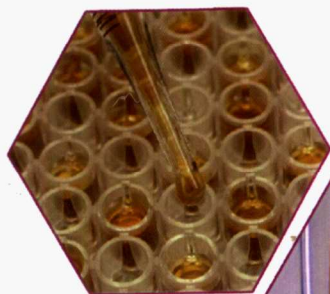


高等院校实验课教材

主编 朱 湛 张 强 劳 捷

主审 朱炳林



新大学化学实验

XIN DAXUE HUAXUE SHIYAN



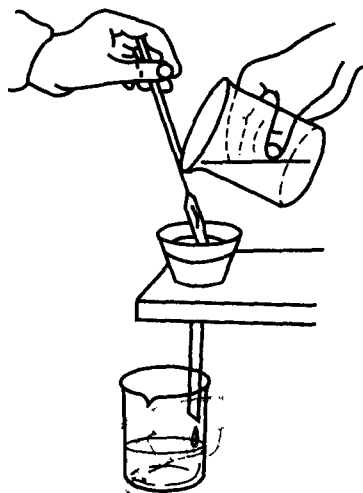
北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校实验课教材

新大学化学实验

主编 朱湛 张强 劳捷
主审 朱炳林



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书为大学工科院校基础化学实验课教材。全书共6章：第1章为绪论；第2章为大学化学实验的基本操作；第3章为误差与数据处理；第4章为大学化学实验中常用光电仪器；第5章为基础实验；第6章为工业化学与社会化学实验。全书共设32个实验，保留了经典的物质性质和测试实验，又增加了紧密联系工程技术及社会所关注的热点论题的应用型和趣味型实验。

本书可以作为《新大学化学》(曲保中、朱炳林、周伟红主编，科学出版社，2007年1月)教材的配套实验教材。可供高等学校非化工类各专业学生使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

新大学化学实验/朱湛，张强，劳捷主编. —北京：北京理工大学出版社，2007.9

高等院校实验课教材

ISBN 978-7-5640-1189-5

I. 新… II. ①朱…②张…③劳… III. 化学实验-高等学校-教材
IV. O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第127910号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京国马印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/9.75

字 数/230千字

版 次/2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印 数/1~4000册

定 价/18.00元

责任校对/张 宏

责任印制/李绍英

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前 言

化学在国民经济及与化学相关的国计民生的各个领域都占有十分重要的地位，如：信息、生命、能源、材料、国防、空间、环境等无不与化学密切相关。大学化学实验课是高等学校对非化工类专业学生进行化学教育，培养学生建立化学的科学思维与方法、应用化学知识，逐步培育创新意识与能力的一门实践性课程，也是加强素质教育的一种基本教学形式，它对培养学生具有较熟练的化学实验基本功和实验操作技能、开展科学研究和生产实践活动的能力具有重要的作用。同时还培养了学生一丝不苟、严谨、求实的科学作风。

本书以加强基础训练，强化动手能力和素质培养，拓宽实验内容为原则，实验内容的选取采取少而精，尤其是加大了对非化工专业人才化学素养培养的应用型实验，这些实验融合各学科与化学学科相关的实验内容，旨在通过这些实验的学习开启学生创新思维，促进他们与本学科交融，增强解决实际问题的能力。

全书共分6章，包含32个实验。第1章是绪论。第2章是大学化学实验的基本操作。详细介绍了实验的基本知识和基本操作技能，注重培养学生熟练的化学实验基本功和实验操作技能。第3章是误差与数据处理。使学生初步建立“量”的概念。第4章是大学化学实验中常用光电仪器。系统介绍了电子天平、电子压力表、酸度计、电导率仪、分光光度计等常用仪器及其操作方法，培养学生熟练使用常用测试仪器和掌握测试技术。第5章是基础实验。内容紧密配合大学化学课程的教学内容，对重要的基本理论、基本知识都配有相应的实验。第6章是工业化学与社会化学实验。这些实验都是经过精心挑选的，非常实用。内容紧密联系工程技术及社会所关注的热点论题，可拓宽学生的视野，培养学生在遇到实际问题时能另辟蹊径，应用化学知识去分析问题、解决问题的能力。本书可以作为《新大学化学》（曲保中、朱炳林、周伟红主编，科学出版社，2007年1月）教材的配套实验教材，可供高等学校非化工类各专业学生使用。

参加本书编写的有：朱湛（第1章五；第2章五、六、七、八；第3章二；第4章二、五；第5章实验10、11、12、13；第6章实验27、28、29、30、31、32及附录）。张强（第1章一、二；第2章一、二、四；第3章一；第4章一；第5章实验2、3、5、7、8；第6章实验19、20、21、22、23、24、25、26）。劳捷（第1章三、四；第2章三、九；第4章三、四；第5章实验1、4、6、9；第6章实验14、15、16、17、18）。在附录中，收录了大学化学实验常用的一些数据，以便供实验需要时查阅。全书由朱湛统稿，最后由朱炳林教授审阅、定稿。

本书以北京理工大学的《普通化学实验》教材为基础，同时参考了近年来兄弟院校已



出版的实验教材和有关著作后，对原教材进行了重编并增编了工业化学与社会化学实验。原北京理工大学化工与材料学院普通化学组的前辈们在实验教学改革方面积累了丰富的经验，给我们留下了宝贵的资料并给予了无私的帮助与指导，在此向老教师们及兄弟院校的同行表示衷心的感谢。

由于编者水平与经验有限，成书时间仓促，书中难免有疏漏或不妥之处，恳请有关专家和读者批评指正，以期在下次修订时改正。

编 者

目 录

第1章 绪论	(1)
一、大学化学实验的目的	(1)
二、怎样做好大学化学实验	(1)
三、学生实验守则	(2)
四、实验室安全规则	(3)
五、实验室意外事故的应急处理	(3)
第2章 大学化学实验的基本操作	(5)
一、玻璃仪器的洗涤与干燥	(5)
二、加热灯具的使用	(7)
三、试剂的取用方法	(9)
四、量筒和移液管的使用方法	(11)
五、滴定管和容量瓶的使用方法	(12)
六、沉淀与溶液的分离	(15)
七、溶解与结晶	(18)
八、称量	(19)
九、试纸的使用方法	(20)
第3章 误差与数据处理	(23)
一、实验及计算中的有效数字	(23)
二、测试实验中的误差	(26)
第4章 大学化学实验中常用光电仪器	(30)
一、电子天平	(30)
二、电子压力表	(32)
三、酸度计	(33)
四、电导率仪	(37)
五、分光光度计	(41)
第5章 基础实验	(45)
实验1 摩尔气体常数的测定	(45)
实验2 化学反应速率常数及活化能的测定	(47)
实验3 化学反应焓变的测定	(51)



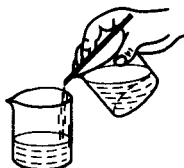
实验 4	醋酸解离常数的测定	(53)
实验 5	电导率法测定 BaSO_4 的溶度积常数	(55)
实验 6	原电池电动势的测定	(57)
实验 7	配合物稳定常数的测定	(60)
实验 8	弱电解质的解离平衡与沉淀反应	(62)
实验 9	配位化合物的生成和性质	(66)
实验 10	氧化还原与电化学	(70)
实验 11	钛、铬、锰的性质	(73)
实验 12	无机化合物的性质	(77)
实验 13	硫酸亚铁铵的制备及质量检测	(80)
第 6 章 工业化学与社会化学实验		(84)
化学与材料		(84)
实验 14	钢中锰含量的测定	(84)
实验 15	金属材料的电化学抛光	(86)
实验 16	非金属材料表面处理	(88)
实验 17	高分子材料的合成	(91)
实验 18	硼酸锌盐的阻燃性的测定	(95)
化学与环境		(97)
实验 19	水的净化与水质检测	(97)
实验 20	水中化学耗氧量 (COD) 的测定	(101)
实验 21	含铬废水的处理及 $\text{Cr}(\text{VI})$ 含量的测定	(103)
实验 22	从含卤素的 CCl_4 废液中回收 CCl_4	(106)
化学与生命		(107)
实验 23	蛋白质的性质测定	(107)
实验 24	碘盐的制备及碘含量测定	(110)
实验 25	直接碘量法测定维生素 C 含量	(112)
实验 26	从茶叶中提取咖啡碱	(114)
化学与能源		(115)
实验 27	方便燃料——固体酒精的制备	(115)
实验 28	工业用油酸值、水溶性酸性、碘值的测定	(116)
化学与生活		(121)
实验 29	日常生活中的化学	(121)
实验 30	植物中某些元素的分离和鉴定	(125)
实验 31	合成纤维——尼龙 (nylon) 的制备	(129)
实验 32	生活中的趣味化学实验	(132)



附录	(137)
附录一 国际单位制与我国法定计量单位	(137)
附录二 元素的相对原子质量	(139)
附录三 不同温度下水的饱和蒸汽压	(140)
附录四 一些弱电解质的解离常数	(141)
附录五 一些物质的溶度积	(141)
附录六 标准电极电势	(142)
附录七 配离子的稳定常数	(145)
附录八 常用酸、碱溶液的浓度	(146)
主要参考文献	(148)

第 1 章

绪 论



一、大学化学实验的目的

21 世纪是生物、化学和电子科技迅猛发展的时代，其中化学科学的进步对现代科技和生产发展起着举足轻重的作用。化学是一门实验科学，化学中的定律和学说都源于实验，同时为实验所检验。因此，化学实验在培养未来科技人才的化学教育中，占有特别重要的地位。

通过做实验，学生可以直接获得大量的化学依据，加深对化学基本原理和基本知识的理解和掌握。学生经过化学实验的严格训练，能够规范地掌握进行化学研究所必要的基本操作、基本技术和基本技能。

在实验中，学生自己动手进行化学实验，通过提出问题、查阅资料、设计方案、动手实验、观察现象、测定数据及分析实验结果得出结论，练习解决化学问题。化学实验的全过程是综合培养学生智力因素的最有效的方法。这些智力因素包括动手、观测、查阅、记忆、思维、想象和表达，而这种综合的训练是与课堂教学所不能相比的。

学生应重视实验课，并把实验课作为培养能力的一个重要课程。因为化学实验在培养学生智力因素的同时，又是对学生进行其他方面素质训练的理想途径，包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、存疑等科学品德和科学精神的训练，而这些又确是每一个科技工作者获得成功所不可缺少的素质。

二、怎样做好大学化学实验

大学化学实验的学习方法大致可从预习、实验、实验报告等三个方面来掌握。

1. 预习

为了使实验能够获得良好的效果，实验前必须进行充分的预习，预习的内容包括：

- (1) 阅读实验教材和教科书中的相关内容，必要时参阅有关资料。
- (2) 明确实验的目的和要求，透彻理解实验的基本原理。
- (3) 明确实验的内容及步骤、操作过程和实验时应当注意的事项。
- (4) 认真思考实验前应准备的问题，并能从理论上加以解决。
- (5) 查阅有关教材、参考书、手册，获得该实验所需的有关化学反应方程式、常数等。



(6) 通过自己对本实验的理解,在记录本上简要地写好实验预习报告。预习报告的格式可以参照指导教师的要求或自己拟定,并在实践中不断加以改进。实验步骤部分尽可能用方框图、箭头等符号简明表示。

2. 实验

根据实验教材上所规定的方法、步骤、试剂用量和实验操作规程来进行操作,实验中应该做到以下几点:

(1) 认真操作,细心观察。对每一步操作的目的、作用以及可能出现的问题进行认真的探究,并把观察到的现象,如实详细地记录下来。实验数据应及时真实地记录在实验记录本上,不得转移、涂改,也不得记录在纸片上。

(2) 深入思考。如果发现观察到的实验现象和理论不符合,先要尊重实验事实,然后加以分析,认真检查其原因,并细心地重做实验。必要时可做对照实验、空白实验或自行设计的实验来核对,直到从中得出正确的结论。

(3) 实验中遇到疑难问题和异常现象而自己难以解释时,可请实验指导老师解答。

(4) 实验过程中要勤于思考,注意培养自己严谨的科学态度和实事求是的科学作风,绝不能弄虚作假,随意修改数据。若定量实验失败或产生的误差较大,应努力寻找原因,并经实验指导教师同意后,才可重做实验。

(5) 在实验过程中应该保持严谨的态度,严格遵守学生实验守则和实验室安全规则。实验完成后做好结束工作,包括清洗、整理好仪器、药品,清理实验台面,清扫实验室,检查电源开关,关好门窗等。

3. 实验报告

做完实验后,应解释实验现象并作出结论,或根据实验数据进行计算,完成实验报告并及时交指导老师审阅。

实验报告是实验的总结,应该写得简明扼要,结论明确,字迹端正,整齐洁净。实验报告一般应包括下列几个部分:

(1) 实验名称、实验日期、实验者,若有的实验是几人合作完成,应注明合作者。

(2) 实验目的和实验原理。

(3) 实验步骤尽量用简图、表格、化学式、符号等表示。

(4) 实验现象或数据记录。实验现象要表达正确,数据记录要完整,绝不允许主观臆造,弄虚作假。

(5) 实验解释、实验结论或实验数据的处理和计算。根据实验的现象进行分析、解释,得出正确的结论,写出反应方程式;或根据记录的数据进行计算,并将计算结果与理论值比较,分析产生误差的原因。

(6) 实验讨论。对自己在本次实验中出现的问题进行认真的讨论,提出自己的见解或体会;定量实验应分析实验误差原因;也可对实验方法、教学方法、实验内容等提出自己的意见;还可对书中列出的思考题给予解答等。从中得出有益的结论,指导自己今后更好地完成实验。

三、学生实验守则

(1) 学生进入实验室必须严格遵守实验室的各项规章制度,做实验时必须严格遵守各



项操作规程,服从指导教师和实验技术人员的指导。

(2) 学生课前必须认真预习与实验有关的知识,明确实验目的、原理、步骤。指导教师许可后,学生才能进行实验操作。

(3) 学生不得将与实验无关的物品带入室内,衣物、书包、水杯放在指定地点。进入实验室后应保持安静,不准抽烟,不准吃零食。实验废弃物分类放入指定容器内,保持实验室和仪器设备的整齐清洁。

(4) 学生在做实验时要爱护仪器设备,节约使用材料。使用前详细检查,使用后整理就位,发现丢失或损坏应立即报告登记,按有关制度进行处理。不得擅自拆卸仪器设备,未经许可不得动用与本实验无关的仪器设备及其他物品,更不得将实验室的物品带出实验室。

(5) 实验时必须注意安全,防止事故的发生。仪器设备发生故障时,必须及时向指导教师报告。若发生事故应立即切断电源、气源。

(6) 对于超出实验内容的实验,学生可先提出实验原理和方法,经指导教师同意后,方可进行实验。

(7) 实验结束后整理实验台,按照指导教师的安排打扫实验室卫生。

四、实验室安全规则

(1) 进入实验室的所有人员都要严格遵守实验室的各项规章制度,在实验室工作的所有人员都要严格遵守各项操作规程。

(2) 实验室各房间的负责人,标示于房间门外,负责本房间的安全工作。各房间负责人必须定期进行安全检查,及时处理各种隐患。

(3) 实验室内严禁吸烟。

(4) 进行实验操作时,按规定穿工作服,必要时,佩戴防护镜、手套。进行会产生有毒有害气体的实验操作时,必须在通风橱内进行。

(5) 有毒试剂、危险试剂由专人购买和保管,存放安全处,建立领用制度,严格按照操作规程使用且限量使用。废液废渣用容器收集,按学校的规定进行处理。

(6) 学生进入实验室,必须遵守安全制度,服从指导教师的安排。指导教师必须对学生进行安全教育,发现违反安全规则的操作,必须立即纠正或停止其实验,每次实验课结束时进行安全检查。

(7) 研究生在实验室做实验或本科生到实验室做毕业论文实验,由导师负责技安问题。

(8) 在实验室工作的所有人员应熟悉电源、气源总开关及灭火器、消火栓的位置,熟悉疏散通道位置。在发生意外事故时首先切断电源、气源总开关,并采取相应的应急措施。离开实验室时必须仔细检查水、电、煤气、门、窗等。

(9) 人人都要重视安全工作,发现不安全因素,及时处理和报告。

五、实验室意外事故的应急处理

在实验发生意外事故时,切不可惊慌,要冷静沉着,立即采取有效自救措施。

(1) 划伤:若被划伤时,须先挑出伤口内的异物,然后在伤口处抹上红药水或紫药水后用消毒纱布包扎,也可贴“创可贴”,能立即止血,且易愈合。

(2) 烫伤:可用10%的高锰酸钾溶液或苦味酸溶液擦洗灼伤处,再涂上凡士林或烫伤



油膏。小面积轻度烫伤抹肥皂水即可，不要把烫出的水泡挑破。

(3) 酸腐伤：应立即用大量水冲洗，然后用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗，最后再用水冲洗。

(4) 碱腐伤：应立即用大量水冲洗，然后用 2% 醋酸或硼酸溶液洗，最后再用水冲洗。

(5) 酸或碱溅入眼睛或皮肤：立即用大量水冲洗眼睛，持续 15min，随后即刻去医院检查。若溅在皮肤上，最后还可涂些凡士林。

(6) 火灾：应首先尽快切断电源或着火源，把一切易燃易爆物质移到远处，防止火势蔓延。衣服着火时，尽快脱下衣服就地卧倒翻滚。若因酒精、苯或乙醚等有机溶剂引起着火，应立即用湿布或石棉布或沙土等扑灭。火势较大时，可使用泡沫式灭火器（主要成分为碳酸氢钠和硫酸铝）或四氯化碳之类灭火器灭火。水能与某些化学试剂（如金属 Na）发生剧烈反应而引起更大火灾，故不能用水扑救。若遇电气设备着火，必须先切断电源，然后使用四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器或干粉灭火器等，不能用泡沫灭火器或水（实验室应备有灭火设备）。

(7) 若吸入 Cl_2 、溴蒸气、HCl 等气体，可立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒；若吸入 H_2S 气体或 CO 气体，会感到不适或头晕，应立即到室外呼吸新鲜空气。

(8) 溴灼伤：立即用大量水冲洗，再用酒精擦至无溴存在为止。

(9) 磷灼伤：用 1% AgNO_3 、1% CuSO_4 或浓 KMnO_4 溶液洗，然后包扎。

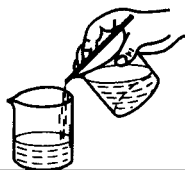
(10) 触电：首先应切断电源，或尽快用绝缘物将触电者与电源隔开，千万不要直接用手去拉触电者。必要时应进行人工呼吸并立即送往医院。

(11) 毒物入口：立即催吐（服用约 30 g MgSO_4 溶于一杯水中的溶液）。有时也可用手指深入喉部促使呕吐，然后立即送医院。

每个实验室都应备有药箱和必要的药品，以备急用。对伤势较重者，应立即送医院医治，任何延误都可能造成治疗复杂和困难。

第 2 章

大学化学实验的 基本操作



一、玻璃仪器的洗涤与干燥

1. 玻璃仪器的洗涤

进行化学实验所用的玻璃仪器必须保持干净，这样才能得到准确的实验结果。一般附着于仪器上的污物有可溶性物质、尘土、其他不溶性物质以及有机物质等。洗涤玻璃仪器时应根据实验的要求、污物的性质和污染程度，以及仪器的类型和形状来选择合适的方法进行洗涤。洗涤干净的玻璃仪器在倒置时器壁不应挂有水珠。

(1) 用水刷洗：即用毛刷就水刷洗，这种方法能洗掉仪器上的尘土和对器壁附着力不强的不溶性物质以及一些可溶性物质。洗涤时注意在洗前先用肥皂将手洗净，再使用大小合适、干净、完好的毛刷刷洗。洗涤时，防止刷内铁丝接触仪器而“捅破”器皿。

(2) 用去污粉（含合成洗涤剂）洗：去污粉是由碳酸钠、白土和细沙混合而成。其中碳酸钠具有碱性，能除去油污，细沙具有摩擦作用，白土的吸附作用可增强洗涤效果。洗涤时，先用少量水润湿仪器，用药勺洒入少量去污粉，再用毛刷刷洗仪器内外壁，最后用水冲洗至器壁无白色粉末（当微小颗粒去污粉无法用水冲去时可用 2% 盐酸摇洗后再用水冲淋）。

(3) 用铬酸洗液洗：铬酸洗液由浓硫酸和重铬酸钾配制而成（25 g 重铬酸钾溶于 50 mL 水中，再缓慢加入 450 mL 浓硫酸）。配好的铬酸洗液呈现深褐色，具有强酸性、强氧化性和强腐蚀性，对有机物和油污的洗涤力特强，特别适用于定量实验所用的一些仪器（如滴定管、移液管、容量瓶等）和某些形状特殊的仪器的洗涤。洗涤时，将仪器内的水尽量倒去，加入少量洗液，使仪器倾斜并缓慢转动，让仪器内壁完全被洗液润湿。重复转动几次后，将洗液倒回原瓶，再用水冲去残留的洗液。使用洗液时必须注意：

① 被洗仪器内不要存有水，以免稀释洗液降低洗涤效果；

② 洗液用后要倒回原瓶，可以反复使用至溶液变为绿色（即重铬酸钾完全被还原为硫酸铬，此时洗液失效，注意废洗液须处理，不可随意倒入水槽）；

③ 盛装洗液的瓶塞要塞紧，以防洗液因吸水而被稀释；

④ 洗液对衣服、皮肤、桌面、橡胶等有强烈的腐蚀作用，使用时应注意安全；

⑤ 由于洗液成本较高，且有毒性，故凡能用其他方法洗净的仪器，就不要用洗液洗；

⑥ 用洗液浸泡仪器一段时间，或用热的洗液洗涤仪器，效果会更好。



(4) 用碱性高锰酸钾洗液洗：此液是用 4 g 高锰酸钾溶于少量水中，加入 10% 的氢氧化钠溶液 100 mL 配制而成的。它可洗去油污和有机物。洗后留下的二氧化锰可用还原性物质（如浓盐酸、硫酸亚铁溶液或草酸溶液等）洗去。

(5) 特殊物质的洗涤：根据污物的性质，采用适当的方法洗涤。如用浓盐酸可洗去一些氧化性物质（如二氧化锰等），也可以洗去大多数难溶于水的无机物；用适当的酸可洗去难溶氢氧化物、硫化物等；用氨水可以洗去氯化银沉淀；二硫化碳可洗去萘等。表 2-1 列出了几种常见污垢的处理方法。

表 2-1 常见污垢的处理方法

污 垢	处 理 方 法
碱土金属的碳酸盐、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、一些氧化剂如 MnO_2 等	用稀 HCl 处理， MnO_2 需要用 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 处理
沉积的金属如银、铜	用 HNO_3 处理
沉积的难溶性银盐	用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 洗涤， Ag_2S 则用热、浓 HNO_3 处理
沾附的硫磺	用煮沸的石灰水处理 $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 12\text{S} \longrightarrow 2\text{CaS}_5 + \text{CaS}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
高锰酸钾污垢	草酸溶液（沾附在手上也用此法）
残留的 Na_2SO_4 、 NaHSO_4 固体	用沸水使溶解后趁热倒掉
沾有碘迹	可用 KI 溶液浸泡，温热的稀 NaOH 或用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液处理
瓷研钵内的污迹	用少量食盐在研钵内研磨后倒掉，再用水洗
有机反应残留的胶状或焦油状有机物	视情况用低规格或回收的有机溶剂（如乙醇、丙酮、苯、乙醚等）浸泡；或用稀 NaOH 或浓 HNO_3 煮沸处理
一般油污及有机物	用含 KMnO_4 的 NaOH 溶液处理
被有机试剂染色的比色皿	可用体积为 1:2 的盐酸-酒精液处理

除了上述清洗方法外，还可选用超声波清洗器。只要把用过的仪器，放在配有合适洗涤剂的溶液中，接通电源，利用声波的能量和振动，就可将仪器清洗干净，既省时又方便。

通过上述各种方法洗涤后，再经自来水冲洗的仪器上常常还残留有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 等离子，若实验中不允许这些离子存在，则须用去离子水把它们清洗掉。清洗时，要符合少量（每次用量要少）、多次（一般为三次）的原则，并注意使去离子水润湿仪器的所有内壁。

将洗净的仪器倒置，让水流出后，内壁应只留有一层薄而均匀的水膜，无水珠出现。已洗净的仪器，绝不能再布或纸条擦拭内壁，因为布或纤维会沾污仪器。

2. 仪器的干燥

有些仪器洗涤干净后即可用来做实验，但有些无机化学实验，特别是需要在无水条件下



进行的有机化学实验所用的玻璃仪器，常常需要干燥后才能使用。常用的干燥方法如下：

(1) 晾干。将洗净的仪器倒置在干净的实验柜内或仪器架上，让水自然蒸发而干燥。不急于使用的仪器可用此法干燥。

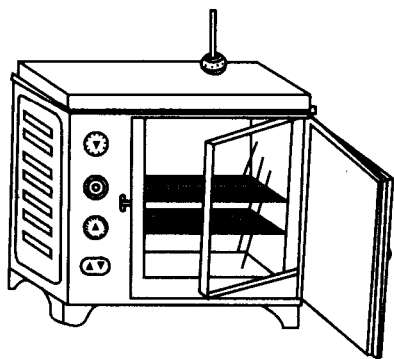


图 2-1 电烘箱

(2) 烘干。将仪器内的水倒掉后，放于 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右电烘箱内（图 2-1）或红外线快速干燥箱内烘干。

(3) 烤干。试管、烧杯、蒸发皿等可直接在灯焰上烤干。烤试管时，用试管夹将试管夹好，在灯焰上加热烤干。开始时，管口向下，并不断来回移动，至管内不见水珠后，将管口向上，赶尽水汽。

蒸发皿、烧杯可置于石棉网上烤干，注意烤前应将仪器外壁的水擦干，以免烤时炸裂。

(4) 吹干。使用电吹风加热，可将仪器较快地吹干。

(5) 用有机溶剂干燥。在仪器中加入少量易挥发的某些有机溶剂（如乙醇、丙酮等），倾斜转动仪器，使器壁上的水和有机溶剂互相溶解，然后倒出，残留在仪器内的少量混合物会很快挥发而干燥。若用电吹风向仪器内吹风，干燥得就更快，此法常用于不能加热的刻度计量仪器（如移液管、量筒等）和急用玻璃仪器的干燥。

二、加热灯具的使用

常用的加热灯具具有煤气灯、酒精灯和酒精喷灯。

1. 煤气灯

在有煤气供应的实验室，煤气灯是最常用的加热器具，煤气灯的式样很多，但构造原理基本相同。它由灯座和金属灯管两部分组成，如图 2-2 所示。金属灯管与灯座是用螺旋相连的。灯管下部有几个圆孔（3），是空气的入口。旋转金属灯管（或套在其外面的金属环）即可不同程度地开起或完全关闭圆孔，以控制空气的进入量。灯座上有煤气出口（2），灯座侧面有煤气的入口，可用橡皮管与煤气龙头连接起来，使煤气进入灯内。灯座下有一螺旋针（4），将它向下旋转，灯座内进入煤气的孔道增大，煤气的进入量增加，反之，则减少。当然煤气量大小也可用煤气龙头来调节。

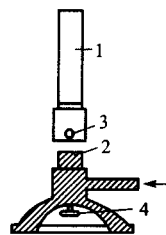


图 2-2 煤气灯的构造

1—灯管；2—煤气出口；
3—圆孔；4—螺旋针

由于煤气中常夹带有未经除尽的煤焦油，长期使用之后，会把灯座内的孔道堵塞。一般可把金属灯管和螺旋针取下，用细针或细金属丝将孔道清理干净，使其畅通。也可用苯将煤焦油洗去。

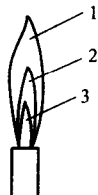


图 2-3 正常火焰的组成部分

1—氧化焰；2—还原焰；3—焰心

通常应在灯管圆孔完全关闭或稍启情况下点火，此时由于空气不足燃烧不完全，火焰呈黄色，火焰温度也不高。逐渐加大空气的进入量，煤气的燃烧就逐渐完全，并且火焰可以分为三个锥形的区域，如图 2-3 所示。

焰心（内层）——煤气和空气混合物并未燃烧，温度低，为 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。火焰呈黑色。



还原焰（中层）——煤气燃烧不完全，分解出含碳的产物，故此火焰具有还原性，称为“还原焰”。火焰呈淡蓝色，温度比焰心高。

氧化焰（外层）——煤气燃烧完全。过剩的空气使这部分火焰具有氧化性，称“氧化焰”。温度比还原焰高，在还原焰顶端上部的氧化焰中，温度最高为 $800 \sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ （煤气组成不同，火焰温度有所不同）。火焰呈淡紫色。实验时，一般都用氧化焰来加热。

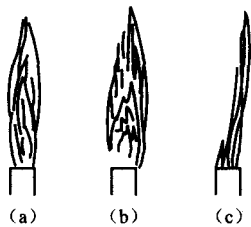


图 2-4 各种火焰

- (a) 正常火焰；(b) 临空火焰；
(c) 侵入火焰

当空气或煤气的进入量调节得不合适时，会产生不正常火焰。若当空气的进入量很大或煤气和空气的进入量都很大时，火焰就临空燃烧，称为“临空火焰”。（图 2-4 (b)）。当引燃用的火柴熄灭时，它也立刻自行熄灭。若煤气进入量很小，而空气进入量很大时，煤气在灯管内燃烧，并能听到嘶嘶声和看到一根细长的火焰，此火焰称为“侵入火焰”（图 2-4 (c)），它会将灯管烧得很热，切勿用手摸，以免烫伤。遇到临空火焰或侵入火焰时，必须关闭煤气阀门，重新调节和点燃。

在使用煤气时，还需注意下列几点：点火时，必须先划火柴，后开气，以免煤气逸入空气；点火时，还应关闭或稍开一点空气入口，点着后，再慢慢调节空气及煤气的进入量；用毕后先关闭空气孔，再关闭煤气调节阀，最后关紧总阀门。

2. 酒精灯

酒精灯是实验室最普通的加热设备之一，其温度可达 $400 \sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，为玻璃制品，有一个带有磨口的玻璃帽（也有用塑料帽的）（图 2-5）。使用时应注意下列几点：① 灯内酒精不能装得太满，一般不超过其总容量的 $2/3$ 。添加酒精必须熄灭火焰后，从小漏斗中加入，灯外沾洒酒精应擦净；② 点酒精灯前，应先将灯芯瓷管提起，用手搦去灯内聚集的酒精蒸气。放下套管，拨正灯芯，然后用火柴点燃。决不允许用一个燃着的酒精灯去点燃另一个酒精灯；③ 熄灭灯焰时，决不能用嘴吹，用灯帽盖上即成。但应将灯帽晃动几下，赶掉罩内酒精蒸气，以免盖上时引炸。如点灯时间较长，灯口很热，熄灯后应将灯帽取下，让灯口冷却后再盖上，以免灯口受灯帽之骤冷而破裂。

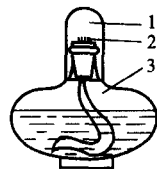


图 2-5 酒精灯的构造

- 1—灯帽；2—灯芯；
3—灯壶加热温度在 $400 \sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$

3. 酒精喷灯

酒精喷灯也有多种（图 2-6）。挂式酒精喷灯是由一个金属制的喷灯和酒精储罐两部分组成。使用时，先在灯管下部的预热盆上放满酒精，点燃，待盆内酒精快烧干，将灯管烧至灼热时，打开开关，储罐中的酒精进入喷灯中，接触灼热灯管后立即汽化，并与从气孔进入的空气混合，用火柴即可在管口点燃。燃烧过程中灯管本身始终被加热，使流入灯管中的酒精继续汽化而维持燃烧。调节灯管旁的开关螺旋，可以控制火焰大小。其最高温度可达 $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

必须注意：① 在开启开关，点燃以前，喷灯的灯管必须已烧至灼热，否则酒精在灯管内不能完全汽化，会有液态酒精从管口喷出，形成“火雨”，甚至引起火灾。因此在开始时应将酒精储罐开关开小些，待火焰正常时，再根据需要调大；② 不用时，必须关好酒精储罐开关，以免酒精漏失，造成危险。

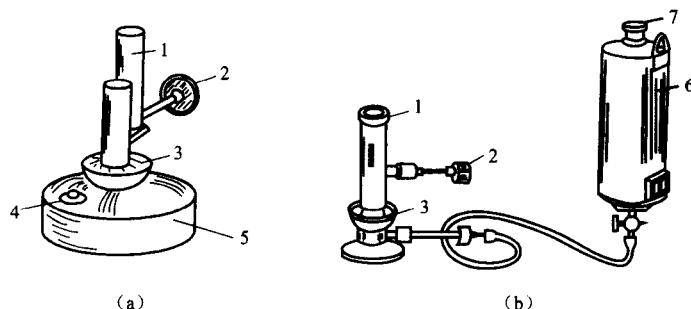


图 2-6 酒精喷灯类型和构造

(a) 座式; (b) 挂式

1—灯管; 2—空气调节器; 3—预热盘; 4—铜帽; 5—酒精壶; 6—酒精贮罐; 7—盖子

三、试剂的取用方法

1. 试剂的等级

通常根据试剂中杂质含量的多少, 将化学试剂分成四个等级。

我国化学试剂的分级如表 2-2 所示。

表 2-2 我国化学试剂的等级

等 级	一级试剂 (保证试剂)	二级试剂 (分析试剂)	三级试剂 (化学纯试剂)	四级试剂 (实验试剂)
符 号	G. R.	A. R.	C. P.	L. R.
标签颜色	绿色	红色	蓝色	黄色
应用范围	精确分析与科学研究	一般化学分析与科学研究	一般定性实验和化学制备	化学制备

不同规格的试剂其价格相差悬殊, 级别越高, 价格越高, 所以应该按实验要求去分别选用。

固体试剂一般装在广口瓶内, 液体试剂存放在带有滴管的滴瓶中(盛碱液的细口瓶或滴瓶应用橡皮塞), 或放在在细口瓶中。见光容易分解的试剂应装在棕色的试剂瓶内。所有试剂瓶上都应贴上标签, 注明试剂的名称, 浓度或纯度。

2. 取用液体试剂的方法

(1) 倾出液体试剂瓶中试剂时, 应把瓶塞倒放在桌上(可用右手中指和无名指夹住瓶塞使其稳定)。在拿起试剂瓶时, 应该注意使试剂瓶上的标签对着手心, 以防止液体流下腐蚀标签。另取一根玻璃棒紧靠瓶口, 使液体顺着玻璃棒流入容器中(图 2-7 (a))。也可把试剂瓶口紧靠容器边沿, 缓慢注入液体(图 2-7 (b))。液体取用完毕后, 试剂瓶口应在容器上靠一下, 再将试剂瓶竖直以避免瓶口遗留的试剂顺瓶口流到试剂瓶的外壁。

取出试剂后须注意立刻将瓶塞塞在原来的试剂瓶上, 不要与其他药瓶弄混。并把试剂瓶放回原处, 并使瓶上的标签朝外。

(2) 从滴瓶中取用少量试剂时, 用拇指和食指先提起滴管, 使管口离开液面、紧捏橡