

高等学校教材



基础化学实验

JICHU HUAXUE SHIYAN

姚思童 张进 主编
王鹏



化学工业出版社

高等学校教材

基础化学实验

JICHU HUAXUE SHIYAN

姚思童 张进
王鹏

主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材主要包括绪论, 化学实验基本知识, 化学实验基本操作, 基本测量仪器及使用, 基本原理、性质实验, 基本测定实验, 制备、综合和设计性实验等七章内容。本书涵盖了无机化学、物理化学、普通化学等基本实验及综合性、设计性实验等共计 33 个实验项目。本书在实验项目的选择和内容的编排上具有实用性、典型性等特点, 并突出了对学生的自学、综合、应用能力的培养。

本书可作为高等院校化学化工及相关专业的实验教材, 同时也可作为高校教师及有关专业技术人员的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

基础化学实验/姚思童, 张进, 王鹏主编. —北京:
化学工业出版社, 2009.6
高等学校教材
ISBN 978-7-122-05299-5

I. 基… II. ①姚…②张…③王… III. 化学实验-
高等学校-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063573 号

责任编辑: 宋林青 李姿娇
责任校对: 周梦华

文字编辑: 杨欣欣
装帧设计: 史利平

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 262 千字 2009 年 7 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

《基础化学实验》编写人员

主 编：姚思童 张 进 王 鹏

参编人员：（以姓氏笔画为序）

吕 丹 刘 利

孙雅茹 王丽华

前 言

基础化学实验在高等学校化学化工及相关专业的教学中具有十分重要的地位，对培养学生的专业素质、实践能力、科学思维与方法、创新意识与能力等具有重要的意义。

本书从化学学科的整体出发，将无机化学、物理化学、普通化学等实验课程的内容重新梳理和整合，结合编者多年的实践教学经验，按照新的教材编写体系编写而成。主要内容包括了绪论；化学实验基本知识；化学实验基本操作；基本测量仪器及使用；基本原理、性质实验；基本测定实验；制备、综合和设计性实验等七章内容。教材涵盖了无机化学、物理化学、普通化学等基本知识、基本实验及综合性、设计性实验等共计 33 个实验项目。

本书有如下突出特点：

① 将无机化学、物理化学和普通化学等实验课程协调统一，整合形成相对独立和完整的基础化学实验体系。

② 教材编写的宗旨是在培养学生重点掌握基本知识、基本操作和基本实验原理的基础上，进一步培养学生独立思考、独立操作、独立解决问题的能力，进而提高学生的综合素质和实践能力。

③ 实验的编写注重启发式和应用研究内容的体现。在每个实验项目中都编写了预习思考的内容，让学生通过预习思考，按照“查阅—看书—思考”的方式来完成预习过程，使学生带着问题进入实验室去寻找和验证答案。此外，实验中讨论和应用的内容能达到激发学生学习兴趣、明确学习目的、拓展知识层面的目的。

④ 根据教学改革的需要，编写了综合性和设计性实验，旨在培养学生的创新意识和综合能力。

⑤ 教材中实验项目的选择突出了经典、实用的特点。除选取了重要的经典实验外，还有与工业生产、人类生活等密切相关的内容，在培养学生化学基本实验技能的同时还注重了知识内容的应用性和趣味性。

参加本书编写工作的有姚思童（第 1 章，实验 4、5、6、12、13、25、27、33），张进（第 4 章，实验 7、15、16、18、21、22、23、24），王鹏（实验 1、9、10、11、14、19、26、28），吕丹（第 2、3 章，实验 2、8），刘利（实验 3、29、30、31、32），孙雅茹（附录），王丽华（实验 17、20）。本教材的策划、统稿、定稿由沈阳工业大学的姚思童、张进老师和北京建筑工程学院的王鹏老师完成。

在本书编写过程中，于锦、徐炳辉、吴晓艺、崔丽、杨军等老师都给予了无私的帮助并提出了宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。

本书是沈阳工业大学和北京建筑工程学院多位教师辛勤耕耘的结晶。由于本书内容涉及多个学科的知识，编者学识水平与经验所限，作为一本按新的实验体系编写的基础化学实验教材，不妥之处在所难免，恳请同行专家和读者批评指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1	实验五 氧化还原反应	54
第一节 实验室规则	1	实验六 沉淀反应	57
第二节 实验教学的目的	1	实验七 二元液系相图	59
第三节 实验课程的基本要求	2	实验八 电解质溶液	62
第四节 实验中良好学风的培养	2	实验九 水中氯离子含量的测定	65
第二章 化学实验基本知识	4	实验十 食用白醋中醋酸含量的测定	67
第一节 实验室安全知识和事故处理	4	实验十一 氮和磷	69
第二节 化学试剂的规格、存放及取用	9	实验十二 氧硫氯溴碘	72
第三节 常用的基本仪器	11	实验十三 铜银锌锡铁钴镍铬	75
第三章 基础化学实验基本操作	16	实验十四 官能团的性质	82
第一节 玻璃仪器的洗涤与干燥	16	第六章 基本测定实验	88
第二节 玻璃加工技术	17	实验十五 液体饱和和蒸汽压的测定	88
第三节 塞子的钻孔	19	实验十六 燃烧热的测定	90
第四节 试管操作	20	实验十七 化学反应焓变的测定	95
第五节 溶液的配制	20	实验十八 凝固点下降法测定摩尔质量	98
第六节 滴定分析技术	24	实验十九 醋酸解离度、解离常数的测定	101
第七节 常用试纸的使用	28	实验二十 平衡常数的测定	104
第四章 基本测量仪器的使用	29	实验二十一 蔗糖水解速率常数的测定	107
第一节 电子分析天平	29	实验二十二 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	110
第二节 酸度计	30	实验二十三 表面张力测定	113
第三节 电导率仪	31	实验二十四 液体黏度和密度的测定	117
第四节 阿贝折射仪	32	实验二十五 碘酸铜溶度积常数的测定	120
第五节 旋光仪	35	第七章 制备、综合及设计性实验	122
第六节 恒温仪	38	实验二十六 硝酸钾的制备和提纯	122
第七节 可见分光光度计	40	实验二十七 硫酸亚铁铵的制备及质量检验	123
第八节 常用电极和盐桥	41	实验二十八 酯化反应——乙酸乙酯的制备	126
第五章 基本原理、性质实验	44	实验二十九 溶胶和乳状液的制备及其性质	129
实验一 分析天平的使用	44	实验三十 电池电动势的测定及应用	132
实验二 溶液的配制与滴定操作	46	实验三十一 电导的测定及其应用	135
实验三 化学反应速率、活化能、化学平衡	49	实验三十二 物质物理性质的测定	138
实验四 缓冲溶液及配合物形成时性质的改变	51		

实验三十三 综合实验——物质鉴定	139
附录	140
附录一 元素的相对原子质量	140
附录二 常用化合物的相对分子质量	141
附录三 弱酸、弱碱的解离常数	144
附录四 溶度积常数	145
附录五 水的物性数据	147
附录六 常见液体的折射率	147
附录七 标准电极电势	147
附录八 不同温度下液体的密度	151
附录九 摩尔凝固点降低常数	151
附录十 液体的黏度	152
附录十一 水的黏度	152
附录十二 无限稀释离子的摩尔电导率	153
附录十三 水对空气的表面张力	153
附录十四 某些有机化合物的燃烧热	154
附录十五 常用洗液的配制	154
附录十六 常用基准物质的干燥条件和 应用	154
附录十七 常用缓冲溶液的配制	155
附录十八 常用酸、碱的浓度	156
附录十九 某些试剂溶液的配制	156
附录二十 常见阳离子的鉴定	157
附录二十一 常见阴离子的鉴定	161
参考文献	164

第一章 绪 论

第一节 实验室规则

实验室规则是保证正常工作秩序、保持良好实验环境、防止意外事故发生、杜绝违规操作、确保实验顺利完成的重要前提，每一个实验工作者都必须做到严格遵守。

① 实验前一定要做好预习，明确实验目的，了解实验内容、方法和基本原理。对于设计性实验，课前必须认真查阅资料，根据实验要求设计具体的实验方案，并经指导教师审阅后，方可进行实验。

② 提前进入实验室做好实验准备工作。首先签到、穿好实验服，然后检查实验所需的药品、仪器是否齐全，在指定位置进行实验。

③ 实验中必须遵守纪律，不准大声喧哗，不得到处乱走，不许无故缺席。

④ 实验时要集中精力，认真操作，仔细观察实验现象，实事求是做好实验原始记录，认真思考实验中出现的問題。

⑤ 实验台上的药品、仪器应整齐排列，实验中注意保持台面的清洁。每人准备一个杂物杯，将实验中的废物、试纸、滤纸、火柴梗、碎玻璃等随时放入杯中，实验结束后倒入垃圾箱。酸性溶液倒入废液缸，严禁倒入水槽，以防腐蚀下水管道。碱性溶液倒入水槽并用水冲洗。

⑥ 爱护仪器和实验室设备，树立“浪费可耻”的意识，实验中注意节约水、电、药品。

⑦ 按规定的用量取用药品，取完药品后，必须及时盖好原瓶盖，放在指定地方的药品不得擅自移位。

⑧ 实验过程中如有仪器破损，必须及时登记补领，并按照规定进行赔偿。

⑨ 使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行，如发现仪器有故障，应立即停止使用并报告教师，待仪器排除故障后再使用。

⑩ 使用煤气时要严防泄漏，火源要与其他物品保持一定的距离，用后要及时关闭煤气。

⑪ 实验后，要将所用仪器洗净并放回原处，有序存放，实验台擦净，检查水、电、煤气是否安全，教师检查后方可离开。

⑫ 如果实验中发生意外事故，不要惊慌失措，报告教师及时进行处理。

第二节 实验教学的目 的

基础化学实验是高等理工院校化工、材料、环境工程、生化制药等专业的重要基础课，是化学教学不可缺少的重要组成部分，是全面实施素质教育的最有效形式。基础化学实验教学在化学教学方面起着课堂理论教学不能替代的特殊作用。

① 通过实验教学，不仅可以进一步传授化学基本知识和基本技能，而且可以培养学生的各种能力和实事求是的科学素质。

② 学生通过这种教学形式,既实现了亲自动手独立完成实验操作、观察和记录实验现象、分析问题、撰写实验报告等多方面的训练,又可以将理论教学中学到的基本知识、基本理论得到验证、巩固、深化和提高。

③ 通过基础化学实验教学,可使学生逐步熟悉化学实验的基本知识,掌握正确的实验操作技能,进一步培养他们严谨求实的工作作风和科学态度,独立思考和分析问题、解决问题的能力以及勇于开拓的创新意识。

第三节 实验课程的基本要求

为达到实验教学的目的,实现实验教学的预期目标,我们对学生在下面几个环节中提出如下要求:

1. 实验前的预习

实验前要充分预习,明确实验目的,了解实验原理以及所用仪器的使用方法,熟悉实验操作过程和步骤,做到心中有数。只有预习充分的学生,实验时才能有条不紊,避免边做实验边翻书的“照方抓药”式的实验方式。而且由于有明确的实验目的,学生在实验中就会积极主动地完成各项实验任务,例如通过实验应当观察什么现象、测量什么数据、最后获得什么样的结果,并在实验中不断发现问题和解决问题。实践证明,预习的好坏决定了实验效果的好坏以及仪器的损坏程度。因此,一定要坚持做好实验前的预习工作,提高实验效果和效率。

2. 实验操作过程和实验记录

开始实验前,学生应检查实验仪器是否完好齐全,然后按照教材要求认真进行各项实验操作。认真操作、细心观察是学生在实验中必须遵循的基本准则,要善于发现实验中的异常现象,仔细分析问题原因,去伪存真,实事求是地给出结论。试图在实验结果中加入人为的因素则是科学的大忌。

实验现象和数据必须及时、真实、准确地记录在实验报告册上。不能用铅笔记录,不能随意涂改数据,修改原始数据记录必须经教师签字。记录现象要与项目名称一一对应,清晰明了,数据记录要表格化,字迹要整齐清楚。

3. 实验报告的处理

实验报告中主要包括实验目的、实验原理、实验操作及步骤、实验数据处理、实验结果与讨论等。实验报告是学生以实验为工具,获取化学知识实际过程的模拟,是实验教学的基本环节。实验报告一定意义上反映了一个学生的学习态度、实际水平与综合能力。实验报告必须做到言简意赅、条理清晰,数据记录清楚,文字书写避免照搬教材。

实验结果与讨论是实验报告的重要组成部分,是学生实验能力的综合体现,是学生善于观察、勤于思考、正确判断的真实反映。因此,在内容上要包括分析并解释观察到的实验现象;可以得到什么结论;实验结果的可靠程度与合理性评价;分析实验可能的误差来源和解决措施以及对实验改进的建议等。

第四节 实验中良好学风的培养

实验教学是通过学生亲身体验实践,激发学生创造欲的过程。在这一过程中不仅要让学生

生“学会”，更重要的是要让学生“会学”，能够自己去发现问题并解决问题，从而优化实验过程。

德国教育学家第斯多惠曾说：“教学的艺术不在于传授本领，而在于激励、呼唤。”在实验教学中，教师的职责不在于传授了多少知识，教师更多地是以一个激励思考的引导者、一个交换意见的参加者、一个组织协调的服务者的角色出现在教学中。基本操作实验可由自学与指导相结合的方式来完成，给学生一个广阔的掌握科学学习方法的空间。实验课教学必须重视课堂讨论，学生与教师、学生与学生之间平等地讨论问题，营造浓厚的学习气氛，在讨论中发现问题、解决问题，提高学生对知识点的理解、分析及综合应用能力。

实验教学中教师应注意引导学生认真观察每一个实验现象，启发学生积极思维，学会把实验事实与已知理论联系起来，激发学生的求知欲望和做实验的兴趣。对于学生在实验过程中遇到的异常现象或问题，教师应积极启发学生自己去思考，引导他们找出问题存在的原因及解决问题的方法。

实验教学过程中，学生必须懂得基本操作训练和操作技能培养的重要性，任何一个实验不仅要明确原理，而且基本操作要严格规范化，任何操作都应按要求一丝不苟地完成，只有勤学苦练，实验操作才可熟练掌握。要让学生清楚实验是必须亲自动手完成的一个学习过程，“脏”和“累”是学习过程中必须经历的环节，打消其不劳而获、拿来主义的依赖意识，使其明确实验技能是通过实验过程中的动手操作才能培养和提高的，只有亲自操作才能发现问题，从而找到解决问题的方法。而且还需让学生明确开设实验的目的是让他们既动手又动脑，是培养他们发现问题、分析问题和解决问题的能力，实验结果不准确或实验现象不对的情况在学习过程中是在所难免的，纠正某些学生担心实验出现问题会影响实验成绩的片面认识。通过实验让学生树立“输不丢人，怕才丢人”的实事求是的意识，即不怕挫折，正确面对出现的问题，纠其问题产生的原因，吃一堑长一智。使学生明白实验课程注重的是实验过程和过程中所培养的能力，而不是最终的实验成绩。成绩只能说明一些问题而不是能力的全部。

实验对学生的锻炼和培养是多方面的，学生应注意从各方面严格要求自己。如对实验方法、步骤的理解和掌握，对实验现象的观察和分析，就是在培养学生的科学思维和工作方法；实验台面保持整洁、仪器摆放规整有序、废弃杂物不乱扔，就是培养学生从事科学实验的良好习惯和作风。通过实验使学生树立再小的事都应认真对待、认真完成意识，人的各种能力是在日常点滴的锤炼中形成的。

第二章 化学实验基本知识

第一节 实验室安全知识和事故处理

一、实验室安全守则

在进行化学实验操作过程中，常常会用到易燃、易爆、有腐蚀性和有毒性的化学药品，因此在化学实验之前一定要了解实验室的安全注意事项，以避免实验事故的发生。

- ① 一切易燃、易爆药品的实验操作都要远离火源。
- ② 一切有毒或有刺激性药品的实验操作都应在通风橱内进行。
- ③ 乙醚、乙醇和苯等有机易燃药品，安放和使用时必须远离明火，取用完毕后立即盖紧瓶塞和瓶盖。
- ④ 嗅闻气体时，鼻子不能直接对着瓶口，应用手轻拂气体，将少量气体扇向自己再嗅。
- ⑤ 浓酸、浓碱具有很强的腐蚀性，切勿溅在衣服、皮肤上，特别是勿溅在眼睛上。在稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢注入水中，并且不断搅拌，切勿将水注入浓硫酸中。
- ⑥ 不得随意混合各种化学药品，以免发生意外事故。
- ⑦ 加热试管时，不要将试管口对着自己和别人，不要俯视正在加热的液体药品，以免液体溅出，受到伤害。
- ⑧ 禁止在实验室内饮食、抽烟和打闹，防止有毒药品（氰化物、砷化物、汞化物、高价铬盐、钡盐和铅盐等）进入口内或接触伤口。
- ⑨ 不要用湿的手、物接触电源。水、煤气、电一经使用完毕，应立即关闭。点燃的火柴用后应立即熄灭，不得乱扔。
- ⑩ 实验结束后，应洗净双手方可离开实验室。

二、意外事故的紧急处理

- (1) 割伤 伤口不能用手抚摸，伤口内如果有异物，须把异物挑出，然后涂上碘酒或贴上“创可贴”包扎，必要时送医院治疗。
- (2) 烫伤 不要用冷水洗涤伤处。伤处皮肤未破时，可涂擦烫伤膏；如果伤处皮肤已破，可涂些紫药水或1%高锰酸钾溶液。
- (3) 受强酸腐蚀 立即用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液（或稀氨水、肥皂水）冲洗。
- (4) 受浓碱腐蚀 立即用大量水冲洗，再用3%~5%醋酸或硼酸饱和溶液冲洗，最后再用水冲洗。
- (5) 酸（或碱）溅入眼内 应立即用大量水冲洗，再用3%~5%碳酸氢钠溶液（或3%硼酸溶液）冲洗，然后立即到医院治疗。
- (6) 火灾 要立即灭火，并采取措施防止火势进一步蔓延。应根据起火的原因选择合适的方法灭火。

① 一般着火,小火用湿布、砂子覆盖燃烧物即可灭火;大火可以根据火灾的性质使用水、泡沫灭火器、二氧化碳灭火器灭火。

② 活泼金属(如钠、钾、镁)等引起的着火,不能用水、泡沫灭火器、二氧化碳灭火器灭火,只能用砂土、干粉灭火器灭火;有机溶剂着火,应该用二氧化碳灭火器、专用防火布、砂土、干粉灭火器等灭火。

③ 当身上衣服着火时切勿惊慌失措,应立即脱下衣服或用专用防火布覆盖着火处,或就地卧倒打滚,也可以起到灭火的作用。

④ 电器着火,首先切断电源,再用防火布、砂土、干粉等灭火,不可用水、泡沫灭火器灭火,以免触电。

(7) 吸入刺激性或有毒气体如氯气、氯化氢 可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒。因吸入硫化氢气体感到不适(头晕、胸闷、恶心欲吐)时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(8) 遇毒物进入口内 可内服一杯 5~10mL 稀硫酸铜溶液的温水,再用手指伸入喉咙处,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(9) 被磷火烧伤 应立即用纱布浸泡 5%硫酸铜溶液敷在伤处 30min,清除磷的毒害后,再按一般烧伤的处理方法处置即可。

(10) 触电 首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸,找医生救治。

三、常见废液的处理

实验中经常会产生有毒的气体、液体和固体,一定要经过处理后才能排弃。

(1) 废酸液 废酸缸中的废酸液可用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤,加碱调节 pH 至 6~8 后就可排出,少量滤渣埋于地下。

(2) 废铬酸洗液 大量的废洗液可用高锰酸钾氧化法使其再生,继续使用。少量的废洗液可加入废碱液或石灰使其生成氢氧化铬(III)沉淀,将此废渣埋入地下。

氧化再生方法是:先在 110~130℃ 不断搅拌加热浓缩,除去水分后,冷却至室温,然后缓慢加入高锰酸钾粉末。加入量为每 1000mL 加 10g 左右,直至溶液呈深褐色或为微紫色,边加边搅拌。然后直接加热至刚有三氧化铬出现,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。

(3) 含氰废液 氰化物属于剧毒物质,含氰废液必须经过认真处理后才能排放。少量的含氰废液可先加氢氧化钠调至 $\text{pH} > 10$,再加入几克高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。大量的含氰废液可用碱性氯化法处理,即先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入次氯酸钠(或漂白粉)使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为二氧化碳和氮气。

(4) 含汞废液 先调 pH 至 8~10 后,加适当过量的硫化钠使之生成硫化汞沉淀,并加硫酸亚铁使过量的 S^{2-} 生成硫化亚铁沉淀,从而吸附硫化汞共沉淀下来(清液含汞量可降至 $0.02\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下)。静置并让沉淀物充分沉降后,清液排放,少量沉渣埋于地下,若有大量沉渣可用焙烧法回收汞,但注意必须要在通风橱中进行。

(5) 含重金属离子的废液 最有效和最经济的处理方法是加碱或硫化钠,把重金属离子变为难溶性的氢氧化物或硫化物沉淀,过滤分离,清液排放,将残渣进行掩埋。

四、气体钢瓶及注意事项

为了便于运输、贮藏和使用,通常将气体压缩成为压缩气体(如氢气、氮气和氧气等)或液化气体(如液氮和液氯等),灌入耐压钢瓶内。当钢瓶受到撞击或高温时,会有发生爆

炸的危险。另外有一些压缩气体或液化气体具有剧毒，一旦泄漏，将造成严重后果。因此必须了解钢瓶性能，正确和安全地使用各种压缩气体或液化气体钢瓶。

使用钢瓶时，必须注意下列事项：

① 在气体钢瓶使用前，要按照钢瓶外表油漆颜色、字样等正确识别气体种类，切勿误用，以免造成事故。

据我国有关部门规定，各种钢瓶必须按照表 2-1 规定油漆颜色，标注气体名称和涂刷横条。

注意：如果钢瓶因使用日久后色标脱落，应及时按表 2-1 所示规定进行漆色、标注气体名称和涂刷横条。

② 气体钢瓶在运输、贮存和使用时，注意勿使气体钢瓶与其他坚硬物体撞击，或曝晒在烈日下以及靠近高温处，以免引起钢瓶爆炸。钢瓶应定期进行安全检查，如进行水压试验和壁厚测定等。

③ 严禁油脂等有机物沾污氧气钢瓶，因为油脂遇到逸出的氧气就可能燃烧，如已经有油脂沾污，则应立即用四氯化碳洗净。氧气或氢气等可燃气体的钢瓶严禁靠近明火。

④ 存放氢气钢瓶或其他可燃性气体钢瓶的房间应注意通风，以免漏出的氢气或其他可燃性气体与空气混合后遇到火种发生爆炸。室内的照明灯及电气通风装置均应防爆。

⑤ 原则上有毒气体（如液氯等）钢瓶应单独存放，严防有毒气体逸出，注意室内通风。最好在存放有毒气体钢瓶的室内设置毒气鉴定装置。

表 2-1 气体钢瓶的种类及标志

钢瓶名称	外表颜色	字样	字样颜色	横条颜色
氧气瓶	天蓝	氧	黑	
氢气瓶	深绿	氢	红	红
氮气瓶	黑	氮	黄	棕
纯氩气瓶	灰	纯氩	绿	
二氧化碳气瓶	黑	二氧化碳	黄	黄
氨气瓶	黄	氨	黑	
氯气瓶	草绿	氯	白	白
氟氯烷瓶	铝白	氟氯烷	黑	

⑥ 若两种钢瓶中的气体接触后可能引起燃烧或爆炸，则这两种钢瓶不能存放在一起。如氢气瓶和氧气瓶、氢气瓶和氯气瓶等。氧气、液氯、压缩空气等助燃气体钢瓶严禁与易燃物品放置在一起。

⑦ 气体钢瓶存放或使用时要固定好，防止滚动或跌倒。为确保安全，最好在钢瓶外面装置橡胶防震圈。液化气体钢瓶使用时一定要直立放置，禁止倒置使用。

⑧ 使用钢瓶时，应缓缓打开钢瓶上端之阀门，不能猛开阀门，也不能将钢瓶内的气体全部用完，要留下一些气体，以防止外界空气进入气体钢瓶。

五、灭火的方法和灭火器材的使用

1. 灭火的方法

要掌握灭火的方法，必须清楚物质为何燃烧。燃烧必须同时有可燃物质、助燃物质和火源才能发生，缺少其中任何一个条件，燃烧就不能发生。有时在一定的范围内，虽然三个条件同时具备，但由于它们之间没有相互结合，相互作用，燃烧现象也不会发生。只有清楚燃

烧的三个条件,才能有助于预防火灾和了解灭火的基本原理。一切防火的措施都是为了防止燃烧条件的相互结合和相互作用,破坏已经产生的燃烧条件。灭火的基本方法如下。

(1) 冷却法 就是将灭火剂直接喷射到燃烧物质上,降低燃烧物质的温度,使其低于物质的燃点之下使燃烧停止;或者将水浇在火源附近的物体上,夺取燃烧物质的热量,使其不受火焰辐射的威胁而无法形成新的火点。

(2) 隔离法 就是将火源处或周围的可燃物质进行隔离,或转移到离火源较远的地方,使燃烧因缺少可燃物质而停止,不使火灾蔓延。

可采用的方法如下:

① 为了防止燃烧的物体与其他易燃、可燃物质接触,应该迅速将其移开。

② 移走火源附近的可燃、易燃、易爆和助燃的物品。

③ 拆除与火源及燃烧区域接连的易燃设备,预测火势蔓延的路线,阻止火势进一步的蔓延。

④ 关闭可燃气体、液体管道的阀门,减少和阻止可燃物进入燃烧区。

⑤ 用强大水流截阻火势。

(3) 窒息法 阻止空气流入燃烧区或用不燃物质冲淡空气,燃烧物会因为得不到足够的氧气而熄灭。例如用不燃或难以燃烧的物质覆盖在燃烧物上,封闭起火设备的孔洞等。

(4) 抑制法 也叫化学中断法,是一种新型的灭火方法。灭火原理是:把灭火剂参与燃烧反应的过程中去,燃烧过程中产生的游离基消失,而形成稳定分子或低活性的游离基,使燃烧反应终止。目前投入使用的 1202、1211 均属于这类灭火剂。

2. 灭火器材的使用

(1) 泡沫灭火器 大多使用的是 10L 标准型的泡沫灭火器。它是一个内装碳酸氢钠与发泡剂混合溶液、玻璃瓶胆(或塑料胆)内装硫酸铝水溶液的铁制容器。使用时将桶身倒转过来,两种溶液混合发生反应,产生含有二氧化碳气体的浓泡沫,体积膨胀 7~10 倍,一般能喷射 10m 左右。泡沫的密度一般在 $0.1 \sim 0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 之间,由于泡沫密度小,所以能覆盖在易燃液体的表面上,一方面使液体表面降温,液体蒸发速度降低;另一方面液体完全被泡沫覆盖以后,形成一个隔离层,隔离氧气与液面的相互接触,火就扑灭了,由此可见,泡沫灭火器对于扑灭油类火灾是比较好的。

(2) 二氧化碳灭火器 二氧化碳是一种惰性气体,298K 时密度为 $1.80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,较空气重,以液态灌入钢瓶中。液态的二氧化碳从灭火器口喷出后,迅速蒸发,变成气体,可以排除空气而包围在燃烧物体的表面,或分布于较密闭的空间中,降低可燃物周围或防护空间内的氧浓度,产生窒息作用而灭火。另外,二氧化碳由液体汽化为气体时,会从周围吸收部分热量,起到冷却燃烧物的作用。

二氧化碳灭火器有两种:一种是鸭嘴式开关,使用时先拔掉保险销子,一手握住喇叭口木柄,对准着火物,另一手把鸭舌往下压,二氧化碳立即从喇叭口喷出;另一种是轮式开关,使用时一手拿喇叭口对准着火物,另一手拧开梅花轮即可。

二氧化碳是电的不良导体,适用于扑救带电(10kV 以下)设备的火灾。二氧化碳无腐蚀性,可以扑救重要文件档案、珍贵仪器设备的火灾,扑救油类火灾也有较好的效果。二氧化碳灭火器不怕冻,但怕高温,不要放在火源附近。使用时不要用手摸金属导管,也不要把手喷嘴对向任何人,以防止冻伤。

(3) 四氯化碳灭火器 四氯化碳灭火器筒内装四氯化碳液体, 使用时将喷嘴对准着火物, 拧开梅花轮, 四氯化碳液体因受到筒内气压作用就会从喷嘴喷出, 一般能喷射 7m 左右。四氯化碳落入火区就会迅速蒸发, 1L 四氯化碳液体可以形成 145L 的蒸发气, 其密度约为空气的 5.5 倍, 蒸气覆盖在燃烧物上能阻隔空气, 当空气中有 10% 的四氯化碳蒸气时即可阻止燃烧。

四氯化碳不导电, 适于扑救电器设备, 其他物质的火灾也可以扑救。四氯化碳有毒, 在使用时为了防止中毒, 不要站在下风向, 要站在上风向或较高的地方。

(4) 干粉灭火器 它是一种细微的粉末与二氧化碳的联合装置, 靠二氧化碳气体作为推动力, 将粉末喷出而扑灭火灾, 是一种效能较好的灭火器。

干粉(主要是碳酸氢钠等物质)是一种轻而细的粉末, 所以能覆盖在燃烧物上, 使之与空气隔绝而灭火。这种灭火剂无毒、无腐蚀, 适用于扑救燃烧液体、档案资料和珍贵仪器的火灾, 灭火效果较好。干粉不导电, 可扑灭带电设备的火灾。使用时一手握住喷嘴胶管, 另一手握住提把, 拉起提环, 粉雾即可喷出, 覆盖燃烧面, 达到灭火的目的。干粉灭火器应放置在干燥通风的地方, 防止受潮和日光曝晒。

(5) 1211 灭火器 这是一种新型高效能液化气体灭火器, 也是一种成本较高的灭火器。瓶体由薄钢板制成, 瓶内装有压缩液化的 1211 灭火剂, 瓶内以氮气为喷射动力。使用时将喷嘴对准着火点, 拔掉铅封和安全销, 用力紧压把, 启开阀门, 瓶内 1211 液体在氮气压力下由喷嘴喷出。一般能喷射 3m 左右。

1211 灭火原理: 1211 即二氟一氯一溴甲烷。当其气体与燃烧物接触后, 受热产生的溴离子与燃烧中产生的氢自由基化合, 使燃烧链反应迅速终止, 使火熄灭(此法称为化学中断法或抑制法)。同时该灭火剂也有一定的冷却和窒息作用。

1211 特别适用于扑灭易燃液体、气体、精密仪器、文物档案、电器等火灾, 灭火效果比二氧化碳高四倍多, 灭火后不留任何痕迹。

(6) 高效环保型灭火器

① 高效水系灭火器 采用洁净水和添加剂的环保型水系灭火剂, 灭火时无毒、无味、无粉尘等残留物, 不会对环境造成次生污染, 不破坏大气臭氧层, 是一种环保型灭火剂。

灭火原理: 采用雾化喷头技术, 灭火装置喷出的水雾雾滴极细, 比表面积大, 雾滴蒸发产生大量的水蒸气并吸收大量的热量, 使火场周围环境温度迅速降低; 水雾蒸发产生大量的蒸汽, 体积迅速膨胀, 降低火场周围氧气浓度, 起到隔绝氧气的作用, 同时, 水雾蒸汽进入火场稀释了易燃蒸气, 阻断燃烧; 水雾包围保护区域中其他燃料, 阻挡辐射热向邻近燃烧物的辐射; 在灭火过程中喷射出的水雾能见度, 能够降低火场中烟气的含量和毒性; 灭火器所使用的雾化技术, 电绝缘性能达到 36kV, 保证灭火器使用者在灭电器设备火灾或潜在电器设备火灾时的安全。

② 高效阻燃灭火器 灭火器内装有预混型水成膜阻燃灭火剂, 并以有压氮气为驱动力, 灭火剂通过灭火器的泡沫喷嘴喷出, 形成泡沫流进行灭火。在灭火时, 泡沫会迅速释放出一种水膜, 在燃烧的油面上形成阻隔水膜层, 并和泡沫层将整个油面封闭。阻隔水膜层和泡沫层还具有自愈合的性能, 即使水膜层和泡沫层遭到破坏, 水膜也会快速愈合, 防止复燃。此外, 灭火剂具备阻燃、渗透和增稠三大特点。在灭火时, 可迅速向燃烧物内部渗透, 并黏附在燃烧物表面, 增强抗复燃能力, 提高灭火效果。

上述两种灭火器不含有对人体有害物质，无毒、无味、无腐蚀、无粉尘等残留物，不会对环境造成次生污染，对皮肤、眼睛无刺激，是环保型高效灭火器。

第二节 化学试剂的规格、存放及取用

一、化学试剂的规格

1. 化学试剂的规格

根据国家标准（GB）及部颁标准，化学试剂按其纯度和杂质含量的高低分为四种等级，每种级别的试剂均有对应的标签颜色，见表 2-2。

表 2-2 化学试剂的级别

试剂级别	优级纯试剂(G. R.)	分析纯试剂(A. R.)	化学纯试剂(C. P.)	实验试剂(L. R.)
	一级	二级	三级	四级
标签颜色	绿色	红色	蓝色	棕色或黄色
适用范围	最精确分析和研究工作	精确分析和研究工作	一般工业分析	普通实验及制备实验

优级纯（一级）试剂，又称保证试剂，杂质含量最低，纯度最高，适用于精密的分析及研究工作。

分析纯（二级）及化学纯（三级）试剂，适用于一般的分析研究及教学工作。

实验试剂（四级），只能用于一般性的化学实验及教学工作。

除了上述四种级别的试剂外，还有某一方面需要的特殊规格试剂，如“基准试剂”、“色谱试剂”、“生化试剂”等，另外还有“高纯试剂”，该试剂又细分为高纯、超纯、光谱纯试剂等。

基准试剂主要用于容量分析中标定标准溶液；光谱纯试剂则为光谱分析中的标准物质；色谱纯试剂为色谱分析的基准物质；生化试剂则用于各种生物化学实验。

此外，还有工业生产中大量使用的化学工业品（也分为一级品、二级品）以及可供食用的食品级产品等。

不同级别的试剂及工业品因纯度不同价格相差很大。因此，在满足实验要求的前提下，为了降低实验成本，应尽量选用较低级别的试剂。

2. 试剂的存放

常根据试剂的性质及方便取用原则来存放试剂，如固体试剂一般存放在易于取用的广口瓶内，而液体试剂则可存放在细口的试剂瓶中。一些用量少而使用频繁的试剂，如指示剂、定性分析试剂等可盛装在滴瓶中。而对于那些见光分解的试剂（如 AgNO_3 、 KMnO_4 、饱和氯水等）应装在棕色瓶中。虽然 H_2O_2 也是一种见光易分解的物质，但不能贮存在棕色的玻璃瓶中，其原因是棕色的玻璃瓶中含有使 H_2O_2 催化分解的重金属氧化物。因此，通常将 H_2O_2 存放在不透明的塑料瓶中，并存放于阴凉暗处（临时使用的 3% H_2O_2 溶液可用棕色滴瓶盛装）。试剂瓶的瓶塞一般是磨口的，密封性好，可使长时间保存的试剂不变质。但这种试剂瓶不能用来盛装强碱性试剂（如 NaOH 、 KOH ）及 Na_2SiO_3 溶液，主要是因为磨口的玻璃塞长期放置这些物质时会产生互相粘连现象，为了避免此现象的发生，可将玻璃塞换成橡皮塞。同时易腐蚀玻璃的试剂（氟化物等）应保存在塑料瓶中。

对于易燃、易爆、强氧化性及剧毒品的存放应特别加以注意，一般需要分类单独存放，

如强氧化剂要与易爆、可爆物分开隔离存放。低沸点的易燃液体要放在阴凉通风的地方，并与其他可燃物和易产生火花的器物隔离放置，更要远离明火。

盛装试剂的试剂瓶都应贴上标签，并写明试剂的名称、纯度、浓度和配制日期，标签外面应涂蜡或用透明胶带等保护。

3. 试剂的取用

(1) 固体试剂的取用 取用固体试剂可用牛角匙、不锈钢药匙、塑料匙。使用时要专匙专用，可根据采用试剂的量选用不同大小的试剂匙。

称取一定量的固体试剂时，可根据固体试剂的性质选用不同的器皿盛放。纸、表面皿、称量瓶等常用于盛放将要称量的固体，根据要求选用不同精度的天平（托盘天平、1/100g天平或分析天平）称量。对于称量那些腐蚀性或易潮解试剂时，应放在表面皿等玻璃容器内进行，不能放在纸上进行称量。

颗粒较大的固体应在研钵中研碎后再称量，研钵中所盛固体量不得超过容积的 1/3。

(2) 液体试剂的取用

① 从细口试剂瓶中取用试剂的方法 取下瓶塞，左手拿住容器（如试管、量筒等），右手握住试剂瓶（试剂瓶的标签应向着手心），倒出所需量的试剂，如图 2-1 所示。倒完试剂后应将瓶口在容器内壁上靠一下，再使瓶子竖直，这样可避免瓶口上的液滴沿试剂瓶外壁流下。

将液体从试剂瓶中倒入烧杯时，可使用玻璃棒引流。引流方法是：用右手握试剂瓶，左手拿玻璃棒，使玻璃棒的下端斜靠在烧杯中，将瓶口靠在玻璃棒上，使液体沿着玻璃棒往下流，如图 2-2 所示。

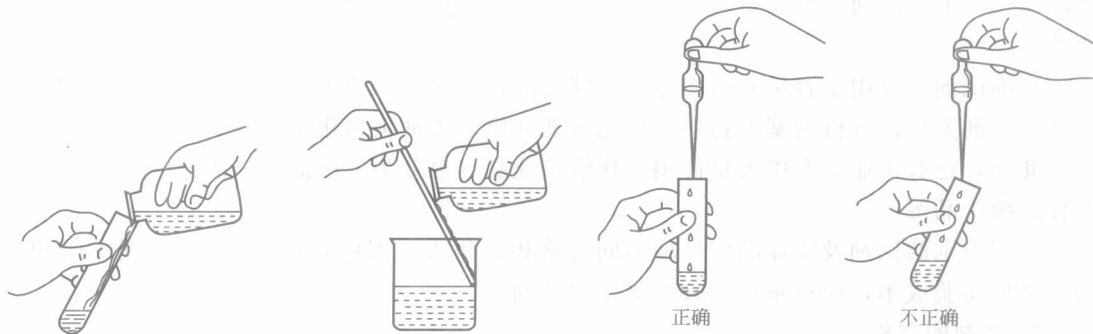


图 2-1 往试管倒取试剂

图 2-2 往烧杯中倒入试剂

图 2-3 往试管滴加液体

② 从滴瓶中取用少量试剂的方法 先提起滴管，使管口离开液面，用手指捏紧滴管上部的橡皮头排去空气，再把滴管伸入试剂瓶吸取试剂。往试管中滴加试剂时，试管应竖直，且只能把滴管尖头放在试管口的上方滴加，如图 2-3 所示。严禁将滴管伸入试管内，以免滴管尖头接触试管壁上的其他试剂而污染试剂瓶中的试剂。一个滴瓶上的滴管不能用来移取其他试剂瓶中的试剂。也不能随便拿别的滴管伸入试剂瓶中吸取试剂，以免污染试剂。长时间不使用的滴瓶，滴管有时与试剂瓶口粘连，不能直接提起滴管，这时可在瓶口处滴上 2 滴蒸馏水，让其润湿后再轻摇几下就可提起滴管。

需定量取用液体试剂时，可根据要求选用合适量程的量筒或移液管等。

在取用试剂前，要注意核对标签，确认准确无误后才能取用。各种试剂的瓶塞取下后不能随意乱放，一般应倒立放在实验台上。取用试剂后要及时盖好瓶塞，注意不要盖错（特别