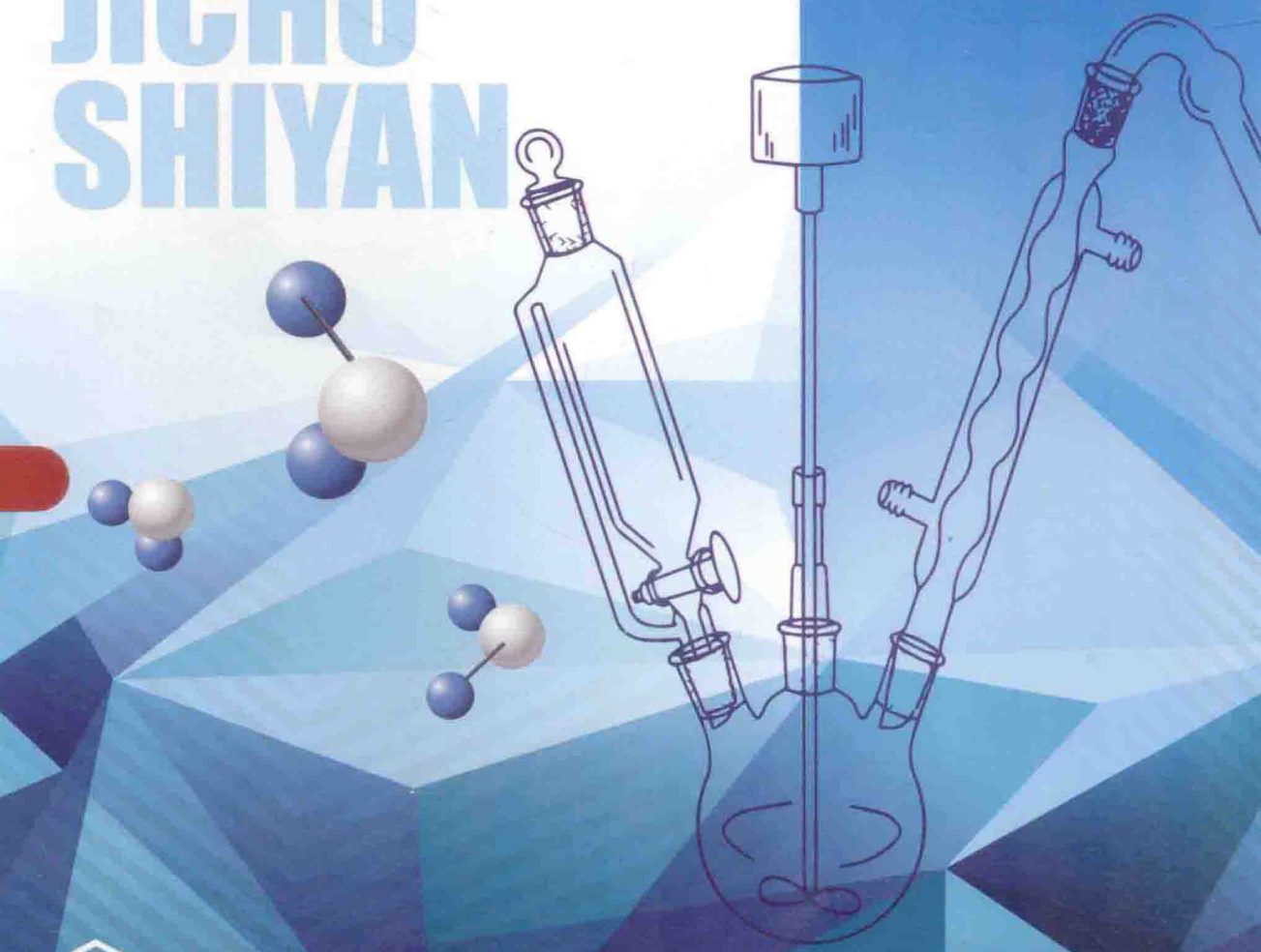


高等学校“十二五”规划教材

化学基础实验

HUAXUE
JICHU
SHIYAN

董岩 主编



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

化学基础实验

董 岩 主 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书共分为四个部分,即化学实验基础知识与基本操作、无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验,共39个实验项目,附录列有必要的数据和资料以供查阅、参考。为了方便授课,本书在内容安排上,充分考虑了各模块的相对独立性;在实验项目的选择上,以基础验证性实验为主,以培养学生的基本实验技能。

本书可作为高等学校生物、食品、农学、医学、药学和纺织等专业及相近专业的基础化学实验教材,对相关行业从事化学实验工作的技术人员也有一定参考意义。



图书在版编目(CIP)数据

化学基础实验/董岩主编. —北京:化学工业出版社,
2014.9
高等学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-21173-6

I. ①化… II. ①董… 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(2014)第 145472 号

责任编辑:宋林青 王 岩

文字编辑:刘砚哲

责任校对:宋 夏

装帧设计:史利平

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10 $\frac{1}{4}$ 字数249千字 2014年10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:22.00 元

版权所有 违者必究

《化学基础实验》编写人员

主 编：董 岩

副主编：符爱云 华晓莹 李洪亮 孔春燕

编写人员：

董 岩 符爱云 华晓莹 李洪亮

孔春燕 宋新峰 张 红 孙建之

王新芳 刘雷芳 周连文 刘明成

张存兰

前 言

化学基础实验是生物、农学、医学等专业的基础课程，根据化学基础实验的教学目标和人才培养要求，结合多年来的实验教学研究和科学研究成果，我们编写了本书。本教材由原来的无机化学实验、分析化学实验和有机化学实验整合而成，通过本实验课程的学习，不仅加强了学生的“三基”能力训练和培养，而且增强了基本知识运用能力和基本研发能力的培养；加深了对所学无机化学、有机化学、分析化学等课程及相关课程的理论知识的综合理解与应用；同时为后续课程的学习奠定了坚实的基础。

本书内容根据应用型人才培养的要求，以让学生掌握基本操作技能为目的。通过本书的学习，学生可以在理解实验基本原理的基础上，掌握化学实验的基本操作方法和常规的实验技术。笔者力图做到将各相关课程实验交叉、融合，避免重复，同时为了方便授课，充分考虑了各模块的相对独立性。在实验项目的选择上，以基础的验证性实验为主，以培养学生的基本实验技能。

本书由德州学院化学化工学院、生命科学学院、医药与护理学院、生态与园林建筑学院四个教学单位十余位一线教师根据多年教学改革经验合作编写，全书由董岩教授负责组织、修改和统稿。本书可作为高等学校生物、食品、农学、医学、药学和纺织等专业及其相近专业的基础化学实验教材，对于相关行业从事化学实验工作的技术人员也有一定参考意义。

编者根据实验教学的实际经验，参阅国内外相关的教材、专著、文献资料及网络资料编写了此教材，在此对相关兄弟院校的同行、专家表示诚挚的谢意。

本书在编写过程中，得到了山东省精品课程、德州学院教材建设基金项目的资助，并得到了化学工业出版社的支持与帮助，在此深表衷心的感谢。

由于我们的水平有限，加之时间仓促，本书难免有不妥或疏漏之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者

2014年6月于德州学院（山东德州）

目 录

第 1 部分 化学实验基础知识与基本操作

1 化学实验基础知识	1	4.1.5 电加热套	24
1.1 化学实验目的	1	4.1.6 马弗炉	25
1.2 化学实验规则	1	4.1.7 微波炉	25
1.3 化学实验室内的安全操作	1	4.2 加热方式	25
1.4 实验室意外事故处理	2	4.2.1 直接加热	25
1.5 实验报告	3	4.2.2 间接加热	27
2 常用玻璃仪器的使用	5	4.2.3 加热的一般原则	27
2.1 实验常用玻璃器皿介绍	5	4.3 基本量度仪器的使用	27
2.2 国产磨口玻璃仪器介绍	10	4.3.1 量筒的使用	27
2.3 玻璃仪器的洗涤	11	4.3.2 容量瓶的使用	28
2.3.1 一般污物的洗涤方法	11	4.3.3 移液管和吸量管的使用	28
2.3.2 特殊物质的洗涤方法	12	4.3.4 滴定管的使用	29
2.4 玻璃仪器的干燥	13	4.4 试剂的取用	32
3 常用基础化学实验仪器及使用方法 ..	14	4.4.1 固体试剂的取用	32
3.1 台秤和电子天平的使用	14	4.4.2 液体试剂的取用	32
3.1.1 台秤	14	4.5 溶液的配制方法	33
3.1.2 电子天平	14	4.5.1 一般溶液的配制	33
3.2 pH 计(酸度计)的使用	16	4.5.2 标准溶液的配制	33
3.3 分光光度计的使用	19	4.6 固体物质的溶解、蒸发、结晶和固液 分离	34
3.4 比重计的使用	21	4.6.1 固体溶解	34
3.5 气压计的使用	21	4.6.2 蒸发和结晶	34
4 化学实验基本操作	23	4.6.3 固液分离	35
4.1 加热装置与使用	23	4.7 气体的制备与收集	39
4.1.1 酒精灯	23	4.7.1 气体的制备	39
4.1.2 酒精喷灯	23	4.7.2 气体的净化与干燥	41
4.1.3 煤气灯	23		
4.1.4 电炉	24		

第 2 部分 无机化学实验

实验 1 仪器的认领、洗涤和干燥	43	实验 8 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	57
实验 2 溶液的配制	45	实验 9 硫代硫酸钠的制备及含量测定	59
实验 3 醋酸解离度和解离常数的测定	46	实验 10 过氧化钙的制备及含量分析	61
实验 4 粗食盐的提纯	48	实验 11 微波辐射合成磷酸锌	63
实验 5 转化法制备硝酸钾	50	实验 12 维生素 B ₁₂ 的鉴别及其注射液的含量 测定	64
实验 6 二氧化碳相对分子质量的测定	52	实验 13 葡萄糖酸锌的制备与质量分析	65
实验 7 化学反应速率与活化能	54		

实验 14 硫酸锰铵的制备及检验	66	实验 15 海带中碘的提取	67
------------------------	----	---------------------	----

第 3 部分 分析化学实验

实验 1 天平称量练习	70	实验 7 过氧化氢含量的测定	90
实验 2 滴定分析基本操作练习	72	实验 8 碘量法测定维生素 C 的含量	92
实验 3 混合碱的连续滴定分析 (双指示剂法)	76	实验 9 葡萄糖注射液中葡萄糖含量的测定	94
实验 4 EDTA 标准溶液的配制和标定	79	实验 10 生理盐水中氯离子含量的测定 (莫尔法)	96
实验 5 水硬度的测定	83	实验 11 分光光度法测定微量铁	98
实验 6 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	87		

第 4 部分 有机化学实验

实验 1 熔点的测定	102	实验 8 胡萝卜素的柱色谱分离法	117
实验 2 蒸馏和沸点的测定	105	实验 9 乙醚的制备	119
实验 3 分馏	107	实验 10 1-溴丁烷的制备	121
实验 4 水蒸气蒸馏	109	实验 11 从茶叶中提取咖啡因	123
实验 5 萃取和洗涤	111	实验 12 乙酰水杨酸的制备	125
实验 6 重结晶提纯法	113	实验 13 从槐花米中提取芦丁	126
实验 7 薄层色谱	115		

附 录

附录 1 市售酸碱试剂的浓度及相对密度 ..	128	附录 7 常用指示剂	131
附录 2 化学试剂纯度分级表	128	附录 8 无机酸在水溶液中的解离常数 (25℃)	133
附录 3 常用的气体干燥剂	128	附录 9 难溶化合物的溶度积常数	134
附录 4 相对原子质量表	129	附录 10 标准电极电势	137
附录 5 洗涤液的配制及使用	130	附录 11 思考题参考答案	147
附录 6 常用缓冲溶液的配制	131		

参考文献	156
------------	-----

第1部分 化学实验基础知识 与基本操作

1 化学实验基础知识

1.1 化学实验目的

化学是一门实验科学。许多化学的理论和规律都来自实验，同时，这些理论和规律的应用与评价也要依据实验的探索和检验。化学基础实验课程是化学、生物、医药和农学等相关专业的基础实验课。通过该课程的学习，使学生加深对化学课程中基本原理的理解，较系统地掌握基础化学实验的原理及方法；较全面地进行实验基本操作训练，并学会正确使用实验中的常用仪器。培养学生观察实验现象、分析推理判断、处理数据和撰写实验报告及科技论文的能力，查阅文献、使用手册和工具书的能力，综合运用所学知识的能力。

1.2 化学实验规则

- ① 课前应认真预习，明确实验目的和要求，了解实验的内容、方法和基本原理。
- ② 进入实验室的每位同学都必须穿工作服，必要时佩戴防护眼镜、手套和口罩。杜绝穿拖鞋、背心。
- ③ 实验时应遵守操作规则，注意安全，爱护仪器，节约药品和水、电、煤气。
- ④ 遵守纪律，不迟到，不早退，保持实验室内安静。
- ⑤ 实验中要认真操作，仔细观察各种现象，将实验中的现象和数据如实记在报告本上。根据原始记录，认真地分析问题，处理数据，写出实验报告。
- ⑥ 实验过程中，随时注意保持工作环境的整洁，火柴、纸张和废品等必须丢入废物缸内。
- ⑦ 实验完毕后，将玻璃仪器洗净，公用仪器放回原处，把实验台和药品架整理干净，清扫实验室。最后应检查门、窗、水、电、煤气是否关好。

1.3 化学实验室内的安全操作

为了保证实验的顺利进行，必须熟悉和注意以下安全措施。

- ① 熟悉实验室及其周围环境和水、电、煤气、灭火器的位置。
- ② 使用电器时，要谨防触电，不要用湿的手、物去接触电源，实验完毕后及时拔下插头，切断电源。
- ③ 一切有毒的、恶臭气体的实验，都应在通风橱内进行。

④ 为了防止药品腐蚀皮肤和进入体内,不能用手直接拿取物品,要用药勺或指定的容器取用。取用一些强腐蚀性的药品,如氢氟酸、溴水等,必须戴上橡皮手套。绝不允许用舌头尝药品的味道。实验完毕后须将手洗净。严禁在实验室内饮食和将食品及餐具等带入实验室内。

⑤ 使用易燃物(如酒精、丙酮、乙醚)、易爆物(如氯酸钾)时,要远离火源,用完后应及时将易燃、易爆物加盖存放于阴凉的地方。

⑥ 酸碱是实验室常用试剂,浓酸碱具有强烈腐蚀性,应小心取用,不要把它洒在衣服或皮肤上。实验用过的废酸应倒入指定的废酸缸中。

⑦ 禁止使用无标签、性质不明的物质;实验室内所有药品不得携出室外,用剩的有毒药品应还给教师。

⑧ 实验完毕后,值日生和最后离开实验室的人员应负责检查门、窗、水、煤气是否关好,电闸是否拉开。

1.4 实验室意外事故处理

① 割伤(玻璃或铁器刺伤等) 先把异物从伤口处挑出,如轻伤可用生理盐水或硼酸液擦洗伤处,涂上红药水,必要时撒些消炎粉,用绷带包扎。伤势较重时,包扎后立即送医院治疗。

② 烫伤 可用10%的高锰酸钾溶液擦洗灼伤处,轻伤涂以烫伤膏、红花油均可。伤重时涂上烫伤膏包扎后送医院治疗,切勿用冷水冲洗。

③ 受强酸腐蚀 先用大量水冲洗,然后以稀碳酸氢钠溶液洗或稀氨水冲洗,再用水洗。当酸溅入眼睛时,首先用大量水冲洗眼睛,然后用稀的碳酸氢钠溶液冲洗,最后再用清水洗眼。

④ 受强碱腐蚀 立即用大量水冲洗,然后用10%柠檬酸或硼酸溶液冲洗,最后用水洗。当碱液溅入眼睛时,先用水冲洗,再用饱和的硼酸溶液冲洗,最后滴入蓖麻油。

⑤ 磷烧伤 用5%的硫酸铜,10%的硝酸银或高锰酸钾溶液处理后,送医院治疗。

⑥ 吸入溴、氯等有毒气体 可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒,同时应到室外呼吸新鲜空气。溴灼伤,立即用大量水洗,再用乙酸擦至无溴液存在,然后涂上甘油或烫伤油膏。

⑦ 触电事故 应立即拉开电闸,切断电源,尽快用绝缘物(干燥的木棒、竹竿)将触电者与电源隔离。

⑧ 火灾事故 一旦发生着火,应沉着镇静地及时采取正确措施,控制事故的扩大。一面灭火,一面防止火势蔓延。然后,根据易燃物的性质和火势采取适当的方法进行扑救。一般的小火可用湿布、石棉布或砂子覆盖燃烧物,即可灭火。有机物着火通常不用水进行扑救,因为一般有机物不溶于水且比水轻,火苗可随水四处流动,引起大面积火灾,或遇水可发生更强烈的反应而引起更大的事故。火势较大时,应用灭火器灭火。

常用灭火器有二氧化碳、四氯化碳、干粉及泡沫等灭火器。

目前实验室中常用的是干粉灭火器。使用时,拔出销钉,将出口对准着火点,将上手柄压下,干粉即可喷出。

1.5 实验报告

实验报告是总结实验进行的情况、分析实验中出现的问题和整理归纳实验结果必不可少的基本环节，是把直接和感性认识提高到理性思维阶段的必要一步。通过实验报告也反映出每个学生的实验水平，是实验评分的重要依据。实验者必须严肃、认真、如实的写好实验报告。

实验报告包括七部分内容。

实验目的。

实验原理：主要用反应方程式和公式表示，语言要简明扼要。

实验仪器与药品。

实验步骤：尽量用表格、框图、符号等形式，表达要清晰条理。

实验现象和数据记录：表达实验现象要正确、全面，数据记录要规范、完整，绝不允许主观臆造，弄虚作假。

实验结果：对实验结果的可靠程度与合理性进行评价，并解释所观察到的实验现象；若有数据计算，务必将所依据的公式和主要数据表达清楚。

问题与讨论：针对本实验中遇到的疑难问题，提出自己的见解或体会；也可以对实验方法、检测手段、合成路线、实验内容等提出自己的意见，从而训练创新思维和创新能力。

化学原理测定实验报告示例

实验名称：_____

气压_____室温_____

_____级_____组 姓名_____实验室_____

指导教师_____日期_____

测定原理（简述）：

数据记录和结果处理：

问题和讨论：

附注：

实验名称: _____

级 组 姓名 实验室

指导教师 _____ 日期 _____

实验内容(步骤)	实验现象	解释和反应方程式

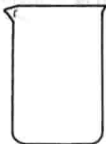
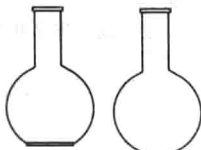
讨论:

小结:

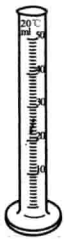
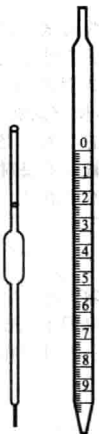
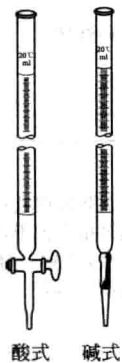
附注:

2 常用玻璃仪器的使用

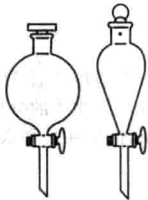
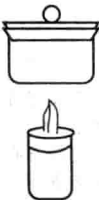
2.1 实验常用玻璃器皿介绍

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
试 管		①玻璃质。分硬质和软质 ②普通试管以管口外径(mm)×管长(mm)表示规格 ③离心试管以容积(mL)表示规格	用于少量试剂的反应器,便于操作和观察。也可用于少量气体的收集;离心试管主要用于少量沉淀与溶液的分离	普通试管可直接用火加热,硬质试管可加热到高温,加热时要使用试管夹夹持,加热后不能骤冷,反应试液一般不超过试管容积的1/2,加热时要不停地摇荡,试管口不要对着别人和自己,以防发生意外
烧 杯		①玻璃质。分硬质和软质 ②普通型和高型,有刻度和无刻度 ③以容量(mL)表示规格	用作反应物较多时的反应容器,可搅拌,也可用作配制溶液时的容器,或简便水浴的盛水器	加热时外壁不能有水,要放在石棉网上,先放溶液后加热,加热后不可放在湿物上
锥形瓶		①玻璃质。分硬质和软质 ②以容量(mL)表示规格	用作反应容器,振荡方便,适用于滴定操作	同烧杯
烧瓶	 平底 圆底	①玻璃质 ②普通型、标准磨口型,有圆底、平底之分 ③以容量(mL)表示规格	反应物较多时,且需较长时间加热时用作反应器	加热时应放在石棉网上,加热前外壁应擦干,圆底烧瓶竖放桌上时,应垫一合适的器具,以防滚动、打坏
蒸馏烧瓶		①玻璃质 ②以容量(mL)表示规格	用于液体蒸馏,也可用作少量气体的发生装置	同上
漏 斗		①化学实验室使用的一般为玻璃质或塑料质 ②规格以口径大小表示	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	不能用火加热

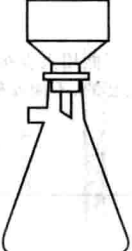
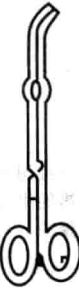
续表

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
量筒		①玻璃质 ②规格以刻度所能量度的最大容积(mL)表示	用以量度一定体积的溶液	不能加热,不能量热液体,不能用做反应器
吸量管和移液管		①玻璃质 ②一定温度下的容积(mL)表示规格	用以较准确移取一定体积的溶液	不能加热或移取热溶液 管口无“吹出”者,使用时末端的溶液不允许吹出
滴定管	 酸式 碱式	①玻璃质 ②所容的最大容积(mL)表示规格 ③分酸式和碱式,酸式有无色和棕色两种。酸式下端玻璃旋塞控制流出液速度,碱式下端连接一里面装有玻璃球的乳胶管来控制流量	用以较精确移取一定体积的溶液	不能加热,不能量取较热的液体 使用前应排除其尖端的气泡,并检漏 酸碱式不可互换使用
容量瓶		①玻璃质 ②以刻度以下的容积(mL)表示规格 ③有磨口瓶塞,也有塑料瓶塞	用以配制准确浓度一定体积的溶液	不能加热,不能用毛刷洗刷瓶的磨口与瓶塞配套使用,不能互换

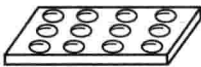
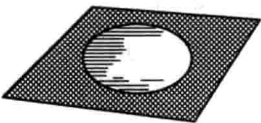
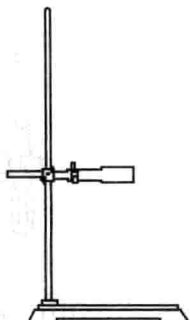
续表

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
分液漏斗		①玻璃质 ②规格以容积(mL)大小表示 ③形状分球形、梨形、筒形、锥形	用于互不相溶的液-液分离,也可用做少量气体发生器装置中的加液器	不能用火直接加热,漏斗塞子不能互换,活塞处不能漏液
称量瓶		①玻璃质 ②规格以外径(mm)×高度(mm)表示 ③形状分扁型和高型两种	用于准确称量一定量的固体样品	不能用火直接加热,瓶和塞是配套的,不能互换使用
试剂瓶		①玻璃质 ②带磨口塞。有无色或棕色 ③规格以容积(mL)大小表示	细口瓶用于存放液体药品,广口瓶用于存放固体药品	不能直接加热,瓶塞配套,不能互换,存放碱液时要用橡皮塞,以防打不开
研钵		①用瓷、玻璃、玛瑙或金属制成 ②规格以口径(mm)表示	用于研磨固体物质及固体物质的混合。按固体物质的性质和硬度选用合适的坩埚	不能用火直接加热,研磨时不能捣碎,只能碾压不能研磨易爆炸物质
表面皿		①玻璃质 ②规格以口径(mm)大小表示	盖在烧杯上,防止液体迸溅或其他用途	不能用火直接加热
蒸发皿		①瓷质,也有玻璃、石英、金属制成的 ②规格以口径(mm)或容量(mL)表示	蒸发、浓缩用。随液体性质的不同选用不同材质的蒸发皿	瓷质蒸发皿加热前应擦干外壁,加热后不能骤冷,溶液不能超过2/3,可直接用火加热
坩埚		①用瓷、石英、铁、镍、铂及玛瑙等制成 ②规格以容积(mL)表示	用于灼烧固体用,随固体性质的不同选用不同的坩埚	可直接用火加热至高温,加热至灼热的坩埚应放在石棉网上,不能骤冷

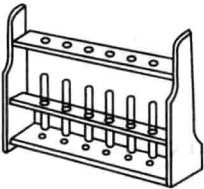
续表

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
微孔玻璃漏斗		①漏斗为玻璃质,砂芯滤板为烧结陶瓷 ②其规格以砂芯板孔的平均孔径(μm)和漏斗的容积(mL)表示 又称烧结漏斗、细菌漏斗、微孔漏斗	用于细颗粒沉淀,以至细菌的分离。也可用于气体洗涤和扩散实验	不能用于含 HF、浓碱液和活性炭等物质的分离,不能直接用火加热,用后要及时洗净
抽滤瓶和布氏漏斗		①布氏漏斗为瓷质,规格以容量(mL)和口径大小表示 ②抽滤瓶为玻璃瓶,以容量(mL)表示大小	两者配套,用于沉淀的减压过滤	滤纸要略小于漏斗的内径才能粘紧 要先将滤瓶取出再停泵,以防滤液回流 不能用火直接加热
洗瓶		①塑料质 ②规格以容积(mL)表示	装蒸馏水或去离子水用。用于挤出少量水洗沉淀或仪器用	不能漏气,远离火源
干燥器		①玻璃质 ②规格以外径(mm)大小表示 ③分普通干燥器和真空干燥器	内放干燥剂,可保持样品或产物的干燥	防止盖子滑动打碎 灼热的样品待稍冷后再放入
坩埚钳		①铁质 ②有大小不同规格	夹持热的坩埚、蒸发皿用	防止与酸性溶液接触,以防生锈,使轴不灵活

续表

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
三角架		①铁质 ②有大小、高低之分	放置较大或较重的加热容器,做石棉网及仪器的支撑物	要放平衡
点滴板		①瓷质。透明玻璃质,分白釉和黑釉两种 ②按凹穴多少分为四穴、六穴和十二穴	用于生成少量沉淀或带色物质反应的实验,根据颜色的不同,选用不同的点滴板	不能加热,不能用于含 HF 和浓碱的反应,用后要洗净
石棉网		①由细铁丝编成,中间涂有石棉 ②规格以铁网边长(cm)表示	放在受热仪器和热源之间,使受热均匀缓和	用前检查石棉是否完好,石棉脱落者不能使用 不能和水接触,不能折叠
泥三角		①用铁丝拧成,套以瓷管 ②有大小之分	加热时,坩埚或蒸发皿放在其上直接用火加热	铁丝断了不能再用。灼烧后的泥三角应放在石棉网上
漏斗架		木质或者塑料质	过滤时,用于放置漏斗	
试管夹		由木料、钢丝或塑料制成	用于夹持试管	防止烧损和腐蚀
铁架台		铁质	固定玻璃仪器用	

续表

名称	仪器示意图	规格	用途	注意事项
试管架		①有木质、铝质和塑料质等 ②有大小不同、形状各异的多种规格	盛放试管用	加热后的试管应以试管夹夹好悬放在架上,以防烫坏木质或塑料质的试管架
滴管和滴瓶		①玻璃品质 ②滴管(或吸管)由玻璃尖管和胶头组成	滴管吸取少量溶液用	胶头坏了要及时更换,防止掉地摔坏
毛刷		①用动物毛(或化学纤维)和铁丝制成 ②以大小和用途表示,如试管刷、滴定管刷等	洗刷玻璃仪器用	小心刷子顶端的铁丝撞破玻璃仪器,顶端无毛者不能使用

2.2 国产磨口玻璃仪器介绍



(1) 圆底烧瓶



(2) 锥形瓶



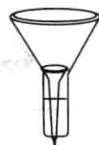
(3) 梨形烧瓶



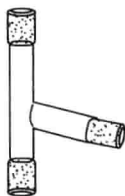
(4) 二口烧瓶



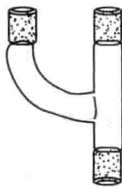
(5) 抽滤瓶



(6) 玻璃钉漏斗



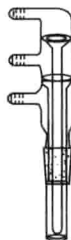
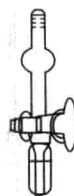
(7) 蒸馏头



(8) 克莱森接头



(9) 真空接受器

(10) 真空冷凝管
(冷凝指)

(11) 二通活塞