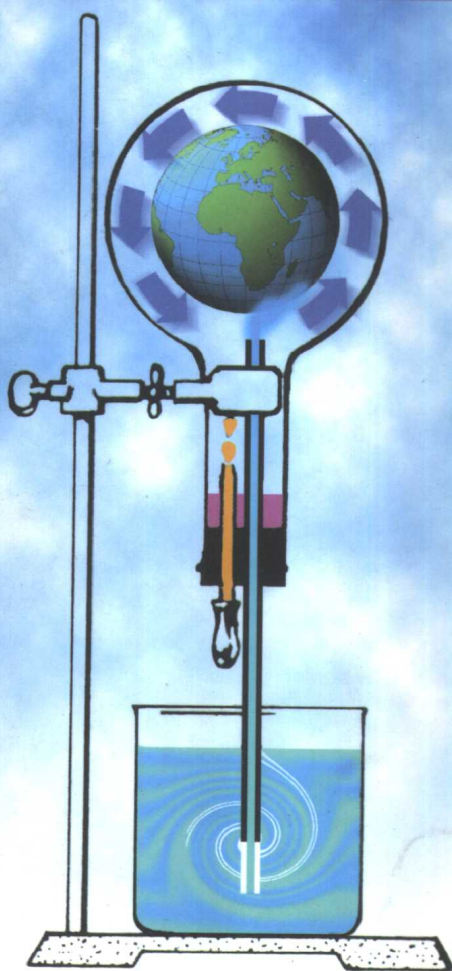


高等学校教材

通用化学实验技术

宋光泉 主编

上册



广东高等教育出版社

广东省高等学校“九五”规划重点教材

通用化学实验技术

上 册

宋光泉 主编

广东高等教育出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

通用化学实验技术 上册/宋光泉主编. —广州: 广东高等教育出版社, 1998.9

广东省高等学校“九五”规划重点教材

ISBN 7-5361-2144-X

I. 通… II. 宋… III. 化学-实验-高等学校-教材
IV. O6-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 26759 号

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市广州大道北广州体育学院 20 栋

邮政编码: 510076 发行科电话: 83792953

广东省茂名广发印刷有限公司

787×1092 16 开本 13.5 印张 346 千字

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~5 600 册

定价: 18.00 元

主 编 宋光泉 (仲恺农业技术学院)
副主编 刘展眉 (仲恺农业技术学院)
张淑琼 (广西大学)
余荣阵 (广东高等教育出版社)

编著者 (以姓氏笔画为序)

刘展眉 (仲恺农业技术学院)
宋光泉 (仲恺农业技术学院)
余荣阵 (广东高等教育出版社)
陈海德 (仲恺农业技术学院)
张淑琼 (广西大学)
陈 睿 (仲恺农业技术学院)
周家容 (仲恺农业技术学院)
林海琳 (仲恺农业技术学院)
谢天俊 (广西大学)
蒋林斌 (广西大学)

主 审 杨燕生 (中山大学)
肖畴开 (仲恺农业技术学院)

序

由宋光泉先生主编的《通用化学实验技术》，是在新形势下供多种类型学校使用的通用教材，其指导思想符合形势要求，教材系统性强，内容先进，方法新颖，值得推广采用。

过去，化学实验教材是随着化学学科的发展而产生的，由此形成了原有教材的系统性。时至今日，在市场经济条件下，要求培养大量通识型人才；同时，在我国科技赶超国际水平的情况下，要求读者吸取百科之长，根据任务需要，进一步实现学科的综合与交叉，更有效地为国民经济服务。为此，主编人提出了新的体系。它具有下列特点：

一、考虑新时代的需要，系统性地选择了化学中 90 个有代表性的实验，相应于 9 大类实验技术。读者掌握了这 9 大类技术，就能掌握系统地分析和解决化学问题的基本方法和技能。

二、在教学内容上，重视采用先进技术。为加强综合性实验的整体性，采用了计算机模拟仿真等，为教育领域中的 Virtual Reality（虚实）教育提供了基础。

三、在方法上，采用新颖的教学方法与管理方法，以加强教学效果。

与以前的同类教材比较，本教材更新的幅度较大，在出版前已受到各界关注。我建议在发行新教材的同时，要附有征询意见的表格，博取众长，以便在再版时更加完善。

张 懋 森

1998 年 6 月于中国科技大学

前 言

自本世纪初以来,随着科学技术的飞速发展,化学与其他学科间的相互交叉与渗透日益加强,使得化学分支学科越来越多。无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、胶体化学及仪器分析等,相继成为高等院校的必修课。作为各化学分支所依附的实验也就应运而生。由于各分支化学实验追求的是自身的完美,突出的是个性的发展,因此,难以顾及横向综合。这种分割式的实验课程体系,不仅在内容上导致重复或脱节,而且化学实验的系统性差,大大削弱了化学实验作为一门学科的整体效应,既不适应市场经济条件下通识型人才的培养与教育,也不适应自然科学走向高度综合的发展态势。因此,我们在吸收北京大学、中山医科大学、河北农业大学等院校实验课程体系改革经验的基础上,结合编著者多年来的教学实践与体会,编写了《通用化学实验技术》一书。

为面向 21 世纪,编著者在编写过程中,力求使本书具有以下特色:

1. 系统性

本教材按由浅入深、由简到繁、循序渐进的规律,以操作技能的系统训练为主线,分 5 大部分介绍了通用化学实验基础、通用化学常规实验技术、基础仪器分析技术、通用化学综合应用实验技术及计算机在化学实验中的应用,并以 90 个代表性、实用性较强的实验为基础,贯穿于灯的使用和简单玻璃工技术、物质的分离与提纯技术、物质理化性质的检验技术、滴定分析技术、重(质)量分析技术、物质的合成技术、基础仪器分析技术、综合应用实验技术及计算机模拟化学实验技术等 9 大技术之中。通过本教材的学习,可对化学实验的基本知识和技能有一个较为全面和系统的了解,同时对如何从事科学研究,获取试验数据有一个较为清晰的轮廓。可以说,掌握了上述 9 大实验技术,就掌握了分析和解决化学问题的基本方法和技能。

2. 先进性

现代自然科学发展的一大特征就是从高度分化走向高度综合。高度分化是科学技术高度发展的结果,高度综合是学科相互渗透成为一个有机整体的必然趋势。本教材顺应历史的发展,将传统的无机化学实验、有机化学实验、分析化学实验、仪器分析实验、物理化学及胶体化学实验有机地融为一体,并增加了辐射面宽、知识容量大、实用性及可操作性强的综合实验,介绍了具有启发性和代表性的计算机模拟实验,增强了化学实验的整体感,从而构建了化学实验的新体系。

此外,随着计算机三维图像技术、综合运用模拟仿真技术、机器人传感技术、通信及显示技术等高新技术的蓬勃兴起和其应用领域的不断拓展,为化学实验向“虚实”(Virtual Reality)教育过渡提供了条件。因此,本教材引进了计算机在化学实验中的应用,为化学实验从模拟型 CAI (Computer Assisted Instrution) 向“虚实”

教育迈进提供了信息或素材。

3. 新颖性

本教材的新颖性在于：①按实验技术的共性划分和选编实验，增加了化学实验的系统性；②增补了应用性强且具有可研究性的大综合实验内容；③介绍了计算机模拟化学实验的现状和发展趋势，为模拟型 CAI 的软件开发和应用打下基础；④实验部分的版面留有适当的空白，可供实验预习和记录用，有利于教材与实验预习和实验记录集于一体，便于原始记录的查找，增强了本书的实用性，提高了本书的收藏价值。

当然，使用本教材时也会碰到一些新的问题和挑战：综合实验的设置，给实验室管理带来了新的课题；教材自成体系，难以兼顾与相关理论课完全同步，等等。

值得庆幸的是，本书被列入了广东省高等学校“九五”规划重点教材，得到了广东省教育厅和仲恺农业技术学院的立项资助。同时，在本书的编写过程中，得到了仲恺农业技术学院教务处谢荣章、潘兆平、廖益、陈文冠、张志宇和凌志华先生，中国科技大学张懋森教授，南开大学林少凡教授和郑吉民副教授，北京大学华彤文教授，清华大学周广业副教授，浙江农业大学叶孟兆教授，华中农业大学严煤副教授，华南农业大学李江中和何庭玉副教授等的大力支持和帮助。尤其不能忘记的是，本书还融进了仲恺农业技术学院卢婉贞副院长及负责本书电脑绘图与排版工作的林波和周善海先生的智慧和汗水。在此谨向他们表示衷心感谢。

为确保本书的质量，本书初稿于 1995 年 12 月在广州召开的审稿会上进行了认真的审议。根据审议意见，经编著者反复修改和补充之后，送中山大学博士生导师杨燕生教授、仲恺农业技术学院肖畴阡副教授进行了审阅修改。其中关于计算机在化学实验中的应用部分，还承蒙中国科技大学博士生导师张懋森教授审定。

限于编著者水平，对于书中不妥和错误之处，敬请读者在书后的读者意见卡中指正。

宋 光 泉

1998 年 6 月 8 日



《通用化学实验技术》

读者意见卡

敬爱的读者：

您好！

在 21 世纪即将来临之际，我国的经济体制已从计划经济步入了市场经济的轨道，而高等教育开始告别专才教育模式，正在向素质教育推进。在这种特殊的背景下，为适应新时期的要求和迎接知识经济时代的到来，编著者构建了化学实验新体系——《通用化学实验技术》。因为该书从内容到形式都有一些新的尝试，故恳请读者提出宝贵意见，以利再版时完善。不论是批评还是建议，我们都会函复致谢！

宋光泉

电话：020-84420715-271

邮编：510225

地址：广州市纺织路东沙

街 24 号 仲恺农业

技术学院基础部



一、请您在您认可的栏内画圈：

印装质量	好	一般	差

编校质量	好	一般	差

编排格式	好	一般	差

绘图质量	好	一般	差

术语、量与单位、公式及其他	规范	较规范	不规范

实验体系的整体感和系统性	好	一般	差

实验选材	好	一般	差

对提高操作技能	好	一般	差

使用价值 参考价值	高	一般	无

与其他相关教材比较	先进	新颖	差

二、您选做了哪些实验？哪些实验可以删去？

选做的实验序号																			
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

可以删去的实验序号																			
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

三、本书存在哪些错漏或欠妥之处？您对完善本书及新的实验体系有何建议？

- _____；
- _____；
- _____；
- _____；
- _____。

读者姓名 _____ 职业或职称 _____ 邮编 _____
电 话 _____ 单位和地址 _____

目 录

第一部分 通用化学实验基础

一、化学实验的一般知识	3
(一) 实验课学生守则	3
(二) 危险品的分类	3
(三) 试剂和药品的使用规则	4
(四) 意外事故的预防和处理	7
二、常用简单仪器简介	10
三、玻璃仪器的洗涤和干燥	24
(一) 玻璃仪器的洗涤	24
(二) 玻璃仪器的干燥	25
四、样品分析的一般程序和方法	26
(一) 采样	26
(二) 样品的预处理	27
(三) 样品分析	28
(四) 结果报告	30
五、实验记录与实验报告	31
(一) 实验记录	31
(二) 实验报告	32

第二部分 通用化学常规实验技术

一、灯的使用和简单的玻璃工技术	35
实验 1 灯的构造和使用	35
实验 2 玻璃管和玻璃棒的简单加工	40
二、物质的分离与提纯技术	44
(一) 结晶与重结晶技术	44
实验 3 粗硫酸铜的提纯	49
实验 4 粗食盐的提纯	50
(二) 蒸馏与分馏技术	52
实验 5 乙醇的蒸馏与沸点的测定	58
实验 6 苯甲醛的水蒸气蒸馏	59
实验 7 苯甲醛的减压蒸馏	60
(三) 萃取技术	61
实验 8 从乙酸的水溶液中萃取乙酸	63

(四) 升华技术	63
实验 9 硫的升华	65
(五) 色谱分离技术	65
实验 10 叶绿素的柱色谱分离	72
实验 11 氨基酸的纸色谱	73
实验 12 有机磷农药的薄层色谱	74
(六) 天然产物的分离与提纯综合实验技术	75
实验 13 从茶叶中提取咖啡碱	76
实验 14 从烟叶中提取烟碱	77
实验 15 从黑胡椒中提取胡椒碱	79
实验 16 从果皮中提取果胶	80
实验 17 从牛奶中分离干酪素和乳糖	81
实验 18 从花生中提取油脂	82
实验 19 从红辣椒中分离红色素	84
三、物质理化性质的检验技术	86
(一) 物质的定性鉴定技术	86
实验 20 常见离子的鉴定	87
实验 21 化学反应速度和化学平衡	93
实验 22 电离和电离平衡	96
实验 23 氧化还原反应	101
实验 24 配合物的生成、性质和应用	104
实验 25 胶体的制备及性质	106
实验 26 烃、卤代烃、醇和酚、羧酸和取代酸的性质鉴定	109
实验 27 胺、酰胺、碳水化合物、氨基酸和蛋白质的性质鉴定	113
(二) 物质物理性质的测定技术	118
实验 28 凝固点下降法测定萘的摩尔质量	118
实验 29 氯化铵生成焓的测定	121
实验 30 化学反应速度与活化能的测定	124
实验 31 H_2O_2 分解反应速率常数的测定	127
实验 32 活性炭比表面的测定	130
实验 33 溶液表面张力的测定	133
实验 34 熔点的测定	136
实验 35 离子交换法测定 PbCl_2 的溶度积	139
四、滴定分析技术	143
(一) 分析天平的操作技术	143
实验 36 分析天平简介和称量练习	148
(二) 滴定分析量器的操作技术	155
实验 37 滴定分析量器的操作练习	160
(三) 滴定分析的应用	161
实验 38 酸碱溶液的标定和比较滴定	161

实验 39	食醋总酸量的测定——酸碱滴定法	164
实验 40	铵盐中氮的测定——甲醛法	165
实验 41	酱油中氨基酸总量的测定——甲醛法	166
实验 42	水中钙、镁含量的测定——配位滴定法	167
实验 43	可溶性氯化物中氯含量的测定——Mohr 法	170
实验 44	维生素 C 含量的测定——直接碘量法	172
实验 45	胆矾中铜的测定——间接碘量法	174
实验 46	H_2O_2 含量的测定—— KMnO_4 法	175
实验 47	亚铁盐中铁含量的测定—— $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 法	177
实验 48	Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合碱的测定——双指示剂法	178
实验 49	稻米中蛋白质含量的测定——凯氏 (Micro-Kjeldahl) 定氮法	180
五、重 (质) 量分析技术		183
实验 50	土壤中硫酸根的测定	183
实验 51	风干植物样品水分的测定	185
六、物质的合成技术		187
实验 52	硫酸亚铁铵的制备	187
实验 53	明矾 $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 的制备	189
实验 54	乙酰苯胺的合成	190
实验 55	肉桂酸的合成	191
实验 56	1-溴丁烷的合成	193
实验 57	乙酸异戊酯 (香蕉油) 的合成	195
实验 58	苯甲酸的合成	196
实验 59	阿斯匹林 (aspirin) 的合成	197
实验 60	人造纤维——尼龙 (nylon) 的合成	198



通用化学实验基础

本部分较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；常用简单仪器简介；玻璃仪器的洗涤和干燥；样品分析的一般程序和方法；实验记录与实验报告等。要学好通用化学实验技术，打好上述化学实验基础是十分必要的。

一、化学实验的一般知识

(一) 实验课学生守则

- (1) 上实验课前, 必须预习实验指导书, 了解实验的目的、原理、步骤和注意事项。
- (2) 实验前必须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, 必须认真地按照实验方法和步骤进行, 仔细观察实验现象, 积极思考, 做好原始数据的记录。
- (4) 保持实验室安静、清洁和整齐。火柴梗、废纸屑、残渣等固体废物应丢入废物桶内, 废液应倒在指定的废液缸中, 严禁倒入水槽内, 以防水槽和水管堵塞或腐蚀。
- (5) 要爱护国家财物, 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不得带离实验室。
- (6) 实验完毕, 必须将玻璃仪器洗涤干净, 放回原处; 整理好其他实验仪器, 搞好实验台面和周边的清洁卫生; 关好水龙头、电源和门窗。得到指导教师允许后, 方可离开实验室。
- (7) 禁止穿拖鞋、背心进入实验室, 树立良好的风气和秩序。

(二) 危险品的分类

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 3 大类。

1. 易燃化学药品

(1) 可燃气体有 NH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, Cl_2 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$, C_2H_2 , H_2 , H_2S , CH_4 , CH_3Cl , O_2 , SO_2 和煤气等。

(2) 易燃液体可分为一级、二级、三级。一级易燃液体有丙酮、乙醚、汽油、环氧丙烷、环氧乙烷等; 二级易燃液体有甲醇、乙醇、吡啶、甲苯、二甲苯、正丙醇、异丙醇、二氯乙烯、二氯乙烷、丙酸乙酯、乙酸戊酯等; 三级易燃液体有柴油、煤油、松节油等。

(3) 易燃固体可分为无机物和有机物 2 大类, 无机物类如红磷、硫磺、 P_2S_5 、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。

(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。

混合发生爆炸的有: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 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。

氧化剂与有机物接触，极易引起爆炸，故在使用 HNO_3 ， HClO_4 ， H_2O_2 等时必须注意。

3. 有毒化学药品

(1) 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 和 BF_3 等均为有毒气体，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_5 ， CCl_3COOH 等也有强腐蚀性。

(3) 高毒性固体有：无机氰化物、 As_2O_3 等砷化物、 HgCl_2 等可溶性汞化合物、铊盐、 Se 及其化合物和 V_2O_5 等。

(4) 有毒有机物有：苯、甲醇、 CS_2 等有机溶剂；芳香硝基化合物、苯酚、硫酸二甲酯、苯胺及其衍生物等。

(5) 已知的危险致癌物质有：联苯胺及其衍生物、 β -萘胺、二甲氨基偶氮苯、 α -萘胺等芳胺及其衍生物； N -四甲基- N -亚硝基苯胺、 N -亚硝基二甲胺、 N -甲基- N -亚硝基脒、 N -亚硝基氢化吡啶等 N -亚硝基化合物；双(氯甲基)醚、氯甲基甲醚、碘甲烷、 β -羟基丙酸丙酯等烷基化试剂；苯并[α]芘、二苯并[c, g]呋唑、二苯并[d, h]蒽、7, 12-二甲基苯并[α]蒽等稠环芳烃；硫代乙酰胺硫脲等含硫化合物；石棉粉尘等。

(6) 具有长期积累效应的毒物有：苯；铅化合物，特别是有机铅化合物；汞、2 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

固体试剂应装在广口瓶内；液体试剂则应盛在细口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。每一试剂瓶上应贴有标签，标明试剂的名称、浓度和纯度。

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 1.1.1）^①，使用时，应按照实验的具体要求选用试剂。

表 1.1.1 化学试剂的等级标准

等 级	优 级 纯 (guarantee reagents)	分 析 纯 (analytical reagents)	化 学 纯 (chemical pure)	实 验 试 剂 (laboratory reagents)
缩 写	G.R.	A.R.	C.P.	L.R.
瓶签颜色	绿 色	红 色	蓝 色	黄 色
用 途	纯度最高，适用于精密的分析工作和科学研究	纯度略差，适用于重要的分析实验和科学研究	适用于一般的化学制备及化学教学实验	适用于一般的化学制备和要求不高的实验

^①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。

另外,取用试剂和药品时,应遵守如下规则:

(1)不能用手直接接触试剂。

(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,仅说明“少许”,则固体用豌豆大小,液体用3滴~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,不能倒回原瓶,可放在教师指定的容器中。

(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)。

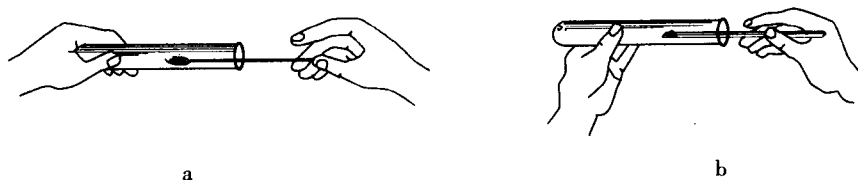


图 1.1.1 粉末固体取法

a. 用药匙(容器要干燥); b. 用纸槽

(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,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;或借助洁净的玻璃棒,试剂瓶口紧贴玻璃棒,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。

(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)。

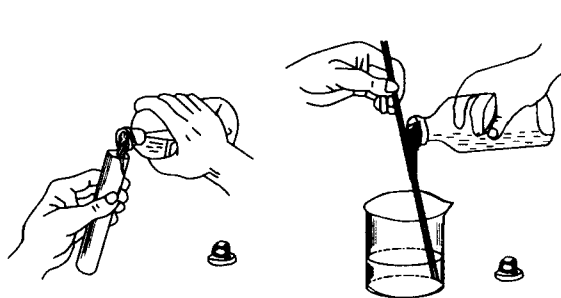


图 1.1.2 倾注法

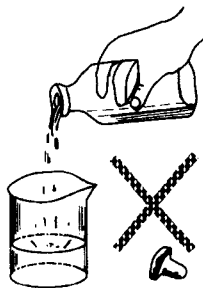


图 1.1.3 悬空而倒,
塞底沾桌

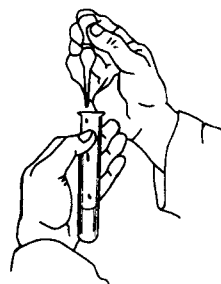


图 1.1.4 滴加试剂

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)。

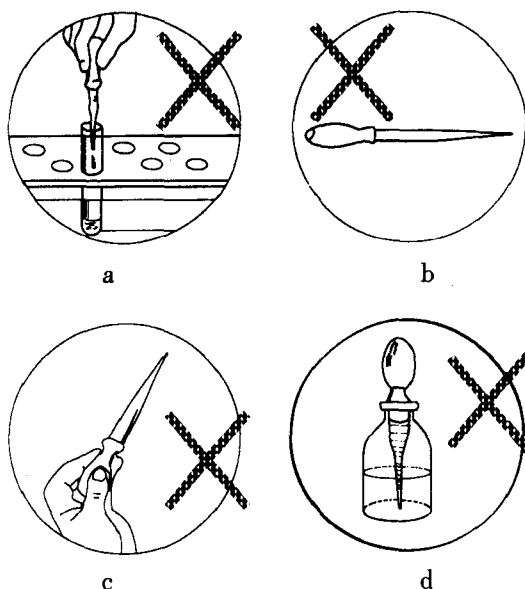


图 1.1.5 滴管的错误操作

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

2) 滴瓶上的滴管只能专用，不能搞乱。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)。

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。

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。

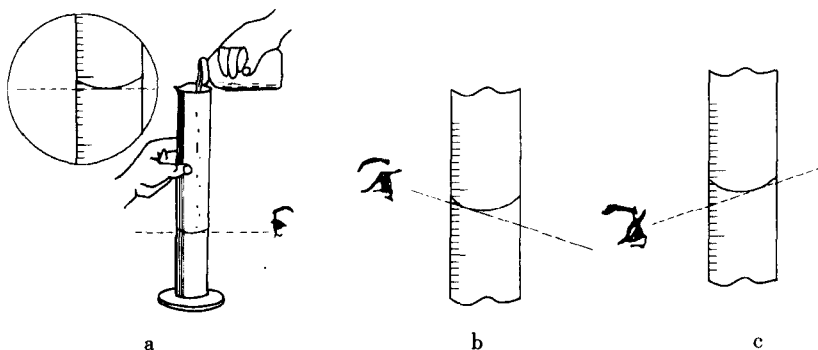


图 1.1.6 量取液体试剂

a. 正确；b. 偏高；c. 偏低

(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。