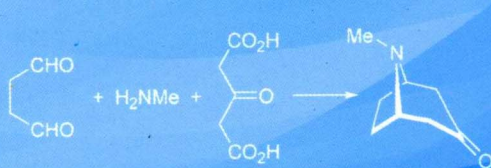


北京大学
化学实验类教材

CHEM IS
TRY



**ORGANIC CHEMISTRY
LABORATORY EXPERIMENTS**

有机化学实验 (第3版)

北京大学化学与分子工程学院有机化学研究所 编
张奇涵 关焯第 关玲 修订



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

北京大学化学实验类教材

有机化学实验

(第 3 版)

北京大学化学与分子工程学院有机化学研究所 编
张奇涵 关烨第 关 玲 修订



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学实验 / 北京大学化学与分子工程学院有机化学研究所编; 张奇涵等修订
— 3 版. — 北京: 北京大学出版社, 2015. 6
(北京大学化学实验类教材)
ISBN 978-7-301-25918-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 116446 号

书 名 有机化学实验 (第 3 版)
著作责任者 北京大学化学与分子工程学院有机化学研究所 编
张奇涵 关烨第 关玲 修订
责任编辑 郑月娥
标准书号 ISBN 978-7-301-25918-4
出版发行 北京大学出版社
地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871
网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
电子信箱 zye@pup.pku.edu.cn
电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767347
印 刷 者 北京宏伟双华印刷有限公司
经 销 者 新华书店
787 毫米 × 980 毫米 16 开本 18.75 印张 420 千字
2002 年 11 月第 2 版 2015 年 6 月第 3 版 2015 年 6 月第 1 次印刷
定 价 39.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

内 容 简 介

本书是按有机化学实验教科书的要求、专为有机化学实验课编写的教材,它是独立的而不附属于课堂讲授的内容。

全书共分成 5 章:有机化学实验的基本知识和操作(第 1 章);有机化合物的物理性质及其测定方法(第 2 章);有机化合物的分离和提纯(第 3 章),并在其中列入相应的练习实验;光谱法鉴定有机化合物结构(第 4 章);有机合成与制备(第 5 章)。第 5 章中共列入 96 个实验,各类型反应均有反应机理、相关背景材料及相关文献资料的介绍,将其中有代表性的实验组合成 15 个小量-半微量多步骤序列合成实验,在基础训练基础上可进一步提高学生的实验能力,培养学生有机合成设计与研究的能力。为满足研究应用的需要,全书在最后的附录中提供了 30 种特殊试剂与常用溶剂的纯化和使用方法,以及有机化学实验仪器和装置等相关知识的介绍。

本书可作为综合性大学、师范院校、工科院校的实验教材,也是化学化工专业工作人员及研究人员的必备参考书。

致教师与读者——代序

几年前,我们把基础有机化学实验课改为一门独立的——而不是附属在课堂讲授的——课程。教师们都一致认为,仅仅通过课堂讲授来培养学生的学习能力和思维方法,是很不全面的。多年来,我们看到不少学生对于实验课缺乏正确的认识,个别的还有轻视实验课的表现。目前的措施就是要纠正这种偏差,使学生了解并体会实验课的重要,能认真学习。

有机化学这门科学和其他科学一样,实验的结果是第一手的材料,课堂讲授是简明扼要地介绍从实验中总结或抽提出来的系统规律。因为在学习这门科学时,要自始至终贯穿这样一种学习方法:就是要在进行实验的同时,体会课堂讲授中的系统理论是如何逐步地由实验结果总结出来的。这样学习,首先是可以使学生多加思考,体验实验课的重要性;其次是对理论和实践的关系有一个明确的概念,这为他今后在科学工作的道路上,沿着正确的方向前进,是非常必要的。有机化学是研究有机分子的结构及其合成的科学,是对微观分子世界得出的一个正确认识,而这种认识是通过宏观的实验手段,经直接的观察和推理而得到的。也就是说,整个有机化学的发展是由宏观的观察来推论出一幅微观分子图案的过程,这是人类认识自然界的一项重大成就。现在作为一门课程学习,主要是训练学生的观察和推理的方法,如何由实验提供的素材,总结出系统的理论,为将来探索新的分子世界打下一个基础。假若对这二者的关系没有一个正确的认识,课堂讲授就变成一大堆材料的堆积,实验就成为类似烹调技巧的学习,失去实验课的主要作用,学生将所得甚少。

实验课的另一重要性是教师对学生全面了解的一个重要环节,因此实验室的导师对学生的评价,往往比课堂讲授教师更为全面,更为可靠。但多年以来,由于把实验课作为一门辅助课程看待,把这门课的评语看成是次要的。许多导师因此也就没有认真地对生作总结和写评语,结果使这门重要课程的成绩流为形式。这种不正常的情况,只有在理解实验的作用后,才能得到改正。

本书是根据北大化学系多年来使用的资料,逐年进行了补充和删减编写而成的。它的一个特点是书中所有实验是根据现有具体条件,实验的代表性和新发展的要求而加以选择的。有个别实验,虽然编者意识到已经过时或有一定的危险性,但它们还被保留下来,这是因为它们还具有重要的代表性并且原料价格便宜,在国内很容易购买。例如对苯及硝基苯等的使用,由于它们具有毒性,就存在着争论,我们认为不能因为毒性的关系,而避免使用这一类最有代表性的化合物。应当在实验课程中,训练学习掌握使用毒

物的规则和防御的方法,这样可以把中毒的机会减少到最低限度,同时也培养起敢于使用和不怕毒物的习惯,这对以后的工作,是有帮助的。

本书是全化学系各专业所使用的教材,因此对基本操作的实验,安排得较为全面,导师可根据实际的要求,适当选择基础操作和制备实验的数目。多年的经验告诉我们,实验失败但经重复而得到改进,这种收获是最深刻的。当然由于时间的限制,不可能作多次的重复,但是总的精神是:宁肯重复把实验的质量提高一点,而不是凑数目,多做几个达不到标准的实验。



1988. 9

第3版前言

本书是北京大学化学与分子工程学院有机化学研究所编写的《有机化学实验》第2版的修订版。

自本书第2版2002年出版以来,有机化学学科又进入了一个快速发展的阶段。绿色化学概念得到广泛关注,学科交叉渗透日益明显。有机化学在理论概念、研究方法、实验手段等方面取得新的突破,分析方法和技术不断进步。在惰性化学键的活化、高效高选择性合成方法学、不对称催化反应、具有独特生理活性分子的发现和合成、化学生物学以及有机功能分子的设计与合成等领域和方向的研究日趋活跃。

因应这种学科发展趋势,作为化学基础教学的有机化学实验教材也需要根据教学内容和教学重点的调整,对实验操作技术、实验项目和实验方法等方面的内容进行相应的增删:选择的实验项目应符合绿色化学概念,增添一些适合基础实验开设要求的新的研究领域和方法,如不对称催化反应、微波有机合成等方面的实验项目;减少或删除较为陈旧、在有机学科的研究工作中已不再使用的方法,如有机物的定性实验、混合熔点法判定有机物等内容。按照这样的指导思想,本次修订后在框架上基本保留了第2版教材的章节布局,在具体内容方面进行了如下修订:

(1) 第1章“有机化学实验的基本知识和操作”:删去了原1.6节“简单玻璃工操作”、原1.7节“瓶塞的选用和打孔”,其中少量内容保留在1.3节“玻璃仪器的性能和使用”,此部分还增加了玻璃仪器的材质性能、用途和使用条件的介绍;部分改写了1.2节“实验记录和实验报告”、1.7节“有机化学文献简介”(精简了纸版文献介绍部分,增加了网络文献查阅部分);1.5节“加热器具和常用设备”作了局部的修改和少量增删。

(2) 第2章“有机化合物的物理性质及其测定方法”:2.1节“熔点及其测定”删减了混合熔点的介绍;考虑到实验中使用的具体仪器型号会不断变化、控制本书的篇幅,各节中相关实验仪器的介绍中均删去了操作步骤说明(包括熔点仪、阿贝折射仪、旋光仪等);2.4节“旋光度及其测定”增加了旋光测定及旋光数据使用的注意事项。

(3) 第3章“有机化合物的分离和提纯”:3.1节“重结晶”按照操作步骤适当调整了叙述的顺序,调整了菊花滤纸的折叠方法介绍,增加了供参考的“固液分离常用方法简介”;3.8节“萃取”精简了少量多次萃取应用例子中的计算内容;3.10节“柱色谱”细化了柱层析的操作步骤及注意事项,调整了柱层析实验的例子;删去了原3.11节“纸色谱”;3.12节“气相色谱”,对原理介绍部分进行了适当精简。

(4) 第4章“光谱法鉴定有机化合物结构”:变动不大,略有精简。

(5) 第5章“有机合成与制备”:以减少污染、控制篇幅为出发点,尽可能删减了使用强污染性、毒性较大或剧毒试剂的实验项目,以及方法上重复或不够典型的实验项目;增加了微波辅助有机合成化学、不对称合成反应两节内容,并在“天然产物提取与制备”一节中增加了一些结构比较简单的天然产物全合成的实验项目。原来的119个实验项目中保留了83个,新增了13个实验项目(2个不对称合成实验、3个微波合成实验、6个天然产物合成实验、2个其他合成实验。其中大部分是在北京大学化学与分子工程学院的有机化学实验、中级有机化学实验教学中使用多年的实验项目);5.1节“多步合成举例”减为15个实例。

(6) 第6章“有机化合物的定性鉴定”:考虑到随着仪器方法的普及,教学中一般已不再安排此类内容,故全章删去。

(7) 附录:基本全部保留原文,在附录G“危险化学品试剂的使用知识”中增加了“化学试剂的存储、使用与废弃处理”一段内容。

感谢十余年来参加教学实践的教师、研究生助教和化学学院各届本科生同学,感谢郑月娥副编审对本书出版的关心和帮助!限于编者的水平和经验,本书可能仍存在各种不足之处,欢迎读者批评指正,以使本书进一步完善。

编 者
2014.11

第 2 版前言

本书是北京大学化学系有机教研室编写的《有机化学实验》和关烨第等人编著的“小量-半微量有机化学实验”的合并修订。

北京大学化学学院本科基础有机化学实验课从 1990 年开始设立“小量-半微量序列有机合成”至今已十余年。经教学实践证明,设立以“小量-半微量”实验为主的有机合成训练能增强对学生的科研性实验的培养,较大地更新丰富教学内容,提高教学质量;此外,采用“小量-半微量的实验量”能减少污染,节约试剂量,提高实验效率,增加实验安全性。

随着微量反应技术在国内外基础实验教学中受到关注与重视,我们认为有机化学基础实验微量化必须把握三点:(i) 需保障有机反应的各种分离、提纯操作的规范化训练;(ii) 需保障学生借助微量化仪器所进行的有机反应,能正确地观察到反应过程中的物理化学变化,例如反应热效应、气-液相变化、颜色变化等等;(iii) 需保障目标分子的合成,对于初学者经有机反应后,通过提纯得到纯净化合物,最终得到具有纯净物质鉴定的合格数据,要使学生具有“纯度”的概念,才能真正认识有机化合物和有机反应,因此,所设计的反应原料量不能过分追求微量,所使用的仪器也不能过分地微小而丧失和忽略了对基本概念的掌握和对基本操作的训练,否则将不利于学生的培养。

经过十余年的教学研究实践,绝大多数学生通过“小量-半微量序列合成实验”的训练,在观察推理、综合表达、实验基本操作、分析和解决问题、查阅有关资料等方面均有了长足的提高。

本书第 1~4 章内容是根据多年的教学经验以及在基础实验中的难点、学生出现的问题,在第 1 版的基础上针对性地进行了补充与修正,以力求对有机化合物的各种分离方法及其物理化学性质的理论背景给予深入浅出的讨论,使初学者易于理解和掌握各种操作和技能的要点及实质。

第 5 章以官能团为序共收入 119 个实验,并将其中一些有代表性的实验组合成 21 个小量-半微量多步骤序列有机合成,以提供学生实验作多种选择。

第 6 章保留但简化了原书中有机化合物的定性鉴定,目的是在近代分析与分离仪器迅速发展情况下,尽管有机化合物的分析方法已经起了根本性的变化。但是,作为基本知识和实验技能,化学分析方法仍具有重要意义,它可在极方便的条件下,对疑难分析作出迅速判断,为仪器分析补充信息和证据。

实验内容选编原则,首先是注意到重要的、有代表性的典型有机反应和类型,兼顾到迅速发展的新试剂、新反应、新方法,例如羰基还原,有金属还原方法、金属氢化物的还原

方法,还有具有区域选择性和反应专一性的酶催化下的羰基还原方法;醇的氧化列入 Jones's 试剂法,也介绍了可提高反应收率、减少污染的氯铬酸吡啶鎓盐(PCC)法,一个改进了的新方法;醛、酮的制备则有醇的氧化法、羟醛缩合法、安息香辅酶合成法、傅氏反应和 Frieis 重排法以及格氏试剂与腈的加成方法等。

增加了杂环化合物和天然产物的合成是因为它们在自然界分布十分广泛,是有机化合物中数目最庞大的一类,它们在生物的生长、发育、新陈代谢和遗传过程中都起着重要的作用。合成实验中均列举了近年来方法改进的文献,供学生查阅资料,以利于培养创新意识,对化合物具有的特殊生理活性、药用价值等也给予简单的介绍。

本书是北京大学化学与分子工程学院有机研究所多年教学、科研的经验积累,叶秀林教授、李良助教授、林尧教授等提供了科研实验的资料,林崇熙副教授提供了教学过程中编写的文献介绍,在这里一并致以深切的谢意。

多年来,有机化学基础实验课的教学和教材的编写都得到中科院院士邢其毅教授悉心的关怀与支持,为学生和教师指出实验课的重要性并指出:“作为一门课程的学习,主要是训练学生的观察和推理的方法,如何由实验提供的素材,总结出系统的理论,为将来探索新的分子世界打下一个基础。”邢其毅教授对实验课的谆谆教诲使我们受益匪浅,也是本书编写的指导思想与宗旨。

感谢十余年来参加教学实践、部分教材编写以及部分实验探索的以下同事:田桂玲、袁晋芳、宋艳玲、睦云龙、徐东成、陈蓓、林崇熙、王能东、韩淑英、吕明泉。李明谦、叶宪曾教授对本书校样进行了审阅,提出了不少宝贵意见和修改建议,责任编辑赵学范编审对本书的稿样作了细致全面的加工,使本书得以顺利出版,对此致以衷心的感谢。限于编者的水平,本次修订仍会有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2002.08

第 1 版前言

有机化学实验的目的是使学生通过实验操作、现象观察、化合物制备、分离提纯到鉴定的过程,再经思考、总结、归纳形成对有机反应、化合物性质、结构直至在分子、原子水平上变化规律的认识(包括学生课堂知识),使这些认识在实验中反复检验,并得以升华。为此,本书在编写上力求以实验教科书为准则而不是单纯作为实验教材。

本书第 1~3 章是根据我们多年教学经验选择了理论上和实际上必要的有机化学基本知识和基本操作,并对之作作了适宜的讨论。对操作步骤均给予详尽说明,指出学生容易出现错误和问题。我们重视实验操作训练,但不认为它是教学的主要目的,而是我们完成有机化学研究必须应用的技巧和方法,换句话说,是使学生正确认识有机化学的手段。

合成实验编选原则是首先注意到重要的、有代表性的典型有机反应和类型,并兼顾到迅速发展的有机化学新理论、新反应、新试剂和新技术。这里,我们着重考虑那些经教学不断改进的合成方法以及近年来发展的新方法,例如除羰基化合物的缩合反应、烯胺反应、安息香缩合反应、Wittig 反应、Diels-Alder 反应、催化氢化反应等典型反应外,还安排光化学反应、有机活性中间体反应、相转移催化反应、安息香辅酶合成等。在有机化学研究中,相对于有机制备,分离鉴定往往是较为困难的,因而选择了一些包含常用分离技巧和样品纯化、鉴定的实验以及使学生有机会反复熟悉重要有机操作的实验,属于这方面内容有:多步骤药物合成序列、某些特写装置的制备反应、生物碱及植物色素的提取、外消旋化合物的拆分等,实验所涉及的化合物尽可能具有理论上、生理上、药用上或其他经济价值。

需要强调的是,近代仪器的发展给测定有机化合物结构提供了迅速、方便、准确获得结果的可能。通过仪器测定也使人们对反应机制理解得更加深刻,这已成为必须掌握的手段。我们在书中对红外和核磁的资料作了一定量的汇编。但是仪器分析不能代替化学方法,要有效解决问题必须把仪器的使用和化学方法相结合,所以我们也较系统地介绍了有机化合物和元素的化学定性鉴定方法。

养成学生良好的实验室工作习惯,培养实事求是的作风是我们贯穿全书的宗旨,如使学生较独立和主动地进行实验,在教材内容和编写上如何启发学生的内在积极性,引导学生深入思考,提高学生观察和推理的能力都是我们一贯努力探索与追求的。

目前教学中所进行的设计实验,同类型反应中,不同反应条件的比较实验……,均有利于开发学生智慧。深信经不断改进,将会使实验教学更富有生气。

本书是有机教研室多年教学、科研的经验和材料的积累,经 1978—1981 年对高校理科有机实验大纲作了补充与修改,1982 年曾整理成铅印教材。本次编写是在有机教研室支持下完成的。邢其毅教授指导编写并审阅了初稿,提出了宝贵意见,使编者获益不浅。

参加本次编写的同志有:关烨第、王文江、葛树丰、睦云龙;参加部分工作的有阎坤凯、田桂玲、李翠娟、鲍春和、裴虎义、韩淑英、吕明泉。

在编写过程中,徐瑞秋、叶秀林教授给予了热情指导,特此致以深切的谢意。由于编者水平有限,书中不当之处恳请读者批评指正。

编 者
1988.9

目 录

第 1 章 有机化学实验的基本知识和操作	(1)
1.1 实验事故的预防和处理	(1)
1.2 预习、实验记录和实验报告	(4)
1.3 玻璃仪器的性能和使用	(8)
(一) 仪器玻璃的化学组成和性质	(8)
(二) 有机实验常用的玻璃仪器	(10)
(三) 玻璃仪器的洗涤和干燥	(11)
1.4 低温制冷的应用	(12)
1.5 加热器具和常用设备	(13)
1.6 有机化学文献简介	(17)
(一) 印刷版工具书	(17)
(二) 网上化学手册	(19)
(三) 网络检索资源	(19)
(四) 期刊全文数据库	(20)
第 2 章 有机化合物的物理性质及其测定方法	(22)
2.1 熔点及其测定	(22)
(一) 熔点	(22)
(二) 温度计的校正	(23)
(三) 毛细管熔点测定法	(23)
(四) 用熔点测定仪测定熔点	(24)
(五) 实验	(24)
2.2 沸点及其测定	(24)
(一) 沸点	(24)
(二) 微量液体的沸点测定	(25)
(三) 实验	(26)
2.3 折射率及其测定	(26)
(一) 折射率	(26)
(二) 阿贝折射仪的使用方法	(28)
(三) 数字阿贝折射仪	(29)

2.4 旋光度及其测定	(29)
第3章 有机化合物的分离和提纯	(31)
3.1 重结晶	(31)
(一) 溶剂的选择	(31)
(二) 热溶液的制备	(32)
(三) 脱色与热过滤	(33)
(四) 结晶的析出	(35)
(五) 结晶的过滤、洗涤	(36)
(六) 结晶的干燥	(38)
(七) 混合溶剂重结晶的操作	(38)
(八) 重结晶效果评价	(39)
(九) 实验	(39)
3.2 升华	(40)
(一) 原理	(40)
(二) 分类	(41)
3.3 简单蒸馏	(42)
(一) 原理	(42)
(二) 装置	(44)
(三) 操作方法	(46)
3.4 分馏	(47)
(一) 原理	(47)
(二) 分馏柱及分馏柱的效率	(49)
(三) 非理想溶液的分馏	(51)
(四) 装置	(53)
(五) 实验	(53)
3.5 减压蒸馏	(53)
(一) 原理	(54)
(二) 装置	(57)
(三) 操作方法	(60)
(四) 实验	(60)
3.6 水蒸气蒸馏	(61)
(一) 原理	(61)
(二) 装置	(63)
(三) 操作步骤	(64)
(四) 实验	(64)

3.7 干燥和干燥剂	(65)
(一) 干燥剂的选择	(67)
(二) 干燥剂的使用方法	(69)
3.8 萃取	(70)
(一) 原理	(70)
(二) 萃取溶剂的选择	(72)
(三) 操作方法	(72)
(四) 实验	(73)
3.9 薄层色谱	(76)
(一) 原理	(76)
(二) 操作方法	(77)
(三) 实验	(81)
(四) 附注	(82)
3.10 柱色谱	(88)
(一) 原理	(88)
(二) 操作方法	(90)
(三) 实验	(92)
3.11 气相色谱	(92)
(一) 原理	(92)
(二) 气相色谱分析	(94)
(三) 实验	(96)
第4章 波谱法鉴定有机化合物结构	(98)
4.1 红外光谱	(98)
(一) 原理	(98)
(二) 红外光谱与分子结构	(99)
(三) 样品的制备	(99)
(四) 红外光谱的解析	(100)
4.2 核磁共振谱	(102)
(一) 化学位移(δ)	(102)
(二) 自旋耦合	(103)
(三) 核磁共振图谱的解析	(104)
第5章 有机合成与制备	(105)
5.1 多步合成方案举例	(105)
5.2 卤代烃	(114)
5.2.1 卤代烃的合成	(114)

实验 1	正溴丁烷	(116)
实验 2	溴代环戊烷	(117)
实验 3	1,2-二溴乙烷	(118)
实验 4	三级氯丁烷的制备及其水解反应速率测定	(119)
实验 5	亲核试剂的亲核性能比较	(121)
5.2.2	卡宾反应	(124)
实验 6	7,7-二氯二环[4.1.0]庚烷	(124)
5.3	烯烃和取代的碳碳双键化合物	(126)
实验 7	环己烯	(128)
实验 8	<i>E,E</i> -1,4-二苯基-1,3-丁二烯(简称 DPB)	(130)
实验 9	9,10-二氢蒽-9,10-内桥- α,β -丁二酸酐	(133)
实验 10	3,6-内氧桥-4-环己烯二甲酸酐	(134)
5.4	醇	(135)
实验 11	2-甲基-2-己醇	(138)
实验 12	环戊醇	(139)
实验 13	二苯甲醇	(140)
5.5	醚	(141)
实验 14	苯乙醚	(142)
实验 15	正丁醚	(143)
5.6	醛、酮及其衍生物	(144)
实验 16	环己酮	(147)
实验 17	二苯基乙二酮	(148)
实验 18	邻氯苯基环戊基酮	(149)
实验 19	安息香的辅酶合成	(149)
实验 20	3-(4-甲基苯甲酰基)丙酸	(152)
实验 21	邻羟基苯乙酮	(153)
实验 22	4-羟基-4-(4'-硝基苯基)-2-丁酮	(154)
实验 23	辛烯醛	(155)
实验 24	2-羟基查尔酮	(156)
实验 25	1-苯基-3-(2-羟基苯基)-1,3-丙二酮	(156)
实验 26	4-(1,2-亚乙二氧基)环己酮	(157)
实验 27	4-(1,2-亚乙二氧基)庚二酸二乙酯	(157)
实验 28	4-苯基-2-丁酮	(158)
实验 29	4-苯基-2-丁酮亚硫酸氢钠加成物	(159)
实验 30	环己酮肟	(159)

5.7 羧酸及其衍生物	(160)
5.7.1 羧酸	(163)
实验 31 对氨基苯甲酸	(163)
实验 32 肉桂酸	(163)
实验 33 呋喃丙烯酸	(165)
实验 34 香豆素-3-羧酸	(166)
实验 35 呋喃甲酸和呋喃甲醇	(168)
实验 36 二苯基羟乙酸	(169)
实验 37 <i>Z,E</i> - α -苯基肉桂酸的合成与分离	(170)
实验 38 氢化肉桂酸	(171)
实验 39 扁桃酸	(174)
5.7.2 羧酸酯	(176)
实验 40 乙酸异戊酯	(176)
实验 41 对硝基苯甲酸乙酯	(177)
实验 42 对氨基苯甲酸乙酯(苯佐卡因)	(177)
实验 43 苯甲酸(邻乙酰基)苯酚酯	(179)
实验 44 乙酰水杨酸	(180)
实验 45 乙酰乙酸乙酯	(181)
实验 46 苯腈基乙酰乙酸乙酯	(183)
实验 47 4-庚酮二酸二乙酯	(184)
实验 48 4-(1,2-亚乙二氧基)环己酮-2-羧酸乙酯	(184)
实验 49 乙酸苯酚酯	(185)
5.7.3 酰氯及亚磺酰氯	(185)
实验 50 邻氯苯甲酰氯	(185)
实验 51 对甲苯亚磺酰氯	(186)
5.7.4 酰胺及磺酰胺	(187)
实验 52 ϵ -己内酰胺	(187)
实验 53 聚己内酰胺	(187)
实验 54 乙酰苯胺	(188)
实验 55 对甲基- <i>N</i> -乙酰苯胺	(190)
5.8 硝基化合物、胺、酚、醌及其衍生物	(190)
5.8.1 硝基化合物	(193)
实验 56 邻、对位硝基苯酚	(194)
实验 57 4-甲基-2-硝基- <i>N</i> -乙酰苯胺	(195)
5.8.2 胺	(195)