



全国医药职业教育药学类规划教材

QUANGUO YIYAO ZHIYE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

(供高职高专使用)

药用有机化学 实验

YAOYONG YOUJI HUAXUE
SHIYAN

主编 张 斌



中国医药科技出版社

全国医药职业教育药学类规划教材

药用有机化学实验

(供高职高专使用)

主编 张 斌

编委 陈任宏 (广东食品药品职业学院)

张 斌 (浙江医药高等专科学校)

张亚娟 (浙江医药高等专科学校)

中国医药科技出版社

内 容 简 介

本书是全国医药职业教育药学类规划教材之一,依照教育部〔2006〕16号文件要求,结合我国高职高专教育的发展特点,根据《药用有机化学实验》教学大纲的基本要求和课程特点编写而成。

全书共五章,第一章介绍了有机化学实验的基础知识,第二章叙述了有机化学实验的基本操作,第三章介绍了有机化合物制备实验,第四章描述了有机化合物性质实验,第五章对有机化合物定性鉴定予以了介绍。书末还附有有机化学常见的英文缩写、常用有机溶剂的沸点及相对密度等内容。全书内容由浅入深、可操作性强,便于学生掌握,适合医药高职教育及专科、函授及自学考试等相同层次不同办学形式教学使用,也可作为医药行业培训和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

药用有机化学实验/张斌主编. —北京:中国医药科技出版社, 2008.6

全国医药职业教育药学类规划教材

ISBN 978-7-5067-3886-6

I. 药… II. 张… III. 药物化学:有机化学—化学实验—高等学校:技术学校—教材 IV. R914-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第060881号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cspyp.cn

规格 787×1092mm $1/16$

印张 $8\frac{3}{4}$

字数 197千字

印数 4001—7000

版次 2008年6月第1版

印次 2009年1月第2次印刷

印刷 廊坊市海翔印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-3886-6

定价 15.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药职业教育药学类规划教材

编写说明

随着我国医药职业教育的迅速发展,医药院校对具有职业教育特色药学类教材的需求也日益迫切,根据国发〔2005〕35号《国务院关于大力发展职业教育的决定》文件和教育部〔2006〕16号文件精神,在教育部、国家食品药品监督管理局、教育部高职高专药品类专业教学指导委员会的指导之下,我们在对全国药学职业教育情况调研的基础上,于2007年7月组织成立了全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会,并立即开展了全国医药职业教育药学类规划教材的组织、规划和编写工作。在全国20多所医药院校的大力支持和积极参与下,共确定78种教材作为首轮建设科目,其中高职类规划教材52种,中职类规划教材26种。

在百余位专家、教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力之下,这套“以人才市场需求为导向,以技能培养为核心,以职业教育人才培养必需知识体系为要素、统一规范科学并符合我国医药事业发展需要”的医药职业教育药学类规划教材终于面世了。

这套教材在调研和总结其他相关教材质量和使用情况的基础上,在编写过程中进一步突出了以下编写特点和原则:①确定了“市场需求→岗位特点→技能需求→课程体系→课程内容→知识模块构建”的指导思想;②树立了以培养能够适应医药行业生产、建设、管理、服务第一线的应用型技术人才为根本任务的编写目标;③体现了理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、综合素质较

高的编写特点。④高职教材和中职教材分别具备“以岗位群技能素质培养为基础，具备适度理论知识深度”和“岗位技能培养为基础，适度拓宽岗位群技能”的特点。

同时，由于我们组织了全国设有药学职业教育的大多数院校的大批教师参加编写工作，强调精品课程带头人、教学一线骨干教师牵头参与编写工作，从而使这套教材能够在较短的时间内以较高的质量出版，以适应我国医药职业教育发展的需要。

根据教育部、国家食品药品监督管理局的相关要求，我们还将组织开展这套教材的修订、评优及配套教材（习题集、学习指导）的编写工作，竭诚欢迎广大教师、学生对这套教材提出宝贵意见。

全国医药职业教育药学类

规划教材建设委员会

2008年5月

前 言

本教材是在教育部、国家食品药品监督管理局和教育部高职高专药学类教学委员会的关怀指导下，由中国医药科技出版社组织编写的，是相关理论教材和配套实验教材。

有机化学实验是为药学专业学生开设的一门独立的实验课。按照高职高专教育的培养目标是适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才的原则，做到理论“必需、够用”，强调实践性教育环节，因此教材所选取内容重视基本操作，注重基本操作方面各种重要反应类型以及各种基本操作技能的训练，使学生达到基本操作规范化的目的。全书由正文五章及附录组成。第一章介绍了有机化学实验的基础知识和基本要求，其中叙述了实验室规则及安全知识、实验事故的预防；常用的实验仪器及应用范围、实验装置、加热、冷却、干燥等实验常用技术；有机化学文献查阅方法等。第二章介绍了有机化学实验基本操作，安排了熔点、沸点、蒸馏、分馏、重结晶、萃取、纸色谱、折光率、旋光度等 10 种分离提纯有机化合物的方法和有机化合物物理常数的测定技术。第三章介绍了 10 余个有机化合物的制备方法，反复训练学生的基本操作能力。第四章介绍了有机化合物的性质实验，验证有关的理论知识，提高学生理论联系实践的能力。第五章介绍了有机化合物的定性鉴定，通过对未知物的鉴定和制备，加强学生对知识的灵活运用及动手能力的培养。附录中列出了常用有机溶剂的纯化方法及实验常用试剂的配制方法。通过上述严格训练，使学生加深对有机化学基础理论、有机物制备、有机物性能和官能团（反应）性能的理解，掌握有机化学所需要的基本实验方法和操作技能，掌握正确选择有机化合物合成、分离提纯与分析鉴定的方法，培养学生严谨的科学态度和分析问题、解决问题的能力。

本教材由浙江医药高等专科学校张斌任主编。编写具体分工如下：浙江医药高等专科学校张斌编写第二、五章；广东食品药品职业学院陈任宏编写第一、三章；浙江医药高等专科学校张亚娟编写第四章。

由于编者水平有限，书中有不妥之处恳请同行、专家、读者批评指正。

编者
2008 年 3 月

目 录

第一章 有机化学实验的基础知识	(1)
一、实验室规则及安全知识	(1)
(一) 实验室规则	(1)
(二) 实验室安全知识	(1)
二、有机化学实验常用仪器及其应用范围	(2)
三、有机化学实验常用技术及装置	(5)
(一) 实验常用技术	(5)
(二) 实验常用装置	(6)
四、有机化学实验预习、实验报告基本要求	(9)
(一) 有机化学实验预习报告要求	(9)
(二) 有机化学实验报告要求	(9)
五、有机化学文献简介	(12)
第二章 有机化学实验基本操作	(14)
实验一 熔点测定及温度计校正	(14)
实验二 蒸馏及沸点测定	(19)
实验三 重结晶	(22)
实验四 水蒸气蒸馏	(28)
实验五 减压蒸馏	(32)
实验六 分馏	(38)
实验七 萃取与洗涤	(40)
实验八 折光率及其测定	(45)
实验九 旋光度及其测定	(49)
实验十 氨基酸纸色谱法	(52)
第三章 有机化合物制备实验	(59)
实验十一 1-溴丁烷的制备	(59)
实验十二 苯乙醚的制备	(60)
实验十三 乙酸乙酯的制备	(61)
实验十四 乙酰水杨酸的制备	(63)
实验十五 乙酰苯胺的制备	(64)
实验十六 肉桂酸的制备	(65)
实验十七 2-甲基-2-己醇的制备	(66)
实验十八 环己酮的制备	(67)
实验十九 己二酸的制备	(68)

实验二十 对氨基苯甲酸乙酯(苯佐卡因)的制备	(69)
实验二十一 呋喃甲酸和呋喃甲醇的制备	(71)
实验二十二 甲基橙的制备	(72)
实验二十三 从茶叶中提取咖啡因	(73)
第四章 有机化合物性质实验	(75)
实验二十四 烃及卤代烷的化学性质	(75)
实验二十五 醇、酚、醚的化学性质	(78)
实验二十六 醛和酮的化学性质	(80)
实验二十七 羧酸的化学性质	(81)
实验二十八 羧酸衍生物及取代羧酸的化学性质	(83)
实验二十九 胺的化学性质	(84)
实验三十 糖的化学性质	(86)
第五章 有机化合物的定性鉴定	(89)
一、初步观察	(89)
(一) 物理状态	(89)
(二) 颜色	(90)
(三) 气味	(90)
(四) 灼烧试验	(90)
二、物理常数的测定	(90)
三、元素定性分析	(90)
四、溶解度试验	(90)
五、官能团鉴定	(92)
(一) 烷烃、烯烃、炔烃的鉴定	(92)
(二) 卤代烃的鉴定	(93)
(三) 醇的鉴定	(94)
(四) 酚的鉴定	(96)
(五) 醚的鉴定	(97)
(六) 醛和酮的鉴定	(98)
(七) 羧酸的鉴定	(100)
(八) 乙酰乙酸乙酯的鉴定	(101)
(九) 硝基化合物的鉴定	(102)
(十) 胺的鉴定	(102)
(十一) 糖类的鉴定	(104)
(十二) 氨基酸和蛋白质的鉴定	(106)
六、衍生物的制备	(107)
(一) 不饱和烃衍生物的制备	(108)
(二) 卤代烃衍生物的制备	(108)
(三) 醇衍生物的制备	(108)

(四) 酚衍生物的制备	(109)
(五) 醛和酮类衍生物的制备	(110)
(六) 羧酸衍生物的制备	(111)
(七) 胺类衍生物的制备	(111)
(八) 糖类衍生物的制备	(112)
附录	(114)
一、有机化学中常见的英文缩写	(114)
二、常用有机溶剂的沸点及相对密度	(118)
三、水蒸气压力表	(118)
四、常用溶剂和特殊试剂的纯化	(119)
五、常用试剂的配制	(125)
参考文献	(127)

第一章 有机化学实验的基础知识

有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论与方法的科学，它是一门以实验为基础的学科。有机化学实验是高职、高专药学类专业的必修课程。有机化学实验教学的任务，不仅是验证、巩固和加深课堂所学的基础理论知识，更重要的是培养学生实验操作能力，综合分析问题和解决问题的能力，培养学生自主设计实验的基本能力，养成严肃认真、实事求是的科学态度和严谨的工作作风，为学生在后续课程的学习和药品的生产、检验等实际工作奠定基础。为此，学生在实验前应当学习有机化学实验的基本知识。

一、实验室规则及安全知识

（一）实验室规则

为了安全地进行实验，培养良好的实验习惯和实验作风，实验前必须认真阅读《实验室守则》，安全、规范地操作，严格遵守实验室规则。

（1）实验前要认真预习实验内容，领会实验原理和方法，熟悉实验操作步骤，了解实验注意事项，写好预习报告，做好实验的准备工作。

（2）遵守实验室纪律，实验时应穿实验工作服，禁止穿拖鞋，要把长发扎起来。

（3）进入实验室，先熟悉实验的试剂及其用量、仪器和装置，清点仪器，检查是否缺损。保持实验室安静，认真听老师讲解。

（4）按要求规范操作，认真观察、记录，实验如有异常，应及时报告老师。

（5）认真、严肃进行实验，不得擅自离开实验室，使用有毒、易挥发、易燃、易爆物品要小心，排除隐患，防止事故发生。

（6）实验结束，将实验结果交实验指导老师检查、签名。洗净、点齐仪器，保持实验台面整洁、水槽没有废纸等杂物。值日生要履行值日职责，注意关好水、电、门、窗等。

（二）实验室安全知识

了解实验室安全知识是安全实验的重要保证，学习实验室的安全知识，可以更好地预防和应付在实验中危险情况的发生。

1. 防毒

（1）有毒或有腐蚀性试剂，应统一发放和回收。处理和使用有毒、易挥发物质时，应在抽风橱中进行。

（2）使用药品时不要接触到手或皮肤，试剂不得入口，实验结束后要细心洗手。

（3）对反应中产生的有毒气体如溴化氢、氧化氮等，应使用吸收装置处理或在抽风橱中进行，保持实验室空气流通良好，避免吸入有毒气体。

2. 防火

(1) 在操作和处理易挥发、易燃物品如苯、乙醚、乙醇和丙酮等时，不能明火，应远离火源。

(2) 熟悉实验室水、电开关位置，以及安全用具如灭火器材、沙箱和急救箱的放置地点和使用方法。

(3) 如果不慎发生着火事故，应首先切断电源、煤气，迅速移开易燃物，用沙子、数层湿布或石棉布覆盖灭火。有机溶剂着火时严禁用水灭火，火势较大时，可用灭火器灭火。

(4) 若电器着火，用不导电的二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火，不能用泡沫灭火器灭火，以防触电。

(5) 若衣服着火，切勿乱跑，应立即用石棉布覆盖身上着火部位或立即脱下衣服灭火，必要时可卧地打滚。

3. 防爆

(1) 常压下，加热反应或蒸馏，必须与大气相通，实验过程要时刻检查仪器各部位是否有堵塞现象，以防造成密闭系统而发生爆炸。

(2) 反应中如有暴沸现象，应加入几粒沸石或素瓷片防止暴沸。反应过于剧烈时，要根据不同情况采用冷却或控制加料速度等。

(3) 使用易燃、易爆物品如乙炔、过氧化物或遇水反应易爆的物质应特别小心。

(4) 无论常压或减压蒸馏，液体都不能蒸干，防止烧瓶过热而破裂或过氧化物分解发生爆炸。

4. 眼睛的防护

(1) 实验可能会发生爆炸危险时，应使用防护镜、面罩等，防止玻璃碎片、液体等飞溅入眼睛。

(2) 绝对禁止实验仪器的口部对准他人或自己。

5. 其他个人防护

(1) 割伤 玻璃割伤也是实验室常见的事故，应用镊子小心取出玻璃碎片，用过氧化氢（双氧水）洗净伤口，涂上碘酊；没有玻璃碎片的直接贴上止血贴；若伤口严重，做止血处理。

(2) 灼伤 接触酸、碱或溴等试剂，皮肤可能受灼伤时，应立即用洁净的布、卫生纸吸干，大量的水冲洗，然后分别用5%碳酸氢钠溶液、硼酸溶液和2%硫代硫酸钠洗涤，涂上烫伤软膏。严重伤者经处理后送医务室诊治。

二、有机化学实验常用仪器及其应用范围

常用的玻璃仪器分为普通口玻璃仪器和标准磨砂口玻璃仪器两种。标准磨砂口玻璃仪器系列化、标准化，常见有10口、14口、19口和24口等型号，分别指的是磨砂口的最大端直径分别是10mm、14mm、19mm和24mm，微型实验使用10口磨砂口玻璃仪器，一般实验使用19口的磨砂口玻璃仪器，只要是相同尺寸的标准磨砂口，相互之间便可以装配吻合，不同规格可以通过磨砂口接头使之连接，使用方便。磨口必须保持洁净，使用后

应及时拆卸、清洗。标准磨砂口玻璃仪器与普通口玻璃仪器比较，具有系列、通用、标准和密合好等特点，两者的使用方法大体相同。

1. 烧瓶类 (图 1-1)

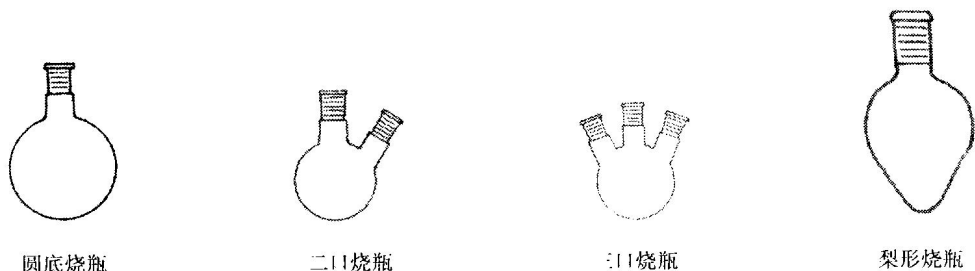


图 1-1 烧瓶

(1) 圆底烧瓶 耐压、耐热，是有机合成实验中反应、回流、加热和蒸馏的常用仪器。

(2) 二口、三口烧瓶 耐压、耐热，也是有机合成实验中反应、回流、加热的常用仪器。用于同时接温度计、滴液漏斗、搅拌器或冷凝管（蒸馏或回流）等。

(3) 梨形烧瓶 常用于微型实验的有机合成反应。

2. 冷凝管类 (图 1-2)

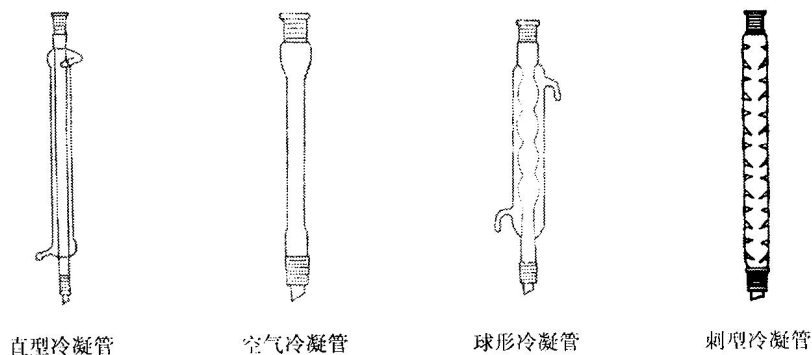


图 1-2 冷凝管

(1) 直型冷凝管 用于液体沸点 (b. p.) $< 140^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏或回流。如蒸馏乙醇实验中，直型冷凝管为倾斜放置，水流方向为下进上出。

(2) 空气冷凝管 用于液体 b. p. $> 140^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏。

(3) 球形冷凝管 用于回流。如制备肉桂酸实验中回流时，空气冷凝管为垂直放置。

(4) 刺型分馏柱 用于分馏多组分混合物或合成乙酰苯胺实验中的回流。

3. 漏斗类 (图 1-3)

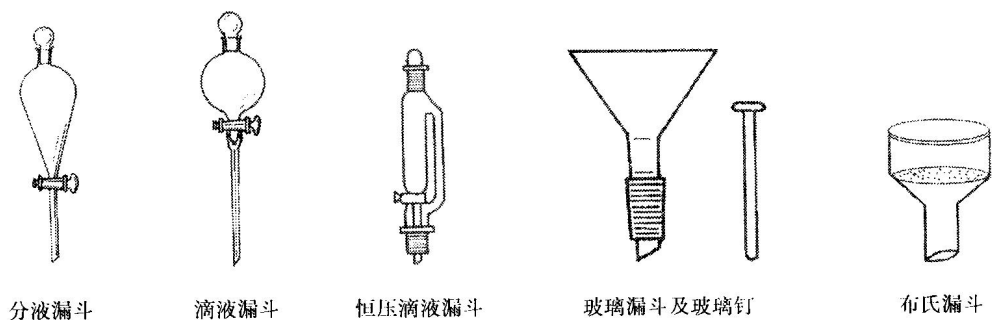


图 1-3 漏斗类

- (1) 分液漏斗 用于萃取分离或洗涤化合物。
- (2) 滴液漏斗 用于反应时滴加溶液，可控制滴加速度，漏斗口末端插入液面。
- (3) 恒压滴液漏斗 用于反应时滴加溶液，可控制滴加速度，漏斗口末端不需插入液面。
- (4) 玻璃漏斗及玻璃钉 用于少量混合物的过滤。
- (5) 布氏漏斗 用于减压过滤，滤纸可叠 2~3 层，尺寸以盖住布氏漏斗小孔为宜。

4. 蒸馏接头、磨口接头和磨口塞类 (图 1-4)

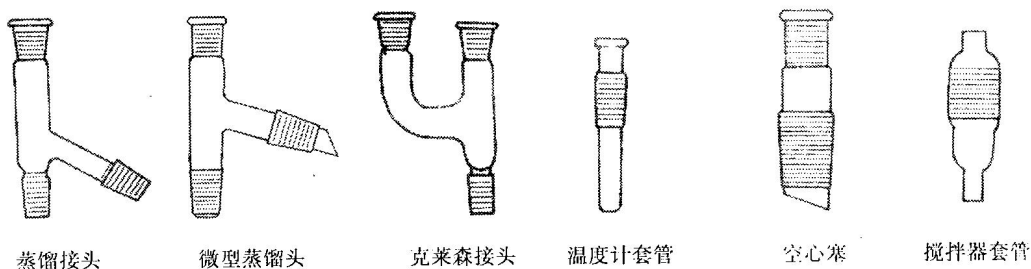


图 1-4 蒸馏接头、磨口接头和磨口塞

- (1) 蒸馏接头 用于常压蒸馏。
- (2) 微型蒸馏头 用于微型实验中的常压蒸馏、减压蒸馏、固液萃取和水蒸气蒸馏。
- (3) 克莱森接头 用于微型实验中的减压蒸馏、水蒸气蒸馏或用于同时接滴液漏斗、冷凝管等。
- (4) 温度计套管 用于蒸馏或回流时套接温度计。
- (5) 空心塞 用于封住三口烧瓶未使用的口。
- (6) 搅拌器套管 用于搅拌时套接搅拌器。

5. 接引管类和其他 (图 1-5)

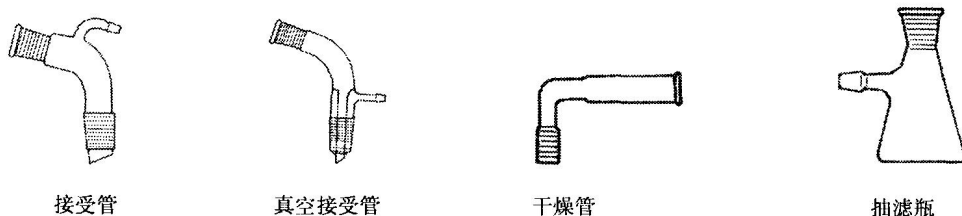


图 1-5 接引管类等

- (1) 接受管 用于常压蒸馏。
- (2) 真空接受管 用于减压蒸馏或支管接橡皮管把易燃、易爆气体引入水槽下水道。
- (3) 干燥管 用于干燥气体，中间填充无水氯化钙之类块状或粒状的干燥剂，两端用玻璃纤维或棉花填塞，松紧适中。
- (4) 抽滤瓶 用于减压过滤，与布氏漏斗配套使用。

三、有机化学实验常用技术及装置

(一) 实验常用技术

1. 加热

有机化学反应速度慢，通常需要加热来促进化学反应，根据所需温度、升温速度快慢，选择不同的加热方式。

(1) 直接加热 用酒精灯、电热套加热都是直接加热。电热套是用电热丝加热，电热丝是用玻璃纤维绝缘材料包裹着的 (如图 1-6)，具有调温范围宽、无明火、使用完全等优点。电热套大小有各种规格，通常与调压变压器配套联用，恒温范围一般为 $50 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，主要用于蒸馏和制备有机物实验中的回流加热，根据反应所需温度、烧瓶中液体的量来调节旋钮，缓慢加热升温时指示灯亮，恒

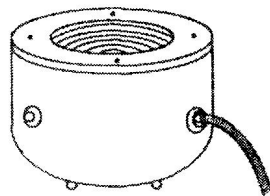


图 1-6 电热套

定至所需温度时指示灯自动熄灭。蒸馏低沸点液体时，根据烧瓶中液体量的减少，相应降低温度，避免容器壁过热而破裂。

(2) 水浴加热 加热温度不超过 100°C ，易燃、易爆的有机物，不能用明火，可用水浴加热。如蒸馏或制备乙醚实验。

(3) 油浴加热 加热温度在 $100 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 时，可以用甘油、植物油、液体石蜡、硅油作为油浴液，或用作传热液，受热均匀，适用于 $100 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 蒸馏或反应。

2. 冷却

有些化学反应放出大量的热，反应太剧烈而难以控制，需要在低温条件下进行反应，或蒸馏、分离提纯时，也需要冷却降温。冷却方式有自然冷却和人工冷却两种，在室温下

的冷却为自然冷却，在冷水或冰水浴中的冷却为人工冷却，通常用水、冰水等作为冷却剂进行冷却操作，最简单的方法是将盛有反应物的容器浸在冷水或冰水中，或直接倒入冷水或冰水中。如果需要把反应混合物保持在 0°C 以下，常用冰、盐（如 NaCl ）作为冷却剂冷却。

在蒸馏实验中，用水冷凝使沸点较低的有机物蒸气冷却成液体，可减少损失，在重结晶实验中，用冰水冷却可加速晶体析出。

3. 干燥

（1）玻璃仪器的干燥 在有机合成实验中，玻璃仪器必须干燥无水，将洗净的仪器倒置在干燥架上自然风干、用气流烘干机（图 1-7）或电吹风吹干、在烘箱中烘干等方法干燥。

（2）有机物的干燥 在有机化学实验中，常常需要除去固体、液体或气体中的少量水分，加入一种能与水反应或与水结合的物质，这种物质称为干燥剂，这一过程为干燥。干燥液体或气体的常用干燥剂有：①无水 CaCl_2 ：吸水能力大，但它的吸水速度较慢，用于烃类、醚类化合物的干燥，而不能干燥醇、羧酸等；②无水 MgSO_4 、 Na_2SO_4 ：中性干燥剂，吸水能力大，可以干燥大多数有机物如醇、酮、羧酸、酰胺和酯类等化合物；③无水 K_2CO_3 ：吸水能力一般，可用于干燥醇、酮、酯类和胺，但不能用于羧酸、酚和其他酸性化合物的干燥；④ CaO ：用于低级醇的干燥，但不能用于羧酸和酯类化合物的干燥；⑤分子筛：用于中性物质如烃类化合物的干燥，它的干燥能力强，一般用于要求含水量很低的物质。分子筛价格很贵，可活化再重新使用。干燥剂的加入量一般为每 10ml 液体约 0.5 ~ 1g 干燥剂，干燥剂与液态有机物不反应、不溶解，蒸馏前必须把干燥剂滤去。

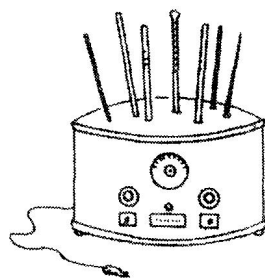


图 1-7 气流烘干机

固体有机物的干燥方法有：①自然晾干：在抽滤时尽量抽干，然后在表面皿均匀铺开，表面盖上一张滤纸，在空气中晾干；②烘箱烘干：对热稳定的固体有机物可放于烘箱内烘干，加热温度应低于该固体的熔点；③红外线干燥：用红外线干燥，穿透性强，干燥快；④干燥剂干燥：对易吸湿或较高温度干燥时会分解成变色的固体有机物，可在干燥器中干燥，干燥器底部放硅胶类的干燥剂。

（二）实验常用装置

1. 回流装置

加热能促进反应或加快有机物溶解；同时使有机物容易挥发而损失，在这种情况下，需要使用回流冷凝装置，使蒸气不断地在冷凝管内冷凝变成液体而返回反应瓶内，就能减少或防止反应瓶中的物质逃逸损失。

简单的回流冷凝装置由热源、反应器、回流冷凝管三部分组成，通常反应器选用圆底烧瓶、三口烧瓶或锥形瓶，一般情况下，反应器上连接球形冷凝管。球形冷凝管内管面积大、回流效果好，回流速度控制在液体蒸气湿润第一个球部为宜（图 1-8）。当液体 $b. p. > 140^{\circ}\text{C}$ 时，换用空气冷凝管回流。



图 1-8 回流装置



图 1-9 带有干燥管的回流装置

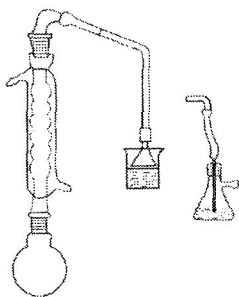


图 1-10 带有尾气接收的回流装置

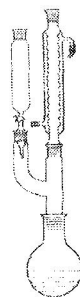


图 1-11 带有滴加液体的回流装置

考虑反应物或产物的理化性质，可用带有干燥管、尾气接收的回流特殊装置。如果产物易受潮，可在冷凝管上端口连接无水氯化钙干燥剂的干燥管，可防止水分侵入，用于制备乙醇实验（图 1-9）；如果反应中伴有刺激性、有毒气体如溴化氢产生，可加接气体接收装置，用于制备 1-溴丁烷实验（图 1-10）。对于有些反应进行比较剧烈，放出热量大，如将反应物一次性加入会使反应失去控制时，可用带有滴液漏斗的回流冷凝装置（图 1-11）。

2. 搅拌装置

搅拌是为了使反应物混合均匀，散热容易，加速反应、减少副反应。对于固体参与的反应或反应有固体产生，或互不相溶的液体存在时，有效的搅拌往往是反应能否顺利进行的关键。当将一种反应物滴加到反应混合物中时，为避免局部过浓、局部过热而反应太剧烈或产生副反应，也需要进行搅拌。

搅拌有人工搅拌、机械搅拌和磁子搅拌三种方式。机械搅拌由搅拌器完成，搅拌器主要包括电动机、搅拌棒和搅拌套管，常见的搅拌棒如图 1-12 所示，一般用玻璃、塑料或金属等制成，形状不同，搅拌时下端离瓶底约 5~6mm，在搅拌器的轴上与搅拌棒之间套一个橡皮套可以起到缓冲作用，可在搅拌棒和橡皮管之间涂上少量的凡士林或滴入几滴甘油润滑。调节电动机上的转速旋钮，就可以调节搅拌棒的快慢。

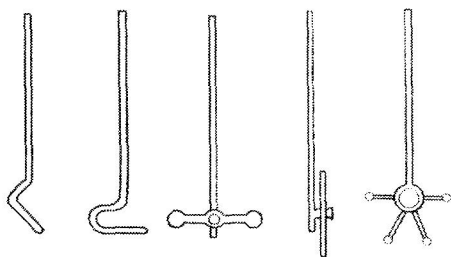


图 1-12 搅拌棒

搅拌装置由搅拌器和反应器两大部分组成(图 1-13), 图(a)、(b)为简易式, 图(c)为液封式, 中间的液封管灌注液体石蜡、甘油起密封作用, “Y”型管接恒压滴液漏斗和温度计两种仪器, 用于同时进行滴加液体和测定反应温度。

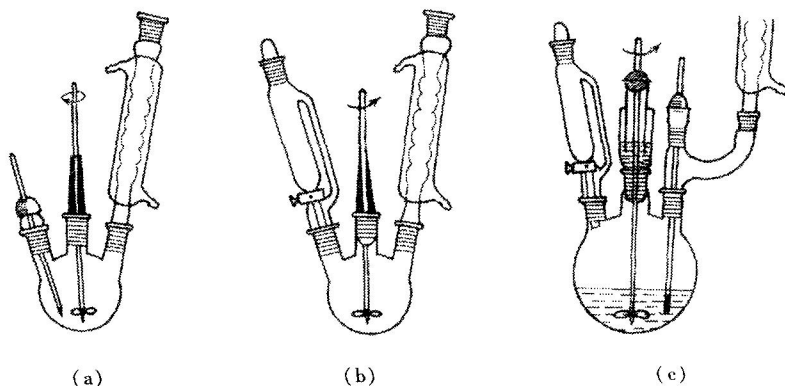


图 1-13 搅拌装置

3. 其他装置

如果产品沸点低, 易燃易爆, 有毒、易挥发, 用带侧管接受器或真空接受管, 侧管连接橡皮管通入下水道, 同时接受器应在冰水浴中冷却, 用于蒸馏或制备乙醚实验(见图 1-14)。

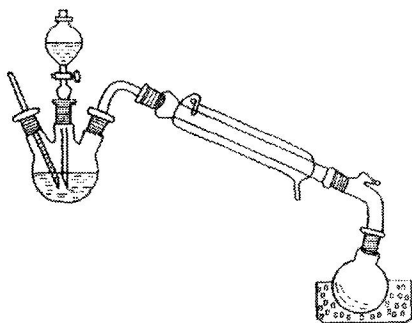


图 1-14 带冰水浴的装置