

● 高等医药院校教材

大学化学实验

主编 董顺福

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等医药院校教材

大学化学实验

Daxue Huaxue Shiyan

主 编	董顺福	
副主编	韩丽琴	赵文秀
编 者	董宏博	陆 钊
	董树国	张伟萍
	刘建华	赖红伟
	孙述文	曹宏梅



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是结合多年化学实验教学经验和参考国内外有关教材编写的一本化学实验教材。全书共七大部分,分为化学实验的基础知识、化学实验的基本操作、基础化学实验、合成实验室、分析实验室、综合设计实验和英文实验。本书将化学实验课程体系的几大实验内容进行了整体优化,体现了高等医药院校化学实验课程体系的特点。内容从基础知识到技能训练再到综合实验,逐步提高学生的实验技能和水平。本书中有量量、单位和符号均采用我国法定计量单位和国家标准。

本书可供高等医药院校五年制医学、影像、护理、检验、预防等专业与药学本科专业使用,也可供药学、检验、营养等专科专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/董顺福主编. --北京:高等教育出版社,2012.9

ISBN 978-7-04-036150-6

I. ①大… 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(2012)第 207991 号

策划编辑 周岳峰

责任编辑 周岳峰

封面设计 于文燕

版式设计 于 婕

插图绘制 尹 莉

责任校对 陈旭颖

责任印制 张泽业

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 北京机工印刷厂
开 本 787mm × 960mm 1/16
印 张 19.5
字 数 350 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.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 9 月第 1 版
印 次 2012 年 9 月第 1 次印刷
定 价 26.70 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 36150-00

前 言

《大学化学实验》是为适应 21 世纪培养学生创新能力和提高综合素质的现代高等医药学教育思想及课程改革的需要,为研究 21 世纪中国高等教育医药学化学课程体系的创新与实践,构筑高等医药院校化学基础课实验教学改革框架,以建立多学科、多层次、全方位的实验教学体系,结合多年实验教学经验 and 参考国内外有关教材编写的一本实验教材。本教材面向医药高等院校化学基础课的实验教学,在教材的体系、教材的内涵、教材的广度等方面进行了一次新的尝试,为培养具有高素质的有创新精神的全方位人才提供了实验基础。

本教材是在总结教学实践基础上编写的,旨在促进学生对化学课程体系的学习,以提高实验操作技术和解决实际问题的能力。化学实验是培养学生实践能力的重要手段,通过实验教学的科学性、严密性和准确性,培养学生严谨求实的科学态度。由于化学课程体系作为高等医药院校各专业的前导课程,化学实验技术会渗透到医学、药学、检验等专业的后续的各门课程,所以本教材注重加强基本技能和基本操作的训练实验,以培养、提高学生的科学实验能力和创新思维能力。本教材可供高等医药院校五年制医学、影像、护理、检验、预防等专业和药学本科专业使用,也可供药学、检验、营养等专科专业选用。

本教材将化学课程体系的几大实验内容进行了整体优化,体现了高等医药院校化学课程体系的特点,既有化学实验课程的系统性,又有各实验课程的独立性,将整个化学实验体系科学地联系起来,使学生在专业学习之前能够系统地掌握化学实验技能和基本的科研能力。

本教材共七部分,分为化学实验的基础知识、化学实验的基本操作、基础化学实验、合成实验室、分析实验室、综合设计实验和英文实验。内容从基础知识到技能训练到综合实验,逐步提高学生的实验技能和水平,体现了化学实验的基础能力培养,注重了学生科学实验综合能力的提高。

本教材将常量化学实验和微量化学实验结合起来编写。微量化学实验是化学实验发展的一种新的手段,其节省原料、污染小的特点和显著的教学效果受到了化学教育领域的重视。综合设计实验注重学生能力的培养,提高其分析问题和解决问题的能力。英文实验是适应现代高等教育发展的要求,使学生认识到

大学教育发展的国际化趋势。

本教材中有关量、单位及和符号均采用我国法定计量单位和国家标准。书后附有常用元素的相对原子质量表,供实验人员查阅参考。

由于编写时间仓促,水平和经验有限,不足之处请多多指正。

编者

2012 年 6 月

目 录

第一部分 化学实验的基础知识	1
一、实验的目的、任务	1
二、实验要求和实验室规则	1
三、化学实验室安全知识	2
四、化学实验室常用工具书	3
五、实验报告书写格式	4
第二部分 化学实验的基本操作	5
一、仪器的认领和洗涤	5
二、酒精灯的构造和使用	8
三、简单玻璃工操作技术	11
四、试剂的取用和试管的操作	14
五、天平的使用	18
六、溶液的配制	22
七、容量仪器的洗涤和滴定练习	24
八、熔点的测定	34
九、常压蒸馏和沸点的测定	40
十、水蒸气蒸馏	44
十一、减压蒸馏	48
第三部分 基础化学实验	53
一、基本技能实验	53
实验一 电解质溶液	53
实验二 凝固点降低法测定葡萄糖的摩尔质量	55
实验三 化学反应热效应的测定	58
实验四 硫酸铜的纯制	62
实验五 缓冲溶液的性质和配制	64
实验六 酸碱溶液的滴定	68
实验七 药用氯化钠的提纯	69

二、物理常数的测定	71
实验八 醋酸的解离度和解离常数的测定	71
实验九 液体饱和蒸气压的测定	73
实验十 电极电势的测定	77
实验十一 电导法测定难溶盐的溶解度	79
实验十二 有机化合物折射率的测定	83
实验十三 旋光度的测定	87
三、化合物性质实验	91
实验十四 氧化还原反应	91
实验十五 配合物的生成和性质	93
实验十六 s 区元素	96
实验十七 p 区元素(一)	97
实验十八 p 区元素(二)	101
实验十九 铬、锰	104
实验二十 铜、锌、汞	107
实验二十一 烃和卤代烃的性质	109
实验二十二 醇、酚、醚的性质	111
实验二十三 醛、酮的性质	114
实验二十四 羧酸和取代羧酸的性质	116
实验二十五 胺的性质	119
实验二十六 糖类化合物的性质	120
实验二十七 氨基酸和蛋白质的性质	123
实验二十八 氨基酸的纸上电泳	125
第四部分 合成实验室	128
实验一 甲基橙的制备	128
实验二 乙酰水杨酸的制备	131
实验三 乙酸乙酯的制备	134
实验四 肉桂酸的制备	138
实验五 乙酰乙酸乙酯的制备	140
实验六 从茶叶中提取咖啡因	143
实验七 绿色植物中色素的提取	147
第五部分 分析实验室	150
一、分析实验室称量训练	150
实验一 电子天平的使用和称量练习	150

二、标准溶液的制备与标定	155
实验二 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	155
实验三 EDTA 标准溶液的配制与标定	157
实验四 AgNO_3 标准溶液的配制与标定	158
实验五 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	160
实验六 碘标准溶液的配制与标定	161
三、物质含量的测定	162
实验七 生理盐水中 NaCl 的测定	162
实验八 5% 葡萄糖溶液的含量测定	163
实验九 水中钙、镁含量的测定	165
实验十 维生素 C 的测定	166
实验十一 Bi^{3+} 、 Fe^{3+} 混合溶液的连续测定	167
实验十二 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中钡含量的测定	169
实验十三 食醋中总酸度的测定	171
实验十四 混合碱的测定	172
实验十五 醋酸钠含量的测定	173
实验十六 溴化钠含量的测定(佛尔哈德法)	175
实验十七 过氧化氢的测定	176
实验十八 盐酸普鲁卡因注射液 pH 的测定	177
实验十九 分光光度法测定溶液中微量铁	179
实验二十 电位滴定法测定醋酸的含量	181
实验二十一 流动注射化学发光分析法测定药物中的维生素 B_1	182
实验二十二 几种氨基酸的纸色谱	184
实验二十三 水中微量 Cr(VI) 和 Mn(VII) 的同时测定	186
实验二十四 电位滴定法连续测定混合液中的氯和碘	187
实验二十五 磺胺药物的薄层色谱	189
实验二十六 气相色谱法测定苯含量	190
实验二十七 分光光度法测定芦丁含量	192
实验二十八 高效液相色谱法测定饮料中咖啡因的含量	194
实验二十九 原子吸收分光光度法测定汽水水中的铜	196
实验三十 荧光分析法测定维生素 B_2	198
实验三十一 红外分光光度法测定巴比妥	199
实验三十二 薄层扫描法测定维生素 C 片剂的含量	200

第六部分 综合与设计实验	203
实验一 硫酸亚铁铵的制备	203
实验二 硫酸铜的制备和结晶水的测定	204
实验三 配合物的应用——血清中铜、锌的测定	206
实验四 燃烧热的测定	208
实验五 中和热的测定	212
实验六 凝固点降低法测定萘的相对分子质量	215
实验七 异丙醇-环己烷双液系相图	220
实验八 液相平衡	223
实验九 蔗糖水解反应速率常数的测定	227
实验十 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	230
实验十一 丙酮碘化反应	234
实验十二 表面张力的测定	239
实验十三 差热分析	243
实验十四 B-Z 振荡反应	246
实验十五 循环伏安法研究铁氰化钾和维生素 C	250
设计实验一 无机化学性质实验	254
设计实验二 果汁中维生素 C 含量的测定	255
设计实验三 物质的分离与鉴定	255
设计实验四 药物的定性鉴别实验	256
设计实验五 补钙制剂中钙含量的测定	257
设计实验六 铁观音中咖啡因的提取及红外光谱表征	258
设计实验七 茶叶中茶多酚的提取及含量测定	258
设计实验八 蔬菜中总黄酮的含量测定	259
设计实验九 蓝莓中原花青素的提取及含量测定	260
设计实验十 茶叶中茶多酚的提取工艺研究	260
第七部分 英文实验	262
Experiment 1 Determination of Melting Points	262
Experiment 2 Chemical Reaction of Sugars	267
Experiment 3 Identification by Chemical Methods	272
Experiment 4 Determination of Glucose In Blood Serum	274
Experiment 5 The Synthesis and Analysis of Copper Iodide	276
附录	281
附录一 常用酸碱的密度和浓度	281

附录二	热浴用的液体介质	281
附录三	水的蒸气压	282
附录四	常用基准物质的干燥条件和应用范围	283
附录五	一些特殊试剂的配制	284
附录六	常用元素的相对原子量表	285
附录七	分析实验室洗涤剂的种类	286
附录八	常用缓冲溶液的 pH 范围	287
附录九	国产试剂的规格	287
附录十	常用对数表	288
附录十一	酸度计的工作原理及操作方法	292
附录十二	电导仪的构造原理及使用方法	298
参考文献		300

第一部分 化学实验的基础知识

一、实验的目的、任务

化学是一门实验科学。通过化学实验教学可使学生更好地掌握化学课程体系的基本理论和基础知识;培养学生掌握化学实验的基本操作方法和实验技能;培养学生细致观察和记录实验现象,归纳、综合、正确处理实验数据的能力;培养学生实事求是的科学态度,准确细致的科学习惯及科学的思维方法。大学化学实验的任务就是要通过基础化学、有机化学、分析化学等实验教学达到上述目的,为学生进一步学习后续的医药学专业课程培养实验工作能力、科学素质和综合创造能力。

二、实验要求和实验室规则

1. 实验要求

为使实验能够获得良好的效果,实验前必须预习。认真阅读实验教材、教科书和参考资料中的有关内容,明确实验的目的,了解实验的内容、步骤、操作过程和实验注意事项,完成实验预习报告。根据实验教材中所规定的方法、步骤和试剂用量进行操作。认真操作,细心观察实验现象,准确、如实地做好实验记录。实验过程中要保持肃静,严格遵守实验室规则。实验后要对实验现象进行解释并做出结论,处理好实验数据,认真完成实验报告,实验报告书写要求工整、简明扼要、整齐清楚。

2. 实验室规则

(1) 实验前要做好实验的预习和准备工作,检查实验所需的药品、仪器,了解实验步骤。

(2) 实验时要集中精力、认真操作、仔细观察、积极思考,并如实地做好实验记录。

(3) 实验中要保持肃静,不要随便走动,不得无故缺席。

(4) 小心使用实验室设备和仪器,不得随便动用他人仪器,公用试剂使用完毕后应放回原处。

(5) 按规定取用药品,实验台上的仪器要整齐地放在一定的位置上,并保持台面的清洁。

(6) 使用精密仪器时,要严格按照操作规程进行操作,不得损坏仪器,如发现仪器有故障,应立即报告指导教师,不准擅自处理。

(7) 实验后,应关闭电源,实验所用仪器应清洗干净后摆放整齐,经指导教师检查合格后方可离开实验室。

三、化学实验室安全知识

在化学实验中,经常使用有腐蚀性的、易燃、易爆的或有毒的化学试剂,大量使用易损的玻璃仪器和某些精密仪器,使用水、电等,为确保实验的正常进行和人身安全,必须严格遵守实验室的安全规则。

(1) 实验室内严禁饮食、吸烟,一切化学药品禁止入口。实验完毕后,必须认真洗手。水、电、煤气使用完毕后,应立即关闭开关。离开实验室时,应仔细检查水、电、煤气、门、窗等是否已关好。

(2) 使用电器设备时,应特别仔细,切不可用湿手去开启电闸和电器开关。凡是漏电的仪器不要使用,以免触电。

(3) 浓酸、浓碱具有强烈的腐蚀性。切勿溅在皮肤和衣服上,使用浓 HNO_3 、浓 HCl 、浓 H_2SO_4 、浓 HClO_4 和氨水时,均应在通风橱中操作。如不小心溅到皮肤或眼睛内,应立即用大量的水冲洗,然后用 5% 的 NaHCO_3 溶液(酸腐蚀时)或 5% 的硼酸溶液(碱腐蚀时)冲洗,最后再用水冲洗。

(4) 使用 CCl_4 、乙醚、苯、丙酮和三氯甲烷等有机溶剂时,一定要远离火焰和热源,使用完毕后将试剂瓶塞盖好,放在阴凉处保存。

(5) 汞盐、砷化物、氰化物等剧毒物品使用时应特别小心,氰化物不能接触酸,因作用时产生 HCN ,剧毒!有毒物品作废液处理,严禁直接倒入下水道。

(6) 分析天平为分析化学实验中使用的精密仪器,使用时应严格遵守操作规程。仪器使用完毕后,拔去电源插头,并将仪器各部分旋钮恢复到初始状态。

(7) 如发生烫伤,可在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液或烫伤软膏,严重者要立即送医院治疗。

(8) 实验室若发生火灾,应根据起火原因灭火。酒精和可溶于水的液体起

火,可用水灭火;导线或电器起火,不能用水及二氧化碳灭火器,而应先切断电源,用 CCl_4 灭火器灭火;衣服着火切忌奔跑,而应就地躺下滚动。

(9) 实验室应保持整齐、干净。不能将毛刷、抹布扔在水槽内。一定要保持水槽清洁。禁止将固体物、玻璃碎片等扔入水槽中,以免造成下水道堵塞。此类物品以及废纸、废屑应放入废纸箱内或实验室规定的地方。废酸、废碱等要小心倒入废液缸内(或塑料提桶内),切勿倒入水槽内,以免腐蚀下水管。

四、化学实验室常用工具书

进行化学实验之前要了解反应物和产物的物理和化学性质,这对于正确选择实验装置、预测实验结果和解释实验现象都是至关重要的。因此,学习查阅化学化工辞典和手册是做好化学实验的一个重要环节。常用的工具书列举如下。

(1) 《化工辞典》 本辞典主要解释化学工业中的原料、材料、中间体、产品、生产方法、化工过程、化工机械和化工仪表自动化等方面词目,以及有关的化学基本术语词目,列出了物质分子式、结构式、基本物理常数等有关数据。

(2) 《英汉化学化工词汇》 本书介绍了化学化工专业英汉对照词汇及有关的科技词汇。

(3) 《汉译有机化学辞典》 本辞典收集了有机化合物的有关资料,其中包括分子结构式、相对分子质量、来源、物理性质及化学性质、物理常数等。

(4) 《化学化工药学大辞典》 本辞典精选了近万条化学、化工及医药等领域常用名词,每个名词内容包括组成、结构、性质、制法和用途等,辞典后附有 600 多个有机人名反应。

(5) Handbook of Chemistry and Physics 这是一本英文的物理化学手册,提供了物理和化学方面的重要数据。

(6) The Merck Index(《默克索引》) 本书收集了近一万种化学药品、药物和农药,内容包括分子式、结构式、物理常数和制备方法简介。

(7) 《Internet 上的化学化工资源》 本书重点提供了获取 Internet 上化学化工资源的主要工具和方法,系统地介绍了 Internet 上与化学化工有关的数据库、软件、期刊、图书、会议信息、讨论组和新闻、专利、公司及网上贸易、学会及组织、教育等资源。

五、实验报告书写格式

实验名称：_____ 室温：_____

年级：_____ 组：_____ 姓名：_____ 实验室：_____ 日期：_____

实验目的：

明确实验所要达到的教学目的,掌握实验涉及的原理及方法,了解与掌握相关仪器的使用,能够应用相应的计算公式对实验结果进行处理,达到根据实验目的培养学生设计实验的技能。

实验原理：

实验中涉及的课堂教学中的相关理论知识,包括重要定理、结论、反应方程式及计算公式。

仪器与试剂：

实验中将会用到的仪器和药品,并明确仪器的型号、药品的物态、浓度等相关数据。

实验步骤：

实验具体步骤,针对不同实验制定相应的操作步骤,包括实验装置图、实验现象等。

数据处理：

对于定性实验要给出最终的结论,对于定量实验要完成数据处理,并得出相应计算结果。

分析与讨论：

提出实验中所遇到的问题并给出见解,最终由老师解疑。

第二部分 化学实验的基本操作

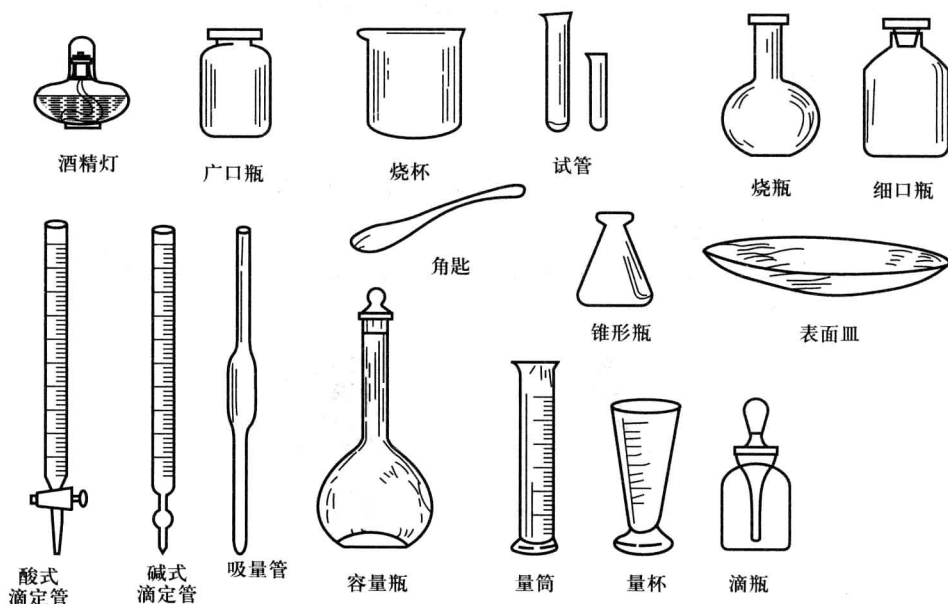
一、仪器的认领和洗涤

一、实验目的

1. 熟悉化学实验常用仪器、名称、规格,了解使用注意事项。
2. 学习并练习常用仪器的洗涤和干燥方法。

二、仪器与试剂

化学实验室常用仪器如图 2-1 所示。



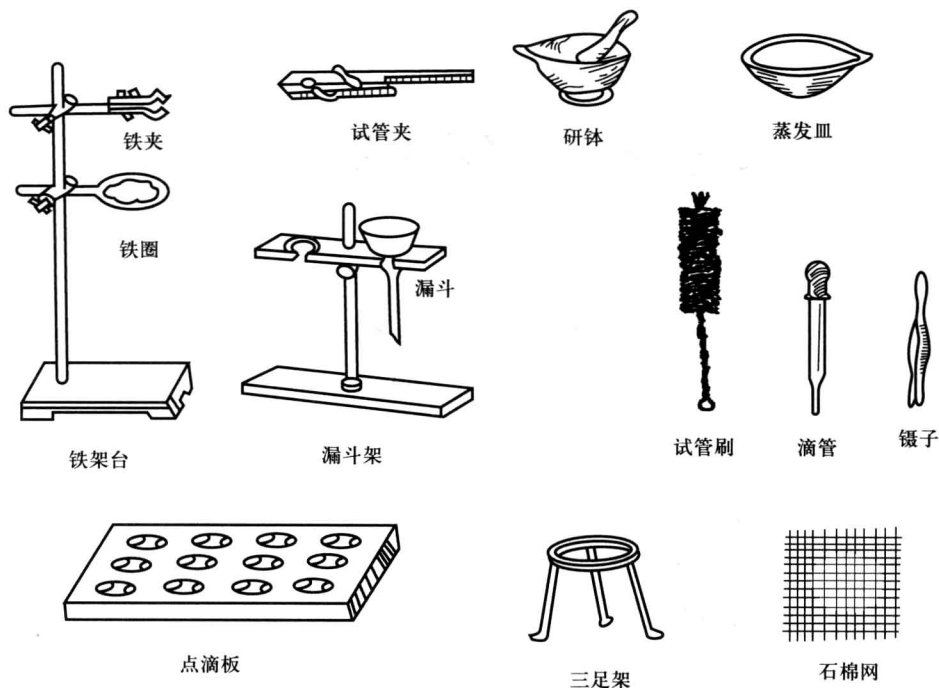


图 2-1 化学实验室常用仪器

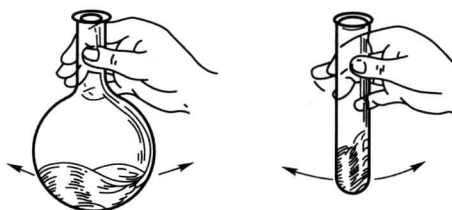
三、实验步骤

1. 认领仪器

认识和领取基础化学实验中的常用仪器,了解其规格和用途。

2. 玻璃仪器的洗涤

(1) 振荡水洗(注入一少半水,稍用力振荡后把水倒掉。如图 2-2 所示。照此法连洗数次。)



(a) 烧瓶的振荡

(b) 试管的振荡

图 2-2 振荡水洗

(2) 毛刷刷洗(内壁附有不易洗掉的物质,可用毛刷刷洗,如图2-3所示。)

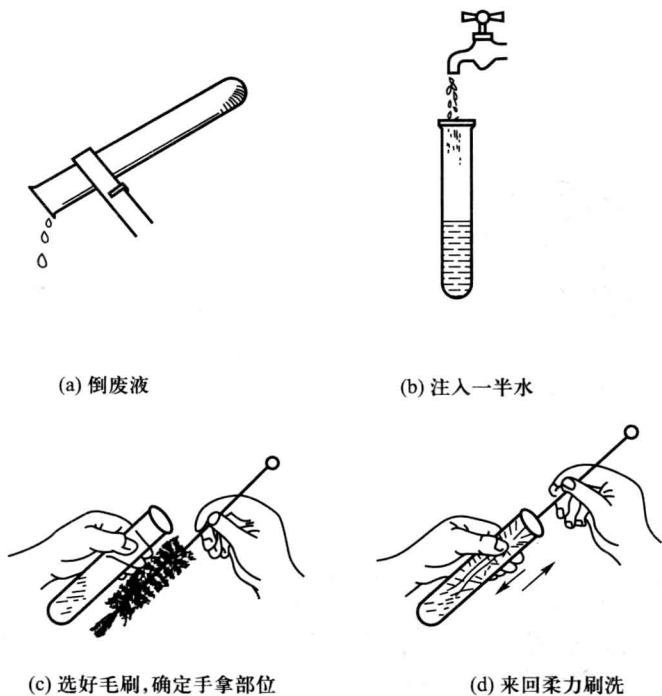


图2-3 毛刷刷洗

刷洗后,再用水连续振荡数次,必要时还应用蒸馏水淋洗三次。洗净的标准如图2-4所示。

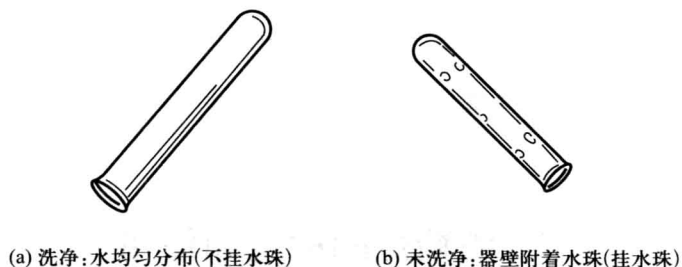


图2-4 洗净标准

注:玻璃仪器内如附有不溶于水的碱、碳酸盐或碱性氧化物等,可先加 $6\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液溶解,再用水冲洗。附有油脂等污物可先用热的纯碱液洗,然后再用毛刷刷洗,也可用毛刷蘸少量洗衣粉刷洗。对于口小、管细的仪器,不