



高等学校化学实验  
系列教材

主编 刘志宏 李保新

# 大学基础化学 实验

高等教育出版社



高等学校化学实验  
系列教材

DAXUE JICHU HUAXUE SHIYAN

# 大学基础化学 实验

主 编 刘志宏 李保新

副主编 刘 伟 李淑妮

陈战国

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是为近化学类专业编写的大学化学实验教材,包含化学实验常识、基础化学实验中的操作技术、无机化学实验、分析化学实验和有机化学实验五部分内容。全书37个实验中,既有基本技能实验、性质实验和制备实验,又有综合实验和设计与创新实验。

本书可供高等师范院校近化学类专业使用,也可供其他理工科院校非化学类专业参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学基础化学实验/刘志宏,李保新主编.--北京:  
高等教育出版社,2016.7

ISBN 978-7-04-045594-6

I.①大… II.①刘… ②李… III.①化学实验-高等学校-教材 IV.①O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第119594号

策划编辑 曹 瑛  
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 曹 瑛  
责任校对 刁丽丽

封面设计 王 鹏  
责任印制 田 甜

版式设计 马敬茹

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 100120  
印 刷 北京嘉实印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 11  
字 数 260千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2016年7月第1版  
印 次 2016年7月第1次印刷  
定 价 17.70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 45594-00

# 前 言

化学是一门实验科学,所以化学实验的重要性不言而喻。大学基础化学实验是近化学类专业(如生物科学、食品科学与工程、环境科学等专业)本科生学习无机及分析化学、有机化学专业基础课相应的实验课程。学生在学习化学理论知识的同时,通过实验实践活动,加深对化学理论知识的理解,掌握化学基本实验方法和操作技能,养成严谨的科学态度,以及综合分析问题和解决问题的能力。

为了适应现代教育发展需要,使教材从形式到内容能最大限度地满足学生个性化学习的需要,着力培养学生的创新探究能力,切实提高人才培养质量,编者在多年实验教学的基础上,编写了本教材。本教材包括无机化学实验、分析化学实验和有机化学实验,内容有基本技能实验、性质实验、制备实验、综合实验及设计与创新实验等。

本教材具有以下特点:(1) 实验内容绿色化。实验教学中,致力于对学生进行绿色化学和实验安全教育。在保证实验顺利开设的前提下,尽量减少试剂用量,尽量选取低毒、低污染、低危险性的实验试剂。(2) 化学实验 HPS 化。在化学实验中注重实验科学史(H)、科学哲学(P)、科学社会(S)方面的学习。为了提高学生实验的兴趣,将化学前沿知识引入化学实验教学中。(3) 教材内容精编化。考虑到近化学类专业化学实验的学时有限,在保证向学生呈现主要基础化学实验知识及不同类型实验的基础上,大幅度缩减实验内容,使教材简明扼要。

参加本教材编写工作的教师有陕西师范大学刘志宏教授(第一章、第二章)、李淑妮副教授(第三章)、刘伟副教授(第四章和附录 10~16)、陈战国副教授(第五章和附录 17)、刘环环老师(附录 1~9)。初稿完成后,第三章、第五章及附录由刘志宏教授审阅,第一章、第二章、第四章由李保新教授审阅。最后,全书由刘志宏教授和李保新教授统稿、定稿。

在本教材编写过程中,陕西师范大学副校长高子伟教授给予了大力支持和帮助,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本教材以讲义形式已经使用一年多,但是由于编写时间紧迫和水平有限,错误和疏漏在所难免,敬请读者批评指正,以便再版时予以修订。

编 者  
2016.4

# 目 录

第一章 化学实验常识 .....	1
1.1 化学实验与化学实验教学 .....	1
1.1.1 教学目的 .....	1
1.1.2 学习方法与教学基本要求 .....	2
1.1.3 化学实验室守则 .....	2
1.1.4 实验安全知识 .....	3
1.2 化学实验常用玻璃仪器 .....	4
1.2.1 化学实验仪器用玻璃 .....	4
1.2.2 常用玻璃仪器 .....	6
1.2.3 玻璃仪器的洗涤 .....	9
1.2.4 玻璃仪器的干燥 .....	10
1.3 化学试剂 .....	12
1.3.1 化学试剂的分类 .....	12
1.3.2 化学试剂的规格标准 .....	12
1.3.3 化学试剂使用注意事项 .....	13
1.4 实验室用水 .....	14
1.4.1 实验室用水的规格 .....	14
1.4.2 水的纯化方法 .....	14
1.4.3 实验室用水注意事项 .....	15
第二章 基础化学实验中的操作技术 .....	16
2.1 称量 .....	16
2.1.1 托盘天平的使用 .....	16
2.1.2 电子天平的使用 .....	17
2.2 溶液的配制 .....	18
2.2.1 直接配制法 .....	18
2.2.2 间接配制法(标定法) .....	19
2.2.3 特殊溶液的配制 .....	20
2.2.4 溶液配制和储存注意事项 .....	20
2.3 容量玻璃仪器的规范操作 .....	20
2.4 物质分离的方法 .....	25
2.4.1 倾析法 .....	25
2.4.2 过滤法 .....	25

2.4.3	离心分离法	27
2.4.4	蒸馏	28
2.4.5	萃取	31
2.5	加热器的使用	34
2.5.1	酒精灯	34
2.5.2	酒精喷灯	37
2.5.3	电加热器	38
2.5.4	水浴	38
2.5.5	油浴	39
2.5.6	沙浴	39
2.5.7	空气浴	39
2.5.8	电热套加热	39
2.6	物体的加热	40
2.6.1	液体的加热	40
2.6.2	固体的加热	41
<b>第三章</b>	<b>无机化学实验</b>	<b>42</b>
实验 1	仪器的认领、洗涤和干燥	42
实验 2	缓冲溶液配制及 pH 测定	43
实验 3	氧、硫、氮、磷	46
实验 4	铜、银、锌、镉、汞	48
实验 5	常见阴离子的初步实验	51
实验 6	粗食盐的提纯	55
实验 7	硝酸钾的制备和提纯	57
实验 8	硫酸亚铁铵的制备	59
实验 9	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备和组成测定	60
实验 10	从海带中提取碘	62
实验 11	由“废”聚乳酸餐盒制备乳酸钙	64
实验 12	蛋氨酸铜的制备与组成的测定	66
实验 13	氧化铁纳米颗粒的制备及用于奶制品中三聚氰胺的测定	68
实验 14	氧化型石墨烯的制备	71
<b>第四章</b>	<b>分析化学实验</b>	<b>74</b>
实验 15	滴定分析基本操作练习	74
实验 16	食醋中醋酸含量的测定	76
实验 17	硫酸铵中含氮量的测定(甲醛法)	78
实验 18	自来水总硬度的测定	80
实验 19	铋铅混合液中铋、铅含量的连续滴定	82
实验 20	过氧化氢含量的测定	84
实验 21	水样中化学需氧量的测定(高锰酸钾法)	86

实验 22	注射液中葡萄糖含量的测定(碘量法)	88
实验 23	可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	90
<b>第五章</b>	<b>有机化学实验</b>	<b>93</b>
实验 24	熔点测定及温度计校正	93
实验 25	蒸馏及沸点测定	101
实验 26	用萃取法分离乙酸水溶液中的乙酸	104
实验 27	用重结晶法提纯乙酰苯胺	106
实验 28	纸色谱法分离鉴定氨基酸和多元酚	107
实验 29	薄层色谱法分离鉴定偶氮苯和苏丹Ⅲ	109
实验 30	环己烯的制备	111
实验 31	甲基橙的制备	112
实验 32	乙酰水杨酸(阿司匹林)的合成	115
实验 33	从茶叶中提取咖啡碱	116
实验 34	卤代烃、醇、酚的化学鉴定	118
实验 35	醛、酮的化学鉴定	120
实验 36	糖类、氨基酸及蛋白质的化学鉴定	123
实验 37	杂环化合物和核酸的性质	126
<b>附录</b>		<b>130</b>
附录 1	常用酸、碱的密度和浓度	130
附录 2	常见弱电解质在水中的解离常数	131
附录 3	常见配离子的稳定常数	134
附录 4	难溶电解质的溶度积常数(298 K)	136
附录 5	实验室常用试剂的配制	138
附录 6	常见离子及化合物的颜色	142
附录 7	常见化合物在水中的溶解度	146
附录 8	阳离子系统分析(硫代乙酰胺系统)	149
附录 9	危险药品的分类、性质和管理	153
附录 10	酸碱指示剂(18~25 ℃)	154
附录 11	混合酸碱指示剂	155
附录 12	金属离子指示剂	156
附录 13	氧化还原指示剂	157
附录 14	沉淀滴定指示剂	158
附录 15	常用基准物质的干燥条件和应用	159
附录 16	常用缓冲溶液的配制	159
附录 17	有机化学实验常用试剂的配制	161

基础化学实验技术是学生必须具备的、最基本的实验技能知识,包括化学实验的基本常识、基本操作方法、基本研究方法、基本仪器的规范操作,以及化学实验中所涉及的通用测量与控制技术和基本的理化参数测试技术。学习中,通过对典型实验技能的实际操作训练,达到理论与实践的结合,并对化学实验的基本知识、基本方法、基本技能、基本仪器及操作技术有所掌握,对化学实验的全貌有所了解,为以后专业实验学习奠定良好的基础。

### 1.1 化学实验与化学实验教学

化学实验是进行化学研究的最基本手段。它是通过实验活动,对具体的化学问题进行实际的操作、观察、测试、分析和评价的建立,寻找其化学的本质,给出其变化规律和应用信息的科学。纵观化学发展的历史,许多化学概念、规律的揭示,化学理论的产生几乎都是建立在化学家们大量的实验研究基础上的。迄今近千万种新物质、新材料的问世和应用,都离不开专业人员反复不断地科学实验。显然,化学实验对于化学理论的建立、验证和发展都起着不可替代的推动作用,它是理论发展的基础和源泉。同时,在化学理论向化学应用的转化过渡和开发中,科学实验研究工作也是实现这种转化过程的必经之路和桥梁。因此,要在化学领域有所作为、有所发现、有所创造,就必须具有丰富、扎实的专业实验技术和技能。

所以,在化学学习过程中,必须注重化学实验实践活动,注重在实践中训练和掌握基本的专业实验技术和技能,注重自身能力的锻炼和提高。只有亲身参与实验的实践活动,才能掌握、积累、深化、提高自己的专业知识和实验技能。

#### 1.1.1 教学目的

化学实验的教学目的是使学生在学化学理论知识的同时,通过实验实践活动,学习和掌握化学的基本实验技术。所谓基本实验技术就是如何研究物质的变化规律,如何分离、分析与鉴别物质,如何合成、制备物质和如何将它们与生产实际联系起来,开发、扩展它们的应用。

基本实验技术在技能上要求学生掌握各类实验研究的基本方法和基本原理;学会规范的实验操作方法和技巧;学会观察、分析化学现象和测量数据并获得结果;学会如何选择、安装、调试和使用各



种仪器,以及如何进行实验方案的设计和实验条件的选择等;初步具备独立解决实际问题的能力。

除此之外,化学实验的教学目的还在于通过实验实践活动,培养学生求实、求真、实事求是的科学态度和相互协作、共同进取的团队精神,以及在实践活动中启发学生敢于创新和开拓的精神。简而言之,化学实验的教学目的就是学习技术、掌握技能、培养能力、提高素质,培养有知识、有能力、有技术、善于动脑及动手能力强的人才。

### 1.1.2 学习方法与教学基本要求

化学实验课学习以学生为主,通过实践活动来学习专业知识和技能,掌握从事科学研究的基本方法,获取解决实际问题的能力。教师的作用是引导和启发学生自主地实践与学习,依据专业知识和技能的基本要求合理地选择搭配实验项目和内容,使学生实验方法的学习和技能的训练达到科学化和系统化。教师要对典型的实验技术、仪器的使用操作进行针对性的规范演示和指导。

学生在学习化学实验时,要抓住实验预习、实验操作、实验报告三个学习环节。

#### 1. 实验预习

实验前必须进行充分的预习和准备,并根据要求写出预习报告,做到心中有数,这是做好实验的前提。学生通过对实验教材和相关资料的仔细阅读学习,明确实验目的与要求,明确实验的方法及方法原理,明确基本仪器装置的使用方法与操作方法,明确在本实验中自己应掌握哪些技能,进行哪些操作训练。在预习的基础上,写出实验预习报告或提纲。

#### 2. 实验操作

要求学生按拟定的实验操作计划与方案,完成仪器的选用、安装,试剂的配制,实验条件的控制,完成实验的操作、实验现象与数据的观测及记录。在实验过程中,注意培养学生求实、求真、求准的严谨科学态度和一丝不苟、实事求是的工作作风,以及在实践中锻炼学生积极思维与探索、善于发现与解决实际问题的能力。整个操作过程中做到轻(动作轻、讲话轻),细(细心观察、细致操作),准(试剂用量准、结果及其记录准确),洁(使用的仪器清洁,实验桌面整洁,实验结束打扫清洁实验室)。

实验完成后,原始记录需指导教师检查、认可并签字。

#### 3. 实验报告

实验报告是分析、表达、总结实验结果的书面报告。其内容主要包括:实验目的、实验原理、实验仪器装置与药品、实验条件与操作步骤、实验现象与数据的分析与处理、实验结果与讨论、经验与教训及思考题回答,等等。其中实验结果与讨论是报告的最重要部分,通过对实验现象的分析与解释、实验方法与结果的评价与讨论,提高和加深对涉及的化学原理和知识的理解。经验与教训部分可以总结自己在实验活动中的收获与体会,评估该实验在方法选择和条件控制上的利弊,提出改进意见和建议。做到通过一次实验的实践,在能力和技能上有所收获。

### 1.1.3 化学实验室守则

化学实验室守则是化学实验正常进行的保证,学生进入实验室必须遵守以下规则:

- (1) 进入实验室,需遵守实验室纪律和制度,听从教师的指导与安排。
- (2) 未穿实验服,未写实验预习报告者不得进入实验室进行实验。
- (3) 进入实验室后,要熟悉周围环境,熟悉防火及急救设备器材的使用方法和存放位置,遵守安全守则。
- (4) 实验前,清点、检查仪器,明确仪器规范操作方法及注意事项,否则不得动手操作。

(5) 使用药品时,要求明确其性质及使用方法后,据实验要求规范使用。禁止使用不明确药品或随意混合药品。

(6) 实验中,保持安静,认真操作,仔细观察,积极思维,如实记录,不得擅自离开岗位。

(7) 实验室公用物品(包括器材、药品等)用完后,应放回原指定位置。实验废液、废物按要求放入指定收集器皿。

(8) 爱护公物,注意卫生,保持整洁,节约用水、电、气及药品。

(9) 实验完毕后,要求整理、清洁实验台面,检查水源、电源、气源,打扫实验室卫生。

(10) 实验记录经教师签字认可后,方可离开实验室。

#### 1.1.4 实验安全知识

化学实验中,经常用到各种电器、燃气、高压储气瓶及大量化学试剂,这些都是潜在的不安全因素,若粗心大意或使用不当,都有可能发生意外事故。尤其化学试剂大多易挥发、易燃、易爆、有毒或有腐蚀性,因此使用时必须充分注意人身安全问题,必须掌握必要的安全防护知识,做到以安全防范为主。

##### 1. 实验室安全守则

(1) 进入实验室,需了解周围环境,明确总电源、急救器材(灭火器、消防栓、急救药品)的位置及使用方法。

(2) 实验室内禁止吸烟、饮食,养成实验后立即关闭水源、电源、气源,不随意乱放仪器、药品的好习惯。

(3) 保持实验室内的良好通风,严防易挥发试剂或气源泄露。

(4) 规范使用化学药品。用前需明确其性质及使用注意事项,使用时严格按照实验要求进行操作。严禁混合或使用未标明药品。

(5) 实验仪器和装置的安装组合与使用,应严格按照实验要求规范操作,确认科学合理且无泄漏时方可使用。

(6) 实验进行中,不得擅自离开岗位。发生意外事故时,应及时设法急救,并迅速报告指导教师。

##### 2. 化学实验中常见事故的预防与急救

化学实验中可能发生的故事有火灾、爆炸、中毒、腐蚀、割伤、触电等几种。只要严格遵守实验室安全守则,事先明确实验中所用仪器、药品的性能和特点,掌握它们的使用方法,按要求规范操作,不粗心大意,就能把事故和隐患消除在萌芽状态。

(1) 火灾与爆炸事故的预防与处理 火灾与爆炸事故的发生是实验室事故中概率最大者,引发原因主要有① 缺乏基本知识,如大多数可燃蒸气与空气的混合物都具有一定的爆炸反应界限,若不了解这种性质,对介于此界限之内的混合气体,一旦遇热、遇明火即可能发生爆炸;② 仪器装置安装不当,如蒸馏装置密闭、未与大气相通,明火加热易挥发、易燃物品等引发爆炸;③ 未掌握药品性能或操作不当,如使用未经硫酸亚铁处理过氧化物乙醚,研磨、撞击不稳定化合物,碱金属遇水等;④ 实验不认真、操作马虎、无科学态度,如随意混合药品,乱倒实验废液、废料等。这些都有可能引发火灾或爆炸事故的发生。因此,此类事故的预防,关键是学生在实验室中要了解反应的性质和特点,科学规范地进行操作,才能消除事故于萌芽状态。

对于已经发生的此类事故的急救处理,主要是迅速隔离(如关闭电源、气源,搬离周围物品),及时灭火。应据发生火灾物质性质选用不同方式、不同器材进行灭火。

国际上根据可燃物的性质把火灾分为四类,可以相应地采取不同的灭火方式:A类,有机可燃固体,常用水、酸式泡沫灭火器灭火;B类,可燃液体,常用泡沫、二氧化碳、干粉及1211灭火器,抑制、阻断燃烧反应继续发生;C类,可燃气体,常用干粉、1211灭火器灭火,作用同B类;D类,可燃性金属,常用干沙覆盖隔离或用7150灭火器形成隔离保护膜灭火,切不可用水和能生成二氧化碳气体类灭火器。

(2) 化学中毒和腐蚀的预防与急救 化学试剂大多具有一定的毒性和腐蚀性。其中,有些为剧毒药品,如砷化物、氰化物等;有些为强腐蚀性药品,如氨水、浓硫酸等。此类药品使用时,应严格遵守领用制度及操作规程,实验时应有必要的人身防护措施,如使用防护用衣、手套、口罩和眼镜等。实验完毕后,废液应专门收集处理。发生中毒或腐蚀事故时,应及时采取措施急救。

① 中毒:应根据毒物性质服用解毒剂,并及时送医院急救。若为腐蚀性毒物中毒,应灌注牛奶缓解,且不可服催吐剂。若为酸性物质中毒,先饮水,再服氢氧化铝膏剂加鸡蛋白。若为碱性物质中毒,先饮水,后服用醋酸果汁加鸡蛋白。非腐蚀性毒物中毒可服1%硫酸铜溶液催吐。若为毒气中毒,则迅速离开现场,进行人工呼吸。

② 灼伤:应据灼伤原因采取不同方法处理。常见碱灼伤,可用水冲洗,再用饱和硼酸溶液洗涤,涂油膏包扎。酸灼伤,用水冲洗,再用5%碳酸氢钠溶液洗涤,涂油膏包扎。若眼睛灼伤,应按上述方法洗涤处理后,滴少许蓖麻油防护。

(3) 用电安全防护知识 实验室所用的电为50 Hz的交流电。常用到的是单相或三相交流电,其电压分别为220 V或380 V。我国规定36 V、50 Hz的交流电为安全电压,超过45 V、100 mA的交流电属危险电压范畴,若使用不当,即可发生触电或引发火灾事故。因此,安全用电必须注意以下几点:

- ① 根据电器设备电压、功率规格,正确选择、使用电源插座及连接导线;
- ② 电器设备,按要求必须有良好的接地;
- ③ 严禁用金属导线代替电器保险丝(管)使用;
- ④ 严格按电器设备说明书进行操作,不可在有较大负载情况下开启电器;
- ⑤ 电器的检查、安装工作不得带电进行,若发生触电或引发火灾,应首先切断电源,再处理。

## 1.2 化学实验常用玻璃仪器

化学实验常用仪器有两类:一类是精密仪器类。物理学中绝大部分的电、光、磁、声、波测量与控制仪器,在化学实验中都得到了应用,它们促进了化学的发展,使人们对物质的结构、性质、变化规律的研究,由表层发展到内层、由宏观发展到微观。这部分仪器将在后续课程中学习。另一类是大量的玻璃仪器和其他通用仪器。它们主要用于化学制备、物质分类及宏观性质的测试与控制。它们是化学实验的基础,也是本节要讲述的内容。

### 1.2.1 化学实验仪器用玻璃

由于玻璃具有化学稳定性好、热稳定性高、机械强度高、电绝缘性好且无色透明和便于加工制作等特点,因此是化学实验中大量仪器的基本材料。其主要化学成分按照氧化物形式表示为 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 等。若引入 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{BaO}$ 等,可获取功能不同的改性玻璃。

常见化学实验仪器用玻璃的种类、性质及主要用途见表1-1。

表 1-1 常见化学实验仪器用玻璃

品种	名称	主要化学组成的质量分数/%						线性膨胀系数	耐冷热急变温度/°C	使用温度/°C	软化点温度/°C	典型用途
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO					
特硬玻璃	石英玻璃	99.5	0.01		0.14	0.03		(5.3~5.8)×10 <sup>-7</sup>	1 280	1 200	1 650	燃烧舟或管
	GG-17	80.5	2.1	12.8	3.8	0.42	0.6	32×10 <sup>-7</sup>	300	520	820	耐烧仪器
硬质玻璃	95料	73.4	1.7	14.2	5.42	0.12	0.4	39×10 <sup>-7</sup>	250	480	770	耐压仪器
	高铝玻璃	55	21	4.5	3.8	9.2	5.5	38×10 <sup>-7</sup>	625	620	910	高温温度计
	钠钙玻璃	74	4.5	4.5	12	1.21	3.3	85.89×10 <sup>-7</sup>	150	430	698	一般仪器
软质玻璃	钾玻璃	73	5	4.5	9.4	3.2	3.3	73×10 <sup>-7</sup>	220	430	750	玻璃量器
	中性玻璃	74.5	5	8	9	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4	ZnO 2	50×10 <sup>-7</sup>	120	460	740	试剂瓶
	棕色玻璃	74.5		1	13.8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4	8.5	90×10 <sup>-7</sup>	120	45	740	棕色量器

硬质玻璃色泽淡黄,具耐热、耐压、耐酸(不耐碱)、耐水腐蚀的化学稳定性,是耐高温及耐压器皿的主要用材,如烧杯、烧瓶、压力计及真空实验装置皆用此类玻璃制作。

软质玻璃是一般不耐热玻璃器皿的主要用材。其中,钾玻璃具较好耐碱腐蚀且不易失透明性的特点,常用做玻璃量器,如容量瓶、移液管、滴定管等。中性玻璃的 pH 为  $7.0 \pm 0.5$ , 具较好的耐温、耐压性能,多用于制作各种试剂瓶和药品瓶。棕色玻璃中含有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的可作棕色避光量具,含有碳化物、硫化物的钠钙棕色玻璃,则大量用于制作避光的试剂瓶与药瓶。

上述玻璃中,石英玻璃是耐热性能最好的玻璃,并且有可透过紫外光的特性,是光化反应、燃烧反应中反应器皿的唯一用材,也可用于光学测量中棱镜、比色皿的制造。

## 1.2.2 常用玻璃仪器

化学实验用玻璃仪器种类很多,使用频繁,就其用途可分为容器、量器和专用玻璃仪器三大类。

### 1. 容器

(1) 试管 常见品种有普通平口试管、具塞试管(用于反应演示、少量制备实验)、具支试管(用于少量气体制备实验)、离心试管(用于沉淀分离)等。

(2) 烧杯 主要用于非挥发性液相反应、溶解试样及配制溶液。硬料烧杯可置于石棉网上加热溶液。

(3) 烧瓶 主要用于合成、制备、蒸馏、分离实验,方便体系密闭和防止试剂挥发,也便于连接其他功能玻璃仪器构成某种实验装置。

烧瓶有平口与标准磨口两类。标准磨口烧瓶方便与其他具有标准磨口功能的仪器连接使用。我国生产的通用标准磨口玻璃仪器的口径编号有 10、12、14、16、19、24、29、34、40 九种,相同口径编号的方能相互连接使用。

(4) 容器瓶 多用软质玻璃制成,用途各异,如细口瓶用于盛装溶液。

### 2. 量器

量器类玻璃仪器有量筒、量杯、移液管、吸量管、容量瓶和滴定管等。

量筒、量杯常用于粗略量取液体体积,不能加热,也不能量取过热的液体。注意:量筒或量杯中不能配制溶液或进行化学反应。常用量筒、量杯有 5 mL、10 mL、25 mL、50 mL、100 mL、250 mL、500 mL 和 1 000 mL 等规格。

称量瓶是带磨口塞的圆柱形玻璃瓶,有扁形和筒形两种。前者常用于测定水分、干燥失重及烘干基准物质;后者常用于称量基准物质、试样等,而且可用于易吸潮和易吸收  $\text{CO}_2$  的试样的称量。

其他量器在后续实验中再作介绍。

### 3. 专用玻璃仪器

(1) 漏斗 普通漏斗、砂芯漏斗、玻璃钉漏斗及瓷质布氏漏斗多用于沉淀分离;梨形、球形、筒形分液漏斗多用于萃取分离;滴液漏斗、恒压滴液漏斗则在制备实验中用于控制加料速度。

(2) 标准磨口组合仪器 这些玻璃仪器常用于有机物制备、蒸馏、分离实验的标准磨口配套仪器。品种甚多,可据实验要求,选配组装。

(3) 干燥器皿 干燥器用于试样干燥储存。干燥塔、干燥管、干燥球常用于气体干燥。

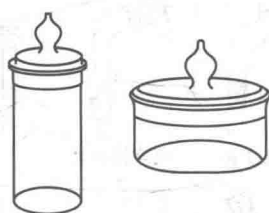
(4) 其他器皿 杜瓦瓶用于保温、恒温;研钵用于研磨药品、混合固体混合物;吸滤瓶、水泵用于获取粗真空进行减压过滤或蒸馏;表面皿用于覆盖容器。

以上化学实验常用玻璃仪器如图 1-1 所示,常见玻璃仪器的分步画法如图 1-2 所示。



(a) 烧杯与试管

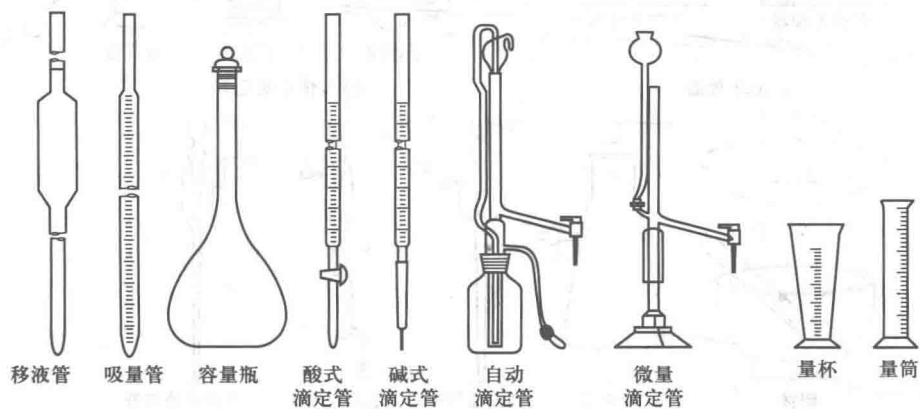
(b) 烧瓶



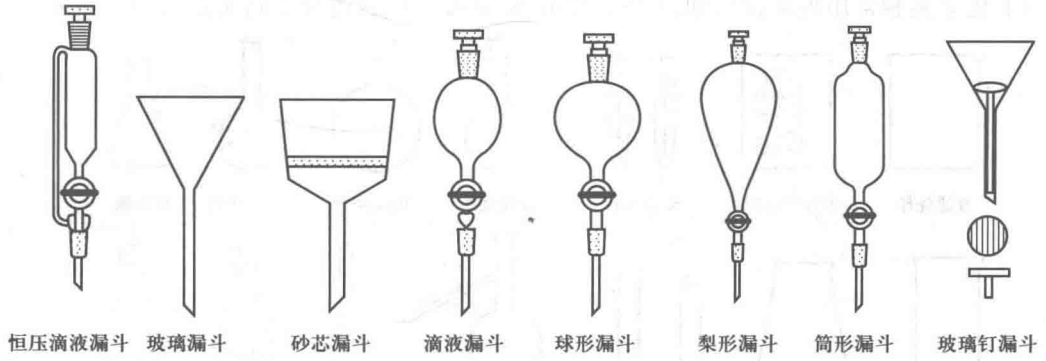
(c) 称量瓶



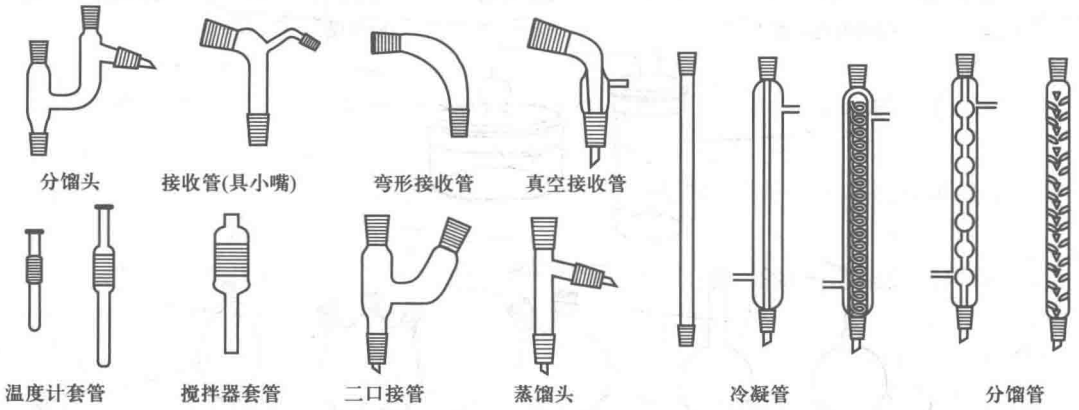
(d) 标准磨口烧瓶与容器



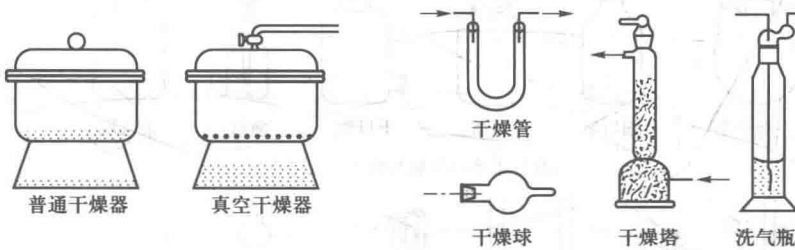
(e) 玻璃量器



(f) 玻璃漏斗

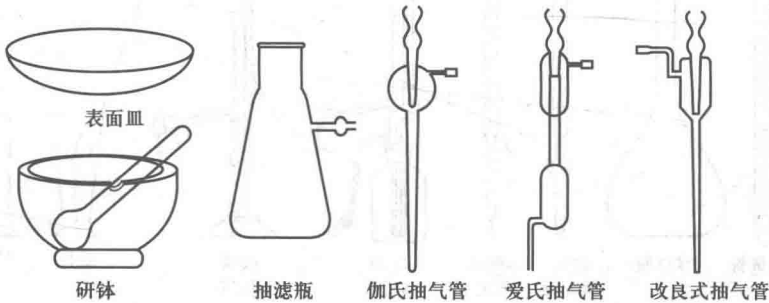


(g) 标准磨口仪器



(h) 干燥器

(i) 气体干燥设备



(j) 其他玻璃仪器

图 1-1 化学实验常用玻璃仪器

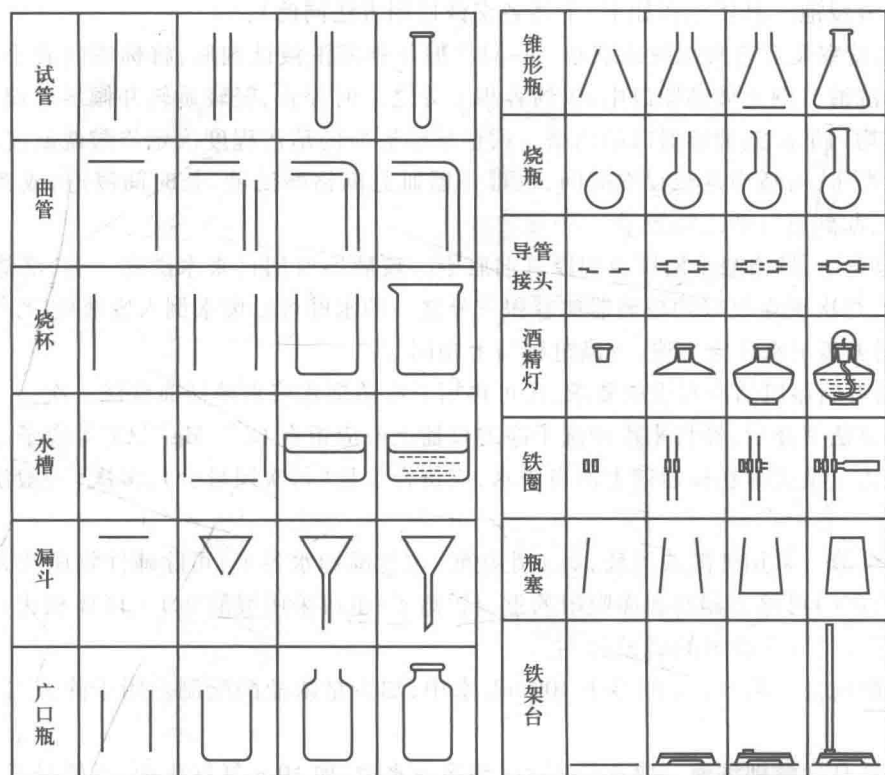


图 1-2 常见玻璃仪器的分步画法

除以上玻璃器皿外,实验室尚有许多非玻璃器皿可解决耐高温或耐碱、耐氢氟酸腐蚀等问题,常见器皿有瓷质器皿、塑料器皿和金属器皿等。

### 1.2.3 玻璃仪器的洗涤

实验中所用玻璃仪器的洁净与否直接影响实验的成败,因此有效的洗涤是至关重要的。仪器的一般洗涤程序:首先用水涮洗,再用毛刷蘸少量合成洗涤剂或去污粉刷洗,除垢后用自来水冲洗,若无残污,可用少量纯水清洗 3 次即可。若有残污应根据残污的性质选用各种药物洗涤液浸泡去污,再重复上述洗涤程序。

除常规洗涤法外,尚有一些特殊的洗涤方法,如超声波清洗用于复杂仪器的洗涤;过热水蒸气用于器皿表面吸附气体分子的清除;高温灭菌或灼烧可除去器皿表面污染物等,这些方法都在化学实验中被应用。

常用的毛刷刷洗和用去污粉刷洗的操作方法并不推荐用于分析化学的洗涤操作中,如玻璃器皿的内壁玷污严重,一般多采用化学洗涤液浸泡的方式完成洗涤。实验室常用的化学洗涤液的配置与使用方法如下:

(1) 铬酸洗液 强氧化性、强腐蚀性、有毒洗液(注意:铬酸洗液腐蚀性极强,使用时必须非常小心,不要将铬酸洗液溅于裸露的皮肤之上,最好带上橡胶手套)。配制时,取 20 g 重铬酸钾研细,溶于 40 mL 水中,搅拌下缓慢加入 360 mL 浓硫酸即成。用于除油污或还原剂污物,一般



采用冷或热液浸泡。具体操作如下(下述各洗液使用方法同此):

① 取实验室装有铬酸洗液试剂瓶。一只手握住铬酸洗液试剂瓶,将标签向着手心,沿器皿瓶口将铬酸洗液倾倒入玻璃器皿中,大约容积三分之一时停止,轻轻旋转并倾斜玻璃器皿,使铬酸洗液比较均匀地浸润玻璃器皿的内壁。根据玻璃器皿的玷污程度决定铬酸洗液浸泡时间,如果器皿玷污严重,可适当延长浸泡时间,也可将器皿充满铬酸洗液,长时间浸泡,或者将铬酸洗液稍许加热,起到更好的洗涤效果。

② 浸泡完毕,将铬酸洗液回收原试剂瓶中。玻璃器皿用自来水洗涤三遍,洗涤过程与铬酸洗液相同,每次洗涤仅取约玻璃器皿容积三分之一的水即可。废水倒入废液桶中。

③ 再用去离子水洗涤三遍,洗涤过程与上相同。

④ 根据玻璃器皿洁净程度的要求,还可再用二次蒸馏水将玻璃器皿洗涤三次。

用以上方法洗涤后,经自来水冲洗干净的仪器上不应留有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  等离子。使用蒸馏水的目的是为了洗去附在仪器壁上的自来水,应符合少量(每次用量少)、多次(一般洗 3~4 次)的原则。

(2) 酸洗液 常用纯酸或混酸,如工业盐酸(浓盐酸和水各半)可除碱性物质及大多无机物残污;硝酸(50%)可除去器皿表面吸附的重金属离子;也可采用混酸如 1:1(体积比)或 1:2 盐酸与硝酸混合酸,除去微量的离子。

(3) 草酸洗液 取 8 g 草酸溶于 100 mL 水中,加少量浓盐酸配制。用于除去二氧化锰、氧化铁残污。

(4) 碱性高锰酸钾洗液 取 4 g 高锰酸钾溶于水,加 10 g 氢氧化钠,水稀释至 100 mL 即成。主要用于清洗油污及其他有机物,浸泡后有二氧化锰析出,可用草酸洗液再洗。

(5) 氢氧化钠(10%)洗液 用于煮沸除油污。

(6) 氢氧化钠-乙醇溶液 取 120 g 烧碱(氢氧化钠)溶于 150 mL 水中,加入 95%乙醇至 1 L 即可。用于除去油污和某些有机物,效果甚佳。

(7) 有机溶剂 采用汽油、丙酮、乙醇、二甲苯、乙醚等有机溶剂溶解有机残污,达到清洗目的。

(8) 乙醇-浓硝酸洗液 此法用于清除特难洗净的有机残污。该洗液只能现配现用,且具危险性,一般在通风橱中进行。操作方法是取 2 mL 乙醇于污染器皿中,加入 4 mL 浓硝酸,静置片刻即激烈反应,放出大量热且生成二氧化氮,反应终止后用水清洗器皿即可。

清洗洁净的玻璃器皿应能被水均匀润浸而无水流条纹或不挂水珠。不能用布或纸擦拭已洗净的器皿,因为布和纸的纤维会留在器壁上弄脏器皿。

#### 1.2.4 玻璃仪器的干燥

实验用玻璃仪器洗净后,是否需要干燥视实验要求而定。一般玻璃量器无需干燥,更不能加热干燥,用时仅需用同试液或同溶剂润洗三遍,即可投入使用。但若实验要求在无水条件下进行,则所有玻璃仪器必须选用适当方法进行干燥。玻璃仪器干燥的方法有以下几种,并示于图 1-3 中。

(1) 晾干 把洗净的仪器在无尘埃处倒置沥去水分,自然风干。一般可置于干燥台、架上,在通气玻璃柜橱中进行干燥。

(2) 烤干 用酒精灯小心烤干。适用于可加热或耐高温的仪器,如试管、烧杯及蒸发皿等,将其置于石棉网上用小火烤干。烤干前应擦干仪器外壁的水珠;试管烤干时应使管口略向下倾