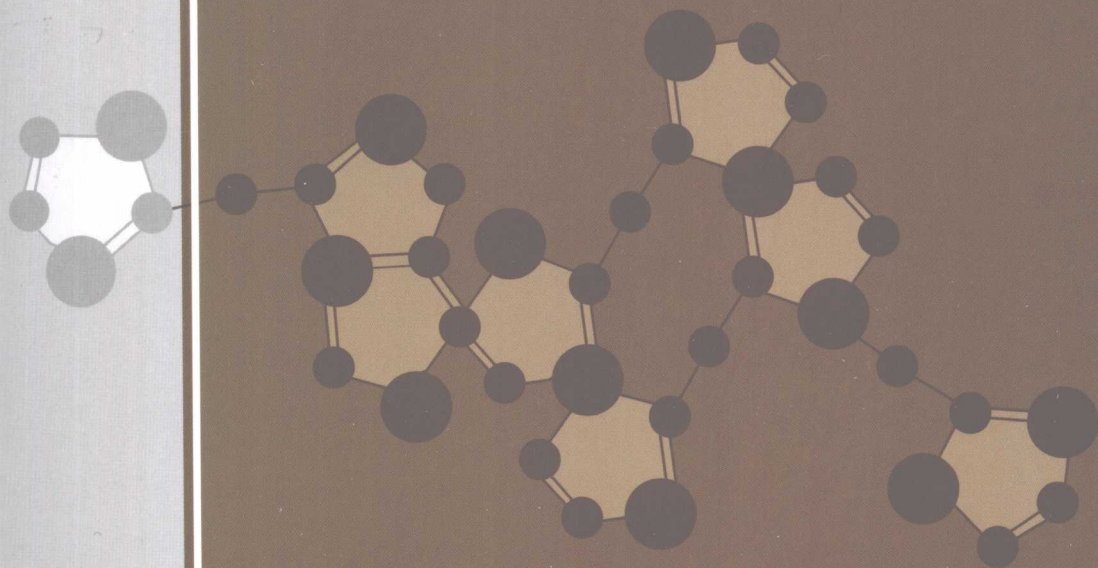




高职高专“十一五”规划教材



有机化学

实验操作技术

YOUJI HUAXUE
SHIYAN CAOZUO JISHU

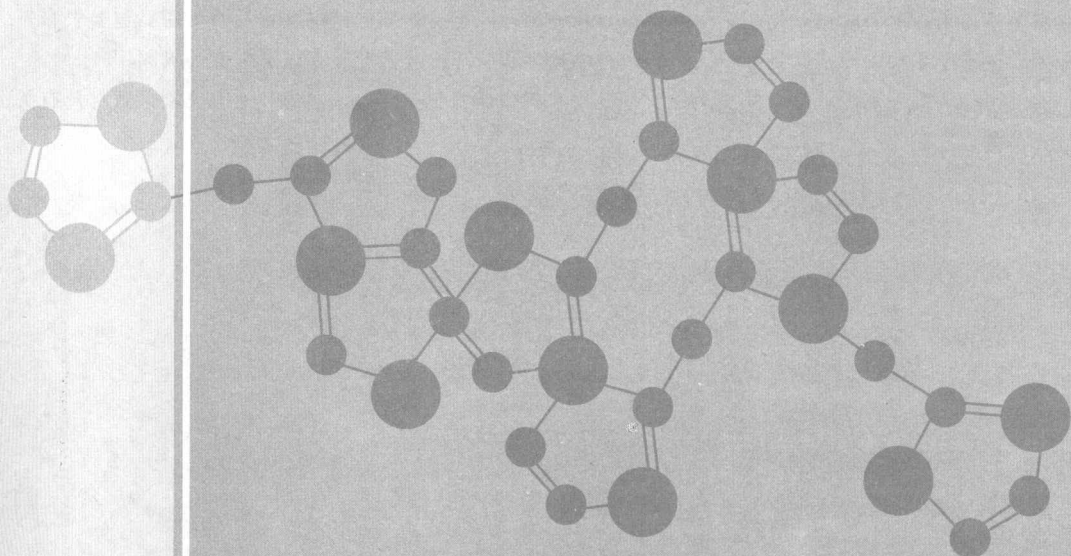
洪庆红 主编 郭英 钟爱民 副主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材



有机化学

实验操作技术

YOUJI HUAXUE
SHIYAN CAOZUO JISHU

洪庆红 主编 郭英 钟爱民 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书由有机化学实验基础知识、实验基本操作技术、基本操作技能考核、有机合成实验、有机化学综合实训五部分共 10 个模块 48 个学习单元组成, 构成了全新的教材体系。

本书以技能培训为中心。每个模块里包含若干学习单元, 每个学习单元均有明确的“学习目标”和相应的“进度检查”, 学习单元内容体现了应用特色和能力本位, 在基本操作技术之后附有单独的理论知识考核和实验考核内容及标准, 便于学生自学及自我测试; 综合实训部分只将题目及所需用品与要求布置给学生, 要求学生独立完成实训项目。书后附有机化学实验理论复习题库, 供学生课后巩固用。

本书可作为高职高专化学、化工类专业有机化学实验课程教材, 也可作为其他院校培训教材及有关科技人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学实验操作技术/洪庆红主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-03936-1

I. 有… II. 洪… III. 有机化学-化学实验-高等学校: 技术学院-教材 IV. O62-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 165698 号

责任编辑: 窦 臻
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 林 媛
装帧设计: 刘丽华

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: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 7 1/4 字数 158 千字 2009 年 1 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: 15.00 元

版权所有 违者必究

《有机化学实验操作技术》编写人员

主 编 洪庆红

副主编 郭 英 钟爱民

参编人员 (按姓名笔画排序)

刁银军 卢政明 刘振香 吴昌胜

张秋霞 陈 玲 陈 鋈

前 言

《有机化学实验操作技术》是一本“模块式技能培训”教材。该教材的编写原则是以培养生物制药、精细化工、环境监测与治理、高分子材料、工业分析与检验等相关专业应用型人才为目的，突出高职理论部分“必需、够用为度”的特点，加强了教材的可操作性。通过本教材学习，使学生系统地掌握有机化学实验的基本操作技能；培养学生具备独立进行实验的能力；帮助学生树立严肃认真、实事求是的科学态度，养成严谨的工作作风，为进一步深入学习相关专业课奠定基础。

本书由有机化学实验基础知识、实验基本操作技术、基本操作技能考核、有机合成实验、有机化学综合实训五部分组成。本书具有以下特点：

1. 重视基本操作

专门设置了六个模块的基本操作练习实验，同时在基本操作技术结束后附有单独的理论知识考核和实验考核内容及标准，便于教师抽测全体学生基本操作技能的掌握程度，为学生完成后续的合成实验奠定良好的基础。

2. 模块内容清晰，具有可操作性

采用“模块式技能培训”教学模式，每个模块里包含若干学习单元，每个学习单元均有明确的“学习目标”和相应的“进度检查”，便于学生学习。

3. 综合实训由学生全程自主进行，教师仅起引导作用，强化过程考核

在综合实训中，只将题目及用品与要求布置给学生，要求学生通过查找资料，自行写出具体操作细节，并由教师审核后再让学生自主实训，使学生具备较强的动手能力，并通过教师评分、小组评分及学生本人自我评判三方面共同来实施考核。

4. 选取了适量性质观察实验

为巩固实验中常用的固体和液体试剂的取用方法，专门安排了两个性质观察和官能团鉴定实验。

5. 强化复习巩固

书后附有机化学实验理论复习题库，供学生课后复习巩固使用。

本书由金华职业技术学院化工与制药学院、石家庄职业技术学院和扬州工业职业技术学院三所院校的教师联合编写，在教材编写过程中得到了评审专家的大力支持和帮助，在此表示感谢！

限于编者的水平有限，书中难免存在不足之处，敬请各位同行与读者批评指正。

编者

2008年10月

目 录

MU1 有机化学实验基础知识	1
学习单元 1 实验室安全守则及学习方法	1
学习单元 2 常用仪器、设备和应用范围	3
学习单元 3 仪器的清洗及操作	12
学习单元 4 仪器的干燥及操作	13
学习单元 5 仪器的装配原则	14
学习单元 6 实验常见小故障的处理	14
学习单元 7 化学实验中的环保常识	15
学习单元 8 文献资料的检索	16
学习单元 9 预习报告的书写规范	17
MU2 蒸馏与回流装置及操作	20
学习单元 1 常压蒸馏装置及操作	20
学习单元 2 回流装置及操作	23
学习单元 3 柠檬油的水蒸气蒸馏操作	25
学习单元 4 苯甲醛的减压蒸馏操作	27
学习单元 5 简单分馏装置及操作	30
MU3 熔点沸点的测定及重结晶操作	33
学习单元 1 熔点的测定	33
学习单元 2 液体沸点的测定	35
学习单元 3 粗乙酰苯胺的重结晶	37
MU4 萃取装置及操作	40
学习单元 1 萃取原理	40
学习单元 2 用乙酸乙酯萃取苯酚水溶液	41
MU5 薄板色谱和柱色谱操作	44
学习单元 1 薄板色谱和柱色谱原理	44
学习单元 2 薄板色谱操作	45
学习单元 3 柱色谱操作	48
学习单元 4 圆珠笔芯的薄板分析	51
MU6 旋光度和折射率测定	54
学习单元 1 旋光度测定	54
学习单元 2 折射率测定	57
MU7 基本操作技能考核	60

基本操作考试 1 水蒸气蒸馏操作技能考核标准 (1h)	60
基本操作考试 2 旋光度和熔点测定操作技能考核标准 (1h)	60
基本操作考试 3 蒸馏及萃取操作技能考核标准 (1h)	61
基本操作考试 4 圆珠笔芯薄板分析点样操作技能考核标准 (1h)	62
理论操作部分考题 (从中抽选题)	63
MU8 有机合成实验	65
学习单元 1 苯甲酸的制备	65
学习单元 2 乙酸乙酯的制备	66
学习单元 3 茶叶中提取咖啡因	69
学习单元 4 从黄连中提取黄连素	71
学习单元 5 乙酰水杨酸 (阿司匹林) 的制备	73
学习单元 6 对甲苯磺酸钠的制备	75
学习单元 7 己二酸的制备	77
学习单元 8 苯甲酸与苯甲醇的制备	78
学习单元 9 苯乙酮的制备	79
学习单元 10 肉桂酸的制备	81
MU9 官能团鉴定	83
学习单元 1 醇、酚、醛、酮的性质	83
学习单元 2 糖的化学性质	85
MU10 有机化学综合实训	88
实训单元 1 色谱柱分离叶绿素成分	89
实训单元 2 十二烷基硫酸钠的制备	90
实训单元 3 乙酰苯胺的制备	91
实训单元 4 甲基橙的制备	92
实训单元 5 对氨基苯磺酰胺 (磺胺) 的制备	93
实训单元 6 植物生长调节剂 2,4-二氯苯氧乙酸的合成	94
实训单元 7 局部麻醉剂——苯佐卡因的制备	96
基于真实的工作任务为导向的有机化学实训示例	98
有机化学实验理论复习题库	100
附录 常见有机化合物的物理常数	106
参考文献	107

MU1 有机化学实验基础知识

学习单元1 实验室安全守则及学习方法

学习目标：通过本单元学习，要求学生掌握有机化学实验室的基本规则和安全常识，了解学习有机化学实验的目的及方法。

一、有机化学实验室的基本规则

为了保证有机化学实验课的教学质量，确保每堂课都能安全、有效、正常地进行，学生必须遵守以下规则：

(1) 在进入有机实验室之前，认真预习该实验内容，明确实验目的及要掌握的操作技能。了解实验步骤、所用药品的性能及相关的安全问题，写好实验预习报告。

(2) 实验课开始后，先认真听指导教师讲解实验，然后严格按照操作规程安装好实验装置，经老师检查合格后方可进行下一步操作。

(3) 药品称量应在老师指定的地方进行，称取完后，要及时将试剂瓶的盖子盖好，并将台秤和药品台擦净。不许将药品瓶拿到自己的实验台称取。

(4) 实验室内不准吸烟、吃食物，不得穿背心、拖鞋进实验室。

(5) 实验完后，把实验记录交教师过目，由教师登记实验结果。同时将产品回收指定瓶中，然后洗净自己所用的仪器放入自己的实验台内，公用仪器、药品放在指定的位置。实验结束后必须洗手。

(6) 每天的值日生负责实验室的整体卫生（水池、通风橱、台面、地面）、废液的处理、水电安全。经教师检查合格后，方可离去。

二、有机化学实验的一般安全知识

有机化学实验很大程度上由玻璃仪器、实验试剂和电器设备组成，如果操作不当，会对人体、环境造成伤害，实验试剂往往具有易燃、易爆、易挥发、易腐蚀、毒性高等特点，玻璃仪器与电器设备使用不当亦可发生意外事故。因此，有机化学实验室是一个潜在的、高危险性的场所。

1. 防火

实验操作要规范、实验装置要搭正确，对易爆、易燃、易挥发的实验药品要远离明火，实验后应专门回收。一旦发生火灾，应先切断电源、煤气，移去易燃、易爆试剂，并有针对性地进行扑救。如不慎在烧杯等容器中着火，马上用玻璃板、金属板或湿布等覆盖，可使其立即熄灭；如易燃液体洒落地面而着火，宜用干燥细砂扑灭火焰，此时绝不能

用水灭火焰，否则会有使火焰区域扩大的危险；如电器着火，可用二氧化碳灭火器灭火，不会损坏任何仪器，但不能用泡沫灭火器灭火，因泡沫可导电，有漏电危险；若实验者衣服着火时，不能惊慌奔跑，否则着火面会扩大，使火情加剧，着火者可就地滚动，压灭火焰，同时用水冲淋，使火彻底熄灭。

2. 防爆

仪器装置要搭正确，常压蒸馏及回流时，整个系统不能密闭；减压蒸馏时，应事先检查仪器是不是能承受系统的压力；若在加热后发现未放沸石，应停止加热，冷却后再补加；冷凝水要保持畅通。

3. 防中毒

绝大多数有机实验试剂均有不同程度的毒性。对有刺激性或者产生有毒气体的实验，应尽量安排在通风橱内进行，不能用手直接拿或接触这类化学药品，不得入口或接触伤口，亦不可随便倒入下水道，洒在桌面或地面的药品应及时清理干净。

4. 防化学灼伤

强酸、强碱和溴等化学药品接触皮肤均可引起灼伤，使用时应格外小心。一旦发生这种情况立即用大量水冲洗，再用如下方法处理。

酸灼伤：眼睛灼伤用 1% NaHCO_3 溶液清洗；皮肤灼伤用 5% NaHCO_3 溶液清洗。

碱灼伤：眼睛灼伤用 1% 硼酸溶液清洗；皮肤灼伤用 2% 乙酸溶液清洗。

溴灼伤：立即用酒精清洗，再涂上甘油。

5. 防割伤和烫伤

在玻璃仪器的使用和玻璃工的操作中，常因操作或使用不当而发生割伤和烫伤现象。若发生此类现象，可用如下方法处理。

割伤：先取出玻璃片，用蒸馏水或双氧水清洗伤口，涂上红药水，再用纱布包扎。

烫伤：涂烫伤膏。

6. 安全用电

实验室安全用电，是为了防止电器起火，防止实验者发生触电事故，保障实验的顺利进行。

使用电器时，应保持手、衣服及四周是干燥的，如手湿时，应擦干后再启动电源进行操作。实验时应观察电源是否发热、发烫，是否有焦糊味气味散发，若有异常现象时，要立即停止使用，请专人检修。

三、学习有机化学实验的目的和方法

有机化学是一门重要的基础实验课，是连接有机化学理论与实际应用的桥梁。

1. 学习有机化学实验的目的

- (1) 进一步熟悉各类有机化合物的重要性质；
- (2) 学习在实验室里合成、分离、提纯有机化合物的常用方法和基本操作技能；
- (3) 培养学生运用理论知识的能力，养成敬业、求实、精心、耐心、一丝不苟的科学态度。

学习方法

学习要讲究方法，学和用要结合。因此在进行实验时，要掌握要领，规范操作，勤于思考。实验前预习、实验操作规范和完整实验报告是安全、高效地完成有机化学实验的三个重要环节。

(1) 实验预习 实验预习是做好实验的第一步。学生应首先认真阅读实验教材及相关参考资料，做到实验目的明确、实验原理清楚、实验内容和实验方法要熟悉、实验条件和实验注意事项要牢记。预习报告应包括实验的名称、目的、要求及反应原理；查阅并列出主要试剂和产物的物理常数及性质，试剂规格、用量，将实验操作步骤以流程图的形式用简单明了的文字及符号写出来，最后做实验后思考题。

(2) 实验操作规范 实验是培养独立工作和思维能力的重要环节。做实验时，学生应严格按操作规程和预定步骤进行。实验中应认真操作、仔细观察、积极思考，并将观察到的实验现象如实地记录下来，不能随便涂改，更不能事后凭记忆补写。对于实验中出现的异常现象特别要详细，及时记录，以便分析原因，总结讨论。

(3) 实验报告 实验结束后，学生要认真总结，分析实验现象，整理有关数据和资料，做出结论。对于实验中出现的异常情况要加以讨论并找出原因。学生应独立完成实验报告，并按规定时间送指导教师批阅。关于如何写实验报告，详见学习单元9。

进 度 检 查

一、填空题

1. 进入实验室应穿实验服或工作服，严禁穿（ ）鞋进入实验室。
2. 进入实验室首先要熟悉实验室的（ ）、（ ）总开关，知道（ ）、（ ）、（ ）等设备的放置位置。
3. 实验中的废液严禁倒入（ ），应根据废液的种类和性质分别收集在（ ）并贴上（ ），以便集中处理。

二、判断题

1. 化实验室的安全包括：防火、防爆、防中毒、防腐蚀、防烫伤、保证压力容器和气瓶的安全、电器的安全以及防止环境污染等。（ ）
2. 化验室内可以用干净的器皿处理食物。（ ）
3. 灭火时必须根据火源类型选择合适的灭火器材。（ ）

三、简答题

1. 进行化学实验时，应遵守哪些实验室规则？
2. 怎样才能学好有机化学实验？

学习单元2 常用仪器、设备和应用范围

学习目标：完成本单元学习之后，应了解常用仪器，学会正确使用仪器的方法。

了解实验所用仪器及设备的性能及正确的使用方法和如何保养仪器设备，是对每个实验者最起码的要求。在进行有机化学实验时，所用仪器主要是玻璃仪器，其分为普通玻璃仪器和标准磨口仪器两类。常用的普通玻璃仪器又分非磨口锥形瓶、烧杯、

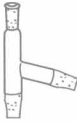
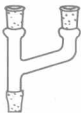
普通漏斗、分液漏斗等；标准磨口仪器分圆底烧瓶、三口烧瓶、蒸馏头、冷凝器、接收管等。

标准磨口仪器根据磨口口径分为 10、14、19、24、29、34、40、50 等编号。相同编号的子口和母口互相可以连接。当用不同编号的子口和母口连接时，中间可以用一个大小口接头来连接。当使用 14/30 这种编号时，表明仪器的口径是 14mm，磨口长度是 30mm。学生使用常量仪器一般是 14、19 和 24 号磨口仪器，在微型实验中采用 10 号磨口仪器。

一、常用标准磨口玻璃仪器

常用标准磨口玻璃仪器见表 1-1。

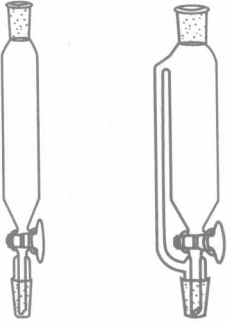
表 1-1 常用标准磨口玻璃仪器

序号	仪器图示	规格	用途	备注
1	 圆底烧瓶 茄形烧瓶	25mL(19#) 50mL(19#) 100mL(19#) 250mL(19#) 500mL(19#)	25mL、50mL 一般用作接收瓶。100~500mL 用作反应瓶、回流装置及加热	
2	 三口烧瓶	100mL(19# × 3) 250mL(19# × 3)	用作反应瓶，三口可分别安装搅拌器、冷凝管、温度计等	
3	 蒸馏头	14# 19# × 2	与圆底烧瓶、冷凝管等连接成蒸馏装置	每次用完一定要拆开洗净
4	 Y形管	19# × 3	上两口可同时连接回流或温度计和回流	每次用完一定要拆开洗净

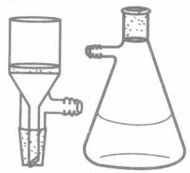
续表

序号	仪器图示	规格	用途	备注
5	 克氏分馏头	19# × 4	减压蒸馏时用	每次用完一定要拆开洗净
6	 空气冷凝管	19# × 2	产物沸点温度高于140℃时蒸馏用	
7	 直形冷凝管	19# × 2	一般液体沸点低于140℃时蒸馏用	
8	 球形冷凝管	19# × 2	回流时用	
9	 牛角管	普通	与冷凝管连接,回收产品用	
10	 真空接引管	19# × 2	与冷凝管连接,回收产品用	

续表

序号	仪器图示	规格	用途	备注
11	 锥形瓶	100mL(19#) 200mL(19#) 300mL(普通)	上连牛角管或真空接 引管,接收产物	不可做反应瓶,不 可直接加热,不可用 于减压系统
12	 温度计	100℃ 200℃ 300℃	用于反应液温度或沸 点测定	用完后,不可马上 用冷水冲洗
13	 筒形滴液漏斗 恒压滴液漏 斗	60mL 125mL(19#×2)	用于连续反应时液体 滴加	烘干时,塞子要拿 出,使用时塞子要涂 凡士林,用完放纸片
14	 球形滴液漏斗	60mL 100mL	用于连续反应时液体 滴加,并且可直接把液体 滴加到反应液中	烘干时,塞子要拿 出,使用时塞子要涂 凡士林,用完放纸片

续表

序号	仪器图示	规格	用途	备注
15	 分液漏斗	125mL(19#) 250mL(19#)	用于溶液萃取及分离	烘干时,塞子要拿出,使用时塞子要涂凡士林,用完放纸片
16	 熔点管		测熔点用	
17	 分水器	19# × 2	用于共沸蒸馏	用完后,立即洗净,活塞处放纸片
18	 吸滤瓶及布氏漏斗	500mL, 100mL (按直径大小分)	用于减压过滤	不能直接加热

二、玻璃仪器使用注意事项

- (1) 使用时，应轻拿轻放。
- (2) 不能用明火直接加热玻璃仪器，用电炉加热时，应垫上石棉网。
- (3) 不能用高温加热不耐温玻璃仪器，如普通漏斗、量筒、吸滤瓶等。
- (4) 玻璃仪器使用完后，应及时清洗干净，特别是标准磨口仪器放置时间太久，容易黏结在一起，很难拆开。如果发生此情况，可用热水煮黏结处，使其膨胀而脱落，还可利用木槌敲打黏结处。玻璃仪器最好自然晾干。
- (5) 带旋塞或具塞仪器清洗后，应在塞子和磨口接触处夹放纸片，以防黏结。
- (6) 标准磨口仪器处要干净，不能沾有固体物质。清洗时，应避免用去污粉擦洗磨口。否则，会使磨口连接不紧密，甚至会损坏磨口。
- (7) 安装仪器时，应做到横平竖直，磨口连接处不应受到歪斜应力，以免仪器破裂。
- (8) 一般使用时，磨口处无需涂润滑剂，以免沾有反应物或产物。但是有以下两种情况下需涂润滑剂：一种情况是反应中使用强碱时，则要涂润滑剂，以免磨口连接处因碱腐蚀而黏结在一起，无法拆开；另一种情况是当减压蒸馏时，应在磨口连接处涂润滑剂（或真空脂），保证装置密封性好。
- (9) 用温度计时，应注意不要用冷水洗热的温度计，以免炸裂，尤其是水银球部位，应冷却至室温后再冲洗。不能用温度计搅拌液体或固体物质，以免损坏。
- (10) 温度计打碎后，要把硫黄粉洒在水银球上，然后汇集在一起处理。不能将水银冲到下水道中。

三、仪器的选择

实验中各种反应装置是由一件件玻璃仪器组装而成的，应根据要求选择合适的仪器。

一般选择仪器的原则如下。

- (1) 烧瓶选择 根据液体体积而定，一般液体体积应占容器体积的 $1/3 \sim 2/3$ ，进行减压蒸馏和水蒸气蒸馏时液体体积不应超过烧瓶容积的 $1/2$ 。
- (2) 冷凝管选择 一般情况下，回流用球形冷凝管，蒸馏一般用直形冷凝管。当蒸馏温度超过 140°C 时，可改用空气冷凝管，以防温差较大时，直形冷凝管受热不均匀而炸裂。
- (3) 温度计选择 实验室一般备有 100°C 、 200°C 、 300°C 三种温度计，根据所测温度可选用不同的温度计。一般选用温度计要比被测温度高 $10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

四、常用反应装置

安装好实验装置是做好实验的基本保证，反应装置要根据实验情况组合。常用的反应装置介绍如下。

1. 回流装置

在实验中，有些反应和重结晶样品溶解往往需要煮沸一段时间。为了不使反应物和溶剂蒸气逸出，常在烧瓶口垂直装上球形冷凝管，冷却水自下而上流动，这就是一般的回流

装置。回流操作时应注意两点：第一，加热前不要忘记加沸石；第二，蒸气上升应控制在不超过第二个球为宜。图 1-1 介绍了五种回流装置。

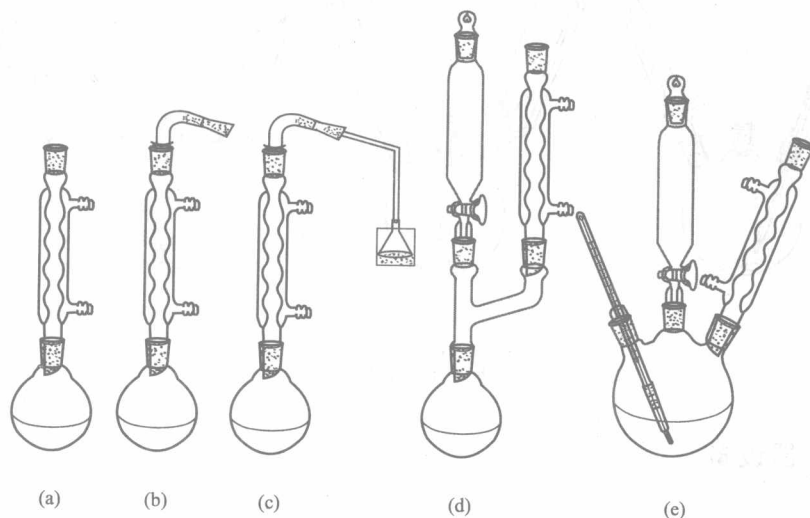


图 1-1 回流装置

(a) 普通回流装置；(b) 防潮回流装置；(c) 气体回收回流装置；
(d) 滴加液体的回流装置；(e) 需控温的滴加回流装置

2. 气体吸收装置

图 1-2 为气体吸收装置。这些装置都是采用水吸收方法，其前提是被吸收的刺激性气体须具有水溶性（如氯化氢、二氧化硫等）。对于酸性物质，需用稀碱液吸收。图 1-2(a)、图 1-2(b) 只能用来吸收少量气体。图 1-2(a) 中的三角漏斗口不要全浸入吸收液中，否则，体系内的气体被吸收或一旦反应瓶冷却时会形成负压，水就会倒吸。如果气体排出量较大或速度快时，可用图 1-2(c) 的装置。

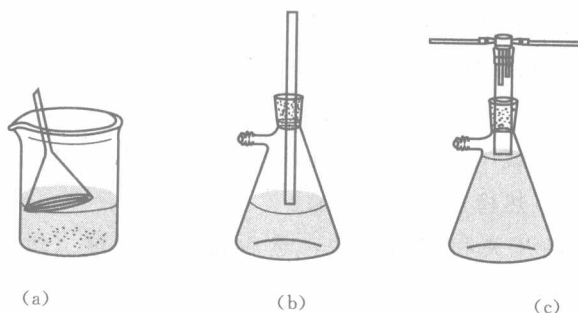


图 1-2 气体吸收装置

3. 搅拌装置

有些反应需在均相溶液中进行，一般不用搅拌。但很多反应是在非均相溶液中进行，或反应物之一是逐渐滴加的，这种情况需要搅拌。图 1-3 是三个常用的搅拌装置。其中图 1-3(a) 是可测反应温度的搅拌装置。图 1-3(b) 是可以同时进行搅拌、回流和滴加液体的装置。图 1-3(c) 是集测温、滴加、回流于一体的搅拌装置。

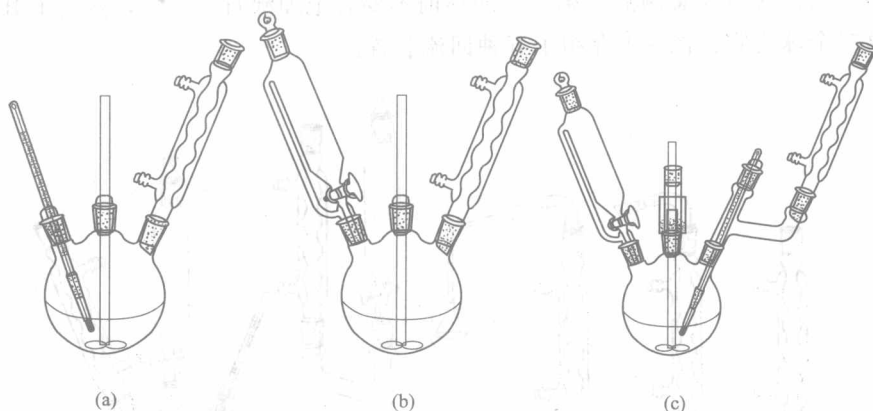


图 1-3 搅拌装置

五、电器设备

1. 电热套

电热套是有机实验中常用的间接加热设备。其分为不可调和可调两种，电热套是用玻璃纤维丝与电热丝编织成半圆形的内套，外边加上金属外壳，中间填上保温材料，根据内套直径的大小分为 50mL、100mL、150mL、200mL、250mL、500mL 等规格。最大可到 3000mL。此设备使用较安全，用完后应放在干燥处。

2. 电动搅拌机

电动搅拌机一般用于常量非均相反应时搅拌液体反应物。使用时要注意：

- (1) 应先将搅拌棒与电动搅拌器连接好；
- (2) 再将搅拌棒用套管或塞子与反应瓶固定好；
- (3) 在开动搅拌机前，应将开关打到电流最小处，然后慢慢微调到合适的旋转速度为止，避免因转速过大，导致烧瓶溶液飞溅；
- (4) 如电机长期不用，应向电机的加油孔中加一些机油，以保证电机正常运转。

3. 烘箱

实验室一般使用恒温鼓风干燥箱，目前使用较多的是数显温控烘箱。它主要用于干燥玻璃仪器或烘无腐蚀性、热稳定性好的药品。

使用时先打开加热开关和鼓风开关，然后设定好温度（烘玻璃仪器一般控制在 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ ）。

刚洗好的仪器，应将水控干后，再放入烘箱中，要先放上层，后放下层，以防湿仪器上的水滴到热仪器上造成炸裂。热仪器取出后，不要马上碰冷的物体如冷水、金属用具等。带旋塞或具塞的仪器，应取下塞子后再放入烘箱中烘干。

4. 循环水多用真空泵

它是以循环水作为流体，利用射流产生负压的原理而设计的一种新型多用真空泵，其广泛用于蒸发、蒸馏、结晶、过滤、减压、升华等操作中。由于水可以循环使用，避免了直排水现象，节水效果明显。因此，它是实验室理想的减压设备，该泵一般用于对真空度