

国家级精品课程主讲教材

微型半微型 有机化学实验

(第二版)

李霁良 主编

殷彩霞 何严萍 赵静峰 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

国家级精品课程主讲教材

WEIXING BANWEIXING YOUJI HUAXUE SHIYAN

微型半微型 有机化学实验

(第二版)

李霁良 主编

殷彩霞 何严萍 赵静峰 副主编

张 甦 古 昆 陶元器 杨靖华 韦 琨 汪云松 高竹林 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是为高等学校编写的微型半微型有机化学实验课程教材,总结了多年微型化学实验研究成果和实践经验,在第一版基础上集体修订而成。本次修订保留了第一版的特色和风格。全书共分八章,列入73个实验,涉及文献查阅、基本技能和基本操作技术训练、有机化合物性质实验、经典单步骤合成、多步骤合成、高分子及精细有机化合物的制备、天然产物的分离和提纯、微波辐射合成等。实验根据类型不同、反应难易、步骤多少等,分别采取微型化或半微型化进行,既节约试剂、减少污染,又能达到较好的实验效果。

本书可作为理、工、农、医各类高等学校教材,也可供相关专业工作人员及研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微型半微型有机化学实验 / 李霁良主编. -- 2 版.

-- 北京:高等教育出版社,2013.7

ISBN 978 - 7 - 04 - 037318 - 9

I. ①微… II. ①李… 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(2013)第 118658 号

策划编辑 鲍浩波
插图绘制 尹 莉

责任编辑 曹 瑛
责任校对 王 雨

封面设计 李小璐
责任印制 张泽业

版式设计 王艳红

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
印 刷 北京佳信达欣艺术印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 22.5
字 数 550 千字
插 页 2
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landdraco.com>
<http://www.landdraco.com.cn>
版 次 2003年12月第1版
2013年7月第2版
印 次 2013年7月第1次印刷
定 价 34.60元

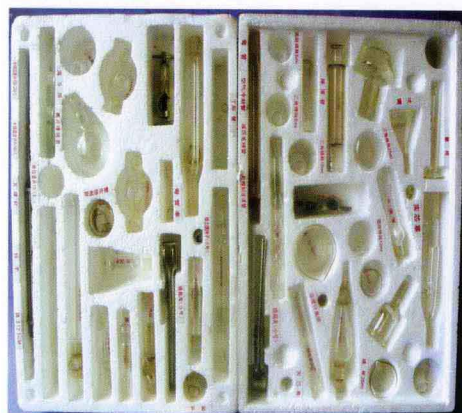
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

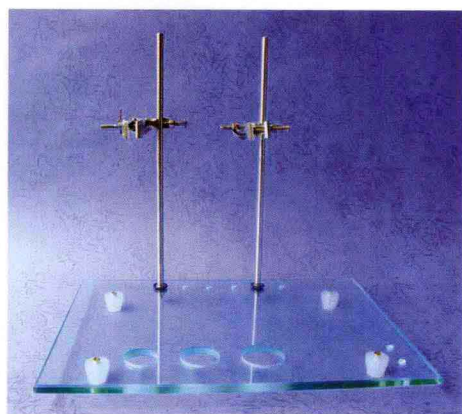
物 料 号 37318-00



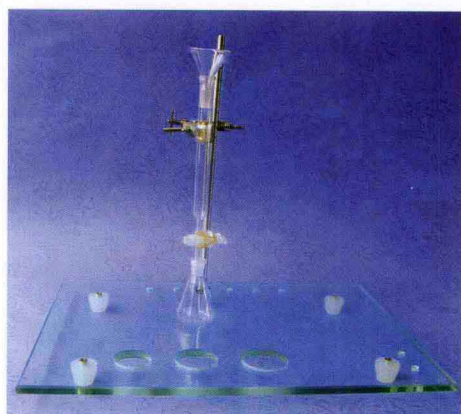
彩图 1 便携式微型玻璃实验仪器



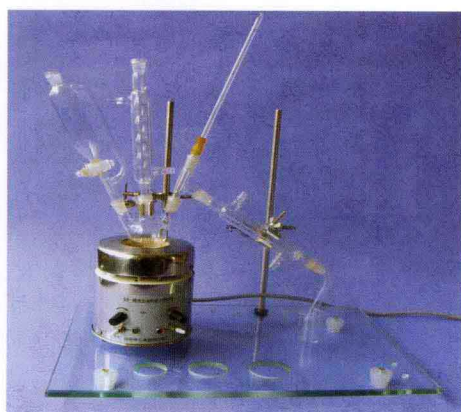
彩图 2 微型玻璃实验仪器总配件



彩图 3 操作平台



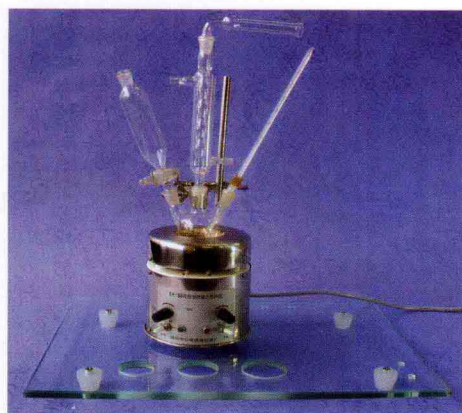
彩图 4 柱色谱装置



彩图 5 制备反应装置(1)



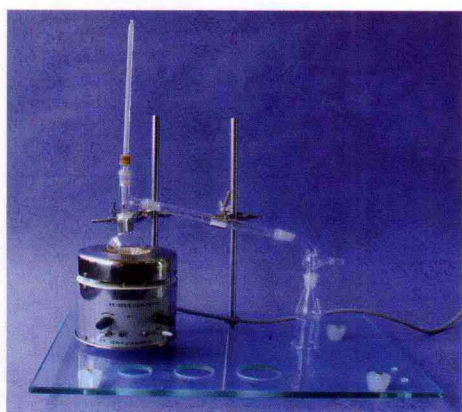
彩图 6 制备反应装置(2)



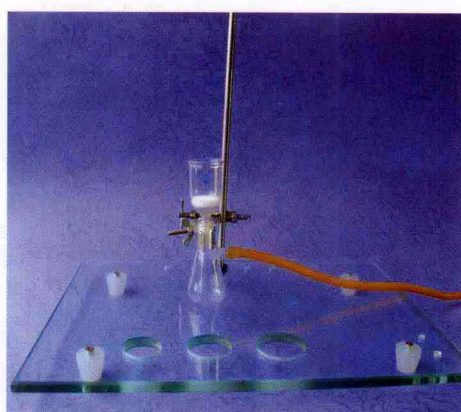
彩图 7 制备反应装置(3)



彩图 8 连续萃取装置



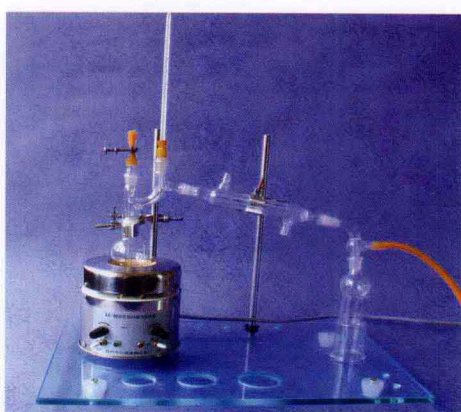
彩图 9 蒸馏装置(空气冷凝)



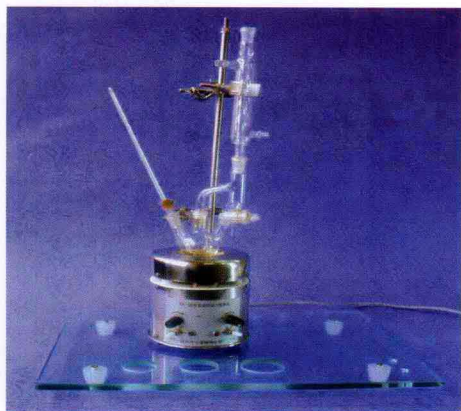
彩图 10 抽滤装置



彩图 11 回流装置



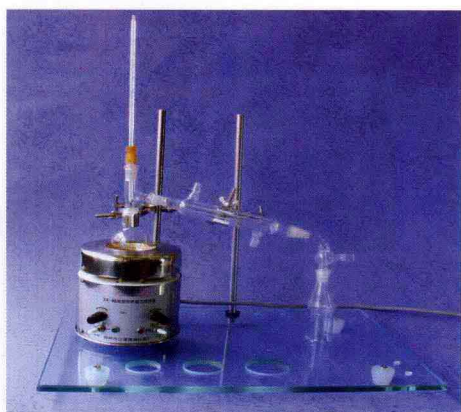
彩图 12 减压蒸馏装置



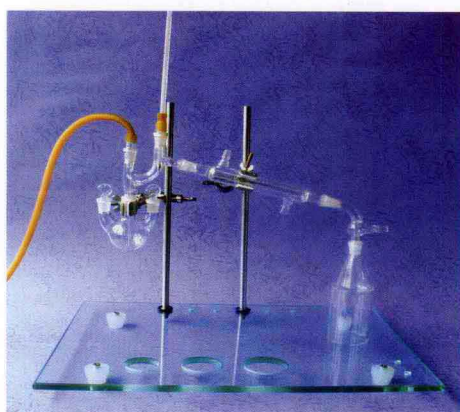
彩图 13 分水装置



彩图 14 简单分馏装置



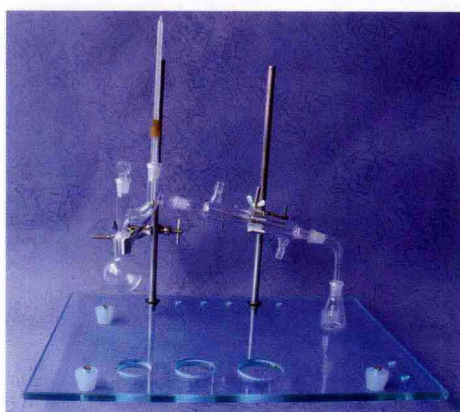
彩图 15 简单蒸馏装置



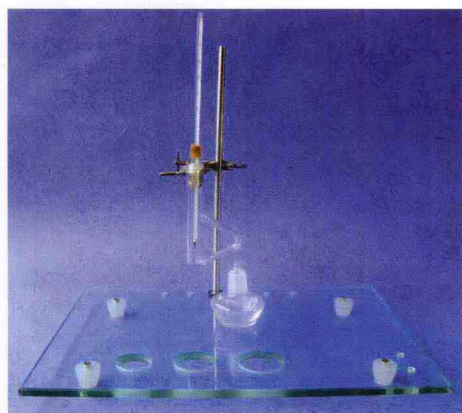
彩图 16 水蒸气蒸馏装置



彩图 17 气体吸收装置



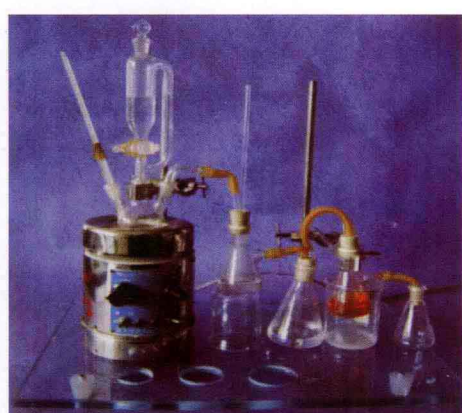
彩图 18 克氏蒸馏装置



彩图 19 熔点测定装置



彩图 20 电热磁力搅拌器



彩图 21 二溴乙烷制备装置



彩图 22 微波反应装置

序

微型化学已经成为当今世界化学教育及研究的关注热点。2002年8月在北京召开的第17届国际化学教育大会上,交流了大量有关微型化学研究论文,2004年将在伊斯坦布尔召开的第18届国际化学教育大会已确定的主题中,微型化学被列为重要内容之一。之所以如此,我认为主要原因如下:第一,微型化学有利于体现“绿色化学”和“环境友好化学”的精神。常量化学实验特别是有机化学实验中使用的的大量有毒、易燃、易挥发的试剂常对环境造成污染,微型化学实验能有效地减少这些污染。第二,微型化学有利于培养学生严谨细致的实验作风。由于试剂用量的减少,实验难度加大了,学生必须一丝不苟、精益求精、认真操作才能得到好的实验结果,学生的实验操作技能因此得以提高。第三,实践证明,在节省化学试剂的同时,实验时间也可缩短,这有利于进行综合性、探索性实验的开展,从而促进学生创新思维和创新能力的培养。第四,微型实验有利于激发学生的实验兴趣。第五,实验安全性有可能提高。

我们注意到,十多年来我国化学界许多有志者在微型化学的研究和实践中进行了卓有成效的努力,积累了丰富的经验,取得了一批重要教学成果,在教育界产生了强烈的反响。同时广泛参与了国际交流与合作。现今在我国高校中,对微型化学有着普遍的兴趣和要求。在这样的背景下,作者经过多年的微型化学研究和实践,在获得国家级教学成果的情况下,编写出这本微型半微型有机化学实验教材,并由高等教育出版社出版,我期望这本教材的出版,对推动我国微型化学实验的深入开展、促进化学教育改革和创新、提高化学教育的质量发挥积极作用。

这本微型半微型有机化学实验教材具有如下几个特点:

1. 内容选择上注重改革创新与继承传统相结合、理论与实践相结合、经典方法与现代方法相结合,恰当处理了基础与前沿的关系,注重通用性、广泛性和实用性。
2. 微型化定位比较实际合理,根据实验的类型和难易分别采用微型化、半微型化和小量化的操作,试剂用量上既体现了微型化改革的特点,又照顾到实验教学的效果和基本要求,既节省了大量试剂,又能得到较好的实验结果。
3. 文献检索内容比较注重时代感,不但介绍了传统的查阅方法,还对计算机网络检索方法作了讲解和指导。
4. 书中还介绍了一些最新科研成果和技术,并把微波辐射合成技术引入基础有机化学实验。这是一个有益的尝试,有利于拓宽学生的视野,增强学生适应新技术的能力。
5. 在编写形式中,增加了实验流程图,使实验内容更加明晰,有利于帮助学生理清实验思路。
6. 作者设计了与教材配套的微型化仪器,并有定点厂家批量生产。这方便了学校的应用,也有利于根据教学需要对仪器进行改进和完善,使之更好地服务于微型化学改革。

微型化学实验相对于常量化学实验来说,是一项新生事物,需要继续完善和提高。希望从事微型化学实验研究的师生认真总结经验,在实践中继续努力探索,处理好微型化学实验与常量化学实验的关系,在培养化学创新人才中作出贡献。

张 滂

2003年8月,北京大学

代 序

有机化学实验是有机化学教学的重要环节,是培养学生掌握实验基本技能和技术、提高动手能力的必修课。同时,也是培养学生创新思维和创新能力和理论联系实际、实事求是、细致严谨科学态度和工作作风的重要课程。随着有机化学的迅猛发展,新反应、新技术、新合成方法和新化合物不断涌现。进入 21 世纪,现代分析手段在有机化学领域中应用更加广泛,化学实验教学仪器和设备正在不断地更新和完善。近年来,由于微型化学实验具有节能、安全省时、消耗少、污染小等诸多优点,已成为国内外有机化学实验教学改革的重点和潮流,成为绿色化学的重要组成部分。云南大学编者经多年微型化实验教学的研究和实践,先后获得省级教学成果一等奖和国家级教学成果二等奖,并研制出一套便携式微型有机化学实验仪器,获得国家专利。在不断总结、不断改进的基础上,编写的《微型半微型有机化学实验》有较强的实践性和应用性,具有绿色化学特色,适应化学发展的潮流。其特点如下:

1. 传统与创新相结合 本书除了有代表性的经典合成实验以外,还有一定数量的新实验和多步合成实验,并引入一些新技术。对传统的实验方法和基本操作有较为详尽的介绍。体现了传统与创新相结合,由易到难、循序渐进的特点。合成实验中的产物大多给出了 IR、 ^1H NMR、 ^{13}C NMR 和 MS 谱图,对提高学生实验基本技能和技术及培养创新思维很有益处,有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。值得一提的是,本书文献查阅部分不但对传统和常见的文献查阅方法进行了简明扼要的归纳和总结,还对网上文献查阅进行了讲解和指导,突出了时代特征。

2. 绿色化学特色 本书选用微型和半微型模式进行有机化学实验,试剂用量少、污染小,安全省时,具有绿色化学的时代特色。使学生在实验中受到绿色化学的教育,提高了对绿色化学的感性和理性认识,增强了环境保护意识。

3. 适用不同培养目标的要求 本书根据有机化学实验教学特点和发展的需要,编排了基本技能和基本操作、有机化合物性质、简单合成和多步合成、天然产物提取分离及高分子合成、微波有机合成等实验。理论叙述简明扼要,实验方法和基本操作要点较为详尽。选编的实验方法和内容,有较强的实践性和应用性,可适应不同层次培养目标的要求。适用于综合性大学化学和应用化学专业的教材,也可供师范院校、工科院校等相关专业选用。

《微型和半微型有机化学实验》一书是有机化学实验教学改革成果,是时代发展的产物。我衷心祝愿这本书在培养学生基本技能和实验、科研能力方面起到积极的推动作用,在有机化学学科的发展中做出贡献。

南开大学化学学院教授

申泮文

2003 年教师节代序

第一版前言

有机化学实验伴随着时代的进步、科学技术的发展、实验仪器的不断改进和人们思维观念的更新而呈现出逐渐向小型化转变的趋势。近一个世纪以来,世界上许多化学家为此进行了执著的努力,取得了不少成果。但从具有真正的变革意义上说,微型化学实验的大规模兴起并得以迅速发展是从 20 世纪 80 年代开始的。在我国,由于得到许多老一辈化学家和知名学者的鼓励和支持,微型化学实验方面的研究和实践已经具备了良好的基础,取得了一批重要的成果,其中包括最具代表性的国家级教学成果奖 5 项,在教育界产生了强烈的反响。如今,在我国高等院校中,对微型化学实验有着广泛的兴趣和要求,微型化学实验开展的规模和深度都是前所未有的,并在进一步发展之中。

微型化学实验的研究和推广工作受到广泛关注并得以快速发展,根本原因是它适应了时代发展旋律,符合“绿色化学”和“教育创新”的理念,体现了一种“小、快、省”的实验特点和“人与自然协调发展”以人为本的精神。由于试剂用量的节省和实验时间的缩短,实验教学成本明显降低了,同时给学生留下了更多的思维空间,实验操作显得更加从容;由于反应剂量的缩小,实验难度也加大了,这给教师的教学指导和学生的实验技能都提出了更高的要求,教师必须精心指导,学生必须认真细致的操作,从而教学质量得以提高,学生的良好的工作作风和实验操作能力得到培养。值得一提的是,实验的微型化带来的环境效益特别明显。实验污染大幅度减小,有机废液易于回收利用,实验室的空气变得相对清新了。在身受其益的同时,学生的环保意识、实验积极性、实验兴趣、好奇心和创造性欲望得以培养和提高。

关于微型化学实验的概念,著名的美籍华裔化学家马祖圣教授(Prof T S Ma)指出,微型化学是以尽可能少的试剂来获取所需的化学信息的实验原理与技术。中国微型化学实验研究中心主任周宁怀教授认为,微型化学实验包括中学化学到大学无机、有机化学等各类在微型装置中以少量试剂来进行的实验。所以微型化学实验的学科领域覆盖面比微量实验要宽得多。而且,由于微型化学实验的类型很多,对它的试剂用量没有必要也很难规定一个划一的数量界限。只要明确相对于常量实验来说,微型化实验试剂用量要少得多,而且仪器装置是微型化的实验即可。我们认为,在有机化学实验中,由于实验类型、反应种类、条件和难易各不相同,反应产率有高低,如果划定统一的试剂限量来规范微型化学实验的概念是不现实的。微型化学实验必须以保证教学质量为前提,必须对实验结果、产品的质和量有一个基本的要求和规定,必须包括有足够数量的产品以满足理化数据及波谱表征在内所有的教学环节。在这样的原则下来定位微型化实验仪器的合理规格及试剂的最小用量,才能使微型化学实验有可靠的实施基础和不断发展的空间。我们编写这本微型半微型有机化学实验教材,基本思想就是要结合我国高校化学教育的实际,实事求是,能够微型化的实验就微型化,不能微型化的实验则半微型化。关于微型化实验仪器的设计与研制,也应遵循这一原则。实验仪器的组合模式和操作方法既要大胆改革创新,又要继承传统模式的优点,还要考虑到与后续综合实验及科研训练相衔接。大学期间的实验课是为了培养

学生的科学素养、工作能力和实验作风,不能孤立地把微型化实验与常量实验完全割裂开来,以至于做完微型化实验就不会做常量实验操作。微型化实验与常量实验的关系与衔接是值得认真思考和探索的课题。

本书的编写工作历时3年左右,是我们经历8年时间从事微型化学实验研究和实践的经验总结,是我们在教学实践中经过不断修改和完善并取得国家级教学成果的基础上集体编写完成的。李霁良为主编,殷彩霞为副主编,张玺、赵静峰、古昆、陶元器、曹玉才为编委。曹玉宝参与了微型化学仪器的制作。曾坤伟、和志平对书中的文字作了校正,对插图作了电脑制作,赵静峰完成了书中的波谱电脑制作。还有杨朋、转云雄等一批学生对本书的编写付出了辛勤的劳动。为了方便读者,本书收集了较为详尽的波谱,教材中的波谱引自 SDBSWeb: <http://www.aist.go.jp/RIODB/>, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Ibaraki, Japan. 苏克曼等编《波谱解析法》,于世林等编《波谱分析法》,宁永成编《有机化合物结构鉴定与有机波谱学》。张滂院士、申泮文院士为本书作序,并对本书的编写给予了热情的支持和鼓励。高等教育出版社岳延陆、应丽贞老师对本书的出版付出了大量心血,给予了许多帮助。北京大学关烨第教授对全书进行了审阅,提出了很多宝贵的意见与建议。作者谨向他们表示最诚挚的感谢。

由于本书是集体编写的,作者对微型化学实验的研究和实践的积累有待进一步深化,加之编者水平有限,书中错误和欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正,以便在适当时机对本书做进一步修改和完善。

编者 于昆明

2003年8月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第1章 绪论	1	实验7 环己烯	113
§ 1.1 有机化学实验的安全知识	1	实验8 溴乙烷	116
§ 1.2 微型化学实验仪器的配置	4	实验9 正溴丁烷	120
§ 1.3 实验预习、记录、实验报告和产率 计算	8	实验10 溴苯	122
§ 1.4 有机化学实验守则	15	实验11 叔丁基氯	125
第2章 有机化学实验的基本技能和基 本操作技术	16	实验12 1,2-二溴乙烷	128
§ 2.1 化学文献	16	实验13 二苯甲醇	132
§ 2.2 熔点测定及温度计校正	30	实验14 肉桂醇	135
§ 2.3 蒸馏和沸点测定	35	实验15 环己醇	138
§ 2.4 简单分馏	39	实验16 2-甲基-2-己醇	141
§ 2.5 水蒸气蒸馏	42	实验17 2-甲基-2-丁醇	145
§ 2.6 减压蒸馏	45	实验18 正丁醚	148
§ 2.7 萃取	49	实验19 苯乙醚	152
§ 2.8 升华	54	实验20 苯乙酮	155
§ 2.9 重结晶及过滤	56	实验21 环己酮	158
§ 2.10 色谱法	64	实验22 乙酰水杨酸	161
§ 2.11 折射率的测定	73	实验23 邻苯二甲酸二丁酯	164
§ 2.12 核磁共振谱和红外光谱	77	实验24 乙酸异戊酯	167
第3章 有机化合物性质实验	98	实验25 苯甲酸乙酯	170
实验1 醇、酚、醚	98	实验26 己内酰胺	173
实验2 醛、酮	101	实验27 苯胺	177
实验3 羧酸及其衍生物的性质	103	实验28 间硝基苯胺	180
实验4 胺的性质	105	实验29 乙酰苯胺	183
实验5 糖类的性质	108	实验30 偶氮苯	187
实验6 氨基酸及蛋白质的性质	111	实验31 对氨基苯磺酸	190
第4章 微型半微型有机化合物合成 实验	113	实验32 甲基橙	193
第5章 半微型综合性合成实验	216	实验33 甲基红	197
实验38 乙酰乙酸乙酯	216	实验34 对位红	200
		实验35 呋喃甲醇和呋喃甲酸	202
		实验36 苯甲醇和苯甲酸	207
		实验37 苯亚甲基苯乙酮	212

实验 39	4-苯基-2-丁酮及其亚硫酸 氢钠加成物	221
实验 40	肉桂酸	224
实验 41	香豆素-3-羧酸	227
实验 42	8-羟基喹啉	229
实验 43	苯频哪醇	232
实验 44	对氨基苯甲酸乙酯	235
实验 45	2,4-二氯苯氧乙酸	238
实验 46	4-苯基-3-丁烯-2-酮	243
实验 47	鲁米诺	245
实验 48	(±)-苯乙醇酸	249
实验 49	(±)-苯乙醇酸的拆分	252
实验 50	大环化合物八甲基四氧杂 特烯	255
实验 51	大环配体[(14)4,11-二烯-N ₄] · 2HI	256
实验 52	2-乙酰基环己酮	258
实验 53	2-庚酮	260

第6章 半微型高分子合成及精细有机

	化合物的制备	264
实验 54	聚醋酸乙烯酯乳液	264
实验 55	聚乙烯醇缩甲醛	266
实验 56	十二烷基硫酸酯钠(阴离子表面 活性剂)	267
实验 57	十二烷基二甲基甜菜碱(两性表 面活性剂)	268
实验 58	N,N-二甲基十二烷基氧化胺的 合成(特殊表面活性剂)	270
实验 59	氯化三乙基苄基铵	271

第7章 半微型天然化合物的提取与

制备	273
----	-----

实验 60	咖啡因的提取	273
实验 61	黄连素的提取	277
实验 62	菠菜色素的提取和色素分离	280
实验 63	从烟叶中提取烟碱	283
实验 64	肉桂醛的提取	287
实验 65	从槐花米中提取芦丁(芸香苷)	290

第8章 微波辐射合成实验

实验 66	微波辐射合成乙酰苯胺	296
实验 67	微波辐射合成正溴丁烷	299
实验 68	微波辐射合成乙酸乙酯	302
实验 69	微波辐射合成对氨基苯磺酸	304
实验 70	微波辐射合成肉桂酸	307
实验 71	磺化聚芳醚酮催化合成肉桂 酸正戊酯	310
实验 72	微波辐射合成2-甲基苯并 咪唑	312
实验 73	微波辐射合成5,6-二甲基苯并 咪唑	316

附录一	试剂的配制	319
附录二	常用有机溶剂的纯化	323
附录三	危险化学药品的使用与保存	328
附录四	常用有机化合物的物理常数	331
附录五	常用酸碱溶液相对密度及组成	336
附录六	常用酸碱相对密度和各种浓度 对照	340
附录七	水的蒸气压(0~100℃)	341
附录八	核磁共振谱和红外光谱数据	342
附录九	常用元素相对原子质量	345
参考书目		346

第1章

绪论

§ 1.1 有机化学实验的安全知识

微型化学实验已成为化学教育界普遍关注的热点,它能大幅度节省试剂用量,缩短实验时间,降低环境污染,能较好地体现“绿色化学”和“环境友好”的理念。它有利于培养学生严谨的科学态度和细致的实验作风,提高学生的实验技能和创新能力,并且实验的安全性也得以提高。

但是,微型化学实验与常量化学实验所遵循的化学原理和实验规律是相同的,所以在有机化学实验中,无论是常量实验还是微型实验都涉及一些共同需要了解和掌握的基本知识,比如实验室的安全知识、事故的预防及处理、危险化学品的使用与保存、实验结果的处理等。

进行有机化学实验,经常使用易燃、有毒和具腐蚀性试剂。比如乙醚、乙醇、丙酮和苯等溶剂易于燃烧;甲醇、硝基苯、有机磷化合物、有机锡化合物、氰化物等属有毒药品;氢气、乙炔、金属有机试剂和干燥的苦味酸属易燃易爆气体或药品;氯磺酸、浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸、烧碱及溴等属强腐蚀性药品。同时,有机化学实验中常使用的玻璃仪器易碎、易裂,容易引发割伤等各种事故。还有电器设备和煤气等,如果使用不当也易引起触电或火灾。因此,进行有机化学实验必须树立安全第一的思想,切忌麻痹大意,要充分预习,认真操作,严格遵守实验规则,加强安全观念,树立环保意识,并熟悉实验中用到的药品和仪器的性能,这样才能有效地避免事故的发生,维护人身和实验室的安全,确保顺利完成实验。

为了防止事故的发生或在事故发生后及时处理,应了解以下安全知识,并切实遵守。

一、实验时的一般注意事项

(1) 进入实验室前,必须认真预习,理清实验思路,了解实验中使用的药品的性质和有可能引起的危害及相应的注意事项。进入实验室后应仔细检查仪器是否有破损,掌握正确安装仪器的要点,并弄清水、电、气的管线开关和标记,保持清醒头脑,避免违规操作。

(2) 实验中仔细观察,认真思考,如实记录,并经常注意反应是否正常,有无碎裂或漏气的情况,及时排除各种事故隐患。

(3) 有可能发生危险的实验,应采取防护措施进行操作,如戴防护手套、眼镜、面罩等,有的

实验应在通风橱内进行。

(4) 常压蒸馏、回流和反应,禁止用密闭体系操作,一定要保持与大气相通。

(5) 易燃、易挥发的溶剂不得在敞口容器中加热。该用水浴加热的不得用直接火加热。加热的玻璃仪器外壁不得有水珠,也不能用厚壁玻璃仪器加热,以免破裂引发事故。

(6) 各种药品需要妥善保管,不得随意遗弃或散失。对于实验中的废气、废渣、废液,要按环保规定处理,不能随意排放。有机废液应集中收集处理,尽可能回收利用。树立环境保护意识和绿色化学理念。

(7) 严禁在实验室中吸烟、喝水或吃东西。

(8) 正确使用温度计、玻璃棒和玻璃管,以免玻璃管、玻璃棒折断或破裂而划伤皮肤或水银泄漏。

(9) 熟悉消防器材的存放位置和正确使用方法。

(10) 实验结束后,要仔细关闭好水、电、气及实验室门窗,防止其他意外事故的发生。

二、实验中事故的预防、处理和急救

1. 割伤

造成割伤者,一般有下列几种情况:

(1) 装配仪器时用力过猛或装配不当;

(2) 装配仪器用力处远离连接部位;

(3) 仪器口径不合而勉强连接;

(4) 玻璃折断面未烧圆滑,有棱角等。

预防玻璃割伤,要注意以下几点:

(1) 玻璃管(棒)切割后,断面应在火上烧熔以消除棱角;

(2) 注意仪器的配套;

(3) 正确使用操作仪器。

如果不慎发生割伤事故要及时处理。先将伤口处的玻璃碎片取出,若伤口不大,用蒸馏水洗净伤口,再涂上红药水,撒上止血粉用纱布包扎好。伤口较大或割破了主血管,则应用力按住主血管,防止大出血,及时送医院治疗。

2. 着火

预防着火要注意以下几点:

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

(2) 尽量防止或减少易燃的气体外逸,倾倒时要关掉火源,并注意室内通风,及时排出室内的有机物蒸气;

(3) 易燃物及易挥发物,不得倒入废液缸内,量大的要专门回收处理,量少的可倒入水槽用水冲走(与水有猛烈反应者除外,金属钠残渣要用乙醇销毁);

(4) 实验室不准存放大量易燃物;

(5) 防止煤气管、阀漏气。

实验室如果发生了着火事故,应沉着镇静及时地采取措施,控制事故的扩大。首先,立即关