

高等学校教材

大学通用化学实验技术

Universal Experimental Technology in College Chemistry

上册

宋光泉 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

大学通用化学实验技术

上 册

宋光泉 主编

高等教育出版社

内容提要

本教材在化学一级学科层面上融合了无机化学实验、有机化学实验、化学分析实验、物理化学与胶体化学实验、高分子化学实验、仪器分析实验和计算机在化学实验中的应用等化学分支学科的化学实验,以及化学信息学等内容。教材以操作技能的系统训练为主线,分为化学实验基础知识、化学基础实验技术、化学仪器分析技术、化学拓展实验、化学实验技术仿真等五大模块,并以 152 个实验为基础贯穿到十大化学实验技术板块中。

本书为方便导教、导学,外延教材内容,把实验教材与 Internet 接轨,创建了实验导航辅助教学系统,构建了校际与校企间基础化学实验的教学资源共享圈和实时互动平台。

本书分上、下两册出版,每册均配有《实验导航》辅助教学系统 CD-ROM 光盘捆绑发行,方便自学。

本书适合化学、化工、应用化学、农业、林业、水产及生物、环境、医学、土木工程、材料等专业作为教材;也可作为职业技能上岗培训、考证和提高的教材;同时,还具备了化学工具书的基本功能。

图书在版编目(CIP)数据

大学通用化学实验技术.上册/宋光泉主编. —北京:高等教育出版社,2009.9
ISBN 978-7-04-028072-2

I. 大… II. 宋… 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(2009)第 139398 号

策划编辑 郭新华 责任编辑 郭新华 封面设计 赵阳 宋阳晴 责任绘图 尹莉
版式设计 王艳红 责任校对 王效珍 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京民族印务有限责任公司

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开本 787 × 1092 1/16
印张 17.5
字数 430 000

版次 2009 年 9 月第 1 版
印次 2009 年 9 月第 1 次印刷
定价 24.20 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28072-00

教材编写委员会成员

主 编 宋光泉

副主编(以姓氏笔画为序)

尹庚明	刘弋潞	刘展眉	吴 纓	李先文
陈 迁	尚小琴	徐勇军	阎 杰	彭少洪
温欣荣				

编著者(以姓氏笔画为序)

尹庚明	尹国强	毛淑才	王 欣	王新爱
司靖宇	刘弋潞	刘汝锋	刘展眉	许河峰
严志云	何 晗	吴 纓	宋光泉	张 琳
李先文	李红山	陈 红	陈 迁	陈 思
陈 睿	尚小琴	林海琳	周红军	周亚明
凌育赵	徐勇军	符史良	阎 杰	黄运凤
葛建芳	彭 滨	彭少洪	温欣荣	蒋旭红
覃 杨	韩红梅	廖列文	穆筱梅	

主 审 孙尔康 高盘良 陈海德

序

我国老一辈化学家历来都非常重视实验教学,可以说,对实验的态度和实验素养是判断学生能否成为创新人才的试金石。正因为实验教学的重要性,改革开放以来,实验教学成为新一轮教学改革的重要课题,宋光泉教授主编的《通用化学实验技术》一书正是在这一形势下进行实验改革的结晶。进入 21 世纪以来,积十年的实践经验,乘科技发展的形势,又编写了新版的《大学通用化学实验技术》,使该书的水平又上了一个新台阶。

化学实验是化学的基本原理和操作技术的集成,是培养创新人才的基础。本书从大学化学的基本原理和操作技术的共性出发,以塑造应用型人才和提高创新能力为目标,对国内外的化学实验和已取得的科研成果进行提炼和分类,并把大学基础化学实验和专业基础化学实验相结合;基础性实验与综合性、设计研究性实验相结合;传统化学实验方法与现代仿真化学实验相结合;化学课程教学需要与职业技能、后续课程和生产生活需要相结合;导学、导教、导做与网络课程相结合,从而构建大学化学实验教材新体系。

本教材有机地融合了无机化学实验、有机化学实验、化学分析实验、物理化学与胶体化学实验、高分子化学实验、仪器分析实验和计算机在化学实验中的应用等化学分支学科的化学实验,以及化学文献检索、网络课程导航等,并以操作技能的系统训练为主线,进行大学通用化学实验体系的构建,以凸显如下特色:

1. 系统性

教材的内容以由浅入深、由简到繁、循序渐进为规律,以操作技能的系统训练为主线,分五大部分,并以 152 个代表性、实用性、趣味性、新颖性较强的实验为基础贯穿到十大实验技术板块中,以此进行体系重组,故本教材自成体系,系统性强,可作为独立开设实验课程的学校使用。

2. 新颖性

长期以来,按化学二级学科划分安排化学实验,导致学生缺乏对化学实验技能的综合应用能力。本课程注意了实验内容的综合化、多样化和信息化,以培养学生的创新精神、创新思维 and 创新能力。

3. 先进性和实用性

本课程融合了七大化学课程的化学实验,其中增加了辐射面宽、知识容量大、实用性及可操作性强的综合实验、设计性实验和研究性实验,引进了现代教育技术——计算机化学实验仿真。在信息时代条件下的人才培养模式,不再拘泥于常规实验室实验。

全书内容丰富,信息量大,所选内容紧贴后续课程及社会经济发展的需要,给教师和学生选择空间大:既有化学基础性实验,又有综合和研究性实验,既有传统经典的化学实验,又有现代和极具时代特色的模拟或仿真实验;既适合农业、林业、水产及生物、环境、医学、土木工程等专业选用,也适合于化学专业和化学职业技能上岗考证等选用。

高盘良

2009 年 5 月 11 日于北京大学

前 言

本书为适应新时期创新型人才培养的需要,在《通用化学实验技术》(上、下册)(宋光泉主编,1998年和1999年由广东高等教育出版社出版)的基础上,集编著者们近十年化学实验教学改革经验和成果编写而成。

本书在综合研究各高校教学大纲和人才培养方案的基础上,融合了化学专业的七大化学实验,强化了高分子化学、仪器分析技术,增补了波谱分析技术、实验室废物的预处理、滴定分析量器的校准、化学信息资源导航、化学实验数据的分析和职业技能实验,并重新编写了计算机仿真化学实验,在一级学科层面上创建了大融合与大集成的实验教材新体系。

为凸显本书的先进性和时代性,编著者们在教材中创建了实验导航及化学信息导航等现代信息技术,并把每个实验与 Internet 接轨,把静态实验教学模式变为动态的立体化实验教学新模式。

为凸显本书的开放性和化学实验教育资源的共享性,编著者们还着力构建了教材资源、教学资源、网络资源、教师资源、社会/企业资源和信息资源的实时共享圈,创建了开放性教学系统,而且每个实验(包括基础实验、拓展实验和仿真实验)都有来自经验丰富的教师或工程师的远程或实时互动的导教和导学。

非常荣幸,本书承蒙原教育部高校化学教育研究中心学术委员北京大学高盘良教授、原全国高校实验教学和实验技术专业委员会常务副主任南京大学孙尔康教授和仲恺农业工程学院陈海德先生主审。他们对本书的编写给予了极大的支持、帮助和悉心指导。此外,我们也不能忘记,中国科学技术大学的张懋森,中山大学的杨燕生、卜宪章,广西大学的张淑琼、谢天俊、蒋林斌,华南农业大学的周家容,广东高等教育出版社的余荣阵,合肥学院的董强,仲恺农业工程学院的卢婉贞、向梅梅、肖畴阡、梁世强、刘开启、杨瑞香、凌志华、肖爱平、黄霞,高等教育出版社的郭新华等曾先后为本书的编写和出版所作的贡献。仲恺农业工程学院的宋阳晴参与了本书和实验导航光盘的封面设计;在读研究生刘勇和孙媚华参与了教材的组稿和附录的编写;2005级高分子专业的赖建宏参与了《实验导航》辅助教学系统 CD-ROM 光盘的设计与制作。在此,谨向他们表示衷心感谢。

本书的编著工作是一项系统工程,涉足面广、内容丰富、工程量大,共有十多个单位的 30 多位教学第一线的骨干教师或业内专家参与了此项工作。他们分别是:中国科学院广州生物医药与健康研究院的陈迁;北京东方仿真软件技术有限公司的何晗、陈思、覃杨;广东海洋大学的李先文、符史良、张琳、许河峰;五邑大学的尹庚明、彭滨、王欣;广州大学的尚小琴、刘汝锋;合肥学院的吴纛、陈红、司靖宇;嘉应学院的温欣荣、李红山;东莞理工学院的徐勇军、周亚明;佛山职业技术学院的刘弋潞;广州城市职业学院的彭少洪、黄运凤;仲恺农业工程学院的宋光泉、刘展眉、廖列文、阎杰、尹国强、葛建芳、严志云、韩红梅、林海琳、陈睿、蒋旭红、王新爱、穆筱梅、周红军、毛淑才、凌育赵等。全书由宋光泉、陈海德、阎杰和周红军统稿和定稿。

本书不仅是编著者多年来实验教学成果的总结,也是博采众长合力笔耕的成果,希望受到广大师生的关注和欢迎。虽然编著者们用心构建、精雕细琢、精益求精,力求做到融合创新、拓展创新、开放创新,但鉴于水平有限,书中仍有不完善之处,敬请教者、读者斧正,以利再版时修正或完善。不论是批评还是建议,我们都会复函致谢。

作者 E-mail: s54y@zhku.edu.cn;s54y@163.com。

宋光泉

2009年6月8日

目 录

第一部分 通用化学实验基础	1
一、化学实验的一般知识	2
(一) 实验课学生守则	2
(二) 危险品的分类	2
(三) 试剂和药品的使用规则	4
(四) 实验室安全与意外事故的预防及处理	8
(五) 实验教学“绿色化”及实验室废物的处置	10
二、实验数据与实验报告要求	12
(一) 测量误差与表示方法	12
(二) 有效数字与计算规则	14
(三) 实验数据的处理	14
(四) 实验报告	15
三、常用简单仪器简介	17
四、玻璃仪器的洗涤和干燥	31
(一) 玻璃仪器的洗涤	31
(二) 玻璃仪器的干燥	32
五、样品分析的一般程序和方法	34
(一) 采样	34
(二) 样品的预处理	35
(三) 样品分析	37
(四) 结果报告	38
第二部分 通用化学基础实验技术	39
一、灯的使用和简单的玻璃工技术	40
实验 1 灯的构造、使用及玻璃管和玻璃棒的简单加工	40
二、物质的分离与提纯技术	49
(一) 沉淀分离与结晶	50
实验 2 粗硫酸铜的提纯	55
实验 3 粗食盐的提纯	57
实验 4 乙酰苯胺的重结晶及熔点的测定	59
(二) 蒸馏与分馏	60
实验 5 工业乙醇的蒸馏与沸点的测定	67
实验 6 从桉树叶中提取桉叶油——水蒸气蒸馏法	69
实验 7 苯甲醛的减压蒸馏	70
(三) 萃取与升华	71
实验 8 从花生中提取油脂	75
实验 9 从茶叶中提取咖啡碱	76
(四) 色谱分离	78
实验 10 叶绿素或混合色素的柱色谱分离	85
实验 11 氨基酸的纸色谱	86
实验 12 从红辣椒中分离红色素	87
三、物质理化性质的检验技术	90
实验 13 常见阴阳离子的鉴定	90
实验 14 解离和解离平衡	95
实验 15 化学反应速率和化学平衡	99
实验 16 碘和碘离子反应平衡常数的测定	101
实验 17 酸碱反应与缓冲溶液	103
实验 18 氧化还原反应	106
实验 19 配合物的生成、性质和应用	108
实验 20 烃、卤代烃、醇和醛、酮的性质(鉴定)	111
实验 21 胺、酰胺、碳水化合物、氨基酸和蛋白质的性质(鉴定)	115
实验 22 葡萄糖燃烧热的测定	118
实验 23 凝固点降低法测定蔗糖的摩尔质量	123
实验 24 黏度法测定高聚物的相对	

分子质量	126	实验 47 铜合金中铜含量的测定	
实验 25 高聚物溶度参数的测定	130	——间接碘量法	206
实验 26 密度法测定聚合物结晶度	131	实验 48 H_2O_2 含量的测定	
实验 27 乙醇/环己烷饱和蒸气压		—— $KMnO_4$ 法	208
的测定	133	实验 49 水体中化学需氧量(COD)的测定	
实验 28 双液系气-液平衡相图	137	—— $KMnO_4$ 法	210
实验 29 物质的热性质分析	140	实验 50 可溶性氯化物中氯含量的测定	
实验 30 溶液偏摩尔体积的测定	141	——佛尔哈德法	211
实验 31 二组分金属相图的绘制	143	实验 51 硫酸铵肥料中含氮量的测定	
实验 32 联机测定 B-Z 化学振荡		——甲醛法	213
反应	146	实验 52 有机物中氮含量(粗蛋白质)	
实验 33 表面张力的测定	150	的测定——凯氏定氮法	215
实验 34 比表面积测定——溶液		五、重(质)量分析技术	218
吸附法	153	实验 53 土壤中硫酸根的测定	218
实验 35 溶胶聚沉值的测定	155	实验 54 风干植物样品水分的测定	220
实验 36 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的		实验 55 硫酸铜结晶水的测定和	
组成及稳定常数的测定	160	大单晶的培养	221
实验 37 阿贝折射仪测定乙醇的		六、物质的合成技术	223
含量	163	实验 56 硫酸亚铁铵的制备	223
实验 38 旋光仪测定蔗糖水解反应的		实验 57 硫代硫酸钠的制备及性质	
速率常数	167	检验	225
四、滴定分析技术	173	实验 58 A 型分子筛的合成和性能	227
(一) 分析天平的操作技术	173	实验 59 阿司匹林(aspirin)的合成	229
(二) 滴定分析量器的操作技术	182	实验 60 乙酰苯胺的制备	231
实验 39 溶液配制和滴定操作练习	187	实验 61 肉桂酸的合成	233
实验 40 酸碱溶液的标定和比较		实验 62 乙酰二茂铁的合成、纯化与	
滴定	190	表征	234
实验 41 滴定分析量器的校准	194	实验 63 乙酸异戊酯(香蕉油)的	
(三) 滴定分析的应用	196	合成	237
实验 42 食醋总酸量的测定		实验 64 乙醇的生物合成	239
——酸碱滴定法	197	实验 65 甲基橙的制备	241
实验 43 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 混合碱		实验 66 2-硝基-1,3-苯二酚的	
的测定——双指示剂法	198	制备	243
实验 44 自来水硬度的测定		实验 67 2-甲基-2-己醇的制备及	
——配位滴定法	200	表征	245
实验 45 铅、铋混合液中铅、		实验 68 环己烯的制备	247
铋含量的连续测定	202	实验 69 正丁醚的制备及含量测定	249
实验 46 维生素 C 药片中维生素 C 含		实验 70 苯甲酸的合成及表征	251
量的测定——直接碘量法	204	实验 71 1-溴丁烷的合成及表征	252

实验 72	人造纤维——尼龙的合成	254
实验 73	苯乙烯自由基悬浮聚合	256
实验 74	甲基丙烯酸甲酯的本体 聚合	258
实验 75	乙酸乙烯酯的乳液聚合	259

实验 76	聚乙烯醇的制备及其缩醛化 反应	262
-------	--------------------------	-----

附录	CD-ROM 光盘电子版目录 ...	265
----	--------------------	-----

第一部分

通用化学实验基础

本部分详细地介绍了化学实验的一般知识,包括:实验课学生守则;危险品的分类;试剂和药品的使用规则;意外事故的预防和处理;实验室废物的处理和循环利用;实验数据与实验报告要求;常见简单仪器的用途及使用方法;玻璃仪器的洗涤和干燥;样品分析的一般程序和方法等。贯穿了以人为本、安全实验与绿色化学的思想。要学好通用化学实验技术,打好上述化学实验基础知识是十分必要的。

实验规则是人们从长期的实验工作中归纳、总结出来的,它是防止意外事故、保证正常从事实验的良好环境、工作秩序和做好实验的前提。化学实验中发生事故的原因,从主观上讲有两个方面:一是安全意识不强;二是对化学实验的基本知识不了解或知之甚少。希望同学们在开课前用心把本教材的第一部分通用化学实验基础通读几遍,为日后顺利完成实验并取得好的实验效果奠定坚实的基础。

一、化学实验的一般知识

(一) 实验课学生守则

(1) 上实验课前必须阅读实验指导书和实验导航,了解实验的目的、原理、步骤和注意事项,查阅有关的文献资料,思考要回答的问题,写好预习报告。如有疑问,可以发邮件给相关编委。

(2) 上实验课必须提前进入实验室,做好实验准备工作,按清单清点所用仪器,如发现有破损或缺少,应立即报告指导教师。

(3) 实验时应思想集中,遵从教师指导,认真按照实验方法和步骤进行,规范操作,仔细观察,勤于思考,及时、如实地记录实验数据和实验现象。实验数据和实验现象可记录在书中空白处,便于查找和收藏。

(4) 安全是做好化学实验的保证,必须严格按照安全规程进行实验。如遇突发情况,应冷静处置,并及时报告指导教师。

(5) 保持实验室安静、整洁。在实验室不得大声喧哗,实验应按学号在规定的位置上进行,未经允许不得擅自挪动。实验过程中的垃圾、废物或废液应放入备用或指定的容器,要求回收的试剂应倒入指定的回收瓶。

(6) 要爱护财物,小心使用仪器和实验设备,注意节约使用水、电和药品。如损坏仪器,须及时向指导教师报告,并自觉如实地填写实验仪器破损报告书,按规定赔偿和补领。实验室内的一切物品未经允许不得带离实验室。

(7) 实验完毕,必须将玻璃仪器洗涤干净,放回原处,其他实验仪器及实验用品按原样整理安放。搞好实验台面和周边的清洁卫生,检查所用水、电、煤气的开关是否关闭,并将实验记录交指导教师检查,经同意并签字后方可离开实验室。

(8) 值日生应认真履行职责。打扫实验室,清倒废物桶,整理公用仪器物品,检查水、电、煤气,关好门窗,经指导教师查看并合格后方可离开。

(9) 严格遵守学校的规章制度,不得在实验室进行与实验无关的活动。

(二) 危险品的分类

危险品是易燃、易爆、有强烈腐蚀性的物品的总称。根据危险品的性质,常用的一些化学药

品可大致分为易燃、易爆和有毒三大类。

1. 易燃化学药品

(1) 可燃气体。指能够与空气(或氧气)混合,在一定的浓度范围内遇到火源会发生燃烧或爆炸的气体。可燃气体有氢气(H_2)、一氧化碳(CO)、甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、乙烯(C_2H_4)、丙烯(C_3H_6)、丁烯(C_4H_8)、乙炔(C_2H_2)、丙炔(C_3H_4)、丁炔(C_4H_6)、硫化氢(H_2S)、磷化氢(PH_3)等。

(2) 易燃液体。是指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,其闭杯试验闪点等于或低于 $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。易燃液体的燃烧是通过其挥发的蒸气与空气形成可燃混合物,达到一定的浓度后遇火源而实现的。所谓闪点,即在规定条件下,可燃性液体加热到它的蒸气和空气组成的混合气体与火焰接触时,能产生闪燃的最低温度。闪点是表示易燃液体燃爆危险性的一个重要指标,闪点越低,燃爆危险性越大。按照闪点大小可分为三类:① 低闪点液体:指闭杯试验闪点 $< -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的液体;② 中闪点液体:指 $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \leq$ 闭杯试验闪点 $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的液体;③ 高闪点液体:指 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \leq$ 闭杯试验闪点 $\leq 61\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的液体。一些常见易燃液体的闪点见表 1.1.1。

表 1.1.1 常见易燃液体的闪点

液体名称	闪点/ $^{\circ}\text{C}$	液体名称	闪点/ $^{\circ}\text{C}$
汽油	$-58 \sim 10$	辛烷	-16
石油醚	-50	苯	-11
乙醚	-45	乙酸乙酯	-4
二硫化碳	-30	甲苯	4
乙醛	-38	甲醇	10
正己烷	-23	乙醇	12
丙酮	-18	丁醇	29
四氢呋喃	-17	煤油	$30 \sim 70$

石油醚、乙醚、二硫化碳、丙酮和苯等是在实验室中常用而又特别易燃(低闪点)的溶剂。在使用易燃液体时须远离火源、热源、电源。

(3) 易燃固体。在常温下以固态形式存在,燃点较低,遇火受热、撞击、摩擦或接触氧化剂能引起燃烧的物质,称易燃固体。可分为无机物和有机物两大类,无机物类如红磷、硫黄、三硫化二磷、镁粉和铅粉等;有机物类如硝化纤维、樟脑等。

(4) 自燃物质有白磷等。

(5) 遇水燃烧的物品有 K, Na, CaC_2 等。

2. 易爆化学药品

H_2 , C_2H_2 , CS_2 和乙醚及汽油的蒸气与空气或 O_2 混合,皆可因火花导致爆炸。单独存在可爆炸的有:硝酸铵、雷酸汞、三硝基甲苯、硝化纤维、苦味酸等。混合后可发生爆炸的有: C_2H_5OH 加浓 HNO_3 ; $KMnO_4$ 加甘油; $KMnO_4$ 加 S; HNO_3 加 Mg 和 HI; NH_4NO_3 加锌粉和水滴;硝酸盐加 $SnCl_2$; 过氧化物加 Al 和 H_2O ; S 加 HgO ; Na 或 K 加 H_2O 等。

强氧化剂与还原剂接触,极易引起爆炸,故在使用氧化剂如 $KClO_3$, HNO_3 , $HClO_4$ 和 H_2O_2 等时必须注意。

3. 有毒化学药品

(1) 有毒气体: Br_2 , Cl_2 , F_2 , HBr , HCl , HF , SO_2 , H_2S , COCl_2 , NH_3 , NO_2 , PH_3 , HCN , CO , O_3 , BF_3 和汞蒸气等(均具有窒息性或刺激性)。

(2) 强酸和强碱均会刺激皮肤,有腐蚀作用,会造成化学烧伤。强酸、强碱可烧伤眼睛角膜,其中强碱烧伤后 5 min,可使角膜完全毁坏。 HF , PCl_3 , CCl_3COOH 等也有强腐蚀性。

(3) 高毒性固体:无机氰化物、氯化汞、砷酸汞等可溶性汞化合物、三氧化二砷、有机砷化物、有机磷化物、有机氟化物、有机硼化物、五氧化二钒、铊盐、铍及其化合物等。

(4) 有毒溶剂:苯、甲苯、苯酚、甲醇、乙醚、氯仿、苯胺、硫酸二甲酯和芳香硝基化合物等有机溶剂。

(5) 致癌物质。①有机致癌物有内酯类(如 β -丙烯内酯,丙烷磺内酯和 α,β -不饱和六环丙酯类);烯化环氧化物(如 1,2,3,4-丁二烯环氧化物);亚胶类;硫酸类酯;芥子气和氮芥等;活性卤代烃类(如双氯甲醚、苄基氯、甲基碘和二甲氨基甲酰氯);多环或杂环芳烃[如苯并(α)苊、苯并(α)蒽、3-甲基胆蒽、二苯并(d,h)蒽等];单环芳香胺(如邻甲苯胺、邻茴香胺);双环或多环芳香胺(如 2-萘胺、联苯胺等);喹啉(如苯并(g)喹啉等);硝基呋喃;偶氮化合物(如二甲氨基偶氮苯等);二甲肼;甲醛和乙醛;氨基甲酸酯类中的乙酯、丙酯和丁酯;卤代烃中的氯乙烯等。黄曲霉毒素 B1 是已知最强烈的致癌物之一。一些毒菌的产物,如环孢素 A、阿霉素、道诺霉素、更生霉素也是前致癌物。烟草即使未经燃烧和热解也会含有亚硝基去甲烟碱等致癌物。烟草的烟气中更含有多种致癌物,如多环芳烃、杂环化合物、酚类衍生物等致癌物,这就是提倡戒烟的原因之一。嚼食烟叶和使用鼻烟时所含的亚硝胺能诱发口腔癌和上呼吸道癌。槟榔中的槟榔碱可形成亚硝胺,口嚼槟榔使口腔癌和上消化道发病率 and 死亡率增高。②无机致癌物有钴、镭、氡,可能由于其放射性而致癌。镍、铬、铅、铍及其某些盐类均可在一定条件下致癌,其中镍和钛的致癌性最强。

(6) 具有长期积累效应的毒物:苯;铅化合物,特别是有机铅化合物;汞、二价汞盐和液态的有机汞化合物等。

(三) 试剂和药品的使用规则

1. 试剂的使用规则

1.1 化学试剂的规格

根据药品中杂质含量的多少,我国把化学试剂分为 4 个等级(见表 1.1.2)。

表 1.1.2 化学试剂的等级标准*

试剂的级别	优级纯 (一级)	分析纯 (二级)	化学纯 (三级)	实验试剂 (四级)
缩写	GR	AR	CP	LR
标签颜色	绿色	红色	蓝色	棕色或黄色
用途	纯度最高,又称为保证试剂,适用于精密的分析工作和科学研究	适用于重要的分析实验、科学研究和教学工作	适用于一般的分析研究及教学实验工作	适用于一般的化学实验及教学

* 根据 1974 年全国化学试剂工作会议决定,通用试剂按用途分为 2 个级别,即分析纯和化学纯,取消优级纯和实验试剂等级。

除上述四种级别的试剂外,还有适合某一方面需要的特殊规格试剂,如基准试剂,缩写为PT,专门作为基准物用,可直接配制标准溶液;光谱纯试剂(SP);生化试剂(BC)和色谱试剂等。另外还有工业生产中大量使用的化学工业品(一级品、二级品)以及可供食用的食品级产品等。

各种级别的试剂因纯度不同价格相差很大,所以使用时,在满足实验要求的前提下,应考虑节约的原则,选用适当规格的试剂。

1.2 试剂的存放

固体试剂一般存放在广口瓶内;液体试剂则存放在细口的试剂瓶或带有滴管的滴瓶内;见光易分解的试剂应装在棕色的试剂瓶内;对于见光易分解的 H_2O_2 应盛放在不透明的塑料瓶中,放置于阴凉处;盛强碱性试剂及 Na_2SiO_3 溶液的瓶塞应换成橡皮塞;易腐蚀玻璃的试剂(如氟化物等)应保存在塑料瓶中;遇水发生剧烈反应的钾、钠等应放在盛有煤油的试剂瓶中。

对于易燃、易爆、强腐蚀性、强氧化剂及剧毒药品的存放应特别注意,一般需要分类单独存放,如强氧化剂要与还原剂、易燃物、可燃物隔开存放。低沸点的易燃液体要在阴凉通风的地方存放,并与其他可燃物和易发生火花的器物隔离放置,更要远离明火。闪点在 -4°C 以下的液体(如石油醚、苯、乙酸乙酯、丙酮、乙醚等)理想的存放温度为 $-4\sim 4^\circ\text{C}$ 。

每一个试剂瓶均应贴上标签,标明试剂的名称、纯度、浓度和配制日期等。

1.3 试剂的取用

取用试剂时,应遵守如下规则:

(1) 取用试剂前,要核对标签,确认无误后才能取用;不能用手直接接触试剂;不要把鼻孔凑到容器口上去闻药品(特别是气体)的气味;不得尝试任何药品的味道。

(2) 试剂用量应按照实验中的规定确定。如没有具体指明用量,一般应按最少量取用;仅说明“少许”,则固体用豌豆大小,液体用 $3\sim 5$ 滴即可。

(3) 要用洁净的药匙取用固体试剂;试剂取出后应立即盖紧瓶塞。已装入容器中的试剂,不能再倒回原瓶,可放在指定的容器中。

(4) 取用一定质量的固体试剂时,应把固体放在称量纸或表面皿上称量。具有腐蚀性或易潮解的固体必须放在称量瓶中称量。

(5) 往试管(特别是湿的试管)中加入粉末状固体试剂时,可用药匙或将取出的药品放在对折的纸条上,伸进平放的试管中约 $2/3$ 处,然后直立试管,使试剂放入试管底部(图 1.1.1)。



图 1.1.1 粉末固体取法

(6) 从试剂瓶中取用液体试剂时,用倾注法(图 1.1.2)。先将瓶塞仰放在桌面上,左手拿住容器(如试管、量筒等),右手把试剂瓶上贴标签的一面握在手中,试剂瓶口紧贴试管口,逐渐倾斜瓶子,让试剂沿着洁净的试管壁流入试管;往大口容器、容量瓶、漏斗里倾注液体时,借助洁净的玻璃棒,玻璃棒紧贴接受容器内壁(如烧杯),使试剂沿着玻璃棒注入烧杯中。取出所需量试剂后,应将试剂瓶口在试管口上或玻璃棒上靠一下,再逐渐竖起试剂瓶,以免遗留在瓶口的液滴流

到试剂瓶的外壁。

注意

悬空而倒和瓶塞底部与桌面接触都是错误的(图 1.1.3);倒完试剂后,瓶塞应盖在原来的试剂瓶上,把试剂瓶放回原处,并使瓶上的标签朝外。

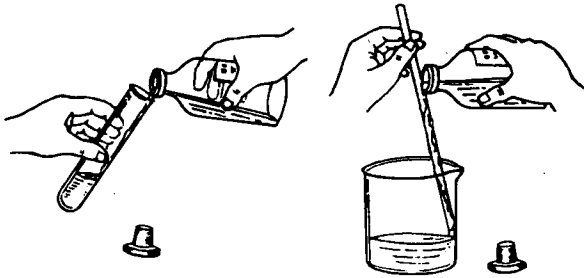


图 1.1.2 倾注法

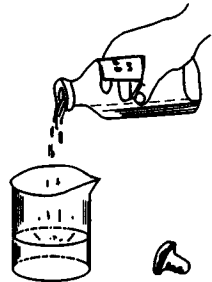


图 1.1.3 悬空而倒,塞底沾桌

(7) 从滴瓶取用少量试剂时,应提起滴管,使滴管口离开液面,用手指紧捏滴管上部的乳胶头,以赶出滴管中的空气;然后把滴管伸入试剂瓶中,放松手指,吸入试剂;再提起滴管,放在试管口或烧杯的上方将试剂逐滴滴入。滴加试剂时,必须用左手垂直地拿持试管,右手持滴管乳胶头(图 1.1.4)。

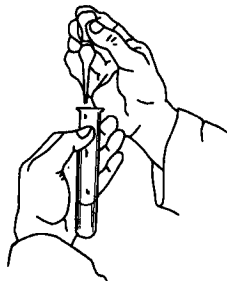
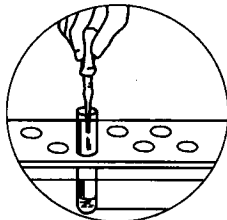


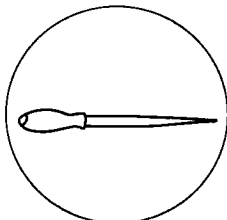
图 1.1.4 滴加试剂

使用滴管时,必须注意下列各点:

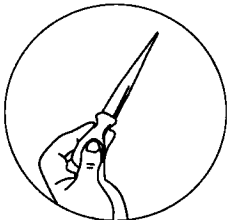
- ① 滴加试剂时绝对禁止将滴管伸入试管中(图 1.1.5 a)。
- ② 滴瓶上的滴管只能专用。使用后,应将滴管放回原来的滴瓶中,不得乱放,以免沾污滴管(图 1.1.5 b)。



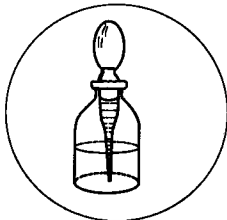
a. 滴管伸入试管



b. 滴管放在桌上



c. 滴管盛液倒置



d. 滴管充有试液放置

图 1.1.5 滴管的错误操作

③ 滴管吸取试剂后,应保持乳胶头向上,不能平放或斜放,以防滴管中的试液流入腐蚀乳胶头,沾污试剂(图 1.1.5 c)。

④ 滴加完毕后,应将滴管内剩下的试剂排空后再放入滴瓶中,滴管在放置不用时不要充有试剂(图 1.1.5 d)。

需定量取用液体试剂时,可用量筒(图 1.1.6)或移液管。

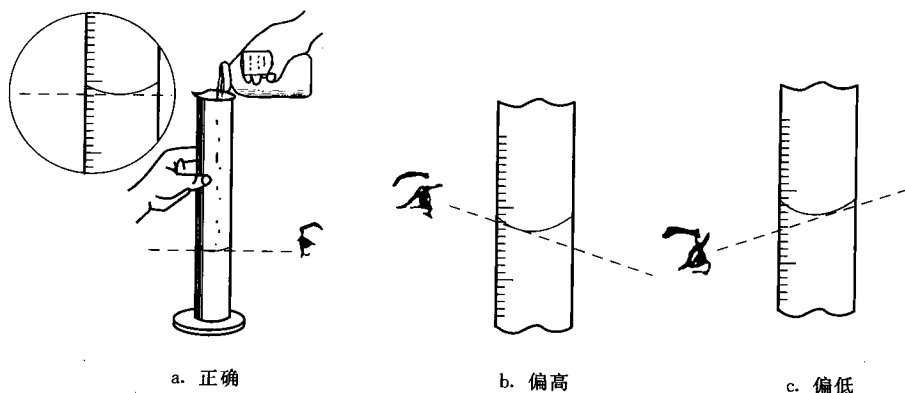


图 1.1.6 量取液体试剂

2. 易燃、易爆和腐蚀性药品的使用规则

(1) 绝不允许把各种化学药品任意混合,以免发生意外事故。

(2) 使用氢气时,要严禁烟火;点燃氢气前,必须检查氢气的纯度;进行有大量氢气产生的实验时,应把废气通至室外,并需注意室内的通风。

(3) 可燃性试剂均不能用明火加热,必须用水浴、油浴、沙浴或可调电压的电热套加热。使用和处理可燃性试剂时,必须在没有火源而且通风的实验室中进行,试剂用毕要立即盖紧瓶塞。

(4) 钾、钠和白磷等暴露在空气中易燃烧,所以钾、钠应保存在煤油中,白磷则可保存在水中。取用它们时要用镊子。

(5) 取用酸、碱等腐蚀性试剂时,应特别小心,不要洒出。废酸应倒入废酸缸,但不要往废酸缸中倾倒碱液,以免因酸碱中和放出大量的热而发生危险。浓氨水具有强烈的刺激性,一旦吸入较多氨气,可导致昏倒;若氨水溅入眼内,严重时可能造成失明。所以,在热天取用浓氨水时,最好先用冷水浸泡氨水瓶使其降温后再开盖取用。

(6) 对某些强氧化剂(如 KClO_3 , KNO_3 , KMnO_4 等)或其混合物,不能研磨,否则将引起爆炸;银氨溶液不能留存,因其久置后会变成 Ag_3N 而容易发生爆炸。

3. 有毒、有害药品的使用规则

(1) 有毒药品(如铅盐、砷的化合物、汞的化合物、氰化物和重铬酸钾等)不得进入口内或接触伤口,也不能随便倒入下水道。

(2) 金属汞易挥发,并通过呼吸道而进入人体内,会逐渐积累造成慢性中毒,所以取用时要特别小心,不得把汞洒落在桌上或地上。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫黄粉盖在洒落汞的地方,使汞转变成不挥发的 HgS ,然后清除掉。

(3) 制备和使用具有刺激性、恶臭和有害的气体(如 H_2S , Cl_2 , COCl_2 , CO , SO_2 , Br_2 等)及加