



教育部高职高专规划教材

化学实验

(高分子材料专业适用)

● 郭建民 主编

-3
04

化学工业出版社
教材出版中心

Chemical Industry Press

教育部高职高专规划教材

化 学 实 验

(高分子材料专业适用)

郭建民 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学实验 (高分子材料专业适用)/郭建民主编. —北京:
化学工业出版社, 2005.5
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7150-7

I. 化… II. 郭… III. 化学实验-高等学校: 技
术学院-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 052919 号

教育部高职高专规划教材

化 学 实 验

(高分子材料专业适用)

郭建民 主编

责任编辑: 于 卉

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 郑小红

化学工业出版社
出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 7¼ 字数 170 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7150-7

定 价: 14.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专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、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。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《高职高专教育专门课程基本要求》(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。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用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型专门人才方面取得的成功经验,解决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规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本书是教育部高职高专高分子材料专业的规划教材之一，可作为《高分子材料化学基础》的配套教材。本书突出高职高专的教学特点，为进一步加强对学生的基本操作、基本技能的训练，切实提高学生的动手能力而编写的。

本书精心挑选了有机化学、物理化学和高分子化学中最基本和最重要的实验内容。全书共分五章，第一章化学实验室的基本知识；第二章化学实验基本操作与实例；第三章有机化学实验；第四章物理化学实验；第五章高分子化学实验。本书着重介绍了有机化学的基本操作和有机物的性质实验，突出介绍了高分子化学中最典型、最重要的实验。在每个实验中，都从基本原理入手，介绍了仪器装置和安装，强调了实验操作步骤，书中安排了5个基本操作实验，为后面的合成实验打下良好的基础，对每个实验中的实验操作步骤、实验中的关键问题、安全和注意事项都作了明确而又详尽的说明，在实验中要求学生掌握正确挑选与使用仪器，安装仪器要正确、稳妥、美观；操作要规范；培养学生实事求是的科学态度和良好的实验习惯；使学生具有独立合成实验和从事科研工作的能力。本书所安排的实验内容，各个学校可根据本校的具体情况，灵活安排，部分实验可作为选做内容。

书末的附录部分，给出了常用试剂的配制及处理，常用有机溶剂的沸点及相对密度，常用酸碱溶液的密度（相对密度）及溶质的质量分数和溶解度，不同温度下水的密度，酸碱溶液的配制，常用元素相对原子质量等内容，供学习和查阅参考。

本书由常州轻工职业技术学院郭建民老师担任主编，并编写了第一章、第二章、第三章和附录内容，第四章内容由李东海老师编写，第五章内容由石文鹏老师编写，全书由郭建民老师负责统稿。

由于编者水平有限，编写时间紧，书中难免有错误和不妥之处，敬请使用本教材的读者提出批评和指正，不胜感谢。

编 者
2005 年 5 月

目 录

第一章 化学实验室的基本知识	1
第一节 化学实验室规则	1
第二节 化学实验安全知识	2
第三节 化学实验室意外事故处理	2
第四节 常用的玻璃仪器和其他用品	3
第五节 实验预习、实验记录和实验报告	7
第二章 化学实验基本操作与实例	11
第一节 加热与冷却	11
第二节 熔点的测定	12
第三节 蒸馏及沸点的测定	16
第四节 分馏	19
第五节 重结晶与过滤	21
第六节 萃取和分液漏斗的使用	24
第七节 干燥	26
第八节 回流与搅拌装置	30
第九节 减压蒸馏	31
实验一 实验准备工作	34
实验二 熔点的测定	38
实验三 蒸馏及沸点的测定	39
实验四 简单分馏	40
实验五 重结晶	41
第三章 有机化学实验	44
第一节 有机物的性质实验	44
实验六 芳烃的性质	44
实验七 卤代烃的性质	46
实验八 醇和酚的性质	47
实验九 醛和酮的性质	50
实验十 羧酸及其衍生物的性质	52
实验十一 胺的性质	54
第二节 有机物的合成实验	56
实验十二 溴乙烷的制备	56
实验十三 乙酸乙酯的制备	58
实验十四 乙酰苯胺的制备	60

第四章 物理化学实验	62
实验十五 二组分系统气-液相图的绘制	62
实验十六 气泡最大压力法测定溶液表面张力	65
实验十七 固体在溶液中的吸附	68
实验十八 溶胶和乳液的制备与性质实验	70
实验十九 黏度法测定高聚物的摩尔质量	73
第五章 高分子化学实验	76
实验二十 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合	76
实验二十一 聚苯乙烯的悬浮聚合	78
实验二十二 聚苯乙烯的乳液聚合	79
实验二十三 酚醛树脂的制备	81
实验二十四 尼龙-6 的浇注	82
实验二十五 聚乙烯醇缩丁醛的制备	84
实验二十六 聚氯乙烯脱氯化氢实验	86
附录一 常用试剂的配制及处理	87
附录二 常用有机溶剂的沸点及相对密度表	90
附录三 常用酸碱溶液的密度(相对密度)及溶质的质量分数和溶解度表	91
附录四 常见单体的物理性质	94
附录五 常见聚合物的溶剂与沉淀剂	95
附录六 常用引发剂的重要数据	97
附录七 不同温度下水的密度	99
附录八 水的表面张力	100
附录九 水的黏度	101
附录十 30.0℃ 下环己烷(B)-乙醇(A) 二组分系统的折射率-组成对照表	102
附录十一 酸碱溶液的配制	104
附录十二 常用元素相对原子质量表	105
参考文献	106

化学实验室的基本知识

第一节 化学实验室规则

为了保证实验顺利进行,培养学生严谨的科学态度和良好的实验习惯,保证化学实验正常、有效、安全地进行,保证教学质量,学生必须遵守下列实验室规则。

① 实验前,首先要了解实验的注意事项、有关规定以及事故处理办法和急救常识。每次实验前必须要认真做好预习,明确实验目的,熟悉实验原理和实验步骤,写好预习笔记,未预习不得进入实验室。

② 实验开始前,先要检查实验仪器是否完整无损,仪器有否缺损,如有要及时补齐。再检查仪器是否洁净(或干燥),如有污物,要及时洗涤(或干燥)后方可使用。否则对实验会带来不良影响。然后,将所用实验仪器放置整齐有序,保持实验环境(桌面、地面)的整洁,养成良好的实验习惯。

③ 实验时,要仔细观察现象,积极思考实验中的问题,严格遵守操作规程,实事求是地做好实验记录。

④ 实验时要严格遵守安全守则及每个实验的注意事项,如果发生意外情况,要及时报告老师,采取有效措施,迅速排除事故。

⑤ 实验室内要保持安静,不得大声喧哗,撤离岗位,不准吸烟、吃食物,不得穿背心、拖鞋进入实验室,实验结束后必须洗手。

⑥ 实验时,始终要保持实验桌面、地面的整洁,暂时不用的仪器不要放在台面上,以免碰倒损坏。火柴梗、沸石、使用后的滤纸等杂物应放入废物缸中,不得丢入水槽或扔在地上。废酸、废碱等废液应倒入废液桶中,严禁倒入水槽中,实验完毕,应及时将仪器洗净,并放入指定的位置。

⑦ 服从教师和实验室工作人员的指导,有事先要请假,必须取得教师同意后,方可离开实验室,仪器装置完毕后,要请教师检查后,才能开始实验。

⑧ 要爱护公物,节约药品,养成良好的实验习惯。要爱护和保管好发给的实验仪器,不得将仪器携出室外,如有损坏,要填写破损单,经指导教师签署意见后,凭原

物领取新仪器。要节约水、电、煤气及消耗性药品。要严格按照规定称量或量取药品，使用药品不得乱拿乱放，药品用完后，应盖好瓶盖放回原处。公用的工具使用后，应及时放回原处。

⑨ 学生轮流值日，打扫、整理实验室。值日生应负责打扫卫生、整理调节试剂架上的药品（试剂）与公共器材，倒净废物缸并检查水、电、煤气、窗是否关闭。

⑩ 实验完毕，及时整理实验记录，写出完整的实验报告，按时交教师审阅。

第二节 化学实验安全知识

实验室安全守则有如下几条。

① 不要用湿手、湿物接触电源、插头及电器设备，电器设备使用完毕立即关闭电源，再拆接线。

② 加料前，应检查实验装置是否正确、稳妥与严密，常压操作时，切勿造成密闭系统，否则可能会发生爆炸事故。

③ 使用易燃物质时，应尽可能远离火源（甚至将火熄灭）。对易爆炸固体的残渣，必须小心销毁（如用盐酸或硝酸分解重金属炔化物）。使用腐蚀性药品如苯酚切勿接触皮肤。

④ 加热试管时，不要将试管口对着自己或别人，也不要俯视正在加热的液体，以防止液体溅出而烫伤人体。

⑤ 嗅闻气体时，应用手轻轻扇动，将少量气体扇向自己再闻，能产生有刺激性或有毒气体的实验必须在通风橱内进行或注意实验风向。

⑥ 具有易挥发和易燃物质的实验，应在远离火源的地方进行，操作易燃物质时，加热应在水浴中进行。

⑦ 实验药品都不得入口，对有毒试剂（如氰化物、汞盐、钡盐、铅盐、重铬酸盐、砷的化合物）的使用要特别小心，实验过程中的废纸、火柴梗、玻璃、剩余的废液应扔或倒入废液缸内，不能扔或倒入下水道，以免污染环境，堵塞管道。

⑧ 若使用带汞的仪器（如温度计）被损坏，因汞液有毒，要立即报告指导老师，进行处理。

⑨ 洗液、浓酸、浓碱等具有强腐蚀性物质，应避免落在皮肤、衣服、书本上，更应防止溅入眼睛内。

⑩ 反应过程中可能生成的有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱内进行，使用后的器皿应及时洗净。

⑪ 实验室内严禁吸烟、饮食或把食具带进实验室，实验完毕后，必须洗净双手。

⑫ 禁止穿拖鞋、高跟鞋、背心、短裤（裙）进入实验室。

第三节 化学实验室意外事故处理

一、化学灼伤处理

① 酸或碱灼伤皮肤，立即用大量水冲洗，再用碳酸氢钠饱和溶液（或1%~2%乙酸溶

液)冲洗,最后用水冲洗,涂敷氧化锌软膏或硼酸软膏。

② 酸或碱灼伤眼睛,千万不能揉搓眼睛,应立即用大量水冲洗,再用3%的硫酸氢钠溶液或3%的硼酸溶液淋洗,然后再用蒸馏水冲洗,比较严重的要及时送医院就诊。

③ 碱金属氰化物、氢氰酸灼伤皮肤,用高锰酸钾溶液冲洗,再用硫化铵溶液漂洗,然后,用水冲洗。

④ 溴灼伤皮肤,立即用乙醇或石油醚洗去溴,再用2%硫代硫酸钠溶液洗,然后用水洗净,涂上甘油或烫伤油膏。

⑤ 苯酚灼伤皮肤,先用大量水冲洗,然后用4:1的乙醇(70%)-氯化铁(1mol/L)的混合液洗涤。

二、玻璃割伤和烫伤处理

① 在实验过程中,不慎被玻璃割伤,如伤口较小且无异物,用水冲洗后,涂上红药水并用消毒纱布包扎,如果伤口较大且伤口内有碎玻璃屑或其他异物,要设法先取出异物,用绷带扎紧伤口上部,立即送医院就诊。

② 烫伤,立即涂上烫伤膏,勿用水冲洗,更不能把烫起的水泡戳破。

三、起火处理

由于燃烧是一种伴随有发热和发光的剧烈氧化反应。燃烧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。

在有机化学实验中,经常要用到火源,而且许多有机物容易燃烧,因此,实验室万一起火,首先不要惊慌失措,要立即关闭火源或电源开关,然后设法灭火。

① 小火用湿抹布、石棉布或砂子覆盖燃物;大火应使用灭火器,而且要根据不同的着火情况,选用不同的灭火器,必要时要及时报警。

② 油类、有机溶剂着火,切勿使用水灭火,小火用砂子或干粉覆盖灭火,大火用二氧化碳灭火器灭火。

③ 精密仪器、电器设备着火,首先切断电源,小火可用石棉布或湿抹布覆盖灭火,大火用四氯化碳灭火器灭火。

④ 活泼金属着火,可用干燥的细砂覆盖灭火。

⑤ 纤维材质着火,小火用水降温灭火,大火用泡沫灭火器灭火。

⑥ 衣服着火,应迅速脱下衣服或用石棉覆盖着火处或卧地打滚灭火。

第四节 常用的玻璃仪器和其他用品

一、玻璃仪器

化学实验中,使用玻璃仪器时应注意以下几点。

① 轻拿轻放。

② 厚壁玻璃仪器如吸滤瓶不能加热。

③ 用灯焰加热玻璃仪器至少要垫上石棉网(试管除外)。

④ 平底仪器如平底烧瓶、锥形瓶不耐压，不能用于减压系统。

⑤ 广口仪器不能贮放液体有机物。

⑥ 不能将温度计当作玻璃棒使用。

1. 普通玻璃仪器

如图 1-1 所示。

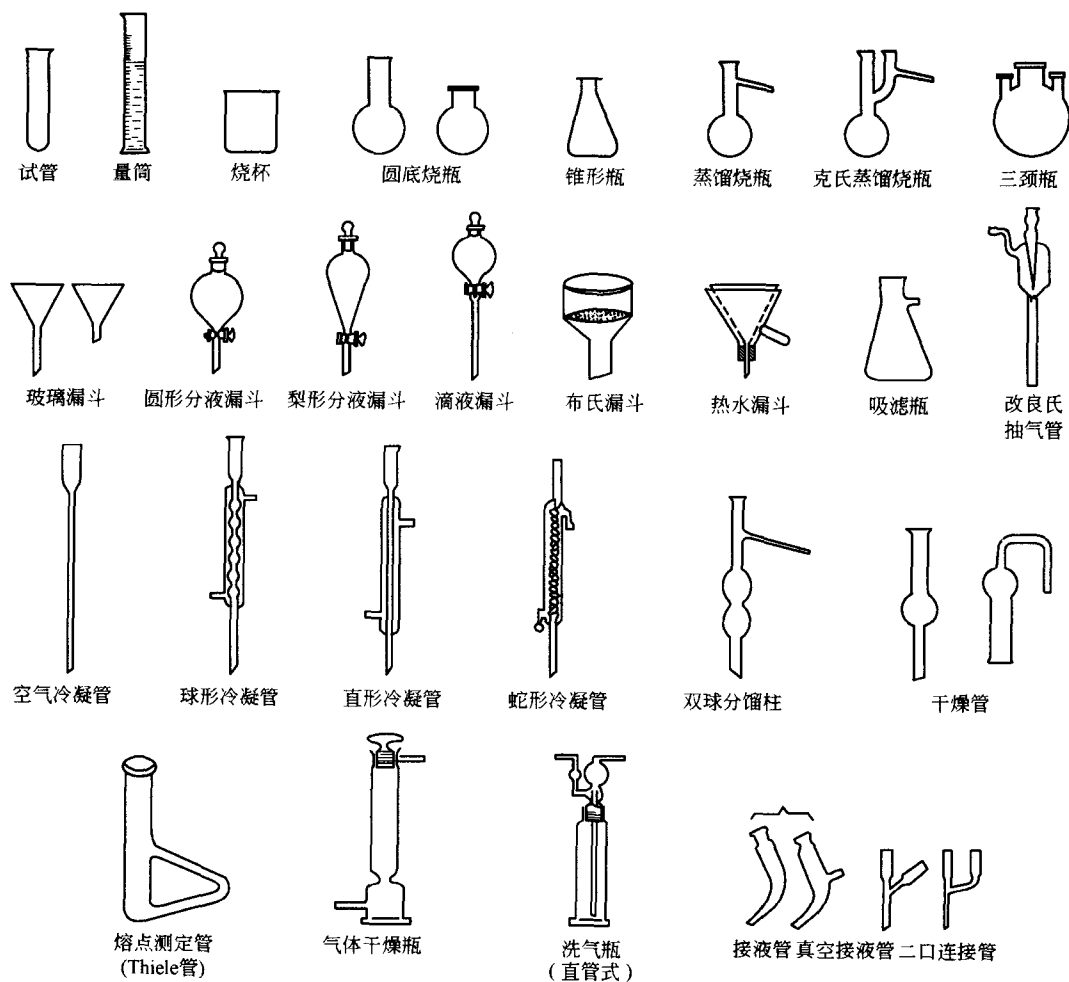


图 1-1 普通玻璃仪器

2. 标准磨口玻璃仪器

如图 1-2 所示。

标准磨口是按国际通用技术标准制造的，我国已普遍生产和使用。在实验中使用磨口玻璃仪器，可省去配塞子、钻孔等多项操作，比普通玻璃仪器使用方便，并能提高产品纯度。

由于磨口的标准化、通用化，凡属相同号码的接口可以任意互换，可按需要组装各类实验装置。不同编号的内外磨口则不能直接相连，但可借助于不同编号的磨口接头相互连接。

由于玻璃仪器的容量及用途不同，标准磨口有不同的编号，如 10、14、19、24、34、40、50 等多种。这些编号的含义为：如“14”即表示磨口大端直径为 14mm。

使用磨口玻璃仪器应注意以下几点。

① 磨口必须保持洁净，不能有灰尘和砂粒。磨口不能用去污粉擦洗，以免影响其磨口精密度。

② 一般使用时，磨口不必涂润滑脂，以防磨口连接处因碱性腐蚀而粘连，造成拆卸困难，甚至会损坏磨口。

③ 安装实验装置时，要求紧密、整齐、端正、美观。

④ 实验完毕，立即拆卸、洗净、晾干并分开存放磨口玻璃仪器。由于磨口玻璃仪器价格较贵，在使用和保管时更要小心仔细。

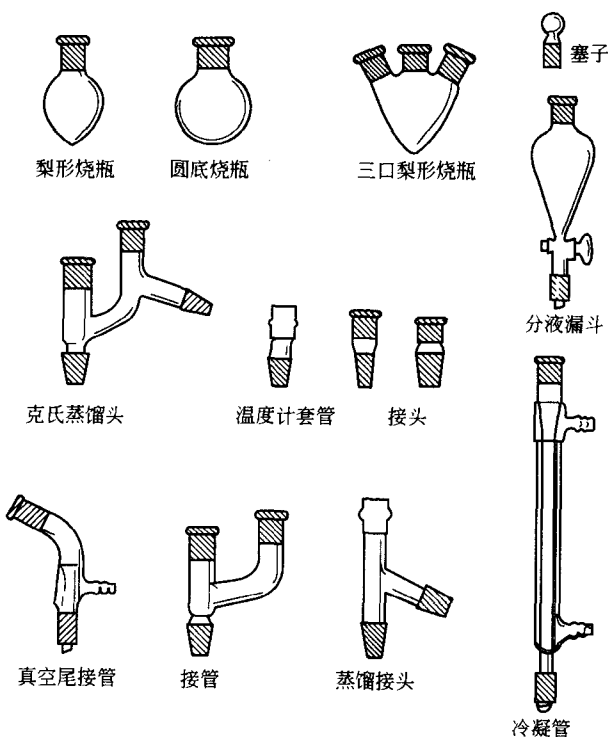


图 1-2 标准磨口玻璃仪器

如铁架台、烧瓶夹等，是某些化学实验不可缺少的用品，如图 1-3 所示。

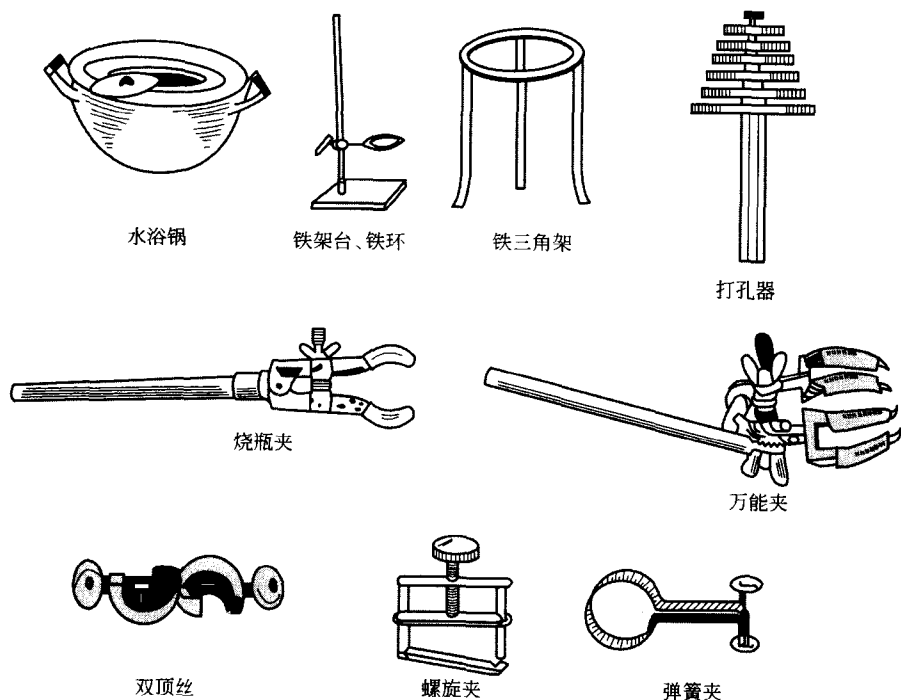


图 1-3 其他用品

三、常用电学仪器

1. 电热套

在玻璃纤维的半球形下面接绕着电热丝，是一种改装的电炉，为非明火加热器，使用安全方便。

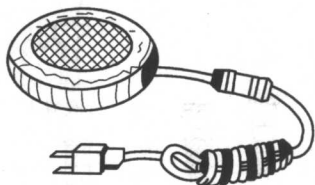


图 1-4 电热套

电热套的指示灯在电压为 110~220V 会变亮，否则电热套就不能加热，常用的规格为 100mL、250mL、500mL 等，如图 1-4 所示。

2. 调压器

与电热套配套使用，通过调节电压的高低来调节电热套的加热温度。调压器的输入端与电源相接，输出端与加热套相连接，切忌勿接反，否则会烧坏甚至酿成火灾。

常用规格为 0~20V。升温时，电压必须慢慢增大，停止加热，应先将旋钮拨回零再断电。如图 1-5 所示。



图 1-5 调压器

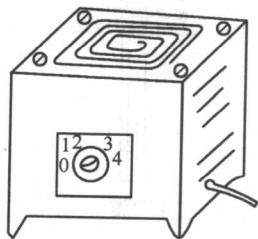


图 1-6 万用电炉

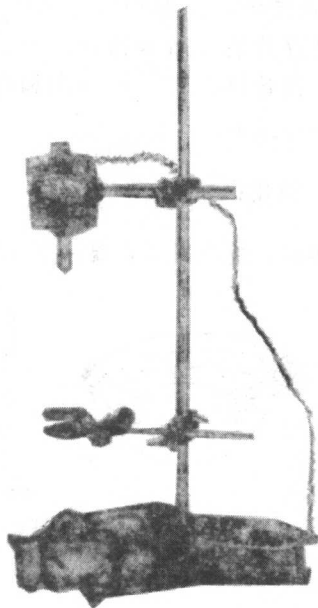


图 1-7 电动搅拌器

3. 万用电炉

靠一条电热丝通上电流而产生的热量进行加热，电炉的电压应与电源电压相符，其功率一般有 500W、600W、800W、1000W 等，如图 1-6 所示。

4. 电动搅拌器

电动搅拌器由机座、电动机、调速器三大部分组成，电动机主轴配有搅拌轧头，通过搅拌轧头将搅拌棒轧牢，电动搅拌器可使互不相溶的反应增加接触，加速反应的进行，是一种有效的机械搅拌。如图 1-7 所示。

开动电动搅拌器时，拧动调速器旋钮，逐渐加快搅拌速度，不要启动太快，以防发生事故，关闭时，应将旋钮拨到零再断电。

电动机、调速器应保持干燥清洁，防止受潮及酸性气体的腐蚀，轴承部分应经常加润滑油。

第五节 实验预习、实验记录和实验报告

一、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，避免照方抓药式的被动局面，减少或消灭实验事故，提高实验效率。实验预习对培养学生独立工作和研究能力十分有益。

实验预习时要认真阅读教材的有关实验内容，熟悉实验的目的要求、基本原理、操作步骤及注意事项，如要查阅文献，列出原料和产物的物理常数，要计算合成实验的理论产量。在预习的基础上，写出预习报告。

预习报告的内容如下。

① 列出实验目的。

② 写出已配平的主、副反应方程式。

③ 计算（或查阅）各种原料的用量（质量或体积），主要原料及产物的物理常数，产物的理论产量。

④ 画出仪器装置图。

⑤ 简明的实验步骤。

实验步骤要简明扼要，不要按书照抄。如图 1-8 所示为制备溴乙烷的实验步骤流程。

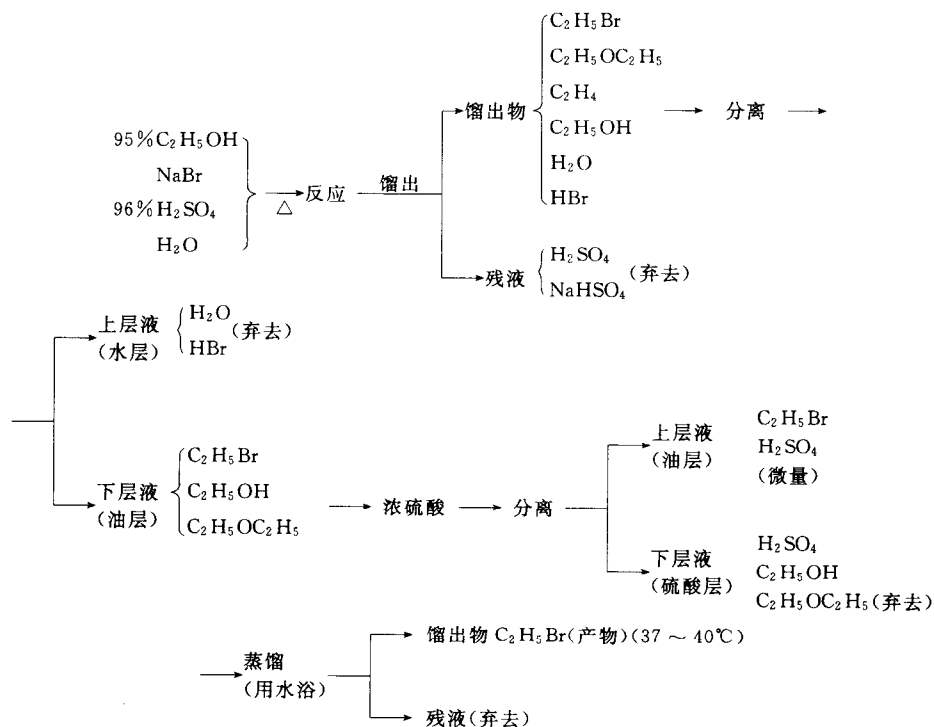


图 1-8 制备溴乙烷的实验步骤流程

二、实验记录

实验时要认真操作,仔细观察,积极思考,并如实地记录实验现象和所得的数据。要养成边实验边在专用记录本上记录的习惯,不能随意记录在零散纸上,更不能事后写“回忆录”。遇到反常现象,更要实事求是地记录现象,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,应将实验记录交老师审阅。

三、实验报告

实验后要分析现象,整理有关数据,得出实验结论,并按一定格式及时写好实验报告。实验报告是总结科学实验进行的情况,分析实验中出现的問題,整理归纳实验结果的一个重要环节,是使学生从感性认识提高到理性思维阶段的必不可少的一步。因此,必须认真写好实验报告。

实验报告的参考格式如下。

有机化学实验报告

(性质实验)

实验名称 _____

专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 同组人 _____

实验日期 _____

一、实验目的

二、基本原理

三、实验内容

实 验 项 目	反应原理(反应方程式)	现 象 及 解 释

四、实验小结和讨论

五、思考题

有机化学实验报告

(合成实验)

实验名称 _____

专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 同组人 _____

实验日期 _____

一、实验目的

二、基本原理

(主、副反应方程式)

主要原料和产物 (包括中间产物、副产物) 的物理常数

物质名称	相对分子质量	熔点/℃	沸点/℃	相对密度	折射率	溶解度

三、主要原料用量及产物的理论产量

物质名称	实 际 用 量			理论产量
	质量/g	体积/mL	物质的量/mol	

四、仪器装置图

五、实验步骤流程图

六、实验记录

实验时间	操作步骤	现 象	备 注

七、实验结果

产物名称	性状	熔点/℃	沸点/℃	折射率	产 率	产率/%

八、问题或讨论

有机制备实验的产率是实际产量与理论产量的百分比。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的数量,有时为提高产率,常增加某一反应物的用量,这时,应按与理论用量相比实际用量最小的反应物来计算理论产量。

有机化学制备实验中,由于反应物不一定反应完全,又常伴有副反应,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。

实验结束后,将实际测得的数据写在标签上,在收集产物的样品瓶上贴好标签,交指导老师,标签的格式如下:

溴乙烷

沸程: 37~40℃

折射率 (n_D^{20}): 1.4239

产量: 10g

产率: 35%

班级: 姓名:

年 月 日