

YIYAO HUAXUE JICHU SHIYAN JI XUEXI ZHIDAO



高职高专“十一五”规划教材

医药化学基础实验 及学习指导

李明梅 张威 主编
邬瑞斌 主审



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

医药化学基础实验及 学习指导

李明梅	张	威	主 编
商传宝	洪	键	副主编
邬瑞斌			主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材是《医药化学基础》的配套用书。包括“基础实验”、“学习指导”和“习题参考答案”三部分内容。

“基础实验”以提升岗位实践能力为宗旨，以提高学生的科学素养为目标，故在内容安排上以加强技能训练为主，突出实验的应用性。通过基础知识、基本技能、分离提纯技术、分析测定技术四个项目的训练，强化培养学生的基本知识和基本操作技能，培养学生的化学实践能力、化学应用能力和创新能力。

“学习指导”包括学习要点和习题。覆盖了教材的基本内容，题型较多，题量丰富，能较好地为学生自主学习提供帮助。

本书可作为高职高专类的药学、生物制药、药物制剂、药物分析技术、药品经营管理、临床医学、医学检验、医学口腔技术、营养与食品卫生等专业的学生用书，也可作为教师的教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

医药化学基础实验及学习指导/李明梅，张威主编.
北京：化学工业出版社，2010.10
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-09349-3

I. 医… II. ①李… ②张… III. 医用化学-自学参考资料 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 164069 号

责任编辑：旷英姿 陈有华
责任校对：顾淑云

文字编辑：张林爽
装帧设计：史利平

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 347 千字 2010 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：24.00 元

版权所有 违者必究

《医药化学基础实验及学习指导》编审人员

主 编 李明梅 张 威

副主编 商传宝 洪 键

主 审 邬瑞斌

编写人员（按姓名笔画排序）

仇 凡	盐城卫生职业技术学院
石 云	盐城卫生职业技术学院
刘建华	江苏建康职业学院
关丽玲	新疆伊宁卫生学校
汤 铮	江苏建康职业学院
许小青	江苏建康职业学院
李明梅	盐城卫生职业技术学院
李明娟	邵阳医学高等专科学校
杨海军	江苏建康职业学院
张 威	江苏建康职业学院
张立虎	盐城卫生职业技术学院
张思访	江苏建康职业学院
陈 钧	盐城卫生职业技术学院
陈中芹	盐城技师学院
郑 明	江苏建康职业学院
周秀芹	盐城纺织职业技术学院
洪 键	盐城师范学院
高前长	淄博职业学院
梅小亮	江苏建康职业学院
商传宝	淄博职业学院
鲁正熹	江苏建康职业学院
裘兰兰	盐城卫生职业技术学院
鲍真真	江苏建康职业学院

前言

《医药化学基础实验及学习指导》是化学工业出版社出版的高职高专“十一五”规划教材《医药化学基础》(李明梅主编)的配套用书。为了满足“能力本位,全面提高学生素质,理论联系实际,与职业技能鉴定接轨”的新形势下高等职业技术教育的需要,编者精心设计与《医药化学基础》教材相对应的“医药化学基础实验”和“医药化学基础学习指导”两部分内容。

“医药化学基础实验”以提升岗位实践能力为宗旨,以提高学生的科学素养为目标,故在内容安排上以加强技能训练为主,突出实验的应用性。“医药化学基础实验”涵盖了与岗位技能密切联系的四大项目:基础知识、基本技能、分离提纯技术、分析测定技术。通过各个项目的实验,强化培养了学生的基本知识和基本操作技能,培养了学生的化学实践能力、化学应用能力和创新能力。

“医药化学基础学习指导”包括“学习要点”和“习题”。覆盖了教材的基本内容,做到淡化理论、强化应用,降低深度、增强广度,突出重点和难点,注意理论联系实际,旨在源于教材并高于教材。根据章节内容特点确定了多种题型,有填空题、选择题、计算题、书写结构和命名、鉴别题、判断题、推导结构等,同时都配有参考答案,较好地为学生自主学习提供帮助。

本书可作为高职高专类的药学、生物制药、药物制剂、药物分析技术、药品经营管理、临床医学、医学检验、医学口腔技术、营养与食品卫生等专业的学生用书,也可作为教师的教学参考用书。

本教材由李明梅、张威主编并统稿,商传宝、洪键担任副主编。由中国药科大学邬瑞斌担任主审。编者承担任务如下:第一部分的实验一、实验二十八由周秀芹编写;实验二由高前长编写;实验三、实验十五由汤铮编写;实验四、实验七、实验十一由李明梅编写;实验五、实验六、实验八、实验九由仇凡编写;实验十、实验二十五、实验二十六由张思访编写;实验十二、实验十三由商传宝编写;实验十四、实验二十由石云编写;实验十六、实验十七由裘兰兰编写;实验十八、实验十九由洪键编写;实验二十一、实验二十二由郑明编写;实验二十三、实验二十四由刘建华编写;实验二十七由陈中芹编写。第二部分的第一章由张威编写;第二、第十九章由商传宝编写;第三章由李明娟编写;第四章由许小青编写;第五、第六章由高前长编写;第七、第十三章由张立虎编写;第八章由鲍真真编写;第九、第十章由陈钧编写;第十一章由仇凡编写;第十二章由杨海军编写;第十四、第十七章由关丽玲编写;第十五、第十六章由李明梅编写;第十八章由鲁正熹编写;第二十章由梅小亮编写;第二十一章由陈中芹编写;第二十二章由石云编写。

本书在编写过程中得到了化学工业出版社和各编者所在单位的大力支持和帮助,在此表示由衷的感谢。

限于编者的水平和能力,书中疏漏和不妥之处在所难免,希望广大读者不吝赐教及时提出宝贵意见,以期今后进一步完善。

编者

2010年6月

目 录

第一部分 医药化学基础实验

项目一 基础知识	2	实验十七 药用 NaOH 的含量测定 (双指示剂法)	51
实验一 化学实验基本知识	2	实验十八 AgNO_3 标准溶液的配制和 标定	54
项目二 基本技能	13	实验十九 生理盐水中 NaCl 的含量 测定(莫尔法)	55
实验二 称量技术	13	实验二十 EDTA 标准溶液的配制和 标定	57
实验三 溶液配制技术	16	实验二十一 水的总硬度及钙镁离子的 含量测定	59
实验四 熔点的测定技术	18	实验二十二 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制和 标定	62
项目三 分离提纯技术	21	实验二十三 碘标准溶液的配制和标定	64
实验五 结晶与重结晶技术	21	实验二十四 维生素 C 的含量测定	66
实验六 液体的萃取技术	24	实验二十五 KMnO_4 标准溶液的配制和 标定	67
实验七 蒸馏和沸点测定技术	27	实验二十六 H_2O_2 含量测定	69
实验八 减压蒸馏技术	29	实验二十七 水样中 COD 的测定 (高锰酸钾法)	71
实验九 水蒸气蒸馏技术	32	实验二十八 醋酸电离常数测定	73
实验十 乙酰水杨酸的合成及提纯	33		
实验十一 苯甲酸乙酯的制备	35		
项目四 分析测定技术	37		
实验十二 葡萄糖旋光度的测定	37		
实验十三 折射率的测定技术	39		
实验十四 滴定分析常用仪器及基本操作	42		
实验十五 酸碱标准溶液的配制及标定	47		
实验十六 药用硼砂的含量测定	50		

第二部分 医药化学基础学习指导

第一章 原子结构与分子结构	78	第十二章 含氮有机化合物	126
第二章 溶液和胶体溶液	84	第十三章 杂环化合物和生物碱	131
第三章 化学热力学与化学动力学	89	第十四章 糖类化合物	134
第四章 电解质溶液	93	第十五章 脂类	138
第五章 脂肪烃	97	第十六章 蛋白质和核酸	141
第六章 芳香烃	102	第十七章 滴定分析法概述	145
第七章 卤代烃	105	第十八章 酸碱滴定法	152
第八章 醇、酚、醚	108	第十九章 沉淀滴定法	156
第九章 醛、酮、醌	113	第二十章 配位滴定法	162
第十章 羧酸及其衍生物	117	第二十一章 氧化还原滴定法	167
第十一章 立体化学	123	第二十二章 紫外-可见分光光度法	170

第三部分 习题参考答案

参考文献	207
------------	-----

第一部分

医药化学基础实验

项目一 基础知识

实验一 化学实验基本知识

一、实验室规则

(1) 课前要认真预习，明确实验目的，领会实验原理，了解实验内容、步骤和注意事项。

(2) 做实验必须穿白大衣，否则不允许进实验室。实验前应认真清洗要用的仪器，并按顺序整齐排放。检查仪器的数量、破损情况，发现问题应及时报告实验指导教师。

(3) 实验指导教师讲解时，要认真听讲，积极思考。实验时严格按照规范的操作要求进行，仔细观察实验现象并及时记录。所有实验中的原始数据必须记录在实验记录本上，不得涂改、编造实验数据，严禁抄袭他人的实验记录。

(4) 自觉遵守实验室的各项规章制度，保持实验室内安静、实验台面的清洁整齐，树立环境保护意识，节约水、电、材料，爱护仪器和公用设施，使用精密仪器后应在使用登记本上签字，养成良好的实验室工作习惯。

(5) 实验课期间不得擅自离开实验室，不得随意更改座次。禁止将食物带入实验室，上课时应将手机关闭。

(6) 爱护实验室的公物，损坏仪器要及时领取新仪器并照章赔偿。如果隐瞒不报，一经发现要加倍赔偿，并写书面检查。未经许可不准动用与本实验无关的仪器设备及物品，严禁将实验物品带出室外，借出物品必须办理登记手续。

(7) 了解消防设施和安全通道的位置。遇到事故应立即采取紧急措施，并及时向教员报告。

(8) 上课不迟到。因病、因事缺席必须向实验指导教师请假。缺做的实验应予以补做，否则不得参加理论课程的考试。

(9) 实验完毕后整理好实验装置，请实验指导教师检查、签字后方可离开。实验后由各组长安排值日生打扫卫生。火柴杆、纸张、废物等只能丢入垃圾筐内，不能随意扔到水池中，以免引起堵塞。值日生应认真做好实验室的清洁卫生，关好水、电、门、窗。打扫干净后报告实验指导教师，检查合格后经允许方可离开。

(10) 认真书写实验报告。报告中应写清楚姓名、学号、专业、日期，内容包括题目、目的、原理（简单的用文字、化学反应式、计算式说明）、主要试剂和仪器、步骤、数据及分析结果的处理、思考题、问题讨论。下次课前由组长将本组实验报告交到教员办公室，缓交者扣分，不交者零分。

二、实验室安全规则

(1) 实验室是大学生进行化学知识学习和科学研究的场所，必须严肃、认真。

(2) 在进入实验室前必须要熟悉和遵守实验安全规则。

(3) 了解实验室水、电、气（煤气）总开关的地方，了解消防器材（消火栓、灭火器

等)、紧急急救箱、紧急淋洗器、洗眼装置等的位置和正确使用方法以及安全通道。

(4) 了解实验室的主要设施及布局,主要仪器设备以及通风实验柜的位置、开关和安全使用方法。

(5) 做化学实验期间必须穿实验服(过膝、长袖),戴防护镜或自己的近视镜(包括戴隐形眼镜者)。长发(过衣领)必须扎短或藏于帽内,不准穿拖鞋。

(6) 严禁将任何灼热物品直接放在实验台上。

(7) 产生危险和难闻气体的实验必须在通风柜中进行。

(8) 取用化学试剂必须小心,在使用腐蚀性、有毒、易燃、易爆试剂(特别是有机试剂)之前,必须仔细阅读有关安全说明。使用移液管取液时,必须用洗耳球。

(9) 一切废弃物必须放在指定的废物收集器内。

(10) 使用玻璃仪器必须小心操作,以免打碎、划伤自己或他人。

(11) 禁止在实验室内吃食品、喝水、咀嚼口香糖。实验后,吃饭前,必须洗手。

(12) 实验后要将实验仪器清洗干净,关好水、电、气开关和做好清洁卫生工作。实验室备有公用手套供学生使用。

(13) 一旦出现实验事故,如灼伤、化学试剂溅洒在皮肤上,应即时用药处理或立即用冷水冲洗,被污染的衣服要尽快脱掉。

(14) 实验室所有的药品不得携带出室外。用剩的有毒药品要还给指导教师。

(15) 在化学实验室进行实验不允许嬉闹、高声喧哗,也不允许戴耳机边听边做实验。

(16) 实验结束后,由指导教师签字,方可离开实验室。

(17) 任何有关实验安全问题,皆可询问指导教师。发生事故,必须立即报告,即时处理。

三、实验室常见紧急情况的处理

在基础化学实验中,经常接触某些有毒性的试剂,且在实验中有些反应也产生某些有毒性的气体或烟雾。此外,实验中还会偶然发生烧伤、烫伤、炸伤及触电等事故。因此,应具备一定的毒物知识和安全防护知识,尽量避免发生事故,而当事故一旦发生,能采取紧急处理措施,减少损失与伤害。

1. 实验室中毒及急救

(1) 毒物入侵途径 毒物一般是通过呼吸道、消化道和皮肤黏膜三个途径进入人体,引起中毒的。

① 各种挥发性大的有机溶剂以及反应产生的有毒气体、烟雾或粉尘等极易通过呼吸道进入人体引起中毒。

② 氰化物、砷化物及农药等有毒物质一般是由于手上沾有毒物,在吸烟或进食时咽入而引起中毒。

③ 汞剂、苯胺和硝基苯等可通过皮肤黏膜吸收而引起中毒。

(2) 急救措施 在实验室有人中毒,应迅速查明原因,针对具体情况,采取以下具体措施。

① 急性呼吸系统中毒 使中毒者迅速脱离毒区,移入通风良好的地方,呼吸新鲜空气。如有休克、虚脱或心肺机能不全,必须做抗休克处理,如:人工呼吸、吸氧、喝兴奋剂(浓茶、咖啡)等。

② 皮肤、眼、鼻和咽喉受毒物侵害 应立即使用大量自来水冲洗,然后送医院请专科医生处理。

2. 实验室外伤和试剂腐蚀伤害及其对策

实验室外伤主要是由于接触到高温物质或腐蚀性化学物质而致，也可由火焰、爆炸、电及放射性物质而引起。

(1) 化学烧伤 化学烧伤是由于操作者的皮肤触及到腐蚀性化学试剂所致。这些试剂包括：强酸类，特别是氢氟酸及其盐类，如可溶性氟化物以及浓硫酸、浓盐酸；碱类，如氨与碱金属的氟化物、氢氧化物、硫化物及碳酸盐等；氧化剂，如浓过氧化氢、过硫酸盐、铬酸和铬酸盐等；某些单质，如溴、碘、磷、钾和钠等。

化学烧伤的一般处理：发生化学烧伤时，应先清除皮肤上的化学样品，如伤处被衣服覆盖，应立即除去衣服，用消除这种化学物质的溶液仔细洗涤。如有害物质能溶于水，可用大量的水冲洗。如烧伤皮肤表面出现伤口，应防止化学药品的再次侵袭，同时尽可能彻底洗涤伤口和周围的皮肤。

(2) 烫伤、烧伤和冻伤 烫伤、烧伤和冻伤是操作者身体直接触及火焰及高温、过冷物品（低温引起的冻伤，其性质与烫伤类似）所造成。

一度烫伤和烧伤（皮肤红肿发痛），可用冷水疗法止痛，在伤处涂紫药水或獾油烫伤膏等。亦可在伤处涂抹高锰酸钾饱和溶液或撒碳酸氢钠药粉；二度烫伤和烧伤（皮肤红肿起疤），皮肤红肿可用酒精消毒，也可涂搽獾油膏，或用3%~5%的高锰酸钾溶液或用5%丹宁酸处理，最后用消毒纱布轻轻包扎；三度烫伤和烧伤（皮肤脱落，露出肉芽）时，衣服常粘贴在烧伤的皮肤上。施行急救时，可将衣服剪开，用消毒纱布敷在受伤部位，立即送医院治疗。

(3) 一般外伤的处理 对玻璃、金属器具造成的割伤，可用消毒棉花浸75%酒精把伤口清理干净，小心取出玻璃碴。用3.5%的碘酒涂在伤口四周，并在伤处撒上止血消炎粉。

(4) 眼部灼伤的处理 当眼部受到灼伤时，急救应该分秒必争。被化学药品灼伤时，立即用大量的细水流冲洗，注意避免水流直射眼球，同时不要揉搓眼睛，以免药品侵入角膜使伤势加剧。如果是碱灼伤，水冲洗后再用2%硼酸溶液淋洗；如果是酸灼伤，水冲洗后再用3% NaHCO_3 溶液淋洗。

四、分析检测中常用的水及试剂

1. 分析检测用水

分析检测用水不能直接使用自来水或其他天然水，而需使用按一定方法制备得到的纯水。纯水并不是绝对不含杂质，只是杂质的含量极微小而已。我国已建立了实验室用水规格的国家标准（GB 6682—92），“标准”中规定了实验室用水的技术指标、制备方法及检验方法。实验室用水的级别及主要指标见表1-1-1。

表 1-1-1 实验室用水的级别及主要指标

名 称	一级	二级	三级
pH 值范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/ $\text{ms} \cdot \text{m}^{-1}$ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	$\leq 0.01(0.1)$	$\leq 0.10(1.0)$	$\leq 0.05(5.0)$
可氧化物质[以(O)计]/mg	—	< 0.08	< 0.4
蒸发残渣(105±2℃)/mg	—	≤ 1.0	≤ 2.0
可溶性硅[以(SiO_2)计]/mg	< 0.01	< 0.02	—
吸光度(254nm, 1cm 光程)	≤ 0.001	≤ 0.01	—

纯水来之不易，应根据实验对水的要求合理选用适当级别的水，并注意节约用水。在化学定量分析实验中一般使用三级水；仪器分析实验一般使用二级水，有的实验可使用三级水，有的实验（如电化学分析实验）则需使用一级水。

2. 分析检测中常用的试剂

(1) 化学试剂的等级 通用的化学试剂, 共分为四个纯度。市售化学试剂在瓶子的标签上用不同的符号和颜色标明它的纯度等级。以下是试剂的纯度及其适用范围。

- ① 优级纯 (一级) G. R. 绿色 用于分析实验和科研。
- ② 分析纯 (二级) A. R. 红色 用于分析实验和科研。
- ③ 化学纯 (三级) C. P. 蓝色 用于要求较高的化学实验。
- ④ 实验试剂 (四级) L. R. 黄色 用于一般要求的化学实验。

(2) 化学试剂的分类保管 化学实验所用药品种类多, 有些对人有毒害作用, 另一些易燃、易爆或有剧毒性的。药品的管理要以安全、不变质为原则。

① 一般试剂的分类保管 无机物按单质 (金属和非金属), 氧化物 (碱性氧化物、酸性氧化物和两性氧化物), 碱, 酸和盐进行分类。

② 易变质试剂的保管 有些化学试剂易挥发和吸湿而潮解, 有些试剂见光易分解, 保管时按试剂性质妥善保管; 易挥发的试剂如浓盐酸、浓氨水等应严密盖紧, 放在阴凉处; 易潮解的试剂如氯化钙、硝酸钠等应严密盖紧, 还可加蜡密封; 见光易分解的试剂如浓硝酸、硝酸银等应用棕色瓶盛装, 放在阴凉避光处。

③ 危险药品的管理 凡是能发生燃烧、爆炸、中毒、灼烧等灾害的化学试剂都属于化学危险品。保存要严格遵守公安部门的使用规定。例如浓盐酸和浓硝酸保存在阴凉通风处, 跟其他药品隔离放置。又如氯酸钾和高锰酸钾保存在阴凉通风处, 与酸、木炭粉、金属粉等易燃物分开存放。磷、氯化汞等剧毒危险品, 放置在专柜里, 加锁, 专人负责保管。

五、实验与实验废弃物的处理

化学实验室大多数废气、废液、废渣都是有毒物质, 其中还有些是剧毒物质和致癌物质, 如果直接排放就会污染环境, 损害人体健康。所以需要经过必要的处理才能排放。

1. 废气的处理

一般的有毒气体可通过通风橱或通风管道, 经空气稀释排出。大量的有毒气体必须通过与氧充分燃烧或吸收处理后才能排放。

2. 废液的处理

废液应根据其化学特性选择合适的容器和存放地点, 通过密闭容器存放, 不可混合贮存, 容器标签必须标明废物种类、贮存时间, 定期处理。一般废液可通过酸碱中和、混凝沉淀、次氯酸钠氧化处理后排放, 有机溶剂废液应根据性质进行回收。

(1) 含汞废液的处理 排放标准: 废液中汞的最高容许排放浓度为 0.05mg/L (以 Hg 计)。

① 硫化物共沉淀法 先将含汞盐的废液的 pH 值调至 $8\sim 10$, 然后加入过量的 Na_2S , 使其生成 HgS 沉淀。再加入 FeSO_4 (共沉淀剂), 与过量的 S^{2-} 生成 FeS 沉淀, 将悬浮在水中难以沉淀的 HgS 微粒吸附共沉淀。然后静置、分离, 再经离心、过滤, 滤液的含汞量可降至 0.05mg/L 以下。

② 还原法 用铜屑、铁屑、锌粒、硼氢化钠等作还原剂, 可以直接回收金属汞。

(2) 含镉废液的处理

① 氢氧化物沉淀法 在含镉的废液中投加石灰, 调节 pH 值至 10.5 以上, 充分搅拌后放置, 使镉离子变为难溶的 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 沉淀。分离沉淀, 用双硫腙分光光度法检测滤液中的 Cd 离子后 (降至 $0.1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下), 将滤液中和至 pH 值约为 7 , 然后排放。

② 离子交换法 利用 Cd^{2+} 比水中其他离子与阳离子交换树脂有更强的结合力, 优先交换。

(3) 含铅废液的处理 在废液中加入消石灰, 调节至 pH 值大于 11, 使废液中的铅生成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沉淀。然后加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (凝聚剂), 将 pH 值降至 7~8, 则 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 共沉淀, 分离沉淀, 达标后, 排放废液。

(4) 含砷废液的处理 在含砷废液中加入 FeCl_3 , 使 Fe/As 达到 50, 然后用消石灰将废液的 pH 值控制在 8~10。利用新生氢氧化物和砷的化合物共沉淀的吸附作用, 除去废液中的砷。放置一夜, 分离沉淀, 达标后, 排放废液。

(5) 含酚废液的处理 酚属剧毒类细胞原浆毒物, 处理方法: 低浓度的含酚废液可加入次氯酸钠或漂白粉煮一下, 使酚分解为二氧化碳和水。如果是高浓度的含酚废液, 可通过醋酸丁酯萃取, 再加少量的氢氧化钠溶液反萃取, 经调节 pH 值后进行蒸馏回收, 处理后的废液排放。

(6) 综合废液处理 用酸、碱调节废液 pH 为 3~4、加入铁粉, 搅拌 30min, 然后用碱调节 pH 为 9 左右, 继续搅拌 10min, 加入硫酸铝或碱式氯化铝混凝剂、进行混凝沉淀, 上清液可直接排放, 沉淀按废渣方式处理。

3. 固体废渣的处理

(1) 露天焚烧法 此法最简便, 凡可燃性废物均可适用。对于易燃物, 可放在地上, 置入金属浅盘内, 或挖一土坑, 然后引燃烧除。操作宜选风向稳定的天气进行。操作者应站上风处, 保持一定的安全距离。必要时, 为了确保安全, 可用导火索引燃。对一些较难起燃的物品, 可添加适量废纸 (揉皱)、木材或废易燃溶剂 (如乙醇、苯等)。焚烧地点应选僻远无人的空旷处所。必要时应配备防火衣, 手套和洒水壶, 此法的缺点是易于造成环境污染, 处理量大时尤甚。

(2) 焚秽炉焚烧法 在焚秽炉中焚烧化学废物, 若控制适当, 可免除上述危害, 但在处理易爆物时, 应注意防止发生事故。为了保证充分燃烧, 焚秽炉应设复燃室。如有有毒气体 (如氮的氧化物, 二氧化硫等) 产生, 应设洗涤器。在处理时, 可先烧危害性不大的废物, 如废纸等, 待炉温升高后再烧其他物品。这样可使易燃液体的蒸气获得充分的燃烧, 并使刺激性有毒物质分解。

(3) 下水道排放法 适用于可溶性废物, 排放应满足以下要求: ①不污染水源, 排放浓度应符合国家有关河道污染容许水平的规定; ②不形成易燃蒸气或其他危险性产物; ③不会腐蚀或损坏下水道, 不影响下水道的正常运行。凡不能满足上述要求者, 应在排放之前作适当的处理 (参见下节)。放射性物质的排放应符合特殊的要求。

(4) 掩埋法 此法常用, 但在将有害废物埋入土里时应注意以下几点: ①掩埋地点应远离居民区, 且有一定的深度, 防止被旁人挖出; ②防止污染水源 (地下水或露天水源), 一些水溶性物质在埋入土里后, 由于雨水或地下水的作用, 可向周围扩散并污染水源, 为此必须采取预防措施 (如用塑料袋封装等); ③有毒物品的掩埋处, 不得种植作物, 必要时可在四周设置障碍物及醒目标志; ④掩埋地点应有记录, 此后如需施工或整土时可作相应的处理。

4. 易爆化学品的处理

处理易爆物品, 应特别小心。无论是在由存放处运至销毁场所的途中, 或是在销毁时, 均应注意人身安全, 使用必要的防护用具和屏蔽。容器应妥加包扎; 外垫防震垫料。途中应防剧烈震动或滚动。销毁处应选空旷无人场所。避免在酷暑高温时进行处理。醚类、有机过氧化物可用露天焚烧法, 用导火索引燃。三硝基苯、三硝基甲苯及苦味酸等虽也可用焚烧法

处理，但通常先用化学法分解然后再焚烧。无机过氧化物可用过量的亚硫酸钠溶液分解。在有些场合，如含有多量过氧化物的乙醚等，可直接用撞击、引爆的方法处理。

六、认识常用的玻璃仪器

1. 温度计

国际温标规定，从低温到高温划分为四个温区，分别选用一个高度稳定的标准温度计来度量各固定点之间的温度值。这四个温区及相应的标准温度计见表 1-1-2。

表 1-1-2 四个温区及相应的标准温度计

温度范围	标准温度计	温度范围	标准温度计
13. 81~273. 15K	铂电阻温度计	903. 89~1337. 58K	铂铑(10％)-铂热电偶
273. 1~903. 89K	铂电阻温度计	1337. 58K 以上	光学温度计

(1) 水银温度计 实验室中常用的水银温度计，是由一个盛有水银的玻璃泡、毛细管、刻度和温标组成的。

使用温度计时，首先要看清它的量程（测量范围），然后看清它的最小分度值，也就是每一小格所表示的值。要选择适当的温度计测量被测物体的温度。测量时温度计的液泡应与被测物体充分接触，且玻璃泡不能碰到被测物体的侧壁或底部；读数时，温度计不要离开被测物体，且眼睛的视线应与温度计内的液面相平。

使用水银温度计时，应注意以下事项：

- ① 使用前应进行校验（可以采用标准液温多支比较法进行校验或采用精度更高的温度计校验）。
- ② 不允许使用温度超过该种温度计的最大刻度值的测量值。
- ③ 温度计有热惯性，应在温度计达到稳定状态后读数。读数时应在温度凸形弯月面的最高切线方向读取，目光直视。
- ④ 水银温度计应与被测物质流动方向相垂直或呈倾斜状。

(2) 贝克曼温度计 贝克曼（Beckmann）温度计是精密测量温度差值的温度计，汞球与汞贮槽由均匀的毛细管连通，其中除汞外是真空。刻度尺上的刻度一般只有 5℃ 或 6℃，最小刻度为 0.01，可以估计到 0.001℃（如图 1-1-1）。由于是德国化学家恩斯特·奥托·贝克曼发明，因而得名。使用方法介绍如下。

可以利用贝克曼温度计测量温差。在调节前最好应明确反应是放热还是吸热以及温差的范围，这样才好选择一个合适的位置。所谓合适的位置是指在所测量的起始温度，毛细管中的汞柱最高点应在刻度尺的什么位置才能达到实验的要求。

例如，有一物质溶于水（水温已用普通温度计测出为 20℃），且知是一吸热反应，反应完毕温度约下降 1℃，又知从刻度盘最高刻度“5”到毛细管和汞贮槽接口处这一段约相当于 2.5℃，那么应该如何调节呢？

首先把汞球与汞贮槽连接起来，以调节汞球中汞量，使适合所需的测温范围，然后再将汞在连接处断开。方法是：①用手握住贝克曼温度计汞球，利用手温使汞上升，后将温度计倒置，使贮槽中汞与毛细管的汞相连接，再小心地倒回温度计至垂直位置。②因反应是某物质溶于水，始温为

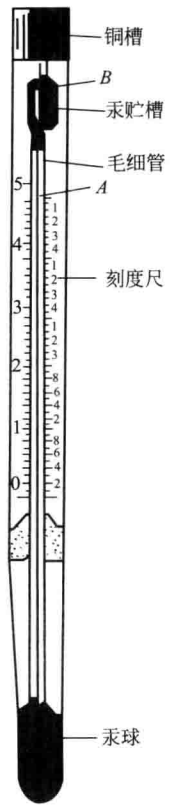


图 1-1-1 贝克曼温度计

20℃，那么在 20℃ 时汞柱最高点如在刻度“3”处，下降 1℃ 左右从温度计刻度就能清楚地读出（当然汞柱最高点选在“4”也可以，可是选在“1”处就不合适了，因为若下降 1℃ 多则无法读数）。本实验当选定 20℃ 汞柱最高点在刻度“2”处时，把由第一步已连接好的温度计轻轻地放在 24.5℃ ($20+2+2.5=24.5$) 的恒温浴中，恒温 5s。③取出温度计，右手握其中部，温度计垂直，汞球向下。用左手掌拍右手腕（注意：应离开桌子，以免碰坏温度计）靠振动的力量使汞柱在 B 处断开。这个动作应迅速，以防止由于与室温的差异而汞体积迅速变化使调节失败，但也不得过于紧张而损坏温度计，这样当汞球处在 20℃ 汞最高点应在刻度“2”左右，如若相差很多需重新调节。

使用贝克曼温度计要注意：①贝克曼温度计是一种精密贵重的温度计，应轻拿轻放，必须握其中部（即重心处）才安全不致折断。②用左手掌拍右手腕时，温度计一定要垂直。否则毛细管易折断。③调节好的温度计一定要插在温度计架上，不能横放桌上，否则贮槽中汞和毛细管中的汞又会连接而需重新调节。④不能骤冷骤热，以防温度计炸裂。

（3）电阻温度计 热电阻温度计是中低温区最常用的一种温度检测器。它的主要特点是测量精度高，性能稳定。其中铂热电阻的测量精确度是最高的，它不仅广泛应用于工业测温，而且被制成标准的基准仪。

① 热电阻测温原理及材料 热电阻测温是基于金属导体的电阻值随温度的增加而增加这一特性来进行温度测量的。热电阻大都由纯金属材料制成，目前应用最多的是铂和铜，此外，现在已开始采用镍、锰和铑等材料制造热电阻。

② 热电阻测温系统的组成 热电阻测温系统一般由热电阻、连接导线和显示仪表等组成。必须注意两点：a. 热电阻和显示仪表的分度号必须一致；b. 为了消除连接导线电阻变化的影响，必须采用三线制接法。

（4）热电偶温度计 两种不同成分的导体（称为热电偶丝材或热电极）两端接合成回路，当接合点的温度不同时，在回路中就会产生电动势，这种现象称为热电效应，而这种电动势称为热电势。热电偶就是利用这种原理进行温度测量的，其中，直接用作测量介质温度的一端叫做工作端（也称为测量端），另一端叫做冷端（也称为补偿端）；冷端与显示仪表或配套仪表连接，显示仪表会指出热电偶所产生的热电势。

（5）双金属温度计 双金属温度计是利用两种不同金属在温度改变时膨胀程度不同的原理工作的。工业用双金属温度计主要的元件是一个用两种或多种金属片叠压在一起组成的多层金属片。为提高测温灵敏度，通常将金属片制成螺旋卷形状。当多层金属片的温度改变时，各层金属膨胀或收缩量不等，使得螺旋卷卷起或松开。由于螺旋卷的一端固定而另一端和一个可以自由转动的指针相连，因此，当双金属片感受到温度变化时，指针即可在一圆形分度标尺上指示出温度来。这种仪表的测温范围是 200~650℃，允许误差均为标尺量程的 1% 左右。这种温度计和棒状的玻璃液体温度计的用途相似，但可使用在机械强度要求更高的条件下。

2. 烧杯和烧瓶

（1）烧杯 常用的烧杯有低型烧杯、高型烧杯、三角烧杯三种（图 1-1-2），主要用于配

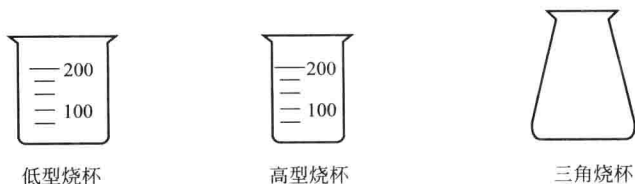


图 1-1-2 烧杯的种类

制溶液,煮沸、蒸发、浓缩溶液,进行化学反应以及少量物质的制备等。烧杯用硬质玻璃制造,它可承受 500℃ 以下的温度,在火焰上可直接或隔石棉网加热,也可选用水浴、油浴或砂浴等加热方式。烧杯的规格从 25mL 至 5000mL 不等(表 1-1-3)。

表 1-1-3 烧杯的主要规格

名称	容量/mL	高度/mm	外径/mm
低型烧杯	50	58	46
	100	72	52
	250	94	69
	500	115	87
	1000	150	110
高型烧杯	50	67	40
	100	88	45
	250	122	60
	600	165	80
	1000	195	100
三角烧杯	125	110	(口外径/底外径) 34/55
	250	135	43/70
	500	155	53/88

(2) 烧瓶 烧瓶用于加热煮沸以及物质间的化学反应,主要有平底烧瓶、圆底烧瓶、锥形瓶、定碘量瓶和蒸馏烧瓶等(图 1-1-3)。平底烧瓶不能直接用火加热,圆底烧瓶可以直接用火加热,但两者都不能骤冷,通常在热源与烧瓶之间加隔石棉网。锥形瓶加热时可避免液体大量蒸发,反应时便于摇动,在滴定操作中经常用它作容器。定碘烧瓶(碘量瓶)主要用于碘法的测定中,也用于须严防液体蒸发和固体升华的实验,但加热或冷却瓶内溶液时应将瓶塞打开,以免因气体膨胀或冷却,使塞子冲出或难取下。蒸馏烧瓶是供蒸馏使用的,蒸馏常用的还有三口烧瓶等。各种烧瓶的主要规格见表 1-1-4、表 1-1-5。

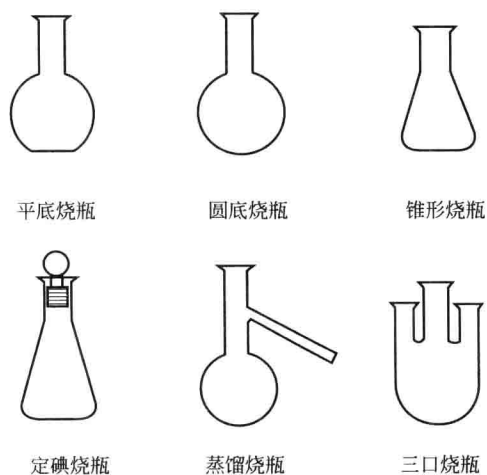


图 1-1-3 烧瓶的种类

表 1-1-4 烧瓶的主要规格

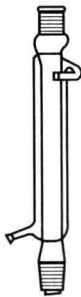
名称	容量/mL	瓶高/mm	球(底)外径/mm	颈外径/mm
平底烧瓶	50	100	53	20
	100	120	65	21
	250	160	88	25
	500	200	110	30
	1000	250	140	35
圆底烧瓶	50	100	53	20
	100	120	63	21
	250	165	88	25
	500	210	110	30
	1000	260	140	35
锥形瓶	50	90	52	20
	100	105	60	22
	150	120	69	25
	250	144	83	30
	500	195	100	35
	1000	225	128	40
定碘烧瓶 (碘量瓶)	50	110	55	20
	100	114	60	20
	250	155	83	26
	500	200	98	28
	1000	220	130	33

表 1-1-5 蒸馏烧瓶的主要规格

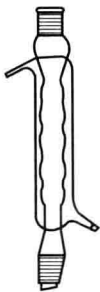
名称	容量/mL	全高/mm	球外径/mm	颈外径/mm	中颈外径/mm	侧颈外径/mm
蒸馏烧瓶	30	122	42	18		
	60	150	57	20		
	125	190	70	23		
	250	220	88	25		
	500	270	100	30		
	1000	350	140	35		
三口烧瓶	250	140	88		26	20
	500	175	100		30	22
	1000	215	140		35	24
四口烧瓶	250	140	88		26	20
	500	175	100		30	22
	1000	215	140		35	24

3. 冷凝管

冷凝管是利用热交换原理使冷凝性气体冷却凝结为液体的一种玻璃仪器。



直形冷凝管



球形冷凝管

图 1-1-4 冷凝管

规格：有直形、球形、蛇形和刺形等（图 1-1-4）。用于蒸馏液体或有机制备中，起冷凝或回流作用。

使用范围：温度大于 140℃，用空气冷凝管；温度小于 140℃，用直形冷凝管。

使用方法：冷凝管由内外组合的玻璃管构成，在其外管的上下两侧分别有连接管接头，用作进水口和出水口。冷凝管在使用时应将靠下端的接口以塑胶管接上水龙头，当作进水口。因为进水口处的水温较低而被蒸气加热过后的水温度较高，较热的水因密度降低会自动往上流，有助于冷却水的循环。冷凝管通常使用于欲在回流状况下做实验的烧瓶上

或是欲搜集冷凝后的液体时的蒸馏瓶上。蒸气的冷凝发生在内管的内壁上。内外管所围出的空间则为行水区，有吸收蒸气热量并将这热量移走的功用。进水口处通常有较高的水压，为了防止水管脱落，塑胶管上应以管束绑紧。当在回流状态下使用时，冷凝管的下端玻璃管要插入一个橡皮塞，以能塞入烧瓶口中，承接烧瓶内往上蒸发的蒸气。

4. 分液漏斗

分液漏斗用于气体发生器中控制加液，也常用于互不相溶的几种液体的分离。

分液漏斗有圆球形、梨形（或锥形）、圆筒形 3 种（图 1-1-5）。梨形及圆筒形分液漏斗多用于分液操作使用。圆球形分液漏斗既用作加液使用，也常用于分液时使用。分液漏斗的规格以容积大小表示，常用为 60mL、125mL 2 种，使用时应该注意以下几项。

(1) 使用前玻璃活塞应涂薄层凡士林，但不可太多，以免阻塞流液孔。使用时，左手虎口顶住漏斗球，用拇指食指转动活塞控制加液。此时玻璃塞的小槽要与漏斗口侧面小孔对齐相通，才便加液顺利进行。

(2) 作加液器时，漏斗下端不能浸入液面下。

(3) 振荡时，塞子的小槽应与漏斗口侧面小孔错位封闭塞紧。分液时，下层液体从漏斗颈流出，上层液体要从漏斗口倾出。

(4) 长期不用分液漏斗时，应在活塞面加夹一纸条防止粘连。并用一橡皮筋套住活塞，以免失落。

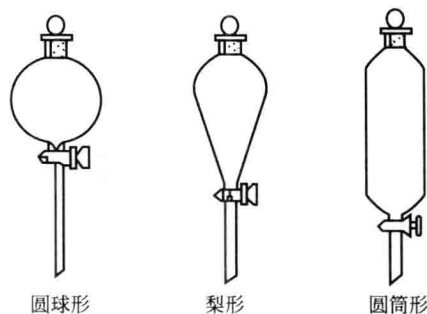


图 1-1-5 分液漏斗

5. 表面皿

表面皿（图 1-1-6）为一圆形具有曲面的玻璃板。通常盖在烧杯上使用。其目的是为防止加热的液体太快蒸发或是遮蔽掉落的灰尘。使用时应使凹面向上。如此蒸发上来的蒸气在表面皿上冷凝时，可以滴回杯内而不致沿杯壁外流。外流的冷水有时会在烧杯的底部造成烧杯因温差过大而破裂。表面皿也可用来取代称量纸或是称量盘，来盛装固体称重。

6. 瓷坩埚及坩埚钳

(1) 瓷坩埚 瓷坩埚（图 1-1-7）为一陶瓷深底的碗状容器。当有固体要以大火加热时，就必须使用瓷坩埚。因为它比玻璃器皿更能承受高温。坩埚使用时通常会将坩埚盖斜放在坩埚上，以防止受热物跳出，并让空气能自由进出以进行可能的氧化反应。坩埚因其底部很小，一般需要架在泥三角上才能用火直接加热。坩埚在铁三脚架上用正放或斜放皆可，视实验的需求可以自行安置。坩埚加热后不可立刻将其置于冷的金属桌面上，以避免它因急剧冷却而破裂。也不可立即放在木质桌面上，以避免烫坏桌面或是引起火灾。正确的做法为留置在铁三脚架上自然冷却，或是放在石棉网上令其慢慢冷却。坩埚的取用请阅坩埚钳。

瓷坩埚的主要用途是：溶液的蒸发、浓缩或结晶；灼烧固体物质。使用时应注意：①可直接受热，加热后不能骤冷，用坩埚钳取下；②坩埚受热时放在泥三角上；③蒸发时要搅



图 1-1-6 表面皿



图 1-1-7 坩埚



图 1-1-8 坩埚钳