



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

• 高等职业教育教材 •

化学实验技术

HUAXUE SHIYAN JISHU

刘丹赤 丁新 主编



中国轻工业出版社

高等职业教育教材

化学实验技术

主 编 刘丹赤 丁 新
副 主 编 张俐勤 徐玉兰
参 编 纪 元 邹 芳 李 鹏
主 审 臧剑甬

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学实验技术/刘丹赤, 丁新主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 6

高等职业教育教材

ISBN 978-7-5019-7579-2

I. ①化… II. ①刘…②丁… III. ①化学实验 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ① O6 - 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 056567 号

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 白 洁 责任终审: 张乃柬 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 燕 杰 责任监印: 马金路

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 6.75

字 数: 136 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7579-2 定价: 14.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90019J2X101ZBW

前 言

本教材是根据高职高专教育的培养目标，从高职学生的特点和认知规律出发，并结合编者多年来的教学与实践经验编写的。本教材的编写以基本技能和素质培养为出发点，坚持“必需、够用”的原则，充分考虑高职高专教学的特点，精心遴选实验内容，体现职业需要、岗位需要和综合素质教育的特色。本书可作为高职高专食品类、生物技术类等相关专业的实验教材，也可供轻纺、环保等专业选用。

本教材共分三章，内容包括：化学实验基础知识、化学实验基本操作技术、化学实验基本技能训练。本书选材较广，注重加强基础知识和基本技能的培养，注重选择食品及生物技术方向的难易程度不等的实验，旨在使不同的学校、不同的专业根据具体情况选取实验项目。每个实验项目由知识目标、技能目标、预习实验原理、仪器及药品、操作步骤、注意事项、思考题、指导等构成。

本书由刘丹赤、丁新（日照职业技术学院）主持编写与统稿，参加编写的还有张俐勤（嘉兴职业技术学院）、徐玉兰（烟台职业学院）、纪元（日照职业技术学院）、邹芳（潍坊职业学院）、李鹏（日照职业技术学院）等。全书由烟台职业学院臧剑甬主审。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，恳请使用本教材的广大读者指正，以便及时修订。

编 者

目 录

第一章 化学实验基础知识	1
第一节 实验室规则.....	1
第二节 实验室安全守则与事故处理.....	2
一、实验室安全守则.....	2
二、实验意外事故处理.....	2
第三节 化学试剂常识.....	3
一、化学试剂的级别.....	3
二、试剂的取用.....	3
第四节 玻璃仪器及器皿用具.....	4
第五节 常用的反应装置.....	13
一、回流冷凝装置.....	13
二、滴加回流冷凝装置.....	13
三、回流分水反应装置.....	13
四、滴加蒸出反应装置.....	14
五、搅拌反应装置.....	14
六、气体吸收装置.....	15
第六节 实验数据的记录与处理.....	16
一、数据记录.....	16
二、有效数字及其运算规则.....	16
三、误差.....	17
第七节 化学实验的学习方法.....	20
第二章 化学实验基本操作技术	22
第一节 玻璃仪器的洗涤及干燥.....	22
一、玻璃仪器的洗涤.....	22
二、玻璃仪器的干燥.....	23
第二节 物质的称量.....	24
一、天平的使用.....	25
二、试样的称量方法.....	26
第三节 滴定分析技术.....	26
一、移液管和吸量管.....	26
二、容量瓶.....	27

三、滴定管	28
第四节 加热与固体物质的干燥技术	32
一、加热	32
二、固体物质的干燥	34
第五节 溶解与蒸发技术	35
一、溶解	35
二、溶液的蒸发	37
第六节 沉淀与过滤技术	37
一、沉淀技术	37
二、过滤技术	38
第七节 结晶与重结晶技术	41
一、结晶技术	41
二、重结晶技术	41
第八节 萃取与洗涤技术	42
一、从液体混合物中萃取	43
二、从固体混合物中萃取	44
第九节 蒸馏与分馏技术	44
一、普通蒸馏	44
二、简单分馏	47
三、水蒸气蒸馏	48
第十节 升华技术	50
第三章 化学实验基本技能训练	51
实验一 溶液的配制	51
实验二 滴定分析基本操作	53
实验三 酸碱标准溶液的比较滴定和标定	55
实验四 醋酸解离度和解离常数的测定	59
实验五 葡萄糖酸锌的制备及含量测定	61
实验六 酸碱滴定法测定蛋壳中的氧化钙含量	64
实验七 高锰酸钾法测定蛋壳中的氧化钙含量	66
实验八 维生素 C 含量的测定	69
实验九 直接干燥法测定淀粉中水分含量	72
实验十 茶叶中微量元素的鉴定与定量测定	73
实验十一 肥皂的制备	77
实验十二 用乙醚萃取醋酸水溶液中的醋酸	79
实验十三 工业乙醇的蒸馏	81
实验十四 1-溴丁烷的制备	82

实验十五	乙酸正丁酯的制备	85
实验十六	香料提取及固体香水的配制	86
实验十七	从果皮中提取果胶	88
实验十八	从茶叶中提取咖啡因	89
附录		92
附录一	常用元素的相对原子质量	92
附录二	常见化合物的摩尔质量	93
附录三	常用酸碱溶液的浓度	95
附录四	基准试剂的干燥条件	96
附录五	一些试剂的配制方法	96
附录六	常用有机化合物的物理常数	98
主要参考书目		99

第一章 化学实验基础知识

知识目标

1. 了解化学实验室必须遵守的规则；
2. 掌握易燃易爆、强腐蚀性和有毒化学品的使用方法、注意事项及事故的预防、处理和急救知识；
3. 了解化学试剂的分级、规格、使用范围及试剂的取用方法；
4. 掌握化学实验常用仪器的分类和用途，并能根据需要合理地组装仪器。

技能目标

1. 培养良好的实验室作风，能及时准确地处理实验室发生的事故；
2. 能正确合理地选择使用实验仪器、设备及试剂；
3. 能正确记录实验数据，正确书写实验报告。

第一节 实验室规则

化学实验室是进行科学实验及对学生进行科学训练的场所，进入实验室做实验的学生都应遵守以下规则：

- (1) 保持安静，不要大声喧哗。
- (2) 实验台面要保持清洁，台面及实验柜内的仪器要摆放整齐。实验完毕，应及时洗净所用仪器。
- (3) 保持水槽干净，切勿往水槽中乱抛杂物。火柴头、废纸片、碎玻璃应投入垃圾桶。废酸和废碱应小心倒入废液缸内。
- (4) 公共药品用后随时放回原处。所有配好的试剂都要贴上标签，注明名称、浓度及配制日期。注意节约药品、水、电和煤气。
- (5) 爱护仪器。使用精密仪器时，应严格遵守操作规程，不得任意拆装和搬动，用毕应登记。
- (6) 实验完毕，值日生要认真清扫地面，检查每个桌面是否整洁，最后检查水、电、煤气、窗户等是否关好。

第二节 实验室安全守则与事故处理

一、实验室安全守则

为了确保操作者、仪器设备及实验室的安全，每个进入实验室进行实验的学生都应遵守有关规章制度，并对一般的安全常识有所了解。

(1) 避免浓酸、浓碱等腐蚀性试剂溅在皮肤、衣服或鞋袜上。

(2) 实验中使用性质不明的物料时，要先用极小的量预试，不得直接去嗅，以免发生意外危险。

(3) 产生有毒气体、腐蚀性气体的实验，均应在通风橱中进行。操作时头部应在通风橱外面，以免中毒。

(4) 使用有毒试剂时应当小心，应事先熟悉操作中的有关注意事项。

(5) 使用二硫化碳、苯、酒精、汽油和丙酮等易燃物品时，附近不能有明火或热源。

(6) 易燃或有毒的挥发性有机物用后都应收集于指定的密闭容器中。

(7) 特殊仪器及设备应在熟悉其性能及使用方法后方可使用，并严格按照说明书操作。当情况不明时，不得随便接通仪器电源或扳动旋钮。

(8) 普通的玻璃瓶和容量器皿均不可加热，也不可倒入热溶液以免引起破裂或使容量不准。

(9) 灼热的器皿应放在石棉网或石棉板上，不可和冷物体接触，以免破裂；也不要用手接触，以免烫伤；更不要立即放入柜内或桌面上，以免引起燃烧或烙坏桌面。

(10) 加热试管时，管口不能对着自己或他人。不要俯视正在加热的液体。

二、实验意外事故处理

实验过程中如发生意外事故，可采取下列相应措施：

(1) 玻璃割伤：伤口内若有玻璃碎片或污物，应立即清除干净，然后涂红药水并包扎。

(2) 烫伤：切勿用水冲洗，应在伤处抹上苦味酸溶液、万花油或烫伤膏。

(3) 酸灼伤

皮肤上：立即且大量水冲洗，然后用5%的碳酸氢钠溶液洗涤，再用清水洗净，涂上油膏。若有水泡，则涂上紫药水。

眼睛上：抹去溅在眼睛外面的酸，立即用水冲洗，用洗眼杯或橡皮管套上水龙头，用慢水对准眼睛冲洗后，用稀碳酸氢钠溶液洗涤，最后滴入少许蓖麻油。

衣服上：先用水冲洗，再用稀氨水洗，最后用水冲洗。

(4) 碱灼伤

皮肤上：先用水冲洗，然后用饱和硼酸溶液或3%的醋酸溶液洗涤，再涂药膏并包扎好。

眼睛上：抹去溅在眼睛外面的碱，用水冲洗，再用饱和硼酸溶液洗涤，最后滴入蓖麻油。

衣服上：先用水洗，然后用10%的醋酸溶液洗涤，再用氨水中和多余的醋酸，最后用水冲洗。

(5) 起火：不要惊慌。小火用湿布、石棉布或沙子覆盖燃物；大火使用泡沫灭火器；电器设备发生火灾用1211灭火器灭火。

(6) 触电：立刻切断电源，救护伤员。

(7) 吸入毒气：吸入有毒气体（如煤气、氯气、硫化氢等）而感到不舒服时，应及时到窗口或室外呼吸新鲜空气。

第三节 化学试剂常识

一、化学试剂的级别

试剂的纯度对实验结果准确度的影响很大，不同的实验对试剂纯度的要求也不相同，因此，必须了解试剂的分类标准。化学试剂按杂质含量的多少，分为若干等级。表1-1是化学试剂等级和适用范围。

表1-1 化学试剂等级和适用范围

等级	名称	英文名称	符号	适用范围	标签颜色
一级品	优级纯 (保证试剂)	guaranteed reagent	G. R.	纯度很高，适用于精密分析工作	绿色
二级品	分析纯 (分析试剂)	analytical reagent	A. R.	纯度仅次于一级品，适用于一般分析工作	红色
三级品	化学纯	chemically pure	C. P.	纯度较二级品差，适用于一般化学实验	蓝色
四级品	实验试剂	laboratorial reagent	L. R.	纯度低，适用于作实验辅助试剂	棕色或其他颜色

此外，还有基准试剂、光谱纯试剂、色谱纯试剂、放射化学纯试剂等。

固体试剂装在广口瓶内，液体试剂则盛在细口瓶或滴瓶内，见光易分解的试剂（如硝酸银）应放在棕色瓶内。盛碱液的细口瓶应用橡皮塞。每一个试剂瓶上都应贴有标签，标明试剂的名称、浓度和纯度等。

二、试剂的取用

1. 液体试剂的取用

(1) 从试剂瓶取用液体试剂时要用倾注法。先将瓶塞倒放在实验台面上，

把试剂瓶上贴标签的一面握在手心中，逐渐倾斜试剂瓶，让试剂沿着洁净的试管壁流入试管，或沿着洁净的玻璃棒注入烧杯中。取出所需量后，应将试剂瓶口在容器或玻璃棒上靠一下，再逐渐竖起试剂瓶，以免遗留在瓶口的液滴流到试剂瓶的外壁。

(2) 从滴瓶中取少量试剂时，应提起滴管，使滴管口离开液面，用手指紧捏滴管上部的橡皮胶头，赶出滴管中的空气，然后把滴管伸入试剂里，放松手指吸入试剂，再提起滴管，垂直地放在试管口或烧杯的上方将试剂逐滴滴入。

使用滴瓶时要注意以下几点：

① 滴加试剂时禁止将滴管伸入试管中。

② 滴瓶上的滴管使用后应立即插回到原来的滴瓶中，不得将滴管乱放，以免沾污。

③ 用滴管从滴瓶中取出试剂后，应保持橡皮胶头在上，不能平放或斜放，以防滴管中的试剂流入腐蚀胶头，沾污试剂。

④ 滴加完毕后，应将滴管中剩余的试剂挤入滴瓶中，不能捏着胶头将滴管放回滴瓶，以免滴管中充有试剂。

(3) 定量取用时，可根据需要选用不同容量的量筒或移液管。多取的试剂不能倒回原瓶，应倒入指定容器内以供他用。

2. 固体试剂的取用

(1) 要用清洁、干燥的药匙取用试剂。药匙的两端为大、小两个匙，分别用于取大量固体试剂和少量固体试剂。用过的药匙洗净晾干后，存放在干净的器皿中。

(2) 不要多取试剂。多取的试剂不能倒回原试剂瓶，可放在指定的容器中以供他用。

(3) 称取一定质量的固体试剂时，应把固体放在称量纸上称量。具有腐蚀性或易潮解的固体试剂，必须放在表面皿或玻璃容器内称量。

(4) 往试管（特别是湿试管）中加入粉末状固体试剂时，可用药匙或将取出的试剂放在对折的纸条上，伸进平放的试管中约 $2/3$ 处，然后直立试管，把试剂放下去。

(5) 往试管中加入块状固体试剂时，应将试管倾斜，使试剂沿管壁缓慢滑下，不能垂直悬空投入，以免击破管底。

(6) 固体试剂的颗粒较大时，可在研钵中研碎后取用。

(7) 有毒的试剂要在教师指导下取用。

第四节 玻璃仪器及器皿用具

玻璃具有良好的化学稳定性，所以在化学实验中大量使用玻璃仪器。玻璃分软质和硬质两种。从断面处看颜色偏绿色的为软质玻璃，颜色偏黄色的为硬质玻

璃。软质玻璃透明度好，但硬度、抗腐蚀性和耐热性差，所以一般用于制造非加热仪器，如量筒、试剂瓶等。硬质玻璃的耐热性、抗腐蚀性和耐冲击性都较好，常用的烧杯、试管、烧瓶等都是硬质的。

在化学实验中，还常用带有标准磨口的玻璃仪器。磨口分内磨口和外磨口两种，均按标准尺寸磨制，常见规格有 10、14、19、24、29、34 等，这些数字是指磨口最大端的直径（mm）。相同规格的内外磨口均可紧密相连接，不同规格的磨口间可借助相应的标准接头套接。使用标准磨口玻璃仪器时须注意：


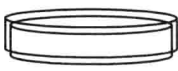
① 磨口处必须洁净，若粘有固体杂质，则会使磨口对接不严，导致漏气。若固体杂质较硬，还会损坏磨口。

② 用后立即拆开清洗，否则长期放置，内外磨口会粘牢，难于拆开。



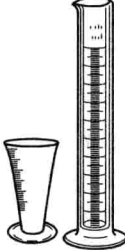
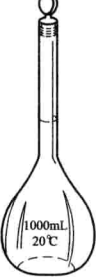
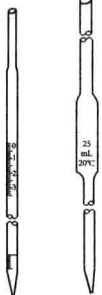
③ 除非反应中有强碱，一般使用时不涂润滑剂，以免玷污产物或反应物。

常用玻璃仪器及器皿或用具的图例和用途列于表 1-2 中。


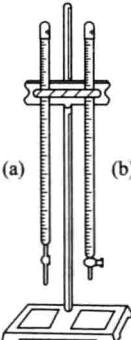

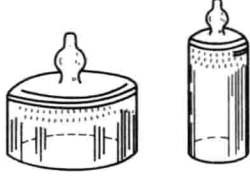
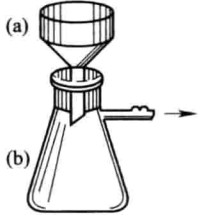
表 1-2 常用玻璃仪器及器皿

仪器	规格	用途	注意事项
 <p>(a) 试管 (b) 具支试管 (c) 离心管</p>	有刻度的按容积（mL）表示； 无刻度的用管口直径（mm）×管长（mm）表示； 试管分硬质、软质试管，有刻度、无刻度，具支、无支试管等	① 反应容器，便于操作、观察，用药量少； ② 离心管用于沉淀分离； ③ 具支试管可用于装配气体发生器、洗气装置和检验气体产物	① 可直接加热，加热时应注意使试管下半部受热均匀，加热固体时，管口略向下倾斜； ② 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； ③ 离心管不能加热
 <p>烧杯</p>	以容积（mL）表示	反应容器，尤其在反应物较多时用，易混合均匀	① 可以高温加热，加热时放在石棉网上，一般不能直接加热； ② 不能用来盛装有机溶剂
 <p>培养皿</p>	以玻璃底盖外径（cm）表示	放置固体样品	① 不能加热； ② 固体样品可放在培养皿中，再放入干燥器中干燥

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 锥形瓶	以容积 (mL) 表示	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	可以高温加热, 加热时放在石棉网上, 一般不能直接加热
 碘量瓶	以容积 (mL) 表示	用于碘量法	① 塞子和瓶口磨砂部分注意勿擦伤, 以免漏气; ② 滴定时打开塞子, 用蒸馏水将瓶口及塞子上的碘液洗入瓶中
 量筒	以所能量度的最大容积 (mL) 表示。上口大, 下口小的称量杯	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
 容量瓶	以容积 (mL) 表示	配制标准溶液时用	① 不能加热, 不能代替试剂瓶用来存放溶液, 不能在其中溶解固体; ② 读取刻度的方法同量筒; ③ 瓶的磨口瓶塞配套使用, 不能互换
 吸量管 移液管	以所能量度的最大容积 (mL) 表示	准确量取一定量液体体积	不能加热, 用后应洗净

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 <p>表面皿</p>	以直径 (cm) 表示	① 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
 <p>滴定管和滴定管架</p>	滴定管分酸式 (b)、碱式 (a) 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	① 用于滴定或量取准确体积的液体; ② 滴定管夹夹持滴定管, 固定在滴定管架上	① 酸式滴定管盛放酸性及氧化性液体, 碱式滴定管盛碱性液体, 两者不能混用; ② 见光易分解的滴定液应用棕色滴定管; ③ 滴定管用后应立即洗净
 <p>漏斗</p>	以口径 (cm) 和漏斗颈长短表示	用于过滤	
 <p>称量瓶</p>	以外径 (mm) × 高 (mm) 表示, 分扁形 (a)、高形 (b)	用于准确称量一定量的固体	① 用前应洗净烘干。不用时应洗净, 在磨口处垫一小纸条; ② 不能直接加热
 <p>(a) 布氏漏斗 (b) 吸滤瓶</p>	布氏漏斗: 瓷质, 以直径 (cm) 表示; 吸滤瓶: 以容积 (mL) 表示	两者配套使用, 用于晶体或沉淀的减压过滤。用水泵或真空泵降低吸滤瓶中的压力以加速过滤	① 注意漏斗大小与过滤的晶体或沉淀量相适应; ② 不能加热

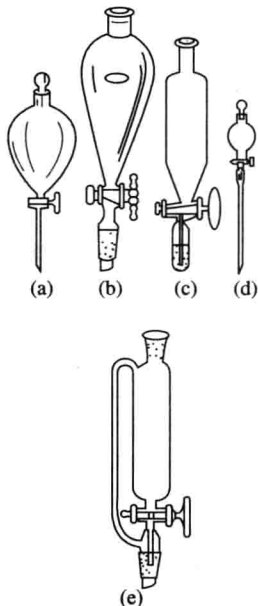
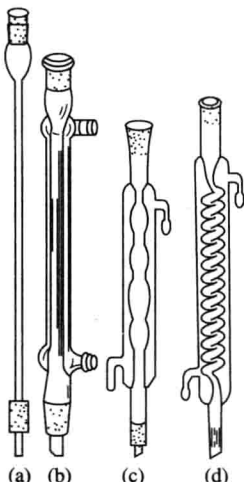
续表

仪器	规格	用途	注意事项
 <p style="text-align: center;">干燥器</p>	<p>以内径 (cm) 表示, 分普通干燥器 (a) 和真空干燥器 (b) 两种</p>	<p>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</p>	<p>① 灼烧过的物品放入干燥器前, 温度不能过高; ② 干燥器内的干燥剂要按时更换; ③ 小心盖子滑动而打破</p>
 <p style="text-align: center;">洗瓶</p>	<p>以容积 (mL) 表示, 多为塑料制的</p>	<p>① 盛装蒸馏水用; ② 装适当的洗涤液洗涤沉淀</p>	<p>① 不能装自来水; ② 不能加热</p>
 <p style="text-align: center;">试剂瓶</p>	<p>以容积 (mL) 表示, 有广口瓶 (a)、细口瓶 (b) 两种, 又分磨口、不磨口, 无色、棕色等</p>	<p>① 广口瓶盛放固体试剂; ② 细口瓶盛放液体试剂和溶液</p>	<p>① 不能加热; ② 取用试剂时, 瓶盖应倒放在桌上, 不能弄脏、弄乱; ③ 碱性物质要用橡皮塞或塑料瓶; ④ 见光易分解的物质用棕色瓶</p>
 <p style="text-align: center;">坩埚</p>	<p>瓷质, 以容积 (mL) 表示。也有石墨、石英、铁、镍和铂制品</p>	<p>耐高温, 用于灼烧固体。根据固体的性质选用不同的坩埚</p>	<p>① 放在泥三角上, 直接用火烧, 先小火预热, 再大火灼烧; ② 热的坩埚不可直接放在桌上, 应垫上石棉网。稍冷后, 移入干燥器中存放</p>
 <p style="text-align: center;">蒸发皿</p>	<p>瓷质, 以上口径 (cm) 表示。有平底和圆底两种, 也有石英、铂制品</p>	<p>① 反应容器; ② 灼烧固体; ③ 因口大底浅, 蒸发速度快, 用于蒸发、浓缩溶液</p>	<p>① 可耐高温, 能直接用火烧; ② 注意高温时不要用冷水去洗</p>

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 <p style="text-align: center;">坩埚钳</p>	铁或铜合金材料制成，分白、黑两种	加热坩埚时，用于夹取坩埚或坩埚盖	夹取灼热的坩埚时，必须预热坩埚钳，以免坩埚局部过冷而破裂
 <p style="text-align: center;">研钵</p>	瓷质，以钵口直径 (cm) 表示。也有铁、玻璃、玛瑙制的	① 研磨固体； ② 混合固体物质； ③ 根据固体的性质和硬度选用研钵	① 不能代替反应容器用； ② 放入量不能超过容积的 1/3； ③ 易爆物质只能轻轻压碎，不能研磨
 <p style="text-align: center;">比色管</p>	以最大容积 (mL) 表示，有无塞和有塞两种	在目视比色法中，用于比较溶液颜色的深浅	① 一套比色管应由同一种玻璃制成，且大小、高度、形状应相同； ② 不能用试管刷刷洗，以免划伤内壁； ③ 比色管应放在特别的下面垫有白色瓷板或配有镜子的木架上
 <p style="text-align: center;">(a) (b) (c) (d) (e)</p>	以容积 (mL) 表示。从形状分，有圆形 [(b)，单口和三口的两种]、茄形 (c)、梨形 (d)；有细口、厚口、磨口；平底 (a)、圆底 (b)；长颈 (a)、短颈 (b)；二口、三口 (e) 等	① 圆底烧瓶：在常温或加热条件下作反应容器，因圆形受热面积大，耐压大； ② 平底烧瓶：配制溶液或代替圆底烧瓶，还可作洗瓶，不耐压，不能用于减压蒸馏； ③ 梨形烧瓶：用于少量实验； ④ 三口烧瓶：用于需要搅拌的实验，中间插搅拌器，两边插温度计、加料管或滴液漏斗、冷凝管等	① 盛放液体量不能超过烧瓶容量的 2/3，也不能太少； ② 固定在铁架台上，下垫石棉网加热，不能直接加热

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 <p>(a) (b) (c) (d)</p> <p>(e)</p> <p>分液、滴液漏斗</p>	<p>以容积 (mL)、漏斗颈长短表示, 有球形 (a)、梨形 (b)、筒形 (c) 等几种</p>	<p>① 用于液体的分离、洗涤和萃取;</p> <p>② 滴液漏斗 (d) 用于反应中滴加液体;</p> <p>③ 恒压漏斗 (e) 可在上口塞紧的情况下滴加液体, 用于滴加挥发性强、刺激性大的液体</p>	<p>① 漏斗口塞子与活塞是配套的, 应系好, 防止滑出跌碎;</p> <p>② 使用前, 将活塞涂一薄层凡士林, 插入转动直至透明。如果凡士林少了, 会造成漏液, 太多会溢出沾污仪器和试液;</p> <p>③ 萃取时, 振荡初期应放气数次, 以免漏斗内气压过大;</p> <p>④ 不能加热</p>
 <p>(a) (b) (c) (d)</p> <p>冷凝管</p>	<p>以外套管长 (cm) 表示, 分空气 (a)、直形 (b)、球形 (c)、蛇形 (d) 冷凝管几种</p>	<p>① 球形冷凝管冷却面积大, 适用于加热回流;</p> <p>② 直形、空气冷凝管用于蒸馏。沸点低于 140℃ 的物质用直形, 高于 140℃ 的用空气冷凝管</p>	<p>① 装配仪器时, 先装冷却水橡皮管, 再装仪器;</p> <p>② 套管的下面支管进水, 上面支管出水。开冷却水需缓慢, 水流不能太大</p>