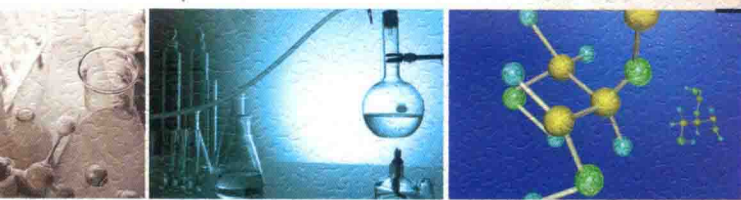


YAOXUE
JICHU HUAXUE SHIYAN

药^学基础 化学实验 (第2版)



主 编 ● 廖昌军 明 新 邓晶晶
副主编 ● 廖丽云 秦 琴 尤思路



西南交通大学出版社

药 学 基 础 化 学 实 验

(第 2 版)

主 编 廖昌军 明 新 邓晶晶

副主编 廖丽云 秦 琴 尤思路

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

药理学基础化学实验 / 廖昌军, 明新, 邓晶晶主编

—2 版. —成都: 西南交通大学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-5643-6393-2

I. ①药… II. ①廖… ②明… ③邓… III. ①药物化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①R914-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 204990 号

药理学基础化学实验

(第 2 版)

主编 廖昌军 明新 邓晶晶

责任编辑 罗在伟

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社

(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 87600533

官网 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 14

字数 345 千

版次 2018 年 8 月第 2 版

印次 2018 年 8 月第 4 次

定价 38.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-6393-2

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

本书编委会

主 编	廖昌军	明 新	邓晶晶
副主编	廖丽云	秦 琴	尤思路
编 委	王 茜	代 晶	朱 军
	刘冬恋	巫传玲	杨万清
	李 智	李婷婷	辛 莹
	陈风雷	熊 静	胡雪梅
	王宏丽		

前 言

高等医学院校的教学形式主要有理论教学和实验教学两种。近年来,实验教学的重要性已被众多教育专家所认同,实验教学对培养和促进学生的科研思维 and 实际动手能力起着非常重要的作用。

省属本科高校必须把人才培养目标定位于培养应用型人才,而应用型本科人才是把一般科学理论应用于各类实践活动的人才,他们是介于研究型人才与技能型人才之间的一个人才层次。为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》和《成都医学院十三五规划》的精神,加强实验室、校内外实习基地、课程教材等基本建设。推进高校实验教学内容、方法、技术、手段、队伍、管理及实验教学模式的改革与创新,支持学生参与科学研究,强化实践教学环节,加强学生实践能力和创新精神培养。《药学基础化学实验》是将无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等经典实验内容进行有机组合后编写而成的。在第一版教材的基础上,增加了实验内容,同时利用多媒体技术将传统的实验操作视频、仪器标准操作规程、仪器操作视频和虚拟实验操作等进行数字化处理,转化为适用于各类电子终端的数字化教材。旨在通过对本课程的理论学习和相应的实践操作,提高学生基础化学实验技能与分析解决问题的能力,实现学生创新意识、应用能力全面协调发展,为药学专业实验的学习打下坚实的基础。同时将“育人为本、德育为先”的教育理念引入专业实践教学内容中,整合配备实验教学师资资源、依托中药药剂学实验室与结构特异性小分子药物实验室两个省厅级重点实验室,构建“基本技能训练实验、综合性实验和设计性实验”以及德育教育相结合的新型药学应用型人才培养实践教学体系。

本书共计二十六章。第一章的内容为实验室基础知识,这是每一个进入实验室进行实验工作的人员的必备常识,主要论述了实验室安全与环保、实验基本规则及常识、实验记录的基本知识和实验数据获取、分析及处理的基本知识。第二章至第八章的内容主要为化学基础知识与基本操作技能,分别介绍了药学专业学生必备的化学技能操作实验。第九章至第十四章的内容主要为无机化学、有机化学、分析化学容量分析等实验内容。第十五章至第十九章的内容主要为仪器分析方法。第二十章至第二十五章主要为物理化学的实验内容。第二十六章为设计性实验。在实验项目的设置上,着力体现学科交叉、融合的特点,做到验证性、基础性、综合性和设计性实验的有机结合,实现实验教学内容与科研、社会应用实践密切联系。

本教材可供全国高等医药院校药学、药物制剂、医学检验等专业的学生使用,亦可作为高等职业技术教育药学相关专业教材或自学教材。

本书编委会

2018年5月

目 录

第一章 实验室基础知识	1
第一节 实验室安全及环保	1
第二节 实验基本规则及常识	4
第三节 文献查阅及实验记录	6
第二章 基本技能实验	8
实验一 实验安全及基础操作技能训练	8
实验二 称量与一般溶液的配制	19
实验三 缓冲溶液的配制	24
实验四 玻璃工操作	26
第三章 含水盐化合物制备实验技术	29
第一节 概 述	29
第二节 性 质	29
第三节 实验项目	30
实验一 五水合硫酸铜的制备与提纯	30
实验二 葡萄糖酸锌的制备	32
实验三 硫酸亚铁铵的制备	33
第四章 碱金属、碱土金属实验技术	36
第一节 概 述	36
第二节 碱金属、碱土金属的性质	37
第三节 离子鉴定	37
第四节 实验项目	38
实验一 药用氯化钠的制备及杂质限度检查	38
实验二 碱金属和碱土金属的性质	41
第五章 熔化与凝固实验技术	45
第一节 基本概念	45
第二节 熔化与凝固过程	45
第三节 实验项目	46
实验一 苯甲酸熔点的测定	46

第六章 重结晶、蒸馏与简单分馏实验技术	49
第一节 基本概念	49
第二节 操作方法及步骤	50
第三节 实验项目	53
实验一 苯甲酸重结晶和减压过滤	53
实验二 乙醇的常压蒸馏	55
实验三 乙酰乙酸乙酯的减压蒸馏	56
第七章 萃取与洗涤实验技术	59
第一节 萃取与洗涤	59
第二节 操作方法	59
第三节 实验项目	61
实验一 萃取与洗涤	61
实验二 从茶叶中提取咖啡因	64
第八章 羧酸的化学性质	67
第一节 羧酸的结构与性质	67
第二节 实验项目	68
实验一 羧酸的化学性质	68
第九章 滴定分析实验技术	70
第一节 概述	70
第二节 酸碱滴定实验技术	70
第三节 配位滴定实验技术	72
第四节 氧化还原滴定实验技术	73
第五节 实验项目	74
实验一 滴定分析基本操作	74
实验二 NaOH 标准溶液的配制与标定	76
实验三 混合碱的含量测定	78
实验四 混合酸 ($\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$) 的含量测定	80
实验五 药用硼砂的含量测定	81
实验六 EDTA 标准溶液的配制与标定	83
实验七 水硬度的测定	85
实验八 0.1 mol/L 碘标准溶液的配制与标定	87
实验九 维生素 C 含量的测定	89
实验十 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	91
第十章 沉淀滴定和重量分析实验技术	94
第一节 沉淀滴定法	94
第二节 重量分析法	95

第三节	实验项目	96
实验一	氯化铵的含量测定	96
第十一章	羧酸衍生物制备实验技术	98
第一节	羧酸衍生物的结构与性质	98
第二节	实验项目	99
实验一	苯甲酸乙酯制备	99
实验二	肉桂酸的制备	102
第十二章	醇和酚的性质	105
第一节	概 述	105
第二节	化学性质	105
第三节	实验项目	106
实验一	醇和酚的性质	106
第十三章	果胶的提取实验技术	110
第一节	果胶的结构与性质	110
第二节	实验项目	111
实验一	果皮中提取果胶	111
第十四章	电位分析实验技术	114
第一节	概 述	114
第二节	电化学分析法	114
第三节	实验项目	117
实验一	用酸度计测定溶液的 pH	117
实验二	磷酸的电位滴定	118
第十五章	紫外可见分光光度法实验技术	121
第一节	概 述	121
第二节	紫外可见光谱法的基本原理	121
第三节	紫外-可见分光光度计	122
第四节	实验项目	123
实验一	维生素 B ₁₂ 注射液的鉴别和含量测定	123
第十六章	荧光分析实验技术	125
第一节	概 述	125
第二节	荧光分析法	125
第三节	实验项目	127
实验一	分子荧光光度法测定奎宁的含量	127

第十七章	红外光谱法分析实验技术	129
第一节	概 述	129
第二节	红外光谱仪	130
第三节	红外光谱分析	132
第四节	实验项目	132
实验一	红外分光光度法测定药物的化学结构	132
第十八章	原子吸收光谱法实验技术	134
第一节	概 述	134
第二节	基本原理	134
第三节	实验项目	136
实验一	火焰原子吸收光谱法测定水中钙、镁的含量	136
第十九章	色谱分析法实验技术	139
第一节	概 述	139
第二节	色谱分析基本原理	140
第三节	色谱定量分析方法	141
第四节	薄层色谱实验技术	142
第五节	气相色谱仪的主要部件	144
第六节	高效液相色谱仪的主要部件	146
第七节	实验项目	147
实验一	薄层色谱实验	147
实验二	气相色谱归一化法实验	149
实验三	气相色谱法测定酞剂中乙醇的含量	151
实验四	高效液相色谱法测定阿司匹林肠溶片的含量	152
第二十章	配位化合物实验技术	155
第一节	配位化合物的结构	155
第二节	配位化合物的稳定性	155
第三节	配位平衡	156
第四节	实验项目	157
实验一	银氨配离子配位数及稳定常数的测定	157
实验二	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备和组成的测定	160
实验三	配位化合物的生成及配位平衡	162
实验四	液相反应平衡常数的测定	165
第二十一章	电离常数的测定实验技术	169
第一节	基本概念	169
第二节	弱电解质的电离——电离平衡	169

第三节	实验项目	171
实验一	电位法测定弱酸电离常数	171
第二十二章	稀溶液的依数性实验技术	174
第一节	溶液的饱和蒸气压下降	174
第二节	溶液的沸点升高和凝固点下降	175
第三节	实验项目	176
实验一	冰点降低法测定葡萄糖的摩尔质量	176
实验二	用液体饱和蒸气压法测定摩尔汽化焓	179
第二十三章	化学动力学实验技术	182
第一节	基本概念	182
第二节	简单反应级数的动力学	182
第三节	实验项目	184
实验一	活化能的测定及温度对化学平衡的影响	184
实验二	蔗糖水解反应速率常数的测定	188
实验三	金霉素水溶液的稳定性及有效期预测	191
实验四	乙酸乙酯的制备和皂化反应速率常数的测定	193
第二十四章	质谱实验技术	197
第一节	概 述	197
第二节	质谱法的基本原理和质谱仪	197
第三节	实验项目	201
实验一	家兔血浆中豆腐果苷与天麻素的含量测定	201
第二十五章	次甲基蓝在活性炭上吸附比面积的测定	205
第一节	次甲基蓝的结构与性质	205
第二节	实验项目	205
实验一	溶液吸附法测定活性炭的比表面积	205
第二十六章	设计性实验——药物稳定性及有效期测定	209
参考文献		211

第一章 实验室基础知识

第一节 实验室安全及环保

实验室是教学科研的重要基地，其安全管理是实验工作正常进行的基本保证。在实验室中，实验人员经常与毒性很强、有腐蚀性、易燃烧和具有爆炸性的化学药品直接接触，常常使用易碎的玻璃和瓷质器皿，甚至在煤气、水、电等高温电热设备的环境下进行着紧张而细致的工作，因此必须十分重视实验室的安全工作。

一、实验事故的防护

1. 眼睛安全防护

在实验中，可能会因为意外事故发生而伤害眼睛。例如，腐蚀性化学药品或试剂溅入眼睛而灼伤或烧伤，碎玻璃等坚硬物质刺伤眼睛，化学药品或试剂爆炸损伤眼睛等。因此，在实验中应注意保护眼睛，必要时应佩戴护目镜。一般化学药品溅入眼睛时，应立即用洗眼液或者大量的清水冲洗眼睛。若发生意外事故，必须尽快处理，并到医院进行治疗。

2. 预防火灾

在实验中经常会使用一些易挥发、易燃的有机试剂和溶剂，如甲醇、乙醇、丙酮、氯仿等。为防止火灾事故的发生，实验室内要保持良好的空气流通，禁止吸烟。实验中使用明火时，应先注意是否有人正在使用易燃、易爆的溶剂或气体，若有人使用，则应禁止同时使用明火。正确地使用各种加热仪器，避免因不当使用电炉等加热仪器而引发火灾。

预防火灾必须严格遵守以下操作规程：

(1) 严禁在开口容器和密闭体系中用明火加热有机溶剂，只能使用加热套或水浴加热。

(2) 废有机溶剂不得倒入废物桶，只能倒入回收瓶，以后再集中处理。量少时用水稀释后排入下水道。

(3) 不得在烘箱内存放、干燥、烘焙有机物。

(4) 在有明火的实验台面上不允许倾倒有机溶剂或放置盛有有机溶剂的开口容器。

实验室中一旦发生火灾，切不可惊慌失措，要保持镇静，首先应立即熄灭附近所有的火

源,切断电源,移开未着火的易燃物,再根据具体情况正确地进行灭火处置或立即报火警(火警电话 119)。

(5) 注意一些能在空气中自燃的试剂的使用与保存(如煤油中的钾、钠和水中的白磷)。

一般灭火方法如下:

(1) 容器中的易燃物着火时,用灭火毯盖灭。

(2) 乙醇、丙酮等可溶于水的有机溶剂着火时,可以用水灭火。汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,不能用水,只能用灭火毯或砂土盖灭。

(3) 导线、电器和仪器着火时不能用水和二氧化碳灭火器灭火,应先切断电源,然后用 1211 灭火器(内装二氟一氯一溴甲烷)灭火。

(4) 个人衣服着火时,切勿慌张奔跑,以免风助火势,应迅速脱衣,用水龙头浇水灭火,火势过大时可就地卧倒打滚压灭火焰。

3. 一般性事故的防护

在实验过程中不慎发生受伤事故时,应立即采取适当的急救措施:

(1) 割伤。实验中由于玻璃仪器的使用和操作不当,例如,切割玻璃管或玻璃棒,将玻璃管插入橡皮管或橡皮塞,装配或拆卸玻璃仪器不规范等,都可能使玻璃仪器破损,致使玻璃碎片割伤手指。发生割伤事故时,可先用无菌水清洗伤口,并取出碎玻璃,再用无菌绷带或创可贴进行包扎。如伤口较大或流血较多,则应注意压紧或扎住主血管止血,并立即送医院治疗。

(2) 烧伤、烫伤。实验中有时会发生烧伤或触及炽热物体导致的烫伤事故。一般的轻度烧伤、烫伤,可先用冷水或冰水等浸润处理,再涂抹药膏;严重的烧伤、烫伤则应立即送医院治疗。

(3) 化学试剂的灼伤。实验时,被化学试剂灼伤时有发生,例如刺激性气体对皮肤和呼吸道的灼伤,酸或碱造成的皮肤灼伤等。酸灼伤应用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液淋洗;碱灼伤应用 2% 的醋酸溶液或 1% 的硼酸溶液淋洗,然后用大量清水冲洗 15 min;酚触及皮肤引起灼伤时,应该用大量清水冲洗,并用肥皂和水洗涤,忌用乙醇;卤素及无机酸气体易造成吸入性呼吸道灼伤,如发生较大量的吸入,则应及时送医院治疗。

(4) 煤气中毒。发生煤气中毒事故时,应到室外呼吸新鲜空气,严重时应立即到医院诊治。

(5) 水银中毒。水银容易由呼吸道进入人体,也可以经皮肤直接吸收而引起积累性中毒。严重水银中毒的征象是口中有金属气味,呼出气体也有气味,流唾液,牙床及嘴唇呈黑色,淋巴腺及唾液腺肿大。若不慎水银中毒,应送医院急救。急性中毒时,通常用碳粉或呕吐剂彻底洗胃,或者食入蛋白(如 1 L 牛奶加 3 个鸡蛋清)或蓖麻油解毒,并使之呕吐。

(6) 触电。触电时可按下述方法之一切断电路:① 关闭电源;② 用干木棍使导线与触电者分开;③ 让触电者和土地分离。急救时,急救者必须做好防止触电的安全措施,手或脚必须绝缘。

(7) 爆炸。常压操作加热反应时,切勿在封闭系统内进行,在反应进行时,必须经常检查仪器装置的各部分有无堵塞现象;减压蒸馏时,不得使用机械强度不大的仪器(如锥形瓶、平底烧瓶、薄壁试管等),必要时,要戴上防护面罩或防护眼镜;使用易燃易爆物(如氢气、乙炔和过氧化物)或遇水易燃烧爆炸的物质(如钠、钾等)时,应特别小心,严格按操作规程操作;若反应过于猛烈,要根据不同情况采取冷冻和控制加料速度等措施。

二、化学试剂的储存及使用

1. 化学试剂的储存

实验室不能储存过多的化学试剂药品，尤其是不稳定，低沸点，易挥发，对光、湿、热敏感，毒性大的化学试剂。实验室使用化学试剂应遵循按需领取、安全管理和规范使用的原则。

被储存的化学试剂应有明确的标签，并按要求存放。液体应存放在细口玻璃瓶中，固体应存放在广口玻璃瓶或广口塑料瓶中；对光敏感的试剂药品应存放在棕色玻璃瓶中，并避光存放；对湿、热敏感的化学试剂要严格密封储存；对于一些毒性大或危险性大的化学试剂，如金属钠、氰化钠、活性镍等要由专人负责，并严格按照规定保管储存。常用的一般性试剂药品存放在实验架上，易产生挥发性气体的化学试剂应存放在通风橱内。

2. 化学试剂的使用

实验人员了解所使用化学试剂的理化性质，做到安全使用，应注意如下几个方面：

(1) 用于化学实验的化学试剂无论是否有毒，一律不能入口。

(2) 应使用干净的药匙取用试剂。1支药匙不能同时取用2种试剂，药匙每取完1种试剂后，都应将其擦拭干净。

(3) 开启易挥发液体的瓶塞时，瓶口不能对着眼睛，以防瓶塞启开后，瓶内蒸气喷出，伤害眼睛。

(4) 使用易燃、易爆的有机溶剂时，要避开明火，保持实验室良好的通风；使用易挥发的化学试剂时，应在通风橱内进行，减少试剂的吸入；对于毒性大的化学试剂，要在教师的指导下使用，戴橡皮手套和防毒面具操作，同时应做好防护工作；易潮解、风化的试剂，用毕要将瓶盖盖严，长时期不用时，可用石蜡将瓶盖密封，或用胶套封口，并在低温干燥处保存。

(5) 试剂取出后，未用完的剩余部分不能再放回原瓶，以免污染原瓶试剂。

(6) 实验后的反应物残渣、废液，应倒入指定容器内，对于危险品（如白磷、金属钠、浓酸、强氧化剂和有机溶剂及毒品），必须经过处理后才能倒入废液桶。

三、实验室环保

实验室应保持整洁、明亮、通风、环保。实验室“三废”的处理是实验室环保的重要内容。各类废物按固体、液体、有机物、无机物等分类存放，集中处理，不得随意倒入下水道或混合处理。

1. 废弃物的分类

(1) 易燃性：废弃物的着火点等于或低于 60°C 。

(2) 腐蚀性：pH 在 2.0 以下或 12.5 以上的废弃物。

(3) 反应性：具有化学不稳定性，能与空气、水或其他化学试剂起强烈反应，甚至引起爆炸的废弃物。

(4) 有毒性：废弃物会对生物体造成破坏或引起功能紊乱，此种废弃物可能经由皮肤、呼吸或口服而导致急性或慢性疾病。

(5) 传染性：带有生物或寄生虫，能使人类或动物致病的废弃物。

(6) 生物累积性：化学物质通过呼吸、吞食或皮肤吸收进入生物体后，难以代谢和排泄，在体内短暂或长时间存在，累积而致疾病产生的废弃物。

(7) 致突变性、致癌性或致畸胎性：废弃物内含某种物质，能使生物的遗传基因产生结构上的永久改变，或能诱发癌症，或导致后代躯体或官能缺陷的废弃物。

2. “三废”的处理办法

(1) 微量化学物质可直接排入下水道。一般情况下，微量泛指清洗玻璃器皿的残存量。

(2) 原则上具有上述特性，浓度或数量足以影响人体健康或污染环境的液体废弃物，不得排入下水道，应将该类废液分类，用安全容器收集储留，并在容器外壁用卷标纸明显标记出废液种类、名称及浓度，危险性药品应有明显标注。然后由各实验室负责人将平时产生的废液暂时储存，不得随意弃置。

(3) 大部分空的化学试剂盛装容器均可视为一般废弃物丢弃，集中放置于垃圾间。所谓空容器泛指化学物容器经正常使用，容器内部仅存附着表面的微残余量的容器。

(4) 若所使用的化学药品是属于环保局公告的毒性化学物质，则储存该类化学物质的容器均应用适当溶剂冲洗后再置于垃圾间，经冲洗后的溶剂废液应当作为有害性废弃物处理。

(5) 对于过期的化学药品丢弃时最好使用原包装，尤其是对固体废弃物或少量的毒性废弃物。

(6) 化学废液混合前应考虑其兼容性，储存兼容废液种类不能太多，否则会影响进一步处理。一些较易产生爆炸危害的混合物列举如下：① 迭氮化钠与铅或铜的混合物；② 胺类与漂白水的混合物；③ 硝酸银与酒精的混合物；④ 次氯酸钙与酒精的混合物；⑤ 丙酮在碱性溶液下与氯仿的混合物；⑥ 硝酸与醋酸酐的混合物；⑦ 氧化银、氨水、酒精等废液的混合物。其他一些极易产生过氧化物的废液（如异丙醚），也应特别注意，因为过氧化物极易因热、摩擦、冲击而引起爆炸，此类废液处理前应将其产生的过氧化物先行消除。

(7) 可燃性液体废弃物应收集在通风良好的储存空间，并设置灭火防火设备。

(8) 废弃物储存容器应当慎选，对大部分的化学物质而言，聚丙烯（PE）材质最具耐受性，填装时应尽可能装满（达到容器容积的 2/3 左右），以便于运送和集中处理，容器必须无破损，在储存期间所有容器均应密封。

(9) 所有容器外表应保持干净，方便人员搬运。

第二节 实验基本规则及常识

一、实验室基本规则

(1) 实验前必须预习，明确实验目的，了解实验原理和方法。

(2) 实验时必须遵守纪律，保持安静，不得随意走动或离开实验室。

(3) 第一次进入实验室必须注意学习了解学校制定的安全规则及本实验室制定的实验室规则等,还应在教师指导下学会灭火器的使用。

(4) 实验过程中必须遵守操作规程,注意安全,特别是使用易燃、易爆、有毒药品时,必须严格按照实验规定的方法、步骤和注意事项进行操作。仔细观察,准确记录实验现象和结果。

(5) 爱护公物,节约使用药品、水、电和实验相关物品。公用仪器、药品和其他实验物品不得拿到自己的实验台上。

(6) 取用试剂时要求按规定取用,用后随手盖好瓶塞,切不可错盖瓶塞。实验室内所有药品不得携出室外。用剩的药品应交还给老师。

(7) 实验中,保持实验室、实验台的整洁,废纸、火柴梗等杂物应用烧杯装放,实验结束后倒入垃圾筐中,严禁乱丢。废液统一倒入废液桶中,不可倒入水槽或下水道中。有毒气体的实验应在通风橱内进行。

(8) 使用仪器设备前必须首先掌握其使用方法及注意事项,安装检查合格后方可接通电源。注意使用完毕后,断电方式及仪器的规范收理,并作使用登记,请教师验收。

(9) 不要用湿的手、物接触电源,水、电一经使用完毕,应立即关闭。

(10) 加热试管内液体时,不能对着自己 and 他人。火源应远离易燃物品。不要俯视加热的液体。

(11) 如遇意外事故,应立即报告教师,并采取相应措施。

(12) 实验结束时,清理实验台,把所用的仪器洗净后放入柜内,如有损坏,须办理补领手续,并按有关规定赔偿。

(13) 离开实验室前,由值日生打扫实验室卫生,按教师指导处理好废品,并关好水、电、门、窗,经教师同意后方可离开实验室。

二、实验室常识

(1) 挪动干净玻璃仪器时,勿使手指接触仪器内部。

(2) 量瓶是量器,不要用量瓶作盛器。带有磨口玻璃塞的量瓶等仪器的塞子,不能盖错。带玻璃塞的仪器和玻璃瓶等,如暂时不使用,则要用纸条把瓶塞和瓶口隔开。

(3) 洗净的仪器要放在实验架上或干净纱布上晾干,不能用抹布擦拭,更不能用抹布擦拭仪器内壁。

(4) 除微生物实验外,不要用棉花代替橡皮塞或木塞堵瓶口或试管口。

(5) 不要用纸片覆盖烧杯和锥形瓶等。

(6) 不要用滤纸称量药品,更不能用滤纸作记录。

(7) 不要用石蜡封闭盛装精细药品的容器瓶口,以免掺混。

(8) 标签纸的大小应与容器相称,可用大小相当的白纸代替,但绝对不能用滤纸。标签上要注明物质的名称、规格和浓度、配制的日期及配制人。标签应贴在试剂瓶或烧杯的 $\frac{2}{3}$ 处,试管等细长形容器则将标签贴在上部。

(9) 使用铅笔作标记时,要作在玻璃仪器的磨砂玻璃处;如用玻璃蜡笔或水不溶性油漆

笔作标记，则作在玻璃容器的光滑面上。

(10) 凡是反应产生烟雾、有毒气体和有臭味气体的实验，均应在通风橱内进行。橱门应紧闭，非必要时不能打开。

(11) 用实验动物进行实验时，不允许戏弄动物。进行处死或解剖等操作时，必须按照规定方法进行，绝对不能用动物、手术器械或药物嘻戏玩耍。

(12) 使用贵重仪器（如分析天平、比色计、分光光度计、酸度计、冷冻离心机、高效液相色谱仪等）时，应十分重视，加倍爱护。使用前，应熟知其使用方法，若有问题，随时请教指导实验的教师。使用时，要严格遵守仪器标准操作规程；发生故障时，应立即关闭仪器，并告知管理人员，不得擅自拆修。

(13) 一般容量仪器的容积都是在 20°C 下校准的。使用时，如温度差异在 5°C 以内，容积改变不大，则可以忽略不计。

第三节 文献查阅及实验记录

一、文献查阅

在实验前应进行有关实验文献的查阅，可利用网络、图书馆等资源对关键词、作者和文章题目等项目进行检索，获取有用的信息，同时对收集的信息进行整理和加工。通过阅读信息了解相关研究的进展，加深对实验原理、实验方法、操作步骤和实验注意事项等的理解。

二、实验记录

准确、规范的实验记录可为科学研究者提供研究思路，减少或避免不必要的重复劳动，缩短研究时间，提高研究效率和水平。记述不清楚或伪造实验记录，会给科研工作带来不必要的麻烦和困难，甚至使科研工作误入歧途。因此，了解实验记录中存在的问题，规范实验记录的写作，有利于提高实验水平。

实验记录必须规范、真实。实验记录有统一的要求和格式，应采用专用的实验记录本，记录实验的内容应包括：实验时间、实验地点、实验室环境、实验名称、实验目的、实验原理、实验材料、实验方法与步骤、原始实验数据、实验现象、实验结果、实验分析、实验结论等。一些实验记录在研究方法、实验步骤等内容中记述过于简单，或实验记录不完整，导致其他研究人员参考实验记录时，难以重复实验结果。因此，必须做到实验记录的及时性、真实性、完整性，绝不能事后记录和随意记录，否则，易养成不良的实验习惯，影响科学研究工作的开展。

实验报告书写的基本要求：

(1) 实验目的：相当于论文前言部分，但不要求提供实验背景，只需要说明为什么要进行该项实验，拟解决什么问题，具有什么意义等。

(2) 实验原理：不能简单地照抄教材，应该用精炼的语言归纳出完整的内容，需要注意使用科学术语。

(3) 实验材料：所用仪器、材料应介绍完全，包括名称、型号、规格、数量等，并注明所用药品试剂的来源及配制方法。

(4) 实验方法与步骤：应该清晰准确，包括实验操作的方法和先后顺序及相应的时间、操作注意事项等内容，此外还包括实验数据的测量和选取方法及注意事项。

(5) 实验结果：实验结果的书写主要包括文字描述、绘图及制表等形式。文字描述要求使用科学而精炼的语言对实验过程进行描述，注意不要使用口语化语言；绘图要求使用铅笔，应准备 2H (或 3H) 及 HB 铅笔。生物绘图要求具有高度的科学性，形态结构要准确，比例要正确，要有真实感、立体感，力求精细而美观，画面要整洁，绘图的线条要求光滑、匀称。图的位置应该略偏左，右边用于书写注释及说明。图注一般在图的右边，要完整，注图线一般为直线，间隔要均匀，图注部分接近时可用折线，但不能交叉。图的下方应注明图名，如绘制显微结构，则还应注明放大倍数。实验数据较多时，也可用表格的形式给出处理结果。

(6) 实验分析：实验结果分析是根据已知的理论知识对本实验结果进行实事求是、符合逻辑的分析推理，从而推导出恰当的结论，最好能提出实验结果的理论意义和应用价值。如果实验出现非预期的结果，绝对不能舍弃或随意修改，要对“异常”的结果进行分析研究，找出出现“异常”结果的原因。有时候也正好能从某种“异常”的结果中发现新的有价值的东西，从而实现新理论的建立，以及促进实验技术的改进等。此外，还可以就操作及实验结果中的难点和关键问题进行讨论。

(7) 实验结论：实验结论应与实验目的相呼应。结论是从实验结果和讨论中归纳出概括性的判断，即是本次实验所能验证的理论的简明总结。实验结论不是实验结果的简单重复，不应罗列具体的结果，也不能随意推断和引申。如果实验结果未能说明问题，就不应勉强下结论。