

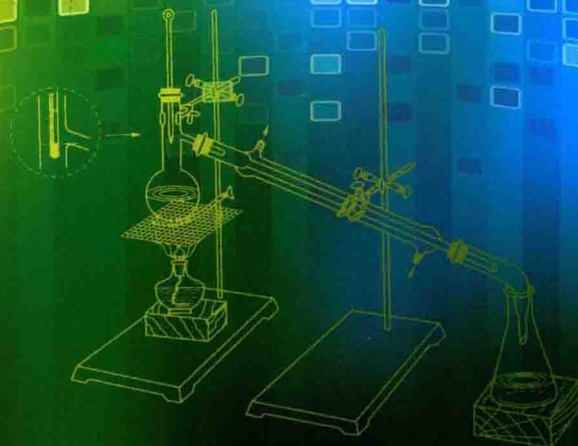
普通高等教育“十二五”规划教材

# 基础化学实验教程

陈丽华 主编

李海玲 哈斯其美格 肖朝虎 副主编

JICHU HUAXUE  
SHIYAN JIAOCHENG



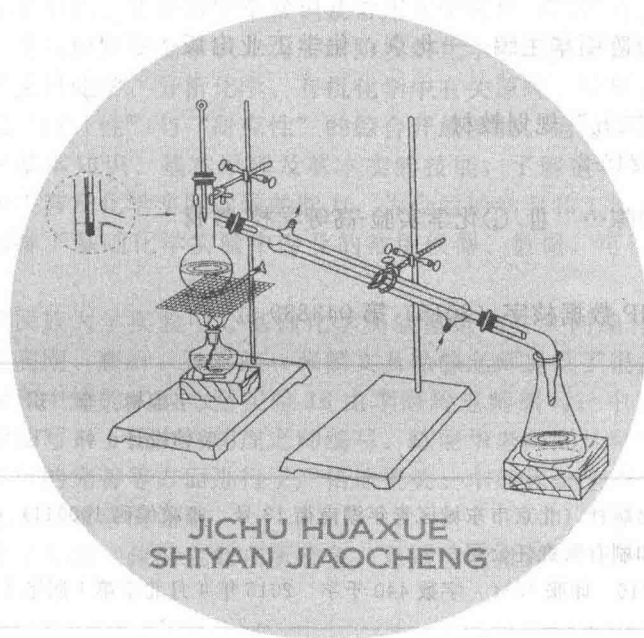
化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

# 基础化学实验教程

陈丽华 主编

李海玲 哈斯其美格 肖朝虎 副主编



化学工业出版社

《基础化学实验教程》结合民族院校特色，将普通化学实验、无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验统一起来。以科学性、系统性为基础，强调实用性、内容衔接性、整体优化性而编写。内容包括：化学实验的基础知识；常用仪器简介；化学实验的基本技能操作；物质的制备、分离与提纯实验技术；物质的合成实验技术；验证性实验技术；滴定分析实验技术；仪器分析实验技术及综合、设计性实验技术等部分。为了减少对环境的污染和增强环境保护意识，还加入了微型和绿色实验。

《基础化学实验教程》可作为化学、化工、生物、农学、环境以及预科（理科）等专业的基础化学实验教材，也可供相关专业技术人员参考。

普通高等教育“十二五”规划教材

# 基础化学实验教程

主编 陈丽华

副主编 刘俊之 李玥 装帧设计 韩飞

## 图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验教程/陈丽华主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 6

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-23245-8

I. ①基… II. ①陈… III. ①化学实验-高等学校-教材  
IV. ①06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 043839 号

责任编辑: 刘俊之

文字编辑: 李玥

责任校对: 蒋宇

装帧设计: 韩飞

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 440 千字 2015 年 4 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: 29.80 元

版权所有 违者必究



# 前 言

《基础化学实验教程》是依据“西北民族大学规划教材”主旨，结合高等民族院校特色，以科学性、系统性为基础，强调实用性、内容衔接性、整体优化性而编写的一门基础化学实验教材。

基础化学实验是以实验操作为主的技能课程，由传统的无机化学实验、分析化学实验和有机化学实验结合而成，同时融入综合化学实验的适量内容。基础化学实验既是一门独立课程，又与相应的理论课程——《无机化学》、《分析化学》、《有机化学》存在紧密联系。整个实验教材体系包括无机、分析、有机和综合开放实验四大板块，各板块间既明确分工，又紧密联系，每个大板块又分成若干存在内在规律的小板块，以更好体现学科渗透的特点。整个体系及各个板块均贯穿“基础、提高、综合、创新”这一特点。在“基础”阶段，着重进行基本知识、基本操作、基本技能的训练，即强调基础性；在“提高”阶段，突出教学对象的主动性和独立性；在“综合”阶段，强调化学实验的综合性和先进性；在“创新”阶段，强调化学实验的设计性和研究性。

全书按照基本知识、实验内容和附录三部分进行编写。上篇为基础化学实验基本知识，介绍化学实验的基础知识、实验室安全常识及常用化学软件应用，力求学生掌握化学实验基本知识、操作技能及实验室安全常识，为后续阶段的化学学习奠定良好的基础。中篇为基础化学实验，选编了无机化学、分析化学、有机化学中有关原理、性质、合成、表征等方面的实验，下篇为突出“设计性”与“研究性”的综合开放实验。通过中篇和下篇的学习，使学生掌握相关的化学基本知识、基本原理及基本实验技能，了解这些知识、理论和技能的应用，培养分析和解决涉及化学实际问题的能力，为今后的学习和工作打下一定的基础。附录则较系统全面地编排了基础化学实验中涉及的常用仪器、数据，可作为基础化学实验手册使用。

本教程由西北民族大学实验中心基础化学实验室策划并共同编写而成。在搜集相关资料、书籍方面，王满刚、曹忻、孙万虹、张麟文及徐静老师提供了很多的帮助。在教程编写方面，上篇、附录和中篇的实验1至实验16由李海玲老师编写；中篇的实验17至实验54由哈斯其美格老师编写；下篇由肖朝虎老师编写。陈丽华老师则从科学谋篇到整体布局、从全书统筹到内容细节的完善等方面进行了严格地把关。本教程是全体编写人员集体劳动和智慧结晶，谨在此表示诚挚的谢意。

由于编者的水平有限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2014年10月

# 目 录

## 上篇 基础化学实验基本知识

<b>第 1 章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 化学实验课程的目的 .....	1
1.2 化学实验室守则 .....	2
1.3 化学实验室安全守则 .....	2
1.4 化学实验室意外事故处理 .....	3
1.5 化学实验室“三废”处理 .....	4
<b>第 2 章 化学实验基本知识</b> .....	<b>6</b>
2.1 普通化学实验常用玻璃仪器 .....	6
2.2 化学实验室化学试剂的分类及保管 .....	12
2.3 化学实验常用指示剂 .....	16
2.4 化学实验用水 .....	18
2.5 化学实验的学习方法 .....	19
2.6 化学实验误差及数据处理 .....	22
2.7 化学软件 Original 的应用 .....	25
<b>第 3 章 化学基本操作训练</b> .....	<b>29</b>
3.1 分析天平的称量练习 .....	29
3.2 塞子的钻孔和简单玻璃工 .....	32
3.3 滴定分析基本操作 .....	35
3.4 溶液体积测量和密度测定 .....	40
3.5 酸碱标准溶液的配制和标定 .....	41
3.6 常压蒸馏及沸点测定 .....	44
3.7 水蒸气蒸馏 .....	47
3.8 重结晶提纯 .....	49
3.9 熔点的测定及温度计的校正 .....	51
3.10 萃取与洗涤 .....	53
3.11 柱色谱 .....	56
3.12 物质的制备 .....	58

## 中篇 基础化学实验

<b>第 4 章 基础无机及分析化学实验</b> .....	<b>60</b>
4.1 元素性质实验 .....	60

实验 1	卤素 .....	60
实验 2	碱金属和碱土金属 .....	62
实验 3	氧、硫 .....	64
实验 4	氮族 .....	66
实验 5	铜、银、锌、汞 .....	68
实验 6	铁、钴、镍 .....	71
4.2	化学原理及平衡实验 .....	74
实验 7	醋酸解离度和解离常数的测定 .....	74
实验 8	B-Z 振荡反应 .....	77
实验 9	摩尔气体常数的测定 .....	79
实验 10	化学反应速率与活化能的测定 .....	80
实验 11	碘化铅溶度积常数的测定 .....	83
实验 12	分光光度法测定 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的分裂能 .....	85
实验 13	银氨配离子配位数及稳定常数的测定 .....	86
实验 14	无机纸上色谱 .....	88
实验 15	酸碱反应与缓冲溶液 .....	90
实验 16	配合物与沉淀-溶解平衡 .....	92
4.3	定量分析实验 .....	95
实验 17	食醋中总酸量的测定 .....	95
实验 18	水的总硬度的测定 .....	96
实验 19	混合碱中各组分含量的测定(微型滴定法) .....	98
实验 20	邻二氮菲分光光度法测定水中微量铁 .....	100
实验 21	配位滴定法测定白云石中钙、镁的含量 .....	102
实验 22	直接碘量法测定维生素 C 的含量 .....	104
实验 23	沉淀滴定法测定可溶性氯化物中的氯含量 .....	105
实验 24	微型称量滴定法测定氯化铵的含量 .....	107
4.4	无机物质提纯、制备实验 .....	108
实验 25	氯化钠的提纯 .....	108
实验 26	硫酸铜的提纯 .....	109
实验 27	硫酸亚铁铵的制备(微型实验) .....	111
实验 28	三草酸合铁(III)酸钾的制备、组成测定及表征 .....	113
实验 29	高锰酸钾的制备 .....	116
实验 30	过氧化钙的制备及其含量分析 .....	117
实验 31	七水合硫酸锌及其衍生物的制备 .....	118
<b>第 5 章 基础有机化学实验 .....</b>		<b>121</b>
5.1	有机化合物性质实验 .....	121
实验 32	烃的性质与鉴定 .....	121
实验 33	醇和酚的性质与鉴定 .....	123
实验 34	醛和酮的性质与鉴定 .....	125
实验 35	胺的性质与鉴定 .....	127
实验 36	羧酸和羧酸衍生物的性质与鉴定 .....	128
实验 37	糖类化合物的性质与鉴定 .....	131
实验 38	蛋白质的性质与鉴定 .....	132

5.2 基本合成实验 .....	135
实验 39 溴乙烷的制备 (微型实验) .....	135
实验 40 甲基橙的制备 (微型实验) .....	136
实验 41 苯胺的制备 .....	138
实验 42 乙酸乙酯的制备 .....	139
实验 43 乙酰苯胺的制备 .....	140
实验 44 乙酰水杨酸的制备 .....	141
实验 45 2-甲基-2-己醇的合成 .....	143
实验 46 环己酮的合成 .....	145
实验 47 苯亚甲基苯乙酮的合成 .....	146
5.3 高级合成实验 .....	147
实验 48 乙酰基二茂铁和二乙酰基二茂铁的合成及柱色谱分离 .....	147
实验 49 高分子聚合物——聚苯乙烯的制备 .....	148
实验 50 离子液体——溴化 <i>N</i> -十六烷基- <i>N'</i> -甲基咪唑的合成 .....	150
实验 51 表面活性剂——十二烷基硫酸钠的合成 .....	151
实验 52 从橙皮中提取柠檬烯 .....	152
实验 53 绿色植物中色素的提取和分离 .....	154
实验 54 从中草药黄连中提取黄连素 .....	155

## 下篇 开放综合性实验

<b>第 6 章 化学与环境保护</b> .....	<b>158</b>
实验 55 水中溶解氧、高锰酸盐指数 (即化学需氧量) 的测定 .....	158
实验 56 化学实验中含铬废液的处理 .....	160
实验 57 用废锌皮制取硫酸锌晶体 .....	161
实验 58 废干电池的综合利用 .....	163
<b>第 7 章 化学与人类健康</b> .....	<b>166</b>
实验 59 无铅松花蛋的制作及其卫生指标检测 .....	166
实验 60 从茶叶中提取咖啡因 .....	167
实验 61 从果皮中提取果胶 .....	168
实验 62 紫外分光光度法测定鱼肝油中维生素 A 的含量 .....	170
实验 63 油脂酸值的测定 .....	171
<b>第 8 章 化学与材料</b> .....	<b>173</b>
实验 64 有机胶黏剂与涂料的制备 .....	173
实验 65 钢中锰含量的测定 .....	174
实验 66 水泥熟料中 $\text{SiO}_2$ 的测定 .....	176
实验 67 溶胶-凝胶法制备纳米复合催化剂及光催化活性 .....	177
实验 68 膜反应法制备 Sb 掺杂 $\text{SnO}_2$ 纳米半导体材料 .....	179

## 附 录

<b>附录 1 常用仪器使用简介</b> .....	<b>181</b>
附录 1.1 温度测量仪 .....	181

附录 1.2	电子分析天平	186
附录 1.3	酸度计	187
附录 1.4	分光光度计	192
附录 1.5	电导率仪	196
附录 1.6	超声波清洗仪	197
附录 1.7	阿贝折射仪	198
附录 1.8	旋光仪	201
附录 1.9	熔点测定仪	203
附录 1.10	气相色谱仪	204
<b>附录 2</b>	<b>常用理化数据</b>	<b>207</b>
附录 2.1	元素的标准相对原子质量	207
附录 2.2	常用酸碱浓度和常用缓冲溶液的配制	208
附录 2.3	常用酸碱指示剂	209
附录 2.4	常用基准物质的干燥条件和应用	209
附录 2.5	常用有机溶剂的性质	210
附录 2.6	几种常用液体的折射率	211
附录 2.7	水的饱和蒸气压	211
附录 2.8	常见共沸混合物	212
附录 2.9	溶解度	213
附录 2.10	常见离子鉴定方法	215
附录 2.11	弱酸、弱碱的解离常数	219
附录 2.12	溶度积常数	221
附录 2.13	标准电极电势 (298.16K)	223
附录 2.14	配合物的稳定常数	226
<b>参考文献</b>		<b>234</b>



# 上篇 基础化学实验基本知识

## 第1章 绪论

化学是一门实验学科,它将书本知识由微观变为宏观,由抽象变成具体,变无形为有形,使学生易于获取多方面的知识,巩固学习成果,培养学生的各种能力。实验教学同时激发了学生学习化学的兴趣,帮助学生形成化学概念、获得化学知识和实验技能、培养观察和实验能力,还有助于培养实事求是、严肃认真的科学态度和科学的学习方法。学生将在化学领域或近化学领域中探索化学世界的奥秘,施展自己的才华。在这一过程中,化学实验起着十分重要的作用。然而,同学们在做实验前,必须知道:化学实验的目的是什么?怎样才能做好化学实验?

### 1.1 化学实验课程的目的

化学是一门实验性的自然科学,而实验是人类研究自然规律的一种基本方法。化学实验既是化学科学的基石,又是化学科学的“试金石”,即化学中的一切定律、原理、学说都是来源于实验,同时又受到实验的检验。化学实验课是传授知识和技能、训练科学思维方法、培养科学精神和职业道德、全面实施化学素质教育的最有效的形式。它不仅涉及理论的验证性,还涉及主观能动的探索性内容;不仅涉及制备产品的合成,还涉及操作训练的基础内容;不仅涉及性质实验的单一性,还涉及实验技术的综合性内容;不仅涉及方法的经典性,还涉及其先进性内容。

通过实验使学生正确地掌握化学实验的基本操作方法、技能和技巧,学会使用化学实验的仪器,具备安装设计简单实验装置的能力。

通过实验培养学生正确观察、记录和分析实验现象、合理处理实验数据、规范绘制仪器装置图、撰写实验报告、查阅文献资料等方面的能力。

通过实验培养学生实事求是的科学态度,准确、细致、整洁的良好实验习惯,科学的思维方法,以及处理实验中一般事故的能力。

在基本实验训练的基础上,开设综合设计实验,要求学生自己提出问题、查阅资料、设计实验方案、动手做实验、观察实验现象、测定数据,并加以正确地处理和概括,在分析实验结果的基础上正确表达。经过化学实验的全过程,使学生得到最有效的综合训练,从而使

学生逐步具备分析问题、解决问题的独立工作能力。

在培养智力因素的同时,化学实验又是对学生进行良好科学素养培养的理想场所。在实验中不仅有利于学生形成整洁、节约、有条不紊等良好的实验素养,而且可以训练学生勤奋好学、乐于协作、实事求是、思考存疑等科学品德和科学精神,这是一个化学工作者获得成功不可缺少的素质。

## 1.2 化学实验室守则

(1) 实验前要认真预习,明确实验目的和要求,看懂实验原理,了解实验方法,熟悉实验步骤,写出预习报告。

(2) 严格遵守实验室各项规章制度。

(3) 实验前要认真清点仪器和药品,如有破损或缺少,应立即报告指导教师,按规定手续向实验室补领。实验时如有仪器损坏,应立即主动报告指导教师,进行登记,按规定价进行赔偿,再换取新仪器,不得擅自拿其他位置上的仪器。

(4) 实验室要保持肃静,不得大声喧哗。实验应在规定的位置上进行,未经允许,不得擅自挪动。

(5) 实验时要认真观察,如实记录实验现象,使用仪器时,应严格按照操作规程进行,药品应按规定量取用,无规定量的,应本着节约的原则尽量少用。

(6) 爱护公物,节约药品、水、电、煤气。

(7) 保持实验室整洁、卫生和安全。实验后应将仪器洗刷干净,将药品放回原处,摆放整齐,用洗净的湿抹布擦净实验台。实验过程中的废纸、火柴梗等固体废物,要放入废物桶(或箱)内,不要丢在水池中或地面上,以免堵塞水池或弄脏地面。规定回收的废液要倒入废液缸(或瓶)内,以便统一处理。严禁将实验仪器、化学药品擅自带出实验室。

(8) 实验结束后,由同学轮流值日,清扫地面和整理实验室,检查水、煤气开关,以及门、窗是否关好,电源是否切断。得到指导教师许可后方可离开实验室,顺便把垃圾送入垃圾箱。

## 1.3 化学实验室安全守则

(1) 不要用湿手、湿物接触电源,水、电、气使用完毕立即关闭。

(2) 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,以防液体溅出伤害人体。

(3) 嗅闻气体时,应用手轻拂气体,把少量气体扇向自己再闻,能产生有刺激性或有毒气体(如  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  等)的实验必须在通风橱内进行或注意实验室通风。

(4) 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。

(5) 有毒试剂(如氰化物、汞盐、钡盐、铅盐、重铬酸钾、砷的化合物等)不得进入口内或接触伤口。剩余的废液应倒在废液缸内。

(6) 若带汞的仪器被损坏,汞液溢出仪器时,应立即报告指导老师,在老师指导下处理。

(7) 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性,应避免溅落在皮肤、衣服、书本上,更应防止溅入眼睛内。

(8) 稀释浓硫酸时, 应将浓硫酸慢慢注入水中, 并不断搅动, 切勿将水倒入硫酸中, 以免迸溅, 造成灼伤。

(9) 禁止任意混合各种试剂药品, 以免发生意外事故。

(10) 废纸、玻璃等物应扔入废物桶中, 不得扔入水槽, 保持下水道畅通, 以免发生堵塞。

(11) 反应过程中可能生成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。

(12) 经常检查煤气开关和用气系统, 如有泄漏, 应立即熄灭室内火源, 打开门窗, 用肥皂水查漏, 若估计一时难以查出, 应关闭煤气总阀, 立即报告指导老师。

(13) 实验室内严禁吸烟、饮食, 或把食具带进实验室。实验完毕, 必须洗净双手。

(14) 禁止穿拖鞋、高跟鞋、背心、短裤(裙)进入实验室。

## 1.4 化学实验室意外事故处理

### 1.4.1 化学灼烧处理

(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, 最后再用水冲洗, 涂敷氧化锌软膏(或硼酸软膏)。

(2) 酸(或碱)灼伤眼睛时不要揉搓眼睛, 立即用大量水冲洗, 再用3%的硫酸氢钠溶液(或用3%的硼酸溶液)淋洗, 然后用蒸馏水冲洗。

(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) 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。

### 1.4.2 割伤和烫伤处理

(1) 割伤 若伤口内有异物, 先取出异物后, 用蒸馏水洗净伤口, 然后用消毒纱布包扎, 或贴上创可贴。

(2) 烫伤 立即涂上烫伤膏, 切勿用水冲洗, 更不能把烫起的水泡戳破。

### 1.4.3 毒物与毒气误入口、鼻内感到不舒服时的处理

(1) 毒物误入口后应立即内服5~10mL稀 $\text{CuSO}_4$ 温水溶液, 再用手指伸入咽喉促使呕吐毒物。

(2) 误吸入煤气、溴蒸气、氯气等有毒气体时, 立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气, 以便解毒。

### 1.4.4 触电处理

触电后, 立即拉下电闸, 必要时进行人工呼吸。当所发生的事故较严重时, 施救后应速送医院治疗。

### 1.4.5 起火处理

(1) 小火用湿布、石棉布或砂子覆盖, 大火应使用灭火器。不同的着火情况, 选用不同的灭火器, 必要时应报火警119。

(2) 油类、有机溶剂着火切勿用水灭火, 小火用砂子或干粉覆盖灭火, 大火用二氧化碳灭火器灭火, 亦可用干粉灭火器或 1211 灭火器灭火。

(3) 精密仪器、电器设备着火应切断电源, 小火可用石棉布或湿布覆盖灭火, 大火用四氯化碳灭火器灭火, 亦可用干粉灭火器或 1211 灭火器灭火。

(4) 活泼金属着火可用干燥的细砂覆盖灭火。

(5) 纤维材质着火时, 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。

## 1.5 化学实验室“三废”处理

化学实验室的“三废”种类繁多, 实验过程产生的有毒气体和废水排放到空气中或下水槽, 同样对环境造成污染, 威胁人们的健康, 如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{Cl}_2$  等气体对人的呼吸道有强烈的刺激作用, 对植物也有伤害作用;  $\text{As}$ 、 $\text{Pb}$  和  $\text{Hg}$  等化合物进入人体后, 不易分解和排出, 长期积累会引起胃出血、肾功能损伤等; 氯仿、四氯化碳等能致肝癌; 多环芳烃能致膀胱癌和皮肤癌;  $\text{CrO}$  接触皮肤破损处会引起溃烂不止等。故须对实验过程中产生的有毒有害物质进行必要的处理。

### 1.5.1 常用的废气处理方法

(1) 溶液吸收法 溶液吸收法即用适当的液体吸收剂处理气体混合物, 除去其中有害气体的方法。常用的液体吸收剂有水、碱性溶液、酸性溶液、氧化剂溶液和有机溶液, 它们可用于净化含有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、汞蒸气、酸雾、沥青烟和各种组分有机物蒸气的废气。

(2) 固体吸收法 固体吸收法是使废气与固体吸收剂接触, 废气中的污染物(吸收质)吸附在固体表面从而被分离出来。此法主要用于净化废气中低浓度的污染物质, 常用的吸附剂及其用途见表 1-1。

表 1-1 常用吸附剂及处理的吸附质

固体吸附剂	处理物质
活性炭	苯、甲苯、二甲苯、丙酮、乙醇、乙醚、甲醛、汽油、乙酸乙酯
浸渍活性炭	烯烃、胺、酸雾、硫醇、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{Hg}$
活性氧化铝	$\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{HF}$
浸渍活性氧化铝	酸雾、 $\text{Hg}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HCHO}$
硅胶	$\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$
分子筛	$\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{C}_m\text{H}_n$ 、 $\text{CCl}_4$
焦炭粉粒	沥青烟
白云石粉	沥青烟
蚯蚓类	恶臭类物质

### 1.5.2 常用的废水处理方法

(1) 中和法 对于酸含量小于 3%~5% 的酸性废水或碱含量小于 1%~3% 的碱性废水, 常采用中和处理方法。无硫化物的酸性废水, 可用浓度相当的碱性废水中和; 含重金属离子较多的酸性废水, 可通过加入碱性试剂(如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 进行中和。



## 第2章 化学实验基本知识

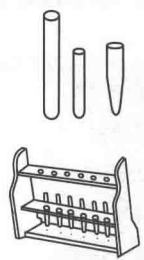

### 2.1 普通化学实验常用玻璃仪器

化学实验室中使用大量玻璃仪器，这是因为玻璃具有一系列优良的性质，它有很高的化学稳定性、热稳定性，有很好的透明性、一定的机械强度和良好的绝缘性能。玻璃原料来源方便，并可用多种方法按需要制成各种不同形状的产品。用于制作玻璃仪器的玻璃称为仪器玻璃，用改变玻璃化学组成的方法可制出适应各种不同要求的玻璃。




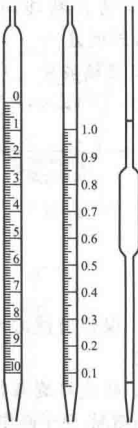

玻璃的化学稳定性较好，但并非绝对不受侵蚀，而是其受侵蚀的量符合一定的标准。氢氟酸对玻璃有很强的腐蚀性，故不能用玻璃仪器进行使用氢氟酸的实验。碱液特别是浓的或热的碱液能明显地腐蚀玻璃。储存碱液的玻璃仪器如果是磨口的，碱液还会使磨口粘在一起无法打开，因此，玻璃容器不能长时间存放碱液。

化学实验室所用到的玻璃仪器种类很多，各专业的实验室还会用到一些特殊的玻璃仪器，这里仅对普通化学实验中涉及的一些常用玻璃仪器做简单的介绍（见表2-1）。

表 2-1 常用玻璃仪器图例和用法

仪 器	规格及表示法	一般用途	使用方法和注意事项	理由
 <p>试管、离心试管、 试管架</p>	<p>试管：有刻度的按容积(mL)分；无刻度用管口直径(mm)×管长(mm)表示，如硬质试管 10mm×75mm</p> <p>试管分普通试管和离心试管。又分硬质试管和软质试管。普通试管又有翻口、平口、有支管、无支管、有塞、无塞等几种</p> <p>试管架有木质、铝制和塑料制等。有大小不同、形状不一的各种规格</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 试管为反应容器，便于操作、观察，用药量少。也可用于少量气体的收集</li> <li>2. 离心管用于沉淀分离</li> <li>3. 试管架用于承放试管</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 反应液体不超过试管容积的1/2，加热时不超过1/3</li> <li>2. 加热前试管外面要擦干，加热时应用试管夹夹持</li> <li>3. 加热液体时，管口不要对人，并将试管倾斜与桌面呈45°，同时不断振荡，火焰上端不能超过管里液面</li> <li>4. 加热固体时，管口略向下倾斜</li> <li>5. 离心管只能用于水浴加热</li> <li>6. 硬质试管可以加热至高温，但不宜骤冷，软质试管在温度急剧变化时极易破裂</li> <li>7. 一般大试管直接加热，小试管用水浴加热</li> <li>8. 加热后的试管应以试管夹夹好悬挂架上</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防止振荡液体溅出或受热溢出</li> <li>2. 防止有水滴附着受热不匀，使试管破裂；以免烫手</li> <li>3. 防止液体溅出伤人。扩大加热面防止爆沸。防止受热不均匀使试管破裂</li> <li>4. 增大受热面，避免管口冷凝水流回灼热管底而引起破裂</li> <li>5. 防止破裂</li> </ol>
 <p>烧 杯</p>	<p>玻璃质。以容积(mL)表示，如硬质烧杯 400mL。有一般型、高型，有刻度和无刻度几种</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 反应容器，尤其在反应物较多时用，易混合均匀</li> <li>2. 也用作配制溶液时的容器或简易水浴的盛水器</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 反应液体不能超过烧杯用量的2/3</li> <li>2. 加热时放在石棉网上，使其受热均匀。刚加热后不能直接置于桌面上，应垫以石棉网</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防止搅动时液体溅出或沸腾时液体溢出</li> <li>2. 防止玻璃受热不均匀而遭破裂</li> </ol>








续表

仪 器	规格及表示法	一般用途	使用方法和注意事项	理由
 锥形烧瓶	以容积(mL)表示,无塞、有塞,广口、细口和微型几种	1. 反应容器,加热时可避免液体大量蒸发 2. 振荡方便,用于滴定操作	1. 反应液体不能超过烧杯用量的2/3 2. 加热时放在石棉网上,使其受热均匀。刚加热后不能直接置于桌面上,应垫以石棉网	1. 防止搅动时液体溅出或沸腾时液体溢出 2. 防止玻璃受热不均匀而遭破裂
 量筒	玻璃质。以所能量度的最大容积(mL)表示,上口大,下口小的叫量杯	量取一定体积的液体	1. 不能作为反应容器,不能加热,不可量热的液体 2. 读数时视线应与液面水平,读取与弯月面最低点相切的刻度	1. 防止破裂,容积不准确 2. 读数准确
 表面皿	以口径(cm)表示	1. 用来盖在蒸发皿、烧杯等容器上,以免溶液溅出或灰尘落入 2. 作为称量试剂的容器	1. 不能用火直接加热 2. 作盖用时,其直径应比被盖容器略大 3. 用于称量时应洗净烘干	防止破裂
 (a) (b) 吸量管和移液管	以所能量度的最大容积(mL)表示,分为分度吸管(a)和无分度吸管(b)两类	精确移取一定体积的液体	1. 将液体吸入,液面超过刻度,再用食指按住管口,轻轻转动放气,使液面降至刻度后,使食指按住管口,移往指定容器上,放开食指,使液体注入 2. 用时先用少量所移取液淋洗三次 3. 一般吸管残留的最后一滴液体,不要吹出(完全流出式应吹出) 4. 吸管用后立即清洗,置于吸管架(板)上,以免玷污 5. 具有精确刻度的量器,不能放在烘箱中烘干,不能加热 6. 读取刻度的方法同量筒	1. 确保量取准确 2. 确保所取液浓度或纯度不变 3. 制管时已考虑
 容量瓶	玻璃质。以容积(mL)表示,分量入式和量出式,塞子有玻璃、塑料两种	配制标准溶液	1. 溶质先在烧杯内全部溶解,然后移入容量瓶 2. 不能加热,不能用毛刷洗刷。不能代替试剂瓶用来存放溶液 3. 读取刻度的方法同量筒 4. 不能放在烘箱内烘干 5. 瓶的磨口瓶塞配套使用,不能互换	1. 配制准确 2. 避免影响容量瓶容积的精确度

仪器	规格及表示法	一般用途	使用方法和注意事项	理由
 吸滤瓶和布式漏斗	布式漏斗:磁制或玻璃制,以容量(mL)或斗径(cm)表示 吸滤瓶:以容积(mL)表示 过滤管:直径(mm)×管长(mm),磨口的以容积表示	两者配套,用于无机制备中晶体或粗颗粒沉淀的减压过滤。当沉淀量少时,用小号漏斗与过滤管配合使用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 滤纸要略小于漏斗的内径,才能贴紧</li> <li>2. 先开抽气管,再过滤。过滤完毕后,先分开抽气管与抽滤瓶的连接处,后关抽气管</li> <li>3. 不能用火直接加热</li> <li>4. 注意漏斗与滤瓶大小配合</li> <li>5. 漏斗大小与过滤的沉淀或固体量的配合</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防止滤液由边上的漏滤,过滤不完全</li> <li>2. 防止抽气管水流倒吸</li> <li>3. 防止玻璃破裂</li> </ol>
 漏斗	以直径(cm)表示,有短颈、长颈、粗颈、无颈等几种	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 过滤</li> <li>2. 引导溶液入小口容器中</li> <li>3. 粗颈漏斗用于转移固体</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不能用火直接灼烧</li> <li>2. 过滤时,漏斗颈尖端必须紧靠承接滤液的容器壁</li> <li>3. 长颈漏斗加液时漏斗颈应插入液面内</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防止破裂</li> <li>2. 防止滤液漏出</li> <li>3. 防止气体自漏斗泄出</li> </ol>
 称量瓶	以外径(cm)×高(cm)表示,分扁形、筒形	用于准确称量一定量的固体	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 盖子是磨口配套的,不得丢失、弄乱</li> <li>2. 用前应洗净烘干。不用时应洗净,在磨口处垫一小纸条</li> <li>3. 不能直接用火加热</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易使药品沾污</li> <li>2. 防止粘连,打不开玻璃盖</li> <li>3. 玻璃破裂</li> </ol>
 酸式、碱式滴定管	滴定管分酸式、碱式两种,以容积(mL)表示;管身颜色为棕色或无色 滴定管架:金属制 滴定管夹:木质或金属制	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用于滴定或量取准确体积的液体</li> <li>2. 滴定管夹夹持滴定管,固定在滴定管架上</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用前洗净,装液前用预装溶液淋洗三次</li> <li>2. 使用酸式管滴定时,用左手开启旋塞,碱管用左手轻捏橡皮管内玻璃珠,溶液即可放出。碱管要注意赶走气泡</li> <li>3. 酸管旋塞应擦凡士林,碱管下端橡皮管不能用洗液洗</li> <li>4. 酸管、碱管不能对调使用</li> <li>5. 酸液放在具有玻璃塞的滴定管中,碱液放在带橡皮管的滴定管中</li> <li>6. 滴定管要洗净,溶液流下时管壁不得挂有水珠。活塞下部要充满液体,全管不得留有气泡</li> <li>7. 滴定管用后应立即洗净</li> <li>8. 不能加热及量取热的液体,不能用毛刷洗涤内管壁</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保证溶液浓度不变</li> <li>2. 防止将旋塞拉出而喷漏,便于操作。赶出气泡是为读数准确</li> <li>3. 旋塞旋转灵活;洗液腐蚀橡皮</li> <li>4. 酸液腐蚀橡皮,碱液腐蚀玻璃,使旋塞粘住而损坏</li> </ol>



续表

仪器	规格及表示法	一般用途	使用方法和注意事项	理由
 滴管	由尖嘴玻璃管和橡胶乳头构成	吸取少量(数滴或1~2mL)试剂	1. 溶液不得吸进橡皮头 2. 用后立即洗净内、外管壁	吸取少量(数滴或1~2mL)试剂
 干燥管	以大小表示,有直形、弯形、U形几种	盛装干燥剂干燥气体	1. 干燥剂置球形部分,不宜过多。小管与球形交界处放少许棉花填充 2. 大头进气,小头出气	盛装干燥剂干燥气体
 洗气瓶	以容积表示	净化气体用,反接可作安全瓶(缓冲瓶)用	1. 接法要正确(进气管通入液体中) 2. 洗涤液注入容器高度的1/3,不得超过1/2	1. 接不对,达不到洗气目的 2. 防止洗涤液被气体冲出
 干燥塔	以容积表示	净化干燥气体用	1. 塔体上室底部放少许玻璃棉,上面容器放干燥剂(固体) 2. 干燥塔下面进气,上面出气,球形干燥塔内管进气	
 干燥器	以内径(cm)表示,分普通、真空干燥两种	1. 内放干燥剂。存放物品,以免物品吸收水汽 2. 定量分析时,将灼烧过的坩埚放在其中冷却	1. 灼烧过的物品放入干燥器前,温度不能过高,并在冷却过程中要每隔一定时间开一开盖子,以调节器内压力 2. 干燥器内的干燥剂要按时更换 3. 小心盖子滑动而打破	
 洗瓶	以容积(mL)表示,有玻璃、塑料两种	1. 用蒸馏水洗涤沉淀和容器用 2. 塑料洗瓶使用方便、卫生 3. 装适当的洗涤液洗涤沉淀	1. 不能装自来水 2. 塑料洗瓶不能加热	
 滴瓶	以容积(mL)表示,分无色、棕色两种	盛放液体试剂和溶液	1. 不能加热 2. 棕色瓶盛放见光易分解或不稳定的试剂 3. 取用试剂时,滴管要保持垂直,不接触接收容器内壁,不能插入其他试剂中	