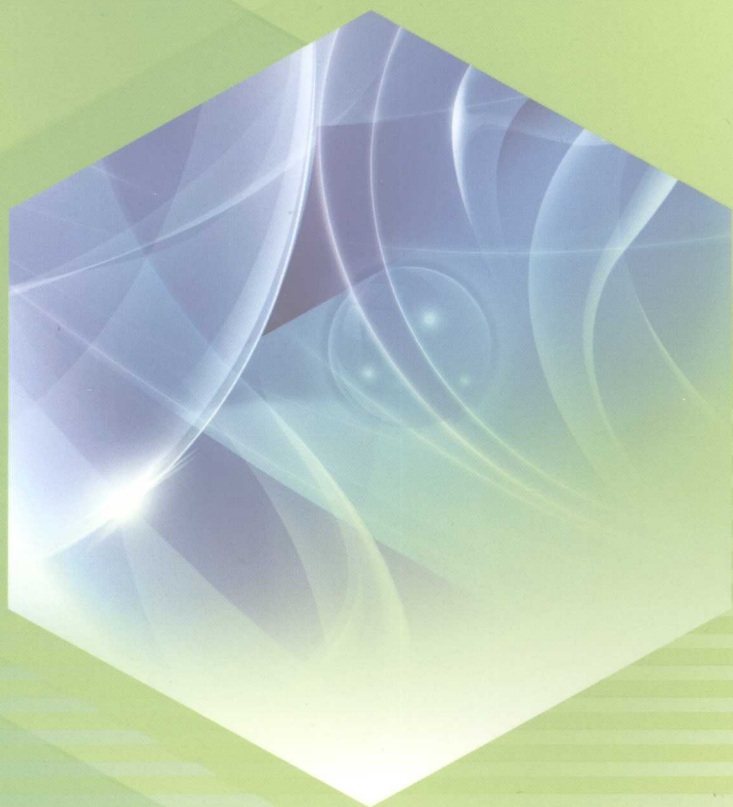




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



有机化学实验

(第三版)

■ 高职高专化学教材编写组 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

有机化学实验

(第三版)

高职高专化学教材编写组 编

责任编辑：王淑娟 封面设计：王淑娟 责任印制：王淑娟
封面设计：王淑娟 封面设计：王淑娟 封面设计：王淑娟

责任编辑：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟

责任编辑：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟

责任编辑：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟

责任编辑：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟

高等教育出版社

责任编辑：王淑娟
封面设计：王淑娟
责任印制：王淑娟

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在方富禄主编的《有机化学实验》(第一版)、周允明、曹克广修订的《有机化学实验》(第二版)的基础上修订而成。

本书仍包括有机化学实验的基本知识、基本操作、有机化合物的制备和性质实验四部分。与第二版相比,其主要变动是:在第二章增加了“色谱法”;第三章在保留了原有实验外,增加了微波加热合成技术、微型合成实验,供有条件的学校选做,共编入 29 个实验,其中多数实验力求将原理、合成、分离提纯、物理或化学性质及波谱分析鉴定融为一体。

本书作为高职高专学校、成人高校和本科院校举办的二级职业技术学院化工、轻工、纺织、材料、制药、环保等专业的有机化学实验教材,可与《有机化学》(第三版)配套使用,也可单独使用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/高职高专化学教材编写组编. —3 版.
—北京:高等教育出版社,2008. 9
ISBN 978-7-04-024433-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 122827 号

策划编辑	周先海	责任编辑	刘佳	封面设计	王凌波	责任绘图	尹莉
版式设计	陆瑞红	责任校对	金辉	责任印制	陈伟光		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中青印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 10
字 数 230 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1993 年 8 月第 1 版
2008 年 9 月第 3 版
印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷
定 价 14.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24433-00

第三版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据最新高职高专化工技术类专业人才培养规格要求编写的。本书是有机化学课程的一个重要组成部分,实验教学是培养学生实践能力和综合素质的重要途径。通过有机化学实验的学习与实践,可以增强学生对于有机化学基本理论与概念的理解和掌握,进一步了解各类有机化合物的性质,掌握有机化合物合成的基本操作技能。

本书是在《有机化学实验》(第二版)的基础上修订而成的,修订过程中充分体现能力培养为主线,体现工学结合的思想理念。本书包括四部分内容:(1)有机化学实验的基础知识;(2)有机化学实验的基本操作;(3)有机化学的性质实验;(4)有机化学的合成与天然物提取实验。本书与第二版相比,其主要变动是:在第二章最后加入“色谱法”,介绍了柱色谱、纸色谱及薄层色谱,色谱法是分离、提纯和鉴定有机化合物的重要方法;第三章增加了8个制备实验,其中包括微波合成实验和微型有机合成实验,体现了教材内容的应用性和新颖性。具有以下几个方面的特点。

1. 以能力培养为主线的教学思想贯穿于全书。每个实验都让学生得到一方面技能的训练,通过本课程的实验课程,让学生在所有实验技能方面都得到训练。

2. 体现教学与工作相结合的思想。在实验内容的确定中,选择日常生活能够接触到的药品合成,增强学生的学习积极性。

3. 注意对于学习者创新意识和创新能力的培养。注意实验技术采用新技术和新方法。微波实验,微量实验,天然物提取,综合实验方法与技能的使用。作为扩大知识面的自选内容,可供学校选用。

4. 本书的多数实验力求将原理、合成、分离提纯、物理或化学性质及波谱分析鉴定融为一体,旨在加强实验教学的综合训练,提高学生的推理能力,诱发学生的创新意识。

本书由承德石油高等专科学校的曹克广和杨夕强修订,最后由曹克广统稿,由东华大学周允明主审,周允明老师对本书提出了极为宝贵的意见,对于提高本书的质量起到了重要作用,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,编写时间仓促,书中不妥之处敬请同行批评指正。

编者

2008年7月

第二版前言

本书是根据教育部最新制定的《高职高专教育有机化学课程教学基本要求》，结合近几年的教学成果，对第一版作内容上的增删和修改。修订的指导思想是：从培养高等技术应用性人才的目的出发，突出高职高专教学特点，进一步贯彻基础理论以“必需够用”为度的原则，加强教材的应用性和实践性。

本书仍包括四部分内容。与第一版相比，其主要变动是：

将“水蒸气蒸馏”、“升华”提前至第二章，并在该章增加了“减压蒸馏”、“红外吸收光谱”，删去了“简单的玻璃工及塞子的选择和打孔”，其有关内容分散在§1-4和§2-6中。本章比较系统地介绍有机化合物分离、提纯的方法和技巧；在较详尽地说明操作步骤的同时，指出学生容易出现的错误和问题；注重基本技能的训练，为制备实验时的综合训练奠定比较扎实的基础。本章有6个基本操作实验可单独做，也可结合制备实验进行练习，学校可灵活安排。

本书在第三章的选材上，首先按照基本要求选择了几种重要的、有代表性的典型反应，考虑了多步骤合成实验，以强化学生的动手和实践能力的培养。除介绍常规实验外，本章还引入了光化学合成和电化学合成等近代有机合成实验技术，增强了教材内容的现代性、综合性和应用性。本章的多数实验力求将原理、合成、分离、提纯、物理或化学性质鉴定以及波谱分析融为一体，旨在加强实验教学的综合性训练。此外，在思考题中还增加了一些实验方案的设计性内容，其出发点是为了提高学生的推理能力，诱发学生的创新意识。本章共有29个实验，可供学校选用。

第四章增加了“烃的性质”和“羧酸及其衍生物的性质”。该章共有8个实验，可不单独开课，而是结合制备实验进行综合训练。

书末附录增加了“危险化学品试剂的使用知识”，目的在于加强学生的安全意识，使学生严格遵守操作规程，避免事故发生。

书中未经标注的百分比含量均为质量分数。

参加本书修订工作的有周允明（东华大学）、曹克广（承德石油高等专科学校）。全书由周允明统稿、修改、定稿。

本书承蒙大连理工大学化工学院高占先教授审阅，提出了许多宝贵的建议和修改意见，编者在此谨致谢意。另外，对本书的修订工作给予支持和帮助的许庆云（上海应用技术学院）和使用过本书第一版并提出意见的同志表示感谢。

限于编者水平，书中难免有错误和不妥之处，请读者批评指正。

编 者

2000年9月于上海

第一版前言

根据国家教委 1991 年审定的《高等学校工程专科有机化学课程教学基本要求》，于 1992 年 10 月高等学校工程专科化学教材编审组扩大会议上制定了本书的编写大纲，我们参考了国内外有机化学实验书，并结合自己多年的教学实践，编写了这本教材。

本书包括四部分内容：(1) 有机化学实验的基本知识；(2) 有机化学实验基本操作；(3) 有机化合物的制备；(4) 有机化合物的性质实验。书末有附录。

有机化学实验的基本知识部分，特别强调实验室安全和事故处理，以及对学生的要求。

在基本操作部分中，简要介绍原理、正确操作方法和注意事项。有的项目还编写了具体的实验内容。凡是教学基本要求规定必须正确掌握和基本掌握的基本操作，在后面的制备实验中均安排多次重复训练，以有利于强化学生动手和实践能力，使达到操作规范，符合要求。

有机化合物制备部分是实验教学的主要内容。根据实验方法成熟、反应条件充分而不苛刻、实验结果可以检验的原则，我们选编了 34 个实验。对每个实验都明确提出要达到的目的要求，并详细说明操作要点和成败关键，最后附有针对性的思考题，以提高学生的观察和推理能力。为培养学生综合运用所学知识，还安排一个多步实验。而教学基本要求规定一般了解的水蒸气蒸馏和未列入的升华操作，则附在有关实验之后，并用小字排印。各校可根据实验室条件和专业要求，选做几个制备实验。

性质实验部分，主要涉及某些重要官能团的鉴定反应，各校可以根据教学时数的分配情况，灵活安排。

书末的附录给出常用元素相对原子质量表，常用酸碱溶液密度及浓度表，常用有机溶剂沸点、密度表，常用溶剂的处理等内容，供学习和查阅参考。

本书由上海石油化工高等专科学校方富禄副教授主编，上海化工高等专科学校周荣才副教授、上海纺织高等专科学校周允明副教授和北京石油化工高等专科学校尹玉英副教授共同参加编写。

本书由大连理工大学周科衍教授主审，他仔细地审阅了全部书稿，提出许多宝贵的建议和修改意见。1993 年 11 月高等学校工程专科化学教材编审组在盐城工业高等专科学校召开本书的审稿会，参加会议的有湖南轻工业高等专科学校徐杏英讲师、盐城工业高等专科学校刘国华讲师等，会上代表们对本书提出许多有益的意见。会后编者认真地对书稿进行了修改。编者在此谨向周科衍教授和参加审稿会的代表表示衷心的感谢。

本书是高等学校工程专科教材《有机化学》(1993 年 5 月第 1 版)配套的实验教材。由于时间仓促和编者水平有限，不妥和错误之处定然不少，恳切希望使用本书的各校师生和读者提出批评和指正。

编 者

1994 年 4 月于上海

目 录

第一章 有机化学实验的基本知识	1
§ 1-1 有机化学实验的目的	1
§ 1-2 有机化学实验室规则	1
§ 1-3 实验室的安全、事故处理和急救	2
§ 1-4 有机化学实验常用仪器及装置	4
§ 1-5 实验预习、实验记录和实验报告	14
§ 1-6 常用的有机化学实验参考书和工具书	17
第二章 有机化学实验基本操作	19
§ 2-1 加热与冷却	19
§ 2-2 蒸馏	20
§ 2-3 分馏	24
§ 2-4 水蒸气蒸馏	27
§ 2-5 减压蒸馏	30
§ 2-6 熔点的测定和温度计的校正	35
§ 2-7 沸点的测定	38
§ 2-8 重结晶	39
§ 2-9 升华	42
§ 2-10 萃取	44
§ 2-11 干燥	47
§ 2-12 折射率的测定	51
§ 2-13 红外光谱	54
§ 2-14 色谱法	63
第三章 有机化合物的制备	71
§ 3-1 溴乙烷的制备(4学时)	71
§ 3-2 1-溴丁烷的制备(6学时)	73
§ 3-3 微波辐射合成正溴丁烷(4学时)	75
§ 3-4 环己烯的制备(3学时)	77
§ 3-5 正丁醚的制备(4学时)	79
§ 3-6 β -萘乙醚的制备(7学时)	81
§ 3-7 微型合成阿司匹林(乙酰水杨酸)(6学时)	82

§ 3-8 微型合成正丁基丙二酸二酯(8学时)	83
§ 3-9 微型合成肉桂醇(3学时)	84
§ 3-10 微型合成邻苯二甲酸二丁酯的制备(3学时)	85
§ 3-11 乙酸乙酯的制备(4学时)	87
§ 3-12 乙酸正丁酯的制备(4学时)	89
§ 3-13 苯胺的制备(8学时)	91
§ 3-14 乙酰苯胺的制备(4学时)	93
§ 3-15 微波辐射合成乙酰苯胺(4学时)	94
§ 3-16 苯乙酮的制备(6学时)	95
§ 3-17 邻苯甲酰苯甲酸和蒽醌的制备(10~12学时)	98
§ 3-18 环氧树脂(双酚 A 和环氧树脂)的制备(10学时)	100
§ 3-19 对硝基苯甲酸的制备(4学时)	102
§ 3-20 己二酸的制备(4学时)	104
§ 3-21 肉桂酸的制备(8学时)	105
§ 3-22 乙酰乙酸乙酯的制备(8学时)	107
§ 3-23 苯甲醇和苯甲酸的制备(6学时)	109
§ 3-24 驱蚊胺(N,N -二乙基间甲苯甲酰胺)的制备(10学时)	111
§ 3-25 对位红的制备(多步合成实验)(4学时)	113
§ 3-26 从茶叶中提取咖啡因(6学时)	117
§ 3-27 从黄连中提取黄连素(4学时)	118
§ 3-28 苯频哪醇的制备(二苯酮的光化学还原)	119
§ 3-29 碘仿的制备(有机电化学反应)(3学时)	121
第四章 有机化合物的性质实验	124
§ 4-1 烃的性质	124

II 目录

§ 4-2 卤代烃的性质	125
§ 4-3 醇和酚的性质	126
§ 4-4 醛和酮的性质	128
§ 4-5 羧酸及其衍生物的性质	130
§ 4-6 胺的性质	133
§ 4-7 碳水化合物的性质	134
§ 4-8 氨基酸和蛋白质的性质	136
附录	138

附录 I 常用元素相对原子质量表	138
附录 II 常用酸碱溶液相对密度及溶质的质量分数和溶解度表	138
附录 III 常用有机溶剂的沸点及相对密度表	143
附录 IV 水的饱和蒸气压(0~100 °C)	143
附录 V 常用溶剂的处理	143
附录 VI 危险化学试剂的使用知识	145

2-1 绪论	1
2-2 有机化学的发展	1
2-3 有机化学的研究对象	1
2-4 有机化学的分支	1
2-5 有机化学的用途	1
2-6 有机化学的学习方法	1
2-7 有机化学的命名	1
2-8 有机化学的符号	1
2-9 有机化学的仪器	1
2-10 有机化学的试剂	1
2-11 有机化学的装置	1
2-12 有机化学的实验室	1
2-13 有机化学的安全	1
2-14 有机化学的环保	1
2-15 有机化学的展望	1
2-16 烷烃	2
2-17 烯烃	2
2-18 炔烃	2
2-19 芳香烃	2
2-20 脂环烃	2
2-21 萜类化合物	2
2-22 甾体化合物	2
2-23 生物碱	2
2-24 糖	2
2-25 氨基酸	2
2-26 蛋白质	2
2-27 维生素	2
2-28 酶	2
2-29 核酸	2
2-30 激素	2
2-31 神经递质	2
2-32 药物	2
2-33 农药	2
2-34 染料	2
2-35 塑料	2
2-36 橡胶	2
2-37 纤维	2
2-38 涂料	2
2-39 粘合剂	2
2-40 油墨	2
2-41 化妆品	2
2-42 食品添加剂	2
2-43 农药	2
2-44 兽药	2
2-45 渔药	2
2-46 植物生长调节剂	2
2-47 昆虫生长调节剂	2
2-48 杀菌剂	2
2-49 杀螨剂	2
2-50 杀线虫剂	2
2-51 杀鼠剂	2
2-52 杀鸟剂	2
2-53 杀兽剂	2
2-54 杀鱼剂	2
2-55 杀昆虫剂	2
2-56 杀植物剂	2
2-57 杀微生物剂	2
2-58 杀寄生虫剂	2
2-59 杀杂草剂	2
2-60 杀有害动物剂	2
2-61 杀有害植物剂	2
2-62 杀有害微生物剂	2
2-63 杀有害昆虫剂	2
2-64 杀有害植物剂	2
2-65 杀有害动物剂	2
2-66 杀有害微生物剂	2
2-67 杀有害昆虫剂	2
2-68 杀有害植物剂	2
2-69 杀有害动物剂	2
2-70 杀有害微生物剂	2
2-71 杀有害昆虫剂	2
2-72 杀有害植物剂	2
2-73 杀有害动物剂	2
2-74 杀有害微生物剂	2
2-75 杀有害昆虫剂	2
2-76 杀有害植物剂	2
2-77 杀有害动物剂	2
2-78 杀有害微生物剂	2
2-79 杀有害昆虫剂	2
2-80 杀有害植物剂	2
2-81 杀有害动物剂	2
2-82 杀有害微生物剂	2
2-83 杀有害昆虫剂	2
2-84 杀有害植物剂	2
2-85 杀有害动物剂	2
2-86 杀有害微生物剂	2
2-87 杀有害昆虫剂	2
2-88 杀有害植物剂	2
2-89 杀有害动物剂	2
2-90 杀有害微生物剂	2
2-91 杀有害昆虫剂	2
2-92 杀有害植物剂	2
2-93 杀有害动物剂	2
2-94 杀有害微生物剂	2
2-95 杀有害昆虫剂	2
2-96 杀有害植物剂	2
2-97 杀有害动物剂	2
2-98 杀有害微生物剂	2
2-99 杀有害昆虫剂	2
2-100 杀有害植物剂	2
2-101 杀有害动物剂	2
2-102 杀有害微生物剂	2
2-103 杀有害昆虫剂	2
2-104 杀有害植物剂	2
2-105 杀有害动物剂	2
2-106 杀有害微生物剂	2
2-107 杀有害昆虫剂	2
2-108 杀有害植物剂	2
2-109 杀有害动物剂	2
2-110 杀有害微生物剂	2
2-111 杀有害昆虫剂	2
2-112 杀有害植物剂	2
2-113 杀有害动物剂	2
2-114 杀有害微生物剂	2
2-115 杀有害昆虫剂	2
2-116 杀有害植物剂	2
2-117 杀有害动物剂	2
2-118 杀有害微生物剂	2
2-119 杀有害昆虫剂	2
2-120 杀有害植物剂	2
2-121 杀有害动物剂	2
2-122 杀有害微生物剂	2
2-123 杀有害昆虫剂	2
2-124 杀有害植物剂	2
2-125 杀有害动物剂	2
2-126 杀有害微生物剂	2
2-127 杀有害昆虫剂	2
2-128 杀有害植物剂	2
2-129 杀有害动物剂	2
2-130 杀有害微生物剂	2
2-131 杀有害昆虫剂	2
2-132 杀有害植物剂	2
2-133 杀有害动物剂	2
2-134 杀有害微生物剂	2
2-135 杀有害昆虫剂	2
2-136 杀有害植物剂	2
2-137 杀有害动物剂	2
2-138 杀有害微生物剂	2
2-139 杀有害昆虫剂	2
2-140 杀有害植物剂	2
2-141 杀有害动物剂	2
2-142 杀有害微生物剂	2
2-143 杀有害昆虫剂	2
2-144 杀有害植物剂	2
2-145 杀有害动物剂	2
2-146 杀有害微生物剂	2
2-147 杀有害昆虫剂	2
2-148 杀有害植物剂	2
2-149 杀有害动物剂	2
2-150 杀有害微生物剂	2
2-151 杀有害昆虫剂	2
2-152 杀有害植物剂	2
2-153 杀有害动物剂	2
2-154 杀有害微生物剂	2
2-155 杀有害昆虫剂	2
2-156 杀有害植物剂	2
2-157 杀有害动物剂	2
2-158 杀有害微生物剂	2
2-159 杀有害昆虫剂	2
2-160 杀有害植物剂	2
2-161 杀有害动物剂	2
2-162 杀有害微生物剂	2
2-163 杀有害昆虫剂	2
2-164 杀有害植物剂	2
2-165 杀有害动物剂	2
2-166 杀有害微生物剂	2
2-167 杀有害昆虫剂	2
2-168 杀有害植物剂	2
2-169 杀有害动物剂	2
2-170 杀有害微生物剂	2
2-171 杀有害昆虫剂	2
2-172 杀有害植物剂	2
2-173 杀有害动物剂	2
2-174 杀有害微生物剂	2
2-175 杀有害昆虫剂	2
2-176 杀有害植物剂	2
2-177 杀有害动物剂	2
2-178 杀有害微生物剂	2
2-179 杀有害昆虫剂	2
2-180 杀有害植物剂	2
2-181 杀有害动物剂	2
2-182 杀有害微生物剂	2
2-183 杀有害昆虫剂	2
2-184 杀有害植物剂	2
2-185 杀有害动物剂	2
2-186 杀有害微生物剂	2
2-187 杀有害昆虫剂	2
2-188 杀有害植物剂	2
2-189 杀有害动物剂	2
2-190 杀有害微生物剂	2
2-191 杀有害昆虫剂	2
2-192 杀有害植物剂	2
2-193 杀有害动物剂	2
2-194 杀有害微生物剂	2
2-195 杀有害昆虫剂	2
2-196 杀有害植物剂	2
2-197 杀有害动物剂	2
2-198 杀有害微生物剂	2
2-199 杀有害昆虫剂	2
2-200 杀有害植物剂	2
2-201 杀有害动物剂	2
2-202 杀有害微生物剂	2
2-203 杀有害昆虫剂	2
2-204 杀有害植物剂	2
2-205 杀有害动物剂	2
2-206 杀有害微生物剂	2
2-207 杀有害昆虫剂	2
2-208 杀有害植物剂	2
2-209 杀有害动物剂	2
2-210 杀有害微生物剂	2
2-211 杀有害昆虫剂	2
2-212 杀有害植物剂	2
2-213 杀有害动物剂	2
2-214 杀有害微生物剂	2
2-215 杀有害昆虫剂	2
2-216 杀有害植物剂	2
2-217 杀有害动物剂	2
2-218 杀有害微生物剂	2
2-219 杀有害昆虫剂	2
2-220 杀有害植物剂	2
2-221 杀有害动物剂	2
2-222 杀有害微生物剂	2
2-223 杀有害昆虫剂	2
2-224 杀有害植物剂	2
2-225 杀有害动物剂	2
2-226 杀有害微生物剂	2
2-227 杀有害昆虫剂	2
2-228 杀有害植物剂	2
2-229 杀有害动物剂	2
2-230 杀有害微生物剂	2
2-231 杀有害昆虫剂	2
2-232 杀有害植物剂	2
2-233 杀有害动物剂	2
2-234 杀有害微生物剂	2
2-235 杀有害昆虫剂	2
2-236 杀有害植物剂	2
2-237 杀有害动物剂	2
2-238 杀有害微生物剂	2
2-239 杀有害昆虫剂	2
2-240 杀有害植物剂	2
2-241 杀有害动物剂	2
2-242 杀有害微生物剂	2
2-243 杀有害昆虫剂	2
2-244 杀有害植物剂	2
2-245 杀有害动物剂	2
2-246 杀有害微生物剂	2
2-247 杀有害昆虫剂	2
2-248 杀有害植物剂	2
2-249 杀有害动物剂	2
2-250 杀有害微生物剂	2
2-251 杀有害昆虫剂	2
2-252 杀有害植物剂	2
2-253 杀有害动物剂	2
2-254 杀有害微生物剂	2
2-255 杀有害昆虫剂	2
2-256 杀有害植物剂	2
2-257 杀有害动物剂	2
2-258 杀有害微生物剂	2
2-259 杀有害昆虫剂	2
2-260 杀有害植物剂	2
2-261 杀有害动物剂	2
2-262 杀有害微生物剂	2
2-263 杀有害昆虫剂	2
2-264 杀有害植物剂	2
2-265 杀有害动物剂	2
2-266 杀有害微生物剂	2
2-267 杀有害昆虫剂	2
2-268 杀有害植物剂	2
2-269 杀有害动物剂	2
2-270 杀有害微生物剂	2
2-271 杀有害昆虫剂	2
2-272 杀有害植物剂	2
2-273 杀有害动物剂	2
2-274 杀有害微生物剂	2
2-275 杀有害昆虫剂	2
2-276 杀有害植物剂	2
2-277 杀有害动物剂	2
2-278 杀有害微生物剂	2
2-279 杀有害昆虫剂	2
2-280 杀有害植物剂	2
2-281 杀有害动物剂	2
2-282 杀有害微生物剂	2
2-283 杀有害昆虫剂	2
2-284 杀有害植物剂	2
2-285 杀有害动物剂	2
2-286 杀有害微生物剂	2
2-287 杀有害昆虫剂	2
2-288 杀有害植物剂	2
2-289 杀有害动物剂	2
2-290 杀有害微生物剂	2
2-291 杀有害昆虫剂	2
2-292 杀有害植物剂	2
2-293 杀有害动物剂	2
2-294 杀有害微生物剂	2
2-295 杀有害昆虫剂	2
2-296 杀有害植物剂	2
2-297 杀有害动物剂	2
2-298 杀有害微生物剂	2
2-299 杀有害昆虫剂	2
2-300 杀有害植物剂	2
2-301 杀有害动物剂	2
2-302 杀有害微生物剂	2
2-303 杀有害昆虫剂	2
2-304 杀有害植物剂	2
2-305 杀有害动物剂	2
2-306 杀有害微生物剂	2
2-307 杀有害昆虫剂	2
2-308 杀有害植物剂	2
2-309 杀有害动物剂	2
2-310 杀有害微生物剂	2
2-311 杀有害昆虫剂	2
2-312 杀有害植物剂	2
2-313 杀有害动物剂	2
2-314 杀有害微生物剂	2
2-315 杀有害昆虫剂	2
2-316 杀有害植物剂	2
2-317 杀有害动物剂	2
2-318 杀有害微生物剂	2
2-319 杀有害昆虫剂	2
2-320 杀有害植物剂	2
2-321 杀有害动物剂	2
2-322 杀有害微生物剂	2
2-323 杀有害昆虫剂	2
2-324 杀有害植物剂	2
2-325 杀有害动物剂	2
2-326 杀有害微生物剂	2
2-327 杀有害昆虫剂	2
2-328 杀有害植物剂	2
2-329 杀有害动物剂	2
2-330 杀有害微生物剂	2
2-331 杀有害昆虫剂	2
2-332 杀有害植物剂	2
2-333 杀有害动物剂	2
2-334 杀有害微生物剂	2
2-335 杀有害昆虫剂	2
2-336 杀有害植物剂	2
2-337 杀有害动物剂	2
2-338 杀有害微生物剂	2
2-339 杀有害昆虫剂	2
2-340 杀有害植物剂	2
2-341 杀有害动物剂	2
2-342 杀有害微生物剂	2
2-343 杀有害昆虫剂	2
2-344 杀有害植物剂	2
2-345 杀有害动物剂	2
2-346 杀有害微生物剂	2
2-347 杀有害昆虫剂	2
2-348 杀有害植物剂	2
2-349 杀有害动物剂	2
2-350 杀有害微生物剂	2
2-351 杀有害昆虫剂	2
2-352 杀有害植物剂	2
2-353 杀有害动物剂	2
2-354 杀有害微生物剂	2
2-355 杀有害昆虫剂	2
2-356 杀有害植物剂	2
2-357 杀有害动物剂	2
2-358 杀有害微生物剂	2
2-359 杀有害昆虫剂	2
2-360 杀有害植物剂	2
2-361 杀有害动物剂	2
2-362 杀有害微生物剂	2
2-363 杀有害昆虫剂	2
2-364 杀有害植物剂	2
2-365 杀有害动物剂	2
2-366 杀有害微生物剂	2
2-367 杀有害昆虫剂	2
2-368 杀有害植物剂	2
2-369 杀有害动物剂	2
2-370 杀有害微生物剂	2
2-371 杀有害昆虫剂	2
2-372 杀有害植物剂	2
2-373 杀有害动物剂	2
2-374 杀有害微生物剂	2
2-375 杀有害昆虫剂	2
2-376 杀有害植物剂	2
2-377 杀有害动物剂	2
2-378 杀有害微生物剂	2
2-379 杀有害昆虫剂	2
2-380 杀有害植物剂	2
2-381 杀有害动物剂	2
2-382 杀有害微生物剂	2
2-383 杀有害昆虫剂	2
2-384 杀有害植物剂	2
2-385 杀有害动物剂	2
2-386 杀有害微生物剂	2
2-387 杀有害昆虫剂	2
2-388 杀有害植物剂	2
2-389 杀有害动物剂	2
2-390 杀有害微生物剂	2
2-391 杀有害昆虫剂	2
2-392 杀有害植物剂	2
2-393 杀有害动物剂	2
2-394 杀有害微生物剂	2
2-395 杀有害昆虫剂	2
2-396 杀有害植物剂	2
2-397 杀有害动物剂	2
2-398 杀有害微生物剂	2
2-399 杀有害昆虫剂	2
2-400 杀有害植物剂	2
2-401 杀有害动物剂	2
2-402 杀有害微生物剂	2
2-403 杀有害昆虫剂	2
2-404 杀有害植物剂	2
2-405 杀有害动物剂	2
2-406 杀有害微生物剂	2
2-407 杀有害昆虫剂	2
2-408 杀有害植物剂	2
2-409 杀有害动物剂	2
2-410 杀有害微生物剂	2
2-411 杀有害昆虫剂	2
2-412 杀有害植物剂	2
2-413 杀有害动物剂	2
2-414 杀有害微生物剂	2
2-415 杀有害昆虫剂	2
2-416 杀有害植物剂	2
2-417 杀有害动物剂	2
2-418 杀有害微生物剂	2
2-419 杀有害昆虫剂	2
2-420 杀有害植物剂	2
2-421 杀有害动物剂	2
2-422 杀有害微生物剂	2
2-423 杀有害昆虫剂	2
2-424 杀有害植物剂	2
2-425 杀有害动物剂	2
2-426 杀有害微生物剂	2
2-427 杀有害昆虫剂	2
2-428 杀有害植物剂	2
2-429 杀有害动物剂	2
2-430 杀有害微生物剂	2
2-431 杀有害昆虫剂	2
2-432 杀有害植物剂	2
2-433 杀有害动物剂	2
2-434 杀有害微生物剂	2
2-435 杀有害昆虫剂	2
2-436 杀有害植物剂	2
2-437 杀有害动物剂	2
2-438 杀有害微生物剂	2
2-439 杀有害昆虫剂	2
2-440 杀有害植物剂	2
2-441 杀有害动物剂	2
2-442 杀有害微生物剂	2
2-443 杀有害昆虫剂	2
2-444 杀有害植物剂	2
2-445 杀有害动物剂	2
2-446 杀有害微生物剂	2
2-447 杀有害昆虫剂	2
2-448 杀有害植物剂	2
2-449 杀有害动物剂	2
2-450 杀有害微生物剂	2
2-451 杀有害昆虫剂	2
2-452 杀有害植物剂	2
2-453 杀有害动物剂	2
2-454 杀有害微生物剂	2
2-455 杀有害昆虫剂	2
2-456 杀有害植物剂	2
2-457 杀有害动物剂	2
2-458 杀有害微生物剂	2
2-459 杀有害昆虫剂	2
2-460 杀有害植物剂	2
2-461 杀有害动物剂	2
2-462 杀有害微生物剂	2
2-463 杀有害昆虫剂	2
2-464 杀有害植物剂	2
2-465 杀有害动物剂	2
2-466 杀有害微生物剂	2
2-467 杀有害昆虫剂	2
2-468 杀有害植物剂	2
2-469 杀有害动物剂	2
2-470 杀有害微生物剂	2
2-471 杀有害昆虫剂	2
2-472 杀有害植物剂	2
2-473 杀有害动物剂	2
2-474 杀有害微生物剂	2
2-475 杀有害昆虫剂	2
2-476 杀有害植物剂	2
2-477 杀有害动物剂	2
2-478 杀有害微生物剂	2
2-479 杀有害昆虫剂	2
2-480 杀有害植物剂	2
2-481 杀有害动物剂	2
2-482 杀有害微生物剂	2
2-483 杀有害昆虫剂	2
2-484 杀有害植物剂 ..	

第一章 有机化学实验的基本知识

§ 1-1 有机化学实验的目的

有机化学是一门以实验为基础,理论性和实践性并重的课程。有机化学的发展同有机化合物的合成、分离提纯、鉴定等实验研究紧密相连。正是在大量实验研究的基础上,建立了有机化学的理论,形成了有机化学学科。因此,有机化学实验与有机化学理论教学是相互配合的,它也是有机化学教学的重要组成部分。高职高专有机化学实验教学的主要目的是:

- (1) 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,掌握基本的有机化学实验技术,并培养具备灵活运用这些技术的能力。
- (2) 培养良好的实验习惯和科学、严谨的工作作风,以及分析问题和解决问题的能力。
- (3) 培养观察、推理能力,以及由实验素材总结系统理论的思维方法。

§ 1-2 有机化学实验室规则

为培养学生良好的实验方法和科学素质,保证有机化学实验正常、有效、安全地进行,保证教学质量,学生必须遵守下列规则:

- (1) 进入有机化学实验室前,必须仔细阅读本书 § 1-1 至 § 1-3 的内容,了解实验室的注意事项、有关规定以及事故处理办法和急救常识。
- (2) 每次实验前,必须认真预习,写好预习报告。没有达到预习要求者,不得进行实验。每次实验装置装配完毕后,均应经指导教师检查,确认合格后方可开始操作。若要改变实验方案,必须事先征得指导教师同意。实验中,应认真操作,仔细观察,积极思考,如实记录实验现象和实验数据,不得擅自离开实验岗位。合成实验完成后,应计算产率,并将产物贴好标签后交给指导教师。实验后,应按时写出符合规范的实验报告。
- (3) 实验仪器放置要整齐有序,并保持实验环境(桌面、地面等)的整洁。不得将固体物或腐蚀性的液体倒入水槽,以保持水流畅通。实验后留下的有机物应倒入指定的收集器内;废酸、废碱应倒入废液缸中;废纸等应投入废纸篓中;废玻璃管和塞子应放在指定的地点,以备回收和处理。
- (4) 实验室内不准吸烟、吃食物。不得穿背心、拖鞋进实验室。保持实验室的安静,不得大声喧哗。丢弃废玻璃器具时不要发出大的声响。实验结束后必须洗手。
- (5) 爱护国家财产,正确使用仪器与设备,公用仪器及器械用后应放回原处。损坏仪器应及时填写破损单,并按学校的规定处理后及时补齐。节约使用试剂和物品,注意有关物品的

回收。

(6) 实验结束后,把玻璃仪器洗净备用,并做好实验室的清洁工作。离开实验室时,应把桌上的水、电、煤气开关关闭。

§ 1-3 实验室的安全、事故处理和急救

有机化学实验常使用大量的有机试剂和溶剂,这些有机物大多易燃,有的有机物蒸气同空气的混合物还具有爆炸性,并且这些物质都不同程度地具有毒性。因此,防火、防爆、防中毒是有机化学实验安全运行中突出的、主要的问题。当然,和其他化学实验一样,在进行有机化学实验时,也应注意安全用电,防止割伤、烫伤等意外伤害事故的发生。

一、防火

防火就是防止意外燃烧。燃烧是一种伴有发热和发光的剧烈氧化反应,它必须同时具备下列三个条件:可燃物、助燃物(如空气中的氧气)和火源(如明火、火花、灼热的物体等),三者缺一不可。控制或消除已经产生的燃烧条件,就可以控制或防止火灾。

有机化学实验室常用的一些有机试剂和溶剂,它们的闪点很低,许多都属于一级易燃液体。

闪点是液体表面上的蒸气和周围空气的混合物与火接触,初次出现蓝色火焰闪光时的温度。它是表征液体可燃性的一个重要指标。显然,闪点越低,越容易发生燃烧。按我国规定,凡是闪点在 45°C 以下的液体,都属于易燃液体,其中闪点在 28°C 以下的,称为一级易燃液体,在 $28.1\sim 45^{\circ}\text{C}$ 的称为二级易燃液体。某些有机物的闪点和沸点见表 1-1。

表 1-1 某些有机物的闪点和沸点

名 称	闪点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	名 称	闪点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$
乙醚	-45	34.8	苯	-11	80.1
乙醛	-38	20.8	环己烷	-6	80.7
二硫化碳	-30	46.5	甲醇	11	64.8
丙酮	-18	56.5	乙醇	12	78.4
石油醚	-17	40~80			

实验室使用易燃液体时,应特别小心,周围环境必须避免明火。对沸点低于 80°C 的液体,一般在蒸馏时应采用水浴加热,不能直接用火加热。蒸馏或回流操作前,应预先加沸石,以防止因暴沸引起意外。实验操作中,应防止有机物蒸气泄漏出来。若要进行除去溶剂的操作,则必须在通风橱里进行。最后还应注意,不要把这些废弃液体倒入废液缸中。

有机化学实验室常用的明火源是煤气灯火焰和非封闭的电炉,它们都应远离易燃液体,远离盛有有机物的器具。此外还应注意,不要把未熄灭的火柴梗乱丢,不要在充满有机物蒸气的实验室里(这种情况常发生在物料泄漏时)启动没有防爆设施的电器,以免引燃(爆)。对于易发生自燃的物质(例如加氢反应用的催化剂雷内镍(Raney Ni))及沾有它们的滤纸,不能随意丢弃,以免造成新的火源,引起火灾。

发现烘箱有异味或冒烟时,应迅速切断电源,使其慢慢降温,并准备好灭火器备用。千万不

要急于打开烘箱门,以免突然供入空气助燃(爆),引起火灾。

实验室万一起火,首先不要惊慌失措,要立即关闭煤气及电源开关,然后设法灭火。当装有可燃性物质的器皿着火时,可用石棉布、表面皿、大烧杯等将其盖住,使之与空气隔绝而灭火。当衣服着火时,千万不要奔跑,可用灭火毯裹住身体灭火;或者迅速脱下衣服,或者人在地上打滚以扑灭火焰。火灾发生时,应迅速就近用黄沙、灭火器等灭火,一般不用水来灭火。

有机化学实验室常用的灭火器是二氧化碳灭火器,它对扑灭轻微的火灾最为有效,而且也不损坏仪器。但它不能用来扑灭钠、钾、镁等金属及其氢化物引起的火灾。在使用二氧化碳灭火器时,应注意不要被喷出的二氧化碳冻伤。

为了保证安全,有机化学实验室应备有黄沙、石棉布、灭火器等灭火用具,同时在学生实验前告诉学生灭火用具的安放位置和使用方法。

二、防止爆炸

物质发生变化的速度不断急剧增加,并在极短时间内放出大量能量的现象称为爆炸。有机化合物中的过氧化物、芳香族多硝基化合物、干燥的重氮盐、叠氮化物、重金属的炔化物、硝酸酯等均是易爆物品,在使用和操作时应特别注意。还有些有机化合物(例如乙醚、丙酮、二氧六环等),在存放时很容易产生过氧化物,后者的爆炸性极强,在蒸馏过程中会诱发爆炸。因此,在这些物质蒸馏前,必须认真检查有无过氧化物存在。若有过氧化物,可加入硫酸亚铁的酸性溶液予以除去。即使这样,在蒸馏时也要注意,不要将物料蒸干。对于释放热量很大的合成反应(例如硝化反应),要小心地慢慢滴加物料,并注意冷却,同时,要防止因滴液漏斗的旋塞漏液而造成事故。

氢气、乙炔、环氧乙烷等气体与空气混合达到一定比例时,会生成爆炸性混合物,遇明火即会爆炸。因此,使用上述物质时必须严禁明火。

实验时操作不当会引起玻璃仪器的爆裂。未经特殊加工的玻璃仪器是不耐压的,因此在常压操作时,应注意系统与大气畅通;在减压操作时,不能使用不耐外压的玻璃仪器(例如平底烧瓶和锥形烧瓶等)。

三、防止中毒

有机化学实验中,许多试剂都是有毒的。有毒物质往往通过呼吸吸入、皮肤渗入、误食等方式导入而致中毒。实验中,涉及有毒的或刺激性强的气体的操作要在通风橱里进行。应当避免手直接接触化学品,尤其严禁手直接接触剧毒品。沾在皮肤上的有机物应当立即用大量清水和肥皂洗去,切莫用有机溶剂洗,否则只会增加化学药品渗入皮肤的速度。溅落在桌面或地面的有机物应及时清除除去。

必须经常检查煤气开关,防止煤气泄漏造成中毒。

四、急救常识

1. 割伤, 割伤大多由玻璃划伤引起。较小的割伤,用水洗涤伤口后涂上红汞水,如伤口中有玻璃碎片,应去医疗部门处理。较大的割伤,应立即用绷带扎紧伤口上部,压迫止血,并急送医疗

部门。

2. 化学药品灼伤

无论是被酸还是被碱灼伤,首先应当用大量水冲洗伤处。被酸灼伤的,可再用饱和碳酸氢钠溶液洗;被碱灼伤的,可再用1%醋酸溶液洗。最后都用水洗后,涂上药用凡士林。被溴灼伤,应立即用石油醚洗去溴,再用2%硫代硫酸钠溶液洗,然后用甘油搽擦,按摩。

3. 烫伤

轻者可在伤处涂蓝油烃或玉树油等药剂,重者应急送医疗部门。

4. 眼伤

酸、碱等溅入眼中后,应立即用大量水冲洗。若为酸,再用1%碳酸氢钠溶液中和冲洗;若为碱,再用1%硼酸溶液中和冲洗。最后再用水洗。严重的应急送医疗部门。

§ 1-4 有机化学实验常用仪器及装置

一、玻璃仪器

化学实验用的玻璃仪器一般用钾玻璃制成,使用时应注意以下几点:①轻拿轻放;②厚壁玻璃如吸滤瓶不能加热;③用灯焰加热玻璃仪器至少要垫上石棉网(试管除外);④平底仪器如平底烧瓶、锥形瓶不耐压,不能用于减压系统;⑤广口容器不能贮放液体有机物;⑥不能将温度计当作玻璃棒使用。

在进行有机化学实验时必须正确选用玻璃仪器。例如,长颈圆底烧瓶常用于水蒸气蒸馏实验;三口烧瓶适用于带机械搅拌的实验;而克氏蒸馏烧瓶则适用于减压蒸馏实验中。又如,直形冷凝管只适宜蒸馏沸点低于140℃的物质,当蒸馏物质的沸点高于140℃时,需使用空气冷凝管;至于球形冷凝管,由于其内管冷却面积较大,有较好的冷凝效果,适用于加热回流实验,但也不能冷却沸点高于140℃的物质。

分液漏斗常用于液体的萃取、洗涤和分离;滴液漏斗用于需将反应物逐滴加入反应器中的实验;布氏漏斗是瓷质的多孔板漏斗,在减压过滤时使用。小型多孔板漏斗用于减压过滤少量物质。

最常用的温度计是膨胀温度计,它有酒精和汞温度计两种。前者适用于测量0~60℃的温度范围,后者可测量-30~300℃。一般选用高出被测物质可达到的最高温度10~20℃的温度计比较合适。

常见的普通玻璃仪器如图1-1。

有机化学实验中还用烧杯、试管、量筒等,均从略。

标准磨口仪器是具有标准内磨口[图1-2(a)]或标准外磨口[图1-2(b)]的玻璃仪器。

标准磨口是按国际通用的技术标准制造的,我国已普遍生产和使用。由于玻璃仪器的容量及用途不同,标准磨口有不同的编号,如10,14,19,24,29,34,40,50等。这些编号是指磨口最大端的直径(单位:mm,取最接近的整数)。有时也用两个数字表示标准磨口的规格,如14/30表示磨口最大端直径 D 为14 mm,磨口锥体长度 H 为30 mm[图1-2(d)]。相同编号的内、外磨口可以紧密连接[图1-2(c)],磨口编号不同的仪器无法直接连接,但可使用相应的不同编号的磨



图 1-1 普通玻璃仪器

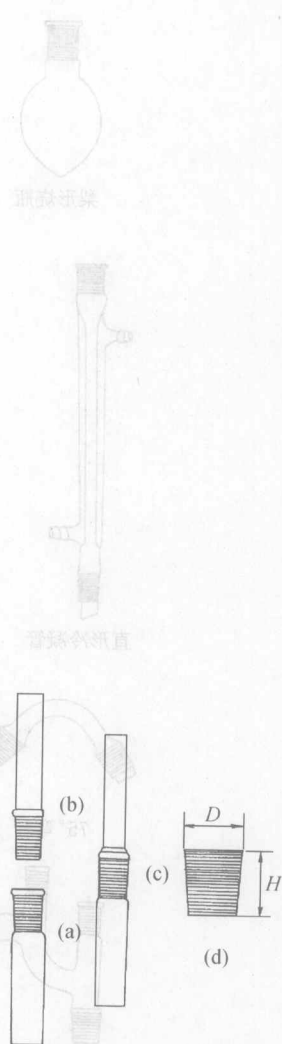


图 1-2 锥形标准磨口

口接头使之连接。仪器的磨口应洁净,不能沾有固体物质,否则磨口不能紧密连接,甚至会损坏磨口。常用的标准磨口玻璃仪器如图 1-3。

二、玻璃仪器的洗涤、干燥和保养

进行化学实验必须使用洁净的玻璃仪器,以免由于仪器上的污物影响实验结果及产物的纯度。为及时处理实验残渣,应养成实验完毕立即洗净仪器的习惯。

洗涤仪器的方法很多,应根据实验要求、污物性质及污染程度选用。最简易的方法是用毛刷和去污粉擦洗,如在肥皂液里掺入一些去污粉,洗涤效果会更好(但要注意,切勿用去污粉擦洗磨口,以免损坏磨口)。然后用清水冲洗。仪器倒置,器壁不挂水珠,即为洗净。

对于碱性或酸性残渣,可分别用酸或碱液处理后再用水洗净;对于碳化残渣,要用铬酸洗

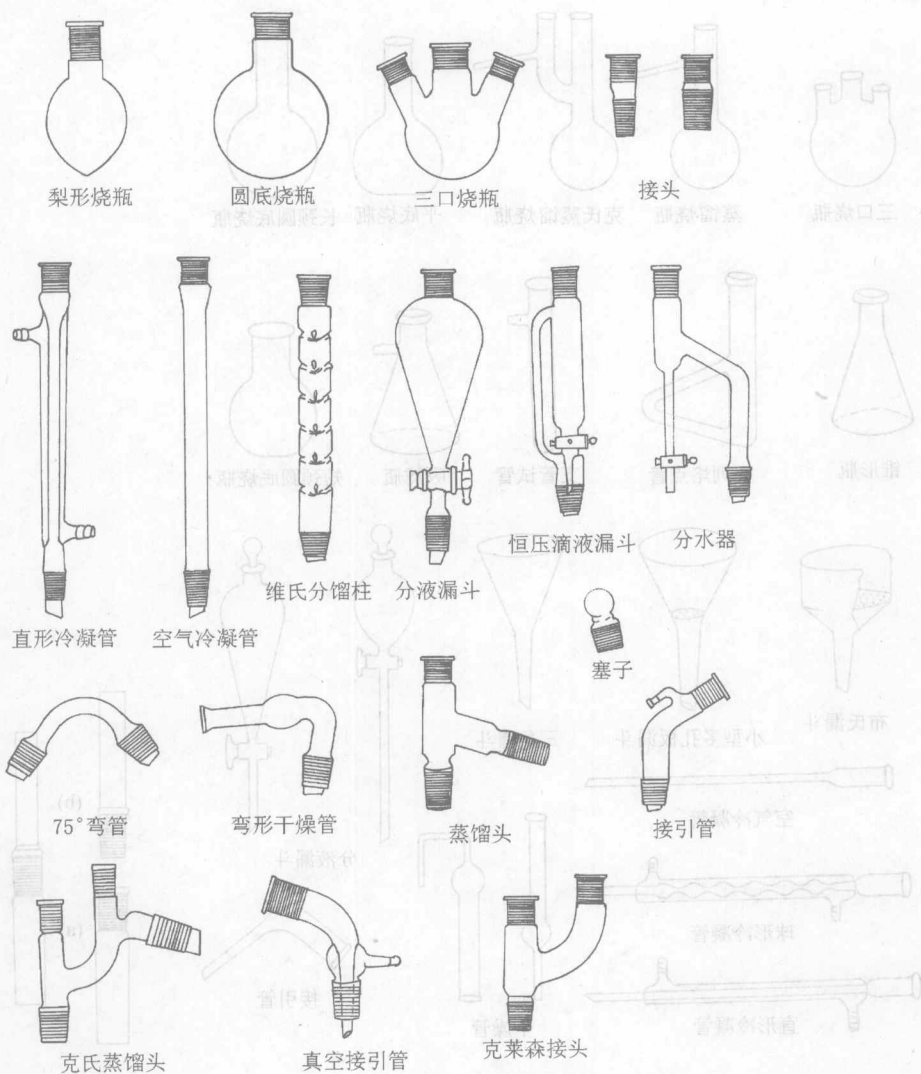


图 1-3 标准磨口玻璃仪器

液洗后将洗液倒回原瓶,然后用水冲洗。铬酸洗液呈红棕色,它是强酸和强氧化剂,使用时要注意安全(使用前应把仪器上的污物尽量洗去,倒净水),经长期使用的洗液变成绿色时即告失效。

有机化学实验往往需要使用干燥的玻璃仪器,故要养成实验完毕立即将玻璃仪器洗净、倒置晾干的习惯。除此之外,干燥玻璃仪器的方法还有以下几种:

1. 烘箱烘干

电烘箱温度一般控制在 $100\sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。采用此法干燥的仪器不能带有橡皮塞或软木塞;具有磨口玻璃塞的仪器,需取下塞子,然后将仪器中的水尽量倒出,使其口朝上放入烘箱。仪器烘干后,应使用坩埚钳将其取出,放在石棉板上任其冷却,切不可使很热的仪器沾上冷水,以免炸裂。有些仪器不宜采用此法干燥,如吸滤瓶、计量器皿及冷凝管等。

2. 热空气浴烘干或热空气吹干

前一种方法可将仪器放在两层相隔约 10 cm 的石棉铁丝网上层,用煤气灯加热下层石棉铁丝网,控制上层石棉网上的温度低于 120 °C,以免仪器烘裂。后一种方法是用玻璃仪器气流干燥器或电吹风吹干,此法是由吹风机吹出经电加热后的空气进行干燥。

3. 有机溶剂干燥

将洗净的仪器先用少量乙醇洗涤一次,再用少量丙酮洗涤,每次洗后的溶剂应倒入回收瓶中,最后用气流干燥器或电吹风(冷风)吹干。

洗净干燥的仪器应分开存放,有些不能分开存放的,如分液漏斗旋塞则应在磨口间夹上纸片,以免日久黏结难于拆开。

三、常用装置

1. 回流冷凝装置

在有机化学实验中,有些反应和重结晶样品的溶解常常需要沸腾一段时间,为避免反应物或溶剂的蒸气逸出,需要使用回流冷凝装置,如图 1-4。如果反应物怕受潮,可在冷凝管上端装一氯化钙干燥管,防止潮气侵入,如图 1-5。有些反应会逸出有害气体,则需加接气体吸收装置,如图 1-6。为控制那些进行激烈、大量放热的反应,可采用回流滴加装置,将一种试剂通过滴液漏斗逐滴加入烧瓶,如图 1-7。

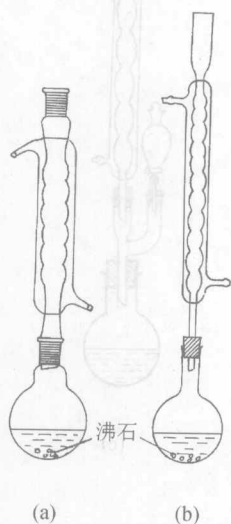


图 1-4 回流冷凝装置

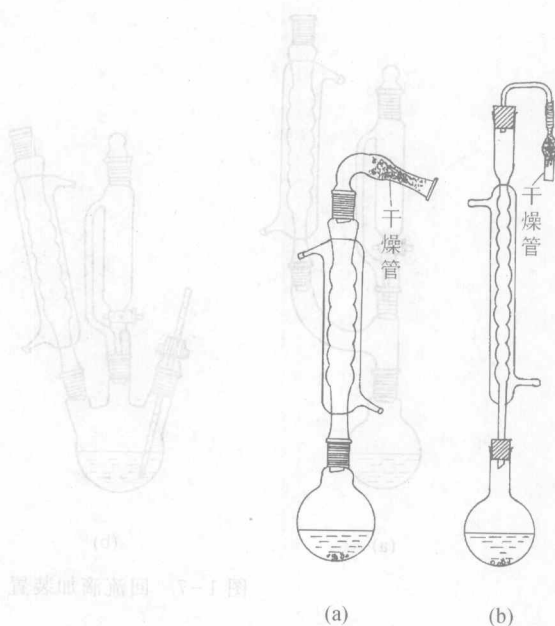


图 1-5 防潮回流装置

在上述各类回流冷凝装置中,球形冷凝管夹套中的冷却水自下而上流动。根据烧瓶内液体的特性和沸点的高低来选用水浴、油浴、石棉网等不同加热方式。在回流加热前,烧瓶内必须加入几粒沸石,以免暴沸。回流时应控制蒸气上升不超过冷凝管高度的 1/3。

2. 滴加和蒸出的反应装置及回流分水装置

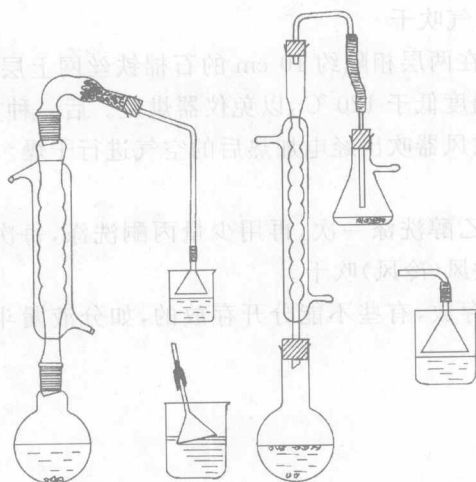


图 1-6 连有气体吸收装置的回流装置

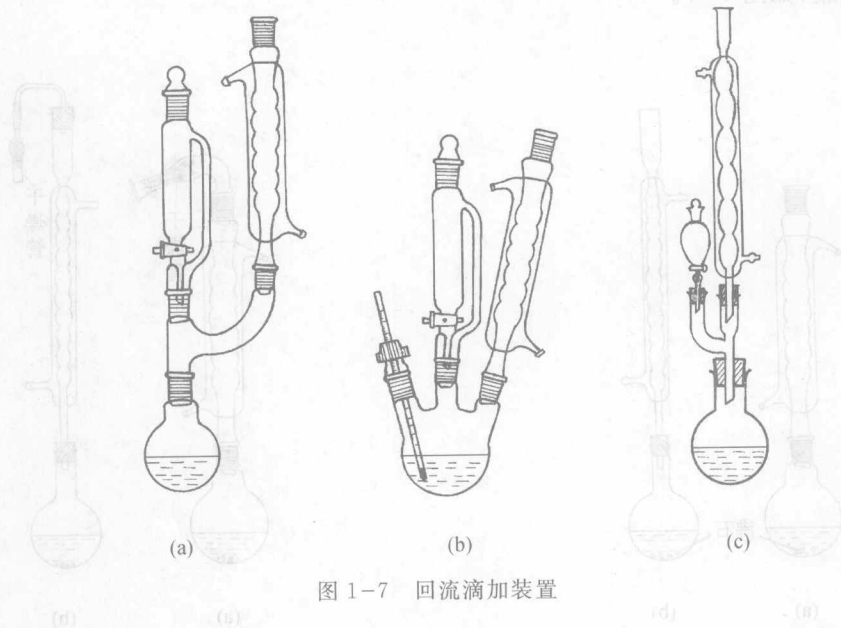


图 1-7 回流滴加装置

在进行某些可逆反应时,为促使正向反应进行到底,可将反应产物之一或能形成恒沸混合物的产物不断地从反应体系中蒸出,这常使用滴加和蒸出的反应装置或回流分水装置,如图 1-8 和图 1-9 所示。

