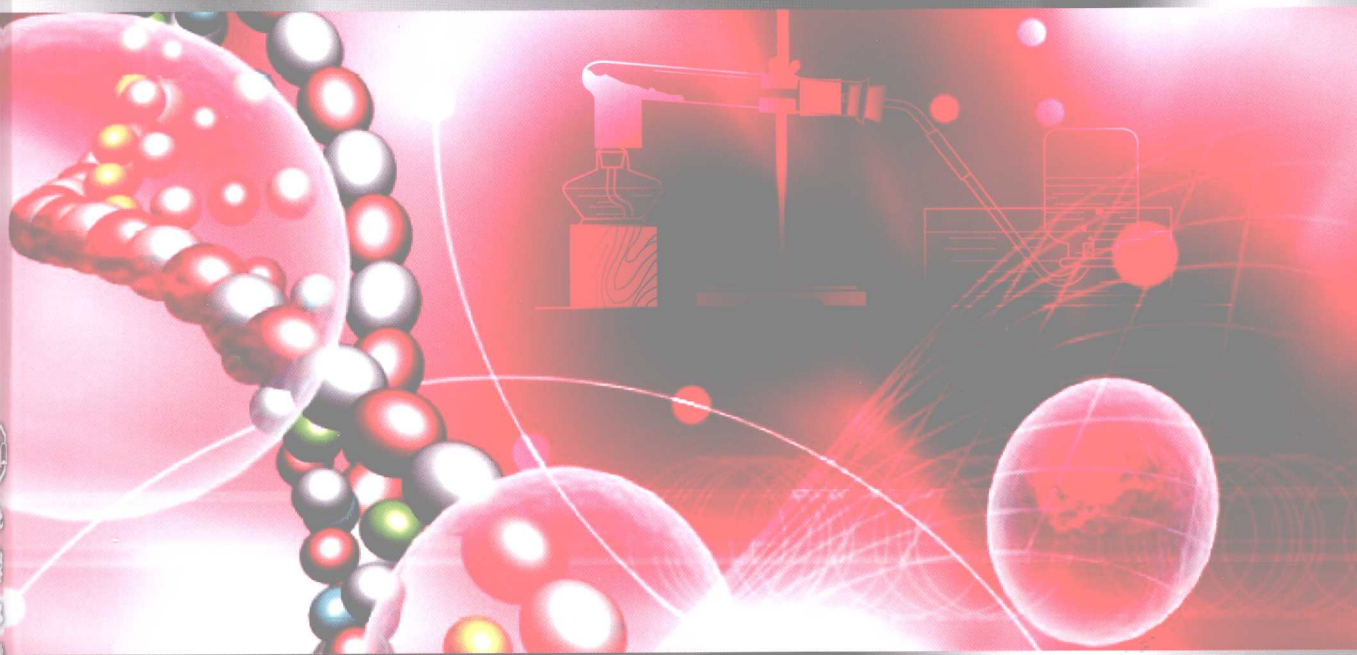


★ 中等职业教育化学工艺专业规划教材 ★

全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

化学实验基本操作

陈进荣 焦明哲 主编 初玉霞 主审



化学工业出版社

中等职业教育化学工艺专业规划教材
全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

化学实验基本操作

陈进荣 焦明哲 主编
初玉霞 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以独特的项目化形式将常用的化学实验基本操作合理编排为若干个项目,每个项目都包含1~2个可由学生自己动手的“训练”,内容针对某个基本操作专项,符合相关项目所需完成的基本教学要求。在每次训练之前,通过“想一想”促使学生复习回顾该训练所需具备的相关理论知识和操作技能。每次训练完成后,都设有一个“训练评价”表,以检验学生完成实验训练的质量。每个项目还配有相应的“拓展知识”,可通过课堂上教师的指导和课后的学习,使学生较系统地掌握有关的知识和技能。

本书可作为中等职业教育化工、轻工、食品、环保等类专业的实验教材,也可供企业相关技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学实验基本操作/陈进荣,焦明哲主编. —北京:化学工业出版社,2009.1
中等职业教育化学工艺专业规划教材
ISBN 978-7-122-04399-3

I. 化… II. ①陈…②焦… III. 化学实验-专业学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第207835号

责任编辑:旷英姿

文字编辑:李姿娇

责任校对:宋 夏

装帧设计:周 遥

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 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张8½ 字数196千字 2009年3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:16.00元

版权所有 违者必究

中等职业教育化学工艺专业规划教材编审委员会

主 任 邬宪伟
委 员 (按姓名笔画排列)

丁志平	王小宝	王建梅	王绍良	王新庄
王黎明	开 俊	毛民海	乔子荣	邬宪伟
庄铭星	刘同卷	苏 勇	苏华龙	李文原
李庆宝	杨永红	杨永杰	何迎建	初玉霞
张 荣	张 毅	张维嘉	陈炳和	陈晓峰
陈瑞珍	金长义	周 健	周玉敏	周立雪
赵少贞	侯丽新	律国辉	姚成秀	贺召平
秦建华	袁红兰	贾云甫	栾学钢	唐锡龄
曹克广	程桂花	詹镜青	潘茂椿	薛叙明

序

“十五”期间我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。化工行业对操作工的需求发生了较大的变化。随着近年来高等教育的规模发展，中等职业教育生源情况也发生了较大的变化。因此，2006年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会所属企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国各职业教育院校的努力下，经反复研究论证，于2007年8月正式出版化学工艺专业教学标准——《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》。

在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年8月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的十九门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业教育院校对此表示了热情关注。

本次教材编写按照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务引领特点，组织体现做学一体特色。从学生的兴趣和行业的需求出发安排知识和技能点，体现出先感性认识后理性归纳、先简单后复杂，循序渐进、螺旋上升的特点，任务（项目）选题案例化、实战化和模块化，校企结合，充分利用实习、实训基地，通过唤起学生已有的经验，并发展新的经验，善于让教学最大限度地接近实际职业的经验情境或行动情境，追求最佳的教学效果。

新一轮化学工艺专业的教材编写工作得到许多行业专家、高等职业院校的领导和教育专家的指导，特别是一些教材的主审和审定专家均来自职业技术学院，在此对专业改革给予热情帮助的所有人士表示衷心的感谢！我们所做的仅仅是一些探索和创新，但还存在诸多不妥之处，有待商榷，我们期待各界专家提出宝贵意见！

邬宪伟

2008年5月

前言

本教材是依据 2007 年中国化工教育协会编写的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》，以训练学生化学实验基本操作技能为主要目的编写的，适用作中等职业教育化学工艺类专业及其他相关专业教材。

根据中等职业教育化学工艺专业培养目标和学生的特点，本教材以项目的形式进行编写，每次课都有 1~2 个由学生自己动手操作的训练，由教师进行辅导完成本次课程的主要教学任务。为使训练达到教学的要求和目标，在训练前，要求学生先想一想顺利完成该活动所需要具备的相关知识，促使学生在教师的指导下完成有关理论知识的学习，变“老师要我学”为“我要学”。

在训练过程中，逐步培养学生的职业素养和安全意识。为检验学生的学习效果，每次训练完成后，都设有一个训练评价表，以检验学生完成的质量，同时通过评价内容的条目将正确的操作方法告诉学生，起到一个提示的作用。为了保证一体化教学活动的顺利进行，在每个训练中都列出了主要仪器、试剂和操作步骤。

通过一系列由学生自己动手操作的训练，完成本课程最基本的教学要求。在学生的学习兴趣、信心和学习的欲望被激发和建立起来后，每个项目还编写了拓展知识内容，在教师的指导下，通过课堂和课后的学习，使学生能够较系统地掌握有关的知识和技能，同时也可以在一定程度上满足部分学生继续学习的需要。

本教材中编入了适量的选学（做）内容，并加“*”标记，使教学内容安排具有一定的弹性，以便适应于不同的学时和教学要求。

参加本教材编写工作的有广东省石油化工职业技术学校陈进荣（课题一、二、三），安徽化工学校焦明哲（课题四的项目一、三、四、五，课题五的项目一至项目五）、肖峰松（课题四的项目二、课题五的项目六），全书由陈进荣统稿。

吉林工业职业技术学院初玉霞老师担任本教材的主审，贵州科技工程职业技术学院袁红兰副院长、广东省石油化工职业技术学校侯丽新副校长对书稿提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者业务水平、教学经验有限，加之时间仓促，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2008 年 11 月

目 录

课题一 化学实验室的基本知识	1
项目一 化学实验室常识	1
项目二 化学实验室的安全与环保	5
训练 参观化学实验室	6
课题二 化学实验基本操作技术	10
项目一 化学实验常用玻璃器皿的洗涤与干燥	10
训练 1 玻璃仪器的洗涤	10
训练 2 烘箱的使用	12
拓展知识	14
1. 化学实验室常用的玻璃仪器和器材	14
2. 玻璃器皿的干燥	21
项目二 试剂的称量与取用	22
训练 1 固体试剂的称量	23
训练 2 固体试剂的取用	25
训练 3 从滴液瓶中取用液体试剂	27
拓展知识	28
1. 从细口瓶中取用液体试剂	28
2. 用量筒（或量杯）定量取用试剂	29
3. 正确做好实验记录	29
4. 有效数字	30
项目三 加热与冷却	31
训练 1 用酒精灯加热	31
训练 2 用盘式电炉加热	33
拓展知识	35
1. 其他常用的加热器具	35
2. 加热方法	36
3. 冷却方法	37
项目四 玻璃加工及玻璃仪器的装配	38
训练 1 玻璃管（棒）的切割	38
训练 2 玻璃管的拉伸与弯制	39
训练 3 塞子的钻孔	42
拓展知识	44
1. 预热	44
2. 退火	44
3. 磨口仪器的装配	45

项目五 溶解、蒸发与过滤	45
训练1 粗食盐的溶解	45
训练2 食盐水的过滤	48
训练3 食盐水的蒸发	50
拓展知识	51
1. 固液分离方法	51
2. 过滤方法	52
3. 结晶	53
 课题三 化学实验基本测量技术	55
项目一 温度的测量与控制	55
训练1 普通水银温度计的使用	55
训练2 恒温槽的使用	57
拓展知识	61
1. 501 型超级恒温槽	61
2. 电磁搅拌器(磁力搅拌器)	62
项目二 压力的测量	62
训练 大气压力计的使用	63
拓展知识	64
1. U 形管液柱压力计	64
2. 弹簧管压力表与真空表	65
项目三 体积的测量	66
训练1 移液管的使用	66
训练2 滴定管的使用	68
拓展知识	71
容量瓶的使用	71
 课题四 物质的物理常数测定技术	73
项目一 密度的测定	73
训练1 密度计法测定密度	73
训练2 密度瓶法测定密度	74
拓展知识	76
1. 韦氏天平法测定密度	76
2. 实验报告	78
项目二 沸点及熔点的测定	79
训练1 水的沸点测定	79
训练2 苯甲酸的熔点测定	82
项目三 折射率的测定	84
训练 乙二醇折射率的测定	85
拓展知识	87
有效数字的运算规则	87

项目四 旋光度的测定	87
训练 测定葡萄糖的旋光度	88
* 项目五 溶液电导率的测定	90
训练 测定蒸馏水的电导率	90
课题五 混合物的分离及物质的制备技术	93
项目一 重结晶	93
训练 乙酰苯胺的重结晶	93
拓展知识	95
1. 物质的干燥	95
2. 干燥器的使用	97
项目二 蒸馏与分馏	98
训练 1 常压蒸馏	98
* 训练 2 丙酮和 1,2 - 二氯乙烷的分馏	100
拓展知识	102
1. 水蒸气蒸馏	102
2. 减压蒸馏	103
项目三 萃取与升华	105
训练 1 色素的提取	105
训练 2 从茶叶中提取咖啡因	107
* 项目四 色谱法	110
训练 柱色谱法分离色素	110
拓展知识	112
薄层色谱分析	112
项目五 物质的制备	113
训练 1 乙烯的制备和鉴定	114
* 训练 2 阿司匹林的制备	116
拓展知识	118
1. 物质的制备步骤和方法	118
2. 产率及其计算	118
项目六 调节废水的 pH	119
训练 自来水 pH 的测量	119
拓展知识	122
环保措施——调节废水的酸碱度	122
参考文献	123

课题一 化学实验室的基本知识

项目一 化学实验室常识

一、化学试剂的等级

化学实验室中有各种各样的化学试剂,根据用途可分为通用试剂和专用试剂。专用试剂大都只有一个级别,如生物试剂、生化试剂、指示剂等。通用试剂可根据试剂的纯度划分为四个等级。

(1) 优级纯试剂(又叫保证试剂) 其试剂标签为绿色标志,符号为 G. R.。优级纯试剂的纯度很高,适用于精密度要求较高的化学分析和科学研究工作。

(2) 分析纯试剂 其试剂标签为红色标志,符号为 A. R.。分析纯试剂的纯度仅次于优级纯试剂,常用于定性、定量分析和一般的科学研究工作。

(3) 化学纯试剂 其试剂标签为蓝色标志,符号为 C. P.。化学纯试剂的纯度较分析纯试剂低,适用于一般的定性分析和化学实验。

(4) 实验试剂 其试剂标签常为棕色标志,符号为 L. R.。实验试剂的纯度较低,常用作实验的辅助试剂。

此外,还有一些高纯度的专用试剂,如光谱试剂、色谱试剂、基准试剂等。

化学试剂的纯度越高其价格越高,应根据实验目的和要求,本着节约的原则来选择不同规格的试剂。既不要盲目追求高纯度而造成不必要的浪费,也不能随意降低规格而影响实验结果的准确性。

二、化学试剂的保管

实验室中,正确存放和保管化学试剂十分重要。若保管不当,不仅会使试剂变质失效,影响实验结果,而且造成物质浪费,有时还会引发事故。

化学试剂的存放与保管应根据试剂的性质、周围的环境及实验室条件的不同等,加以区别对待。既要确保不发生火灾、爆炸、泄漏及中毒等事故,又要防止试剂吸湿潮解、标签脱离及变质失效。一般应保存在通风良好、清洁干燥的房间内。对于具有特殊性质的化学试剂,还应按其不同的性能要求进行特殊的保管,见表 1-1。

三、化学实验室用水

水是一种使用最为广泛的化学试剂,也是最为常用的廉价溶剂和洗涤剂,水质的好坏直接影响化工产品的好坏和实验结果。各种天然水由于长期和土壤、空气、矿物质等接触,都不同程度地溶有无机盐、气体和某些有机物等杂质。无机盐主要是钙和镁的酸式碳酸盐、硫酸盐、氯化物等;气体主要是氧气、二氧化碳和低沸点易挥发的有机物等。一般来讲,水中离子性杂质的含量顺序为盐碱地水>井水(或泉水)>自来水>河水>池塘水>雨水;有机物杂质的含量顺序为池塘水>河水>泉水>自来水。因此,天然水和自来水都不宜直接用来做化学实验。我国实验室用水已经有了国家标准,GB 6682—92 规定实验用水的技术指标见表 1-2。

表 1-1 化学试剂的分类和贮存条件

类 别	特 点	贮存条件	试剂举例
易燃类	凡遇火、受热、与氧化剂接触、撞击、摩擦能引起燃烧或爆炸气体、液体或固体。闪点 ^① 小于 45℃ 的称为易燃液体，大于 45℃ 的称为可燃液体。燃点 ^② 小于 300℃ 的称为易燃固体，大于 300℃ 的称为可燃固体	气体贮存于专用的钢瓶中。阴凉通风，温度不超过 30℃，与其他易产生火花的器物 and 可燃物隔离存放，特殊标志。闪点在 25℃ 以下的存放理想温度为 -4~4℃	1. 氢气、甲烷、乙烯、乙炔、煤气和液化石油气、氧气、空气、氯气、二氧化氮等 2. 乙醚、丙酮、汽油、苯、乙醇、乙二醇、甘油等 3. 赤磷、黄磷及三硫化磷、五硫化磷等
易爆类	1. 本身是炸药或易爆物 2. 遇水反应剧烈、发生燃烧爆炸 3. 与空气接触氧化燃烧 4. 受热、冲击、摩擦或与氧化剂接触时易发生燃烧爆炸	温度在 30℃ 以下，最好在 20℃ 以下保存。与易燃物、氧化剂隔开。用防爆架放置，在放置槽内垫沙并加木盖	1. 苦味酸、三硝基甲苯、硝化纤维、乙炔银及氯酸钾等 2. 钠、钾、电石、氢化锂及硼化物等 3. 白磷等 4. 红磷、镁粉、锌粉、铝粉、萘、樟脑及硫化磷等
剧毒类	可通过皮肤、呼吸道及消化道侵入体内，破坏人体正常身体机能，导致中毒甚至死亡	专柜加锁，加贴剧毒标志，专人保管。取用时要严格做好记录，不得超量领取	氰化物、三氧化二砷(砒霜)、升汞、苯、铬酸盐及硫酸二甲酯等
强腐蚀类	对人体皮肤、黏膜、呼吸器官及金属等具有强烈的刺激作用或腐蚀性的液体和固体	选用抗腐蚀材料做存放架，架的高度以保证存取试剂方便安全为宜。阴凉通风，与其他试剂隔离放置，温度在 30℃ 以下	发烟硫酸、浓硫酸、浓盐酸、硝酸、醋酸、冰醋酸、苛性碱、溴、苯酚、氨水、硫化钠及三氯化磷等
强氧化剂类	具有较强的氧化性，当受热、撞击或混入还原性物质时，就可能引起爆炸	阴凉、通风、干燥、室温不超过 30℃，不能与还原性或可燃性物质混放，包装也不宜过大	氯酸钾、硝酸盐、高锰酸钾、重铬酸盐和过氧化物等
放射类	具有放射性，能对人体造成伤害	装在磨口玻璃瓶中，再放入塑料及铅制容器中保存，远离易燃易爆物	铀酰、硝酸钍、氧化钍及钍-60 等
贵材类	价格昂贵的特纯试剂、稀有元素及其化合物	采用小包装，单独存放，妥善保管	钨黑、锗、四氯化钛、铂及其化合物
有机试剂及指示剂类		专柜按用途分类存放	
易分解易氧化类	1. 与空气接触容易发生氧化 2. 见光容易发生分解	棕色瓶中密封贮存，放置在阴暗避光处	1. 苯甲醛、氯化亚锡、硫酸亚铁等 2. 硝酸银、碘化钾、高锰酸钾等
其他类	除上述几类之外的无机、有机试剂	阴凉通风、在室温下保存。可按酸、碱、盐分类保管	

① 液体表面上的蒸气刚足以与空气发生闪燃的最低温度称为闪点。
② 可燃物质开始持续燃烧所需的最低温度称为该物质的着火点或燃点。

表 1-2 实验室用水级别及主要指标

指标名称	一 级	二 级	三 级
pH 范围(25℃) ^①	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/mS·m ⁻¹	≤ 0.01	0.10	0.50
吸光度(254nm, 1cm 光程)	≤ 0.001	0.01	
二氧化硅含量/mg·L ⁻¹	≤ 0.02	0.05	
可氧化物限度实验 ^②	—	符合	符合

① 高纯水的 pH 难于测定，故一、二级水没有规定 pH 要求。
② 取样 100mL，加 10.0mL 密度为 98g·L⁻¹的硫酸溶液和 1.0mL 浓度为 0.01mol·L⁻¹的高锰酸钾溶液，加盖煮沸 5min，与加热对照水样比较所呈淡黄色未完全消失则符合规定。说明该水中易氧化的有机物杂质没有超标。

天然水要达到上述技术标准,必须进行净化处理,以制备纯水。常用的制备方法有蒸馏法、离子交换法和电渗析法。

1. 蒸馏水的制备

经蒸馏器蒸馏而得的水为蒸馏水。天然水汽化后冷凝就可得到蒸馏水,水中大部分无机盐杂质不挥发而被除去。蒸馏器有各种各样的,一般是由玻璃、镀锡铜皮、铝、石英等材料制成。蒸馏水较为洁净,但仍含有少量杂质,如蒸馏器材料带入的离子、随水蒸气带入的二氧化碳及某些低沸点易挥发物,少量呈雾状的液体水飞出直接进入蒸馏水中,微量的冷凝管材料成分也能带入蒸馏水中。故蒸馏水只能作为一般化学实验之用。

二次蒸馏水又叫重蒸馏水。用硬质玻璃或石英蒸馏器,在水中加入少量高锰酸钾的碱性溶液(破坏水中的有机物)重新蒸馏,弃掉最初馏出的四分之一,收集中段的重蒸馏水。如果仍不符合要求,还可再蒸一次得三次蒸馏水,用于要求较高的实验。实践证明,更多次的重复蒸馏无助于水质的进一步提高。

高纯度的蒸馏水要用石英、银、铂、聚四氟乙烯蒸馏器制得,同时采用各种特殊措施。如近年来出现的石英亚沸蒸馏器,它的特点是在液面上加热,使液面始终处于亚沸状态,蒸馏速度较慢,可将水蒸气带出的杂质减至最低。

2. 去离子水的制备

用离子交换法制取的纯水叫去离子水。离子交换法是利用离子交换树脂对水进行净化,天然水经过离子交换树脂处理除去了绝大部分的各种阴、阳离子,但却不能除去大部分有机杂质。

离子交换树脂是指分子中含有可交换的活性基团的固态高分子聚合物,包括阳离子交换树脂和阴离子交换树脂。其中,阳离子交换树脂中含有酸性交换基团 H^+ ,可与水中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等阳离子进行交换,使这些杂质离子结合到树脂上,而 H^+ 则进入水中;阴离子交换树脂中含有碱性交换基团 OH^- ,可与水中的 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等阴离子进行交换,而 OH^- 则进入水中,交换出来的 H^+ 和 OH^- 结合成水。

用离子交换树脂净化水在离子交换柱中进行,实验室中柱材料一般用有机玻璃,内装树脂,净化过程如图 1-1 所示。自来水经过阳离子交换柱除去阳离子,再通过阴离子交换柱除去阴离子。

交换后的树脂用稀盐酸、稀氢氧化钠处理后又能复原,这一过程叫做树脂再生。再生的树脂可继续使用。

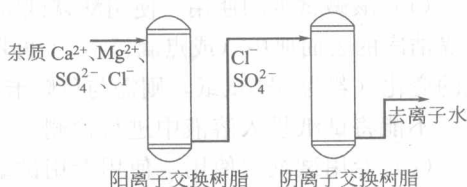


图 1-1 离子交换树脂净化水示意图

3. 电渗析法制纯水

电渗析法是把树脂制作成阴、阳离子交换膜,在外加电场的作用下,利用膜对溶液中的离子的选择性将杂质分离除去。

四、试纸

试纸是用滤纸浸渍了指示剂或试剂溶液后制成的干燥纸条。常用来定性检测一些溶液的性质或某些物质的存在,具有操作简单、使用方便、反应快速等特点。各种试纸都应密封保存,以防被实验室中的气体或其他物质污染而变质失效。

1. 试纸的种类

试纸的种类很多, 这里仅介绍实验室中常用的几种试纸。

(1) 酸碱试纸 酸碱试纸是用来检测溶液酸碱性的。常见的有石蕊试纸、刚果红试纸和 pH 试纸等。

① 石蕊试纸。石蕊试纸分蓝色和红色两种, 蓝色试纸在酸性溶液中变成红色, 红色试纸在碱性溶液中变成蓝色。

② 刚果红试纸。刚果红试纸自身为红色, 遇酸变为蓝色, 遇碱又变回红色。

③ pH 试纸。pH 试纸分为两种, 一种是广泛 pH 试纸, 另一种是精密 pH 试纸。广泛 pH 试纸测试的 pH 范围较宽, 在 pH 1~14 之间, 其颜色由红—橙—黄—绿至蓝色发生逐渐变化。溶液的 pH 不同, 试纸的变色程度也不同, 通常附有色阶卡, 以便通过比较确定溶液的 pH 范围。这种试纸测得的 pH 较为粗略。精密 pH 试纸按其变色范围分为很多类型, 如 pH 为 2.7~4.7、3.8~5.4、5.4~7.0、6.8~8.4、8.2~10.0、9.5~13.0 等。精密 pH 试纸测得的 pH 变化值较小, 较为精确。

(2) 特制专用试纸 这类试纸具有专属性, 通常用于检测某种物质的存在, 常见的有以下几种。

① 淀粉-碘化钾试纸。淀粉-碘化钾试纸是浸渍了淀粉-碘化钾溶液的滤纸, 晾干后剪成条状贮存于棕色瓶中。自身为白色, 当遇到氧化性物质 (如 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 O_2 、 HClO 、 H_2O_2 等) 时, 氧化剂将试纸上的 I^- 氧化成 I_2 , I_2 与淀粉作用使试纸呈现蓝色。

② 醋酸铅试纸。醋酸铅试纸是将滤纸用醋酸铅溶液浸泡后晾干制成的白色纸条, 它是专门用来检测 H_2S 的。润湿的试纸遇到 H_2S 气体时, 试纸上的 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 与之反应生成黑褐色带有金属光泽的 PbS 沉淀, 借以证明 H_2S 的存在。

③ 硝酸银试纸。硝酸银试纸是将滤纸用硝酸银溶液浸泡后晾干制成的黄色纸条, 通常保存在棕色瓶中, 它是用来检测 AsH_3 气体的。湿润的硝酸银试纸遇到 AsH_3 气体时, 发生氧化还原反应, 析出的单质银沉积在试纸上, 形成黑色斑点, 这一特征反应用来证明 AsH_3 的存在。

2. 试纸的使用

(1) 酸碱试纸的使用 使用酸碱试纸检验溶液的酸碱性时, 先用镊子夹取一条试纸, 放在干燥洁净的表面皿中 (或点滴板上), 再用玻璃棒蘸取少许待测溶液滴在试纸上, 观察试纸颜色的变化 (若为 pH 试纸, 则需与色阶卡进行比较), 以确定溶液的酸碱性 (或 pH 范围)。注意: 不能将试纸投入溶液中进行检测。

(2) 专用试纸的使用 使用专用试纸检验气体时, 先将试纸润湿后粘在玻璃棒的一端, 然后悬挂在待测物质的试管口的上方, 观察试纸颜色的变化, 以确定某种气体是否存在。注意: 不能将试纸伸入试管内进行检测。

无论哪种试纸, 都不要直接用手取用, 以免手上可能带有的化学药品污染试纸。从容器中取出所需试纸后, 应立即盖严容器, 用过的试纸应投入废物缸中。



图 1-2 气体钢瓶

五、气体钢瓶

实验室中常需使用钢瓶中存放的各种气体。气体钢瓶是由无缝碳素钢或合金钢制成的, 其外形如图 1-2 所示。在钢瓶的肩部打有钢印, 标出制造单位、日期、型号、工作压力、瓶身净重、水压试验的压力和日期以及下次检验的日期等重要数据。

1. 气体钢瓶的标志

贮存不同气体的钢瓶及其外壳的标志是不同的,对此国家有统一的规定。部分气体钢瓶的标志见表 1-3。

表 1-3 部分气体钢瓶的标志

气体类别	瓶身颜色	标志颜色	钢瓶内气体状态
氮气	黑	黄(棕线)	压缩气体
氨气	黄	黑	液态
氢气	深绿	红(红线)	压缩气体
氧气	天蓝	黑	压缩气体
氯气	黄绿(保护色)	白(白绿线)	液态
二氧化碳	黑	黄	液态
压缩空气	黑	白	压缩气体
乙炔	白	红	乙炔溶解在活性丙酮中
氦气	棕	白	压缩气体

2. 气体钢瓶的使用规则

① 使用钢瓶中的气体,必须通过减压器,将气体的压力降至实验所需的范围。使用的压力表应与气体钢瓶的使用压力相匹配。

② 安装减压器前应先清除开关阀接口处的污垢,安装时螺扣要拧紧。对于易燃、易爆的气体,在打开减压器时必须缓慢,以免由于气体流速太快,产生静电火花而引起爆炸。

③ 不同的气体钢瓶需配备专用减压器,其颜色应与钢瓶的颜色相同。减压器一般不得混用。

④ 开启气体钢瓶时,人应站在出气口的侧面,以免被冲出的气流射伤。使用后先关闭钢瓶阀门,放尽减压器进出口气体,再松开其调节开关。

⑤ 钢瓶使用后,剩余残压不应少于 $9.8 \times 10^5 \text{ Pa}$,不得完全用尽,以防空气倒吸,再次充气时发生危险。

⑥ 搬运钢瓶时,要防止剧烈震动或与其他硬物撞击,以免引发爆炸;应检查用于保护开关阀的安全帽是否旋紧,防止其在移动钢瓶时松动。

⑦ 气体钢瓶应置于阴凉、通风、远离热源的地方。易燃气体钢瓶与氢气钢瓶不能在室内使用。对于特种钢瓶如氧气钢瓶,应严禁与油类接触,以免引起燃烧。

思考题

1. 化学试剂一般分为几个等级?分别用什么颜色和符号作为标志?

2. 若化学试剂保存不当,会造成哪些不良后果?

3. 化学实验室对水有什么要求?如何制备?

4. 试纸分为几类?怎样使用?

项目二 化学实验室的安全与环保

化学实验是在较为特殊的环境中进行的科学实验。在化学实验中,往往要使用一些易燃(如酒精、丙酮等)、易爆(如金属钠、乙炔等)、有毒(如重铬酸钠、苯胺等)及有腐蚀性(如浓硫酸、溴等)的化学试剂。这些化学试剂如果使用不当,就有可能发生着火、爆炸、

中毒和灼伤等事故，造成人身伤亡并使国家财产遭受损失。此外，玻璃器皿、电器设备等如果使用或处理不当，还会发生割伤或触电事故。为有效维护人身安全、确保实验顺利进行，每个实验者必须熟悉和遵守实验室规则、严格按实验规程进行操作，还应该了解常用仪器设备和化学药品的性能与危害、一般事故的预防与处理等安全防护知识。

训练 参观化学实验室

一、学习内容

1. 参观化学实验室，观察、了解化学实验室的实验台结构、用途及使用注意事项。
2. 化学实验室的供电设施及安全用电知识。
3. 化学药品的存放。
4. 化学实验室的安全设施。
5. 常用仪器设备及玻璃仪器等。



想一想：

1. 你对化学实验室了解吗？
2. 化学实验室有什么规则要求？

二、训练评价

要求每位同学写一份参观感想。检查学生对实验室规则的了解，对常用仪器设备、安全及用电知识的掌握程度。

三、相关知识

1. 实验室规则

- (1) 实验前应认真预习，了解实验中所用药品的危险性及其安全操作方法。
- (2) 进入实验室后，应先熟悉水、电开关及灭火器材等安全用具的放置地点和使用方法。认真检查所需的药品、仪器是否齐全，经教师同意后方可进行实验。
- (3) 实验中所用的化学药品，不得随意丢弃，使用后必须放回原处。实验后的残渣、废液等应倒入指定容器内统一处理。
- (4) 绝对不允许随意混合各种化学药品，以免发生意外事故。
- (5) 对于可能产生危险的实验，应在防护屏后面进行或使用防护眼镜、面罩和手套等防护用品。
- (6) 实验过程中不得擅自离岗位，应随时观察反应现象是否正常、仪器有无漏气和破裂等，如实详细地记录实验现象和结果。
- (7) 实验室内严禁吸烟、饮食、嬉笑和打闹。若出现意外事故应保持镇定，及时报告老师并听从指挥，积极进行处理。
- (8) 实验结束后，应及时洗手，清洗仪器，整理实验台面，关闭水、电开关，经教师检查允许后方可离开实验室。
- (9) 每次实验后轮流值日，负责打扫和整理实验室。

2. 化学实验室的设施

一般的化学实验室有实验台、通风橱、排气扇及药品柜等。实验台的台面一般由耐酸、碱的理化板制作（但不耐热）。实验台的上面有试剂架，下面是玻璃仪器柜，中间或两头配

有水槽及自来水龙头,试剂架上还有 220V 的电源插座。通风橱有抽风设施,同时配有自来水龙头及 220V 的电源插座。整间化学实验室设有总开关及各分路开关,同时有过载及漏电保护装置。

3. 安全与防护常识

(1) 预防火灾 火灾就是失控的意外燃烧。只要控制意外燃烧的条件,就可有效地预防火灾的发生。

实验室中,使用或处理易燃试剂时,应远离明火。乙醇、乙醚、石油醚和苯等低沸点、易挥发、易燃液体应存放在密闭容器中,远离火源。这些物质不能用明火直接加热,应在回流或蒸馏装置中用水浴或蒸汽浴进行加热。某些易燃或可发生自燃的物质如红磷、五硫化磷、黄(白)磷及二硫化碳等,不宜在实验室内大量存放,少量的也要密闭存放于阴凉、避光和通风处,并远离火源、电源和暖气设施等。

实验用后的易挥发、易燃物质,应回收特殊处理。一旦不慎发生火情,应立刻切断电源,迅速移开附近一切易燃物质,再根据具体情况,采取适当的灭火措施,将火熄灭。如实验台或地面小范围着火,可用湿布或细沙盖灭;容器内着火,可用石棉网或湿布盖住容器口,使火熄灭;电器着火,可用二氧化碳灭火器熄灭;衣服着火时,切忌惊慌失措、四处奔跑,可用厚的外衣淋湿后包裹使其熄灭,较严重时应卧地打滚,同时用水冲淋将火熄灭。

灭火器是实验室的常备设备,在着火的初始阶段使用特别有效。火势到了猛烈阶段,必须由专业消防队来扑救。为了正确使用灭火器,现将几种常见的灭火器列于表 1-4。

表 1-4 常见灭火器的使用

灭火器种类	内装药剂	用途	性能	用法
泡沫灭火器	NaHCO_3 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	扑灭油类火灾,不适用于电器类火灾	10kg 灭火器射程 8m,喷射时间 60s	倒过来摇动或打开开关。1.5 年更换一次药剂
二氧化碳灭火器	压缩液体二氧化碳	扑灭贵重仪器、电器类火灾,不能用于扑灭可燃金属类火灾	射程 1.5~3m,液态 CO_2 的沸点为 -70°C 。防止冻伤	拿好喇叭筒,打开开关。三个月检查一次 CO_2 的量
干粉灭火器	NaHCO_3 粉、少量润滑剂、防潮剂、高压 CO_2 或 N_2	能用于扑灭各种火灾,但对于贵重仪器等有损害	射程 5m,喷射时间 20s 左右	拉开保险栓,按下钢瓶开关

(2) 预防爆炸 燃烧和爆炸在本质上都是可燃性物质在空气中的氧化反应,爆炸的危险性主要是针对易燃的气体 and 蒸气而言。可燃气体或蒸气在空气中刚足以使火焰蔓延的最低浓度称为该气体的爆炸下限(或着火下限);同样刚足以使火焰蔓延的最高浓度称为该气体的爆炸上限(或着火上限)。可燃物质浓度在下限以下以及上限以上与空气的混合物都不会着火爆炸。化学物质易爆的危险程度用爆炸危险度表示:

$$\text{爆炸危险度} = \frac{\text{爆炸上限浓度} - \text{爆炸下限浓度}}{\text{爆炸下限浓度}}$$

典型气体的爆炸危险度见表 1-5。爆炸事故会造成严重后果,实验室应认真加以防范,杜绝此类事故的发生。使用钢瓶或自制的氢气、乙炔、乙烯等气体进行燃烧实验时,一定要在除尽容器内的空气后,方可点燃。

某些有机过氧化物、干燥的金属炔化物和多硝基化合物等都是易爆的危险品,不能用磨口容器盛装,不能研磨,不能使其受热或受剧烈撞击,使用时必须严格按操作规程进行。

表 1-5 典型气体的爆炸危险度

序 号	名 称	爆炸危险度	序 号	名 称	爆炸危险度
1	氨	0.87	6	汽油	5.00
2	甲烷	1.83	7	乙烯	9.60
3	乙醇	3.30	8	氢	17.78
4	甲苯	4.80	9	苯	5.70
5	一氧化碳	4.92	10	二硫化碳	59.00

金属钠、钾、钙等遇水易起火爆炸，须保存在煤油或液体石蜡中；银氨溶液久置后会产生爆炸性物质，因此不能长期存放；液氨和液氯接触、硝酸与松节油或高锰酸钾与甘油混合都易发生爆炸，这些物质绝对不能随意混合或放在一处。

仪器安装不正确，也会引发爆炸。在进行蒸馏或回流操作时，全套装置必须与大气相通，绝不能造成密闭体系。减压或加压操作时，应注意事先检查所用器皿的质量是否能承受体系的压力，器壁过薄或有伤痕都容易发生爆炸。

有时由于反应过于剧烈，致使某些化合物受热分解，使体系热量突增、气体体积剧烈膨胀而引起爆炸。遇此情形，可采取迅速撤离热源、降温和停止加料等措施来缓解险情。

(3) 预防中毒 化学药品大多具有不同程度的毒性。在实验室中，人体的中毒主要是通过呼吸道、皮肤渗透及误食等途径发生的。

在进行有毒或有刺激性气体产生的实验时，应在通风橱内操作或采用气体吸收装置。若不慎吸入少量氯气或溴气，可先用碳酸氢钠溶液漱口，然后吸入少量酒精蒸气，并到室外空气流通处休息。

任何药品都不得直接与手接触，取用毒性较大的化学试剂时，应戴防护眼镜和橡皮手套，洒落在桌面或地面上的药品应及时清理。所有沾染过有毒物品的器皿，实验结束后应立即进行清洗并做消毒处理。

实验室内严禁饮食。不得将烧杯做水杯用，也不得用餐具盛放任何药品。若误食有毒物质或溅入口中，尚未下咽者应立即吐出，再用大量水冲洗口腔；如已吞下，则需根据毒物性质进行解毒处理。

(4) 预防化学药品灼伤 许多化学药品如高浓度的硫酸、盐酸、硝酸、苯酚、溴、三氯化磷、硫化钠、氨水、强碱等都具有较强的腐蚀性，如果使用不当与皮肤直接接触，就会造成灼伤。取用这类药品时，应戴防护眼镜和橡皮手套，以防药品溅入眼内或触及皮肤。加热试管时，管口不要指向自己或他人。倾注试剂、开启盛有挥发性物质的试剂瓶和加热液体时，不要俯视容器口，以防液体（或气体）溅出（或冲出）伤人；稀释浓硫酸时应将浓硫酸缓慢注入水中，并不断搅拌。一旦因不慎发生灼伤，首先应立即用大量水冲洗；如果是酸灼伤，再用弱碱稀溶液（如 1% 碳酸钠溶液）洗；如果是碱灼伤，再用弱酸稀溶液（如 1% 的硼酸溶液）洗；溴液灼伤，用石油醚洗后，再用 2% 硫代硫酸钠溶液洗，最后都应再用大量水冲洗，严重者须送医院诊治。

(5) 防止玻璃割伤 玻璃仪器容易破损，在安装仪器时需特别注意保护其薄弱部位。如蒸馏烧瓶的支管和温度计的汞球等都属于易损部位，在将其插入橡胶塞孔时，应涂上少许凡士林或水，以增加润滑性。不得强行用力插入，以免仪器破裂，割伤皮肤。

切割玻璃管（棒）时，其断面应随即熔光，以防锋利的断面划伤皮肤。

发生割伤后，应先将伤口处的玻璃碎片取出，用蒸馏水清理伤口后，涂上红药水或紫药水，敷上创可贴药膏。如伤口较大或割破了主血管，则应用力按紧主血管，防止大量出血，