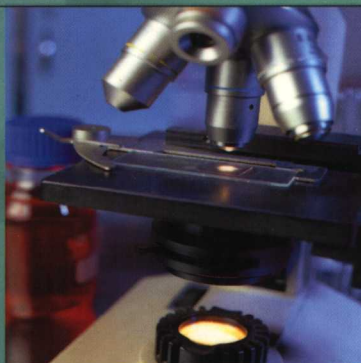




银领工程

高等职业教育技能型人才培养培训工程系列教材



索陇宁 主编

化学实验技术



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

银领工程

高等职业教育技能型人才培养培训工程系列教材

化学实验技术

索陇宁 主 编

高等教育出版社

内容提要

本书是一本以培养化学实验基本操作技能和综合应用能力为目标的实验教材。本书完全打破了传统的四大化学实验体系,降低了对化学理论知识的要求,构建了新的实验教学体系,主要内容包括化学实验基本知识、化学实验基本操作技术、物质的分离和制备技术及综合实训等。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院化工技术类专业及相关专业教材,也可作为五年制高职、成人教育化工及相关专业的教材,同时可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学实验技术/索陇宁主编. —北京:高等教育出版社,2006.6

ISBN 7-04-019527-5

I. 化... II. 索... III. 化学实验—高等学校: 技术学校—教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 054262 号

策划编辑 梁琦 责任编辑 董淑静 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 王超 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 北京明月印务有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 13.5
字 数 330 000

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 2006 年 6 月第 1 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷
定 价 17.30 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 19527-00

高等职业教育化学化工类专业系列教材编审委员会

主 任：曹克广 丁志平

副主任：李居参 张方明 李奠础

委 员：（以姓氏笔画为序）

于乃臣	马秉骞	王宝仁	王桂芝	王建梅	王焕梅	牛桂玲
邓素萍	孙伟民	关荐伊	许 宁	刘爱民	刘登辉	刘振河
伍百奇	曲志涛	陆 英	李明顺	时维振	冷士良	吴英绵
初玉霞	张荣成	张正兢	陈 宏	陈长生	林 峰	周 波
赵连俊	胡伟光	徐瑞云	索陇宁	高 琳	侯文顺	郭艳霞
程忠玲	魏培海					

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社
2006 年 5 月

前 言

本书是根据高等职业教育培养高素质的化学、化工及相关专业的应用型人才的需求而编写的。是一本以培养化学实验基本操作技能和综合应用能力为目标的实验教材。本书完全打破了传统的四大化学实验体系,构建了新的实验教学体系,降低了对化学理论知识的要求,改进了教学方法,使之紧密结合我国高职高专院校的教学实际,更有利于提高学生的职业岗位技能。

本书由化学实验基本知识、化学实验基本操作技术、物质的分离和制备技术及综合实训四大模块组成。本书具有下述特点。

把化学实验基本知识、基本操作与技能训练放在重要的位置,通过专门设置的基本操作实验来掌握化学实验基本知识、定量分析技术、化学和物理变化参数的测定技术等基本操作与技能。排序是按各实验的难易程度,先易后难的顺序排列的,这有利于学习者循序渐进,逐步掌握实验技术。

物质的分离和制备技术列有多种分离和制备方法,并对常用的实验装置从装置特点、操作要点及应用等方面进行阐述,可以大大拓宽读者的思路,启迪创新思想。通过具体实验把握制备反应的设计思路,掌握主要反应物投料摩尔比、反应介质、反应温度及反应时间。掌握反应混合物分离的原理与方法。

综合实训模块提供了四个项目,主要对学过的实验技能进行综合训练,同时考核对实验技能的掌握情况以及实验设计的能力。

采用国家标准(GB)规定的术语、符号与法定的计量单位。一些物理常数的测定,均采用国家标准规定的实验方法。

为了便于掌握实验内容,每一节及每个实验和实训项目前都列出了相应的知识目标和能力目标。为了规避实验风险,保护实验者的健康与安全,保障实验安全顺利地进行,各实验均有安全提示,以警示实验中存在的危险性。

本书共 130 学时,详细学时分配见书后参考教学大纲,实验量较大,考虑到各校实验设备和专业要求不同可根据需要选用。全部内容均在实验室完成,实验理论结合具体实验讲解,不单独开设实验理论课。

本书由兰州石化职业技术学院索陇宁任主编,并编写了模块一、模块三和模块四。济源职业技术学院汤长青编写模块二中的第一至第五节、第九节及实验 2-1 至实验 2-3、实验 2-19 至实验 2-24。河南纺织高等专科学校谢伟编写模块二中的第六至第八节及实验 2-4 至实验 2-18。全书由索陇宁统稿。

2006 年 2 月在北京召开了本书的审稿会,由承德石油高等专科学校曹克广教授主审。在审稿中,各位审稿老师提出了许多宝贵意见,特别是主审曹克广教授为本书付出了辛勤劳动。在此,对各位老师表示衷心感谢。

由于本书是一本实验技术教材,在内容选择、结构安排上可能会有不足之处,恳切希望使用

前 言

本书的各校教师和读者在教学和学习过程中,如发现有不妥和错误之处请向编者提出批评和指正。我们在此向关心这本教材的同志们预先致以诚挚的谢意。

编者

2006年2月

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



目 录

模块一 化学实验基本知识	1	的使用	24
第一节 化学实验常用仪器和设备	1	五、实验室废弃物的处理	27
一、常用玻璃仪器和设备	1	六、实验室事故的预防	27
二、常用玻璃仪器和设备的分类	9	七、事故的处理和急救	29
三、常用玻璃仪器的装配	9	八、急救用具	30
第二节 气压计	10	第九节 化学实验记录和数据处理	30
一、气压计的构造	10	一、原始记录	30
二、气压计的使用方法	10	二、有效数字及其运算规则	31
三、气压计读数的校正	11	三、误差	32
四、定槽式气压计的构造	11	四、实验报告	35
第三节 高压钢瓶	12	模块二 化学实验基本操作技术	37
一、高压钢瓶简介	12	第一节 常用玻璃器皿的洗涤和干燥	
二、使用高压钢瓶的注意事项	13	技术	37
第四节 化学实验室规则	13	一、常用玻璃仪器的洗涤	37
第五节 化学实验室用水	14	二、玻璃仪器的干燥	39
一、蒸馏水的制备	14	三、电热鼓风干燥箱的使用	39
二、去离子水的制备	15	第二节 加热和化学品的干燥技术	40
三、电渗析法制纯水	16	一、热源	40
第六节 试纸	16	二、加热方法	43
一、酸碱试纸	16	三、化学品的干燥	44
二、特性试纸	17	第三节 溶解与搅拌技术	47
三、试纸的使用	17	一、溶解	47
第七节 化学试剂的一般知识	17	二、溶剂的选择	48
一、化学试剂的分级和规格	18	三、搅拌器的种类和使用	48
二、试剂的取用及注意事项	19	第四节 蒸发和结晶技术	50
三、试剂的保管	20	一、溶液的蒸发	50
第八节 化学实验室的安全和环保		二、结晶	50
常识	21	第五节 过滤与洗涤技术	51
一、化学实验室的安全守则	22	一、过滤和过滤方法	51
二、安全用电常识	23	二、洗涤	54
三、灭火常识	23	实验 2-1 溶液的配制	55
四、易燃易爆、强腐蚀性和有毒化学品		实验 2-2 粗食盐的提纯	56

实验 2-3 熔点的测定	58	三、UV1900 双光束紫外可见分光光度计	104
第六节 分析天平	61	实验 2-17 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	105
一、分析天平的种类	61	实验 2-18 工业废水中挥发酚含量的测定	107
二、分析天平的构造	62	第九节 化学和物理参数的测定技术	109
三、分析天平的计量性能与质量检查	66	一、贝克曼温度计	110
四、称量方法	68	二、电导率仪	111
实验 2-4 分析天平的称量练习	72	三、旋光仪	112
第七节 滴定分析仪器和基本操作技术	74	四、阿贝折光仪	114
一、滴定分析仪器的洗涤	74	五、毛细管黏度计	115
二、滴定分析仪器使用前的准备和使用	75	六、恒温槽的调节与性能测试	117
实验 2-5 滴定分析仪器基本操作练习	82	实验 2-19 燃烧热的测定	119
实验 2-6 滴定管、容量瓶和移液管的校准	83	实验 2-20 电导率法测定醋酸的解离常数	122
实验 2-7 HCl 标准溶液的配制与标定	85	实验 2-21 蔗糖水解反应速率常数的测定	125
实验 2-8 氢氧化钠标准溶液的配制与标定	86	实验 2-22 双液系沸点-组成图的测绘	128
实验 2-9 工业乙酸含量的测定 (设计实验)	87	实验 2-23 毛细管黏度计测定高聚物的摩尔质量	131
实验 2-10 铵盐含量的测定 (甲醛法)	88	实验 2-24 化学反应平衡常数与分配系数的测定	135
实验 2-11 工业纯碱和烧碱液的测定 (双指示剂法)	89	模块三 物质的分离和制备技术	138
实验 2-12 EDTA 标准溶液的配制与标定、水的总硬度的测定	91	第一节 物质的分离技术	138
实验 2-13 高锰酸钾溶液的配制和标定、过氧化氢含量的测定	95	一、蒸馏	138
实验 2-14 硫代硫酸钠溶液的配制和标定	98	二、分馏	145
实验 2-15 硝酸银标准溶液的配制与标定	99	三、重结晶	147
实验 2-16 自来水中氯含量的测定 (莫尔法)	101	四、萃取	149
第八节 分光光度计	102	五、升华	153
一、721 型分光光度计	102	实验 3-1 普通蒸馏	154
二、722 型数显可见分光光度计	104	实验 3-2 八角茴香的水蒸气蒸馏	155
		实验 3-3 苯乙酮的减压蒸馏	156
		实验 3-4 丙酮和 1,2-二氯乙烷混合物的分馏	158
		实验 3-5 乙酰苯胺的重结晶	159
		实验 3-6 从茶叶中提取咖啡因	160

实验 3-7 三组分混合物的分离	162	项目 4-4 β -萘乙醚的制备	191
第二节 物质的制备技术	163	附录	193
一、制备步骤和方法设计	163	附录 1 一些试剂的配制方法	193
二、液体和固体物质的制备	164	附录 2 几种常用洗液的配制及使用 ...	194
三、转化率和产率的计算及讨论	169	附录 3 强酸、强碱、氨水的质量分数与 密度、物质的量浓度的关系	194
实验 3-8 碳酸氢铵和氯化钠为原料 制备碳酸钠	171	附录 4 碱、酸和盐的溶解性表 (293 K)	196
实验 3-9 硫酸亚铁铵的制备	173	附录 5 常用酸碱的密度和浓度	197
实验 3-10 1-溴丁烷的制备	175	附录 6 常见化合物的摩尔质量 (单位: $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	197
实验 3-11 乙酸丁酯的制备	177	附录 7 相对原子质量表(1985)	200
实验 3-12 甲基橙的制备	178	化学实验技术课程参考教学大纲	202
模块四 综合实训	181	参考文献	205
项目 4-1 4-苯基-2-丁酮的制备	181		
项目 4-2 硫代硫酸钠的制备	186		
项目 4-3 乙酰水杨酸的制备	189		

(3) 移液管(见图 1-3)

规格:有分刻度线直管形(称吸量管,也称分度吸管)和单刻度线大肚形(也称大肚移液管)两种;还分成完全流出式和不完全流出式,此外还有自动移液管。(容量/mL):0.1,0.2,0.5,1,2,5,10,20,25,50,100。

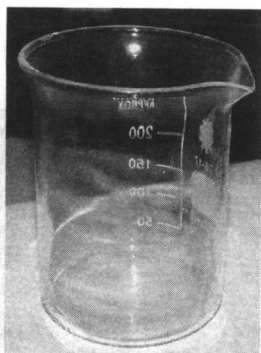


图 1-1 烧杯

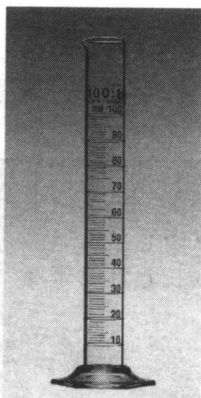


图 1-2 量筒

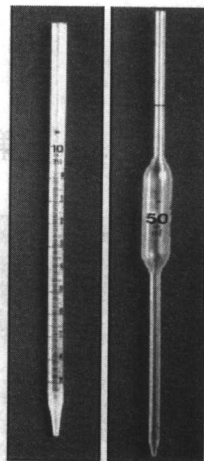


图 1-3 移液管

主要用途:准确地移取一定体积的液体或溶液。

注意事项:

- ① 用后立即洗净。
- ② 具有准确刻度线的量器不能放在烘箱中烘干,更不能用火加热烘干。
- ③ 读数方法同量筒。

(4) 容量瓶(见图 1-4)

规格:无色、棕色,量入式。(容量/mL)10,25,100,150,200,250,500,1 000。

主要用途:用于配制准确体积的标准溶液或被测溶液。

注意事项:

- ① 磨口塞配套,不能互换。
- ② 其他同移液管。

(5) 试剂瓶(见图 1-5)

规格:有广口、细口、磨口、非磨口及无色、棕色等种类。(容量/mL)30,60,125,250,500,1 000,2 000。

主要用途:广口瓶盛放固体试剂,细口瓶盛放液体试剂;棕色瓶用于盛放见光易分解和不太稳定的试剂。

注意事项:

- ① 不能加热。
- ② 盛碱溶液要用胶皮塞。
- ③ 使用中不要弄乱、弄脏塞子。

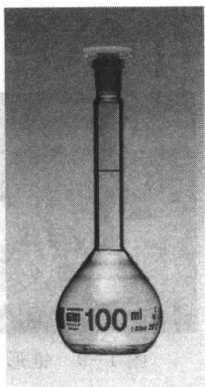


图 1-4 容量瓶

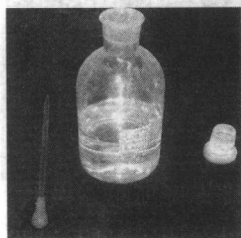


图 1-5 试剂瓶

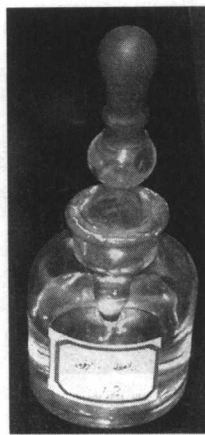


图 1-6 滴瓶和滴管

④ 试剂瓶上必须保持标签完好,液体试剂瓶倾倒时标签要对着手心。

(6) 滴瓶和滴管(见图 1-6)

规格:有无色、棕色两种,滴管上配有橡皮胶帽。(容量/mL)30,60,125。

主要用途:装需滴加的试剂。

注意事项:

① 滴管不能吸得太满,也不能倒置,保证液体不进入胶帽。

② 滴管专用,不得弄乱、弄脏。

③ 滴管要保持垂直,不能使管端接触接受容器内壁,更不能插入其他试剂瓶中。

(7) 碘量瓶(见图 1-7)

规格:具有配套的磨口塞。(容量/mL)50,100,250,500,1 000。

主要用途:与锥形瓶相同,可用于防止液体挥发和固体升华的实验。

注意事项:

① 为防止内容物挥发,瓶口用水封。

② 其他同锥形瓶。

(8) 比色管(见图 1-8)

规格:(容量/mL)10,25,50,100。

主要用途:比色分析。

注意事项:

① 比色时必须选用质量、口径、厚薄、形状完全相同的比色管。

② 不能用毛刷擦洗,不能加热。

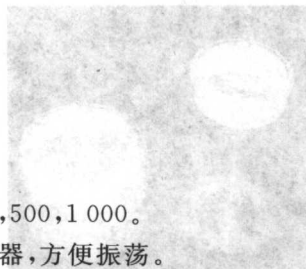
③ 比色时最好把比色管放在白色背景的平面上。

(9) 锥形瓶(见图 1-9)

规格:有具塞、无塞等种类。(容量/mL)5,10,50,100,200,250,500,1 000。

主要用途:用作反应容器,可避免液体大量蒸发,用于滴定的容器,方便振荡。

注意事项:



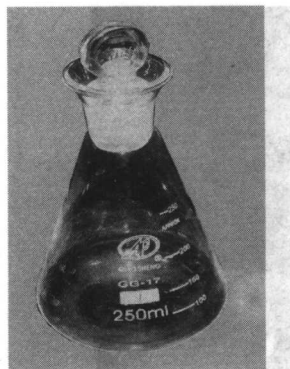


图 1-7 碘量瓶

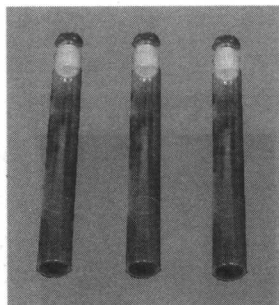


图 1-8 比色管

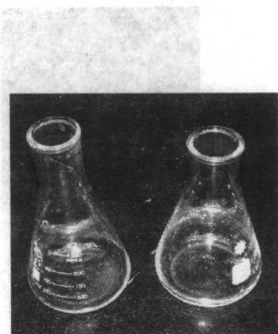


图 1-9 锥形瓶

① 滴定时所盛溶液不超过容积的 $1/3$ 。

② 其他同烧杯。

(10) 称量瓶(见图 1-10)

规格:分低型和高型两种。(容量/mL)10,15,20,30,50。

主要用途:用于称量样品,测定物质的水分、烘样品。

注意事项:

① 称量时不可直接用手拿取,应戴手套或垫洁净纸条拿取。

② 盖子是磨口配套的,不能互换。

③ 不用时洗净,在磨口处垫上纸条。

(11) 布氏漏斗和抽滤瓶(见图 1-11)

规格:(抽滤瓶容量/mL)250,500,1 000,2 000。布氏漏斗有瓷制品和玻璃制品。

主要用途:连接到水冲泵或真空系统中进行晶体或沉淀的减压过滤。如果处理量少,抽力要求较小时可以用吸滤管代替抽滤瓶。

注意事项:

① 不能直接用火加热。

② 漏斗和抽滤瓶大小要配套,滤纸直径要略小于漏斗内径。

③ 过滤前,先抽气,结束时,先断开抽气管与抽滤瓶连接处再停止抽气,以防止液体倒吸。

(12) 表面皿(见图 1-12)

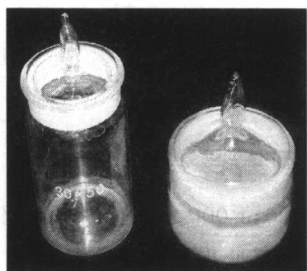


图 1-10 称量瓶

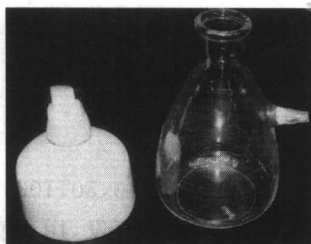


图 1-11 布氏漏斗和抽滤瓶

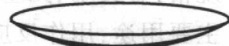


图 1-12 表面皿

规格:(直径/mm)45,60,75,90,100,120。

主要用途:用来盖在蒸发皿上或烧杯上,防止液体溅出或落入灰尘。也用作称取固体药品的容器。

注意事项:

- ① 不能用火直接加热。
- ② 作盖用时直径要比容器口直径大些。
- ③ 用作称量试剂的容器时要事先洗净、干燥。

(13) 滴定管(见图 1-13)

规格:具有玻璃旋塞的为酸式滴定管,具有橡皮滴头的为碱式滴定管。用聚四氟乙烯制的则无酸碱式之分。还有微量滴定管、自动滴定管。(容量/mL)1,2,3,4,5,10,25,50,100。

主要用途:用于准确测量液体或溶液的体积。容量分析中的滴定仪器。

注意事项:

- ① 酸式滴定管的旋塞不能互换,不能装碱溶液。
- ② 其他同移液管。

(14) 漏斗(见图 1-14)

规格:有短颈、长颈、粗颈、无颈等种类。(口径/mm)30,60,75。

主要用途:短颈漏斗用于过滤、倾注液体至小口容器中;粗颈漏斗可用来转移固体试剂;长颈漏斗常用于装配气体发生器、定量分析过滤沉淀;无颈漏斗用于热过滤。

注意事项:

- ① 不能用火直接加热。
- ② 过滤时漏斗颈尖紧贴承接容器的内壁。
- ③ 长颈漏斗在气体发生器中作加液用时,颈尖端应插于液面以下。

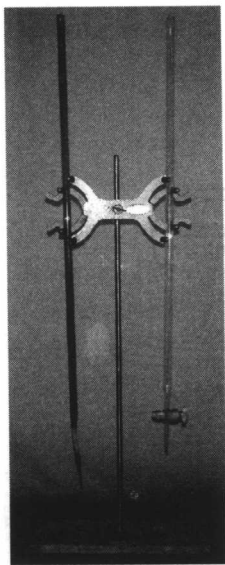


图 1-13 滴定管

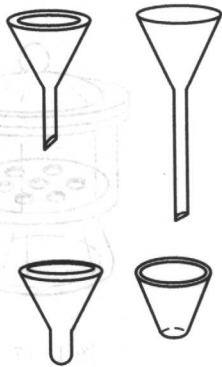


图 1-14 漏斗

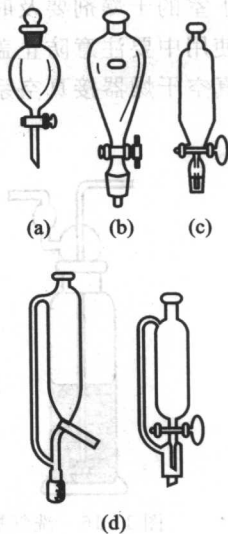


图 1-15 分液、滴液漏斗

(15) 分液、滴液漏斗(见图 1-15)

规格:有球形、梨形、筒形、锥形等。(容量/mL)50,100,250,1 000。

主要用途:

- ① 互不相溶的液-液分离。
- ② 在气体发生器中作加液用。
- ③ 对液体进行洗涤、萃取分离和富集。
- ④ 作反应器的加液装置。

注意事项:

- ① 不能用火直接加热。
- ② 漏斗旋塞不能互换。
- ③ 进行萃取时,振荡初期应放气数次。
- ④ 滴液加料到反应器中时,下尖端应在反应液面以下。

(16) 洗气瓶(见图 1-16)

规格:(容量/mL)125,250,500,1 000。

主要用途:内装适当试剂,用于除去气体中的杂质。

注意事项:

- ① 根据气体性质选择洗涤剂。洗涤剂应为容积的 1/2。
- ② 进气管和出气管不能接反。

(17) 干燥器、真空干燥器(见图 1-17)

规格:分普通干燥器和真空干燥器两种。(内径/mm)150,180,210,300。

主要用途:保持烘干及灼烧过的物质的干燥;存放试剂防止吸潮;在定量分析中将灼烧过的坩埚放在其中冷却。

注意事项:

- ① 放入干燥器的物品温度不能过高。
- ② 下室的干燥剂要及时更换。
- ③ 使用中要注意防止盖子滑动打碎。
- ④ 真空干燥器接真空系统抽去空气,干燥效果更好。

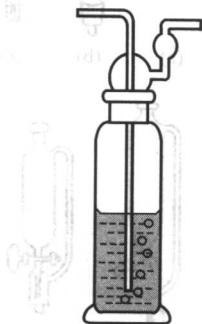


图 1-16 洗气瓶

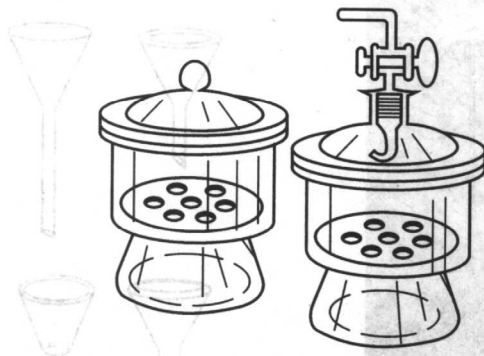


图 1-17 干燥器、真空干燥器