

GAODENG YUANXIAO JINGPIN
GUIHUA JIAOCAI

高等院校精品规划教材

基础化学实验

◎ 主 编 王志坤

◎ 副主编 胡智燕 吕健全 冯炎龙 刘 力



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等院校精品规划教材

基础化学实验

◎ 主 编 王志坤

◎ 副主编 胡智燕 吕健全 冯炎龙 刘 力



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书比较系统、全面地介绍了无机化学、定量分析化学和林业化学常用的实验技术和方法。详细介绍了仪器的洗涤和干燥,基本度量仪器的使用和滴定分析的基本操作,加热与冷却,分析天平、pH 计和分光光度计的使用等基本操作技术及数据处理的基本知识。实验部分涉及操作练习和制备实验、化学常数的测定、性质与定性分析实验、物质的定量分析、林业化学基础实验和设计性实验六大类型的 57 个实验,涵盖了基本操作、滴定分析、光度分析、分离实验、提取实验和综合设计性实验。

本书的实验方法严谨可靠,可操作性强,可作为农林院校农林理工类非化学专业及化学类专业的实验教材,也可供从事化学实验的工作人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验 / 王志坤主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2010.2
高等院校精品规划教材
ISBN 978-7-5084-7248-5

I. ①基… II. ①王… III. ①化学实验—高等学校—教材 IV. ①06-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第026975号

书 名	高等院校精品规划教材 基础化学实验
作 者	主编 王志坤 副主编 胡智燕 吕健全 冯炎龙 刘力
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@ waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 11.75印张 279千字
版 次	2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	22.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

《基础化学实验》是在 2007 年出版的《化学实验（上）——无机及分析化学实验》使用基础上，依据普通化学课程指导小组拟定的《基本要求》和教材使用的实际情况及意见，并根据化学类专业化学发展，结合农林理工类非化学专业学时少的特点和编者多年的实验教学经验编写而成。

本书共编写 57 个实验，内容涉及无机化学、分析化学、林业化学、林产化工等方面，并增加了设计性实验。其中操作练习和制备实验 11 个，化学常数的测定 4 个，性质与定性分析实验 11 个，物质的定量分析 19 个，林业化学基础实验 7 个和设计性实验 5 个。

教材在实验内容的编选上，遵循少而精、精而新的原则，保留了具有代表性的典型无机化学实验和分析化学实验内容，增加了林业化学基础实验的内容。旨在加强学生实验基本技能，掌握基础和现代实验技术，巩固和加深对所学理论知识的理解和应用，培养学生严谨的工作作风和实事求是的科学态度，提高分析问题、解决问题和创新能力，同时融入林业化学基础的内容，体现了学校的办学指导思想和学校自身的优势。

教材内容在编写时既有一定的深度和广度，又保持了一定的灵活性余地。考虑到不同的专业、不同的实验课时对实验要求的不同以及满足较深层次的实验课使用，可以依据不同的专业、不同能力层次的学生设置有针对性的实验。本教材除可供高等农林院校化学类专业和农林理工类非化学专业本科生使用，也可以供其他普通高校相关专业使用。

附录是本书的一大特色，附录内容精练，信息量大，可读性强。

本书的编写得到了浙江林学院化学系的大力支持，许多老师在编写过程中提出了宝贵的意见，谨此致谢！

由于编者的水平有限，书中难免有些缺点和错误，敬请广大师生和读者批评指正。

编 者

2009 年 12 月

目 录

前 言

第1章 绪 论	1
1.1 化学实验的目的	1
1.2 化学实验的学习方法	1
第2章 化学实验基本知识	3
2.1 实验室规则	3
2.2 实验安全守则	3
2.3 实验中意外事故的处理	4
2.4 实验室“三废”的处理	5
2.5 化学试剂和实验用水	6
第3章 化学实验基本操作	8
3.1 仪器的洗涤与干燥	8
3.2 基本度量仪器的使用和滴定分析的基本操作	9
3.3 加热与冷却	16
3.4 药品的取用方法	20
3.5 溶解、蒸发和浓缩	21
3.6 结晶和重结晶	21
3.7 沉淀的分离、洗涤、烘干和灼烧	22
3.8 干燥器的使用	27
3.9 托盘天平的使用	28
3.10 分析天平的使用	29
3.11 酸度计的使用	33
3.12 722 型分光光度计的使用	35
第4章 实验数据处理	38
4.1 测量误差与偏差	38
4.2 有效数字	40
4.3 基础化学实验中的数据表达方法	41
第5章 操作练习和制备实验	43
实验1 煤气灯的使用及玻璃管(棒)和滴管的制作	43
实验2 分析天平的称量练习	47
实验3 原料水分和灰分的测定	49

实验 4	氯化钠的提纯	51
实验 5	硫酸亚铁铵的制备及组成分析	53
实验 6	五水合硫酸铜的制备和提纯	55
实验 7	明矾的制备	56
实验 8	碳酸氢钠的制备 (一)	57
实验 9	碳酸氢钠的制备 (二)	59
实验 10	三草酸合铁 (Ⅲ) 酸钾的制备、组成测定及表征	62
实验 11	铬 (Ⅲ) 配合物的制备和分裂能的测定	65
第 6 章	化学常数的测定	68
实验 1	化学反应速率与活化能的测定	68
实验 2	醋酸解离常数的测定	71
实验 3	PbI_2 溶度积常数的测定	74
实验 4	银氨配离子配位数及稳定常数的测定	75
第 7 章	性质和定性分析实验	78
实验 1	电离平衡和缓冲溶液	78
实验 2	盐类水解与沉淀—溶解平衡	80
实验 3	氧化还原反应	83
实验 4	配位化合物的性质	85
实验 5	碱金属和碱土金属	88
实验 6	卤素及化合物的性质与应用	90
实验 7	硼、碳、硅、氮、磷	93
实验 8	铬、锰、铁、钴、镍的性质	97
实验 9	常见阳离子未知液的定性分析	100
实验 10	常见阴离子未知液的定性分析	105
实验 11	纸色谱法分离与鉴定某些阳离子	106
第 8 章	物质的定量分析	109
实验 1	酸碱标准溶液的配制和比较滴定	109
实验 2	盐酸标准溶液浓度的标定	111
实验 3	NaOH 溶液的标定	112
实验 4	食碱中总碱度的测定	113
实验 5	混合碱的分析 (双指示剂法)	114
实验 6	离子交换树脂交换容量的测定	116
实验 7	EDTA 标准溶液的配制和标定 (一)	117
实验 8	EDTA 标准溶液的配制和标定 (二)	119
实验 9	水的硬度测定 (配位滴定法)	120
实验 10	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	122
实验 11	高锰酸钾标准溶液的配制与标定	123

实验 12	过氧化氢含量的测定	124
实验 13	高锰酸钾法测定石灰石中钙的含量	125
实验 14	I_2 和 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的配制及标定	127
实验 15	胆矾中铜的测定 (碘量法)	128
实验 16	莫尔法测定氯化物中氯含量	130
实验 17	沉淀重量法测定氯化钡中钡含量	131
实验 18	氟离子选择性电极测定水中微量氟	133
实验 19	邻菲罗啉测定铁 (分光光度法)	135
第 9 章	林业化学基础实验	137
实验 1	水抽提物和氢氧化钠抽提物的测定	137
实验 2	有机溶剂抽出物含量的测定	138
实验 3	原料综纤维素、酸不溶木素和硝酸乙醇纤维素含量的测定	139
实验 4	原料多戊糖含量的测定	142
实验 5	水中悬浮固体和浊度的测定	145
实验 6	苯丙溶液的合成和涂布	146
实验 7	木材胶黏剂用脲醛树脂固化时间的测定	147
第 10 章	设计性实验	149
实验 1	甲醛法测定铵盐的含氮量	150
实验 2	漂白粉中“有效氯”的测定	151
实验 3	酸奶中总酸度的测定	151
实验 4	蛋壳中 Ca、Mg 含量的测定	151
实验 5	维生素 C 含量的测定	151
附录		153
1. 附表		153
2. 附件		167

第1章 绪 论

1.1 化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的科学。化学中的定律和学说都源于实验，同时又为实验所检验。化学实验集知识传授、能力培养和素质教育于一体，因此化学实验课是实施全面的化学教育的一种最有效的教学形式。基础化学实验是基础化学实验教学的重要组成部分，也是学习化学技能的一个重要环节，它由基础无机化学、基础分析化学、工程基础化学和林业基础化学组成，是高等院校生物科技类、环境科学类、农业科技类及木工、化学类专业一年级学生必修的一门化学实验课，也是化学类专业基础化学实验课。它的主要目的是：

- (1) 通过实验获得感性知识，巩固和加深对化学基本理论和基础知识的理解。
- (2) 掌握化学实验的基本操作技能。学生经过严格的训练，学会正确使用各种基本的化学仪器测量实验数据，正确地处理数据和表达实验结果；掌握简单无机物的制备、分离、提纯方法，以及一些无机物的定性、定量的分析方法和林业基础化学的知识。
- (3) 通过实验，特别是一些综合设计性实验，使学生获得从查找资料、设计方案、动手实验、观察现象、测量数据、分析判断、推断结论，以及最后的文字表达等一整套训练，从而提高学生分析问题、解决问题的独立工作能力。
- (4) 通过实验培养学生勤奋不懈、谦虚好学、实事求是、乐于协作、善于创新，同时培养整洁、节约、准确、有条不紊的实验习惯，为学生继续学习以及今后的工作和研究打下良好的基础。

1.2 化学实验的学习方法

学好并掌握基础化学实验，除了有正确的学习态度外，还需要有一个良好的学习方法。现将化学实验的学习方法归纳如下。

1. 认真预习

认真预习是做好实验的前提。实验前应仔细钻研本书有关内容，必要时还需要查阅其他参考资料，以达到明确实验要求、理解实验原理、熟悉实验步骤及有关注意事项，了解该实验所涉及仪器的使用，掌握实验数据的处理方法，解答书中提出的思考题。另外，预习时应该对整个实验做到心中有数，哪些实验步骤应先做，哪些后做，哪些可安排在其他实验间隙中做，以便紧凑而有条不紊地进行实验。

学生在预习时写好预习报告，通过自己的思考，用自己的语言，简明扼要地把预习的内容记录下来。尽可能用反应式、流程图、表格等形式表达，并留出相应的空位以备记录实验现象和数据。

2. 讨论

实验前指导教师会对实验内容和注意事项进行讲解或提问,播放规范的操作录像或者由教师做操作示范;实验后指导教师也经常会组织课堂讨论,总结实验情况,讲解学生在实验中的表现。学生应注意倾听教师的讲解,积极参加课堂讨论。

3. 做好实验

学生在实验时应做到:

(1) 认真操作,仔细观察,实验中观察到的现象、测量到的数据要及时、如实地记录在实验报告本上。

(2) 遇到问题要善于分析,力求自己解决,若自己解决不了,可请教指导老师。

(3) 如果发现实验现象与理论不相符合,应认真查明原因,经指导老师同意后重做实验,直至得到正确的结果。

4. 写好实验报告

做完实验后要及时地写出实验报告。实验报告是实验的总结,是将感性认识上升为理性认识的过程,所以它是实验重要的一环。实验报告应字迹端正、简明扼要、整齐清洁。一份合格的实验报告应包括以下内容:实验名称、实验目的、实验原理、实验步骤、现象或数据记录、现象解释或数据处理、问题与讨论等。

第2章 化学实验基本知识

2.1 实验室规则

实验室规则是人们从长期的实验室工作经验和教训中归纳总结出来的，它可以保持正常的实验环境和工作秩序，防止意外事故发生。遵守实验室规则是做好实验的前提和保障，大家必须严格遵守。

(1) 实验前一定要做好预习和实验准备工作，明确实验目的，了解实验的基本原理、方法和注意事项。

(2) 遵守纪律，不迟到，不早退，保持肃静，不准大声喧哗，不得到处乱走。

(3) 实验时集中精神，认真操作，仔细观察，积极思考，详细做好实验记录。

(4) 爱护国家财产，小心使用仪器和实验设备，注意节约使用水、电和煤气。实验中使用自己的仪器，不得随意动用他人的仪器，公用仪器使用完毕后应洗净，放回原处。如有损坏，必须及时登记补领。

(5) 实验仪器应整齐地摆放在实验台上，保持台面的清洁。实验中产生的废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内，酸碱废液必须小心倒入废液缸内。

(6) 按规定用量取用药品，注意节约。取药品时要小心，不要撒落在实验台上。药品自瓶中取出后，不能再放回原瓶中。称取药品后，应及时盖好瓶盖，放在指定地方的药品不得擅自拿走。

(7) 使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行操作，操作中要细心谨慎，避免粗心大意，损坏仪器。如发现仪器有故障，应立即停止使用，报告教师，及时排除故障。

(8) 加强环境保护意识，采取积极措施，减少有毒气体和废液对大气、水和环境的污染。产生有毒气体的实验应在通风橱内进行。

(9) 实验完成后，应将自己所用仪器洗净并整齐摆放在实验柜内，并将实验台和试剂架擦净。

(10) 实验结束后，值日生负责打扫和整理实验室，关闭水、电和煤气，并关上窗户。经教师检查合格后，值日生方可离开实验室，顺便把垃圾倒入垃圾箱。

(11) 根据原始记录，严肃认真地写出实验报告，准时交给指导老师。

2.2 实验安全守则

化学实验用到的药品中，有的具有易燃性和易爆性，有的具有腐蚀性和毒性。因此，实验中要特别注意安全，将“安全”放在首位。首先，必须在思想上重视实验安全，绝不能麻痹大意。其次，在实验前应了解仪器的性能、药品的性质以及实验中应注意的安全事项。在实验过程中，应集中精力，严格遵守实验安全守则，防止意外事故的发生，确保

实验正常进行。

(1) 使用易燃、易爆的物质时要严格遵守操作规程，取用时必须远离火源，用后把瓶塞塞严，于阴凉处保存。

(2) 一切涉及有毒、有刺激性或有恶臭气味物质（如硫化氢、氟化氢、氯气、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮等）的实验，必须在通风橱中进行。需要借助于嗅觉判别少量的气体时，绝不能直接用鼻子对着瓶口或管口，而应该用手将气体轻轻扇向自己，然后再嗅。

(3) 加热、浓缩液体时，不能俯视加热的液体，加热的试管口不能对着自己或别人。浓缩液体时，要不停搅拌，避免液体或晶体溅出而受到伤害。倾注有腐蚀性的液体或加热有腐蚀性的液体时，液体容易溅出。

(4) 使用酒精灯时，盛酒精不能超过其容量的 $\frac{2}{3}$ 。酒精灯要随用随点燃，不用时马上盖上灯罩。不可用点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯，以免酒精流出而失火。

(5) 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞及汞的化合物、氰化物等）不得误入口内或接触伤口。氰化物不能碰到酸（氰化物与酸作用放出无色无味的HCN气体，剧毒！要特别小心！）。剩余的产（废）物及金属等不能倒入下水道，应倒入指定的回收容器内集中处理。

(6) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在皮肤、眼睛或衣服上。稀释时应不断搅拌（必要时加以冷却），将它们慢慢加入水中混合，特别是稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢加入水中，边加边搅拌，千万不可将水加入浓硫酸中。

(7) 金属汞易挥发，并可通过呼吸道进入人体，逐渐积累会引起慢性中毒。所以做金属汞的实验时应特别小心，不得把金属汞洒落在桌上或地上。若不小心洒落，必须尽可能收集起来，并用硫黄粉撒在洒落汞的地方，让金属汞转变成不挥发的硫化汞。

(8) 玻璃管切断后，应将断口熔烧圆滑，玻璃碎片要放入回收容器内，绝不能丢在地面或实验台上。

(9) 点燃的火柴用后应立即熄灭，放入废物缸内，不得乱扔。

(10) 严禁在实验室内饮食、吸烟，或把食具带进实验室，化学实验药品禁止入口，实验完毕应洗手，同时不得将实验室的化学药品带出实验室。

2.3 实验中意外事故的处理

实验过程中，如发生意外事故，要保持冷静，可采取如下救护措施：

(1) 遇玻璃或金属割伤。伤口处不能用手抚摸，也不能用水洗涤。若是玻璃割伤，应先把碎玻璃从伤处挑出。轻伤可涂以紫药水（或红汞、碘酒），必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏，再用绷带包扎。

(2) 遇烫伤。不要用冷水洗涤伤口处。伤口处皮肤未破时，可涂擦饱和碳酸氢钠溶液或用碳酸氢钠粉调成糊状敷于伤处，也可抹獾油或烫伤膏，如果伤处皮肤已破，可涂些紫药水或高锰酸钾溶液。

(3) 遇酸腐蚀致伤。先用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液（或稀氨水、肥皂水）

洗，最后再用水冲洗。如果酸液溅入眼中，用大量水冲洗后送医院处理。

(4) 遇碱腐蚀致伤。先用大量水冲洗，再用质量分数 2% 的醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗，最后用水冲洗。如果碱液溅入眼中，用硼酸溶液冲洗后送医院处理。

(5) 遇溴腐蚀致伤。用苯或甘油洗伤口，再用水洗。

(6) 遇吸入刺激性或有毒气体。吸入氯气、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。值得指出的是，氯气、溴中毒不可进行人工呼吸，一氧化碳中毒不可用兴奋剂。

(7) 遇毒物进入口内。将 5 ~ 10mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中，内服后，用手指伸入咽喉部，促使呕吐，吐出毒物，然后立即送医院。

(8) 遇触电。首先切断电源，然后用干燥木棒或竹竿使触电者与电源脱离，在必要时进行人工呼吸。

(9) 遇起火。应立即设法灭火，并采取措施防止火势蔓延，可采取切断电源、移走易燃药品等措施。灭火时要根据起火原因选用合适的方法。一般的小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物。火势大时可使用泡沫灭火器。但电器设备所引起的火灾，只能使用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火，不能使用泡沫灭火器，以免触电。实验人员衣服着火时，切勿惊慌乱跑，应赶快脱下衣服，用水浇灭，或用石棉布覆盖着火处。无论何种原因起火，必要时应及时通知消防部门来灭火。

2.4 实验室“三废”的处理

在化学实验室中会遇到各种有毒的废渣、废液和废气（简称“三废”），如不加处理随意排放，就会对周围的环境、水源和空气造成污染，形成公害。三废中的有用成分，不加回收，在经济上也是个损失。通过处理，消除公害，变废为宝，综合利用，也是实验室工作的重要组成部分。

1. 废渣处理

有回收价值的废渣应收集起来统一处理，回收利用，少量无回收价值的有毒废渣也应集中起来分别进行处理或深埋于离水源远的指定地点。

2. 废液处理

(1) 废酸液。用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤，滤液用石灰或碱中和，调 pH 值至 6 ~ 8 后就可排出。少量的滤渣可埋于地下。

(2) 废铬酸洗液。用高锰酸钾氧化法使其再生，继续使用。方法是：先在 110 ~ 130℃ 下不断搅拌加热浓缩，除去水分后，冷却至室温，缓缓加入高锰酸钾粉末，每 1000mL 中加入 10g 左右，直至溶液呈深褐色或微紫色（注意不要加过量），边加边搅拌，然后直接加热至有三氧化硫出现，停止加热。稍冷，通过玻璃砂芯漏斗过滤，除去沉淀，冷却后析出红色三氧化铬沉淀，再加适量硫酸，使其溶解即可使用。少量的洗液可加入废碱液或石灰，使其生成氢氧化铬沉淀，将废渣埋于地下。

(3) 氰化物废液。少量的含氰废液可先加氢氧化钠调至 pH 值大于 10，再加入少量高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。量大的含氰废液可用碱性氯化法处理，方法是：先用碱调至

pH 值大于 10，再加入漂白粉，使 CN^- 氧化成氰酸盐，并进一步分解为二氧化碳和氮气，再将溶液 pH 值调到 6~8 排放。

(4) 含汞废水。先加氢氧化钠调 pH 值至 8~10 后，加适当过量的硫化钠，生成硫化汞沉淀，同时加入硫酸亚铁生成硫化亚铁沉淀，从而吸附硫化汞，使其沉淀下来。静置后分离，再离心过滤，清液中的含汞量降到 0.02mg/L 以下，可直接排放。少量残渣可埋于地下，大量残渣需要用焙烧法回收汞，但要注意，一定要在通风橱内进行。

(5) 含砷废水。将石灰投入到含砷废水中，生成难溶的砷酸盐和亚砷酸盐。

(6) 含重金属离子的废液。加碱或加硫化钠把重金属离子变成难溶性的氢氧化物或硫化物而沉积下来，并过滤分离，少量残渣可埋于地下。

3. 废气处理

产生少量有毒气体的实验，可在通风橱内进行，通过排风设备将少量有毒气体排到室外，以免污染室内空气。产生毒气量较大的实验，必须备有吸收或处理装置。如二氧化氮、二氧化硫、氯气、硫化氢、氟化氢等可用碱溶液吸收；一氧化碳可直接点燃，使其转为二氧化碳。

2.5 化学试剂和实验用水

1. 化学试剂

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。我国国家标准是根据试剂的纯度和杂质含量，将试剂分为五个等级，并规定了试剂包装的标签颜色及应用范围，见表 2.1。

表 2.1 化学试剂的规格及用途

级 别	中文名称	英文符号	标签颜色	应用范围
一级品	优级纯（保证试剂）	G. R.	绿	精密分析实验
二级品	分析纯（分析试剂）	A. R.	红	一般分析实验
三级品	化学纯	C. P.	蓝	一般化学实验
四级品	实验试剂	L. R.	黄	工业或化学制备
五级品	生物试剂	B. R.	咖啡色或玫瑰红	生化及医化实验

指示剂也属于一般试剂。此外，还有标准试剂、高纯试剂、专用试剂等。

按规定，试剂瓶口标示试剂名称、化学式、摩尔质量、级别、技术规格、产品标准号、生产许可证号（部分常用试剂）、生产批号、厂名等。危险品和毒品还应给出相应的标志。

试剂应保存在通风、干燥、洁净的房间里，以防止污染或变质。氧化剂、还原剂应密封、避光保存；易挥发和低沸点试剂应置于低温阴暗处；易侵蚀玻璃的试剂应保存于塑料瓶内；易燃易爆试剂应有安全措施；剧毒、制毒、易制毒品应由专人妥善保管，用时严格登记。

在实验室中分装化学试剂时，一般把固体试剂装在广口瓶内，液体试剂或配制的溶液则盛放在细口瓶或滴瓶中，见光易分解的试剂（如硝酸银等）则应盛放在棕色瓶内，盛碱液的细口瓶用橡皮塞。

2. 实验用水

化学实验室对水的质量有一定的要求。纯水是最常用的纯净溶剂和洗涤剂，应根据实验要求选用不同规格的水。实验室用水分为三级，见表 2.2。

表 2.2 实验室用水的级别及主要指标

指标名称	一级	二级	三级	指标名称	一级	二级	三级
pH 值范围(298K)	—	—	5.0 ~ 7.5	吸光度(254nm, 1cm 光程)	≤0.001	≤0.01	—
电导率(298K)/(mS/m)	≤0.01	≤0.10	≤0.50	二氧化硅含量/(mg/cm)	<0.02	<0.05	—

(1) 一级水。用于有严格要求的分析实验，包括对微粒有要求的实验，如高效液相色谱分析用水。用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后，再经 0.2μm 微孔滤膜过滤来制取，处理后的水基本上不含有溶解或胶态离子杂质及有机物。

(2) 二级水。用于无机痕量分析实验，如原子吸收光谱分析、电化学分析实验等。可用离子交换法或将三级水再次蒸馏等方法制取，可含有微量的无机、有机或胶态杂质。

(3) 三级水。用于一般的化学分析实验。制备分析实验用水的原水应当是饮用水或其他适当纯度的水。用蒸馏、去离子（离子交换及电渗析法）或反渗透等方法制取。

第3章 化学实验基本操作

3.1 仪器的洗涤与干燥

3.1.1 仪器的洗涤

化学实验中经常使用的玻璃仪器和瓷器，常常由于污物和杂质的存在而得不出正确的结果。因此，在进行化学实验时，必须把仪器洗涤干净。玻璃仪器的洗涤方法很多，应根据实验的要求、污物的性质、沾污程度来选择。常用的洗涤方法如下。

1. 用水刷洗

用水和毛刷刷洗，再用自来水冲洗几次，可除去附在仪器上的尘土、可溶性和不溶性杂质。注意洗刷时不能用秃顶的毛刷，也不能用力过猛，否则会戳破仪器。

2. 用去污粉、肥皂洗

去污粉由碳酸钠、白土、细砂等组成，它与肥皂、合成洗涤剂一样，能去除油污和一些有机物。由于去污粉中细砂的摩擦和白土的吸附作用，使得洗涤的效果更好。洗涤时，可用少量水将要洗的仪器润湿，用毛刷蘸取少量去污粉刷洗仪器的内外壁，最后用自来水冲洗。

3. 用去污粉、洗衣粉、洗涤剂洗

这些洗涤剂可以洗去油污和有机物质。若油污和有机物质仍然洗不干净，可用热的碱液洗。

4. 用铬酸洗液洗

铬酸洗液是由浓硫酸和重铬酸钾配制而成的，具有很强的氧化性，对有机物和油污的去污能力特别强。用铬酸洗液洗涤时，可往仪器内加入少量洗液，使仪器倾斜并慢慢转动，让仪器内部全部被洗液润湿，转动仪器几圈后将洗液倒回原瓶，然后用自来水清洗仪器。使用铬酸洗液时要注意被洗涤的仪器内不宜有水，以免洗液被冲淡或变绿而失效。洗液具有很强的腐蚀性和毒性，会灼伤皮肤和破坏衣物，使用时应当注意安全。如不慎洒在皮肤、衣服或实验桌上，应立即用水冲洗。能用一般洗涤剂洗净的器皿，尽量不要选用洗液洗涤。

5. 用特殊的试剂洗

应根据沾在器壁上污物的性质，采用合适的方法或药品来处理。例如，沾在器壁上的二氧化锰用浓盐酸处理； AgCl 沉淀可以用氨水洗涤；硫化物沉淀可选用硝酸加盐酸洗涤等。

用上述各种方法洗涤后的仪器，经自来水多次、反复冲洗后，往往还留有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等离子。如果实验中不允许这些离子存在，应该再用蒸馏水或去离子水把它们洗去，洗涤时应遵循“少量多次”的原则，一般以洗3次为宜。

已经洗干净的仪器应清洁透明，当把仪器倒置时，可观察到器壁上只留下一层均匀的

水膜而不挂水珠，则表示仪器已经洗净。

已洗净的仪器内壁，绝不能再布或纸去擦拭，否则，布或纸的纤维将会留在仪器壁上，反而沾污了仪器。

3.1.2 玻璃仪器的干燥

可根据不同的情况，采用下列方法将洗净的仪器干燥。

1. 晾干

不急用的仪器在洗净后，可倒置在干净的实验柜内或仪器架上，任其自然干燥。

2. 烤干

烧杯、蒸发皿等可放在石棉网上用小火烤干。试管可以用试管夹夹住后在火焰上来回移动，但管口必须向下倾斜，以免水珠倒流炸裂试管，待烤到不见水珠后，将管口朝上赶尽水汽（图 3.1）。

3. 烘干

将洗净的仪器尽量倒干水后放入烘箱内烘干（图 3.2）。放入烘箱前要把水沥干，放置仪器时，仪器的口应朝下。

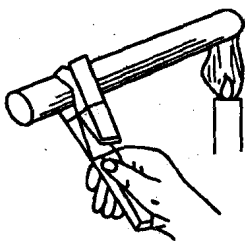


图 3.1 烤干试管

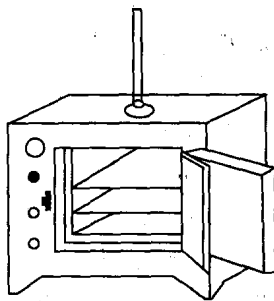


图 3.2 电烘箱

4. 吹干

用吹风机或气流烘干机把仪器吹干。

5. 用有机溶剂干燥

带有刻度的计量仪器，不能用加热的方法进行干燥，一般可采用晾干或有机溶剂干燥的方法，吹风时宜用冷风，因为加热会影响这些仪器的准确度。也可以加一些易挥发的有机溶剂（常用乙醇或丙酮）到洗净的仪器中，倾斜并转动仪器，使器壁上的水与有机溶剂互相溶解，然后倒出，仪器中少量的混合液很快挥发而干燥。如果利用电吹风往仪器内吹风，则干得更快。

3.2 基本度量仪器的使用和滴定分析的基本操作

3.2.1 量筒

量筒（图 3.3）是化学实验中最常使用的度量液体的仪器之一，常见量筒的容量有 μL 、 20mL 、 50mL 、 100mL 、 500mL 等，可根据需要来选用。量取液体时，应用左手持

量筒，并以大拇指指示所需体积的刻度处，右手持试剂瓶，将液体小心倒入量筒内。读取刻度时，应让量筒垂直，使视线与量筒内液面的弯月形最低点处于同一水平面上，偏高或偏低都会产生误差（图 3.4）。量筒不能作反应器用，也不能装热的液体。

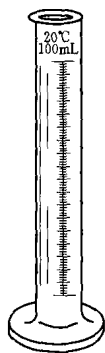


图 3.3 量筒

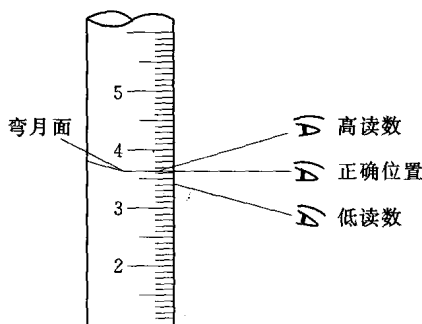


图 3.4 量筒刻度读数

3.2.2 滴定管

滴定管是用来进行滴定的器皿，用于测量在滴定中所用溶液的体积。滴定管是一种细长、内径均匀而具有刻度的玻璃管，管的下端有玻璃尖嘴（图 3.5），有 25mL、50mL 等不同的容积。50mL 滴定管就是把滴定管分成 50 等份，每一等份为 1mL，1mL 中再分 10 等份，每一小格为 0.1mL，读数时，在每一小格间可再估计出 0.01mL。

滴定管一般分为两种，一种是酸式滴定管，另一种是碱式滴定管。各有白色、棕色之分。酸式滴定管的下端有玻璃活塞，可盛放酸液或氧化性溶液，不能盛放碱液，因为碱液会腐蚀玻璃，使活塞不能转动。盛放碱液时要用碱式滴定管，它的下端连接一橡皮管，内放一个比橡皮管管径稍大的玻璃珠作为开关，以控制溶液的流出，橡皮管下端再连一尖嘴玻璃管，这种滴定管不能盛放会腐蚀橡皮的溶液，例如酸或氧化性溶液等。

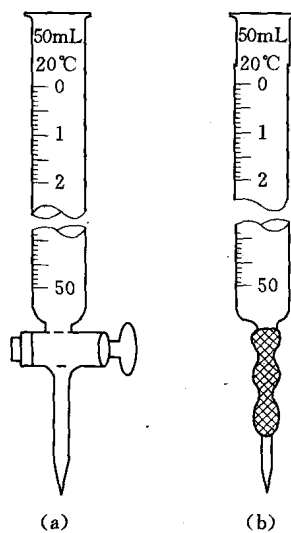


图 3.5 酸碱滴定管

1. 滴定管洗涤

在洗涤前，应检查酸式滴定管的玻璃活塞与塞槽是否符合，活塞转动是否灵活。碱式滴定管下端连接一段橡皮管的粗细、长度是否适当，橡皮管的内管径应稍小于玻璃珠的直径，玻璃珠应圆滑，橡皮管应有弹性，否则难于紧固玻璃珠，操作时易上下移动而影响滴定。滴定管在用前必须仔细洗涤，当没有明显污物时，可以直接用自来水冲洗，或用滴定管刷蘸肥皂水刷洗（注意滴定管刷的刷毛必须相当软，刷头的铁丝不能露出，也不能向旁边弯曲，以免刷伤内壁），然后再用自来水洗去肥皂水。洗刷后的滴定管，应将其直立，使水流尽，若滴定管的内壁透明并不附着液滴，表示已洗净。洗净后，滴定管用蒸馏水淌洗 3 次，第一次用蒸馏水 10mL，第二次及第三次各用蒸馏水 5mL。每次加入蒸馏水后，边转边向管口倾斜，使蒸馏水布满