

博雅系列精品教材

全国高等学校实验室工作研究会基金课题



# 化学实验室 工作手册

主审 王小燕

主编 林锦明

供医药类高等院校师生及相关专业实验室工作人员使用



第二军医大学出版社  
Second Military Medical University Press

全国高等学校实验室工作研究会基金课题

# 化学实验室工作手册

主 审 王小燕  
主 编 林锦明  
副主编 林美玉 何邦平  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
王 彦 苏 娟 何邦平  
邹 燕 沈颂章 林美玉  
林锦明 高 越



第二军医大学出版社  
Second Military Medical University Press

## 内 容 简 介

本手册专门针对化学实验室工作,分上、下两篇,共10章。上篇为理论与技能部分,内容包括绪论、化学实验室安全常识及环境保护、实验教学及实验室管理规章制度、化学实验基本操作、常用电子仪器的使用与维护。下篇为实验项目卡部分,内容包括无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验和综合性化学实验共43个实验项目卡。书后附有参考文献及附录。

本手册可作为医药类高等院校、高职院校实验室工作人员、教师及学生等从事化学实验的教科书、工具书或参考书,亦可供其他院校相关专业实验室工作人员阅读及参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

化学实验室工作手册/林锦明主编. —上海:第二  
军医大学出版社,2016.1

ISBN 978-7-5481-1142-9

I. ①化… II. ①林… III. ①化学实验-实验室-  
手册 IV. ①06-31

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第192847号

出 版 人 陆小新  
责任编辑 画 恒 高 标

## 化学实验室工作手册

主 编 林锦明

第二军医大学出版社出版发行

<http://www.smmup.cn>

上海市翔殷路800号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

江苏天源印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 彩插:4面 字数:500千字

2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5481-1142-9/O·014

定价:49.00元

# 序

高校实验室对培养学生的探索精神、科学思维 and 创新能力具有重要作用。实验室工作人员作为实验教学队伍中的重要成员,其工作质量和效率的高低,会直接影响实验教学的秩序、效果和人才培养质量。本书以实验室的工作性质和特点为切入点,以实验室标准化工作为核心,以提高实验室工作人员的教学保障能力为目标,编写的框架及内容较为系统和新颖,须掌握的知识对实验室工作人员而言,针对性、实用性、示范性也较强,弥补了目前国内类似手册缺乏的不足。

该手册的最大特点:紧紧围绕实验室工作任务,把实验室工作人员应具备的职业道德要求、常规的工作内容、工作标准、工作方法和要求,逐一详细列举、示范,使实验室工作人员对实验教学准备工作有一个系统全面的了解和认识,解决做什么,如何做的问题。对实验室工作人员应熟练掌握的内容,如实验室安全与环境保护、化学实验基本操作技能、电子仪器的使用与维护、实验项目卡的制作、人财物管理等实验教学所需的全部准备工作,均有独到的诠释,解决如何做得好的问题,为提高实验室工作人员的能力、素质,为实验室安全、规范化管理及实验教学的顺利进行提供了坚实的保障。

该手册集编者长期实践工作的积累和总结,其结构的编排紧贴实验室工作实际,重点、要点突出,科学严谨、规范全面。所涉及的实验项目涵盖高校《无机化学实验》《分析化学实验》《有机化学实验》《物理化学实验》的内容,为高等院校的实验室工作人员、教师及学生安全、有序,规范、高效地开展化学实验教学和科学研究,提供了一本难得的参考书。

国务院学位委员会药学学科评议组成员  
中国药学会军事药专业委员会主任委员  
上海市药物分析专业委员会主任委员  
解放军药专业委员会主任委员  
第二军医大学药学院院长

柴逸峰

2015年11月于上海

# 前 言

本手册以 2012 年全国高等学校实验室工作研究会基金课题——“医学院校化学实验技术人员综合素质模型的构建与研究”为牵引,以编写一本专业特色明显、知识结构合理,具有较强针对性、实用性和可操作性,专供医药院校化学实验室工作人员参照使用的工具书为目标,以长期从事化学实验室工作的高级技术人员为编写骨干,经多年实践和修改而编成。

为使编写内容贴近一线实验室工作人员、贴近工作实际、更具针对性,在本手册编写之前,作者在上海地区高校进行了调查研究,获得了当前实验室工作人员素质、工作状况的第一手资料,进而构思如何提高实验室工作人员素质,如何使其尽快履职、尽责,如何使工作沿着标准化方向开展的编写策略。本手册内容分为上篇、下篇共 10 章,第一章为绪论,较为清晰地阐述了化学实验室工作人员应具备的职业道德要求,常规的工作内容、工作标准、工作方法和工作要求,力求使实验室工作人员对实验教学准备工作有一个系统全面的了解和认识,知道做什么,怎么做,如何才能做得好;第二章为化学实验室安全常识及环境保护,重点介绍消防知识及用电安全、危险化学品使用安全、化学实验意外事故处理、三废处理及注意事项等实验室工作必然会遇到的应知应会内容,强调安全意识和绿色环保意识;第三章为实验教学及实验室管理规章制度,内容主要涉及人员管理、物资管理、实验室安全、环境安全与卫生管理、实验教学准备工作等方面的管理制度,强化制度管理、按章办事;第四章为化学实验基本操作,重点编入实验室工作中必须具备的基本操作技能等内容,如玻璃仪器的洗涤,物质的干燥、溶解、过滤、蒸馏、萃取以及溶液配制方法等;第五章为常用电子仪器的使用与维护,编有十八节共 26 种实验仪器,每一种仪器均附有使用方法、使用注意事项、出库的检查与调试、入库的检查与保养,以及常见故障与排除等核心内容;第六至第十章为化学实验项目卡,包括无机化学、分析化学、有机化学、物理化学及综合性化学实验四门学科共 43 个实验项目卡,每个实验项目卡的内容除精要的实验目的、原理、步骤以外,重点编入了所需试剂、仪器、杂品、试剂配制方法、注意事项等实验教学所需的全部准备工作内容。最后,附有参考文献及 21 个附录供查阅、参考使用。

本手册在编写原则的把握上,注意两个字:“实”——紧贴实际,务实管用;“精”——内容精选,文字精练。注重三个性:较强的针对性、实用性和可操作性,面向专业,面向

学生。在其内容的编排上,以实验教学准备工作为主线,突出专业知识、操作技能和综合能力的掌握;以实验室安全、环境保护及各种规章制度为抓手,创建实验室标准化工作的内涵,突显科学、规范、准确、高效的优良作风和高质量的服务保障效能,做到“实验准备有依据、试剂配制有标准、仪器操作有规范、质量保障有监控”,为高质量地完成化学实验教学保障任务提供可借鉴的参考。

本手册可作为医药类高等院校,高职院校的实验室工作人员、教师及学生等从事化学实验的教科书、工具书或参考书,亦可供相关专业实验室工作人员阅读及参考。

由于编者水平所限,书中难免有疏漏或不足,恳请得到批评指正,以便我们今后不断改进和完善。

编者

2015年11月于上海

# 目 录

## 上篇 理论与技能部分

第一章 绪论 .....	( 3 )
第一节 化学实验室工作人员的职业道德要求 .....	( 3 )
一、良好的职业道德 .....	( 3 )
二、创新的工作理念 .....	( 3 )
三、过硬的工作作风 .....	( 3 )
第二节 化学实验室工作人员的常规工作内容 .....	( 4 )
一、安全保障工作 .....	( 4 )
二、电子仪器管理 .....	( 4 )
三、玻璃仪器管理 .....	( 4 )
四、低值耐用品及杂品管理 .....	( 4 )
五、化学试剂的管理、配制及分装 .....	( 5 )
六、实验室管理 .....	( 5 )
七、库房管理 .....	( 5 )
八、编制实验项目卡 .....	( 5 )
九、编制预算与成本核算 .....	( 5 )
十、各种工作记录 .....	( 6 )
第三节 化学实验室工作人员的工作标准 .....	( 6 )
一、开课前准备的工作标准 .....	( 6 )
二、教学实施中的工作标准 .....	( 10 )
三、课程结束时的的工作标准 .....	( 12 )
四、库房管理的工作标准 .....	( 13 )
第四节 工作方法及要求 .....	( 16 )
一、工作方法 .....	( 16 )
二、工作要求 .....	( 17 )
第二章 化学实验室安全常识及环境保护 .....	( 18 )
第一节 消防知识及用电安全 .....	( 18 )
一、实验室消防常识 .....	( 18 )

二、实验室的安全用电 .....	( 20 )
第二节 危险化学品使用安全 .....	( 20 )
一、危险化学品的分类 .....	( 20 )
二、常用危险化学品的标志图 .....	( 21 )
三、危险化学品的储存原则 .....	( 25 )
四、危险化学品的安全使用 .....	( 25 )
第三节 化学实验意外事故处理 .....	( 26 )
一、割伤 .....	( 26 )
二、烫伤 .....	( 26 )
三、腐蚀伤 .....	( 26 )
四、药品中毒 .....	( 27 )
五、实验室常规配备的器材和药品 .....	( 30 )
第四节 实验室环境保护 .....	( 30 )
一、“三废”处理的原则及注意事项 .....	( 30 )
二、有毒废气的处理与排放 .....	( 31 )
三、常见有机类废液的处理方法 .....	( 32 )
四、常见无机类废液的处理方法 .....	( 33 )
五、固体废弃物的处理方法 .....	( 33 )
<b>第三章 实验教学及实验室管理规章制度 .....</b>	<b>( 34 )</b>
第一节 人员管理制度 .....	( 34 )
一、实验室工作人员岗位职责 .....	( 34 )
二、实验室工作人员培训办法 .....	( 34 )
三、实验室工作人员奖惩机制 .....	( 35 )
第二节 物资管理制度 .....	( 37 )
一、物资采购管理制度 .....	( 37 )
二、仪器设备管理制度 .....	( 38 )
三、贵重精密仪器管理制度 .....	( 38 )
四、仪器设备损坏赔偿制度 .....	( 39 )
五、化学试剂管理规定 .....	( 39 )
六、毒、剧药品保管和领取使用规定 .....	( 40 )
第三节 环境安全与卫生管理制度 .....	( 40 )
一、实验室安全守则 .....	( 40 )
二、实验室“三废”处理 .....	( 40 )
三、实验室使用登记、开放制度 .....	( 44 )
四、开放实验室管理规定 .....	( 44 )
五、卫生管理制度 .....	( 45 )
第四节 实验教学准备管理细则 .....	( 45 )
一、实验教学过程规范化实施管理细则 .....	( 45 )



二、实验教学准备工作指南 .....	( 51 )
<b>第四章 化学实验基本操作</b>	
<b>第一节 玻璃仪器的洗涤</b> .....	( 53 )
一、洗涤剂的选择 .....	( 53 )
二、铬酸洗液的配制及使用注意事项 .....	( 53 )
三、常用玻璃仪器的洗涤 .....	( 54 )
四、容量分析仪器的洗涤 .....	( 54 )
五、玻璃砂芯滤器的洗涤 .....	( 55 )
六、特殊污物的洗涤 .....	( 56 )
<b>第二节 物质的干燥</b> .....	( 56 )
一、常用干燥剂 .....	( 56 )
二、干燥器的使用 .....	( 57 )
三、电热恒温干燥箱的使用 .....	( 58 )
四、真空干燥箱的使用 .....	( 58 )
五、常用基准物质的干燥条件和应用 .....	( 59 )
<b>第三节 物质的溶解</b> .....	( 60 )
一、溶剂的种类 .....	( 60 )
二、溶解的一般规律 .....	( 61 )
三、溶解操作步骤 .....	( 61 )
<b>第四节 过滤</b> .....	( 61 )
一、普通过滤 .....	( 62 )
二、减压过滤 .....	( 63 )
三、保温过滤 .....	( 63 )
<b>第五节 蒸馏</b> .....	( 64 )
一、常压蒸馏的原理、装置与操作 .....	( 65 )
二、减压蒸馏的原理、装置与操作 .....	( 66 )
<b>第六节 萃取</b> .....	( 69 )
一、萃取原理 .....	( 69 )
二、操作方法 .....	( 70 )
<b>第七节 溶液的配制</b> .....	( 72 )
一、溶液浓度的表示方法 .....	( 72 )
二、溶液的浓度计算与配制 .....	( 75 )
三、标准溶液的配制与标定 .....	( 77 )
<b>第五章 常用电子仪器的使用与维护</b> .....	( 80 )
<b>第一节 电子分析天平</b> .....	( 80 )
一、电子分析天平的使用 .....	( 80 )
二、电子分析天平的使用注意事项 .....	( 81 )

三、出库的检查与调试 .....	( 81 )
四、入库的检查与保养 .....	( 82 )
五、常见故障与排除 .....	( 82 )
第二节 pH 计 .....	( 82 )
一、CyberScan Con 510 型 pH 计的使用 .....	( 83 )
二、pH 计的使用注意事项 .....	( 83 )
三、出库的检查与调试 .....	( 83 )
四、入库的检查与保养 .....	( 83 )
五、常见故障与排除 .....	( 84 )
第三节 电导率仪 .....	( 84 )
一、DDS-11C 型电导率仪的使用 .....	( 84 )
二、电导率仪的使用注意事项 .....	( 85 )
三、出库的检查与调试 .....	( 85 )
四、入库的检查与保养 .....	( 85 )
五、常见故障与排除 .....	( 85 )
第四节 分光光度计 .....	( 86 )
一、722S 型分光光度计的使用 .....	( 86 )
二、分光光度计的使用注意事项 .....	( 86 )
三、出库的检查与调试 .....	( 87 )
四、入库的检查与保养 .....	( 87 )
五、常见故障与排除 .....	( 87 )
第五节 荧光分光光度计 .....	( 87 )
一、F-7000 荧光分光光度计的使用 .....	( 87 )
二、荧光分光光度计的使用注意事项 .....	( 88 )
三、出库的检查与调试 .....	( 88 )
四、入库的检查与保养 .....	( 88 )
五、常见故障与排除 .....	( 89 )
第六节 阿贝折光仪 .....	( 89 )
一、阿贝折光仪的使用 .....	( 89 )
二、阿贝折光仪的使用注意事项 .....	( 90 )
三、出库的检查与调试 .....	( 90 )
四、入库的检查与保养 .....	( 91 )
五、常见故障与排除 .....	( 91 )
第七节 旋光仪 .....	( 91 )
一、圆盘旋光仪 .....	( 91 )
二、自动旋光仪 .....	( 92 )
第八节 熔点测定仪 .....	( 93 )
一、半自动熔点仪 .....	( 94 )
二、自动熔点仪 .....	( 95 )

第九节 自动电位滴定仪 .....	( 97 )
一、T50 自动电位滴定仪的使用 .....	( 97 )
二、T50 自动电位滴定仪的使用注意事项 .....	( 97 )
三、出库的检查与调试 .....	( 97 )
四、入库的检查与保养 .....	( 98 )
五、常见故障与排除 .....	( 98 )
第十节 自动永停滴定仪 .....	( 98 )
一、ZYT-2 自动永停滴定仪的使用 .....	( 98 )
二、ZYT-2 自动永停滴定仪的使用注意事项 .....	( 99 )
三、出库的检查与调试 .....	( 99 )
四、入库的检查与保养 .....	( 99 )
五、常见故障与排除 .....	( 99 )
第十一节 电位差综合测试仪 .....	(100)
一、SDC-II 数字电位差综合测试仪的使用 .....	(100)
二、SDC-II 数字电位差综合测试仪的使用注意事项 .....	(100)
三、出库的检查与调试 .....	(100)
四、入库的检查与保养 .....	(101)
五、常见故障与排除 .....	(101)
第十二节 恒温式微机热量计 .....	(101)
一、HWR-15 恒温式微机热量计的使用 .....	(101)
二、HWR-15 恒温式微机热量计的使用注意事项 .....	(102)
三、出库的检查与调试 .....	(102)
四、入库的检查与保养 .....	(102)
五、常见故障与排除 .....	(103)
第十三节 热重-差热综合热分析仪 .....	(103)
一、TG/DTA 热重-差热综合热分析仪的使用 .....	(103)
二、TG/DTA 热重-差热综合热分析仪的使用注意事项 .....	(104)
三、出库的检查与调试 .....	(104)
四、入库的检查与保养 .....	(104)
五、常见故障与排除 .....	(105)
第十四节 旋转蒸发仪 .....	(105)
一、RE-52 旋转蒸发仪的使用 .....	(105)
二、RE-52 旋转蒸发仪的使用注意事项 .....	(106)
三、出库的检查与调试 .....	(106)
四、入库的检查与保养 .....	(106)
五、常见故障与排除 .....	(106)
第十五节 常压微波反应仪 .....	(106)
一、MAS-I 常压微波反应仪的使用 .....	(107)
二、MAS-I 常压微波反应仪的使用注意事项 .....	(107)
三、出库的检查与调试 .....	(107)

四、入库的检查与保养 .....	(108)
五、常见故障与排除 .....	(108)
第十六节 恒温仪器 .....	(108)
一、温标和常用温度计 .....	(108)
二、恒温槽的安装及温控技术 .....	(109)
三、超级数显恒温器 .....	(111)
四、集热式恒温锅 .....	(112)
第十七节 搅拌仪器 .....	(114)
一、恒温磁力搅拌器 .....	(114)
二、电热套恒温磁力搅拌器 .....	(115)
三、电动恒速搅拌器 .....	(116)
第十八节 泵类仪器 .....	(117)
一、无油真空泵 .....	(117)
二、循环水真空泵 .....	(118)
三、低温冷却液循环泵 .....	(119)

## 下篇 实验项目卡部分

### 第六章 无机化学实验项目卡

无机化学实验公用试剂的配制 .....	(123)
实验一 实验室规则,安全教育,配制洗液,清点洗涤仪器,签订承诺书 .....	(130)
实验二 稀溶液的依数性 .....	(132)
实验三 弱酸离解度和离解常数的测定 .....	(135)
实验四 碘酸铜溶度积常数的测定 .....	(137)
实验五 硫酸亚铁铵的制备及产品检验 .....	(140)
实验六 药用氯化钠的制备及限度检查 .....	(143)
实验七 电解质溶液、配合物性质和氧化还原 .....	(148)
实验八 重要元素的性质及离子的鉴定反应 .....	(159)

### 第七章 分析化学实验项目卡

实验一 容量仪器基本操作(含洗涤)和电子分析天平的使用 .....	(166)
实验二 滴定分析练习 .....	(168)
实验三 0.1 mol/L NaOH 标准液的配制与标定、0.05 mol/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 标准液的配制 与比较标定 .....	(170)
实验四 药用 NaHCO <sub>3</sub> 的含量测定 .....	(172)
实验五 氯化钙含量测定和自动电位滴定仪示教 .....	(174)
实验六 0.1 mol/L Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 标准液的配制与标定、0.05 mol/L I <sub>2</sub> 标准液的配制 .....	(177)
实验七 0.05 mol/L I <sub>2</sub> 标准液的标定和维生素 C 的含量测定 .....	(181)

实验八 NaCl 注射液的含量测定和永停滴定 .....	(183)
实验九 银氨配离子配位数及稳定常数的测定 .....	(187)

## 第八章 有机化学实验项目卡

实验一 液-液萃取 .....	(191)
实验二 苯甲酸的重结晶 .....	(193)
实验三 常压蒸馏 .....	(194)
实验四 减压蒸馏 .....	(196)
实验五 熔点测定 .....	(197)
实验六 水蒸气蒸馏 .....	(199)
实验七 生物碱的提取和升华 .....	(201)
实验八 糖类化合物旋光度的测定 .....	(203)
实验九 薄层色谱法 .....	(205)
实验十 柱色谱法 .....	(208)
实验十一 乙酰水杨酸的制备 .....	(210)
实验十二 乙酸乙酯的制备 .....	(213)
实验十三 肉桂酸的制备 .....	(215)
实验十四 外消旋苦杏仁酸的拆分 .....	(219)
实验十五 性质实验(一) .....	(221)
实验十六 性质实验(二) .....	(227)

## 第九章 物理化学实验项目卡

实验一 一级反应速率常数及活化能的测定 .....	(232)
实验二 电导法测定磺胺嘧啶的解离常数 .....	(235)
实验三 双液系的气液平衡相图 .....	(239)
实验四 黏度法测定右旋糖酐的分子量 .....	(244)
实验五 热分析技术的应用 .....	(247)
实验六 燃烧热的测定 .....	(249)
实验七 溶胶的制备及性质 .....	(251)
实验八 表面张力的测定 .....	(256)

## 第十章 综合性实验项目卡

实验一 甘氨酸合铜(II)的制备及组成分析 .....	(260)
实验二 过氧化钙的制备及含量测定 .....	(262)
实验三 苯巴比妥的合成、精制、结构确证和含量测定 .....	(265)

参考文献 .....	(271)
------------	-------

## 附录

附录一 常用灭火器类型及适用范围 .....	(272)
------------------------	-------

附录二	我国通用试剂的分类及标志	(272)
附录三	实验室常见危险品及储存	(273)
附录四	常用酸、碱的密度和浓度	(274)
附录五	常见弱酸、弱碱的离解常数	(275)
附录六	常见盐的溶解性表	(278)
附录七	常见难溶电解质的溶度积常数	(279)
附录八	常见配合物的稳定常数	(281)
附录九	常用酸碱指示剂及其配制	(282)
附录十	常用混合指示剂及其配制	(283)
附录十一	常用氧化还原指示剂及其配制	(284)
附录十二	常见金属离子指示剂及其配制	(285)
附录十三	常用缓冲溶液的配制	(285)
附录十四	常用无机试剂的配制	(286)
附录十五	常用有机试剂的配制	(287)
附录十六	常用基准物质的干燥条件及应用	(289)
附录十七	常用化学物质毒性和易燃性	(289)
附录十八	常用有机试剂的属性	(292)
附录十九	常用有机溶剂的纯化	(294)
附录二十	化学实验常用参考书和手册	(299)
附录二十一	常用危险化学品标志图	(303)
附录二十二	元素周期表	(306)



**上篇**  
**理论与技能部分**





# 第一章 绪 论

实验教学准备是实验教学的前哨站,是实验教学过程中的首要环节。实验教学准备工作贯穿实验教学全过程,涉及人、财、物等各方面,准备的头绪多,实验用品较杂且易遗漏,技术保障性要求强,需要统筹兼顾,有条不紊地逐项展开。为了使实验室工作人员方便而从容地开展实验教学保障工作,本章着重从四个方面系统全面地阐述了化学实验室工作人员的职业道德要求、常规工作内容、工作标准、工作方法及要求,力求使从事实验室工作的人员对实验教学准备工作有一个全面的了解和认识,知道做什么,怎么做,有的放矢,以期使实验准备工作达到科学、规范、准确、高效的目的。

## 第一节 化学实验室工作人员的职业道德要求

化学实验室工作人员是实验教学队伍中的重要成员,高质量的实验教学准备工作是实验教学顺利开展并取得良好实验结果的前提和保证,直接关系到实验教学的效果和人才培养质量。根据实验室工作人员的地位、作用、工作性质和特点,要圆满完成实验教学任务,至少应做好如下三个方面。

### 一、良好的职业道德

实验室工作人员最突出的工作性质和特点是实验教学准备的工作量较大,头绪多且任务较重;岗位重要但有时受重视的程度不够;整年忙于实验教学但可能晋职晋级较难;工作辛苦但可能报酬较低等。因此,必须要有较强的事业心和责任感,具有较高的工作积极性和主人翁精神,做到既要把工作当成事业做,热爱本职,勤于动脑,刻苦钻研,在业务知识、能力水平和综合素质上成为岗位上不可或缺的人才;又要牢固树立默默无闻、吃苦耐劳的老黄牛精神和胸怀宽广、心底无私的奉献精神,尽职尽责地把本职工作做好,让领导和同事放心,牢记工作使命,恪尽教书育人的责任。

### 二、创新的工作理念

理念统揽全局,规范全部工作。在一个良好的工作理念的指导下开展工作,则圆满完成化学实验准备任务就有了前提和保证。本手册遵循的工作理念是:规范化、制度化、科学化,做到“实验准备有依据、试剂配制有标准、仪器操作有规范、质量保障有监控”。

### 三、过硬的工作作风

工作作风反映一个人的处事态度和行为习惯,直接关系到完成任务的速度、效率和质量。因此,良好的工作作风在实验教学准备工作中就显得非常重要。具体做到在处事态