

普通高等学校教材



制药工程专业 实验教程

Experimental Course of Pharmaceutical Engineering

李瑞芳 张贝贝 主 编



科学出版社

普通高等学校教材

制药工程专业实验教程

李瑞芳 张贝贝 主编

王 乐 宇光海 杨硕晔 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材是根据普通高等学校制药工程专业特点组织编写的综合性专业实验课教材,涵盖了药物化学、生物制药工艺学、药剂学和药物分析学课程的实验教学内容,阐述各专业课实验项目的实验目的、实验原理、实验设备与实验材料、实验步骤、实验结果、注意事项等内容,同时,还设有思考题供学生拓展思维。

本教材适合高等学校制药工程及相关专业本科生使用,也可作为药物研究开发、分析检验等药学工作者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

制药工程专业实验教程/李瑞芳,张贝贝主编. —北京:科学出版社, 2018.5

普通高等学校教材

ISBN 978-7-03-057126-7

I. ①制… II. ①李… ②张… III. ①制药工业—化学工程—实验—高等学校—教材 IV. ①TQ46-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第069642号

责任编辑:刘 畅/责任校对:王晓茜
责任印制:吴兆东/封面设计:谜底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年5月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018年5月第一次印刷 印张:9 1/2

字数:189 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

目前,我国高等学校制药工程专业实践教学环节薄弱,实践教学能力亟待加强。为提高制药工程专业实验教学效果,我们组织编写了本教材。本教材可作为普通高等学校制药工程专业及相关专业的实验教材。

本教材依据普通高等学校制药工程专业实验教学内容进行编写,分为6章。第一章绪论,介绍实验室安全、实验准备与数据处理、实验常用辅助软件和工具书。第二章至第五章,分别是药物化学实验、生物制药工艺学实验、药剂学实验和药物分析学实验,为突出理论引领,每一章的第一节介绍实验理论基础,之后依次介绍每个实验。第六章综合性、设计性实验,旨在促进学生对专业知识的融会贯通。全书实验项目,按照实验目的、实验原理、实验设备与实验材料、实验步骤、实验结果、注意事项的顺序进行编写。为加深学生对实验内容的理解,每个实验后还附有思考题。

本教材由河南工业大学制药工程专业教师集体编写。具体编写分工如下:李瑞芳负责编写第一章绪论,并负责全书的统稿与审校工作。杨硕晔负责编写第二章药物化学实验和第六章的综合性实验一。宇光海负责编写第三章生物制药工艺学实验和第六章的综合性实验二。王乐负责编写第四章药剂学实验和第六章的综合性实验三与设计性实验一。张贝贝负责编写第五章药物分析学实验和第六章的综合性实验四、实验五与设计性实验二、实验三,并对书稿进行了校订。编写人员具有丰富的教学与实践经验,对制药工程专业实验教学特点深有体会。本教材是集体耕耘的成果。在编写和出版过程中,得到了河南工业大学和科学出版社的鼎力支持和帮助,于此一并致以诚挚的谢意。

限于编者水平,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请相关院校同仁在使用过程中提出宝贵意见,以便进一步修订。

编 者

2017年12月于郑州

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 实验室安全	1
第二节 实验准备与数据处理	12
第三节 实验常用辅助软件和工具书	15
第二章 药物化学实验	19
第一节 药物化学实验理论基础	19
第二节 常见实验方法及基本原理	20
实验一 巴比妥的合成	20
实验二 苯妥英钠的合成	22
实验三 对乙酰氨基酚的合成	25
实验四 盐酸普鲁卡因的合成	27
实验五 阿司匹林的合成	30
实验六 扑炎痛的合成	32
实验七 硝苯地平的合成	34
第三章 生物制药工艺学实验	36
第一节 生物制药工艺学实验理论基础	36
第二节 常见实验方法及基本原理	39
实验一 超声法提取茶多酚	39
实验二 超氧化物歧化酶(SOD)的分离纯化及活力测定	41
实验三 超声法提取香菇多糖	45
实验四 溶菌酶的提取纯化及其抑菌实验	48
实验五 双水相体系中蛋白质分配系数的测定	51
实验六 疏水型大孔树脂 D101 吸附亚甲蓝的吸附动力学测定	53
实验七 非极性大孔吸附树脂 DM11 分离纯化青霉素 G 钾盐	55
第四章 药剂学实验	59
第一节 药剂学实验理论基础	59
第二节 常见实验方法及基本原理	64
实验一 溶液型液体制剂的制备	64

实验二 乳剂的制备	68
实验三 膜剂的制备	72
实验四 混悬型液体制剂的制备	76
实验五 散剂与颗粒剂的制备	80
实验六 片剂的溶出度测定	84
实验七 缓释制剂的制备及释放度测定	87
第五章 药物分析学实验	92
第一节 药物分析学实验理论基础	92
第二节 常见实验方法及基本原理	97
实验一 葡萄糖杂质检查	97
实验二 复方乙酰水杨酸片中咖啡因的容量分析法	102
实验三 双波长分光光度法测定复方磺胺甲噁唑片两组分含量	104
实验四 旋光法和折光法测定葡萄糖注射液含量	108
实验五 氯霉素滴眼液的高效液相色谱分析	112
实验六 醋酸氢化可的松中其他甾体的 TLC 检查	114
实验七 气相色谱法测定风油精中薄荷脑的含量	116
第六章 综合性、设计性实验	119
第一节 综合性实验	119
实验一 诺氟沙星的合成	119
实验二 金银花绿原酸的提取、含量测定及抗菌活性检测	126
实验三 黄连素-明胶微球的制备	129
实验四 阿司匹林原料药及肠溶片的全面质量分析	131
实验五 盐酸普鲁卡因原料药及其注射液的全面质量分析	135
第二节 设计性实验	138
实验一 维生素 C 泡腾片的制备工艺设计	138
实验二 巴比妥类药物的鉴别试验	141
实验三 氨茶碱氯化钠注射液成分的含量测定	142
参考文献	144

第一章 绪 论

制药工程专业实验是提高制药工程专业学生专业知识综合运用能力与实践能力的重要途径。通过实验,学生可以掌握药物化学、生物制药工艺学、药剂学、药物分析学等实验的基本操作技能,了解药物合成、药物剂型制备及药物全面控制的技术与检测方法,学习药物制备过程中设备的布置、连接、作用和控制等,对药品生产的基本工艺流程有一个较完整的感性和理性认识,明确药品生产的特殊性。制药工程专业实验有助于提高学生的动手能力、分析和解决实际问题的能力,培养学生设计实验方案的能力,利用实验数据进行分析、处理问题的能力,以及运用文字进行实验内容论述的能力等。实验教学是制药工程专业课程的重要组成部分,也是集中实践教学的必要环节。

药物制备实验过程中,会使用各种易燃易爆试剂、玻璃器具,以及一些精密仪器设备,为保证实验顺利进行,保障人身安全和实验室安全,实验前,学生必须了解实验室的基本情况,认真阅读实验注意事项,并遵守实验室的规章制度。

第一节 实验室安全

为保证实验教学顺利进行,使学生养成良好的实验习惯,学生进入实验室前,必须进行实验室规则与实验室安全培训,考试合格,方可进入实验室。

一、实验室规则

1) 遵守实验室制度,维护实验室安全,不可违章操作,严防爆炸、着火、中毒、触电、漏水等事故的发生。若发生事故应立即报告实验指导教师。

2) 实验前必须认真预习实验内容,了解本次实验的目的要求,学习和理解实验原理和反应方程式,熟悉有关实验步骤、实验装置和注意事项,并写出实验预习报告。完成实验预习报告,经指导教师检查同意后,方能进入实验室进行实验操作。未写实验预习报告者不得进行实验。

3) 实验前,按照实验要求,备齐实验记录本和与实验有关的其他用品,检查、整理好所需仪器、用具。如发现缺损,应立即向指导教师报告,补领或更换。不得自己任意乱拿乱用。

4) 必须穿好实验服, 佩戴护目镜, 不得穿拖鞋、短裤等进入实验室。

5) 进入实验室后, 应服从实验指导教师安排, 严格按照实验分组在指定地点进行实验, 不得擅自调整分组。

6) 认真听实验指导教师讲解, 记录实验注意事项, 不懂的地方及时向实验指导教师请教。

7) 在实验室内要保持安静, 严禁在实验室大声喧哗、打闹、吸烟、吃东西、随地吐痰、乱扔垃圾, 不得擅自离开实验场所。

8) 实验时要集中注意力, 认真操作, 细致观察, 积极思考, 如实记录。实验过程中观察到的现象和结果及有关的重量、体积、温度或其他数据, 应立即如实记录。

9) 要保持实验室整洁。实验台上尽量不放与实验无关的物品。使用过的仪器及时清洗干净, 存放在实验柜内; 固体废弃物和滤纸等丢入废物缸内, 绝不能丢入水槽、下水道或抛至窗外。

10) 参照实验预习报告认真操作, 严格按照实验步骤、仪器规格和试剂用量进行操作, 不得随意改变实验方法与操作步骤。规范取用原料试剂, 正确使用反应装置和各类仪器设备, 合理处理三废(废水、废气、废渣), 保持实验室环境干净、整洁及通畅。

11) 严格规范药品用量。取出的试剂不可再倒回原瓶中, 以免带入杂质。取用完毕, 应立即盖上瓶塞, 归还原处。

12) 操作易燃性有机溶剂, 回流、蒸馏、减压蒸馏时, 不能用明火直接加热, 要放沸石或用一端封死的毛细管, 若在加热时发现无沸石则应冷却后再加入, 防止暴沸冲出。减压系统应装有安全瓶。加液时应停火或远离火源, 一般无漏气开口, 冷凝水要通畅。

13) 有毒和剧腐蚀性药品应妥善保管, 操作后要立即洗手。勿粘及五官和创口, 以免中毒。实验中, 有毒性或腐蚀性气体产生时应在通风橱中进行操作。必要时应戴好防护用具进行工作。

14) 在实验过程中, 严格按仪器说明书或操作规程使用仪器, 防止仪器损坏。未经允许, 不得操纵、拨弄仪器设备。严禁擅自拆卸仪器设备。

15) 实验过程中要注意安全。发生意外事故时, 如仪器设备出现异常气味、打火、冒烟、发热、响声、振动等异常现象或损坏, 应立即切断电源, 关闭仪器, 并向指导教师报告。

16) 实验过程中, 所有使用的器具不得随意借用、混用, 用毕需处理的应及时清洗干净, 或消毒灭菌, 妥善放置。公用物品用完后应立即放回原处。

17) 实验中若发生触电等人身伤害, 应保持镇定并立即切断电源, 马上向指导教师报告, 以便采取相应措施。

18) 实验中要注意节约用水、电和试剂。

19) 实验完毕, 将实验记录交给实验指导教师审阅签字; 将仪器洗净并归还, 保持桌面整洁, 经教师检查合格后方可离开实验室。

20) 实验室应保持整洁、明亮、通风。学生轮流值日。每次实验完毕, 值日生要认真整理, 包括整理公用仪器, 打扫实验室, 将实验台、地面打扫干净, 将桌面、凳子收拾整齐, 倒清废物缸, 处理当日积存的实验垃圾, 经教师审查并同意后, 方可离开实验室。

21) 不得将实验所用仪器、药品随意带出实验室。未经许可不得私自转接、培养微生物, 禁止将微生物私自带出。避免原始菌种受到污染。

22) 实验结束后, 学生应对实验数据进行认真分析和处理, 填写实验报告, 做到字迹工整、图表绘制清晰规范。在实验指导教师规定的时间内交到实验室。

23) 离开实验室前, 必须检查水、电、气, 确保安全后方可离开。

二、实验室安全与环境保护

在制药工程实验中, 除使用水、电、气等之外, 还会经常使用各种易燃易爆、有毒的化学药品, 并需要进行高温、高压、真空等实验操作。使用不当时, 可能会发生着火、爆炸、烧伤、中毒等事故。若缺乏必要的安全防护知识, 常会造成生命和财产的巨大损失。学生在实验前必须了解实验中所用试剂的特性和仪器设备的使用方法, 并牢记操作安全注意事项。实验开始前, 指导教师应重申实验中应特别注意的安全事项, 指出其正确的安全操作方法。学生必须了解各种化学药品的使用与保存方法, 以及安全处理和废弃程序。

(一) 化学药品的正确使用

药物化学实验室经常使用易燃易爆、有毒的试剂, 如乙醚、乙醇、丙酮、氢气、苯, 或强酸、强碱等腐蚀性的试剂, 也常使用玻璃仪器及电器设备。当使用不当时, 就有可能发生着火、爆炸、烧伤、中毒等事故。因此, 在实验中应首先了解和掌握所用化学药品的理化性质, 严格遵守如下安全使用原则, 做到安全使用, 有效防止事故的发生。

1. 化学药品安全使用的一般原则

1) 使用化学药品前, 要详细查阅有关化学药品的使用说明, 充分了解化学药品的物理和化学特性。

2) 严格遵照操作规程和使用方法使用化学药品, 避免对自己和他人造成危害。

3) 不用开口容器盛放易燃溶剂, 而且应将其放置在远离火源处。使用易燃易

爆有机溶剂时,要绝对避开明火。如果实验室中确实需要使用明火时,应考虑周围环境。如周围有人使用易燃易爆溶剂时,应禁用明火。坚决禁止将易燃液体放在敞口容器中用火加热。

4) 实验室里的加热装置的冷凝管要保持畅通,不用火焰直接加热烧瓶,根据反应温度要求,分别使用水浴、油浴或石棉网加热。

5) 金属钠贮存于煤油或石蜡中,残渣不准乱丢。

6) 所有涉及挥发性药品(包括刺激性药品)的操作都必须在通风橱中进行;一般情况下,通风橱内不应放置大型设备,不可堆放试剂或其他杂物;操作过程中不可将头伸进通风橱,反应过程中应尽量使橱门放低;实验中,不得擅自离开岗位。

7) 一定不能使常压或加热系统成为密闭体系,应与大气相通;回流或蒸馏溶剂时,余气出口应远离火源,最好通向室外;事先放好沸石,防止爆沸。若在加热后发现未放沸石,则应待稍冷后再补加,不可在加热过程中加入,以防溶剂暴沸冲出,导致着火。

8) 清楚工作场所所用的危害性物质,了解它们对身体健康的危害,注意采取相应的预防措施。

9) 对于毒性大的试剂或药品,要在教师的指导下使用,同时必须做好防护工作,戴橡皮手套和防毒面具,预备好解救的方法和措施。

10) 化学危险品使用过程中一旦出现事故,应采取相应的控制措施,并及时向实验指导教师和部门报告。

11) 绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外。要严格遵守药品尤其是危险品的开启、取用、稀释、混合、研磨、存放等各种操作规程。一旦有药品尤其是危险品洒落在桌面上或地面上,要尽可能地收集起来,采取正确措施对残留物进行处理,同时报告指导教师。

12) 易燃和易挥发的废弃物不得倒入废液缸或垃圾桶,量大时应专门回收处理。

13) 所有药品不得携带至室外,剩余的危险品要交还给指导教师,实验完毕必须洗净双手。

14) 放射性药品和实验必须有专门人员操作,操作人员进入放射性实验室或操作放射性物质时,必须穿实验服、工作鞋,戴口罩和戴工作帽。有外伤时,不准做放射实验;不准戴手套拿公共药品、仪器及触摸门窗把手等,不准穿实验服在非放射性实验区走动。

15) 不少有机化合物有毒,因此实验时应注意通风,尽量避免吸入烟雾和蒸气。实验试剂不得入口。严禁在实验室内饮食,或把食具带入实验室。实验结束后应洗净双手。

2. 易中毒药品的安全使用原则

大多数化学药品都有不同程度的毒性。有毒化学药品可通过呼吸道、消化道和皮肤进入人体而引发中毒。例如，氟化氢侵入人体，会损伤牙齿、骨骼、造血系统和神经系统；烃、醇、醚等有机物对人体有不同程度的麻醉作用；三氧化二砷、氰化物、氯化汞等是剧毒品，吸入少量就会致死。因此，使用这些药品，需要注意以下事项。

1) 实验前应了解所用药品的毒性、性能和防护措施，接触有毒药品时需戴橡皮手套，操作完毕应立即洗手。切忌将有毒药品接触身体，尤其是伤口处。

2) 剧毒药品，如汞盐、镉盐、铅盐等应妥善保管；使用时必须佩戴个人防护器具，做好应急救援预案；剧毒物品不得私自转让、赠送、买卖；学生使用剧毒物品必须由教师带领。

3) 使用有毒气体或产生有毒或刺激性气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 HCl 、 HF ）的实验操作必须在通风橱中进行。

4) 经常吸入苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等蒸气会使人嗅觉减弱，必须高度警惕。

5) 有机溶剂能穿过皮肤进入人体，应避免直接与皮肤接触。

6) 实验过程中产生的剧毒药品废液、废弃物等要妥善保管，不得随意丢弃、掩埋或者用水冲入下水道。

7) 废液、废弃物等应该集中保存，由学校统一处理。

8) 实验操作要规范，离开实验室要洗手。

3. 易爆药品的安全使用原则

1) 氢、乙烯、乙炔、苯、乙醇、乙醚、丙酮、乙酸乙酯、一氧化碳、水煤气和氨气等可燃性气体与空气混合至爆炸极限，一旦有热源诱发，极易发生爆炸，应防止以上气体或蒸气扩散在室内空气中，保持室内通风良好，当大量使用可燃性气体时，应严禁使用明火和可能产生电火花电器。

2) 过氧化物、高氯酸盐、叠氮铅、乙炔铜、三硝基甲苯等易爆物质，受震或受热可发生爆炸，使用时应注意安全。

3) 强氧化剂和强还原剂必须分开存放，使用时轻拿轻放，远离热源。

4) 超高压汞灯在通电及断电后的 20min 内，不得检修和撞击，以防爆炸。

4. 易燃药品的安全使用原则

药物制备实验，由于经常使用一些易挥发、易燃的有机试剂和溶剂，可能会发生火灾事故。为了防止火灾事故的发生和正确地处理事故，每个学生必须严格遵守实验室的各项规章制度，同时注意以下事项。

1) 实验室内禁止吸烟，保持空气流通。

2) 实验室内严禁使用明火。必须加热处理的，应有专人监护。用毕立即按照

规范封存,需点燃的气体要了解其爆炸极限,先检验并确保其纯度。

3) 防止煤气管、煤气灯漏气,使用煤气后一定要把阀门关好。

4) 正确使用各种加热仪器设备,避免因使用电炉等加热设备而引起火灾。

5) 乙醚、乙醇、丙酮、二硫化碳、苯等有机溶剂易燃,实验室不得存放过多,切不可倒入下水道,以免集聚引起火灾。

6) 金属钠、钾、铝粉、电石、黄磷及金属氢化物要注意使用和存放,尤其不宜与水直接接触。

7) 实验室要有消防器材,并保证人人会用。发生火情时,应冷静判断情况,采取适当措施灭火;可根据不同情况选用水、沙、泡沫或 CO_2 灭火器进行灭火。

一旦发生火灾,不要惊慌,应立即采取措施:迅速切断电源、熄灭火源,移开易燃物品,使用就近的灭火器材扑灭燃火。如容器中溶剂起火,可以使用石棉网、湿抹布、玻璃或金属盖等盖住容器。如衣服着火,切勿乱跑,应使用水冲淋或灭火器灭火。如发生较大的火灾事故,应立即报告有关部门或拨打 119 火警电话报警。

5. 易灼伤药品的安全使用原则

除了高温以外,液氮、强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、乙酸等强烈腐蚀性的药品都会灼伤皮肤;应注意不要与皮肤接触,使用时切忌溅到衣物或身体上,尤其防止溅入眼中。

6. 生物危害试剂的安全使用原则

1) 生物材料,如微生物、动物组织、细胞培养液、血液和分泌物等,都可能存在细菌和病毒,具有感染的潜在危险。因此处理各种生物材料必须戴上一次性手套操作,做完实验后必须用消毒液、洗涤剂或肥皂充分洗净双手。

2) 使用微生物作为实验材料时,尤其要注意安全和清洁卫生。被污染的物品必须进行高压消毒或烧成灰烬。被污染的玻璃器皿应在使用后立即浸泡在适当的消毒液中,然后再清洗和高压灭菌。

3) 进行遗传重组实验,应根据有关规定加强生物危害的防范措施。

(二) 化学药品的储存与取用

1. 化学药品储存的一般原则

1) 实验室一般不能储存过多的化学药品,尤其是那些沸点低,易挥发,对光、湿、热敏感,毒性大的化学药品。

2) 被储存的化学药品,要有明确的标签,必须按要求存放。一般液体存放在细口玻璃瓶中;固体存放在广口玻璃瓶或广口塑料瓶中;光敏感的化学药品存放在棕色玻璃瓶中,并置于避光处;对湿、热敏感的药品要严格密封,储存在玻璃

器皿中；对于一些毒性大或危险性大的化学试剂和药品，如金属钠、氢化钠、氰化钠、活性镍等，要有专人负责，并严格按照规定保管储存。

3) 易燃易爆及有毒物品实行双人、双锁专柜管理，领用时需经实验室负责人签字批准。

4) 实验室使用化学药品应遵循需要多少领取多少、安全管理、规范使用的原则。

5) 常用的一般性试剂和药品存放在实验室的实验架上，易产生挥发性气体的试剂和药品应存放在通风橱内。

2. 特殊化学药品的储存原则

根据药品与试剂的性质和储存要求，可分为以下 5 种。

(1) 强氧化性

根据元素的性质不同，化学药品可分为氧化剂和还原剂，实验室管理人员要对两种试剂进行合理存放，保证两种物质的分类放置。由于氧化剂和还原剂的性质不稳定，并且容易发生反应，因此不能混放在一起。另外，二者在受热和碰撞的情况下会发生氧化还原反应，对药品性质造成破坏，不仅对药品的管理模式不利，也会对实验室整体的安全造成不良影响。在实验室中， KMnO_4 、 KClO_4 及 Na_2O_2 都是氧化剂，应存放在干燥、阴凉、通风处。

(2) 低沸点及不稳定性

在化学药品中还有熔点、沸点不稳定的试剂，要进行集中的低温密封保存，以减轻环境对药品储存的影响。有机试剂甚至要进行砂土的掩埋，以减少药品的挥发。另外，碘单质要用棕色瓶进行保存，以减少药品的质量损失。而对于在空气中存放性质稳定的药品，要按照药品的基础性质进行分类放置，可按酸碱盐、单质和化合物进行有效区分。

(3) 易燃易爆类

易爆类试剂：应放置在通风、远离火源与强光的地方，采用防爆灯照明；与易燃、酸类、易被氧化等物质隔离存放，如三硝基甲苯、三硝基苯酚、硝化纤维等。易燃类试剂：燃烧情况较多，如白磷易自燃，应存放在盛水的棕色广口瓶中，水应将白磷全部浸没，再将试剂瓶埋在盛硅石的金属罐中；金属钾和钠遇水易燃烧，应密封存放于干燥、低温、通风的地方；乙醚、乙醇高温易燃，应避免日晒，隔离热源、火源。

(4) 强腐蚀性

具有强烈腐蚀性的化学药品，接触人体或其他物品后，即产生腐蚀作用，造成破坏或损伤，如强酸、强碱、酚和溴等，要进行集中存放管理。在存放过程中，一定要远离精密度较高的仪器，以避免对实验室设备造成损坏。其中天平、交直流稳压电源等设备，都要远离腐蚀性药品，进行单独放置和保存。

(5) 毒类

一种是剧毒品,具有强烈杀害性,少量侵入人、畜机体即可造成死亡,如汞、氰化物及有机磷制品等;另一种是有毒品,因误食、接触皮肤或侵入机体而使人、畜发生中毒或病害,如 BaCl_2 、 CCl_4 等。此类药品,实验室管理人员应设置存储专柜,实行双人收发,双人保管制度,以保证药品的安全管理。

3. 合理取用药品

取用化学药品应避免浪费和污染,需注意以下几点。

1) 应取用使用要求纯度等级的试剂。

2) 取用过程中应避免污染试剂,用清洁的牛角勺或不锈钢小勺从试剂瓶中取出试剂。若试剂结块,应用洁净玻璃棒捣碎后取出。液体试剂应用洁净量筒倒取。取出但没用完的试剂不得倒回原瓶。

3) 取用过程中应注意安全,打开易挥发试剂的瓶塞时,不可把瓶口对着人,不可用鼻子对着试剂瓶口嗅试剂气味,不得使试剂溅出。

4) 取用易挥发性试剂时应在通风橱内进行,取用有毒有害试剂时应戴相应的防护用具。

4. 试剂、药品的记录

在化学药品使用过程中,药品取用工作的管理较为重要。在药品使用之前,应将药品分类进行登记,保证可以更好地执行相关工作。在药品使用过程中,注重药品登记的科学性、合理性,保证能够在一定程度上对药品加以科学管理。在此基础上,要对药品的使用进行登记,详细记录药品使用情况,尤其是领用危险品。登记内容包括:时间、试剂名称、数量、用途、使用人签字等。

(三) 化学废物的处理和回收

实验教学中所用试剂大多数会对人体健康和环境造成危害和污染,甚至有的是剧毒物质。实验室环境保护的重要任务是实验三废的处理,处理时必须听从实验室管理人员的安排和要求,仔细认真执行。

1. 化学废物的处理

1) 各类废物按固体、液体、有机、无机分类,用适当的容器盛装存放,并贴好相应标签,标签上应注明强酸、强碱、有机废液、无机废液等字样,定点保存,集中处理。收集的废液面离桶口 5cm 时停止收集。

2) 不得随意倒入水槽、下水道或混合处理。尤其是那些含有易燃易爆物质(如金属钠、氢化钠、氰化钠、活性镍等)的废物,不得随意处理,否则可能会发生爆炸或产生毒性气体等,造成重大安全事故。化学废物必须经过特殊处理才能排放或遗弃。

3) 废旧剧毒性化学物质、固体化学物质、放射性物质由实验室单独存放(不可置于明处),且不可倒入废液桶,要与实验室安全员联系并慎重处理。

4) 有害、有毒气体必须经过特殊处理,如采用化学转化、吸附分离等手段,确保无污染后才能通过通风橱排放。

5) 有毒物品的空容器瓶、包装物和废弃物,应统一处理,不得随意乱扔、乱倒或当废品出售。

6) 过期的、不知名的固体化学药品也要妥善保存,交由学校统一处理。

2. 实验室废物的回收与利用

为缓解环境污染,节约环境资源,实验过程中,应坚持节约使用并进行试剂回收利用。通过溶剂和废弃资源回收再利用等措施,达到保护环境的目的。

1) 节约实验药品,不得随意丢弃药品;洒落的药品要及时处理,以免污染环境。

2) 玻璃碎渣应收集在纸盒或塑料瓶中,封闭后,贴上标签,并注明“碎玻璃渣,小心划手”字样。不能用毛巾擦拭玻璃碎渣,以免对他人造成伤害。

3) 有机溶剂应进行重蒸,回收利用。

4) 无机酸(碱)废液应根据性质,用相应的碱(酸)废液进行中和处理。

5) 水银温度计不慎打碎后,洒落的水银要收集,并在洒落处用硫黄处理;保持通风,以免汞挥发带来危害。

(四) 实验室设施保护

为保证实验室的长期安全运行,必须对实验设施及其使用性能有一个基本的认识。

1. 排水系统

目前,实验室的排水系统主要采用硬质聚氯乙烯(PVC)管件,其耐热程度只有80℃左右,长期接触极性溶剂后会产生开裂。因此,实验室的液体排放必须做到:温度低于80℃,有机溶剂必须集中回收处理。

2. 实验台面

制药工程实验室台面通常是基于中纤板增强的酚醛树脂板,其耐热程度为135℃左右。因此,禁止将电炉等较高温度物体直接置于实验台面上,以免造成台面难以修复的损伤。

(五) 实验室环境安全

为确保人身和财产安全,维护正常的实验教学秩序,实验人员还应注意以下几个方面。

1. 熟悉安全器材

熟悉消防器材、沙箱等安全用具的放置地点和使用方法，并妥善保管，不准挪为他用。

2. 用水安全

1) 节约用水。使用完毕，应立即关闭水龙头。需长时间流水冲洗者，必须留人看守。

2) 水槽内不许存放、丢弃任何杂物。

3) 自来水发生泄漏时，应立即报告指导教师或找专人及时进行修理。

3. 用电安全

1) 用电线路和装置应由专业人员安装、维修和检查，不得私自随意拉接。修理或安装电器时，应先切断电源。

2) 一切仪器设备应按说明书连接适当的电源，电源裸露部分应有绝缘装置，电器外壳应接地线。

3) 接线时应注意接头要牢，并根据电器的额定电流选用适当的连接导线。

4) 专线专用，杜绝超负荷用电。烘箱、电炉、马弗炉等高温电器要使用专用插座，并有专人看守。

5) 恒温箱需经长时间试用、检查，确定确实恒温后方可过夜使用。

6) 保险丝烧坏要查明原因。更换保险丝要符合规格，或找专业维修人员更换。经常检查电路、插头、插座，发现破损应立即维修或更换。

7) 仪器发生故障时应及时切断电源。

8) 使用电器时，要防止人体与电器导电部位直接接触，不能用湿手或湿的物体接触电源；不得使用湿抹布擦拭插座、电源开关等；实验完毕应立即切断电源。

9) 不能用试电笔去试高压电。

10) 一旦有人触电，应首先切断电源，然后抢救。

4. 高压容器使用安全

实验常用到高压储气钢瓶和一般受压的玻璃仪器，使用不当会导致爆炸，因此在实验开始前需掌握有关常识和操作规程。

(1) 气体钢瓶的识别

根据充装的气体不同，钢瓶瓶身颜色和字体颜色有一定的规定：氧气瓶（天蓝色黑字）；氢气瓶（深绿色红字）；氮气瓶（黑色黄字）；纯氩气瓶（银灰色绿字）；氨气瓶（黄色黑字）；压缩空气瓶（黑色白字）；二氧化碳气瓶（铅白色黑字）等。

(2) 高压气瓶的安全使用

1) 气瓶应专瓶专用，不能随意改装。

2) 气瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方, 易燃气体气瓶与明火距离不小于 5m; 氢气瓶最好隔离。

3) 气瓶搬运要轻、稳, 放置要牢靠。

4) 各种气压表一般不得混用。

5) 氧气瓶严禁油污, 注意手、扳手或衣服上的油污。

6) 气瓶内气体不可用尽, 以防倒灌。

7) 开启气门时应站在气压表的一侧, 不准将头或身体对准气瓶总阀, 以防万一阀门或气压表冲出伤人。

8) 在减压系统中应使用耐压仪器, 不能使用锥形瓶、平底烧瓶等不耐压的容器。无论常压或减压蒸馏都不能将液体蒸干, 以防局部过热或产生过氧化物而发生爆炸。

三、实验事故的防护与处理

化学药品通常具有易燃易爆、腐蚀、毒害或放射性等危险性质。有些易燃化学危险品在受热、遇湿、撞击、摩擦、电弧或与某些物品(如氧化剂)接触后, 会引起燃烧或爆炸; 化学药品配制、使用不当可能引起爆炸或者液体飞溅; 腐蚀性化学药品会损伤或烧毁皮肤; 随意倾倒化学废液会导致环境污染; 微量剧毒药品侵入机体, 短时间内即可使人、畜严重中毒、致残或有生命危险; 剧毒药品使用不当会造成环境的严重污染; 放射性药品射线短时间大剂量照射会导致人体病变, 长时间小剂量照射可能会产生遗传效应, 大量吸入放射物质可能导致人体内脏发生病变。因此, 实验过程中要严格做好防护工作。

(一) 实验过程的人身保护

1) 实验过程中必须穿实验服, 不可穿已被污染的实验服进入办公室、会议室、食堂等公共场所。实验服应经常单独清洗(但不应带到普通洗衣店或家中洗涤)。

2) 进行所有化学实验操作时, 必须佩戴合适的防护手套。应根据实际操作需要选择能对手起到防腐、防渗或防烫等作用的手套。

3) 任何人不得在实验室穿拖鞋; 留长发的女生实验过程中应将头发束起。

4) 在实验中, 可能会发生意外安全事故, 伤及眼睛。例如, 腐蚀性化学药品或试剂溅入眼睛造成灼伤和烧伤; 碎玻璃等尖硬物质刺伤眼睛; 或实验操作不当, 化学药品试剂爆炸等损伤眼睛。因此, 在实验中要注意保护眼睛, 尽量不要戴隐形眼镜, 提倡佩戴防护眼镜, 特别是进行具有潜在危险的化学实验操作及可能产生对眼部有冲击危险的实验过程中要佩戴防护眼镜。同时, 还必须考虑来自邻近实验可能产生的危险因素。倘若发生意外事故, 必须尽快处理,