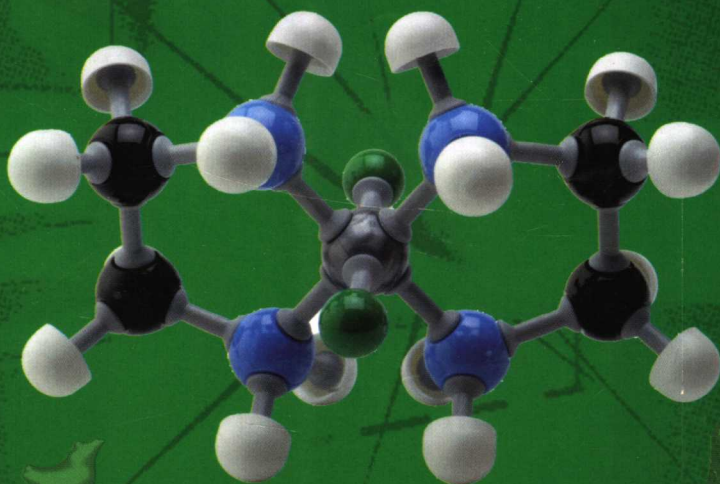


高等中医药院校教材  
供中药、药学类专业用

面向二十一世纪高校课程教材

# 有机化学实验

方 渡 主编



学苑出版社

面向二十一世纪课程教材

普通高等中医药院校教材

(供中药、药学类专业用)

# 有机化学实验

主 编

方 渡

副主编

牛丽颖 薛慧清 李 玲 彭彩云

學苑出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

有机化学实验/方渡主编.-北京:学苑出版社,2002.8

普通高等中医药院校教材(供中药、药学类专业用)

ISBN 7-5077-0980-9

I.有… II.方… III.有机化学-中药化学-中医院校-教材 IV.O62:R284.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第039850号

**责任编辑:**林 霖

**出版发行:**学苑出版社

**社 址:**北京市丰台区南方庄2号院1号楼

**邮政编码:**100078

**网 址:**www.book001.com

**电子信箱:**chenhui706@sohu.com

**邮购电话:**010-67675512、67602949、67678944

**经 销:**新华书店

**印 厂:**北京市广内印刷厂

**开本尺寸:**787×1092 1/16

**印 张:**10.25

**字 数:**213千字

**版 次:**2003年1月北京第1版

**印 次:**2005年9月北京第3次印刷

**印 数:**4501—6500册

**定 价:**14.00元

# 《有机化学实验》编委会

主 编 方 渡

副主编 牛丽颖 薛慧清 李 玲 彭彩云

编 委 冯映冰 闫翠兰 张小荣 黄家卫

武雪芬 邹海舰 张晓薇 张春桃

张西英 杨平华 李树帜 甌小丽

李玉贤 陈 靖 李云耀

## 前 言

随着有机化学实验技术的不断发展以及现代分析手段在有机化学领域的广泛应用,随着有机化学实验的教学条件、教学仪器和设备不断更新和完善,有机化学实验的教学内容和手段已经发生了较大变化,原有的实验教材已远远不能满足和适应新世纪有机化学实验教学的要求。在全国各高等中医药院校有机化学同行的支持下,我们在整理各院校原有实验讲义的基础上,参考近年来国内外出版的同类教材,编写了这本适应于中药和药学专业的有机化学实验教材。考虑到目前很多院校有机化学实验已独立设课,本教材在编排体系和实验内容上进行了较大的变更和充实。

全书共分为四部分。第一、二部分为有机化学实验的基础知识和基本操作,这是有机化学实验的重要组成部分。本书在简要介绍基本理论的基础上,对实验方法和基本操作做了较为详尽的介绍。为了加强对学生的严格操作训练,加深学生对操作原理和操作要点的理解和实践,在基本操作章节后附有单元操作训练和思考题。各校可以根据不同教学情况,或单独进行基本操作训练,或安排在相应的实验中进行。

第三部分为有机合成、制备和提取实验,其实验项目的编排基本上是按照理论教学章节的讲授顺序编排的。大多数合成实验是各兄弟院校有机教研室(组)在多年来的实验教学改革和深化实践的基础上形成的较为成熟的实验和部分近年来实验教学改革中形成的新实验、多步合成实验。为了突出以“药”为特征的专业性,除了考虑到有代表性的、典型的、重要的传统有机合成实验外,我们特意选编了一些原料药如阿司匹林、苯佐卡因的合成实验,也兼顾选编了一些天然药理活性物质的提取、制备和合成实验,如咖啡因的提取、止咳酮的合成、2-甲基丁酸的合成、丹皮酚的合成等。为体现近年来传统实验的创新成就,部分实验中,对同一有机化合物的合成安排了传统与创新两种不同的实验方法(如甲基橙的合成、丹皮酚的合成等),有利于学生加以对比,也有利于学生创新意识的培养。

第四部分为有机化合物性质实验。这一部分内容对于提高学生对各类有机化合物的鉴别能力,加深对各类有机化合物主要性质的认识有重要意义。对于有机化学实验独立设课的院校或其它专业有机化学课的教学,这一部分内容可在实验室进行,也可作为教师理论讲授中课堂演示实验的参考。该部分最后安排了一项设计性实验——未知有机物的定性鉴别,可作为学生实验考核内容之一。

考虑到提高教学质量，加强学生实验操作能力以及培养和训练实验技巧，兼顾实验的安全性、试剂来源、毒性和避免环境污染的要求，也考虑到建设“绿色大学”的需要，根据不同的操作条件，本书的部分实验既可以进行常量实验，也可以进行半微量实验，某些实验还可以应用微量实验的操作步骤进行。

湖南中医学院有机化学教研室的冯映冰、张春桃、杨平华等及编者参加了实验的复核工作。北京中医药大学陈定一教授为本书的编写提出了宝贵的建议。学苑出版社为本书的编写给予了热情的指导和支持，在此一并致谢。

由于编者水平有限，本书的不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2002年9月

# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 绪 论                   | 1  |
| 第一章 有机化学实验的一般知识       | 2  |
| 1.1 有机化学实验室规则         | 2  |
| 1.2 有机化学实验室的安全知识      | 2  |
| 1.2.1 防火              | 3  |
| 1.2.2 防爆              | 4  |
| 1.2.3 防中毒             | 4  |
| 1.2.4 防灼伤             | 4  |
| 1.2.5 防割伤             | 5  |
| 1.2.6 用电安全            | 6  |
| 1.3 有机化学实验预习、记录和实验报告  | 6  |
| 1.3.1 实验预习            | 6  |
| 1.3.2 实验记录            | 6  |
| 1.3.3 实验报告            | 7  |
| 1.4 有机化学实验常用仪器和设备     | 8  |
| 1.4.1 玻璃仪器            | 8  |
| 1.4.2 金属工具            | 13 |
| 1.4.3 常用反应装置          | 13 |
| 1.4.4 仪器的选择           | 15 |
| 1.4.5 仪器的装配与拆卸        | 15 |
| 1.4.6 电器设备            | 15 |
| 1.4.7 其他设备            | 18 |
| 第二章 有机化学实验基本操作        | 21 |
| 2.1 简单玻璃工操作           | 21 |
| 2.1.1 玻璃管(棒)的清洗、干燥和切割 | 21 |

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 2.1.2 | 弯玻璃管(棒)         | 22 |
| 2.1.3 | 拉毛细管            | 22 |
| 2.1.4 | 制搅拌棒和玻璃钉        | 22 |
| 2.2   | 有机化合物物理常数测定     | 23 |
| 2.2.1 | 有机化合物熔点测定及温度计校正 | 23 |
| 2.2.2 | 有机化合物沸点测定       | 27 |
| 2.2.3 | 折射率的测定          | 28 |
| 2.2.4 | 比旋光度的测定         | 31 |
| 2.3   | 有机化学反应实施方法      | 34 |
| 2.3.1 | 加热方法            | 34 |
| 2.3.2 | 冷却方法            | 35 |
| 2.3.3 | 干燥方法            | 36 |
| 2.4   | 液体有机化合物的分离和提纯   | 40 |
| 2.4.1 | 理想溶液的蒸馏原理       | 40 |
| 2.4.2 | 简单蒸馏            | 41 |
| 2.4.3 | 简单分馏            | 45 |
| 2.4.4 | 减压蒸馏            | 47 |
| 2.4.5 | 非理想溶液的蒸馏原理      | 50 |
| 2.4.6 | 共沸蒸馏            | 51 |
| 2.4.7 | 水蒸气蒸馏           | 52 |
| 2.5   | 萃取              | 55 |
| 2.5.1 | 液-液萃取           | 56 |
| 2.5.2 | 液-固萃取           | 59 |
| 2.6   | 固体有机化合物的提纯方法    | 60 |
| 2.6.1 | 重结晶             | 61 |
| 2.6.2 | 升华              | 66 |
| 2.7   | 色谱分离技术          | 68 |
| 2.7.1 | 柱色谱             | 68 |
| 2.7.2 | 薄层色谱            | 72 |
| 2.7.3 | 纸色谱             | 75 |
| 2.7.4 | 气相色谱            | 76 |
| 2.7.5 | 高压液相色谱          | 78 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 第三章 有机合成、制备、提取实验                  | 80  |
| 实验 3.1 环己烯的合成                     | 80  |
| 实验 3.2 正溴丁烷的合成                    | 81  |
| 实验 3.3 7,7-二氯双环[4.1.0]庚烷的合成       | 83  |
| 实验 3.4 无水乙醇的制备                    | 85  |
| 实验 3.5 2-甲基-2-己醇的合成               | 87  |
| 实验 3.6 甲基叔丁基醚的合成                  | 89  |
| 实验 3.7 正丁醚的合成                     | 90  |
| 实验 3.8 2-硝基-1,3-苯二酚的合成            | 91  |
| 实验 3.9 正丁醛的合成                     | 93  |
| 实验 3.10 苯乙酮的合成                    | 94  |
| 实验 3.11 4-苯基-2-丁酮的合成              | 95  |
| 实验 3.12 止咳酮的合成                    | 97  |
| 实验 3.13 4,4-二甲基-2-环己烯酮的合成         | 98  |
| 实验 3.14 [3,6]-亚甲基-4-环己烯-4-对苯醌的合成  | 99  |
| 实验 3.15 己二酸的合成                    | 100 |
| 实验 3.16 肉桂酸的合成                    | 101 |
| 实验 3.17 2-甲基丁酸的合成                 | 102 |
| 实验 3.18 苯甲酸与苯甲醇的合成                | 104 |
| 实验 3.19 乙酸正丁酯的合成                  | 106 |
| 实验 3.20 苯甲酸丁酯的合成                  | 107 |
| 实验 3.21 乙酰水杨酸的合成                  | 108 |
| 实验 3.22 双环[2.2.1]-2-庚烯-5,6-二酸酐的合成 | 110 |
| 实验 3.23 乙酰苯胺的合成                   | 111 |
| 实验 3.24 对硝基苯胺的合成                  | 112 |
| 实验 3.25 三乙基苄基氯化铵的合成               | 114 |
| 实验 3.26 甲基橙的合成                    | 115 |
| 实验 3.27 安息香的合成                    | 116 |
| 实验 3.28 二苯基乙二酮的合成                 | 118 |
| 实验 3.29 二苯基乙醇酸的合成                 | 118 |
| 实验 3.30 对硝基苯甲酸的合成                 | 119 |
| 实验 3.31 对硝基苯甲酸乙酯的合成               | 120 |
| 实验 3.32 苯佐卡因的合成                   | 121 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 实验 3.33 丹皮酚的合成                        | 122        |
| 实验 3.34 从茶叶中提取咖啡因                     | 124        |
| 实验 3.35 (±)- $\alpha$ -苯乙胺的拆分及比旋光度的测定 | 126        |
| <b>第四章 有机化合物性质实验</b>                  | <b>128</b> |
| 实验 4.1 有机化合物元素定性分析                    | 128        |
| 实验 4.2 烷烃的性质                          | 130        |
| 实验 4.3 烯烃和炔烃的性质                       | 131        |
| 实验 4.4 芳烃的性质                          | 132        |
| 实验 4.5 卤代烃的性质                         | 133        |
| 实验 4.6 醇的性质                           | 133        |
| 实验 4.7 酚的性质                           | 134        |
| 实验 4.8 醚的性质                           | 135        |
| 实验 4.9 醛和酮的性质                         | 136        |
| 实验 4.10 羧酸的性质                         | 137        |
| 实验 4.11 羧酸衍生物的性质                      | 138        |
| 实验 4.12 胺类的性质                         | 140        |
| 实验 4.13 糖类的性质                         | 141        |
| 实验 4.14 氨基酸和蛋白质的性质                    | 143        |
| 实验 4.15 未知有机物的定性鉴别                    | 144        |
| <b>附录</b>                             | <b>146</b> |
| 附录 1 常见元素的相对原子质量                      | 146        |
| 附录 2 常用有机溶剂的沸点和密度                     | 146        |
| 附录 3 常用溶液的浓度和密度                       | 147        |
| 附录 4 有机物的毒性常识                         | 150        |
| 附录 5 化学试剂纯度的分级                        | 151        |
| 附录 6 有机化学实验参考文献                       | 152        |

## 绪 论

有机化学实验是有机化学学科的一个组成部分。尽管由于现代科学技术的突飞猛进,使有机化学从经验科学走向理论科学,但有机化学仍是一门实验性很强的学科,在过去的十多年中有机化学实验内容发生了很大的变化,新的实验手段和实验技术的普遍应用,使有机化学面貌焕然一新。由于全球环境和能源可持续发展方面的需要,大量的常量实验逐渐改变为小量、半微量甚至是微量的实验。与此同时,一些合成的新方法,如电化学合成、微波合成、超声波合成以及极端条件下的合成和温和条件下的合成也开始在各种有机化学实验中应用。

开设有机化学实验课程的主要目的是:

1. 通过实验,使学生学习和掌握有机化学实验的基本操作技术和操作技能,在有机化学实验的基本操作方面获得较全面的训练。这些技能的训练对即将进入科学研究领域工作的学生来说是十分重要的,因为科学实验研究中准确的数据和结果,首先出自于正确的而不是随心所欲的实验操作。因此,有机化学实验基本操作技能的训练具有极其重要的意义。

2. 配合课堂讲授,通过实验检验使课堂讲授的基本理论和基本概念得到巩固和充实,并适当地扩大知识面。当课堂学习的理论与实验室的验证实验结合为一体时,许多概念就很容易理解了。

3. 培养学生独立思考和独立工作的能力。有机化学实验中的合成制备实验是有机化学重要理论的验证和有机化学实验基本操作技能训练的综合性实验,学生们在这类实验中,会有很多机会联系课堂讲授的知识来独立思考和设计实验方法,验证想法,确定最佳的合成反应路线。通过综合性实验训练中,可以培养学生正确观察,精密思考、诚实记录、独立工作的科学态度、方法和习惯。

总之,掌握基本的有机化学操作技术、合成方法和分离技术,对于学习者是一个很好的知识和能力的训练和培养,可为今后的科学研究工作打下非常坚实的基础。

# 第一章 有机化学实验的基础知识

## 1.1 有机化学实验室规则

为了保证有机化学实验课正常、有效、安全地进行,保证实验课的教学质量,学生必须遵守下列规则:

(1) 实验前必须认真阅读本章内容,了解进入实验室后应注意的事项及有关规定。每次做实验前,认真预习有关实验的内容及相关的参考资料。写好实验预习报告,方可进行实验。没有达到预习要求者,不得进行实验。

(2) 每次实验,先将仪器搭好,经指导老师检查合格后,方可进行下一步操作。在操作前,想好每一步操作的目的、意义,实验中的关键步骤及难点,了解所用药品的性质及应注意的安全问题。

(3) 实验中严格按操作规程操作,如要改变,必须经指导老师同意。实验中要认真、仔细观察实验现象,如实做好记录。实验完成后,由指导老师登记实验结果,并将产品回收统一保管。课后,按时写出符合要求的实验报告。

(4) 在实验过程中,不得大声喧哗,不得擅自离开实验室。必须穿好实验服后才能进入实验室,而不能穿拖鞋、背心等暴露过多的服装进入实验室,实验室内不能吸烟和吃东西。

(5) 在实验过程中应始终保持实验室的环境卫生。公用仪器用完后,放回原处,并保持原样;药品取完后,及时将盖子盖好,保持药品台清洁。挥发性较大的液体样品一般在通风橱中量取,固体样品一般在称量台上称取。仪器损坏应如实填写破损单。废液应倒在废液桶内(易燃液体除外),固体废物(如沸石、棉花等)应倒在垃圾桶内,千万不要倒在水池中,以免堵塞。

(6) 实验结束后,将个人实验台面打扫干净,仪器洗、挂、放好,拔掉电源插头。请指导老师检查、签字后方可离开实验室。值日生待做完值日后,再请指导老师检查、签字。离开实验室前应检查水、电、气是否关闭。

## 1.2 有机化学实验室的安全知识

有机化学实验室是个潜在危险的工作场所。在实验中经常使用的有机试剂和溶剂,大多数都易燃、易爆,而且具有一定的毒性和腐蚀性。虽然我们在选择实验时,尽量选用低毒性的溶剂和试剂,但是当大量使用时,对人体也会造成一定伤害,在实验中若使用不当,

有可能发生着火、爆炸、割伤、烧伤或中毒等事故。此外，电器老化，煤气泄漏等处理不当也会发生事故。但是如有适当的安全防护措施，严格遵守操作规程，懂得该做什么，不该做什么，那么这些事故就可以不发生或少发生，即使发生事故，也能及时妥善处理。因此，除了在有关章节讨论该实验的注意事项外，这里集中介绍实验室的安全知识，以引起大家的高度重视，防患于未然。

## 1. 2. 1 防火

引起着火的原因很多，如用敞口容器加热低沸点的溶剂，加热方法不正确等，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。如对沸点低于 80℃ 的液体，在蒸馏时，应采用水浴，不能直接加热。

(2) 尽量防止或减少易燃物气体的外逸。处理和使用易燃物时，应远离明火，注意室内通风，及时将蒸气排出。

(3) 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，但与水发生猛烈反应者除外。

(4) 实验室不得存放大量易燃、易挥发性物质。

(5) 有煤气的实验室，应经常检查管道和阀门是否漏气。

(6) 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，应用灭火器扑救。

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，还可用砂子扑救，但容器内着火不宜使用砂子扑救。

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. 2 防爆

在有机化学实验室中，发生爆炸事故一般有两种情况：

(1) 某些化合物容易发生爆炸，如过氧化物、芳香族多硝基化合物等，在受热或受到碰撞时，均会发生爆炸。含过氧化物的乙醚在蒸馏时，也有爆炸的危险。乙醇和浓硝酸混合在一起，会引起极强烈的爆炸。

(2) 仪器安装不正确或操作不当时，也可引起爆炸。如蒸馏或反应时实验装置被堵塞，减压蒸馏时使用不耐压的仪器等。

为了防止爆炸事故的发生，应注意以下几点：

(1) 使用易燃易爆物品时，应严格按操作规程操作，要特别小心。

(2) 反应过于猛烈时，应适当控制加料速度和反应温度，必要时采取冷却措施。

(3) 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。

(4) 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被堵塞。如发现堵塞应停止加热或反应，将堵塞排除后再继续加热或反应。

(5) 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。

(6) 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 防中毒

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) 称量药品时应使用工具，不得直接用手接触，尤其是毒品。做完实验后，应洗手后再吃东西。任何药品不能用嘴尝。

(2) 使用和处理有毒或腐蚀性物质时，应在通风柜中进行或加气体吸收装置，并戴好防护用品。尽可能避免蒸气外逸，以防造成污染。

(3) 如发生中毒现象，应让中毒者及时离开现场，到通风好的地方，严重者应及时送往医院。

## 1. 2. 4 防灼伤

皮肤接触了高温、低温或腐蚀性物质后均可能被灼伤。为避免灼伤，在接触这些物质时，最好戴橡胶手套和防护眼镜。发生灼伤时应按下列要求处理：

(1) 被碱灼伤时，先用大量的水冲洗，再用 1~2% 的醋酸或硼酸溶液冲洗，然后再用水冲洗，最后涂上烫伤膏。

(2) 被酸灼伤时, 先用大量的水冲洗, 然后用 1% 的碳酸氢钠溶液清洗, 最后涂上烫伤膏。

(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, 然后涂上甘油或鱼肝油软膏加以按摩。

(4) 被热水烫伤后一般在患处涂上红花油, 然后擦烫伤膏。

(5) 以上这些物质一旦溅入眼睛中, 应立即用大量的水冲洗, 并及时去医院治疗。

### 1. 2. 5 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, 如图 1-1 中(a)和(c)所示。图 1-1 中(b)和(d)的操作是不正确的。尤其是插入温度计时, 要特别小心。

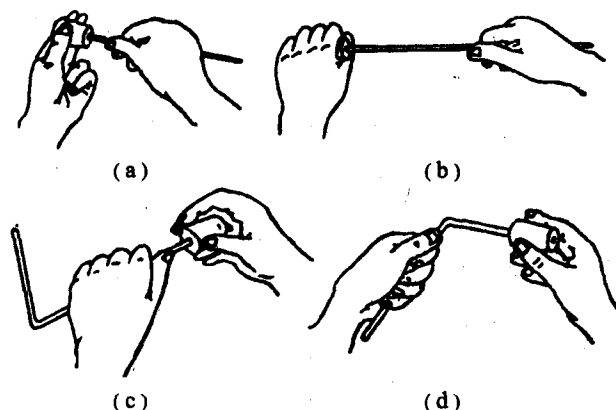


图 1-1 玻璃管与塞子连接时的操作方法

(2) 新切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。

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% 的醋酸或硼酸溶液、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. 2. 6 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. 3 有机化学实验的程序与要求

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, 也是一个很好的训练过程。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

实验预习的内容包括:

- (1) 实验目的 写出本次实验要达到的主要目的。
- (2) 反应及操作原理 用反应式写出主反应及副反应, 并写出反应机理, 简单叙述操作原理。
- (3) 画出反应及产品纯化过程的流程图。
- (4) 按实验报告要求填写主要试剂及产物的物理和化学性质。
- (5) 画出主要反应装置图, 并标明仪器名称。
- (6) 写出操作步骤。

预习时, 应想清楚每一步操作的目的是什么, 为什么这么做, 要弄清楚本次实验的关键步骤和难点, 实验中有哪安全问题。预习是做好实验的关键, 只有预习好了, 实验时才能做到又快又好。

### 1. 3. 2 实验记录

实验记录是科学研究的第一手资料, 是忠实的、原始实验的描述, 实验记录的好坏直接影响对实验结果的分析。因此, 学会做好实验记录也是培养学生科学作风及实事求是精神的一个重要环节。

作为一位科学工作者, 必须对实验的全过程进行仔细观察。如反应液颜色的变化, 有无沉淀及气体出现, 固体的溶解情况, 以及加热温度和加热后反应的变化等等, 都应认真记录。同时还应记录加入原料的颜色和加入的量、产品的颜色和产品的量、产品的熔点或沸点等理化数据。记录时, 要与操作步骤一一对应, 内容要简明扼要, 条理清楚。记录直

接写在报告上，课后转抄在实验报告中。如记录发生笔误，可用笔勾去划掉，但不能涂改、擦去或撕掉，更不允许事后凭记忆或以零星纸条上的记载补写实验记录。

### 1. 3. 3 实验报告

这部分工作在课后完成。内容包括：

(1) 对实验现象逐一作出正确的解释。能用反应式表示的尽量用反应式表示。

(2) 计算产率。在计算理论产量时，应注意：① 有多种原料参加反应时，以摩尔数最小的那种原料的量为准；② 不能用催化剂或引发剂的量来计算；③ 有异构体存在时，以各种异构体理论产量之和进行计算，实际产量也是异构体实际产量之和。计算公式如下：

$$\text{产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

(3) 填写物理常数测试表。分别填上产物的文献值和实测值，并注明测试条件，如温度、压力等。

(4) 对实验进行讨论与总结：① 对实验结果和产品进行分析；② 写出做实验的体会；③ 分析实验中出现的问题和解决的办法；④ 对实验提出建设性的建议。通过讨论来总结、提高和巩固实验中所学到的理论知识和实验技术。

一份完整的实验报告可以充分体现学生对实验理解的深度、综合解决问题的能力及文字表达的能力。

有机化学实验报告的一般格式如下：

实验项目名称：

1. 实验目的：
2. 实验原理与操作原理：
3. 主要试剂、产物的物理和化学性质：
4. 仪器装置图：
5. 实验步骤及流程图、现场记录及实验现象解释：
6. 产品产率的计算：
7. 物理常数测试：
8. 总结与讨论（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）