



第

高等学校教材

基础化学 » 实验

熊衍才 主编



JICHU HUAXUE SHIYAN



化学工业出版社

高等学校教材

基础化学实验

熊衍才 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分为三个部分,即与实验有关的基本知识和技能、实验内容、附录,共 27 个实验,在内容编排上,本书除了经典的基本化学实验外,还涉及医学、药学专业常开设的葡萄糖酸锌的制备、阿司匹林片剂中乙酰水杨酸含量的测定等实验内容。为方便学生和教师的使用,附录中给出了实验常需查用的资料。编者结合多年的实验教学经验,对教学内容进行整合和优化编写,突出了对学生动手能力、科学素养、创新思维等综合素质的培养。

本教材可作为高等院校医学、药学、生物等专业及相近专业的基础化学实验教材,对相关专业从事化学实验工作的技术人员也有一定的参考意义。

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验/熊衍才主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 9

高等学校教材

ISBN 978-7-122-24436-9

I. ①基… II. ①熊… 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 (2015) 第 140663 号

责任编辑: 李 琰 甘九林

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 7 字数 175 千字 2015 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

| 前言 |

基础化学实验是医学、药学、生物等非化学专业的重要基础课之一，通过本课程的学习，不仅可使学生掌握基础化学的基本操作技能，提高动手能力，而且能培训学生实事求是的科学态度，养成良好的实验习惯，同时也有助于加深对基础化学理论知识的理解和掌握。

随着现代化实验技术的不断发展，基础化学实验的教学内容、实验方法、实验手段在不断更新，而且随着学生呈现多元化，使得基础化学实验教学与原有的“基础化学”教学大纲的指导精神以及我校培养创新型人才的要求不相适应。编者结合多年的实验教学经验，对教学内容进行整合和优化编写，本教材突出了对学生动手能力、科学素养、创新思维等综合素质的培养。

本书分为三个部分。第一部分介绍了与实验有关的基本知识和技能，包括实验规则、安全教育、常用仪器介绍、实验数据处理、测定仪器的基本原理和构造、正确的使用方法、操作要点等，突出强调操作的规范性；第二部分为实验内容，根据科学性、先进性和实用性的原则选编了比较成熟、基本技能训练效果比较好又切合课程基本要求的实验，供各校各专业根据自己的特点和条件选用；第三部分为附录，为方便学生和教师的使用，附录中给出了实验常需查用的资料。

本书由熊衍才担任主编，周学文、舒婷、李向华、王小波担任副主编，参加编写的人员有：熊衍才（第1章、实验1、2、附录），周学文（实验3、8、11），舒婷（实验4、5、7），李向华（实验6、10、21），王小波（实验9、17），黄胜堂（12、20），胡春弟（13、25），艾友良（14、22），姚刚（15、16），金小红（18、24），章佳安（19、27），范宝磊（23、26）。

本书可作为高等院校医学、药学、生物等专业的基础化学实验课教材，也可以供其他从事相关科研人员的参考用书。

限于编者水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2015年3月

| 目 录 |

第1章 基础知识	1
1.1 实验规则	1
1.2 基本操作	6
1.3 实验误差与数据处理	14
1.4 称量	18
1.5 滴定分析仪器及其基本操作	21
1.6 几种仪器的使用方法	27
第2章 实验	35
实验1 分析天平称量练习	35
实验2 酸碱标准溶液的配制、浓度的比较和标定	37
实验3 硫酸亚铁铵的制备	40
实验4 由粗食盐制备试剂级氯化钠	42
实验5 凝固点降低法测定分子量	45
实验6 渗透现象和溶液渗透压力的测定	48
实验7 缓冲溶液的配制和性质	50
实验8 同离子效应与溶度积原理	54
实验9 醋酸解离度和解离常数的测定	57
实验10 化学反应速率与活化能的测定	59
实验11 配位物的生成和性质	63
实验12 配合物的组成与稳定常数的测定	67
实验13 氧化还原反应与电极电位的比较	69
实验14 吸光光度法测定水样中铁含量	72
实验15 葡萄糖酸锌的制备	74
实验16 食醋中醋酸含量的测定及小苏打片中碳酸氢钠含量的测定	76
实验17 阿司匹林片剂中乙酰水杨酸含量的测定	78
实验18 生活用水总硬度的测定(螯合滴定法)	81
实验19 高锰酸钾法测定双氧水中 H_2O_2 的含量	84
实验20 果品总酸度的测定	87
实验21 肉制品中亚硝酸盐含量的测定	89
实验22 分光光度法测定 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的晶体场分裂能	91
实验23 茶叶中微量元素的鉴定与定量测定	93
实验24 蛋壳中钙、镁含量的测定(综合性实验)	96
实验25 钴(Ⅲ)配合物的制备及其组成的确定(设计性实验)	99
实验26 果蔬中维生素C含量的测定(设计性实验)	100
实验27 植物中某些元素的鉴定(设计性实验)	101
第3章 附录	102
参考文献	107

第1章

基础知识

1.1 实验规则

基础化学实验是医学、药学和生物等非化学专业的重要基础课之一,通过本课程的学习,不仅可使学生掌握基础化学的基本操作技能,提高动手能力,而且能培养学生实事求是的科学态度、养成良好的实验习惯,同时也有助于加深对基础化学理论知识的理解和掌握。

1.1.1 实验室守则

- ① 遵守学习纪律和规章制度。实验期间不得迟到、早退或借故外出,遵从教师的指导。
- ② 实验过程中要保持安静,不得进行任何与实验无关的活动。
- ③ 爱护仪器设备,节约水、电、药品。凡损坏或丢失仪器,必须及时报告教师,按有关规定处理。
- ④ 本组的实验仪器和药品由本组使用,不得在别组挪用或调换,以免引起仪器管理混乱。
- ⑤ 实验过程中要仔细观察实验现象,如实记录。认真思考和分析问题,根据实验结果写出实验报告。
- ⑥ 随时保持实验工作台面的整洁。纸片、用过的火柴棒等废品应丢入废物缸(或桶)内,严禁扔入水槽或水池内,养成良好的实验工作习惯。
- ⑦ 实验完毕,应认真清洗仪器,整理好药品试剂,做好实验室的清洁。关好水、电、气、门、窗。
- ⑧ 严禁将实验室的任何物品带出实验室。

1.1.2 实验室安全守则

化学实验中的试剂很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的,所用的仪器大部分是玻璃制品,如果使用不当,就有可能发生烧伤、割伤、中毒、着火、爆炸等事故。必须高度重视、敏锐洞察实验过程中的潜在危险,在实验前充分了解安全事项,在实验过程中遵守操作规程,并采取适当的预防措施,避免事故的发生。

1.1.2.1 实验事故的预防

(1) 着火的预防

- ① 水、电、气使用完毕后应立即关闭。使用酒精灯时,应随用随点,不用时盖上灯罩。

不能用酒精灯直接点燃其他的酒精灯，避免酒精溢出而发生火灾。

② 取用易燃物质（如乙醇、乙醚、丙酮等）或涉及易燃、易挥发物质的实验，应远离明火，并尽可能在通风橱中进行。

③ 钾、钠和白磷等暴露在空气中易燃烧，因此钾、钠应保存在煤油中，白磷应保存在水中，且取用时应用镊子夹取。

④ 易燃及易挥发物质不得倒入废物缸内，应按要求倒入指定的地方，由有关人员专门处理。

(2) 爆炸的预防

① 常压操作时，切勿在密闭系统内进行加热或反应，否则体系压力增加，从而导致爆炸。

② 强氧化剂（如氯酸钾）及其混合物（如氯酸钾与红磷、炭、硫等的混合物）不能研磨，否则易发生爆炸。

③ 氢气遇火易爆炸，操作时严禁接近烟火。银氨溶液不能长期保存，久置后也易爆炸。

④ 高压气体钢瓶的主要危险是可能引发爆炸和泄漏，因而必须严格按操作规程进行操作。钢瓶应存放在阴凉、干燥的地方，远离热源，最好能存放于单独的小屋中，通过导管将气体引入实验装置。高压气体钢瓶的种类可由其颜色加以辨认（见表 1-1）。

表 1-1 高压气体钢瓶的标示

气体名称	瓶体颜色	字样	字样颜色	横条颜色
氧气	天蓝	氧	黑	—
氢气	深绿	氢	红	红
氮气	黑	氮	黄	棕
二氧化碳	黑	二氧化碳	黄	—
压缩空气	黑	压缩空气	白	—
硫化氢	白	硫化氢	红	红
二氧化硫	黑	二氧化硫	白	黄
石油气	灰	石油气	红	—
氩气	灰	氩气	绿	—

(3) 中毒的预防

① 切勿让化学试剂沾在皮肤上，尤其是剧毒的试剂。称量任何试剂都应使用药勺等工具，不得用手直接接触，特别注意防止毒品溅入口、眼、鼻等敏感部位或接触伤口。取用有腐蚀性的化学试剂时可戴橡皮手套和防护眼镜。实验完毕要及时、认真洗手。

② 实验室应通风良好，尽量避免吸入化学试剂的烟雾和蒸气。如需感受物质的气味时，应用手轻拂气体，将少量气体拂向自己后再嗅。处理有毒或有腐蚀性、刺激性物质时，应在通风橱中进行，防止有毒气体在实验室内扩散。

③ 金属汞易挥发，人吸入后易引起慢性中毒。一旦把汞洒落在桌面或地面上时，应尽可能收集起来，并用硫黄粉覆盖在洒落的地方，使汞变成不挥发的硫化汞。液汞应保存在水中，不能将汞温度计当做玻璃棒使用。

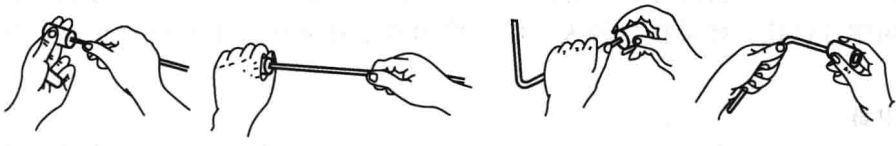
④ 不得用口品尝任何化学试剂，严禁在实验室内喝水，吃东西。

⑤ 剧毒试剂应由专人负责，使用者必须遵守操作规程。含有毒试剂（如重铬酸钾、砷和汞的化合物、氰化物、镉盐和铅盐等）的废液不能随便倒入下水道，应统一回收后由专人

处理。

(4) 玻璃割伤的预防

- ① 玻璃管（棒）切割后，断面应在火上烧熔以消除棱角。
- ② 将玻璃管（或温度计）插入橡皮管、橡皮塞或软木塞时，应先用水或甘油润湿玻璃管插入的一端，然后一手持橡皮管、橡皮塞或软木塞，一手捏着玻璃管，均匀用力将其逐渐插入。应当注意的是，插入或拔出玻璃管时，手指捏住玻璃管的位置与塞子（或橡皮管）的距离不可太远，一般为 2~3cm。插入弯形玻璃管时，不能把弯曲处当成旋柄来用力。正确方法如图 1-1 所示。



(a) 正确 (b) 不正确 (c) 正确 (d) 不正确

图 1-1 玻璃管（或温度计）插入橡皮管、橡皮塞的方法

1.1.2.2 实验事故的处理

(1) 着火

一旦发生着火事故，首先应立即关闭附近所有的火源，切断电源，迅速移去着火现场周围的易燃物质。用石棉布、干沙或适当的灭火器材灭火。常用灭火器的适用范围见表 1-2。有机溶剂着火时，在大多数情况下，严禁用水灭火，应用沙土覆盖。因为它们一般比水轻，燃着的液体会在水面上蔓延开来，使燃烧面积扩大。

如果实验者衣服着火，切勿惊慌乱跑，以免因空气的扰动而使火势扩大。可迅速脱下衣服或用石棉布、厚外套覆盖着火处，将火闷熄。情况危急时应就地卧倒打滚以免火焰烧向头部。

如果着火面积较大，在尽力扑救的同时及时向“119”报警。

表 1-2 实验常用灭火器及其适用范围

灭火器类型	成分	适用范围
酸碱式灭火器	H_2SO_4 和 $NaHCO_3$	非油类和电器的一般初起火灾
泡沫灭火器	$Al_2(SO_4)_3$ 和 $NaHCO_3$	油类起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	电器设备、小范围油类及忌水化学物品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	电器设备、小范围汽油、丙酮等的失火，不能用于活泼金属钾、钠的失火（否则会因强烈分解而发生爆炸）
干粉灭火器	$NaHCO_3$ 、硬脂酸铝、云母粉、滑石粉等	油类、可燃性气体、精密仪器和遇水易燃物品的初起火灾
1211 灭火器	CF_2ClBr 液化气体	特别适用于油类、有机溶剂、精密仪器、高压设备的失火

(2) 烫伤

切忌用自来水冲洗。轻伤者可用 $KMnO_4$ 或苦味酸溶液涂于烫伤处，再擦上凡士林或烫伤膏（如万花油、氧化锌软膏等）；重伤者应涂以烫伤膏，之后立即送医院治疗。

(3) 化学灼伤

皮肤被酸或碱灼伤时，应立即用大量水冲洗。酸灼伤用 5% $NaHCO_3$ 溶液（或肥皂水）

洗,碱灼伤则用1%乙酸(或5%硼酸)洗,然后用水冲洗;若是氢氟酸,则应在水冲洗后用稀 Na_2CO_3 溶液中和,然后浸泡在冷的饱和 MgSO_4 溶液中半小时,最后敷上特制药膏(成分为20% MgSO_4 、18%甘油、1.2%盐酸普鲁卡因、水)。

皮肤被溴灼伤时,伤处立即用石油醚或乙醇冲洗,然后用2% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液清洗,最后用蘸有甘油的脱脂棉擦干并敷上烫伤膏。

眼睛被试剂灼伤时,应立即用大量水冲洗,快速送往医院治疗,不允许用其他试剂进行中和处理。

(4) 玻璃割伤

一般轻伤,应立即挤出污血,用消毒过的镊子取出玻璃碎片,以干净水洗净伤口,涂上碘酒,再用绷带包扎。如果伤口较大,应立即用绷带扎紧伤口上部进行止血,然后送医院治疗。

(5) 中毒

在进行有毒物质的实验时最好戴口罩。如果有毒物质不幸进入口中,首先应用大量水漱口,饮用大量清水后用手指伸入咽喉处,促使呕吐(若是腐蚀剂中毒则不宜采用此法,可服用牛奶、蛋清或植物油等),然后立即送医院治疗。

吸入 Br_2 蒸气或 Cl_2 蒸气时,可通过吸入少量乙醇和乙醚的混合蒸气以解毒。吸入 H_2S 气体而感到头晕时,应到室外呼吸新鲜空气,必要时尽快送医院治疗。

(6) 触电

遇到触电事件发生,首先要拉开电闸以切断电源,并尽快用绝缘物(干燥的木棒、竹竿等)将触电者与电源隔离,必要时再进行人工呼吸并迅速送医院救治。

1.1.2.3 实验室三废处理

化学实验室的“三废”即废气、废液和废渣,若排放到空气或下水道中,将对环境造成污染,威胁人们的健康。如 Cl_2 、 SO_2 等气体对人的呼吸道有强烈的刺激作用,对植物也有伤害作用; As 、 Pb 、 Hg 等的化合物进入人体后,不易分解和排出,长期积累会引起胃痛、皮下出血、肾功能损伤等;氯仿、 CCl_4 等能致肝癌;多环芳烃能致皮肤病和膀胱癌。因此,要治理这些环境污染,从根本上来讲,必须实现化学实验教学的环保化。目前,一方面要大力推广微型实验,从节约试剂、减少污染物的产生方面入手;另一方面,必须对实验过程中产生的有毒、有害物质进行必要的处理。

(1) 常用的废气处理方法

① 溶液吸收法 溶液吸收法是用适当的液体吸收剂处理气体混合物,从而除去其中的有害气体的方法。常用的液体吸收剂有水、碱性溶液、酸性溶液、氧化剂溶液和有机溶液,它们可用于净化含有 Cl_2 、 HCl 、 HF 、 NH_3 、 SO_2 、 NO_x 、酸雾和各种有机物蒸气等的废气。

② 固体吸收法 固体吸收法是使废气与固体吸收剂接触,废气中的污染物吸附在吸收剂表面从而被分离出来的方法。常用的固体吸收剂有活性炭、活性氧化铝、硅胶和分子筛等。

(2) 常用的废液处理方法

① 中和法 对于酸含量小于3%~5%的酸性废水或碱含量小于1%~3%的碱性废水,常采用中和法进行处理。

② 化学沉淀法 在废水中加入某种化学试剂,使其与废水中的污染物发生化学反应,生成沉淀而被分离,如氢氧化物沉淀法和硫化物沉淀法等。该法适用于除去废水中的重金属

离子、碱土金属离子及某些非金属等。

③ 氧化还原法 水中溶解的有害无机物或有机物,可通过化学反应将其氧化或还原,转化成无害的新物质或易从水中分离除去的形态。常用的氧化剂有漂白粉、 FeSO_4 、 Na_2SO_3 、铁屑、锌粒等。

此外,还有吸附法、萃取法、离子交换法、电化学净化法等。处理过程中产生的废液,可经蒸馏、分馏后分类回收,循环使用。

(3) 常用的废渣处理方法

对于有机溶剂废渣主要采用掩埋法。有毒废渣必须先进行化学处理后深埋在远离居民区的指定地点。

1.1.3 预习、实验及报告

1.1.3.1 实验前的预习

预习是做好实验的前提和保证。为了避免盲目性,获得良好的实验效果,在进行实验之前必须认真阅读实验教材,并要做到以下几点:

- ① 明确实验的目的和要求,了解实验方法;
- ② 熟悉实验原理,了解实验步骤,认真阅读操作技术和有关仪器的使用方法;
- ③ 了解实验注意事项,并且写出预习报告。预习报告是进行实验的依据,它应包括简要的实验步骤、操作要点、实验记录表和实验中应该注意的事项。

1.1.3.2 实验

实验是培养学生实验操作能力、观察思维能力、分析和解决实际问题的能力以及培养其严谨的科学态度、良好的科学素质的重要环节。学生必须严肃、认真、独立地完成所要求的全部实验内容。

- ① 实验时要严格遵守实验规则,注意实验安全,服从教师的指导。
- ② 按预习中所拟定的实验步骤,严格实验条件,认真独立操作,仔细观察现象,边实验、边思考、边记录。
- ③ 现象和数据(按有效数字)如实准确地记录在预习报告中,不得随意涂改。
- ④ 注意分析实验中出现的各种问题,遇到疑难问题或异常现象应及时请教教师。
- ⑤ 注意学习和掌握实验基本操作和有关仪器的使用方法。

1.1.3.3 实验报告

实验报告是实验的总结,它反映了学生的实验结果,所以必须独立认真完成。实验报告应简明扼要、书写整齐、结果真实、结论明确。

实验报告的基本内容如下所示。

- ① 实验名称。
- ② 实验目的。
- ③ 实验原理。
- ④ 主要仪器及试剂(包括试剂的规格)。
- ⑤ 实验步骤。
- ⑥ 实验现象、实验数据的记录及处理结果。
- ⑦ 思考与讨论。

1.2 基本操作

1.2.1 常用仪器简介（表 1-3，图 1-2）

表 1-3 常用实验仪器

名称	规格	用途	注意事项
试管	外径(mm)×管长(mm):有 10×100、15×150 两种型号	用作反应容器和收集少量气体的容器	可直接加热至高温,但加热后不能骤冷
离心试管	容量(mL):有 5、10 等多种型号	用于沉淀分离	不可直接在火上加热
试管架	分木质、铝质和有机玻璃质,有不同的形状、大小的规格	放置试管	
试管夹	分木质和铁质	加热时夹持试管	
毛刷	分长、短、粗、细	洗刷玻璃仪器用	小心刷子顶端的铁丝戳破玻璃仪器
烧杯	容量(mL):有 50、100、250、500 等型号	作反应容器和配制溶液用容器	加热时应放在石棉网上,注意不要烧干
量筒	容量(mL):有 5、10、25、50、100 等型号	量取一定体积的液体	不可量热溶液,不作反应容器
滴瓶 细口瓶 广口瓶	容量(mL):有 15、30 等型号,分棕色、无色两种	滴瓶盛放少量液体试剂;细口瓶盛放液体试剂;广口瓶盛放固体试剂;棕色瓶盛放见光易分解的试剂	使用滴瓶时,滴管吸液不能太满,也不能倒置,盛放碱液时应改用胶塞,以免瓶塞腐蚀粘牢
滴管	分短管、长管	吸取或滴加少量试剂;吸取沉淀上层清液以分离沉淀	滴加试剂时,滴管应保持垂直,切忌倒置;管尖不可接触容器内壁
药勺	分牛角质、塑料质、不锈钢质	取用固体试剂	必须保持干净,且不能取灼热药品
称量瓶	容量(mL): 高型有 10、20、25 等型号 扁型有 5、10、15、30	高型用于准确称取一定量固体试剂;扁型用作测定水分或在烘箱中烘干基准物	瓶和盖必须配套使用,不能弄乱;烘烤时,不可盖紧磨口塞
锥形瓶	容量(mL):有 50、200、250 等型号	作反应容器,常用于滴定操作	不可直接在火上加热
洗瓶	塑料质,规格以容量(mL)表示,有 250、500 两种型号	装蒸馏水或去离子水,用于洗涤沉淀或容器;滴定分析中,吹洗锥形瓶内壁	装蒸馏水时,瓶盖不能乱放
表面皿	直径(mm):有 45、60 等型号	盖在烧杯或蒸发皿上	不能用火直接加热
蒸发皿	上口直径(mm):有 30、40、50、60、80、95 等型号 容量(mL):有 100、125 两种型号	蒸发液体	能耐高温,但加热后不能骤冷

名称	规格	用途	注意事项
石棉网	用铁丝编成,中间涂有石棉,有大小之分	当加热仪器不能用火直接加热时使用,使受热均匀	不能与水接触,不可卷折
研钵	有瓷、玻璃、玛瑙等质地,以口径大小表示规格	研磨固体或固体物质混合	不作反应容器,只能研磨、不能捣碎
三脚架	铁质,有大小、高低之分	放置加热容器	
泥三角	用铁丝弯成,套有瓷管,有大小之分	放置灼热坩埚	铁丝断裂的不能用
铁夹 铁环 铁架		固定、放置反应容器;铁环可代替漏斗架	防止铁锈落入容器中
漏斗	直径(mm):有 30、40、60、100 等型号分长颈、短颈	长颈用于定量分析、过滤沉淀,短颈作一般过滤和倾注液体	过滤时,漏斗颈尖端必须紧靠承接滤液的容器内壁
点滴板	瓷质,有黑釉、白釉两种	用于点滴反应	白色沉淀用黑色板,有色沉淀用白色板
干燥器	以外径(mm)大小表示,分普通和真空两种	内放干燥剂,保持物品干燥	防止盖子滑落而打碎;热的物品待稍冷后再放入
吸滤瓶	容量(mL):有 500、1000 等型号	减压过滤用	
布氏漏斗	直径(mm):有 50、100、200 多种型号	减压过滤用	滤纸要略小于漏斗的内径
水泵		减压	先开水泵后过滤,过滤完毕,应先断开水泵与吸滤瓶连接处,后关水泵

1.2.2 常用玻璃仪器的洗涤与干燥

1.2.2.1 洗涤

玻璃仪器是否干净,直接影响着实验结果的准确性,所以必须洗涤干净。

洗涤仪器的方法很多,主要根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选用。附在仪器上的污物,一般为尘土和其他不溶物质、可溶性物质、油污和其他有机物。针对这些情况,可分别采用下列洗涤方法。

(1) 水刷洗

借助毛刷用水刷洗,可除去仪器上的灰尘、可溶性物质和其他不溶性物质。刷洗时应注意,不能用力过猛,或用秃顶的毛刷刷洗,否则会戳破仪器。此法不能洗去油污和有机物。

(2) 去污粉、肥皂或合成洗涤剂刷洗

首先将要洗的仪器用水湿润,然后在湿润的仪器上洒上少许去污粉或合成洗涤剂,再用毛刷刷洗,洗后用自来水冲去仪器内、外的去污粉或洗涤剂,最后用少量蒸馏水冲洗 3 次,以洗去自来水中带来的钙、镁、铁、氯等离子。若油垢和有机物仍洗不干净,可再用热碱洗



图 1-2 实验室常用仪器

液洗。因摩擦有损于玻璃, 所以对于有刻度的仪器, 如容量瓶、移液管、吸量管、滴定管等不可用此法来刷洗。

(3) 铬酸洗液洗涤

进行精确的定量实验时, 会遇到一些小的、管细的仪器很难用前述方法刷洗时, 必须用铬酸洗液洗。洗涤时, 尽量去掉仪器内的水, 加入少量洗液, 使仪器倾斜并慢慢转动, 让洗液全部润湿内壁。洗液在仪器内壁流动几次后再将洗液倒回原瓶, 然后用自来水将仪器上残留的洗液冲洗干净, 最后用少量蒸馏水冲洗 3 次。洗液可反复使用, 直至溶液变为绿色为止。

铬酸洗液配制方法: 在台秤上称取研细的重铬酸钾 (又称红矾钾) 5g 置于 250ml 烧杯内加水 20mL, 加热使其溶解, 冷却后, 再慢慢加入 80mL 浓硫酸 (边加边搅拌!), 配好的洗液为深褐色, 贮于磨口塞瓶中, 密塞备用, 且要防止被水稀释。

1.2.2.2 干燥

洗净的仪器如需干燥, 可以采取以下方法。

① 晾干

不急用的仪器, 可将洗净后的仪器倒置在干净的实验柜内或仪器架上, 任其自然晾干。

② 烘干

洗净的仪器可放在电烘箱内烘干, 温度控制在 105°C 左右。烘前应尽量把水倒干, 玻璃塞应从仪器上取下来放在一旁烘, 以免烘干后卡住而不易取下。

③ 烤干

烧杯、蒸发皿可以放在石棉网上用小火烤干; 试管可直接在酒精灯的火焰上烤干, 但试管口应稍向下倾斜, 从底部烤起, 无水珠时再把试管口向上, 以便把水汽赶净。

④ 吹干

急需干燥的仪器或不能用烘干方法干燥的仪器可以吹干。方法是先倒出水分, 再用电吹风吹干, 先冷风吹 $1\sim 2\text{min}$, 再热风吹至干燥, 最后再冷风吹干。

1.2.3 干燥器的使用

普通干燥器结构如图 1-3 所示。上面是一个磨口边的盖子 (边上涂有凡士林或真空脂); 器内的底部放有无水氯化钙、变色硅胶、浓硫酸等干燥剂; 干燥剂的上面放一个带孔的圆形瓷盘, 以存放需干燥或保持干燥的物品。

干燥器是保持物品干燥的仪器, 所有已干燥但又易吸水或需长时间保持干燥的固体都应放在干燥器内保存。



图 1-3 普通干燥器及其使用

打开干燥器时，不应把盖子往上提，而应将一只手扶住干燥器，另一只手从相对的水平方向小心移动盖子即可打开，如图 1-3(a)，将盖子斜靠在干燥器旁，谨防滑动而打碎。取出物品后，按同样方法盖严，使盖子磨口边与干燥器吻合。搬动干燥器时，必须用两手的大拇指按住盖子，如图 1-3(b)，以防滑落而打碎。

长期存放物品或在冬天，干燥器可能因磨口上的凡士林凝固而难以打开，可以用热的湿毛巾捂热一下或用电吹风热风吹干燥器的边缘，使凡士林融化后再打开盖。

1.2.4 试剂及其取用

1.2.4.1 化学试剂的规格

关于化学试剂规格的划分，各国不一致。我国常用试剂等级的划分参阅表 1-4。

表 1-4 常用试剂等级划分表

国家标准	优级纯 (保证试剂)GR	分析纯 AR	化学纯 CP	实验试剂 LR
等级	一级品(I)	二级品(II)	三级品(III)	四级品(IV)
标志	绿色标签	红色标签	蓝色标签	黄色标签
用途	精密的分析工作 和科研工作	一般的分析工作 和科研工作	厂矿的日常控制分析 和教学实验	实验中的辅助和 制备原料

除上述 4 个等级外，还根据特殊需要而定出相应的纯度规格，如供光谱分析用的光谱纯，供核试验及其分析用的核纯等。

对于不同的试剂，各种规格要求的标准不同。但总的来说，优级纯试剂杂质含量最低，实验试剂杂质含量较高。应根据实际实验的需要，选用适当等级的试剂，既满足实验要求，又符合节约原则。

1.2.4.2 试剂的取用

(1) 固体试剂的取用

要用清洁、干燥的药勺取用。药勺最好专勺专用，否则必须擦拭干净后方可取另一种药品；多取的药品不能倒回原瓶，可放在指定的容器中供他人使用。一般的固体试剂可放在干燥的纸上称量，具有腐蚀性或易潮解的固体应放在表面皿或玻璃容器内称量，固体颗粒较大时，可在清洁干燥的研钵中研碎；有毒药品要在教师指导下取用；往试管中加入固体试剂时，应用药勺或干净的对折纸片装上后伸进试管约 2/3 处再直立试管；加入块状固体时，应将试管倾斜，使其沿管壁滑下，以免碰破管底。

(2) 液体试剂的取用

① 从试剂瓶中取出液体试剂，用倾注法。取下瓶盖仰放于桌面，手握住试剂瓶上贴标签的一面，倾斜瓶子，让试剂慢慢倒出，沿着洁净的试管壁流入试管或沿洁净的玻璃棒注入烧杯中。然后将试剂瓶边缘在容器壁上靠一下，再加盖放回原处如图 1-4 所示。

② 从滴瓶中取用液体试剂，要用滴瓶中的滴管。使用时，提出滴管，使管口离开液面，用手指紧捏滴管上部的乳胶头，赶出空气，然后伸入滴瓶中，放开手指，吸入试剂；若用滴管从试剂瓶中取少量试剂，则需用附置于试剂瓶旁的专用滴管取用。将试剂滴入试管中时，必须将它悬空地放在靠近试管口的上方，然后挤捏乳胶头，使试剂滴入管中。不得将滴管伸入试管中，如图 1-5。

③ 定量取用液体试剂时, 用量筒或移液管。多取的试剂不能倒回原瓶。



图 1-4 从试剂瓶中取液体试剂

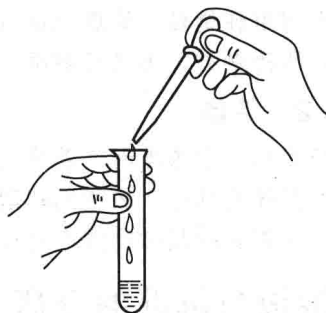


图 1-5 用滴管取用试剂及加入试管中

1.2.5 加热

1.2.5.1 常用加热仪器

(1) 酒精灯

酒精灯一般是玻璃制的。由灯帽、灯芯、灯壶三部分组成。其灯焰温度通常可达 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$, 外焰最高, 内焰次之, 焰心最低。酒精灯用于加热温度不需太高的实验。点燃时, 切勿用已点燃的酒精灯直接点火; 添加酒精时, 必须将火焰熄灭, 且加入的量不能超过灯壶容量的 $2/3$, 熄灭酒精灯时必须用灯罩罩熄, 切勿用嘴去吹。

(2) 电炉

电炉是一种用电热丝将电能转化为热能的装置。其温度高低可通过调节电阻来控制。使用时, 容器和电炉之间要隔一层石棉网, 使之受热均匀。

(3) 电热恒温水浴锅

电热恒温水浴锅有两孔、四孔、六孔等不同规格。水浴锅恒温范围为 $37\sim 100^{\circ}\text{C}$, 电源电压为 220V , 用于蒸发和恒温加热。使用时, 切记水位一定不得低于电热管, 否则将烧坏电热管。注意防潮, 且随时检查水浴锅是否有渗漏现象。

1.2.5.2 几种加热方法

(1) 直接加热

在较高温下不分解的溶液或纯液体可装在烧杯、烧瓶中放在石棉网上直接加热。

(2) 水浴加热

当被加热物要求受热均匀, 而温度又不能超过 100°C 时, 用水浴加热。加热温度在 90°C 以下时, 可将装有试剂的容器部分浸在水浴中。

(3) 蒸汽浴加热

利用水蒸气加热, 温度可达 100°C , 但提供的热量超过 100°C 的水浴提供的热量。

(4) 油浴、沙浴加热

若需加热在 100°C 以上至 250°C 以下的温度, 可用油浴; 若需加热到更高温度时可用沙浴。

1.2.6 溶解与结晶

1.2.6.1 固体的溶解

物质的溶解可在烧杯、烧瓶或试管中进行。若固体颗粒较大时，必须先在洁净、干燥的研钵中，小心研碎颗粒，再进行溶解。为了加速溶解，可适当加热。

1.2.6.2 结晶

当溶液蒸发到一定浓度时，若将溶液冷却则有晶体析出。较浓的热溶液迅速冷却或加以搅动，析出的晶体就细小。较稀的热溶液慢慢冷却或静置，析出的晶体颗粒就较大，但纯度不高。当第一次得到的晶体纯度不合要求时，可进行重结晶。

1.2.7 溶液与沉淀的分离

溶液与沉淀的分离方法有3种，倾泻法、过滤法、离心分离法。

1.2.7.1 倾泻法

当沉淀的相对密度较大或结晶颗粒较大，静置后能较快沉降至容器底部时，就可用倾泻法进行沉淀的分离或洗涤。方法是把沉淀上部的清液沿玻璃棒小心倾入另一容器内，如图1-6所示，然后往盛沉淀的容器内加入少量洗涤剂，进行充分搅拌后，让沉淀下沉，倾去洗涤剂。重复操作3次即可将沉淀洗净。



图 1-6 倾析法

1.2.7.2 过滤法

常用的过滤法有下列几种。

(1) 常压过滤

先把一圆形或方形滤纸对折两次成扇形，如图1-7所示。使之与漏斗密合，若不密合应适当改变滤纸折成的角度，然后用少量蒸馏水润湿滤纸。采取倾泻法，先将上层清液小心沿玻璃棒靠在滤纸层多的一边慢慢倒入漏斗内（不超过滤纸的2/3）。转移完后，用少量洗涤剂洗沉淀且充分搅拌、沉降。如此反复3次以上，把沉淀转入滤纸上，最后再把盛沉淀的容器洗3次，每次洗涤液均转移到漏斗中去。为提高洗涤效率，应采取少量多次的原则。

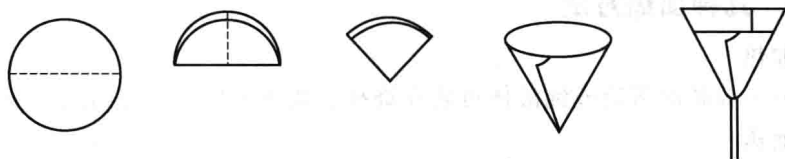


图 1-7 滤纸的折叠

(2) 减压过滤（抽吸或抽气过滤）

过滤装置是由抽滤瓶、布氏漏斗、安全瓶和抽气泵（水泵）4个部分组成，如图1-8所示。布氏漏斗是带有许多小孔的瓷漏斗，要安装在橡皮塞上，橡皮塞塞进吸滤瓶的部分一般不超过橡皮塞高度的1/2；安全瓶安装在吸滤瓶和水泵之间，目的是防止水泵产生倒吸时溢液被吸入吸滤瓶中，其长管接水泵，短管接吸滤瓶；布氏漏斗的颈口与吸滤瓶的支管相对，