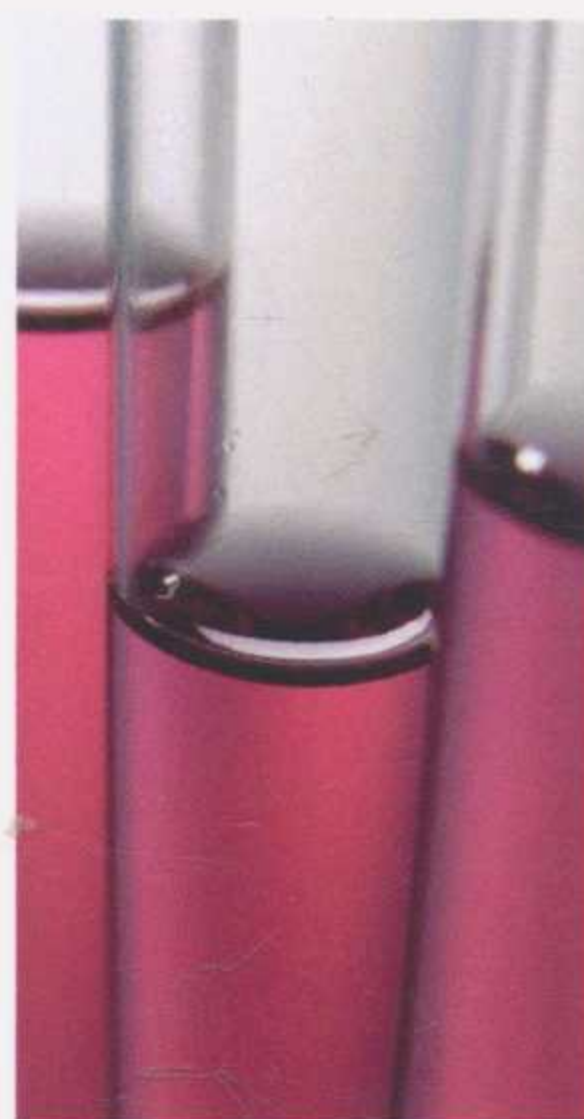




全国药学、中药学类专业实验实训『十三五』规划教材
总主编 张大方 朱俊义 张立祥 方成武 张震云 张彦文 马波



JICHU HUAXUE SHIYAN CAOZUO JISHU

基础化学 实验操作技术

郝向荣 黄月君◎主编

北京科学技术出版社



全国药学、中药学类专业实验实训“十三五”规划教材

总主编 张大方 朱俊义 张立祥 方成武 张震云 张彦文 马 波

JICHU HUAXUE SHIYAN CAOZUO JISHU

基础化学 实验操作技术

郝向荣 黄月君◎主编

北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验操作技术 / 郝向荣, 黄月君主编. —北京: 北京科学技术出版社, 2016.8

(全国药学、中药学类专业实验实训“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-5304-8329-9

I . ①基… II . ①郝… ②黄… III . ①化学实验—医学院校—教材 IV . ① O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 081310 号

基础化学实验操作技术

主 编: 郝向荣 黄月君

策划编辑: 王 微

责任编辑: 严 丹 张晓雪

责任校对: 贾 荣

责任印制: 李 茗

封面设计: 异一设计

版式设计: 天露霖文化

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街16号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: bjkj@bjkjpress.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市国新印装有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 185千字

印 张: 9.75

版 次: 2016年8月第1版

印 次: 2016年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5304-8329-9 / R · 2098

定 价: 29.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

全国药学、中药学类专业实验实训“十三五”规划教材

总主编

张大方

教育部高等学校中药学类专业教学指导委员会 副主任委员

朱俊义

通化师范学院 副院长

张立祥

山东中医药高等专科学校 校长

方成武

亳州职业技术学院 院长

张震云

山西药科职业学院 院长

张彦文

天津医学高等专科学校 校长

马 波

安徽中医药高等专科学校 副校长

《基础化学实验操作技术》

编者名单

- 主 编 郝向荣 黄月君
- 副主编 张学红 叶国华 吴 晟 权春梅 李 雪
- 编 者 (以姓氏笔画为序)
- 王 赟 (山东中医药高等专科学校)
- 王凤春 (通化师范学院)
- 王迪涵 (东北师范大学人文学院)
- 王雷清 (山东中医药高等专科学校)
- 叶国华 (山东中医药高等专科学校)
- 史正文 (山西药科职业学院)
- 权春梅 (亳州职业技术学院)
- 吕 莹 (通化师范学院)
- 朱 勇 (亳州职业技术学院)
- 李 雪 (东北师范大学人文学院)
- 杨文峰 (亳州职业技术学院)
- 吴 晟 (安徽中医药高等专科学校)
- 张学红 (山西药科职业学院)
- 郝向荣 (通化师范学院)
- 胡清宇 (山西药科职业学院)
- 袁海平 (山西药科职业学院)
- 黄月君 (山西药科职业学院)

总前言

为贯彻李克强总理在高等教育改革创新座谈会上的讲话精神和教育部有关高校实验教学改革的要求，即“注重增强学生实践能力，培育工匠精神，践行知行合一，多为学生提供动手机会，提高解决实际问题的能力”，满足培养应用型人才的迫切需求，解决目前国内尚无统一的、成体系的、符合当前实验实训教学改革要求的相关教材的问题，我们组织全国 20 余所院校、企业和医院的优秀教师、行业专家联合编写了这套“全国药学、中药学类专业实验实训‘十三五’规划教材”，旨在打造一套紧跟国家教育教学改革发展方向，创新药学、中药学类专业实验实训教学方法的精品教材，从而为“十三五”期间落实国家以培养应用型人才为主的教育主导思想提供优秀的教育资源。

本套教材以基本技能与方法为主线，归纳每门课程的共性技术，以制定规范化操作为重点，将典型实验实训项目引入课程之中，这是本套教材改革创新点之一；将不同课程的重点内容纳入综合性实验与设计性实验，培养学生独立工作的能力与综合运用知识的能力，体现了“传承有特色，创新有基础，服务有能力”的人才培养要求，这是本套教材改革创新点之二；在专业课实验实训中设置了企业生产流程、在基础课中设置了科学研究案例，注重课堂教学与生产、科研相结合，提高人才培养质量，改变了以往学校学习与实际应用的脱节现象，这是本套教材改革创新点之三；注重培养学生综合素质，结合每门课程的特点，将实验实训中的应急处置纳入教材内容之中，提高学生的专业安全知识水平与应用能力，将实验实训后的清理工作与废弃物的处理列入章节，增强学生的责任意识与环保意识，这是本套教材改革创新点之四。

作为药学、中药学类专业实验实训的全国性规划教材，为了充分保证本套教材的创新性和权威性，我们遴选了国家示范院校及具有显著专业特色并处于国内领先水平的院校、企业、医院等单位的优秀教师和行业专家，组成了编写委员会。根据教学改革的需要，我们还将陆续组织相关单位联合编写具有创新价值的实验实训教材，以供全国药学、中药学、医学、护理等专业教育教学使用，同时也为相关企业和医院的从业人员提供参考用书。

北京科学技术出版社始终坚持“创新、精品”的教材出版理念，并将这种理念落实到严谨、高效的工作之中，感谢他们创新性、专业性的工作！各参编单位在本套教材的前期调研论证工作中给予了大力的支持，各位编者在教材的编写过程中做了大量开拓性的工作，在本套教材即将面世之际，特向他们表示衷心的感谢！

教学改革是一项长期的任务，尤其是实验实训教学，更需要在实践中不断探索。对本套教材编写中可能存在的缺点与不足，恳请各位读者在使用过程中提出宝贵意见和建议，以期不断完善。

张大方

2016 年 7 月

前言

《基础化学实验操作技术》依据药学、中药学类专业学生的培养目标和要求，结合药学和化学专业的教学计划与教学大纲编写而成，为“全国药学、中药学类专业实验实训‘十三五’规划教材”之一。本教材以基础化学基本操作—实验—实践和实训为主线，突出规范化操作与实验中的注意事项，注重安全操作，适用于中药学、药学、制药、化学类专业的学生使用，并可作为相关实验工作人员的参考书籍。

全书分为上、中、下三篇。上篇为“基础化学实验基本技能”，包括“基础化学实验室的基本要求”“基础化学基本操作实验”两章，对化学实验中的常见仪器、药品和基本操作加以阐述，并加入了基本操作实验。中篇为“综合性及设计性实验”，内容涵盖了无机化学、有机化学、分析化学的综合性和设计性实验。下篇为“实践和应用”，为生产与课堂、教学与科研的衔接点，包括三种药物的合成、提纯、分析方面的实验。

本教材注重操作指导和使用便利。每个实验均有操作指导和注意事项说明，并给出了基础化学基本仪器操作及评分标准，方便教师和学生使用。每个实验列出了所需药品和仪器，方便实验人员准备。

本教材在编写过程中，得到了北京科学技术出版社及各参编院校的大力支持和帮助，借鉴了部分制药企业、药品检验机构及各参编院校的相关经验及成果，在此一并表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，业务水平有限，不足之处在所难免。希望广大师生在使用过程中提出宝贵意见，以便进一步修订和完善。

编者

2016年5月

目 录

上篇 · 基础化学实验基本技能

第一章 基础化学实验室的基本要求

- 第一节 学生守则与安全制度 /2
- 第二节 实验室安全事故的预防与处理 /5
- 第三节 化学实验常用仪器、用具和设备 /12
- 第四节 玻璃仪器的清洗与干燥 /15
- 第五节 试剂取用方法及试管基本操作 /18
- 第六节 固体物质的分离和提纯 /21
- 第七节 实验记录和实验报告 /26
- 第八节 基础化学基本仪器操作方法及评分标准 /28

第二章 基础化学实验基本操作

- 实验一 滴定分析的仪器和基本操作 /34
- 实验二 玻璃工技术 /39
- 实验三 天平及称量 /44
- 实验四 溶液的配制 /47
- 实验五 萃取 /50
- 实验六 重量分析仪器基本操作 /53

中篇 · 综合性及设计性实验

第三章 综合性实验

- 实验七 醋酸电离度和电离常数的测定 /62
- 实验八 电解质溶液的性质 /64
- 实验九 氧化还原反应 /68
- 实验十 配合物的生成及性质 /71
- 实验十一 食用醋总酸度的测定 /74
- 实验十二 元素化合物的性质（一） /76
- 实验十三 元素化合物的性质（二） /78
- 实验十四 熔点的测定 /81
- 实验十五 蒸馏和沸点的测定 /85
- 实验十六 折光率和旋光度的测定 /88
- 实验十七 乙酰苯胺的制备 /93
- 实验十八 乙酸乙酯的制备 /94
- 实验十九 醇、酚、醛、酮的性质 /96
- 实验二十 糖的性质 /99
- 实验二十一 氯化钡结晶水含量的测定 /100
- 实验二十二 乙二胺四乙酸标准溶液的配制与标定 /103
- 实验二十三 水的总硬度测定 /105
- 实验二十四 可溶性氯化物中氯含量的测定（莫尔法） /107
- 实验二十五 酸碱标准溶液的配制与标定 /109
- 实验二十六 混合碱的分析（双指示剂法） /112
- 实验二十七 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定 /114

第四章 设计性实验

- 实验二十八 医用氯化钠的制备 /117
- 实验二十九 呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备 /119
- 实验三十 阿司匹林（乙酰水杨酸）的制备 /122

- 实验三十一 甲基橙的制备 /124
- 实验三十二 缓冲溶液的配制与性质 /126
- 实验三十三 补钙制剂中钙含量的测定 /130

下篇 • 实践与应用

第五章 实训实践研究案例

- 实验三十四 葡萄糖酸锌的制备与质量分析 /134
- 实验三十五 苯佐卡因（对氨基苯甲酸乙酯）的制备 /137
- 实验三十六 茶叶中生物碱的提取及含量测定 /139

上 篇

基础化学实验基本技能

第一章 基础化学实验室的基本要求

第一节 学生守则与安全制度

一、实验室学生守则

化学实验室守则是学生实验正常进行的保证，学生进入实验室必须遵守以下规则。

(1) 进入实验室，要听从老师的指导与安排，严禁在实验室内饮食、吸烟，化学实验药品禁止入口。实验结束后应该洗手。

(2) 未穿实验服、未写实验预习报告者不得进入实验室进行实验。

(3) 进入实验室后，不要用湿的手、物接触电源，以免发生触电事故。

(4) 进入实验室要熟悉防火及急救设备器材的使用方法和存放位置，遵守安全规则。

(5) 实验前清点、检查仪器，明确仪器规范操作方法及注意事项（老师会给予演示），否则不得动手操作。

(6) 使用药品时，要明确该药品的性质及使用方法，根据实验要求规范使用。禁止使用不明确的药品或随意混合药品。

(7) 在实验过程中，需要保持安静，认真操作，仔细观察，积极思考，如实记录，未经请假不得擅自离开自己所在的位置。

(8) 实验室公用物品（包括器材、药品等）用完后，应放回原指定位置。实验废液、废物按要求放入指定收集器皿（实验前将烧杯放于桌面，废液全部置于一个烧杯中）。

(9) 进入实验室后要爱护公共财物，注意卫生，保持室内整洁，节约用水和用电。

(10) 实验结束后，要整理、清洁实验台面，检查水、电、煤气，使用完毕应立即关闭开关，打扫实验室卫生。

(11) 实验记录经过实验老师签名后，学生方可离开实验室。

(12) 实验结束后，不得将实验室的化学药品带出实验室。

二、安全制度

在化学实验中，大家会经常使用各种化学药品和仪器设备，以及水、电、煤气，还会经常遇到高温、低温的实验条件及高压、高频和带有辐射源的仪器，若缺乏必要的安全防护知识，会造成生命和财产的巨大损失。因此，实验室必须按“四防”（即防火、防盗、防破坏、防治安全灾害事故）要求，建立比较健全的以主要负责人为主的各级安全负责人的安全责任制和各种安全制度，加强安全管理。

三、重要规定

（一）穿着规定

- （1）进入实验室，必须按规定穿戴必要的实验服。
- （2）进行有害物质、挥发性有机溶剂、特定化学物质等化学药品操作实验时，要戴防护口罩、防护手套以及防护眼镜。
- （3）进行实验时，严禁戴隐形眼镜，防止化学试剂溅入而腐蚀眼睛。
- （4）进行实验时，需妥善处理长发及松散衣服。

（二）饮食规定

- （1）实验室内严禁吸烟、饮食。
- （2）严禁在实验室内吃口香糖。
- （3）禁止将食物储藏在储有化学药品的冰箱或储藏柜内。

（三）药品领用、储存及操作相关规定

- （1）操作危险性化学药品时，必须遵守操作守则或遵照老师讲授的操作流程进行实验，切勿自行更换实验流程。
- （2）取药品时，先确认容器上标示的中文名称是否为所需要的药品。
- （3）取药品时，要看清楚药品危害标示和图样，确认是否有危害。
- （4）使用挥发性有机溶剂或强酸强碱性、高腐蚀性、有毒性的药品时，必须要在特殊的装置中进行操作。
- （5）有机溶剂、固体化学药品及酸性、碱性化合物均需分开存放，挥发性的化学药品更需要放置在具有抽气装置的药品柜内。
- （6）做有危害性气体的实验时，必须在通风橱内进行。
- （7）做涉及放射性物质、激光等对人体危害较重的实验时，应制定严格的安全措施，做好个人防护。

(8) 实验结束后, 废弃药液、过期药液或废弃物必须依照分类标示清楚, 药品使用后的废弃物或废弃药液严禁倒入水槽或水沟, 应倒入专用收集容器中回收。

(四) 用电安全相关规定

(1) 实验室内的电气设备的安装和使用管理, 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, 谨防因超负荷用电引发火灾。

(2) 实验室内的用电线路和配电盘、板、箱、柜等装置及线路系统中的各种开关、插座、插头等均应经常保持完好可用状态。

(3) 对实验室内可能产生静电的设施、装置要心中有数, 要有明确标记和警示, 对其可能造成的危害要有妥善的预防措施。

(4) 实验室内所用的高压、高频设备要定期检修, 要有可靠的防护措施。

(5) 实验室内不得使用明火取暖, 严禁吸烟。必须使用明火的实验, 须经批准后才能使用。

(6) 手上有水或潮湿时, 请勿接触电器用品或电器设备, 严禁使用水槽旁的电器插座, 防止漏电。

(7) 实验室内的专业人员必须掌握本室的仪器、设备的性能和操作方法, 严格按照操作规程操作。

(五) 环境卫生规定

(1) 应注重实验室环境卫生, 并须保持整洁。

(2) 为减少尘埃飞扬, 洒扫工作应于工作时间外进行。

(3) 垃圾清除及处理必须合乎卫生要求, 应在指定处所倾倒, 不得任意倾倒堆积, 影响环境卫生。

(4) 凡有毒性或易燃的垃圾废物, 均应特别处理, 以防发生火灾或有害人体健康。

(5) 窗面及照明器具透光部分均须保持清洁。

(6) 油类或化学物溢满地面或工作台时, 应立即擦拭冲洗干净。

(7) 养成随时拾捡地上杂物的良好习惯, 以确保实验场所清洁。

(8) 垃圾或废物不得堆积于操作地区或办公室内。

(六) 实验室伤害的预处理

(1) 普通伤口。先用生理盐水清洗伤口, 再用清水清洗。

(2) 烧烫(灼)伤。先以冷水冲洗 15 ~ 30 分钟至散热止痛, 再以生理盐水擦拭(勿以药膏、牙膏、酱油涂抹或以纱布盖住), 并应紧急送往医院(注意事项: 水疱不可自行刺破)。

(3) 化学药物灼伤。先以大量清水冲洗后,用消毒纱布或布块覆盖伤口,并应紧急送往医院处理。

第二节 实验室安全事故的预防与处理

一、实验室内常见危险品

实验室事故有很多源于室内易燃、易爆、有毒、有腐蚀性等的危险品,常见危险品如下。

(一) 爆炸品

具有猛烈的爆炸性。当受到高热、摩擦、撞击、震动等外来因素的作用或与其他性质相抵触的物质接触时,就会发生剧烈的化学反应,产生大量的气体和高热,引起爆炸,如三硝基甲苯(TNT)、苦味酸、硝酸铵、叠氮化物、雷酸盐及其他超过3个硝基的有机化合物等。

(二) 氧化剂

具有强烈的氧化性,按其不同的性质遇酸、碱、强热或受潮或与易燃物、有机物、还原剂等性质有抵触的物质混存能发生分解,引起燃烧和爆炸,如碱金属和碱土金属的氯酸盐、硝酸盐、过氧化物、高氯酸及其盐、高锰酸盐、重铬酸盐、亚硝酸盐等。

(三) 自燃物品

此类物质暴露在空气中,依靠自身的分解、氧化产生热量,使其温度升高到自燃点即能发生燃烧,如白磷等。

(四) 遇水易燃物品

遇水或在潮湿空气中能迅速分解,产生高热,并放出易燃易爆气体,引起燃烧爆炸,如金属钾、钠等。

(五) 易燃液体

这类液体极易挥发成气体,遇明火即燃烧。易燃液体根据其危险程度分类如下。一级易燃液体,如乙醚、石油醚、汽油、甲醇、乙醇、苯、甲苯、乙酸乙酯、丙酮、硝基苯等;二级易燃液体,如煤油等。

(六) 易燃固体

此类物质燃点低,如受热、遇火星、受撞击、遇摩擦或氧化剂作用等能引起急剧

的燃烧或爆炸，同时放出大量有毒气体，如赤磷、硫黄、硝化纤维素等。

（七）毒害品

具有强烈的毒害性，少量进入人体或接触皮肤即能造成中毒甚至死亡，如汞和汞盐（升汞、硝酸汞等）、砷和砷化物（三氧化二砷，即砒霜）、磷和磷化物（黄磷，即白磷，误食 0.1g 黄磷即能致死）等。

（八）腐蚀性物质

具有强腐蚀性，与人体接触能引起化学灼伤。有的腐蚀性物质有双重性和多重性，如苯酚既有腐蚀性，又有毒性和燃烧性。腐蚀性物质有硫酸、盐酸、硝酸、冰乙酸、甲酸、氢氧化钠、甲醛等。

二、实验室事故的类型

（一）火灾性事故

火灾性事故的发生具有普遍性，几乎所有的实验室都可能发生。酿成这类事故的直接原因如下。

- （1）忘记关电源，致使设备或用电器具通电时间过长，温度过高，引起着火。
- （2）供电线路老化、超负荷运行，导致线路发热，引起着火。
- （3）易燃易爆物品操作不慎或保管不当，接触火源，引起着火。
- （4）乱扔烟头，接触易燃物质，引起着火。

（二）爆炸性事故

爆炸性事故多发生在有易燃易爆物品和压力容器的实验室。酿成这类事故的直接原因如下。

- （1）违反操作规程使用设备、压力容器（如高压气瓶）而引起爆炸。
- （2）设备老化，存在故障或缺陷，造成易燃易爆物品泄漏，遇火花而引起爆炸。
- （3）易燃易爆物品处理不当，如三硝基甲苯、硝酸铵等受到高热、摩擦、撞击、震动等外来因素的作用或与其他性质相抵触的物质接触，就会发生剧烈的化学反应，产生大量的气体和高热，引起爆炸。
- （4）强氧化剂与其他性质有抵触的物质混存能发生分解，引起燃烧和爆炸。

（三）毒害性事故

毒害性事故多发生在有化学药品和剧毒物质或有毒气排放的实验室。酿成这类事故的直接原因如下。