中, 这些可燃性气体若与空气混合至爆炸极限, 一旦有热源诱发, 极易发生爆炸事故, 应保持实验室内通风良好。在大量使用可燃性气体时, 严禁使用明火和可能产生火花的电器。
3. 不得将接触可引起燃爆事故的性质不相容物 (如氧化剂与易燃物) 一起研磨。防止在研磨过程中出现着火、爆炸等意外事故。
4. 危险性操作, 如采用试管加热或溶液萃取时, 容器口应对向无人处。开启试剂瓶时, 瓶口不得朝向人体。如果室温过高, 应先将瓶体冷却后再打开。
5. 乙醚、酒精、丙酮、二硫化碳、苯等有机溶剂, 不可直接倒入下水道, 以免集聚引起火灾。
6. 强氧化剂和强还原剂必须分开存放, 使用时应轻拿轻放, 远离热源。对过氧化物、高氯酸盐、叠氮化合物、三硝基甲苯等易爆物质, 应避免受震或受热引发热爆炸。
7. 黄磷、钾、钠、氢化物等易燃物, 数量较大时应在防火实验室内操作。钾、钠操作时应避免与水、卤代烃接触。不得将未反应完的钾、钠直接弃入废液缸或下水道内, 以防引起燃爆事故。
8. 强酸、强碱、强氧化剂、磷、钠、钾、苯酚、醋酸、液氮和溴等物质都会灼伤皮肤; 应注意防护, 尤其防止溅入眼中。
9. 实验室万一着火, 应冷静处理, 采取适当措施及时灭火; 根据不同情况, 可选用湿毛巾、沙、CO₂ 泡沫灭火器进行灭火。为防止火势扩大, 应及时拨打报警电话 119。

(余邦良)