



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机化学实验

(第三版)

■ 高职高专化学教材编写组 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机化学实验

(第三版)

高职高专化学教材编写组 编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在王载兴主编的《无机化学实验》和丁明、马向谦修订的《无机化学实验》(第二版)的基础上再修订而成。

本书保留了第二版教材的基本格式和主要内容。在内容安排上,删除了实验“从废黑白定影液中回收银”,增加了“铁、钴、镍系列微型实验”、“无机化学实验中废液的初步处理”等多个微型实验及综合性和设计性实验。本书还更新了部分实验的技术方法和实验仪器设备,以符合最新的实际教学要求。

本书可作为高职高专院校及应用型本科院校的无机化学实验教材,也可供相关企业科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/高职高专化学教材编写组编. —3版.

北京:高等教育出版社,2008.11

ISBN 978-7-04-024733-6

I. 无… II. 高… III. 无机化学—化学实验—高等学校:技术学校—教材 IV. O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151712 号

策划编辑 周先海 责任编辑 董淑静 封面设计 王凌波 责任绘图 尹莉
版式设计 陆瑞红 责任校对 胡晓琪 责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	煤炭工业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	1993 年 8 月第 1 版
印 张	7.75		2008 年 11 月第 3 版
字 数	180 000	印 次	2008 年 11 月第 1 次印刷
插 页	1	定 价	12.90 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

物料号 24733-00

第三版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在1995年出版的《无机化学实验》(王载兴主编)以及2002年出版的《无机化学实验》(第二版,高职高专化学教材编写组编,丁明、马向谦修订)的基础上修订而成。

本书自第一版出版以来,特别是经过第二版的再版修订,受到了高职高专院校广大师生的普遍欢迎。随着高职高专专业教学改革的不断深入,课程体系和实验教学内容都在不断发生变化。十余年来,使用本教材的许多读者给本书提出了宝贵的意见和建议,特别是年事已高的第一版主编王载兴副教授也持续对本教材的修订、完善给予了热情的指导和帮助。为使教材趋于完善,2006年12月,高等教育出版社启动了对四门化学教材及其实验教材的再修订工作,在教育部高等学校高职高专化工技术类教学指导委员会主任委员曹克广教授、副主任委员李居参教授的支持下,对系列教材的编者队伍、任务分工、修订进度等做了详细的工作安排。

本书依据学科发展趋势,充分考虑高职化学化工类专业的就业岗位需要,兼顾与高中化学新课程实验内容的衔接,对第二版教材进行了修订。对原教材中不当的文字内容进行了更正;对一些陈旧落后的实验方法及仪器进行了更新;删除了与中学教学内容重复、污染性大的“气体的发生、净化和干燥”、“从废黑白定影液中回收银”等实验;增添了对后续实验必需的“缓冲溶液的配制”、“容量瓶的使用”等内容,增强了教材的实用性、科学性。另外,本书的显著特点是增添了一些内容先进、更有利于学生独立分析解决问题能力培养的综合性和设计性实验,使该类型实验的比例有了明显增加,体现了高等教育发展对实验教学改革的要求。

本次修订工作由合肥学院丁明、程继海和山东铝业职业学院王永杰担任。全书由丁明统稿、修改,由山东省教育学院魏培海教授审定。编者在此特别感谢魏培海教授对本书的认真细致的审阅,也感谢高等教育出版社相关同志给予的热情帮助。

限于修订人员水平,谬误之处难免存在,期望广大读者批评指正。

编者

二〇〇八年八月

第二版前言

随着我国高等教育的不断发展和高职高专教育改革的不断深入,编写具有高职高专教育特色的教材已是当务之急。为此,高职高专化学教材编写组根据教育部最新组织制定的《高职高专教育无机化学课程教学基本要求》和编者的教学实践经验,并吸取了部分读者提出的宝贵意见,在继承的基础上,对王载兴主编的《无机化学实验》(第一版)进行了修订。

本次修订主要在实验内容的选取、实验编排格式的调整,以及符号、单位的进一步的规范等方面进行。修订后,本书进一步增强了基本操作和技能训练,突出了基本知识和技能的综合应用,更加体现绿色化学的内容,并努力结合新知识、新技术和生产实践设置实验。为明确学习目标,本书将绪论、基本操作、常数测定、物质性质和制备等内容分成三部分:无机化学实验准备知识,实验和附录。其中,本书将实验部分分为五个类别:

第一类:一般性操作实验,达成目标较低(包括实验一至三);

第二类:测定性实验,对测定结果(数据)有一定要求,达成目标较高(包括实验四至七);

第三类:验证性实验,随实验内容简繁不同,达成目标要求有高有低(包括实验八至十六);

第四类:制备性实验,对产品数量、质量有一定要求,达成目标较高(包括实验十七至二十一);

第五类:综合性实验,综合运用化学原理、知识和实验技能,达成目标较高(包括实验二十二至二十七)。

实验内容部分删掉了第一版中有关扭力天平的介绍及实验“磷酸二氢钠、磷酸氢二钠的制备”及“碱式碳酸铜的制备”,增加了“三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备”和一些综合性实验,附录中增加了“实验室常见危险品及使用注意事项”。

本次修订由合肥联合大学丁明和江阴职工大学马向谦担任,全书由丁明统稿、修改,由西安武警工程学院马泰儒审定。编者在此特别感谢马泰儒教授的悉心指导及对本书认真细致的审阅,同时感谢在修订过程中高等教育出版社杨树东编辑给予的指导和帮助。

限于修订人员水平,谬误之处难免存在,期望广大读者多多指正。

编 者

二〇〇一年七月

第一版前言

本书是根据1991年2月国家教委审定的高等学校工程专科无机化学课程教学基本要求编写的,主要包括四方面的内容:基本操作和技能训练;常数测定;性质及制备;提纯,共24个实验,总约62学时。各校可根据需要选用,其中天平使用和有*号的内容供有关专业选用。

为了体现高等工程专科学校的培养目标和教学实际,在编写本书时,注意了以下三点:

1. 实验内容和课堂教学紧密联系,力求贯彻以应用为目的,以“必需”、“够用”为度的准则和适应加强动手能力的培养,大力加强实践性教学的需要。所选实验各校基本上都能做到。

2. 实验内容重点为重要元素化合物性质及其制备。通过无机化合物的制备、提纯,进一步掌握无机化合物的性质及其检验方法,强化理论与实际的联系,拓宽知识面,加强实验操作基本技能的训练,提高解决实际问题的能力。

3. 培养学生的学习和独立工作能力。在性质实验内容中,只提出指导性的要求,需要学生自行设计实验方案;为培养学生的观察和分析能力,在实验内容中,一般只提出观察实验现象、作出解释或结论,对实验的现象或结果均不作具体的描述。

本书是在吸收了部分兄弟院校实验教学的成熟经验和编者多年从事无机化学实验研究的基础上编写而成的。参加编写者王载兴(主编,上海轻工业高等专科学校)、叶秋云(上海化学工业高等专科学校)、曹素忱(北京化工局职工大学),全书由王载兴统稿。

本书主审为董松琦(石油大学),参加审稿的有孙辰龄(北京科技大学)、张桂芸(承德石油高等专科学校)、曹静柏(连云港化学矿业高等专科学校)、徐家晋(上海冶金高等专科学校),他们提出了许多宝贵意见。特别是主审董松琦教授,在审稿会前后,反复对书稿进行了精心审阅,为提高本书质量付出了辛勤劳动。在此,对以上各位老师表示衷心感谢。

由于编者水平有限,缺点、错误在所难免,我们恳切地希望使用本书的师生们批评指正。

编者

一九九四年三月

目 录

第一部分 无机化学实验准备知识	1	实验十三 过氧化氢及硫的化合物	62
一、无机化学实验的目的和学习方法	1	实验十四 氮、磷、碳、硅和硼	66
(一) 教学目的和要求	1	实验十五 铜、银和汞	71
(二) 学习方法	1	实验十六 铬和锰	74
二、实验室安全守则和意外事故处理	6	实验十七 铁、钴、镍系列微型实验	79
(一) 实验室安全守则	6	四、制备性实验	81
(二) 实验室意外事故处理	6	实验十八 硫酸铜的提纯	81
三、无机化学实验常用仪器介绍	7	实验十九 氯化钠的提纯	83
四、无机化学实验基本操作	9	实验二十 硫酸亚铁铵的制备	85
(一) 常用仪器的洗涤和干燥	9	实验二十一 硫代硫酸钠的制备	88
(二) 加热和冷却	10	实验二十二 三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备	90
(三) 试剂的取用	11	五、综合性实验	91
(四) 台秤的使用	13	实验二十三 以废铝为原料制备氢氧化铝	91
(五) 容量瓶的使用	14	实验二十四 用废电池的锌皮制备硫酸锌	93
(六) 溶解、蒸发(浓缩)、结晶和干燥	15	实验二十五 水的纯化及其纯度测定	95
(七) 沉淀的分离和洗涤	16	实验二十六 草酸盐共沉淀法制备铁氧体微粉	98
(八) 试纸及其使用	18	实验二十七 由软锰矿制备高锰酸钾	100
第二部分 实验	20	实验二十八 用离子交换法从海带中提取碘	101
一、一般性操作实验	20	六、设计性实验	103
实验一 玻璃仪器的洗涤以及煤气灯和酒精(喷)灯的使用	20	实验二十九 用天青石矿制备碳酸镉	103
实验二 天平的使用	23	实验三十 利用硫铁矿烧渣制取硫酸亚铁	104
实验三 酸度计、电导率仪的使用	29	实验三十一 无机化学实验中废液的初步处理	104
二、测定性实验	32	第三部分 附录	106
实验四 化学反应热效应的测定	32	附录一 常用灭火器类型及适用范围	106
实验五 醋酸解离常数的测定	35	附录二 我国通用试剂分类及标志	106
实验六 化学反应速率和化学平衡	37	附录三 常见阳、阴离子的鉴定方法	107
实验七 电导率法测定硫酸钡的溶度积	41	附录四 常用缓冲溶液的配制	110
三、验证性实验	44	附录五 某些试剂的配制	111
实验八 解离平衡和沉淀-溶解平衡	44	附录六 实验室常见危险品及使用注意事项	113
实验九 氧化还原反应与电化学	48	附录七 无机化学实验常用参考书和手册	114
实验十 配位化合物	53		
实验十一 卤素	56		
实验十二 锡、铅、铋和铋	60		

第一部分 无机化学实验准备知识

一、无机化学实验的目的和学习方法

(一) 教学目的和要求

无机化学实验是无机化学课程的重要组成部分,通过无机化学实验的系统学习应达到以下五个方面的目的。一是通过大量有关的感性知识,进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应,加深对理论课中基本原理和基础知识的理解;二是通过实验,使学生受到系统的无机化学的基本操作和技能的训练,初步掌握无机物制备、物质分离提纯和测定等基本方法,培养一定的独立工作能力和独立思考能力;三是培养实事求是的科学态度和科学的思维方法,准确、细致、节约、整洁的良好工作习惯,培养敬业和一丝不苟的工作精神;四是了解实验室工作的有关知识,如实验室的各项规则,实验工作的基本程序,实验可能发生的一般事故及其处理的一般知识;五是逐步树立理论联系实际和绿色环保、节能减排、安全生产的意识等。

(二) 学习方法

要达到上述知识、能力、素质全面提高的实验课程目的,不仅要有正确的学习态度,而且还要有正确的学习方法。无机化学实验的学习大致有以下四个步骤:

1. 预习

为了获得实验的预期效果,实验前必须认真预习,阅读实验教材和教科书中的有关内容,明确实验目的和要求,弄清基本原理、操作步骤和安全注意事项等。遇到疑难问题,应在课前解决,写好实验预习笔记,做到心中有数,有计划地进行实验。预习笔记中每一实验内容的下面,要留足空位,以便作实验记录。

2. 实验

(1) 进实验室后要先擦净桌子、洗净手,然后拿出需用仪器,根据实验教材所写明的内容、方法、步骤,按照预习笔记,独立进行实验操作。

(2) 如果发现实验现象和结果与理论不符,应该认真检查和分析原因,而后重做实验。

(3) 实验中遇到疑难问题,应自己多加思考,必要时请教教师或与教师一起讨论。

(4) 在实验中应保持肃静,爱护仪器设备,严格遵守实验室各项工作守则。遇有事故发生,应沉着冷静,妥善处理,并及时报告教师。

(5) 为了获得准确的实验结果,每次实验前后要将所用玻璃仪器洗涤干净。尤其是盛有不易洗掉的实验残渣和对玻璃仪器有腐蚀作用的废液的器皿,一定要在实验后立即清洗干净。

3. 记录

对每一实验的开始、中间过程及最后结果的现象或数据,都应细心观察、用心记录,要养成一边观察一边记录的良好习惯,以便了解实验的全过程。如果发现做错或记错,应用一条细线清楚地划掉,再将重做的或改正的结果写在旁边或下面,切勿在原记录上涂改,更不能弄虚作假,要养成实事求是的优良品德。

4. 实验报告

根据实验记录认真写出实验报告,处理实验数据,对实验现象进行解释,对实验进行讨论并作出结论等,若不符合要求应重新进行实验或重写实验报告。

下面是实验报告格式示例。

例 1 测定实验

无机化学实验报告

实验名称: _____

系 _____ 专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____ 日期 _____

实验目的
基本原理(简述)
实验数据记录
实验结果(实验数据处理)
问题和讨论

指导教师 _____

例 2 验证性实验

无机化学实验报告

实验名称: _____

系 _____ 专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____ 日期 _____

实验目的

实验提要

实验内容、步骤

现象记录

解释或结论、反应式

问题和讨论

指导教师 _____

例3 提纯、制备实验

无机化学实验报告

实验名称: _____

系 _____ 专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____ 日期 _____

实验目的
基本原理
简要步骤(流程)
实验过程中主要现象
实验结果 产品外观 产量 产率 纯度
问题和讨论

指导教师 _____

例4 综合性实验

无机化学实验报告

实验名称: _____

系 _____ 专业 _____ 班级 _____ 姓名 _____ 合作人 _____ 日期 _____

实验目的
基本原理
实验方案、操作流程设计及其依据(参考文献)
实验过程中的难点及主要现象
实验结果、数据处理和结论
问题和讨论

指导教师 _____

二、实验室安全守则和意外事故处理

(一) 实验室安全守则

1. 熟悉实验室环境,了解急救箱和消防用品的位置和使用方法。
2. 禁止用湿手接触电源。电器使用完毕应关闭开关并立即拔下插头。水和煤气用毕应立即关闭阀门。点燃的火柴用后应立即熄灭,不得乱扔。
3. 一切有毒和有刺激性气体的实验,都应在通风橱内进行。
4. 使用易燃物(如酒精、乙醚等)应远离火源,用毕应及时盖紧瓶塞。
5. 使用强酸、强碱、溴等具有强腐蚀性的试剂时,要更加当心,切勿溅在皮肤或衣服上,特别要注意保护眼睛。
6. 使用有毒试剂(如汞、砷、铅等化合物,尤其是氰化物),不得触及皮肤和伤口。实验后的废液应倒入指定的容器内集中处理。
7. 严禁做未经教师允许的实验和任意混合各种药品,以免发生意外事故。
8. 切勿直接俯视容器中的化学反应或正在加热的液体。
9. 严禁在实验室内饮食、吸烟或把食具带进实验室。实验室药品严禁入口。实验完毕,把手洗净后方可离开。
10. 离开实验室前应检查确保拉下电闸,关闭水、煤气总阀门,关闭门窗。

(二) 实验室意外事故处理

实验过程中,如发生意外事故,重伤者应立即送医院治疗,轻伤时可采取如下措施:


1. 割伤:不能用水冲洗。伤口内若有碎片应先挑出,涂上红药水,必要时撒些消炎粉后进行包扎。伤势较重时先对伤口周围进行消毒处理,用纱布或清洁物品按住伤口压迫止血,并立即送往医院。
2. 烫伤:轻度烫伤可涂抹烫伤药膏。
3. 酸碱灼伤:酸(或碱)溅在皮肤上或眼内,应立即用大量水冲洗,然后用饱和 NaHCO_3 溶液(或硼酸溶液)冲洗,最后再用水冲洗。如被浓硫酸溅到,应先用药棉等洁净物尽量擦净后,再按上法处理。
4. 吸入刺激性或有毒气体:吸入 H_2S , NO_2 或 CO 等有毒气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。
5. 触电:立即切断电源,必要时对触电者进行人工呼吸。
6. 起火:若不慎起火,切勿惊慌,应立即采取措施灭火,并切断电源、关闭煤气总阀,拿走易燃药品等,以防火势蔓延。

一般的小面积着火,可用湿布或沙子等覆盖燃烧物;火势较大时,根据不同的着火原因和现场情况,使用不同的灭火器材(见附录一)。

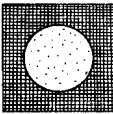
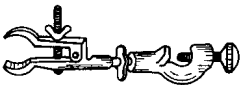
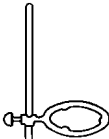
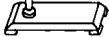








实验人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑,可用湿布覆盖、泼水或就地卧倒打滚等方法灭火。

三、无机化学实验常用仪器介绍



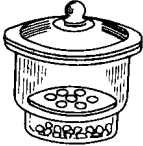

无机化学实验常用仪器列于下表：

仪 器	用 途	注 意 事 项
 <p>试管 离心试管</p>	<p>用作少量试剂的反应容器,便于操作和观察</p> <p>离心试管还可用于少量溶液中的沉淀分离</p>	<p>可直接用火加热。硬质玻璃试管可以加热至高温</p> <p>加热后不能骤冷,特别是软质玻璃试管更易破裂</p> <p>离心试管只能用水浴加热</p>
 <p>试管架</p>	<p>放试管用</p>	<p>洗净的试管应倒插在试管架的木棍上</p>
 <p>试管夹</p>	<p>加热试管时夹试管用</p>	<p>防止烧损或锈蚀,使用时手应拿长夹处</p>
 <p>毛刷</p>	<p>用于洗刷玻璃仪器</p>	<p>小心刷子顶端的铁丝撞破玻璃仪器</p>
 <p>烧杯</p>	<p>用作反应物量较多时的反应容器,易使反应物混合均匀</p>	<p>加热前应先将外壁擦干,然后将其放置在石棉网上,使受热均匀</p>
 <p>表面皿</p>	<p>盖在烧杯上,防止液体迸溅或其他用途</p>	<p>不能用火直接加热</p>
 <p>量杯 量筒</p>	<p>用于度量一定体积的液体</p>	<p>不能加热,不能用作反应容器</p>

续表

仪 器	用 途	注 意 事 项
 <p>石棉网</p>	加热时,垫上石棉网能使受热物体均匀受热,而不致造成局部过热	不能与水接触,以免石棉脱落或铁丝锈蚀
 <p>铁夹</p>  <p>铁环</p>  <p>铁架</p>	用于固定或放置反应容器,铁环还可以代替漏斗架使用	防止受潮锈蚀
 <p>三脚架</p>	放置较大或较重的受热容器	防止受潮锈蚀
 <p>漏斗</p>  <p>长颈漏斗</p>	用于过滤等操作,长颈漏斗特别适用于定量分析中的过滤操作	不能用火直接加热
 <p>吸滤瓶和布氏漏斗</p>	两者配套使用于无机制备中晶体或沉淀的减压过滤。利用水泵或真空泵降低吸滤瓶中压力以加速过滤	不能用火直接加热
 <p>药勺(匙)</p>	取固体药品用。药勺两端各有一个勺,一大一小,根据取药量多少选用	不能用以取灼热的药品
 <p>滴瓶</p>  <p>细口瓶</p>  <p>广口瓶</p>	广口瓶用于盛放固体药品。滴瓶、细口瓶用于盛放液体药品。不带磨口塞子的广口瓶可作集气瓶	不能直接用火加热。瓶塞不得互换。盛放碱液时,要用橡皮塞,不能用磨口瓶塞,以免时间长了,玻璃磨口瓶塞被腐蚀粘牢

续表

仪 器	用 途	注 意 事 项
 研钵	用于研磨固体物质。按固体的性质和硬度选用不同质地的研钵	不能用火直接加热
 蒸发皿	蒸发液体用。随液体性质不同可选用不同质地的蒸发皿	能耐高温,但不宜骤冷。蒸发溶液时,一般放在石棉网上加热,也可直接用火加热
 水浴锅	用于间接加热,也用于粗略控温实验	
 干燥器	内放干燥剂,可保持样品或产物的干燥	防止盖子滑动而打碎。红热的物品待稍冷后才能放入。放置物完全冷却前要每隔一定时间开一开盖子,以调节干燥器内的气压
 洗瓶	内装蒸馏水,可淋洗仪器内壁	使用时瓶嘴切勿碰到被淋洗的器壁

四、无机化学实验基本操作

(一) 常用仪器的洗涤和干燥

1. 仪器的洗涤

化学实验室所用仪器以玻璃仪器为主,上面常附有尘土、油迹或化学物质,会影响实验结果,使用前必须洗净。仪器的洗涤除用自来水外,根据情况和要求可使用不同的洗涤剂,如去污粉、合成洗涤剂、铬酸洗液等。

去污粉是碳酸钠、白土和细沙的混合物。合成洗涤剂也是碱性物质,它们都有除去油渍的效果。铬酸洗液^①是由重铬酸钾和工业硫酸按一定比例配制而成,常用于洗涤某些定量实验的仪器,如移液管、容量瓶、滴定管等,本实验教材中对此不作要求。关于仪器的洗涤方法见实验一。

^① 由于铬(VI)是强致癌物,此种洗液应尽量少使用。

2. 仪器的干燥

(1) 晾干 不急用的仪器经洗净后,可倒置于干净的实验柜内或仪器架上晾干。

(2) 烘干 将洗净的仪器放入电烘箱(图1)内烘干(烘箱温度控制在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右)。仪器放入前尽量把水倒尽,注意平放,并不要将仪器口朝上。

(3) 烤干 试管能直接用火烤,但管口必须朝下倾斜,以免水珠倒流引起炸裂。火焰先从试管底部开始,缓慢向下移至管口,如此反复烘烤,直到不见水珠后,再将管口朝上,把水汽烘赶干净。烧杯或蒸发皿(先将外壁水珠擦去)可置于石棉网上用小火烤干。

带有刻度的计量仪器和厚壁仪器,如量筒、移液管、容量瓶、吸滤瓶等不得用明火或电炉直接加热的方法或放入电烘箱进行干燥,以免影响仪器的精密度或使仪器破裂。

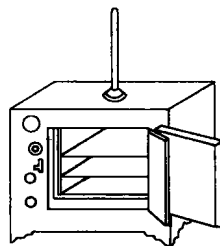


图1 电烘箱

(二) 加热和冷却

1. 加热

实验室常用的加热设备有煤气灯、酒精灯、电炉、水浴锅等。关于煤气灯和酒精灯的构造和使用方法见实验一,下面介绍其他两种。

电炉:电炉可代替煤气灯或酒精灯用于一般加热,并可借调节输入电压(安装一可调变压器)来控制温度的高低。在加热的容器(烧杯或蒸发皿等)和电炉之间放一块石棉网,以保证受热均匀。

水浴:被加热的物质如果要求受热均匀且不超过 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,可用水浴加热,见图2。水浴锅为铜制或铝制,内盛水不超过容积的 $2/3$ 。将盛有被加热溶液的容器(如蒸发皿、烧杯、试管等)置于水浴锅的锅圈上,再将锅中的水煮沸,利用蒸气加热。有时也可将容器浸入水浴中直接用热水加热,但不应触及器底。在加热过程中,要注意勿使锅中的水烧干。在实验室里最简便的办法是用大一点的烧杯来代替水浴锅。

常用的加热操作如下:

(1) 直接加热试管中的液体或固体 加热液体时,用试管夹夹住试管的中上部,试管稍微倾斜,管口朝上(图3),但切勿对着别人或自己,以免溶液喷溅伤人。先加热液体的中上部,再慢慢往下移动,并不断上下移动或振摇试管,使各部分溶液受热均匀,防止局部沸腾而发生喷溅。

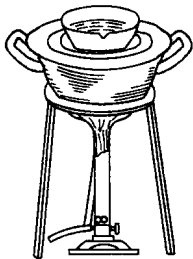


图2 水浴加热

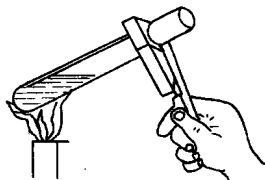


图3 加热试管中的液体