



教育部高职高专规划教材  
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuān Guihua Jiaocai

# 有机化学实验

第二版

高职高专化学教材编写组 编

高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS



教育部高职高专规划教材

# 有机化学实验

第二版

高职高专化学教材编写组 编

高等教育出版社

## 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.—2版.  
—北京:高等教育出版社,2002  
教育部高职高专规划教材  
ISBN 7-04-009848-2

I. 有… II. 高… III. 有机化学-化学实验-高等学校:技术学校-教材 IV. 062-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第10501号

责任编辑 杨树东 封面设计 杨立新 责任绘图 李维平  
版式设计 周顺银 责任校对 康晓燕 责任印制 韩刚

有机化学实验 第二版  
高职高专化学教材编写组 编

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街55号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
传 真	010-64014048		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本	850×1168 1/32	版 次	1994年7月第1版
印 张	6.5		2002年7月第2版
字 数	150 000	印 次	2002年7月第1次印刷
		定 价	9.40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

## 内 容 提 要

本书是教育部高职高专规划教材,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》,在方富禄主编的《有机化学实验》(第一版)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“简单的玻璃工和塞子的选择和打孔”,其有关内容分散在§1-4和§2-6中;第三章除了介绍常规实验外,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,思考题中增加了一些实验方案的设计性内容,本章共编入21个实验,其中多数实验力求原理、合成、分离提纯、物理或化学性质及波谱分析鉴定融为一体;书中还编入8个性质实验,书末附录增加了“危险化学试剂的使用知识”。

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,可与教育部高职高专规划教材《有机化学》(第二版)配套使用,也可单独使用。

## 出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于

高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

## 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21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 16 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

<b>第一章 有机化学实验的基本知识</b> .....	(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 .....	(6)
§ 1-5 实验预习、实验记录和实验报告 .....	(21)
§ 1-6 常用的有机化学实验参考书和工具书 .....	(25)
<b>第二章 有机化学实验基本操作</b> .....	(28)
§ 2-1 加热与冷却 .....	(28)
§ 2-2 蒸馏 .....	(31)
§ 2-3 分馏 .....	(37)
§ 2-4 水蒸气蒸馏 .....	(42)
§ 2-5 减压蒸馏 .....	(47)
§ 2-6 熔点的测定和温度计的校正 .....	(55)
§ 2-7 沸点的测定 .....	(60)
§ 2-8 重结晶 .....	(63)
§ 2-9 升华 .....	(68)
§ 2-10 萃取 .....	(70)
§ 2-11 干燥 .....	(75)
§ 2-12 折光率的测定 .....	(82)
§ 2-13 红外光谱 .....	(86)
<b>第三章 有机化合物的制备</b> .....	(100)
§ 3-1 溴乙烷的制备 .....	(100)
§ 3-2 1-溴丁烷的制备 .....	(103)
§ 3-3 环己烯的制备 .....	(106)
§ 3-4 正丁醚的制备 .....	(108)

§ 3-5	$\beta$ -萘乙醚的制备	(110)
§ 3-6	乙酸乙酯的制备	(112)
§ 3-7	乙酸正丁酯的制备	(115)
§ 3-8	苯胺的制备	(118)
§ 3-9	乙酰苯胺的制备	(121)
§ 3-10	苯乙酮的制备	(123)
§ 3-11	邻苯甲酰苯甲酸和蒽醌的制备	(126)
§ 3-12	对硝基苯甲酸的制备	(129)
§ 3-13	己二酸的制备	(132)
§ 3-14	肉桂酸的制备	(134)
§ 3-15	乙酰乙酸乙酯的制备	(137)
§ 3-16	苯甲醇和苯甲酸的制备	(140)
§ 3-17	对位红的制备(多步合成实验)	(142)
§ 3-18	从茶叶中提取咖啡因	(147)
§ 3-19	从黄连中提取黄连素	(149)
§ 3-20	苯频哪醇的制备(二苯酮的光化学还原)	(151)
§ 3-21	碘仿的制备(有机电化学反应)	(154)
<b>第四章</b>	<b>有机化合物的性质实验</b>	(157)
§ 4-1	烃的性质	(157)
§ 4-2	卤代烃的性质	(159)
§ 4-3	醇和酚的性质	(161)
§ 4-4	醛和酮的性质	(164)
§ 4-5	羧酸及其衍生物的性质	(167)
§ 4-6	胺的性质	(171)
§ 4-7	碳水化合物的性质	(173)
§ 4-8	氨基酸和蛋白质的性质	(176)
<b>附录 I</b>	<b>常用元素相对原子质量表</b>	(179)
<b>附录 II</b>	<b>常用酸碱溶液相对密度及溶质的质量分数 和溶解度表</b>	(179)
<b>附录 III</b>	<b>常用有机溶剂的沸点及相对密度表</b>	(184)

附录Ⅳ	水的饱和蒸气压(0~100 ℃) .....	(185)
附录Ⅴ	常用溶剂的处理 .....	(185)
附录Ⅵ	危险化学试剂的使用知识 .....	(188)

# 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 $45^{\circ}\text{C}$ 以下的液体,都属于易燃液体,其中闪点在 $28^{\circ}\text{C}$ 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 $80^{\circ}\text{C}$ 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,不要把这此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