

药学实践教学创新系列教材

(供药学类、中药学类及相关专业用)

总主编 李校堃 叶发青

药物分析模块 实验教程

■ 主编 林 丽

高等教育出版社

药学实践教学创新系列教材

(供药学类、中药学类及相关专业用)

总主编 李校堃 叶发青

药物分析模块 实验教程

Yaowu Fenxi Mokuai Shiyān Jiāochéng

主 编 林 丽
副主编 杨小凤 郑晓咏
主 审 叶发青

编 者(按姓氏笔画排序)

王贤亲 向 铮 杨小凤 杨丽珠
林 丽 郑晓咏 高红昌 董建勇
蔡小军 蔡跃飘

高等教育出版社

内容提要

本书编写采用“基础操作训练→综合训练→设计性实验”逐步推进的方式,将分析化学实验、仪器分析实验和药物分析实验三门实验课程的内容去旧补新,进行重组、整合、优化与更新而成,并将学科最新成果和进展自然地融入实验教学中。全书内容分为四篇,第一篇是基础知识和基本操作,第二篇是基本技能实验,第三篇是仪器分析实验,经过这三篇实验的训练,学生可正确熟练地掌握药物分析过程中所使用的化学分析和仪器分析的基本操作和技能;第四篇为综合与设计性实验,目的是让学生掌握药品质量标准中收录的典型药物及其制剂的鉴别、检查、含量测定方法。

本书可供高等学校药学类、中药学类及相关专业使用,也可供相关科研与生产人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

药物分析模块实验教程 / 林丽主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 8

药学实践教学创新系列教材

ISBN 978-7-04-040754-9

I. ①药… II. ①林… III. ①药物分析-实验-高等学校-教材 IV. ①R917-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第175903号

策划编辑 吴雪梅 赵晓媛
责任编辑 尤 静

责任编辑 高新景

封面设计 赵 阳

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 化学工业出版社印刷厂
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 9
字 数 230 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrac.com>
<http://www.landrac.com.cn>
版 次 2014年8月第1版
印 次 2014年8月第1次印刷
定 价 21.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40754-00

药学实践教学创新系列教材

总编委会

总 主 编 李校堃 叶发青

总 编 委 (按姓氏笔画排序)

仇佩虹	王晓杰	叶发青	叶晓霞
李校堃	林 丹	林 丽	金利泰
赵应征	胡爱萍	高红昌	梁 广
谢自新	董建勇	蔡 琳	潘建春

数字课程(基础版)

药物分析模块 实验教程

主编 林丽



登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/40754>
2. 输入数字课程用户名(见封底明码)、密码
3. 点击“进入课程”

账号自登录之日起一年内有效,过期作废
使用本账号如有任何问题

请发邮件至: medicine@pub.hep.cn

药物分析模块实验教程

主编 林丽

用户名 密码 验证码 3840 进入课程

相关教材

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程与纸质教材一体化设计,其资源包括以下各部分:

在章节层面上配备教学PPT、视频、推荐网站等教学资源,是对纸质教材的拓展与补充。

- ①教学PPT,使教师能及早做好课前准备,以提高课堂教学质量。②视频,达到直观生动的教学效果。③推荐网站,开阔学生的视野。



大型分析仪器使用教程
主编 林丹 高红昌



药剂学模块实验教程
主编 赵应征



药实验室安全教程
主编 林丹 高红昌



中药学专业基础实验(上册)
主编 仇佩虹

Copyright © 2014-2015 高等教育出版社 版权所有

<http://abook.hep.com.cn/40754>

► 序言

《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》(教思政[2012]1号)中指出,实践教学是高校教学工作的重要组成部分,是深化课堂教学的重要环节,是学生获取、掌握知识的重要途径。各高校要全面落实本科专业类教学质量国家标准对实践教学的基本要求,加强实践教学管理,提高实验、实习、实践和毕业设计(论文)质量。此外还指出要把加强实践教学方法改革作为专业建设的重要内容,重点推行基于问题、基于项目、基于案例的教学方法和学习方法,加强综合性实践科目设计和应用。

药学是一门实践性很强的学科,药学人才应具备技术覆盖面广、实践能力强的特点。在传统的药学教育中,各门专业课程自成体系,每门课程的实验项目又被分解为许多孤立的操作单元,实验内容缺乏学科间的相互联系。每一个实验项目的针对性比较集中,训练面窄,涉及的知识点单一,很大程度上影响了实验技能训练的系统性,不符合科学技术认识和发展的内在规律。因此,建立科学完善的药学专业实践教学体系具有重要意义。

温州医科大学药学院经过多年实践建立了“学校-企业-医院”循环互动培养药学人才的教学模式,结合药学的定位和依托优势学科,充分利用校内外实习实训基地等资源,以培养学生的创新、创业精神和实践能力为目的,加强整合,注重实践,深化改革,建立了药学实践教学创新体系并编写了系列教材。该系列教材具有以下特点:

1. 提出了药学教育理念。“厚基础、宽口径、强实践、求创新”是药学高等教育的理念,是药学实践教学创新体系和系列教材的编写必须遵循的教育理念。

2. 创建并实践了药学本科专业“三三”制实践教学新体系。药学本科专业“三三”制实践教学新体系的内容是由实验教学、实训实习、科研实践三部分组成,每一部分包括三个阶段内容。实验教学包括基础性实验(四大模块实验)、药学多学科综合性实验和设计性实验;实训实习包括野外见习和企业见习、医院和企业实训、医院和企业实习;科研实践包

括开放实验、科技训练和毕业论文三个阶段内容。

3. 构建药学实践教材体系。为了更好地实施药学实践教学创新体系,编写一系列实验、实训、实习教材,教学实验方面有《药物化学模块实验教程》《药物分析模块实验教程》《药理学模块实验教程》《药剂学模块实验教程》《药学综合性与设计性实验教程》《生物制药综合性与设计性实验教程》《中药学专业基础实验(上册)》《中药学专业基础实验(下册)》《药学毕业实习教程》《生物制药工程实训教程》《大型分析仪器使用教程》《药学实验室安全教程》共12本教材,包含了基础实验、专业实验、综合性实验、设计性实验、仪器操作及安全实训实习等内容,该实践教学教材具有系统性和创新性。

4. 坚持五项编写原则。该系列教材的编写原则主要包括以下五个方面。

(1)“课程整合法”原则。根据药学专业特点,采用“课程整合法”构建与理论教学有机联系又相对独立的四大模块实验课程。按照学科把相近课程有机地组合起来,避免实验操作和项目的重复。其教学目标是培养学生掌握实验基本理论、基本知识、基本方法、基本技能,以及受到科学素质的基本训练。其教材分别是药物化学模块实验教材(专业基础课无机化学实验、有机化学实验和专业课药物化学实验课程整合而成)、药物分析模块实验教材(专业基础课分析化学实验、仪器分析实验和专业课药物分析实验、制剂分析实验课程整合而成)、药剂学模块实验教材(专业基础课物理化学实验、专业课药剂学和药物动力学实验课程整合而成)和药理学模块实验教材(专业课药理学实验、临床药理学实验、毒理学实验课程整合而成)。

(2)课程之间密切联系的原则。以药物研究为主线,在四个模块完成的基础上开设,是将现代的仪器分析方法和教师新的研究技术引入实验教学中。让学生从实验方法学的角度,理解新药研究全过程,即药物设计—药物合成—结构鉴定—制剂确定—质量控制—药效及安全性评价的一体化实验教学内容。实验教材是药学多学科综合性实验。其教学目标是让学生综合应用多门实验课的方法与技能,掌握药学专业各学科的联系,建立药物研究的整体概念,培养学生发现问题、解决问题的能力。

(3)“教学与科研互动”的原则。促使“科研成果教学化,教学内容研究化”,将教师的科研成果、学科的新技术、新方法、现代实验技术与手段引入到实验教学中。开展自主研究性实验,学生在教师指导下自由选题,查阅文献、设计实验方案、实施操作过程、观察记录数据,分析归纳实验结果,撰写报告。其教学目标是使学生受到科学研究的初步训练,了解科研论文写作过程。

(4)系统性原则。按照人才培养目标和实验理论、技术自身的系统性、科学性,统筹设计了基础性实验,以此进行基本技能强化训练;再通过多学科知识完成综合性实验,为毕业实习和应用型人才就业打下良好的基础;再进一步开展设计性实验,给定题目,学生自己动手查阅文献,自行设计,独立操作,最后总结。系列实验教材内容由浅入深、循序渐进、相互联系。

(5)坚持强实践,求创新的原则。从学生的学习、就业特点以及综合素质培养出发,构建见习、实训和实习三大平台多样性、立体化的教学体系,以加强学生的实践能力;依托优

势学科,通过开放性实验、大学生创新科技训练和毕业论文三阶段循序展开,创建学生科研实践与教学体系。

此外,为了适应时代的需求,也便于学生课外自主学习,本系列教材每本均配有数字课程,数字化资源包括相关图片、视频、教学 PPT、自测题等,有助于提升教学效果,培养学生自主学习的能力。

药学实践教学创新系列教材是由总编委会进行了大量调研的基础上设计完成的。在教材编写过程中,由于时间仓促,涉及交叉学科多,药学实践教学还有一些问题值得探讨和研究,需要在实践中不断总结和发展,因此,错误和不当之处难以避免,恳请专家、同仁和读者提出宝贵意见,以便今后修改、补充和完善。

李校堃 叶发青

2014 年 2 月于温州医科大学

► 前言

本教材为《药学实践教学创新系列教材》之一。以实践药学本科专业“三三”制实践教学新体系和“厚基础、宽口径、强实践、求创新”的药学高等教育理念为宗旨编写而成,旨在提高学生自主学习、综合分析和解决较复杂问题的能力,培养学生科学思维和创新思维。

药学类专业原有实验课程中,分析化学实验、仪器分析实验和药物分析实验课程是独立开课,相互衔接不强。本教材编写采用“基础操作训练→综合训练→设计性实验”逐步推进的方式,突破原有实验教学的传统框架和原有实验体系,将三门实验课程的内容去粗取精、推陈出新,根据它们内在的规律和联系,进行重组、整合、优化与更新而成,并将编者们的科研项目和科研成果自然地融入实验教学中。全书分为四篇,第一篇是基础知识和基本操作,包括实验要求、常用专业术语、实验数据规范记录及处理和实验室安全制度等。第二篇是基本技能实验,包括9个基础训练实验,主要通过酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定的操作练习,培养学生正确使用电子天平和容量仪器,规范分析过程中涉及的操作细节,养成良好的操作习惯。第三篇是仪器分析实验,包括8个实验,旨在培养学生对各种分析仪器的规范操作和熟练运用。经过前三篇实验的训练,学生应正确熟练地掌握药物分析过程中所涉及的化学分析和仪器分析的基本操作和技能,学会正确合理地选择实验条件和实验仪器,善于观察实验现象和进行实验记录,正确处理测量数据和表达实验结果。第四篇为综合与设计性实验,包括20个训练实验,目的是让学生掌握药品质量标准中收录的典型药物及其制剂的鉴别、检查、含量测定方法。

在本教材的编写过程中,各位编者严谨认真、不断修正,使编写工作圆满完成。在此,对他们的辛勤工作表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不妥和疏漏之处,恳请有关专家和读者批评指正。

林 丽

2014年1月

目 录

第一篇 基础知识和基本操作

第一节 实验基础知识	2
一、分析实验常用试剂和水	2
二、玻璃器皿的洗涤和干燥	3
三、实验室安全知识	5
四、实验记录和报告	6
第二节 实验基本操作	7
一、电子天平的使用	7
二、玻璃器皿的使用和滴定基本操作	8
三、重量分析基本操作	14

第二篇 基本技能实验

实验一 电子天平称量练习	18
实验二 酸碱标准溶液的配制和标定	20
实验三 乙酰水杨酸含量的测定	23
实验四 EDTA 溶液的配制和标定	25
实验五 水的总硬度测定	28
实验六 I_2 标准溶液的配制和标定	30
实验七 维生素 C 含量的测定	32
实验八 生理盐水中氯化钠含量的测定 (莫尔法)	34
实验九 水杨酸钠含量的测定 (非水滴定)	36

第三篇 仪器分析实验

实验一	氯离子选择性电极测定氯离子的浓度	40
实验二	可见分光光度法测定水样中微量铁的含量	43
实验三	紫外分光光度法测定苯甲酸的含量	48
实验四	原子吸收分光光度法测定锌的含量	52
实验五	荧光分光光度法测定奎宁的含量	54
实验六	聚乙烯薄膜红外光谱的测定 (演示)	56
实验七	气相色谱法测定丙酮的含量	63
实验八	高效液相色谱法测定苯的含量	66

第四篇 综合与设计性实验

实验一	葡萄糖杂质检查 (一般杂质检查)	72
实验二	药物中的杂质检查 (特殊杂质检查)	75
实验三	戊巴比妥的鉴别和含量测定	77
实验四	阿司匹林片剂的鉴别和含量测定	79
实验五	药用辅料苯甲酸钠的质量分析	81
实验六	硫酸阿托品注射液的鉴别和含量测定	83
实验七	双波长分光光度法测定复方制剂的含量	85
实验八	维生素 B ₁₂ 注射液检验 (吸收系数法和标准曲线法)	88
实验九	维生素 AD 胶丸中维生素 A 的含量测定 (三点校正法)	90
实验十	气相色谱法测定藿香正气水中乙醇的含量	92
实验十一	地西洋注射液的含量测定 (高效液相色谱法)	94
实验十二	血浆中水杨酸的高效液相色谱测定法	96
实验十三	液相色谱 - 质谱联用法测定人尿液中的地西洋含量	98
实验十四	乙炔黑修饰电极循环伏安法测定多巴胺	101
实验十五	中药制剂的理化鉴别	105
实验十六	可见分光光度法测定大山楂丸中总黄酮的含量	108

实验十七 高效液相色谱法测定六味地黄丸中丹皮酚的含量	110
实验十八 牛黄解毒片中黄芩苷的含量测定	112
实验十九 药物的鉴别实验（设计性实验）	114
实验二十 药物的定量分析（设计性实验）	115
附录一 相对原子质量表	116
附录二 常用指示剂	118
附录三 常用缓冲溶液的配制	122
附录四 常用酸碱的密度和浓度	128
参考文献	129

第一篇

基础知识和基本操作



第一节

实验基础知识

一、分析实验常用试剂和水

1. 常用化学试剂

化学试剂种类繁多,目前分类标准还没有统一,通常按用途可大致分为一般试剂、基准试剂、高纯试剂、生化试剂、专用试剂、指示剂、临床试剂等。实验过程中可根据要求的不同选用不同类别的化学试剂。一般试剂包括一、二、三级品(四级品已很少见)及生化试剂等。一般试剂的等级、标签颜色及主要用途等见表 1-1(摘自国家标准 GB 15346—94)。主要国产基准试剂的等级及主要用途见表 1-2。

表 1-1 一般试剂的等级、标签颜色及主要用途

级别	中文名称	英文符号	标签颜色	主要用途
一级品	优级纯	GR	绿色	精密分析实验
二级品	分析纯	AR	红色	一般分析实验
三级品	化学纯	CP	蓝色	一般化学实验
四级品	实验试剂	LR	棕色	一般化学实验
生化试剂	生化试剂、生物染色剂	BR	咖啡色、玫红色	生物化学实验

表 1-2 主要国产基准试剂的等级及主要用途

类别(级别)	相当于 IUPAC 级别	主要用途
滴定分析第一基准试剂	C	滴定分析工作基准试剂的定值
滴定分析工作基准试剂	D	滴定分析标准溶液的定值
一级 pH 基准试剂	C	pH 基准试剂的定值和高精密 pH 计的校准
pH 基准试剂	D	pH 计的校准(定位)

滴定分析常用分析纯试剂配成标准溶液,再用工作基准试剂进行标定。滴定分析中所用的其他试剂一般需用分析纯配制。仪器分析实验通常使用优级纯、分析纯或专用试剂,痕量分析应选用高纯试剂。不同级别的试剂价格差别很大,分析工作者应做到科学合理地使用化学试剂。

2. 分析实验用纯水

由于自来水中含有少量离子、有机化合物和微生物等,只适用于玻璃器皿的初步洗涤、水浴或冷却等,而配制溶液等分析工作则应用纯水。

在分析实验中,根据不同的实验要求和用途,对水的纯度要求也不相同。对于一般的分析实验,采用蒸馏水或去离子水,而对于超纯物质的实验分析,则要求纯度更高的“超纯水”。常用的纯水的制备方法有以下几种。

(1) 蒸馏法 用蒸馏器对自来水进行蒸馏可以制得蒸馏水。目前使用的蒸馏器有铜、玻璃、石英和不锈钢等多种类型。蒸馏法能去除水中的非挥发性杂质,但溶于水的气体杂质(如二氧化碳等)并不能完全去除。而蒸馏器的不同,杂质情况也有不同。如采用铜蒸馏器制备的水,一般会含有微量的铜离子,而玻璃蒸馏器制备的水,常含钠离子和硅酸根离子。若要得到更纯净的蒸馏水,则可用二次蒸馏方法制备二次蒸馏水(重蒸水)。蒸馏法的优点是设备成本低和操作简单,缺点是能耗大。

(2) 离子交换法 离子交换法制得的纯水称为去离子水。它是通过阴、阳离子交换树脂中的氢氧根离子与氢离子和水中的杂质离子进行交换,将置换出的离子结合成水,达到去除杂质的目的。这种方法去除杂质离子的能力强,且制备的水量大、成本低。但也存在缺点:设备及操作过程较复杂,而且不能去除非电解质(如有机化合物)杂质。

(3) 电渗析法 电渗析法是基于离子交换技术发展起来的一种方法。它是在外电场作用下,利用阴、阳离子交换膜对离子的选择性透过原理,使得溶液中的溶质和溶剂分离,从而达到去除杂质纯化水的目的。电渗析过程的优点是能耗少(仅消耗少量电能),但其去除杂质的效率低。

不管用什么方法制备的纯水均含有极少量的杂质。纯水的质量可以通过物理方法(如测定电导率)和化学方法(如测定 pH、吸光度、氯化物及硅酸盐含量等)来进行检验。表 1-3 是常用实验室用水级别及主要指标(摘自国家标准 GB 6682—92)。

表 1-3 实验室用水的级别及主要指标

项目	一级	二级	三级
pH 范围(25 ℃)	—	—	5.0 ~ 7.5
电导率(25 ℃, mS/m)	≤0.01	≤0.10	≤0.50
吸光度(254 nm, 1 cm 光程)	≤0.001	≤0.01	—
蒸发残渣(105 ℃ ± 2 ℃, mg/L)	—	≤1.0	≤2.0
可溶性硅(以 SiO ₂ , mg/L)	<0.01	<0.02	—

蒸馏法或离子交换法制备的纯水通常能达到三级标准,可满足一般化学分析工作的要求。如有特殊需要,可以通过多次或多种方法联用来制备更高纯度的水。

二、玻璃器皿的洗涤和干燥

1. 玻璃器皿的洗涤

分析化学实验中洗涤后的玻璃器皿后应透明洁净,器皿内外壁均能被水均匀地湿润,而且不挂水珠。

实验室常用玻璃器皿,如烧杯、锥形瓶、试剂瓶、量筒等可以用自来水润湿后,用毛刷蘸取去污粉刷洗,再用自来水冲洗干净,然后用少量蒸馏水润洗 3 次。

具有精确刻度的器皿(量器),如滴定管、移液管、容量瓶等,不宜用毛刷刷洗。可用铬酸洗液浸泡 15 min 左右后,再用自来水冲洗干净,然后用少量蒸馏水润洗 3 次。

光度分析方法所用的比色皿是由光学玻璃制成的,不能用毛刷刷洗。比色皿常易被有色试剂染色,可选用在铬酸洗液或盐酸-乙醇洗液中浸泡后,再用自来水冲洗干净,然后用少量蒸馏水润洗 3 次。

对于经常使用的或在实验中需再洗涤的器皿,只需用自来水冲洗干净,然后用少量蒸馏水润洗 3 次即可。

洗涤的基本原则是根据污染物的种类及玻璃器皿本身的性质,有针对性地选用洗涤剂。下面是几种常用的洗涤液配制、适用范围及其使用方法。

(1) 铬酸洗液 铬酸洗液是重铬酸钾和硫酸以不同比例配制而成的具有强氧化作用的洗液,其中配制比例中浓硫酸的含量越高,洗涤的效果越好。常用的铬酸洗液的配制方法是称取 10 g 工业用重铬酸钾固体于烧杯中,加入 20 mL 水,微热使之溶解,冷却后将其在搅拌下缓慢倒入 200 mL 工业用浓硫酸中(反应过程产生大量的热,特别要注意安全),冷却后将混合液转入细口试剂瓶中,塞好瓶塞。

铬酸洗液具有强氧化性和强酸性,是实验室最为常用的洗液之一。适用于去除无机物和某些有机物。使用时要注意以下几点:

① 使用该洗液之前,先将玻璃器皿用毛刷和自来水洗刷干净,尽量除去器皿中的水,以免损坏和稀释洗液。

② 该洗液可以反复使用直至洗液颜色变绿失效为止(新配制的铬酸洗液为深橙红色),因此用过的洗液应倒回原瓶。切勿将失效的洗液倒入下水道,以免腐蚀损坏金属管道。

③ 该洗液洗过的器皿,应先用自来水冲洗,再用少量蒸馏水润洗 2~3 次。

④ 该洗液有很强的氧化性和腐蚀性,且具有毒性,使用时应注意安全,注意不要溅到皮肤和衣服上。

(2) 合成洗涤剂 常用的合成洗涤剂有洗衣粉和洗洁精等,一般的器皿均可用它们洗涤,可以有效去除油污和某些有机物。洗涤时,在器皿中加入少量水和洗涤剂,用毛刷刷洗干净,再用自来水冲洗,然后用蒸馏水润洗 3 次。

(3) 去污粉 去污粉是由碳酸钠、白土和细沙等混合而成的一种实验室常用洗涤剂。主要利用碱性碳酸钠很强的去污能力、白土的吸附作用和细沙的摩擦作用,增强对玻璃器皿的清洗效果。通常的洗涤方法是先润湿要洗涤的容器,用毛刷蘸取少量的去污粉进行刷洗。刷洗完后,再用自来水冲洗表面的去污粉颗粒,最后用少量蒸馏水润洗 3 次即可。

(4) 氢氧化钠-高锰酸钾水溶液 称取 10 g 的高锰酸钾放入 250 mL 烧杯中,加少量水使之溶解,再缓慢加入 100 mL 10% 氢氧化钠溶液,混合均匀后即得该混合液。适用于去除油污及有机物。

(5) 盐酸-乙醇洗液 该洗液由盐酸和乙醇按体积比 1:2 混合均匀配制而成。该洗液适用于洗涤被有色有机物染色的比色皿和装指示剂的试剂瓶等。

(6) 氢氧化钾-乙醇溶液 称取 6 g 氢氧化钾溶于 6 g 的水中,再加入 95% 乙醇 50 mL 混匀即得该洗液。适用于去除油污及某些有机物。但要注意在洗涤精密玻璃器皿时,其对玻璃有一定腐蚀性。

(7) 混酸洗液 该洗液由工业用盐酸和硝酸按体积比 1:1 或 1:2 混合均匀配制而成。洗涤方法是将洗过的玻璃器皿浸泡在混酸洗液中 24 h 后取出。该洗液适用于去除微量的金属离子,如汞、铅等重金属杂质。

2. 玻璃器皿的干燥

实验中需使用干燥的器皿时,可以根据具体的情况,采用以下几种方法将洗净的器皿干燥。

(1) 烘干 将洗净器皿中的水分尽量倒出后,放在电热干燥箱(烘箱)内烘干;也可把器皿套在气流烘干机的杆上利用加热的气流进行烘干。用烘箱烘干时,要将玻璃器皿的口朝下(倒置后不稳的器皿应平放)。但要注意,容量瓶、移液管、量筒等量器不可采用烘干的方法。

(2) 烤干 烧杯或蒸发皿等可以在石棉网上用小火烤干。试管也可以用小火烤干,将试管管口向下略微倾斜,来回移动试管,把里面的水分除去。

(3) 晾干 洗净的玻璃器皿可倒置在玻璃器皿架上,置于干净的实验柜内,让其自然晾干,但要注意倒置后不稳定的仪器(如量筒等),则应平放。

(4) 吹干 利用吹风机或压缩空气吹干玻璃器皿。

(5) 有机溶剂干燥 容量瓶、移液管、量筒等量器,不宜用加热方法干燥,不然会影响量器的精确度。可以选用一些易挥发的有机溶剂,如乙醇或乙醇与丙酮的混合液等。将少量的有机溶剂加到洗净的器皿中,倾斜并转动器皿使器壁上的水和有机溶剂混合,然后倒出,少量残留的混合液会很快挥发使器皿干燥。

三、实验室安全知识

在分析化学实验中,常常会使用易燃、易爆或有毒的化学试剂,还经常接触水、电、火源和热源等。因此,进入实验室的学生必须遵守实验室的安全规则。

1. 保持水槽清洁和畅通,勿将固体废弃物投入水槽。废弃的强酸、强碱溶液会腐蚀下水道,因此不能直接倒入水槽,应作为废液集中处理。

2. 实验室内严禁吸烟、饮食,一切化学试剂禁止入口,勿用实验器皿作为餐具。实验完成后应立即洗手,使用有毒试剂后还须漱口。

3. 使用电器设备时,不要用湿润的手去打开电闸和电源开关。水、电使用完毕后,应立即关闭水阀和电源开关。结束实验离开实验室时,应检查门、窗、水、电开关是否已关好。

4. 使用浓酸、浓碱等强腐蚀性的试剂时须小心谨慎,避免将其溅在皮肤、衣服或袜子上。使用浓 HClO_4 、 HCl 、 HNO_3 、 H_2SO_4 和氨水等试剂时,应在通风橱中操作。特别要警惕的是浓、热的 HClO_4 遇到有机物时容易发生爆炸。

5. 使用苯、丙酮、乙醚、三氯甲烷和四氯化碳等有毒或易燃的有机溶剂时,应远离明火或热源。使用完毕后盖好试剂瓶,阴凉处保存。使用过的试剂应倒入回收瓶中,不要直接倒入水槽。有些有机溶剂沸点较低,应采用水浴加热,而不能直接用明火或热源加热。

6. 汞盐、砷化物、钡盐、重铬酸盐、氰化物等试剂都有毒,使用时要非常小心。氰化物与酸反应会放出剧毒的氢氰酸。严禁将氰化物倒入酸性的废液中,应倒入碱性亚铁盐溶液中,反应生成亚铁氰化铁盐,作为废液处理。