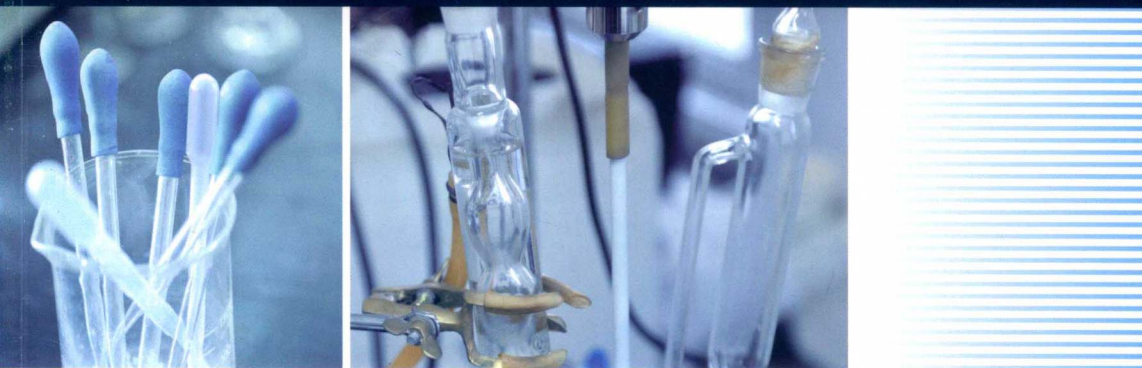


高等学校规划教材



有机化学实验

肖玉梅 袁德凯 主编

YOUJI HUAXUE SHIYAN



化学工业出版社

高等学校规划教材

有机化学实验

肖玉梅 袁德凯 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是高等农林院校“十三五”核心课程规划教材,是在中国农业大学非化学专业本科生的有机化学实验教学多年经验积累的基础上,参考国内外相关教材及部分研究论文编写而成。全书共分成5章,主要介绍了有机化学实验基本知识、有机化学实验基本操作、有机化合物的合成、天然产物的提取与分离以及微波有机合成等内容。内容翔实,贴近实际。

本书可作为高等农林院校农业生产、生命科学、食品科学、环境科学等专业本科生的有机化学实验教材,也可供相关院校和农林专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/肖玉梅,袁德凯主编.—北京:化学工业出版社,2018.1

ISBN 978-7-122-30995-2

I. ①有… II. ①肖…②袁… III. ①有机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O62-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第277570号

责任编辑:刘军 冉海滢

责任校对:王素芹

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:三河市航远印刷有限公司

装订:三河市瞰发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张11½ 字数224千字 2018年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编：肖玉梅 袁德凯

副 主 编：吴燕华 黄家兴

编写人员(按姓名汉语拼音排序)：

侯玉霞 黄家兴 李佳奇

林 燕 刘吉平 秦子凤

吴燕华 肖玉梅 袁德凯

张 成 张振华

前言

我国高等农林院校承担着培养 21 世纪高素质农业人才的任务。“有机化学实验”课程的开设,在学生构建完整的知识体系、培养其理论联系实际的能力、促使其创新思维的形成、使之具备良好的科研技能和科学素养等方面具有不可替代的作用。该课程已成为作物、园艺、遗传育种、植物保护、动医动科、食品科学、生命科学、环境科学及农业工程等专业本科生重要的基础实践课程。

当今有机化学研究的深度及广度、学科的交叉融合及实验技术的革新等方面都进入了一个快速发展阶段,一本适合农林专业学生使用的有机化学实验教材,既要保证知识体系的系统性和科学性,又要兼顾农林院校专业设置特点和后续相关课程的需求,同时能引导学生养成良好的实验室工作习惯、科学的思维习惯和培养其良好的科学素养。

针对我校“十三五”核心课程建设的目标和多年来的教学实践,并参考国内相关教材内容以及结合有机化学研究进展,特组织我校有机化学教研室编写了这本教材,以适应高素质农业人才培养的需要。本教材的特色如下:

① 对实验基本操作技术进行了模块化介绍,增加了该技术在食品科学和生物科学领域应用实例,如:白酒中乙醇含量的测定、药物组分的薄层色谱分离等。

② 鉴于有机合成实验课程对理论学习和实验技能培养的重要作用,选取了药物硝苯地平(心痛定)、阿司匹林、植物生长调节剂苯氧乙酸、汽油抗爆剂甲基叔丁基醚的合成等与生产生活密切相关的内容,以激发学生学习的兴趣;同时对于传统的合成实验项目,也注重实现实验内容的绿色化,如乙酸乙酯的合成中,使用了有机酸作为催化剂;另外通过引入扁桃酸和苯基吡啶的合成使学生学习相转移催化和杂环合成等现代有机合成实验技术。

③ 鉴于天然产物化学在农业生产生活中的重要应用,以及天然产物的提取对培养学生综合实验能力的作用,教材实验内容的选取借鉴了国外教材和科研论文的研究成果,如肉豆蔻和青蒿素等物质的分离与提取等。

④ 结合现代有机合成技术的发展,本教材也介绍了微波合成实验,使学生直观认识现代实验技术对有机合成的促进作用。

⑤ 为培养学生的理解能力和对实验内容条理化的归纳总结能力,本教材在有机合成和天然产物提取的实验内容的编写中增加了实验流程图。

⑥ 本教材在实验内容安排上遵循由简单到复杂、由单步反应到多步反应的原则。同时安全、环保、节约等理念也贯穿于每一项实验中。

本教材在编写过程中力求内容详尽而语言精练。鉴于篇幅和学时所限，红外光谱、核磁共振、质谱等谱图解析内容在本教材没有介绍，特此说明。

本书可供高等农林院校作物、园艺、水产、畜牧、兽医、环境、森林、生物、农业工程等相关专业本科生使用，也可供其他院校师生和农林科研工作者参考使用。

傅滨教授对此教材的总体结构设计提出了宝贵建议，并对书稿进行了审阅。本书编写及出版过程中，还得到了化学工业出版社的关心支持。特此致谢！

鉴于本书编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请广大师生、同仁批评指正！

编者

2017年8月15日于北京

目录

第1章 有机化学实验基本知识 / 1

1.1	实验室安全规则	1
1.2	实验室安全知识	2
1.2.1	事故的预防和处理	3
1.2.2	水电安全知识	7
1.2.3	实验室常用急救药品	8
1.2.4	废物的处理	8
1.3	试剂的使用规则	8
1.3.1	化学试剂的规格	8
1.3.2	试剂的取用	9
1.4	有机化学实验常用仪器和设备	10
1.4.1	常用玻璃仪器和实验装置	10
1.4.2	常用电器设备	15
1.5	有机化学实验的预习、记录和实验报告	17
1.5.1	实验预习	17
1.5.2	实验记录	18
1.5.3	实验报告	18
1.6	有机化学实验文献	21
1.6.1	词典、手册与大全	21
1.6.2	化学期刊及数据库介绍	22
1.6.3	网络检索数据库	24

第2章 有机化学实验基本操作 / 25

2.1	有机化合物物理常数的测定	25
	实验一 熔点的测定	25
	实验二 沸点的测定	30

实验三	液体化合物折射率的测定	32
实验四	白酒中乙醇含量的测定	36
实验五	旋光度的测定	37
2.2	萃取	40
2.2.1	液-液萃取	40
实验六	水中苯酚的萃取	40
2.2.2	固-液萃取	43
2.3	蒸馏	44
实验七	常压蒸馏	44
实验八	分馏	48
实验九	减压蒸馏	50
实验十	水蒸气蒸馏	54
2.4	脱色	58
2.5	干燥和干燥剂的使用	59
2.5.1	液态有机化合物的干燥	60
2.5.2	固体的干燥	62
2.5.3	气体的干燥	63
2.6	过滤	63
2.6.1	常压过滤	63
2.6.2	减压过滤 (抽气过滤)	63
2.6.3	热过滤	64
2.6.4	离心过滤	65
2.7	重结晶	66
实验十一	乙酰苯胺和水杨酸的重结晶	66
2.8	升华	71
2.9	色谱分离技术	72
2.9.1	柱色谱	72
实验十二	甲基橙和亚甲基蓝的分离	72
2.9.2	纸色谱	77
实验十三	苯胺和邻苯二胺的分离	77
2.9.3	薄层色谱	79
实验十四	间硝基苯胺和偶氮苯的分离	79
实验十五	镇痛药片 APC 组分的分离	83
2.10	回流冷凝	84

第3章 有机化合物的合成 / 86

实验十六	正溴丁烷的合成	88
实验十七	乙酸乙酯的合成	91
实验十八	阿司匹林(乙酰水杨酸)的合成	94
实验十九	苯乙酮的合成	96
实验二十	糠酸(呋喃甲酸)和糠醇(呋喃甲醇)的合成	98
实验二十一	乙酰苯胺的合成	100
实验二十二	甲基橙的合成	103
实验二十三	肉桂醇的合成	105
实验二十四	扁桃酸的合成	107
实验二十五	甲基叔丁基醚的合成	109
实验二十六	硝苯地平(心痛定)的合成	111
实验二十七	植物生长调节剂苯氧乙酸的合成	113
实验二十八	己二酸的合成	115
实验二十九	2-苯基吲哚的制备	118

第4章 天然产物的提取与分离 / 122

实验三十	从茶叶中提取咖啡因	122
实验三十一	从黄连中提取黄连素	125
实验三十二	从烟叶中提取烟碱	128
实验三十三	从橙皮中提取橙油	130
实验三十四	菠菜叶中菠菜色素的提取和鉴定	133
实验三十五	从牛奶中分离酪蛋白和乳糖	136
实验三十六	槐花米中芦丁的提取和鉴定	139
实验三十七	肉豆蔻酯的提取	141
实验三十八	青蒿素的提取	143

第5章 微波有机合成 / 148

实验三十九	微波辐射合成乙酰苯胺	150
实验四十	微波辐射合成正溴丁烷	151
实验四十一	微波辐射合成肉桂酸	152
实验四十二	微波辐射合成 α -苯乙胺	154

实验四十三	微波辐射合成己二酸二乙酯	155
实验四十四	微波辐射合成乙酸乙酯	156

附录 / 159

参考文献 / 173

第1章

有机化学实验基本知识

任何一门科学的形成都来源于实践，尤其是化学，化学是一门实践性很强的科学。有机化学是化学学科中很重要的一个分支，要想学好有机化学必须做好有机化学实验，否则有机化学只是学好了一半。近两个世纪以来，有机化学不仅已形成了三千多万种有机化合物组成的庞大家族及相应的产业体系，也为食品科学、生命科学和环境科学等学科的发展提供了技术和理论根据，而这一切无不依赖于有机化学实验知识的应用。因此，有机化学实验技术的教育教学理应在农林院校占有重要的地位。本课程结合农林院校的特点，旨在培养学生掌握有机化学实验的基本知识和基本技能，并能综合地运用它们。

1.1 实验室安全规则

化学实验室是存在潜在危险的工作场所，实验室中如果发生事故，会产生严重的后果。但是如果学生注意安全，思想上高度重视，发生事故的可能性就会降到最低。因此，为了保证有机化学实验课正常、有效、安全地进行，保证实验课的教学质量，学生必须遵守下列规则：

(1) 进入实验室之前，必须认真阅读本章内容，了解进入实验室后应该注意的事项及有关的操作要求，掌握实验室安全和紧急救护的常识。

(2) 进入实验室后首先要了解实验室的布局，包括水、电的位置，消防器材、洗眼器、紧急喷淋装置的位置和使用方法，药品、玻璃仪器及实验中所用到的公用物品的存放位置。

(3) 进入实验室应穿实验服，不能穿拖鞋、背心等使身体暴露过多的服装进入

实验室，根据实验需要佩戴防护镜。实验室内不能吃东西、打电话等。书包、衣服等物品应放在老师指定的地方。

(4) 做实验之前，要认真预习实验内容及相关资料，写好实验预习报告，才可以进入实验室做实验。

(5) 做实验时，应先将实验装置搭装好，经指导老师检查合格后，才能进行下一步操作。在操作前，应想好每一步操作的目的、意义，实验中的关键步骤及难点，了解所用药品的性质及应注意的安全问题。

(6) 实验中要严格按操作规程操作，如要改变必须经指导老师同意。实验中要认真、仔细观察实验现象，如实做好记录。实验完成后，指导老师要登记实验结果，并将产品回收统一保管。课后，按时写出符合规范的实验报告。

(7) 在实验过程中不得大声喧哗，不得擅自离开实验室。损坏玻璃仪器应如实填写破损单。温度计破损后，首先应将洒落的水银全部收到专门的回收容器中，再在原处撒上硫黄粉覆盖，最后将覆盖过水银的硫黄粉统一回收处理。实验中出现意外及时请示老师，学生不得私自重做实验。

(8) 实验中要保持实验室的环境卫生，公用仪器用完后放回原处。取完药品及时将容器的盖子盖好，液体药品在通风橱中量取，固体药品在称量台上称取。

(9) 废液应倒入专用的回收容器内（易燃液体除外），固体废物（如火柴棍、沸石、棉花等）应倒在垃圾桶内，不要倒在水池中，以免堵塞水池。

(10) 实验结束后，拔掉电源插头，关好水龙头。将个人实验台面打扫干净，玻璃仪器洗净放入仪器筐中再放入柜里锁好，请指导老师检查。值日生做完值日后，请指导老师检查合格后方可离开实验室。离开实验室前应检查水、电是否关闭。

1.2 实验室安全知识

在有机化学实验中，经常要使用：易燃溶剂，如乙醚、乙醇、丙酮和甲苯等；易燃易爆的气体和药品，如氢气、乙炔和金属有机试剂等；有毒药品，如氰化钠、硝基苯、甲醇和部分有机磷化合物等；有腐蚀性的药品，如浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸、烧碱及溴等。这些药品若使用不当，就有可能产生着火、爆炸、烧伤或中毒等事故。此外，玻璃器皿、电器设备的使用或处理不当，也会产生事故。认真预习和了解所做实验中用到的物品和仪器的性能、用途、可能出现的问题及预防措施，并严格执行操作规程，就能有效地维护人身安全和实验室安全，确保实验的顺利进行。因而，为防止化学实验室出现事故，需要学生们牢记两个要求：掌握安全知识和养成安全习惯。

1.2.1 事故的预防和处理

1.2.1.1 火灾的预防和处理

着火是有机实验中常见的事故，预防着火要注意以下几点：

(1) 防火的基本原则是使火源与溶剂尽可能远离，尽量不用明火直接加热。盛有易燃有机溶剂的容器不得靠近火源。数量较多的易燃有机溶剂应放在危险药品橱内。

(2) 尽量防止或减少易燃气体的外逸，并注意室内通风，及时排除室内的有机物蒸气。

(3) 不能用烧杯或敞口容器盛装易燃物，加热时要根据实验要求及易燃物的特点选择热源，注意远离明火。

(4) 回流或蒸馏液体时应放沸石，以防溶液因过热暴沸而冲出。若在加热后发现未放沸石，则应停止加热，待充分冷却后再放，否则在过热液体中放入沸石会导致液体突然沸腾，冲出瓶外而引起火灾。蒸馏易燃溶剂（特别是低沸点易燃溶剂）的装置，要防止漏气，接引管支管应与橡胶管相连，使余气口通往水槽。

(5) 易燃及易挥发物，不得倒入废物桶内。量较大时要倒入指定容器进行回收处理，量少的可倒入水槽用水冲走（与水有剧烈反应者除外，金属钠的残液要用乙醇淬灭）。

一旦发生了着火事故，应沉着镇静，切勿惊慌失措，及时采取措施，控制事故扩大。首先，立即关闭附近所有火源，切断电源，移去未着火的易燃物，然后根据易燃物的性质及火势的大小设法扑灭。

地面或桌面着火，如火势不大，可用淋湿的抹布灭掉；反应瓶内有机物着火，可用石棉板或抹布盖住瓶口，即可熄灭；衣服着火时，切勿在实验室乱跑，用抹布等将着火部位包起来，或打开就近的自来水开关用水冲淋熄灭，较严重时应就地卧倒，以免火焰烧向头部，用防火毯等把着火部位包起来，或在地上滚动以熄灭火焰。

火势较大时，应视情况采用下列灭火器材：

(1) 二氧化碳灭火器 有机实验室中最常用的一种灭火器，它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳，使用时打开开关，二氧化碳气体即会喷出，用以扑灭有机物及电器设备的失火。使用时应注意，一手提灭火器，一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上。因喷出的二氧化碳压力骤然降低，温度也骤降，手若握在喇叭筒上易被冻伤。

(2) 四氯化碳灭火器 用以扑灭电器内或电器附近之火，但不能在狭小和通风不良的实验室中应用，因为四氯化碳在高温时要生成剧毒的光气。此外，四氯化碳和金属钠接触也会发生爆炸。使用时只需连续抽动唧筒，四氯化碳即会由喷嘴喷出。

(3) 泡沫灭火器 内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液,使用时将筒身颠倒,两种溶液即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳,灭火器筒内压力突然增大,大量二氧化碳泡沫喷出。非大火通常不用泡沫灭火器,因后处理较麻烦。

(4) 干沙、灭火毯和石棉布 是实验室常用的灭火器材。

实验室常用的灭火器及其适用范围见表 1-1。

表 1-1 实验室常用的灭火器及其适用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	适用于油类起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围油类及忌水的化学物品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备、小范围的汽油、丙酮等的失火
干粉灭火器	主要成分是碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	扑救油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾
1211 灭火剂	CF_2ClBr 液化气体	特别适用于扑灭油类、有机溶剂、精密仪器、高压电气设备的失火

1.2.1.2 爆炸的预防

实验时,仪器装配不当造成堵塞,减压蒸馏使用不耐压的仪器,违章处理或使用易爆物(如过氧化物、多硝基化合物、叠氮化物及硝酸酯等),反应过于猛烈难以控制等因素,都可能引起爆炸。预防爆炸应注意以下几点:

(1) 常压操作时,切勿在封闭系统内进行加热或反应,操作进行时,必须经常检查仪器装置各部分有无堵塞现象;需用密闭装置蒸馏、回流时,可在与空气相接处加一气球,既可使系统与空气隔绝,又可在体系压力过大时,使气球膨胀或破裂,而不致发生意外事故。

(2) 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。

(3) 加压操作时(如高压釜、封管等),要有一定的防护措施,并应经常注意釜内压力有无超过安全负荷,选用封管的玻璃厚度是否适当、管壁是否均匀。

(4) 使用易燃、易爆气体(如氢气、乙炔等)时要保持室内空气畅通,严禁明火,并应防止一切火星的发生,如由于敲击、鞋钉摩擦、静电摩擦、电动机炭刷或电器开关等所产生的火花。使用遇水易燃易爆的物质(如钠、钾等)应特别小心,严格按照操作规程操作。苦味酸和某些过氧化物(如过氧化苯甲酰)必须加水保存。

(5) 反应过于猛烈,要根据情况采取冷却或控制加料速度等措施。

常见的易燃气体爆炸极限见表 1-2。

表 1-2 常见的易燃气体爆炸极限

气体		空气中的含量(体积分数/%)
氢气	H ₂	4~74
一氧化碳	CO	12.50~74.20
氨	NH ₃	15~27
甲烷	CH ₄	4.5~13.1
乙炔	CH≡CH	2.5~80

1.2.1.3 中毒的预防和处理

化学药品通常具有毒性。有机实验中种类繁多的挥发性强的有机试剂和各种无机试剂使其比其他化学实验更具有危险性，如操作不当和缺少必要的防护措施，就可能引起中毒。中毒症状通常分为急性和慢性中毒两种，急性中毒是指一次性接触中突然引起的伤害（如 HCN）；慢性中毒是指在反复的接触中出现明显的中毒症状，通常有一个潜伏期。其实二者之间并没有严格的界限，大多数化合物根据摄入的剂量可显示出急性或慢性中毒症状。

毒性物质根据其产生的后果可分为致癌物质及诱发性化合物等。产生中毒的原因主要是化学物质通过呼吸道和皮肤接触进入人的肺部和血液中。由于大多数有机溶剂在室温下有一定的蒸气压，在实验室吸入化学试剂是很难避免的，当空气中试剂的含量超过规定的上限时就可能引起中毒。

挥发性有机物的毒性通常用 PEI（允许接触限度）来表示，即按照体积允许的空气中化学试剂平均浓度的最大值。非毒性有机物如乙醇、丙酮、乙酸乙酯的 PEI 值为 $400 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$ ，而苯和氯仿的 PEI 值则为 $1 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ 。

需要特别提醒的是，以往经常作为溶剂使用的苯是一种重要的高毒性化合物，长时间接触可引起血小板减少甚至诱发白血病，目前已很少使用，代之以毒性较小的甲苯。如必须使用苯时，需戴上橡胶手套在通风橱内小心操作。

检验和评价化学毒性的一种近似方法是动物试验。LD₅₀（致死量 50）是指一次摄入或注射引起被试验动物（如小白鼠）50%死亡的量。LD₅₀通常以 mg/kg 或 g/kg 来表示，当然数值的大小与被试验的动物及试验条件有关。LC₅₀（致死中浓度）则用于测定空气和水的污染，指引起被试验动物 50%死亡的空气或水中化学试剂的浓度，通常用 mg/g、mg/m³ 或 μg/g 表示。要确定化学试剂对人类潜在的危害大小，LD₅₀与 LC₅₀只能提供一种参考，有些对动物相对安全的试剂对人类却可能显示毒性。更有意义的研究是化学试剂的摄入对人体组织的影响，这方面的工作正在逐步和广泛地展开。

有效防止中毒最重要的一点是必须了解使用的化合物的性质。通过国际职业安全与健康组织（OSHA）的倡导，“材料安全数据表”（MSDS）已问世多年并不断补充，该表提供了关于物质的物性、活性、着火、爆炸危险、毒性、对健康的危害和废水处理程序的最新信息，对不了解的药品，MSDS 无疑是最好的向导。

学生在进行实验前，应切实做到以下几点：

(1) 药品不要沾在皮肤上，尤其是极毒的药品。实验完毕后应立即洗手。称量任何药品都应使用工具，不得用手直接接触。一旦药品沾或溅到手上，通常用水洗去，用有机溶剂清洗是一种错误做法，会使药品渗入皮肤至引起皮炎。

(2) 使用和处理有毒或腐蚀性物质时，应在通风橱中进行，并戴上防护用品，尽可能避免有机物蒸气扩散到实验室内。

(3) 对沾染过有毒物质的仪器和用具，实验完毕应立即采取适当方法处理以破坏或消除其毒性。

(4) 严防水银等有毒物质流失而污染实验室。温度计破损后水银撒落，应及时向教师报告，用硫黄或三氯化铁溶液清除。水银压力计应妥善保存。

实验时若有中毒症状，应到空气新鲜的地方休息，最好平卧，出现其他较严重的症状，如斑点、头昏、呕吐、瞳孔放大时应及时送往医院。

1.2.1.4 灼伤的预防和处理

皮肤接触高温物质（如火焰、蒸气等）、低温物质（如固体二氧化碳、液体氮）和腐蚀性物质（如强酸、强碱、溴等）都会造成灼伤。因此，实验时，要避免皮肤与上述能引起灼伤的物质接触。取用有腐蚀性的化学药品时，应戴上橡胶手套和防护眼镜。

实验中发生灼伤，要根据不同的灼伤情况分别采取不同的处理方法。

被酸或碱灼伤时，应立即用大量水冲洗。酸灼伤用 1% 碳酸氢钠溶液冲洗；碱灼伤则用 1% 硼酸溶液冲洗。最后再用水冲洗。严重者要对灼伤面消毒，并涂上软膏，送医院救治。

被溴灼伤时，应立即用 2% 硫代硫酸钠溶液洗至伤处呈白色，然后用甘油加以按摩。

如被灼热的玻璃烫伤，应在患处涂以红花油，然后抹一些烫伤软膏。

任何药品溅入眼内，都要立即用大量水冲洗。冲洗后，如果眼睛仍未恢复正常，应立即送医院救治。

化学危险品的标识见图 1-1。

1.2.1.5 割伤的预防和处理

割伤是实验室最常见的事故。造成割伤者，一般有下列几种情况：装配仪器时用力过猛或装配不当；装配仪器时着力处远离连接部位；仪器口径不合而勉强连接；玻璃折断面未烧圆滑、有棱角等。防止割伤应注意以下几点：

(1) 使用玻璃仪器时，最基本的原则是不能对仪器的任何部分施加过度的压力。

(2) 需要用玻璃管和塞子连接装置时，用力处不要离塞子太远，正确操作如图 1-2 中 (1) 和 (3) 所示，图中 (2) 和 (4) 的操作是不正确的。尤其是插入温度

计时，需特别小心。



易爆



易氧化



易燃



有毒或剧毒



有害或刺激性



腐蚀



生物危险品



对环境有害

图 1-1 化学危险品的标识

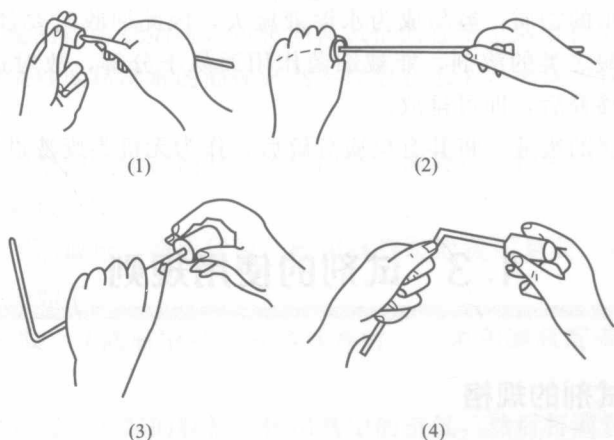


图 1-2 玻璃管与塞子连接时的操作方法

(3) 新切断的玻璃管断口处特别锋利，使用时，要将断口处用火烧至熔化，使其成圆滑状。

(4) 注意仪器的配套。如不慎发生割伤事故，先将伤口处的玻璃碎片取出，用蒸馏水洗净伤口，涂上红药水，用创可贴或纱布包扎好。伤口较大或割破动脉时，则应用力按住伤口，防止大出血，及时送医院救治。

1.2.2 水电安全知识

学生进入实验室后，应首先了解灭火器、水电开关及总闸的位置在何处，而且要掌握它们的使用方法。电器设备不运转或有异味，有漏电、甚至电击现象，均应停止操作，报告老师，请专人检修。不可使电器设备“带病操作”，导致发生事故。

使用电器时，绝不能用湿手或手握湿物去插（或拔）插头。使用电器前，应检查线路连接是否正确，电器内外要保持干燥，不能有水或其他溶剂。实验结束后，应关掉电源，再拔插头，最后关冷凝水。