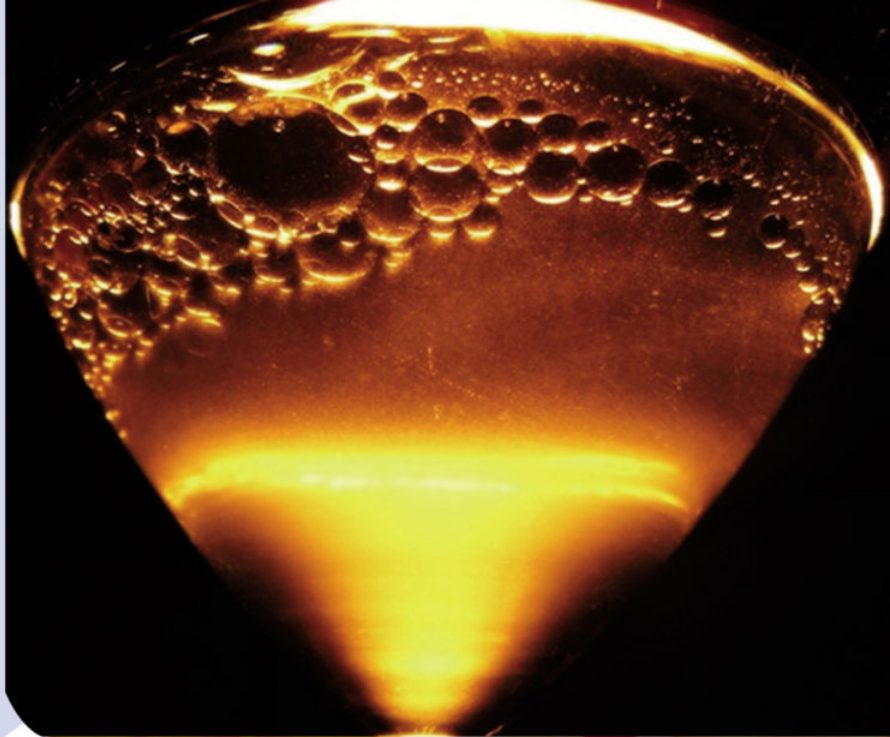




全国高职高专化学课程  
“十三五”规划教材



工作过程导向

# 有机化学实验**技术**

(第二版)

YOUJI HUAXUE  
SHIYAN JISHU

● 徐惠娟 龙德清 王欣 主编



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

全国高职高专化学课程“十三五”规划教材

# 有机化学实验技术

(第二版)

主 编	徐惠娟	龙德清	金 欣	
副主编	吕晓姝	杨 哲	李邦玉	冯婷婷
	张 爽			
参 编	蔡 静	叶 润	袁海涛	孙 伟
	曹智启	张启明	吴 新	张 立
	钟 飞			

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 内 容 提 要

本书内容共分五个模块:有机化学实验的基本知识;有机化学实验操作技术实训;有机化合物制备及合成实验;有机化合物的性质实验;创新性实验。

模块一,有机化学实验的基本知识,以介绍有机化学实验基本要求和实验室管理制度为重点,要求学生熟知实验安全的重要性。

模块二,有机化学实验操作技术实训,以介绍有机化学实验的基础知识、基本操作、基本技能为重点,要求学生掌握有机化学实验过程中药品、仪器的正确使用方法,掌握有机化学实验的分离、提纯、制备和合成的操作方法。

模块三,有机化合物制备及合成实验,以介绍几种有机化合物的制备内容为主,使学生掌握不同的制备方法和操作技能,以提高学生的动手能力。

模块四,有机化合物的性质实验,介绍几种有机化合物元素定性分析方法和不同有机化合物的性质实验,使学生通过实验加深对有机化合物的性质的理解,并掌握有机试剂的正确使用方法。

模块五,创新性实验,介绍生活中颇具创意的彩色固体酒精、“香味肥皂”等的制备,培养学生的创新意识和创新能力。

总之,为了培养学生分析、动手能力,进一步提高实验课的质量,本书内容广泛,适用性强,既具有独立体系,便于单独授课,又可与理论教学配套使用。

本书可供高职高专化工、制药、生物、环境类专业学生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验技术/徐惠娟,龙德清,王欣主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2020.1

全国高职高专化学课程“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5680-5937-4

I. ①有… II. ①徐… ②龙… ③王… III. ①有机化学-化学实验-高等职业教育-教材  
IV. ①O62-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 299989 号

### 有机化学实验技术(第二版)

徐惠娟 龙德清 王 欣 主编

Youji Huaxue Shiyān Jishu(Di-er Ban)

策划编辑:王新华

责任编辑:丁 平 王新华

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.75

字 数:230千字

版 次:2020年1月第2版第1次印刷

定 价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

# 第二版前言

本书是依据《教育部财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《关于进一步加强高技能人才工作的意见》的精神,在华中科技大学出版社的精心组织下编写的适合高等职业院校培养高技能应用型人才的相关理论教材的配套实验教材,2013年第一次出版,2019年修改后再版。

有机化学实验技术是生物与化工、食品药品、资源环境、能源与材料、医药卫生、农林牧渔类等相关高职专业的一门重要基础实验课。通过对本书的学习应用,学生应能掌握有机化学实验的基本知识和操作技能。本书突出高职教学特点,注重对基本操作技能的训练,符合高职学生的认知规律,在编写时着重以下几点。

(1) 在内容安排方面,适合高等职业院校的教学需要。本着“够用、实用、适用”的原则,精选内容,注重使学生掌握实验过程中的基本实验原理和基本操作方法。

(2) 本书是基础实验课教材,十分注意突出基础性,所选取的内容重视基本操作,并通过有机化合物制备进行反复训练,以期达到使学生基本操作规范化的目的。

(3) 根据有机化学实验内容的特点和要求,本书在教学的整体上按照循序渐进的原则,以基本操作训练入手,由浅入深,由易到难,由简单到综合,分阶段、有层次地对学生进行训练和培养。

(4) 本书注重对学生的创新能力的培养,在极具趣味性的实验中,由一点一滴入手,培养学生的创新意识和创新能力。

本书取材广泛,是在汲取部分院校实验教学的成熟经验和参编者多年来从事有机化学实验教学研究的基础上编写修改而成的,其目的是为采用本书的院校提供更多的选择。

本教材第二版由徐惠娟、龙德清、王欣主编,由吕晓姝、杨哲、李邦玉、冯婷婷、张爽担任副主编。参加编写的人员有:辽宁科技学院徐惠娟、吕晓姝;汉江师范学院龙德清;信阳农林学院王欣、蔡静、叶润、孙伟;营口职业技术学院杨哲;苏州市职业大学李邦玉;濮阳职业技术学院冯婷婷;陕西国际商贸学院张爽;辽宁冶金职业



技术学院袁海涛;广东岭南职业技术学院曹智启;安庆医药高等专科学校张启明、吴新、张立;荆州理工职业学院钟飞。

本书的出版,得到华中科技大学出版社的大力支持,在此表示感谢。由于编者的水平、经验有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请同行和读者不吝指正。

编 者

华中科技大学出版社

# 目 录

<b>模块一</b>	<b>有机化学实验的基本知识</b>	/ 1
1.1	有机化学实验目的	/ 1
1.2	有机化学实验室规则	/ 2
1.3	有机化学实验要求	/ 3
1.4	有机化学实验安全	/ 8
1.5	有机化学实验环保要求	/ 10
1.6	有机化学实验室事故的预防与处理	/ 11
1.7	常用的有机化学实验参考工具	/ 16
<b>模块二</b>	<b>有机化学实验操作技术实训</b>	/ 17
项目一	基本操作	/ 17
1.1	有机化学实验玻璃仪器的认识及使用	/ 17
1.2	玻璃仪器的洗涤、干燥和保养	/ 21
1.3	塞子的选择	/ 23
1.4	加热与冷却	/ 24
项目二	反应操作	/ 27
2.1	反应装置	/ 27
2.2	温度计的校正	/ 31
2.3	搅拌技术	/ 33
项目三	分离操作	/ 35
3.1	萃取操作	/ 35
3.2	重结晶操作	/ 38
3.3	蒸馏操作	/ 41
3.4	分馏操作	/ 44
3.5	水蒸气蒸馏操作	/ 45
3.6	减压蒸馏操作	/ 47
3.7	升华操作	/ 49
项目四	干燥操作	/ 51
4.1	有机物常用干燥剂	/ 51



4.2	干燥剂的选择	/ 52
4.3	干燥操作	/ 53
项目五	有机物物理常数测定	/ 53
5.1	熔点测定的方法与操作	/ 53
5.2	沸点的测定	/ 57
5.3	折光率的测定方法与操作	/ 58
5.4	旋光度的测定方法与操作	/ 60
<b>模块三</b>	<b>有机化合物制备及合成实验</b>	<b>/ 63</b>
项目一	环己烯的制备	/ 63
项目二	正溴丁烷的制备	/ 65
项目三	正丁醚的制备	/ 67
项目四	环己酮的制备	/ 69
项目五	苯甲醇的制备	/ 70
项目六	苯乙酮的制备	/ 72
项目七	己二酸的制备	/ 73
项目八	苯甲酸的制备	/ 75
项目九	邻硝基苯酚、对硝基苯酚的制备	/ 76
项目十	乙酸乙酯的制备	/ 78
项目十一	肉桂酸的制备	/ 80
项目十二	硝基苯的制备	/ 82
项目十三	苯甲酸乙酯的制备	/ 84
项目十四	茶叶中咖啡因的提取	/ 86
项目十五	乙酰乙酸乙酯的制备	/ 89
项目十六	偶氮染料甲基橙的合成	/ 92
项目十七	乙酰水杨酸的合成	/ 94
项目十八	(±)-苯乙醇酸(苦杏仁酸)的合成及拆分	/ 96
项目十九	乙酰苯胺的制备	/ 99
项目二十	2,4-二氯苯氧乙酸的制备	/ 100
项目二十一	乙烯的制备	/ 101
项目二十二	乙醚的制备	/ 103
项目二十三	二苯亚甲基丙酮的制备	/ 105
项目二十四	$\beta$ -萘乙醚的制备	/ 106
<b>模块四</b>	<b>有机化合物的性质实验</b>	<b>/ 109</b>
项目一	有机化合物元素定性分析	/ 109
项目二	烃及卤代烃的性质	/ 112
项目三	醇、酚、醚的化学性质	/ 115

项目四	醛和酮的性质	/ 117
项目五	羧酸及其衍生物的性质	/ 119
项目六	胺的性质	/ 121
项目七	杂环化合物的性质	/ 124
项目八	糖类化合物的性质	/ 126
项目九	氨基酸和蛋白质的性质	/ 131
<b>模块五</b>	<b>创新性实验</b>	/ 135
项目一	彩色固体酒精的制备	/ 135
项目二	从橙皮中提取柠檬烯	/ 136
项目三	制作“香味肥皂”	/ 137
项目四	固体胶棒的制备	/ 139
<b>附录</b>		/ 140
附录 A	常见化学元素相对原子质量	/ 140
附录 B	常用酸碱溶液质量分数、相对密度和 物质的量浓度	/ 142
附录 C	水的饱和蒸气压	/ 143
附录 D	常用有机溶剂沸点、相对密度和溶解性表	/ 147
<b>主要参考文献</b>		/ 148

# 模块一

## 有机化学实验的基本知识

### 1.1 有机化学实验目的

有机化学是一门以实验为基础的自然科学,包括有机化学理论和有机化学实验两大部分。有机化学的理论、原理和规则等都是在人们实践的基础上产生和发展起来的。有机化学的发展同有机化合物的合成、分离、提纯及鉴定等实验研究紧密相连,正是在大量实验研究的基础上,才建立了有机化学理论,形成了有机化学学科。因此,有机化学实验是有机化学的重要组成部分,有机化学理论和有机化学实验是相辅相成、不可分割的。

近两个世纪以来,有机化学不仅形成了 2000 多万个有机化合物的庞大家族及相应的产业体系,也为材料科学、生命科学、医药学以及环境科学等多个学科的发展提供了原料物质、技术支持和理论依据,而这一切都得归功于有机化学实验知识的应用。因此,有机化学实验技术的教育,在高等院校的生化与药品、化工技术、制药技术、生物技术以及化学生物教育等高职高专类专业的教学中占有十分重要的地位,是培养高素质技能型专门人才的重要教学内容。

在高等院校的高职高专类专业中开设有机化学实验技术课程的主要教学目的如下。

- (1) 掌握有机化学实验的基本知识和基本操作技术。
- (2) 掌握有机化合物的合成(制备)实验技术、性质实验技术,熟悉有机化合物的分离、提纯和鉴定的常用方法与技术。
- (3) 掌握有机化学实验常用仪器的使用方法和保养方法。
- (4) 培养初步查阅文献以及撰写合格、规范的实验报告的能力。
- (5) 培养良好的实验习惯和实验工作方法,实事求是和严谨的科学态度,以及由实验结果总结出理论规律的思维方法和推理能力。
- (6) 培养观察实验现象、记录实验过程以及分析问题和解决问题的能力。



## 1.2 有机化学实验室规则

为了培养良好的实验工作方法和实验习惯以及严谨的科学态度,确保有机化学实验能够正常、有序、安全地进行,保证提高实验教学质量、按时完成实验教学任务,学生必须遵守下列有机化学实验室规则。

### 1. 充分准备

进入有机化学实验室前,要掌握有关有机化学方面的基础知识,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,熟悉实验室环境,了解灭火器材、急救药箱的位置。在实验前,要认真预习有机化学实验教材,明确实验目的、要求和步骤,了解实验原理和内容,认真撰写预习报告,否则不得进行实验。

### 2. 认真操作

实验时,应该全神贯注、认真操作、细致观察、积极思考,不得喧哗,不得擅自离开实验室。要科学地安排时间,及时、如实地记录实验现象和数据,对反常现象要做出合理解释,对存在的问题要提出改进意见。实验后,要认真撰写实验报告,实验报告要求条理清楚、结论明确、文字简练、书写工整、绘图规范。此外,合成实验完成后,还应计算产率,并将产物贴好标签后交给指导教师。

### 3. 注意安全

实验时,必须严格遵守安全守则,按照规定的步骤、试剂的用量认真进行实验,如有更改,必须征得指导教师同意,以免发生意外事故;实验室内不准吸烟、吃食物,也不要将饮料带进实验室,要始终保持实验室的通风;不得穿背心、拖鞋进入实验室;实验结束后必须洗手,离开实验室时,应把水、电、煤气开关关闭。

### 4. 保持整洁

实验台面的仪器、试剂要摆得井然有序,实验装置要求整齐、美观;不得将固体废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容器内,废液、废物必须倒入指定地点;实验完毕后将仪器洗净,放在指定位置,值日生切实负责整理公用器材,打扫实验室并检查水电设施。

### 5. 爱护公物

要爱护和保管好实验仪器,不得将仪器、药品带出室外,如仪器有损坏,要填写破损单,经指导教师签署意见后,方能换取新仪器,必要时应按学校的规定进行赔偿。公用器材用完后,立即归还原处,节约水、电及药品,注意仪器的保养和有关物品的回收。

## 1.3 有机化学实验要求

### 1.3.1 有机化学实验守则

(1) 实验前,应认真学习有机化学及有机化学实验教材,具备基本的有机化学理论知识和实验常识,预习实验内容,检查仪器设备是否完好无损,做到心中有数。

(2) 实验中,要遵守安全守则及实验操作中的安全注意事项;遵从实验教师指导,服从实验员管理,认真进行实验;保持实验室安静,爱护仪器设备,节约水、电及药品;不得擅离岗位、随意走动。

(3) 实验后,当天值日生应倒掉废液缸中的废液,擦净实验台,认真拖扫地板,关闭水电和门窗。

### 1.3.2 实验预习

实验预习是做好实验的关键。实验前有充分的准备,就可以主动地、有条不紊地进行实验,避免“照方抓药”式实验的被动局面;减少或消灭实验事故,达到实验预期效果。实验预习对培养学生独立工作的能力十分有益,是做好实验的前提和基础。

实验预习时要认真阅读教材的有关内容,熟悉实验的目的要求、基本原理、操作步骤及注意事项,要清楚实验所需要的仪器设备、装置图、实验器材和实验工具等,要查阅相关文献,列出原料、中间体和产物的物理常数、化学性质及其毒性、腐蚀性和刺激性等,要计算出合成(制备)实验的理论产量,以便对整个实验内容做到心中有数。在预习的基础上,写出实验预习报告,其中,实验步骤要简明扼要,不要照抄书本。

预习报告的内容如下。

- (1) 实验名称、实验要求、实验目的。
  - (2) 已配平的主、副反应方程式。
  - (3) 仪器名称、实验装置图。
  - (4) 各种原料的用量(质量或体积)及规格,主要原料及产物的物理常数,产物的理论产量。
  - (5) 简明的实验步骤(可以用实验操作流程图表示)。
- 例如,乙酸乙酯制备的实验操作流程可用图 1-1 表示。

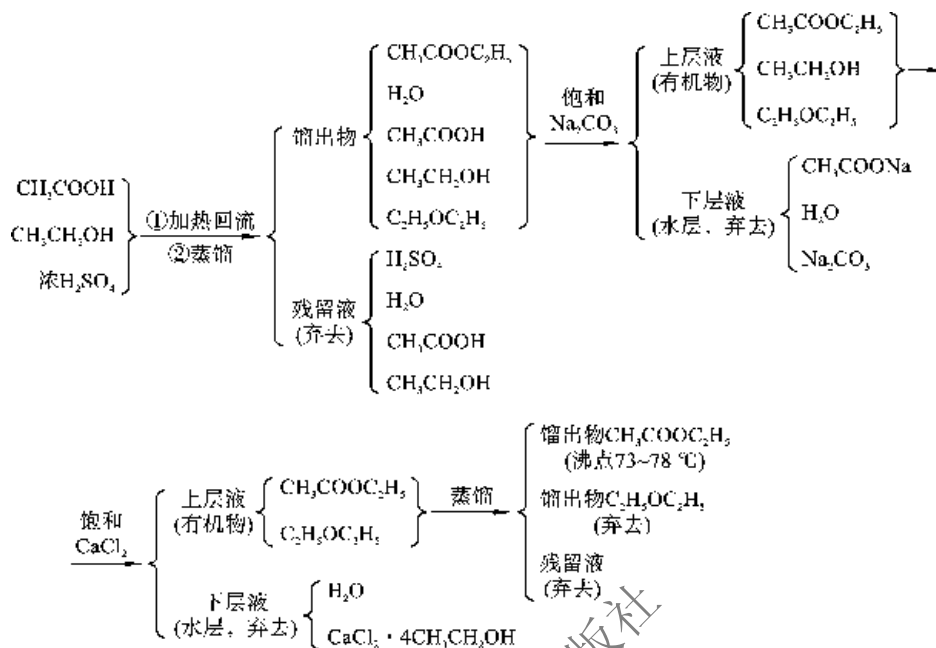


图 1-1 乙酸乙酯制备的实验操作流程

### 1.3.3 实验记录及实验报告

#### 1. 实验记录

实验记录是实验的原始资料,是自己或他人今后重复本实验或验证本实验所得结论、规律的重要参考文献,是撰写实验报告、科技论文的第一手材料。写好实验记录是从事科学实验的一项重要训练和基本要求,有利于少走弯路、提高实验效率。

在实验过程中,实验者必须认真操作、仔细观察、积极思考,及时和如实地记录实验现象和所测得的数据,养成边进行实验边直接在实验记录专用本上记录的习惯,不能随意用零散纸张记录,更不能事后凭记忆补写“回忆录”。遇到反常现象,更要实事求是地记录下来,并把实验条件写清楚,以利于分析原因。原始记录如果写错可以用笔划去,但不能随意涂改。实验完毕,应将实验记录交给教师审阅后妥善保存。实验记录主要包括以下内容。

(1) 基本情况:实验名称、日期、天气、室温;已配平的反应方程式。

(2) 仪器与试剂:仪器名称、型号、厂家;试剂名称、规格、用量(质量或体积);反应物与产物的物质的量、相对分子质量,产物的理论产量。

(3) 实验过程:反应操作时间(加料、反应开始、反应结束),温度变化,实验现象(反应放热或吸热情况,颜色变化情况,结晶或沉淀生成以及气体产生等情况),产物分离提纯的原理、方法及过程。

(4) 实验结果:产物的实际产量及产率,产物的理化常数,如颜色、状态、熔点、沸点、

溶解性、元素分析、质谱(MS)及必要的光谱(UV、IR、<sup>1</sup>H-NMR)分析数据等。

## 2. 实验报告

在实验结束后,必须认真撰写实验报告。实验报告主要包括:总结实验进行的情况,分析实验中出现的现象及问题,整理实验数据,归纳实验结果等。写好实验报告是完成实验任务的一个重要环节,是把直接的感性认识提高到理性思维阶段的必要步骤,学习有机化学实验必须写好实验报告。实验报告的模式如下。

### 模式 A 有机化学合成实验报告

\_\_\_\_\_ 学校(学院)

#### 有机化学实验报告

实验名称: \_\_\_\_\_

实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 室温: \_\_\_\_\_ 班级: \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组

姓名: \_\_\_\_\_ 同组人: \_\_\_\_\_ 指导教师: \_\_\_\_\_

#### 一、实验目的

#### 二、实验原理(含主、副反应方程式)

#### 三、仪器与试剂

##### 1. 仪器名称及实验装置图

##### 2. 试剂规格及物理常数

名称	规格	颜色、状态	熔点(m.p.)/°C	沸点(b.p.)/°C	相对密度	溶解性

#### 四、实验步骤

##### 1. 反应物的用量及产物的理论产量

名称	反应物 A 的用量	反应物 B 的用量	反应物 C 的用量	产物 D 的理论产量	产物 E 的理论产量
分子式					
相对分子质量					
物质的量/mol					
质量/g					
体积/mL					

##### 2. 实验操作步骤流程图

##### 3. 实验过程与记录

时间	操作步骤	现象	备注



名称	规格	颜色、状态	熔点(m. p.)/°C	沸点(b. p.)/°C	相对密度	溶解性

#### 四、实验步骤

时间	操作步骤	现象	备注

#### 五、结果与讨论

主要讨论注意事项、实验安全问题、成功关键以及由实验结果总结得到的理论规律等。

### 1.3.4 实验产率的计算

有机化学合成实验的产率是实际产量与理论产量的比值。理论产量是根据反应方程式计算的、反应物全部转化为产物时的数量。实际产量简称为产量,是指实验中得到的纯品的数量(质量)。

[例 1-1] 在浓磷酸催化下,20 g 环己醇脱水得 12 g 环己烯,试计算产率(表 1-1)。

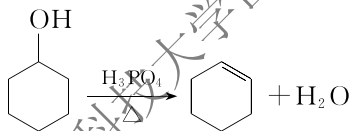


表 1-1 环己烯的产率

物理量	环己醇	环己烯
相对分子质量	100	82
物质的量之最小比	1 mol	1 mol
反应物质量	20 g	
物质的量	0.2 mol (20 ÷ 100)	0.2 mol
产物的理论产量		16.4 g (0.2 × 82)
产物的实际产量		12 g
产率	(12 ÷ 16.4) × 100% = 73.2%	

有时为了提高产率,常常增加某一反应物的用量(过量),这时,应按实际用量与理论用量相比最少的反应物来计算理论产量。在有机化学合成实验中,由于反应物不一定反应完全,又常伴有副反应发生,同时在产物的分离及纯化时也会有一定损失,因此实际产量往往低于理论产量。

[例 1-2] 用 5 mL 新蒸苯胺(相对密度 1.02, 5.1 g, 0.055 mol)和 7.4 mL 冰醋酸(相对密度 1.05, 7.8 g, 0.13 mol)反应,合成了 5.0 g 乙酰苯胺,试计算产率(表 1-2)。





表 1-2 乙酰苯胺的产率

物 理 量	$C_6H_5NH_2$	$CH_3COOH$	$C_6H_5NHCOCH_3$
相对分子质量	93	60	135
物质的量之最小比	1 mol	1 mol	1 mol
反应物体积	5 mL	7.4 mL	
反应物质量	5.1 g ( $5 \times 1.02$ )	7.8 g ( $7.4 \times 1.05$ )	
物质的量	0.055 mol ( $5.1 \div 93$ )	0.13 mol ( $7.8 \div 60$ )	0.055 mol
产物的理论产量			7.4 g ( $0.055 \times 135$ )
产物的实际产量			5.0 g
产率	$(5.0 \div 7.4) \times 100\% = 67.6\%$		

## 1.4 有机化学实验安全

安全第一、预防为主,这是安全工作的一贯方针。有机化学实验的主要要求之一在于实验的安全问题必须得到足够的重视,以确保实验是符合安全要求的。为此,进行有机化学实验时必须遵守安全守则,符合实验安全操作要求。

### 1.4.1 危险有机化学试剂

化学试剂有化学危险品和非危险品之分,而大多数有机化合物属于化学危险品。根据常用化学试剂的危险性质可将化学危险品分为易燃、易爆和有毒药品三类,必须正确认识、使用和保管上述三类药品,严格遵守操作规程,以免发生意外事故。

#### 1. 易燃化学药品

易燃化学药品可分为以下几类。

(1) 可燃气体,包括甲烷、一氯甲烷、一氯乙烷、乙烯、煤气、氢气、硫化氢、氧、二氧化硫、氨气、乙胺等。

(2) 易燃液体。一级易燃液体:丙酮、乙醚、汽油、环氧丙烷、环氧乙烷、二硫化碳、甲醇、乙醇等。二级易燃液体:吡啶、二甲苯、柴油、煤油、松节油等。

(3) 易燃固体,包括硝化纤维、樟脑、红磷、镁粉、铝粉、黄磷(自燃固体)、钾、钠及电石(遇水燃烧固体)等。

#### 2. 易爆化学药品

(1) 易爆固体和易爆液体。其中,易爆有机化学药品有三硝基甲苯、硝化纤维素、硝化甘油、苦味酸、叠氮化钠等;易爆无机化学药品主要是指一些氧化剂,如氯酸钾、过氧化钠、高氯酸、高锰酸钾、过氧酸、重铬酸钾、硝酸铅、硝酸铵等。

(2) 易燃有机溶剂蒸气和易爆气体。某些易燃有机溶剂在室温时具有较大的蒸气

压,当空气中混杂的易燃有机溶剂的蒸气达到某一极限时(表 1-3),遇到明火会发生爆炸。

表 1-3 易燃有机溶剂蒸气的爆炸极限

名称	乙醚	丙酮	苯	乙醇	甲醇
爆炸范围(体积分数) /(%)	1.9~36.5	2.6~12.8	1.4~7.1	3.3~19.0	6.7~36.5

某些气体与空气按一定比例混合时,遇到明火也会发生爆炸(表 1-4)。

表 1-4 易爆气体的爆炸极限

名称	氢气	一氧化碳	甲烷	乙炔
爆炸范围(体积分数) /(%)	4~74	13~74	13~45	3~80

此外,还有些有机物不仅其蒸气与空气或氧混合可形成爆炸混合物,而且在光或氧的作用下还可氧化成过氧化物(如乙醚、二氧六环、四氢呋喃等均可产生过氧化物),在加热时有可能发生爆炸。因此,在取用这类物质时,必须先检验有无过氧化物,若有过氧化物存在,则必须处理后才能使用。

### 3. 有毒化学药品

有毒化学药品根据其毒性的大小可以分为以下几类。

(1) 剧毒化学药品。包括氯苯、氰化钠、氢氟酸、氢氰酸、氯化氰、氯化汞、汞蒸气、砷化氢、光气、磷化氢、三氧化二砷、有机砷化物、有机磷化物、有机氟化物、有机硼化物、丙烯腈、乙腈等。

(2) 高毒化学药品。包括氟化钠、对二氯苯、甲基丙烯腈、二氯乙烷、三氯乙烷、偶氮二异丁腈、黄磷、五氯化磷、三氯化磷、五氧化二磷、三氯甲烷、溴甲烷、二乙烯酮、溴水、氯气、五氧化二钒、二氧化锰、二氯硅烷、三氯甲硅烷、苯胺、硫化氢、硼烷、氯化氢、氟乙酸、丙烯醛、乙烯酮、氟乙酰胺、碘乙酸乙酯、溴乙酸乙酯、氯乙酸乙酯、有机氰化物、芳香胺、叠氮化钠、砷化钠等。

(3) 中毒化学药品。包括苯、四氯化碳、三氯硝基甲烷、乙烯吡啶、三硝基甲苯、五氯酚钠、丙烯酰胺、环氧乙烷、环氧氯丙烷、烯丙醇、二氯丙醇、三氟化硼、四氯化硅、甲醛、甲醇、肼(联氨)、二硫化碳、甲苯、二甲苯、一氧化碳等。

(4) 低毒化学药品。包括三氯化铝、间苯二胺、正丁醇、叔丁醇、乙二醇、丙烯酸、甲基丙烯酸、顺丁烯二酸酐、二甲基甲酰胺、己内酰胺、对氯苯胺、硝基苯、三硝基甲苯、对硝基氯苯、二苯甲烷、苯乙烯、二乙烯苯、邻苯二甲酸、四氢呋喃、吡啶、三苯基磷、烷基铝、苯酚、三硝基酚、对苯二酚、丁二烯、异戊二烯、乙醚、丙酮等。

## 1.4.2 有机化学实验安全操作要求

(1) 进入实验室,应穿实验工作服,严禁赤脚或穿漏空的鞋子(如凉鞋或拖鞋)进入实