

有机化学实验

ORGANIC CHEMISTRY EXPERIMENT

主 编 刘良先 陈正旺
王青豪 屈红恩



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

有机化学实验

主 编 刘良先 陈正旺
王青豪 屈红恩



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书从加强基本操作训练出发,对实验基础理论、实验方法和基本操作要点做了较为详尽的介绍。为了强化对学生的操作训练,加深学生对基本操作原理和操作要点的理解和认识,培养和训练学生的实验技巧,节约实验试剂,缩短实验时间,增加训练内容,同时尽量安排符合“绿色化学”要求的实验。根据不同的要求,每个基本操作及合成实验都涉及小量、半微量或微量实验操作,并附有详细的注释和思考题。

本书适合化学、化工、材料、生命科学、环境科学、医药及海洋等多种学科学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/刘良先等主编. —上海:上海交通大学出版社,2015

ISBN 978-7-313-13289-5

I. ①有… II. ①刘… III. ①有机化学—化学实验—教材 IV. ①O62-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第143137号

有机化学实验

主 编:刘良先 陈正旺 王青豪 屈红恩

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 业:浙江万盛达实业有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:228千字

版 次:2015年8月第1版

书 号:ISBN 978-7-313-13289-5/0

定 价:26.80元

地 址:上海市番禺路951号

电 话:64071208

经 销:全国新华书店

印 张:10.75

印 次:2015年8月第1次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0571-88273587

前 言

有机化学实验是一门重要的基础实验课,是化学、化工、材料、生命科学、环境科学、医药及海洋等多种学科学生必修的主干课程之一。其目的是训练学生牢固掌握有机化学实验的基本技能和基础知识;培养学生正确选择有机化合物的合成、分离、提纯与分析、鉴定的方法,并让学生及时掌握现代有机合成、分离、鉴定的手段。通过有机实验,还要培养学生分析、解决问题和独立思考、独立工作的能力。此外,通过有机实验能加强学生对有机化学基础理论和基本概念的理解,达到理论与实践紧密结合的目的。总之,有机化学实验是培养学生理论联系实际的作风,实事求是、严格认真的科学态度和良好的工作习惯的重要环节。

本书根据教育部最新颁布的教学大纲及《基础课实验教学示范中心建设标准》,从加强基本操作训练出发,对实验基础理论、实验方法和基本操作要点做了较为详尽的介绍。为了强化对学生的操作训练,加深学生对基本操作原理和操作要点的理解和认识,培养和训练学生的实验技巧,节约实验试剂,缩短实验时间,增加训练内容,同时尽量安排符合“绿色化学”要求的实验,根据不同的要求,每个基本操作及合成实验都涉及小量、半微量或微量实验操作,并附有详细的注释和思考题。因此,教师可根据实际情况和对各专业学生的不同要求,组合成多种有机实验教学体系,对学生进行更具有针对性的、科学的训练,提高教学质量。这也是本实验教材的主要特色之一。

此外,本书还具有以下特色:①夯实基本操作能力。通过大幅度减少验证性实验,增加基本操作和综合实验达到夯实学生的基本操作能力;②提升学生创新能力。通过增加多学科交叉的综合实验和学生自主设计实验,使学生是在用脑做实验。同时,仪器分析等多学科的介入可以提升学生的综合能力;③培养学生的实验兴趣。兴趣是学习的动力,也是学习好的保证。通过增加实验项目的趣味性(如将光化学原料引入Beckmann重排实验,学生将反应样品带回宿舍,每日让太阳光照射,一周后会长出许多晶体),可以培养学生对化学的兴趣,而不是枯燥无味的死记硬背;④将我们的科研成果引入基础研究化学中。“三芳基甲烷类化合物的制备”正是这一特色的具体体现。通过该实验既能掌握磁力搅拌器和旋转蒸发仪的使用,又能掌握板层析和柱层析分离的原理及操作。

由于实验教学仪器和设备的不断更新,因此对学生在现代分析、测量仪器的训练要求也越来越高。为此,本书较详细地介绍了近年来基础研究化学实验常用仪器的使用,如X-4型显微熔点测定仪、气相色谱、红外光谱仪、核磁共振仪、旋转蒸发仪、电子天平

等,以便学生更好地学习和掌握这些仪器的操作及使用。

本书还简要介绍了一些国内外较新的文献、文摘、手册、词典、实验教科书。书末附有一些常见元素的相对原子质量、常用酸碱溶液相对密度及组成表、部分共沸混合物的性质、常见有机化合物物理常数、水的饱和蒸气压力表,以便读者和学生查阅。

王宝双同学承担了部分文字打印及排版工作。在此,谨向她表示衷心谢意。

由于时间仓促和限于编者水平,书中存有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2014年6月于赣南师范学院

目 录

§1 有机化学实验的一般知识	1
1.1 有机化学实验室规则	1
1.2 有机化学实验室的安全知识	2
1.3 有机化学实验预习、实验记录和实验报告	4
1.4 有机化学实验常用的工具书和文献简介	8
§2 有机化学实验常用仪器和设备	13
2.1 玻璃仪器简介和保护	13
2.2 玻璃仪器的清洗和干燥	19
2.3 常用反应装置	19
2.4 仪器的选择	25
2.5 仪器的装配与拆卸	25
2.6 金属工具	26
2.7 电器设备	26
2.8 其他设备	29
§3 有机化学实验基本操作和技术	32
3.1 加热方法	32
3.2 冷却方法	35
3.3 有机化合物物理常数测定	36
3.4 谱学分析技术	45
§4 有机化合物的分离和提纯	49
4.1 蒸馏	49
4.2 分馏	53
4.3 水蒸气蒸馏	56
4.4 减压蒸馏	59
4.5 重结晶	63
4.6 升华	68

4.7 萃取	70
4.8 干燥与干燥剂	74
4.9 色谱法	77
§5 有机化合物的合成实验	85
5.1 亲核取代反应及卤代烃的制备	85
5.2 Grignard 反应及醇的制备	88
5.3 Williamson 反应及醚的制备	90
5.4 Diels-Alder 反应	94
5.5 Cannizzaro 反应	95
5.6 羧酸衍生物的制备	97
5.7 乙酰乙酸乙酯的制备及其应用	98
5.8 有机光化学反应	100
5.9 植物生长调节剂合成	102
5.10 多步骤合成	103
5.11 芳香胺的制备	107
5.12 酰胺的制备	109
5.13 羧酸的制备	110
5.14 重氮化反应	112
5.15 天然产物的提取与分离	113
5.16 药物合成	114
5.17 F-C 反应	116
5.18 杂环化合物的合成	117
5.19 微波合成	118
5.20 设计性试验	121
§6 有机化合物的性质实验	122
6.1 有机化合物的元素定性分析	122
6.2 有机化合物性质试验	125
附 录	144
附录 I 常用元素相对原子质量表	144
附录 II 常用溶液相对密度及质量分数表	144
附录 III 水的饱和蒸气压	151
附录 IV 共沸混合物	152
参考文献	163

§1 有机化学实验的一般知识

1.1 有机化学实验室规则

有机实验室常需要使用易燃、易爆、有毒和强腐蚀性试剂,因此易引发火灾、爆炸、中毒等事故。为了防止事故发生,保证有机化学实验课正常、安全地进行,保证实验课的教学质量,每一个在有机实验室进行实验的学生都必须遵守如下规则:

(1)牢固树立“安全第一”的思想,时刻注意实验室安全,确保教学工作紧张而有秩序地进行。

(2)熟悉实验室安全设施摆放的位置和使用方法;实验室器具不得挪作它用。

(3)实验前应充分预习有关实验内容及相关参考资料,了解实验中所用原料和试剂的性质及在实验中可能发生的事故,事先采取防范措施。写好实验预习报告,方可进行实验,未写预习报告或预习报告不符合要求者,不得进行实验。

(4)不得旷课,迟到。实验课要求提前10分钟到位,并准备好实验所需的仪器。迟到超过5分钟者,将被取消该次实验资格,该次实验成绩按零分计算。无故缺课两次以上者,实验课重修。

(5)在实验室中要求戴安全防护眼镜,穿实验服做实验。不得赤脚、穿背心、穿拖鞋或露脚趾的凉鞋进入实验室。离开实验室前应认真洗手。

(6)实验时应检查仪器是否完整无损。实验装置力求正确稳妥。严格遵守操作规程及控制实验条件,未经指导教师允许不得擅自改变试剂的用量、加料的次序和反应条件,以免发生意外。

(7)保持实验室及实验台整齐清洁,不得将与实验无关的仪器、杂品堆放在实验台上。

(8)禁止在实验室内吸烟、饮水或吃食物;不得在实验进行中看其他书籍、听广播、玩手机游戏、上网、听音乐、会客以及进行其它与实验无关的活动。

(9)实验进行中不得大声喧哗,不得随意离开操作位置,如需暂时离开,应委托有关同学帮助照看实验。

(10)认真做好实验,仔细观察实验现象和做好实验记录。实验报告要实事求是,按时完成,不得弄虚作假,随意修改实验数据。涂改伪造实验数据者,该次实验成绩按零分计算。两次伪造实验数据者,实验课重修。

(11)爱护公物。公共仪器、药品和工具,用毕要放回原处,不得私藏自用或带出实验室。损坏仪器要及时登记。药品取完后,及时将盖子盖好,保持药品台清洁。

(12)实验完毕应将仪器洗刷干净,并放到指定地点。擦净实验台,并关好水、电。

(13)废酸、废碱、废有机溶剂、废渣、玻璃碎片、废纸、火柴棒、沸石等均不得倒入水槽,以免堵塞和腐蚀下水道。

(14)值日生除负责打扫卫生外,还应当负责做好当天实验室的安全和整洁的最后检查工作。

(15)最后离开实验室者,应确认实验室的门、窗、水、电、通风橱均已关好后方可离开。

(16)需要重做实验时,由指导教师另行安排。

(17)未经许可,不得进入仪器药品供应室。

1.2 有机化学实验室的安全知识

在实验中经常要使用有机试剂和溶剂,这些物质大多数都易燃、易爆,而且具有一定的毒性。虽然在选择安排实验内容时,已尽量选用低毒性的溶剂和试剂,但是当大量使用有机溶剂且操作不当时,还是会对人体造成一定伤害。因此,防火、防爆、防中毒已成为有机实验中至关重要的问题。此外,还应注意安全用电,防止割伤和灼伤事故的发生。

1.2.1 眼睛的保护及个人安全防护

在实验室中要戴上安全防护眼镜。因为实验过程中可能由于小小的疏忽而发生爆炸或反应过猛引起暴沸或因仪器清洗不慎等,造成玻璃碎片、化学药品溅入眼睛。因此,戴上防护眼镜是保护眼睛最方便、最有效的措施。

注意!如有玻璃碎片进入眼睛,切勿用手搓揉,应用镊子小心取出或用水洗出。最好立即上医院治疗处理。

必须穿着实验服做实验。女同学应预先把头发扎好。

1.2.2 火灾及爆炸的预防

引起着火的原因很多,如用敞口容器加热低沸点的溶剂,加热方法不当等,均可引起着火。为了防止着火,实验中应注意以下几点:

(1)不能用敞口容器加热和放置易燃、易挥发的化学药品。应根据实验要求和物质的特性,选择正确的加热方法。

(2)易燃、易挥发的废物,不得倒入废液缸和垃圾桶中。量大时,应专门回收处理;量小时,可倒入水池用水冲走。但能与水发生猛烈化学反应的,如金属钠等除外。

(3)使用易燃易爆物品时,应严格按相关操作规程进行操作。

(4)在用玻璃仪器组装实验装置之前,要先检查玻璃仪器是否有破损。有破损的,应及时更换,禁止使用。

(5)常压操作时,不能在密闭体系内进行加热或反应,要经常检查反应装置是否与大气相通。

(6)减压蒸馏时,不能用平底烧瓶、锥形瓶、薄壁试管等不耐压容器作为接收瓶或反应瓶。

(7)无论是常压蒸馏还是减压蒸馏,均不能将液体蒸干,以免局部过热或产生过氧化物而发生爆炸。

1.2.3 火灾的处理

一旦发生着火,应沉着镇静地及时采取正确措施,控制事故的扩大。首先,立即切断电源,移走易燃物。然后,根据易燃物的性质和火势采取适当的方法进行扑救。有机物着火通常不用水进行扑救,因为一般有机物不溶于水且比水轻,火苗可随水四处流动,引起大面积火灾,或遇水可发生更强烈的反应而引起更大的事故。小火可用湿布或石棉布盖熄,火势较大时,应用灭火器灭火。

常用灭火器有二氧化碳、四氯化碳、干粉及泡沫等灭火器。

目前实验室中常用的是干粉灭火器。使用时,拔出销钉,将出口对准着火点,将上手柄压下,干粉即可喷出。

二氧化碳灭火器也是有机实验室常用的灭火器。灭火器内存放着压缩的二氧化碳气体,适用于油脂、电器及较贵重的仪器着火时使用。

虽然四氯化碳和泡沫灭火器都具有较好的灭火性能,但四氯化碳在高温下能生成剧毒的光气,而且与金属钠接触会发生爆炸。泡沫灭火器会喷出大量的泡沫而造成严重污染,给后处理带来麻烦。因此,这两种灭火器一般不用。不管采用哪一种灭火器,都是从火的周围开始向中心扑灭。

地面或桌面着火时,还可用砂子覆盖灭火,但容器内着火不宜使用砂子灭火。

身上着火时,应就近在地上打滚(速度不要太快)将火焰扑灭。千万不要在实验室内乱跑,以免造成更大的火灾。

1.2.4 中毒的预防及处理

大多数化学药品都具有一定的毒性。中毒主要是通过呼吸道和皮肤接触有毒物品而对人体造成危害。因此预防中毒应做到:

(1)有毒的药品应由专人负责保管发放。操作者应严格按程序操作。实验后的有毒残渣必须做妥善而有效的处理,不准乱丢。

(2)有些有毒物质会渗入皮肤,因此在接触固体或液体有毒物质时,必须戴橡皮手套,操作后立即洗手。切勿让药品沾及五官或伤口。

(3)在反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱内进行。

(4)一般药品溅到手上,通常可用水和乙醇洗去。实验者若有中毒特征,应到空气新鲜的地方休息,最好平卧。出现其他较严重的症状,如斑点、头昏、呕吐时应及时送

往医院治疗。

1.2.5 灼伤的处理

- (1)取用有腐蚀性化学药品时,应戴上橡皮手套和防护眼镜。
- (2)被酸或碱灼伤时,应立即用大量水冲洗;酸用1%碳酸钠冲洗;碱则用1%硼酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。严重者要消毒灼伤面,并涂上灼伤软膏,送医院治疗。
- (3)被溴灼伤时,应立即用大量的水冲洗,再用酒精擦洗或用2%的硫代硫酸钠溶液洗至灼伤处呈白色,然后涂上甘油,敷上烫伤油膏。
- (4)除钠等活泼金属外的任何药品溅入人眼内,都要用大量水冲洗。冲洗后,如果眼睛仍未恢复正常,应马上到医院就医。

1.2.6 防割伤

有机实验中主要使用玻璃仪器。使用时,最基本的原则是:不能对玻璃仪器的任何部位施加过度的压力。

- (1)需要用玻璃管和塞子连接装置时,用力处不要离塞子太远,尤其是插入温度计时,要特别小心。可采用旋转法慢慢连接。
- (2)新割断的玻璃管断口处特别锋利,使用时,要将断口处用火烧至熔化,使其成圆滑状。

发生割伤后,应将伤口处的玻璃碎片取出,再用生理盐水将伤口洗净,涂上红药水,用纱布包好伤口。若割破静(动)脉血管,流血不止时,应先止血。具体方法是:在伤口上方约5~10cm处用绷带扎紧或用双手掐住,然后再进行处理或送往医院治疗。

1.2.7 用电安全

进入实验室后,首先应了解水、电、气的开关位置在何处,而且要掌握它们的使用方法。在实验中,应先将电器设备上的插头与插座连接好后,再打开电源开关。不能用湿手或手握湿物去插或拔插头。使用电器前,应检查线路连接是否正确,电器内外要保持干燥,不能有水或其他溶剂。实验做完后,应先关掉电源,再去拔插头。

1.2.8 实验室常用的急救药品

实验室应备有急救药品,如生理盐水、医用酒精、红药水、烫伤膏、1%~2%的乙酸或硼酸溶液、1%的碳酸氢钠溶液、2%的硫代硫酸钠溶液、甘油、止血粉、龙胆紫、凡士林等。还应备有镊子、剪刀、纱布、药棉、绷带等急救用具。

1.3 有机化学实验预习、实验记录和实验报告

有机化学实验课是一门综合性较强的理论联系实际的课程。它是培养学生实验操

作技能和独立工作能力的重要环节。完成一份正确完整的实验报告,也是一次很好的训练过程。实验报告分三部分:实验前预习、现场记录及课后实验总结。

1.3.1 实验预习

为了使实验能够达到预期的效果,在实验之前必须做好充分的预习和准备。预习时除了要求仔细阅读实验内容、领会实验原理、了解有关实验步骤和注意事项外,还需要查阅有关化合物的物理常数并按要求在实验记录本上写出预习报告。预习报告内容主要包括以下几个部分:

1) 实验目的

写出本次实验要达到的主要目的。

2) 反应及实验操作原理

用反应式写出主反应、副反应、反应历程及实验操作原理。

3) 主要试剂和产物的物理常数

主要试剂和产物的物理常数填入下表中。

名称	分子量	性状	折光率	相对密度	熔点	沸点	溶解度		
			n_D^{20}	d_4^{20}	℃	℃	水	乙醇	乙醚

4) 写出主要试剂的用量和规格

必须注明试剂的规格、重量(体积)和摩尔数。

5) 正确而清楚地画出反应装置草图

6) 写出实验步骤

按下列表格要求,左边写出简单实验步骤,右边记录实验现象。

实验步骤	现象

7) 粗产物纯化过程

用流程图画出粗产物的纯化过程及原理。

8) 对于所要做的实验中可能会出现的问题(包括安全和实验结果)的处理方案

要写出可能产生的问题的防范措施和解决方法。

1.3.2 实验记录

实验过程中应认真操作,仔细观察,积极思考,并将观察到的现象及测得的各种数据及时如实地记录于实验记录本中。记录本应是一装订本,不得用活页纸或散纸。记录必须完整,书写清楚明了,以便自己和他人查阅和重复实验。

1.3.3 实验报告

实验报告是总结实验进行的情况,分析实验中出现的問題,整理归纳实验结果必不

可少的基本环节。实验报告应包括实验目的,反应及实验操作原理,主要试剂和产物的物理常数,主要试剂的规格、用量,反应装置图,实验步骤和现象,产率的计算,粗产物纯化原理流程图,以及结果讨论等。

现举例说明实验报告的具体写法。

正溴丁烷的制备

1. 实验目的

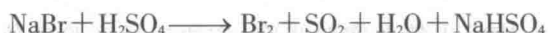
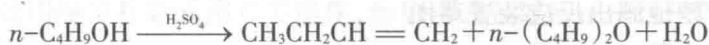
- (1) 学习由醇制备卤代烃的原理和方法。
- (2) 练习带有吸收有害气体装置的回流加热操作。
- (3) 巩固蒸馏操作;学习液体的洗涤、干燥等操作。
- (4) 学习液体有机化合物折光率的测定。

2. 实验原理

主反应



副反应



萃取 萃取是利用化合物在两种互不溶的溶剂中溶解度的不同,使化合物从一种溶剂中转移到另一种溶剂中的方法。本实验利用分液漏斗达到萃取和洗涤的目的。

干燥 干燥法主要用于除去固体、液体或气体中的少量水分,本实验用干燥剂无水氯化钙去掉洗涤后体系中残留的少量水分。

3. 主要试剂和产物的物理常数

名称	分子量	性状	折光率	相对密度	熔点	沸点	溶解度		
			n_D^{20}	d_4^{20}	℃	℃	水	乙醇	乙醚
正丁醇	74.12	无色液体	1.3993	0.8098	-89.2	117.7	可溶	∞	∞
正溴丁烷	137.03	无色液体	1.4398	1.2760	-112.4	101.6	不溶	∞	∞

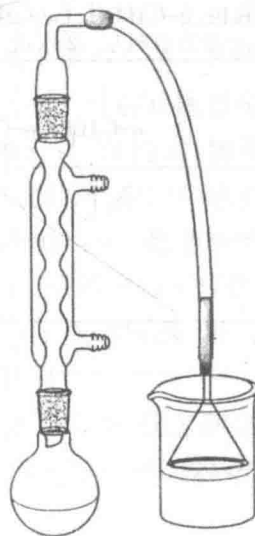
4. 主要试剂用量及规格

正丁醇 8.1g (10mL, 0.11mol), 化学纯(c.p.)

溴化钠 13.6g (0.12mol), 化学纯(c.p.)

浓硫酸 15mL (26.7g, 0.27mol), 化学纯(c.p.)

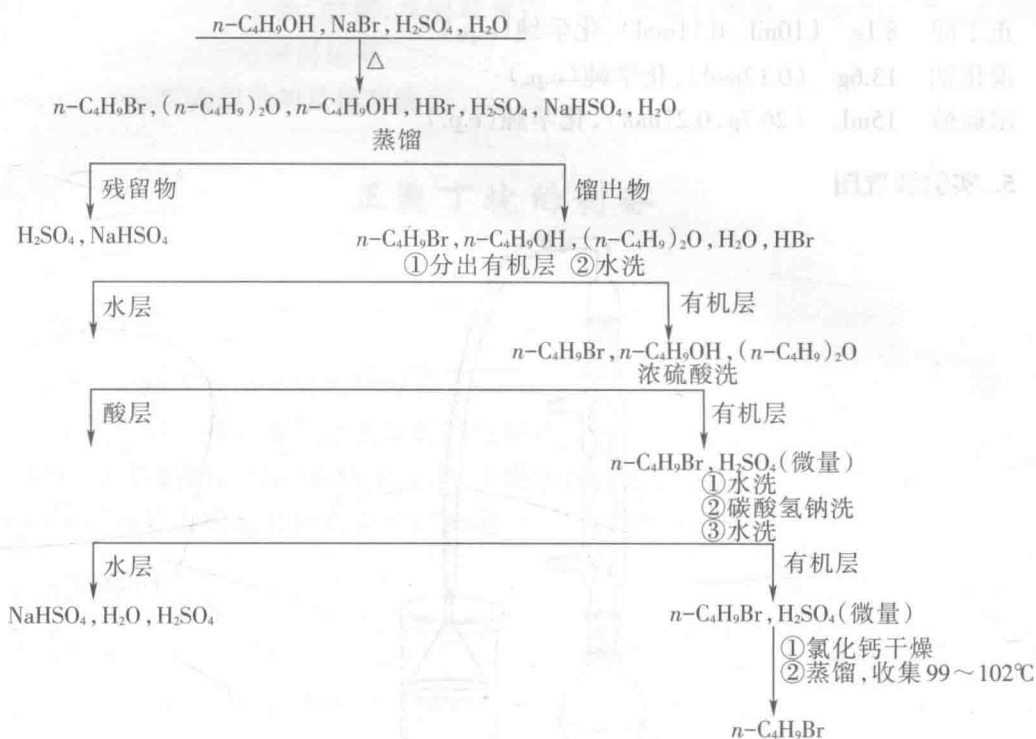
5. 实验装置图



6. 实验步骤与现象

步 骤	现 象
(1) 于 100mL 圆底烧瓶中依次加入 10mL 水和 15mL 浓硫酸, 摇匀并冷却至室温	放热, 烧瓶烫手
(2) 加 10mL 正丁醇及 13.6g 溴化钠, 振摇, 加沸石	溴化钠部分溶解, 瓶中出现白雾
(3) 如上图安装好仪器, 在电热套上小火加热回流 40min	沸腾回流, 白雾增多, 瓶中出现三层, 随后上层增多, 中层消失
(4) 稍冷, 改成蒸馏装置, 再加沸石, 蒸出正溴丁烷和水	馏出液起初浑浊, 最后变清(无油珠, 说明产物已全部蒸完)。同时圆底烧瓶上层液体逐渐消失
(5) 粗产物用 8mL 水洗, 换一干燥分液漏斗用 6mL 浓硫酸洗涤后, 再依次用 8mL 水、8mL 饱和碳酸氢钠和 8mL 水洗涤有机层	产物在下层 产物在上层, 并由浊变清 产物在下层
(6) 粗产物用无水氯化钙干燥	稍摇并静置一段时间后, 产物变清
(7) 滤去干燥剂。蒸馏, 收集产品	去掉前馏分, 收集 99~102℃ 馏分
(8) 测定产物折光率	$n_D^{20} = 1.4387$
(9) 称重	产物净重 8g, 无色液体

7. 产品纯化过程流程图



8. 产率计算

$$\text{产率} = \frac{8}{15.1} \times 100\% = 53\%$$

9. 物理常数测试

名称	项目与测试	文献值	实测值	备注
正溴丁烷	沸点, 常量法	101.6°C	$99\sim 102^\circ\text{C}$	
	折光率	$n_{\text{D}}^{20} = 1.4398$	$n_{\text{D}}^{20} = 1.4419$	

10. 总结和讨论

可根据自己在实验过程中对本次实验的理解和体会进行总结和讨论。

1.4 有机化学实验常用的工具书和文献简介

有机化学实验中, 了解化合物的性状和物理常数, 对于解释实验现象、预测实验结果, 选择正确的方法和装置, 保证实验顺利进行都是十分必要的。因此, 实验者都要善

于查阅手册、辞典和有关化学文献。现将经常用到的最基本的辞典和手册简介如下。

工具书

(1)《化工辞典》，化学工业出版社，1992年第二版。这是一本综合性化工工具书，收集了有关化学和化工名词10500余条，列出了无机和有机化合物的分子式、结构式、基本的物理化学性质及有关数据，并有简要的制法和用途说明。节前有按笔画为顺序的目录和汉语拼音检字表。本书侧重于从化工原料的角度来阐述。

(2)《化工产品手册——有机化工原料》，上、下册，化学工业出版社，1985。本书是《化工产品手册》丛书中的一套，选编了目前我国已生产的有机原料产品750余种。书中每个品种分别介绍原料名称、分子式、结构式、物理性质、产品质量、用途、生产工艺路线、消耗定额、毒性防护，以及包装贮运，生产厂家和价格等。

(3)*Handbook of Chemistry and Physics*。此书是美国橡胶公司(CRC)出版的英文版化学与物理手册，它初版于1913年，每隔一两年再版一次。截止1990年已出到70版。该书内容丰富，全书共分六大部分：①数学用表；②元素和无机化合物；③有机化合物；④普通化学；⑤普通物理常数；⑥其它。

(4)*The Merck Index*。此书性质类似于《化工辞典》，但较详细。主要是有机化合物和药物。化合物的名称按英文字母顺序排列，包括分子式、结构式、物理常数、制备方法简介和文献。现已出至第10版。

(5)*Dictionary of Organic Compounds*, 5th Ed. 1982。此书内容为有机化合物的组成、分子式、结构式、来源、性状、物理常数、化学性质及其衍生物等，并给出了制备该化合物的主要文献资料。各化合物按英文字母顺序排列。

(6)*Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie*。拜耳斯坦有机化学大全，德文版，是目前有机化学方面资料收集得最为齐全的有机丛书。此书有严格的编排原则，最简单的查阅方法是由题目索引和分子式索引来查阅。

(7)《英汉精细化学品辞典》，樊能廷主编，北京理工大学出版社，1994，第一版。全书约357万字，它搜集的精细化学品包括20世纪90年代初商品化的有机、无机、生物、矿产和天然化合物等，共18400余种。每个产品列有英文名称、化学文摘登录号、中文名称、别名、结构式、相对分子质量、理化性质、功能与用途、制造方法、参考文献等项内容。书后附有分子式索引，便于检索。

参考书

(1)《有机化学实验技术》编写组，《有机化学实验技术》。北京：科学出版社，1978。

(2)兰州大学、复旦大学有机化学教研室编，《有机化学实验》。北京：人民教育出版社，1978。

(3)周科衍，吕俊民主编，《有机化学实验》(第二版)。北京：高等教育出版社，1985。

- (4)曾昭琼主编.《有机化学实验》(第二版).北京:高等教育出版社,1987。
- (5)黄涛主编.《有机化学实验》(第二版).北京:高等教育出版社,1998。
- (6)李兆陇,阴金香,林天舒编.《有机化学实验》.北京:清华大学出版社,2001。
- (7)周宁怀,王德琳主编.《微量有机化学实验》.北京:科学出版社,1999。
- (8)周建锋主编.《有机化学实验》.上海:华东理工大学出版社,2002。
- (9)金钦汉主编.《微波化学》.北京:科学出版社,1999。
- (10)北京大学化学系有机化学教研室编.《有机化学实验》.北京:北京大学出版社,1990。
- (11)焦家俊编.《有机化学实验》.上海:上海交通大学出版社,2000。
- (12)张毓凡,曹玉蓉,冯宝申,王佰全,杨家惠编.《有机化学实验》.天津:南开大学出版社,1999。
- (13)A. I. Vogel, *A Textbook of Practical Organic Chemistry*, 1978.这是一本较完备的实验教科书。内容包括实验操作技术,基本原理及实验步骤、有机分析。很多常用的有机化合物的制备方法大都可以在书中找到。
- (14)*Organic Synthesis* (有机合成)。本书最初为 R. Adams 及 H. Gilman 主编,于 1921 年开始出版,每年一卷。本书介绍各种具有代表性的有机化合物的制备方法,在每一制法中都有详细的实验步骤、注意事项及其它制备方法。每一个合成的实验步骤,都是经过专人复核的,因此比较可靠。卷末都有主题索引。另外,本书还出版了合订本,每 10 卷合为一册。
- (15)*Organic Reactions* (有机反应)。R. Adams 及 H. Gilman 主编,1942 年开始出第一卷,以后大约每两年出一卷。本书为总结和介绍当前一些重要的有机反应,都是由一些专家执笔写成的。内容一般包括导言、反应机理、范围和限制、实验条件(温度、试剂及溶剂)、典型反应步骤及化合物项目表(包括化合物名称、结构式、试剂、催化剂、产品、产率及参考书)等。每卷末附有该卷的题目索引,还附有以前各卷的作者索引和章节题目索引,便于查阅。

化学期刊及文献

- (1)*Angewandte Chemie, International Edition* (应用化学,国际版):缩写为 *Angew. Chem.*。该刊 1888 年创刊(德文),由德国化学会主办。从 1962 年起出版英文国际版。主要刊登覆盖整个化学学科研究领域的高水平研究论文和综述文章,是目前化学学科期刊中影响因子最高的期刊之一。
- (2)*Journal of the American Chemical Society* (美国化学会会志),缩写为 *J. Am. Chem. Soc.*。1879 年创刊,由美国化学会主办。发表所有化学学科领域高水平的研究论文和简报,目前每年刊登化学各方面的研究论文 2000 多篇,是世界上最具有影响的综合性化学期刊之一。