

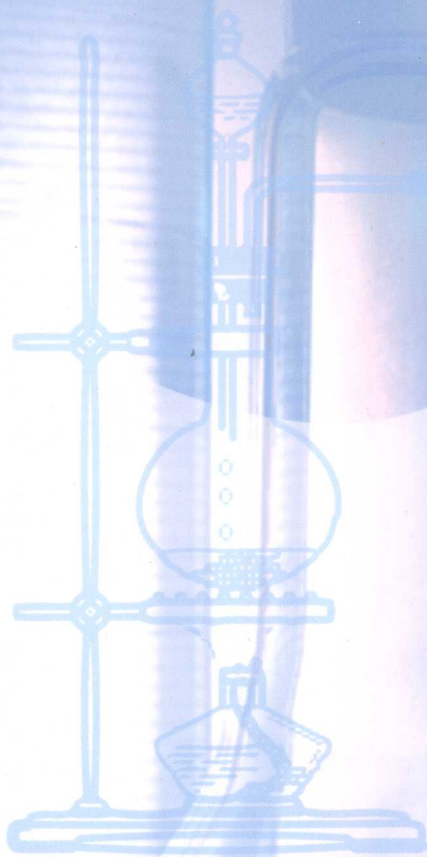


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

无机化学实验 (第四版)

华东理工大学无机化学教研组编

李梅君 徐志珍等修订



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

(第四版)

华东理工大学无机化学教研组编

李梅君 徐志珍等修订

高等教育出版社

内容提要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第三版的基础上根据近几年实验教学改革实践及教材使用情况的反馈修订而成的。本书保持第三版中对无机化学实验基本知识、基本操作技能的训练要求和以实验原理和方法为主线的结构特点,全书包括五个部分:Ⅰ 基本操作与技能训练;Ⅱ 化合物及化学反应特征常数的测定;Ⅲ 常见元素及其化合物的性质;Ⅳ 无机化合物的制备;Ⅴ 综合性与设计性实验。各部分选择的实验突出应用性、先进性,并能适应多层次教学的需要。为使学生掌握必备实验技能和方法,本次修订对实验内容做了合理的精简及调整,加强了综合性与设计性实验,使教材内容更丰富,使用面更广,既具有独立体系,便于单独设课使用,又可与理论教学配套使用。

本书可作为高等学校工科类各专业无机化学实验课程教材,也可以供从事化学实验工作人员或从事化学研究工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/华东理工大学无机化学教研组编. —4
版. —北京:高等教育出版社,2007. 12
ISBN 978-7-04-022601-0

Ⅰ. 无… Ⅱ. 华… Ⅲ. 无机化学-化学实验-高等
学校-教材 Ⅳ. O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 171832 号

策划编辑	翟 怡	责任编辑	董淑静	封面设计	赵 阳	责任绘图	尹 莉
版式设计	马敬茹	责任校对	姜国萍	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 肥城新华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 11
字 数 260 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1979 年 2 月第 1 版
2007 年 12 月第 4 版
印 次 2007 年 12 月第 1 次印刷
定 价 13.20 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 22601-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

第四版前言

《无机实验化学》第三版于1990年由高等教育出版社出版以来,多次重印,一直被许多高等工科院校所选用,是一本影响面较广、适用面较宽的实验教材。为遵循教育部有关大力改革实验教学形式和内容,开设综合性、创新性实验的精神,根据近几年实验教学改革实践及教材使用情况的反馈,对《无机实验化学》第三版教材做了修订。本版修订的原则是保持两个基本不变:第三版中对无机化学实验基本知识、基本操作技能的训练要求不变;第三版总体格局、编写结构特点不变。在此基础上,本着提高学生独立分析与解决实际问题的能力和创新能力,做了如下修订:

1. 对原有的实验内容做了合理的精简及调整,特别是综合性与设计性实验。在编者开发新实验的基础上,精选了一些与环境保护、生活实践等有关的实验,突出应用性,体现化学在其他学科及生活中的重要性。

2. 为使教材能体现科学技术的不断发展,更新了实验中所涉及的仪器,并对仪器的原理和使用方法做了阐述。

3. 将原来的指导与思考分拆成实验指导和思考题两部分。实验指导写在具体实验的后面,便于学生阅读,使学生在其指点下,可独立完成实验或自行设计实验方案。思考题写在每个实验的最后,便于学生在预习时进行思考。

第四版由李梅君、徐志珍、王燕、王绿芳、金韬芬参与修订。全书由李梅君统稿。

本次修订得到了高等教育出版社的大力支持,在此表示感谢。同时也对为本书前三版做出贡献的同仁们及在使用本书过程中提出过有益意见和建议的同行们表示感谢。

限于编者水平,难免有疏漏和不妥之处。恳请同行和读者批评指正。

编者

2007年7月

第三版前言

无机化学实验是高等工业院校化工、轻工、冶金、纺织、环保以及应用化学等专业的第一门基础化学实验课程。很多院校均已单独设课进行教学。作为第一门实践性课程,其目的和任务不仅是验证理论知识,更重要的是通过实验教学,训练科学实验的方法和技能,使学生逐步学会对实验现象进行观察、分析、判断、推理以及归纳总结,培养独立工作和解决问题的能力。

随着教学改革的深化,要求高等工业院校的培养目标面向基层,面向企业,要求改变过去单一的培养模式,建设多类型、多层次、多规格的课程体系。教材建设必须适应培养目标而做相应变革。本教材是以国家教委制订的《高等工业学校无机化学课程教学基本要求》为依据,在我组杨炳良教授主编的《无机化学实验》(第二版)的基础上修订而成。修订过程中结合我组近几年来教学改革的实践,汲取了一些兄弟院校的教学经验,尽可能适应当前教学改革的需要,反映工科院校教学的特点。本教材既具有独立体系,又可与理论教学配套使用。

本教材的编写力求体现下列特点:

1. 精选内容,适应多层次、多规格教学的需要。

本教材共有五类实验:Ⅰ. 基本操作与技能训练;Ⅱ. 化合物与反应特征常数的测定;Ⅲ. 常见元素及其化合物的性质;Ⅳ. 无机化合物的制备;Ⅴ. 综合、设计实验。以上五类共编入 36 个实验,还编入 6 组实验练习题与 5 个趣味实验。每类实验都有足够的内容,可供工科院校各专业不同类型、层次、规格的教学要求和教学条件加以选择组合。同时,编写了有关实验原理,也便于单独设课使用。

2. 注意启发思维,着重能力培养。

本教材在编写中竭力注意克服“照方配药”、不求甚解的弊端。每个实验都根据内容写明目的要求,教师可着重指导学生制定实验方案,确定实验条件,选择适当试剂,并控制用量进行实验。在每个实验中还编写了若干具有启发性的思考题,以引导学生在预习时联系理论知识进行思考,在实验中结合实验现象做出分析,在实验后加以归纳总结写出报告。这样,可以使学生在教师指导下更好地发挥主动性,积极启发思维,从而培养自己获得知识的能力。实验练习题和趣味实验,既可作复习巩固有关教学内容之用,又可帮助学生提高学习兴趣,作为开展第二课堂活动的资料。

3. 分类编排,便于检查教学质量和组织考核。

本教材将不同内容的实验分类编排,使实验教学检查和对学生的考核可以安排在各类实验中进行。如在化合物制备与提纯实验结束时进行基本操作与技能的考核,着重检查实验动手能力的训练效果;在元素化合物性质实验之末,安排常见阴、阳离子未知液的分析鉴定,以考核学生掌握知识、观察、分析和判断能力;期末结合实验原理的考核,综合检查实验方案或简单工艺路线的确定,材料、药品、仪器的合理选用等方面能力。通过分阶段组织考核,教师也可从中获得反馈信息,及时调整和改进教学。

4. 反映生产实际和新技术、新成果,实验方法和测试手段多样化。

本教材所编实验,既有简单无机化合物的制备,也有较复杂化合物的合成及其性能测试,不少内容直接与生产实际相联系,有以生产中的废液、废渣为原料,也有直接以天然矿物为原料;有常温或高温下操作;也有非水体系的操作。对于化合物及化学特征常数的测定,采用多种测试手段,同一测定方法也适用于不同类型的实验内容,并且有近似的测定方法,又有精确的测定与计算方法。这样既可拓宽学生的知识面,使学生在能力上得到更多的训练和培养,也可供不同条件的实验室加以选用。某些实验(如《聚合硫酸铁的制备及其性能的测定》、《用碳酸化法从硼镁泥中制取氧化镁的工艺条件选择》等)直接取材于我组教师的科研成果。而微型计算机的应用,则可帮助检查实验结果和处理实验数据,从而指导学生严格、迅速、正确地完成实验。综合、设计类型的实验内容新颖,具有综合性、实用性和难度大的特点,不仅可以用来作为综合训练,也可用来作为较高层次实验选修课的内容,对于提高学生整体智能结构很有帮助。

本教材由金韬芬主编,裘贞庭、陈祥富、王秉济、李梅君、王绿芳、高建宝同志参加编写。在修订过程中,得到朱裕贞、杨炳良教授的热忱指导,教研组全体同志的热情帮助,在此致以衷心感谢。

本教材由华南理工大学吴天才、黎洁奎审阅,特致谢意。

限于编者水平,难免疏漏、欠妥,敬请读者批评与指正。

华东化工学院无机化学教研组

1989年5月

第二版前言

本书第一版自1979年2月出版,已经试用三年。根据全国许多高等工业学校在试用过程中所提出的宝贵意见,参照1980年5月在上海举行的高等学校工科化学教材编审委员会扩大会议审定的《无机化学教学大纲》以及1982年6月在安徽芜湖召开的工科化学教材编审委员会普通化学和无机化学编审小组审定的《高等工业学校无机化学教学大纲补充说明》的精神并注意了有利于学生积极思考,提高学生应用理论知识解决实际问题的能力,对第一版的实验内容做了适当的修订和增删。主要有:(1)增加了无机制备和基本操作训练的实验;(2)充实了无机反应在离子分离和鉴定方面的应用,补充了一些思考性实验内容;(3)改变了某些常数测定的实验;(4)纠正了已经发现的错误,修改和补充了某些实验现象不够明显的内容。

在使用第二版时,可根据1982年6月安徽芜湖会议审定的《无机化学教学大纲补充说明》的建议,选做8~20个实验。

本书第二版由杨炳良副教授主编,陈培德参加编写。

本书由华南工学院无机化学教研室林养素、吴天才、黎洁鑫、李彩英审稿,经龙惕吾教授复审,同意作为高等学校教材出版。

限于编者水平,错误和缺点仍所难免,敬希读者继续批评指正。

华东化工学院无机化学教研组

1982年7月

第一版编写说明

工科院校化工类《无机化学实验》试用教材是根据 1977 年 11 月高等学校工科化学教材编写会议制订的《无机化学》教材编写大纲(初稿)的要求编写的。1978 年 9 月在上海召开了实验选材审编会议。华南工学院、大连工学院、成都工学院、天津大学、清华大学、浙江大学、合肥工业大学、上海纺织工学院、南京化工学院、北京化工学院、上海化工学院和上海化工学院四川分院十二所院校参加了会议。会议决定,以上海化工学院的无机化学实验讲义为基础,结合大连工学院的无机化学实验讲义并选用其他兄弟院校的某些实验,由上海化工学院负责编写,华南工学院负责审阅。

本实验教材在编写过程中注意了以下几点:

1. 密切配合大连工学院无机化学教研室编写的《无机化学》教材,以利于理论与实际的联系。

2. 加强基本操作的训练。通过元素化合物以及无机制备等实验,使学生能正确地熟练掌握无机化学实验中最基本的实验操作技能(如试管反应、加热、过滤、蒸发等)。

3. 为了培养学生独立工作和思考的能力。在实验教材中,安排了数据的处理和曲线绘制等科学方法的内容,并由学生自己设计一些具有思考性的实验。

4. 为了加深对所学理论的理解,实验内容中,编入了某些测定常数的实验以及使用某些重要的常规仪器,如分析天平、酸度计、电导率仪、光电比色计、72 型分光光度计等,并在不同的实验中,适当重复使用这些仪器,从而进一步提高学生的实验操作技能。

5. 贯彻少而精的原则。每个实验的内容尽量能使学生在 2 学时内完成。同时列入了一些标有星号(*)的实验内容,供各校根据具体情况选做。

6. 结合目前国内中学化学的基础以及各大专院校现有仪器和设备条件的具体情况,实验内容具有较广泛的适应性。书中共编入了 31 个实验,各校可根据具体情况选做 20 个,其中无机制备实验的内容,不宜少于 2 个。

本实验教材由杨炳良同志主编,蔡光缙和陈培德同志协助编写。南京化工学院、浙江大学、上海纺织工学院和华南工学院协助复做。最后经华南工学院龙惕吾教授主审,张兴泰、范琼嘉同志参加审定。

由于编写时间仓促,限于编者水平,错误、缺点在所难免,敬希读者批评指正。

上海化工学院无机化学教研组

1978 年 12 月

目 录

第一部分 无机化学实验基本知识	1
一、仪器的洗涤与干燥	1
二、加热装置和加热方法	2
三、液体体积的量度	5
四、试剂与试剂的配制	10
五、天平与称量	12
六、简单玻璃加工技术	17
七、气体的发生、净化、干燥和收集	18
八、蒸发、结晶和固、液分离	20
九、试纸的使用	24
十、比重计的使用	24
十一、误差与实验结果处理	24
十二、实验室安全知识	29
第二部分 实验	31
I. 基本操作与技能训练	31
实验一 煤气灯的使用和玻璃管(棒)的加工操作	31
实验二 分析天平的使用	33
实验三 二氧化碳相对分子质量的测定	34
实验四 摩尔气体常数的测定	37
实验五 溶液的配制和酸碱滴定	39
II. 化合物及化学反应特征常数的测定	40
实验六 醋酸解离平衡常数的测定	41
(一) pH法	41
(二) 电导率法	42
附:酸度计、电导率仪的使用	44
实验七 溶度积常数的测定	48
(一) 硫酸钙溶度积的测定(离子交换法)	48
(二) 硫酸钡溶度积的测定(电导率法)	50
实验八 化学平衡常数的测定(分光光度法)	52
附:分光光度计的使用	54
实验九 磺基水杨酸与 Fe^{3+} 配合物的组成和稳定常数的测定(分光光度法)	57
实验十 化学反应速率、活化能的测定	60
(一) 过二硫酸铵与碘化钾反应的反应速率、反应级数、活化能的测定	60
(二) 铬离子和 EDTA 二钠盐的反应活化能的测定(分光光度法)	63

实验十一 $\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 分裂能的测定(分光光度法)	64
III. 常见元素及其化合物的性质	66
实验十二 氯、溴、碘的化合物	72
实验十三 氧、硫、氮、磷	76
实验十四 常见阴离子的分离与鉴定	80
实验十五 碱金属和碱土金属	83
实验十六 锡、铅、铋、铊	86
实验十七 铬和锰	90
实验十八 铁、钴、镍	93
实验十九 铜、银、锌、镉、汞	97
实验二十 常见阳离子的分离与鉴定	101
IV. 无机化合物的制备	110
实验二十一 硫酸亚铁铵的制备	115
实验二十二 从硼镁泥制取七水硫酸镁	118
实验二十三 硫酸锌的制备	119
实验二十四 由软锰矿制取高锰酸钾	121
实验二十五 四碘化锡的制备	122
实验二十六 三氯化六氨合钴(III)的制备	123
V. 综合性与设计性实验	124
实验二十七 硫酸铜的制备及结晶水的测定	124
(一) 由粗氧化铜制备硫酸铜	124
(二) 硫酸铜的提纯	125
(三) 硫酸铜中结晶水的测定	126
实验二十八 三草酸合铁(III)酸钾的合成及电荷数的测定	127
(一) 三草酸合铁(III)酸钾的合成	127
(二) 三草酸合铁(III)酸钾配离子电荷数的测定	128
(三) 三草酸合铁(III)酸钾的感光性质	130
实验二十九 聚合硫酸铁的制备及主要性能指标的测定	131
实验三十 从含碘废液中回收碘制取碘化钾	133
实验三十一 废干电池的综合利用	136
实验三十二 废烂板液的综合利用	137
实验三十三 从含银废液中提取银	138
实验三十四 由鸡蛋壳制备丙酸钙	138
实验练习题	140
一、解离平衡	140
二、沉淀反应	140
三、氧化还原反应	140
四、配位化合物	141
五、离子分离与鉴定	144
六、判断未知物	144
趣味实验	144

一、试管内的焰色反应	144
二、滤纸上金属树的制备	144
三、多种色彩的沉淀	145
四、变色溶液	145
五、着火的铁	146
六、化学同心圆环	147
七、自制化学暖袋	147
八、水面鞭炮	147
九、示温涂料	148
附录	149
附录一 元素相对原子质量表	149
附录二 弱电解质的解离平衡常数(298 K)	150
附录三 难溶电解质的溶度积常数(298 K)	151
附录四 不同温度下水的饱和蒸气压	152
附录五 标准电极电势(298 K)	153
附录六 一些配离子的稳定常数和不稳定常数	156
附录七 常用酸碱的浓度、密度及溶液配制	157
附录八 常用 pH 缓冲溶液的配制(298 K)	158
附录九 常见离子和化合物的颜色	159
附录十 一些试剂的配制	161
参考文献	163

第一部分 无机化学实验基本知识

一、仪器的洗涤与干燥

化学实验常用仪器中,大部分为玻璃制品和一些瓷质类器皿。玻璃仪器种类很多,按用途大体可分为容器类、量器类和其他器皿类。容器类包括试剂瓶、烧杯、烧瓶等。根据它们能否受热又可分为可加热的和不宜加热的器皿。量器类有量筒、移液管、滴定管、容量瓶等。量器类一律不能受热。其他器皿包括具有特殊用途的玻璃器皿,如干燥器、砂芯漏斗等。瓷质类器皿包括蒸发皿、布氏漏斗、瓷研钵等。

1. 仪器的洗涤

化学实验中使用的各种仪器常沾附有化学药品,既有可溶性物质,也有灰尘和其他不溶性物质以及油污等有机物。为了使实验得到正确的结果,应根据仪器上污物的性质,采用适当的方法,将仪器洗涤干净。

(1) 一般污物的洗涤方法

① 振荡水洗 在玻璃仪器内,倒入约占总容量 $1/3$ 的自来水,稍用力振荡片刻,倒掉。照此连洗数次。

② 用水刷洗 用毛刷和水刷洗器皿(从外到里),可洗去可溶性物质、部分不溶性物质和尘土等,但不能除去油污等有机物。

③ 用肥皂水或洗涤剂洗 用蘸有肥皂水或洗涤剂的毛刷擦拭,再用自来水冲洗干净,可除去油污等有机物。

不能用上述方法洗涤的器皿或不便于用毛刷刷洗的仪器,如容量瓶、移液管等,若内壁沾有油污等物质,则可视其沾污的程度,选择洗涤剂进行滴洗,即先把肥皂水或洗涤剂配成溶液,倒少量洗涤液于容器内振荡几分钟或浸泡一段时间后,再用自来水冲洗干净。

(2) 特殊污物的洗涤方法 对于某些用通常的方法不能洗涤除去的污物,则可通过化学反应将沾附在器壁上的物质转化为水溶性物质。例如,铁盐引起的黄色污物加入稀盐酸或稀硝酸浸泡片刻即可除去;接触、盛放高锰酸钾后的容器可用草酸溶液滴洗(沾在手上的高锰酸钾也可同样清洗);沾有碘时,可用碘化钾溶液浸泡片刻,或加入稀的氢氧化钠溶液并温热,或用硫代硫酸钠溶液也可将其除去;银镜反应后黏附的银或有铜附着时,可加入稀硝酸,必要时可稍微加热,以促进溶解。

用自来水洗净的仪器,应洁净透明,器壁上不能挂有水珠,然后还需要用蒸馏水或去离子水淋洗 2~3 次。

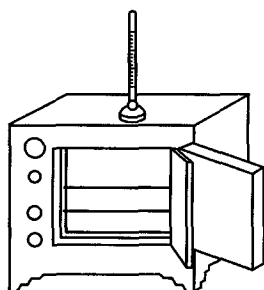
2. 仪器的干燥

实验时所用的仪器,除必须洗净外,有时还要求干燥。干燥的方法有以下几种:

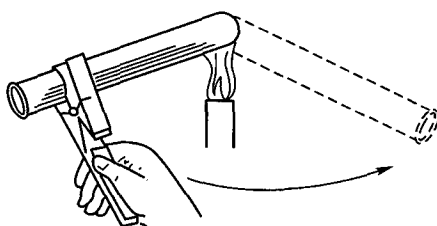
(1) 倒置晾干 将洗净的仪器倒置在干净的仪器架上或仪器柜内自然晾干。这种干燥方法是较为常用的,适用于烧杯、锥形瓶、量筒、容量瓶、移液管等仪器的干燥。

(2) 热(或冷)风吹干 仪器如急需干燥,则可用吹风机吹干。对一些不能受热的容量器皿可用冷吹风干燥。如果吹风前用乙醇、乙醚、丙酮等易挥发的水溶性有机溶剂冲洗一下,则干得更快。

(3) 加热烘干 洗净的仪器可放在烘箱内烘干,如图 0-1(a)所示。烘干温度一般控制在 105°C 左右,仪器放进烘箱前应尽量把水倒净。能加热的器皿如烧杯、蒸发皿等则可放在石棉网上用小火烤干。试管也可直接用小火加热烘干。加热前,要把试管外壁的水擦干,加热时,试管口要略向下倾斜以防水珠倒流炸裂试管,如图 0-1(b)所示。火焰不宜集中在一个部位,应从试管底部开始,缓慢移至管口,并左右转移(试管口始终略向下),直至烘烤到无水珠,最后将试管口朝上赶尽水汽。



(a) 烘箱



(b) 试管烤干

图 0-1

二、加热装置和加热方法

1. 加热装置

(1) 煤气灯 实验室中如果备有煤气,在加热操作中,常用煤气灯。煤气由导管输送到实验台上,用橡皮管将煤气开关和煤气灯相连。煤气中含有毒的物质,所以绝不可使煤气逸到室内。不用时,一定要把煤气开关关紧。

煤气灯的式样很多,但构造基本相同。煤气灯主要由灯管和灯座两部分组成,灯管和灯座通过灯管下部的螺丝相连,如图 0-2 所示。转动取下灯管 1,可以看到灯座的煤气出口 2 和空气入口 3。旋转灯管 1,能够完全关闭或不同程度地开启空气入口,以调节空气的进入量。灯座底部(或侧面)有螺丝 4,可控制煤气的进入量。

点燃煤气灯时,先关上空气入口 3(图 0-2),再擦燃火柴或开启打火枪,移近灯管口,打开煤气开关,将煤气点燃。调节煤气进入量,使火焰保持适当的高度,此时煤气燃烧不完全,便会析出碳质,生成光亮的黄色火焰,温度不高。旋转灯管,调节空气进入量,使煤气完全燃烧,火焰由黄色变为蓝色,此时的火焰称为正常火焰,如图 0-3(a)所示。煤气的正常火焰可以分为三个锥形区域(图 0-4):内层 1,空气和煤气进行混合,并未燃烧,温度较低;中层 2,在这里煤气不完全燃烧,生成含碳的产物,这部分火焰具有还

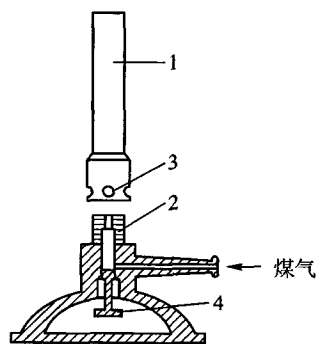


图 0-2 煤气灯构造

1—灯管; 2—煤气出口;
3—空气入口; 4—螺丝

原性,称为“还原焰”;外层3,在这里煤气完全燃烧,但由于含有过量的空气,这部分火焰具有氧化性,称为“氧化焰”,温度高,火焰呈淡紫色。在煤气火焰中,各部分的温度如图0-4所示。

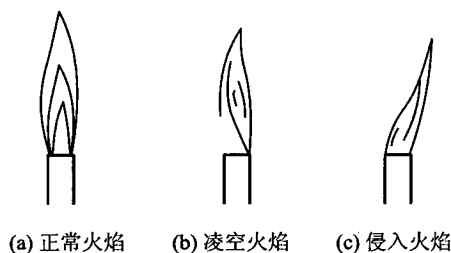


图0-3 各种火焰

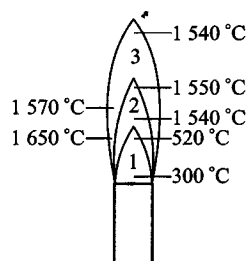


图0-4 火焰各区域的温度

1—内层; 2—中层; 3—外层

如果点燃煤气时,空气和煤气入口都开得太大,火焰就会凌空燃烧,称为“凌空火焰”,见图0-3(b),当煤气进口开得很小,而空气入口开得太大时,进入的空气太多就会产生“侵入火焰”,见图0-3(c),此时煤气在灯管内燃烧,并发出“嘶嘶”的响声,火焰的颜色变为绿色,灯管被烧得很烫。发生这些现象时,应立即关闭煤气,待灯管冷却后,重新调节和点燃。

(2) 电炉和箱形电炉(马福炉) 根据需要,实验室还常常用电炉或箱形电炉进行加热。它们都是靠电热丝产生热量。针对加热物的不同要求,可选用不同功率、不同形式的电炉。

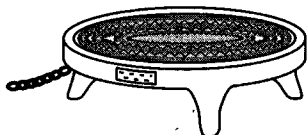


图0-5 电炉

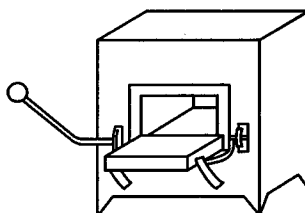


图0-6 箱形电炉

① 电炉 电炉(图0-5)可以代替酒精灯或煤气灯用于一般加热。其温度高低可以通过调节电阻(外接可调变压器)来控制。加热时容器和电炉之间隔一块石棉网,保证受热均匀。

② 箱形电炉 也称马福炉。箱形电炉(图0-6)其炉膛呈长方形,也是用电热丝或硅碳棒来加热,最高温度可达1100~1200°C,使用时将试样置于坩埚内放入炉膛中加热,温度一般由温度控制器自动控制。

2. 加热方法

(1) 直接加热试管中的液体和固体 直接加热试管中的液体时,应擦干试管外壁,用试管夹夹住试管的中上部,手持试管夹的长柄以手腕关节缓缓摇动。口向上倾斜(图0-7),加热时,先加热液体的中上部,然后慢慢向下移动,再不时地上下移动,使溶液各部分受热均匀。管口不能对着自己或他人,以免溶液在煮沸时迸溅烫伤。液体量不能超过试管高度的1/3。

直接加热试管中的固体时,可将试管固定在铁架台上,试管口要稍向下倾斜,略低于管底(图0-8),防止冷凝的水珠倒流至灼热的试管底部炸裂试管。

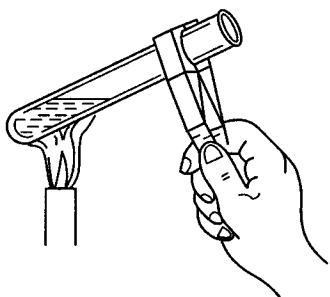


图0-7 加热试管中的液体

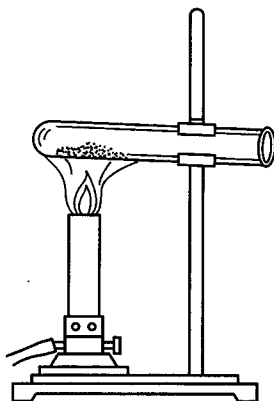


图0-8 加热试管中的固体

(2) 直接加热烧杯、烧瓶等玻璃仪器中的液体 加热烧杯、烧瓶中的液体时,仪器必须放在石棉网上,以防受热不均匀而破裂。液体量不超过烧杯的 $1/2$ 、烧瓶的 $1/3$ 。加热含较多沉淀的液体以及需要干燥沉淀时,用蒸发皿比用烧杯好。

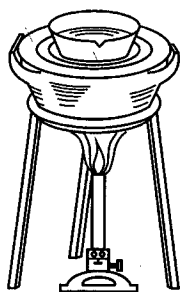
(3) 水浴、油浴和沙浴 为了消除直接加热或在石棉网上加热容易发生过热等缺点,可使用各种加热浴。

① 水浴 当被加热物质要求受热均匀而温度又不能超过 100°C 时,可用水浴加热。

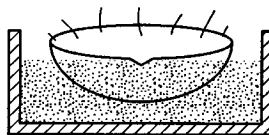
水浴是在浴锅中加水(一般不超过容量的 $2/3$),将要加热的容器如烧杯、锥形瓶浸入水中(不能触及锅底),水面应略高于容器内的被加热物质,就可有一定温度(或沸腾)下加热。加热时还需注意随时补充水浴锅中的水,保持水量,切勿烧干。

若盛放加热物质的容器并不浸入水中,而是通过蒸发出的热蒸汽来加热,则称之为水蒸气浴。

通常使用的水浴如图0-9(a)所示,附带一套具有大小不同的同心圆的环形铜(或铝)盖。可根据加热容器的大小选择,以尽可能增大器皿底部受热面积而又不落入水浴为原则。



(a) 水浴加热



(b) 沙浴加热

图0-9 加热浴

实验室中的水浴加热装置常采用大烧杯代替水浴锅。

② 油浴和沙浴 当被加热物质要求受热均匀,而温度高于 100°C 时,可使用沙浴或油浴加热。

油浴是以油代替浴锅中的水。一般加热温度在 $100 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 以下时,可用油浴。油浴的优点在于温度容易控制在一定范围内,容器内的被加热物质受热均匀。常用的油有甘油(用于 150°C 以下的加热)、液体石蜡(用于 200°C 以下的加热)等。使用油浴要小心,防止着火。加热油浴的温度要低于油的沸点,当油浴冒烟情况严重时,应立即停止加热。油浴中应悬挂温度计以便随时调节灯焰,控制温度。加热完毕后,把容器提离油浴液面,仍用铁夹夹住,放置在油浴上面,待附着在容器外壁上的油流完后,用纸和干布把容器擦干净。

沙浴是将细沙盛在平底铁盘内。操作时,可将器皿欲加热部分埋入沙中,见图 0-9(b),用煤气灯非氧化焰进行加热(注意,如用氧化焰强热,就会烧穿盘底)。若要测量温度,必须将温度计水银球部分埋在靠近器皿处的沙中。

(4) 坩埚的加热 高温加热或熔融固体时,根据原料不同可选用不同材料的坩埚(如瓷质坩埚、金属坩埚及耐火材料坩埚等)。加热时,将坩埚放在泥三角上(图 0-10),用煤气灯的氧化焰灼烧,先小火,后强火。若需灼烧到更高温度时,可将坩埚置于马福炉中进行强热。移动坩埚时,必须使用干净的坩埚钳。坩埚钳用过,应钳头朝上,平放在石棉板上,如图 0-11 所示。

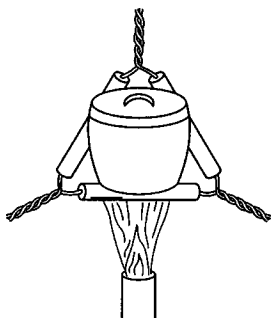


图 0-10 坩埚加热

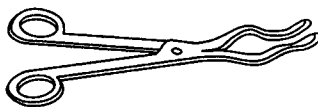


图 0-11 坩埚钳放法

三、液体体积的量度

实验室中容量量器是量度液体体积的仪器,有标有分刻度的量筒、量杯、吸量管、滴定管以及标有单刻度的移液管、容量瓶等。其规格是以最大容量为标志,常标有使用温度,不能加热,更不能用作反应容器。读取容量时,视线应与量器(竖直)弯月面的最低点保持水平。

1. 量筒、量杯

常用于液体体积的一般量度。

2. 移液管、吸量管

移液管和吸量管是用来准确移取一定体积液体的量器,如图 0-12 所示。移液管又称吸管,是一根细长而中间膨大的玻璃管,在管的上端有一环形标线。将溶液吸入管内,使溶液弯月面的下缘与标线相切,再让溶液自由流出,则流出的溶液体积就等于其标示的数值。