



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学化学基础实验

(第二版)

浙江大学化学系 组编
郭伟强 主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学化学基础实验

(第二版)

浙江大学化学系 组编

郭伟强 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书几乎涵盖了大学化学基础实验教学的内容,涉及无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验等课程(不含物理化学实验和仪器分析实验),内容包括需要掌握的基本实验技能、各种实验方法,并提供了必要的基本参数和背景知识。

本书结构体系新颖,主要读者对象为高等院校材料、化工、医学、药学、环境、农学等近化学专业本科生。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学基础实验/郭伟强主编. —2 版. —北京:科学出版社,2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-03-023752-1

I. 大… II. 郭… 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(2008)第 204922 号

责任编辑:丁 里 王志欣 刘俊来 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 7 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010 年 1 月第 二 版 印张:25 1/4

2010 年 1 月第五次印刷 字数:492 000

印数:12 001—16 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书第一版自 2005 年出版以来已经使用了 4 年,受到了使用单位的欢迎和好评,已被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。根据使用学校的反馈信息及相关专家的宝贵意见,并根据学科发展和教学的需求,在保持第一版基本格局的前提下,对教材进行了修改和增删,主要的修订内容如下:

(1) 考虑到近年来各高校的实验室硬件(尤其是大型分析测试仪器)建设有了很大的改善,学生人均设备拥有率有了很大提高,本次修订强化了涉及分析测试仪器使用的实验内容,增加了气相色谱和液相色谱实验的教学内容,也增加了有机合成后的产品鉴定内容。鉴于各校购置设备时有不同的考虑,书中没有标明所用设备的型号。

(2) 学科发展引发不少新的研究热点,为此增加了一些新的实验内容。“纳米碳酸钙的制备及若干性能测定”可以让学生对纳米材料的制备及性能测试有较为深入的了解,而“室内空气中 TVOC 的测定”涉及家庭装修后的检测和公共场所空气中的有害物质的监测,可以让学生对生活和工作场所的空气质量问题及气体样品分析方法有进一步的认识。同时,考虑到第一版中无机化合物制备的实验相对较少,本次修订增加了这部分的内容。

(3) 第一版中有一些相近的实验,如乙酸乙酯和乙酸丁酯等羧酸酯的制备、二茂铁和乙酰二茂铁的合成等。由于它们的原理相通,处理方法相近,分而论之略显累赘,因此将这些实验合并,统一讲述原理,分别介绍实验步骤,便于各院校自由选取,也希望借此培养学生举一反三的能力。

(4) 为保持篇幅适中,在增加新实验的同时删去一些原有的实验。例如,实验“抗癌药去斑螫素的合成”耗时太长,基础实验课时一般无法保证,虽然很有特色,也只好忍痛删去。

(5) 此外,本次修订重新审定了全部实验,调整了部分实验的归类,将一些内容较多、耗时较长的实验划入“综合能力训练”,而将较为成熟的内容归入基本实验中。同时也修正了第一版中的不当之处。

本次修订由郭伟强任主编,全书共收录 75 个实验。除第一版的相关作者外,曾秀琼、方卫民等也参与了本次修订。

此次修订仍会有不尽如人意之处,恳请读者批评指正,我们将不胜感激。

编者

2009 年 8 月于求是园

第一版前言

“大学化学基础实验”课程是综合性大学为近化学类学生开设的实验教学课程,内容涵盖了材料、化工、医学、药学、环境、农学等专业化学基础实验教学所需的内容,涉及以往的无机化学实验、分析化学实验、无机及分析化学实验、仪器分析实验、有机化学实验、物理化学实验等诸多实验课程,并与无机化学、分析化学(包括仪器分析)、有机化学、物理化学这四门化学基础主干课程相衔接。内容包括需要了解的基本实验操作要求、需要掌握的基本实验技能、需要学会的各种实验方法,并提供必要的基本参数和背景知识。

对于近化学类的学生而言,化学实验技能的培养是十分重要的;同样,操作技能的熟练与否将影响学生今后的工作与科研,因而我们在本教材编排中十分注意对学生实验技能的训练与培养。在第一章绪论中介绍了化学实验的基础知识;第二章介绍了化学实验的各种基本操作和常用实验仪器使用的方法,希望通过这一部分内容学习能有助于学生实验技能的提高;紧接着的第三章编排了认识物质性质和变化规律的实验,包括一些化学常数的简单测定方法。由于本书面对的是近化学类不同专业的诸多学生,在随后的三章中我们精选了 82 个实验,包括必须掌握的基本实验操作实验(或称经典实验)和体现农、医、材料、环境等不同专业特色的“专业”实验,以及提高实验技能的综合性实验,部分实验有多种合成或检测的方法,供大家选择。第四章安排的是各种类型样品的分离、提纯、分析的方法;第五章实验的训练旨在让同学们能够掌握各类物质的合成方法,学会物质表征的基本处理模式;第六章的综合能力训练则希望有助于深化化学实验的内涵,了解化学实质的相互关联。附录列出了部分常用实验参数、本教材中部分合成或提取产物的红外光谱图和核磁共振谱图,以及部分试剂的提纯方法。

参加本书编写的有郭伟强教授、陈恒武教授、张仕勇教授、李秀玲副教授、赵华绒副教授、郑豪副教授、张培敏副教授、章小波副教授、谭桂娥副教授和傅春玲副教授(排名不分先后)。全书由郭伟强主编。在本书的筹划过程中,陈恒武教授提供了很多有益的建议。

由于编者的水平和经验有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评、指正。在此谨表真诚的谢意。

编 者

2005 年 5 月于杭州

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 大学化学实验的目的、要求和注意事项	1
第二节 化学实验室的安全、救护和“三废”处理	2
第三节 化学试剂的规格、存放和取用	6
第四节 常用实验器皿及洗涤和干燥	10
第五节 实验误差、数据处理和实验报告	16
第二章 化学实验基本操作	26
第一节 天平、量器及其使用	26
第二节 实验样品的制备	37
第三节 样品的干燥方法	38
第四节 加热方法	43
第五节 冷却方法	46
第六节 沉淀的过滤与洗涤	47
第七节 结晶与重结晶	50
第八节 蒸馏方法	51
第九节 升华方法	58
第十节 搅拌方法	59
第十一节 抽真空方法	61
第十二节 萃取操作	63
第十三节 色谱分析法	67
第十四节 物理常数的测定	76
第十五节 常用实验仪器	85
第三章 物质基本性质	101
实验 1 电解质溶液与胶体的性质	101
实验 2 氧化还原反应和电化学	104
实验 3 配合物的生成和性质	108
实验 4 常见阴、阳离子的分离鉴定	112
实验 5 有机化合物的基本化学性质	120

实验 6	天然有机化合物的化学性质	126
实验 7	乙酸解离度及解离常数的测定	130
实验 8	磺基水杨酸合铁配合物的组成及稳定常数的测定	134
实验 9	硫酸钙溶度积常数的测定	137
实验 10	$\text{KI} + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{KI}_3$ 反应平衡常数的测定	140
实验 11	化学反应速率和活化能的测定	143
实验 12	量气法测定锌铝合金组成	148
实验 13	阿伏伽德罗常量的测定	150
实验 14	糖类水溶液的旋光度测定	152
第四章 物质的分离、提纯和分析		155
实验 15	滴定分析的基本操作练习	155
实验 16	氮肥中氮含量的测定(甲醛法)	159
实验 17	双指示剂法在混合碱测定中的应用	161
实验 18	铅、铋混合液中铅铋含量的连续测定	163
实验 19	复方氢氧化铝药片中铝、镁含量的测定	165
实验 20	天然水硬度的测定和软化处理	168
实验 21	消毒液中过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)	171
实验 22	注射液中葡萄糖含量的测定	174
实验 23	水体中化学耗氧量(COD)的测定	176
实验 24	土壤中硫酸根离子含量的测定	180
实验 25	氯化物中氯离子含量的测定	183
实验 26	邻二氮菲分光光度法测定铁的含量	188
实验 27	药物中有效成分的分光光度法同时测定	190
实验 28	蛋白质类样品的紫外分光光度法测定	196
实验 29	盐酸环丙沙星药片中的盐酸环丙沙星的非水滴定和紫外光度 法测定	198
实验 30	离子选择性电极测定样品中的氟含量	204
实验 31	茶叶中部分有效成分的提取和检测	208
实验 32	菠菜色素的提取和色谱分离	212
实验 33	植物中精油的提取和鉴定	214
实验 34	薄层色谱法分离偶氮苯和苏丹Ⅲ	216
实验 35	光化异构化和顺、反偶氮苯的鉴定	218
实验 36	柱色谱法分离甲基橙和亚甲基蓝	219
实验 37	氨基酸的纸上层析	221
实验 38	气相色谱填充柱的制备	223

实验 39 苯系物含量的气相色谱法测定	226
实验 40 稠环芳烃的高效液相色谱法分析及柱效能评价	228
第五章 物质的制备及表征	232
实验 41 硫酸亚铁铵的制备及质量鉴定	232
实验 42 碳酸钠的制备(常规法和微波法)	234
实验 43 过碳酸钠($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$)的制备及产品质量检验	237
实验 44 氯化亚铜的制备与性质	241
实验 45 正丁醚的合成	243
实验 46 1-溴丁烷的合成	245
实验 47 环己烯的合成	247
实验 48 羧酸酯类化合物的合成	249
实验 49 绿色合成化学	258
实验 50 植物生长调节剂中间体——对氯苯氧乙酸的合成	263
实验 51 肉桂酸的制备	266
实验 52 解热镇痛药乙酰苯胺的制备	269
实验 53 酸碱指示剂甲基橙的合成	273
实验 54 三苯甲醇的合成	274
实验 55 二苯甲醇的制备	278
实验 56 食品抗氧化剂 TBHQ 的制备	280
实验 57 食品防腐剂苯甲酸的制备	281
实验 58 安息香的辅酶合成	284
实验 59 苯频哪醇的光化学法合成	287
实验 60 二苄叉丙酮的制备(微型实验)	289
实验 61 固体酒精的制备	290
实验 62 107 胶的制备	292
第六章 综合能力训练	296
实验 63 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及配合物组成、电荷测定	296
实验 64 $\text{cis-K}[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的合成与组成分析	302
实验 65 纳米碳酸钙的制备及若干性能测定	306
实验 66 硫酸四氨合铜的制备及表征	310
实验 67 两种氯化钴氨同分异构体的合成与组分分析	313
实验 68 铁矿中铁含量的测定及含铬废水的处理(无汞测铁法)	315
实验 69 水泥熟料中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO 含量的测定	319
实验 70 普通电镀液中主要成分的分析	324
实验 71 二茂铁及其衍生物的合成	327

实验 72	镇痛药加合百服宁的成分的色谱分离与结构鉴定	332
实验 73	新鲜蔬菜中 β -胡萝卜素的提取、分离和测定	335
实验 74	解热止痛药阿司匹林的合成、水解反应与含量测定	337
实验 75	室内空气中 TVOC 的测定	342
参考文献		345
附录		346
附录一	元素的相关参数	346
附录二	部分化学物质的相对分子质量	351
附录三	数理统计数据表	354
附录四	常用酸碱在水中的解离常数	355
附录五	常用酸碱溶液的相对密度和浓度(20℃)	357
附录六	常用试剂的基本性质	359
附录七	不同温度下水的基本参数	362
附录八	部分有机化合物的红外光谱与核磁共振谱	364
附录九	主要化合物的基本性质	379
附录十	常用试剂的提纯方法	384

第一章 绪 论

第一节 大学化学实验的目的、要求和注意事项

在已经进入 21 世纪的今天,化学为广大的科学工作者提供了认识物质、使用物质,进而利用自然造福人类的思想武器。大学化学实验是一门从实验中认识化学,进而认识自然科学的重要课程,对一个科学工作者而言,实验技术是十分重要的。通过本课程的学习,培养出符合新世纪发展需要的、具有扎实的“五基”(基础理论、基础知识、基本技能、基本思维、基本能力)“四能”(能发现问题、能提出问题、能分析问题、能解决问题)并具有相应创新能力的新一代大学生,使大家在未来的工作中能利用化学的观念启迪自己的创新思维,提高自己的创新能力,并希望大家达到以下目的:

(1) 培养严谨的科学态度和实事求是、一丝不苟的科学作风,提高观察能力和动手能力,培养起科学工作者应有的基本素质。

(2) 正确、熟练地掌握大学化学实验的基本操作技能,充实实验基本知识,学习并掌握一些典型的制备和表征方法,掌握常用的分离、提纯和分析的方法,学会正确、合理地选择实验条件和实验仪器的能力。做到一般的问题能自己解决,复杂的问题知道找谁解决。

(3) 加深对大学化学基本理论的理解,确立准确的“量”的概念,了解并掌握影响实验结果的关键环节,正确掌握实验数据的处理方法。

(4) 通过所设置的相关实验,训练和考察理论联系实际及独立发现问题、提出问题,进而分析与解决问题的能力。

(5) 养成良好的学习习惯,为后续课程的学习打下良好的基础。

为达到上述教学目的,特提出以下要求:

(1) 认真做好课前预习。认真阅读有关实验教材,理解实验原理,熟悉实验步骤,明确实验顺序和注意事项,并在专用的实验记录本上做好预习报告,做到不预习不进实验室。

(2) 在实验过程中认真进行每一步操作,积极思考每一实验步骤的目的和作用,实事求是地描述所观察到的实验现象,严谨地记录实验数据。所有原始实验数据都必须记录在预习本上,不得随意涂改。

(3) 严格遵守操作规程及应注意的各项细节,在使用性能不熟悉的仪器和试剂以前,应该查阅有关书籍、资料或请教实验指导教师及相关人员,以免发生意外

事故。

(4) 要树立绿色化学的概念。在保证实验准确度要求的前提下,尽量降低化学物质(尤其是有毒有害试剂及洗液、洗衣粉等)的消耗和排放。注意节约实验室的所有资源(如试剂、滤纸、蒸馏水等),在取用试剂前要核对标签,以免造成浪费和实验失败。

(5) 实验结束后,仔细核对所得结果和相关数据,及时洗涤和清理所用的实验仪器与器皿,关闭电源、水阀和气路。按要求及时整理、计算和分析实验数据,重视对实验经验、教训的总结,并按时交出实验报告。

实验室与其他学习场所不同,要求大家注意以下事项:

(1) 自觉遵守实验室的各项规章制度。

(2) 按操作要求正确使用各种仪器设备,发现故障及时报告指导教师。如有损坏,需按相关程序处理。

(3) 为保证试剂的质量,取用药品的用具应保持清洁和干燥。除标准缓冲溶液外,已取出的试剂绝不能再放回原容器内。所有化学试剂取用后应随即盖上盖子,以免张冠李戴而污染试剂。

(4) 经常保持实验室内的清洁和安静,实验台面上保持整洁,仪器摆放有序,操作有条有理,离开实验室时将所有废弃物分类放入相应的容器内,并将实验室打扫干净。

(5) 每个实验人员都必须知道实验室内电闸、水阀和煤气阀的位置,实验完毕离开实验室时应将这些阀、闸关闭。要知道洗眼器和冲淋设备的位置和使用方法,在发生事故时可在第一时间迅速处理。

(6) 爱护仪器,节约试剂和水、电等。

(7) 所有实验室的物品不能私自、随意带离。

(8) 为安全起见,化学实验室内不得穿拖鞋、裙子与短袖衣服,有机合成实验时尽量戴上防护镜。

本课程内容涵盖无机化学、分析化学、有机化学三门化学基础主干课程的实验知识,包括需要了解的基本实验操作要求、需要掌握的基本实验技能、需要学会的各种实验方法。通过本课程的学习,同学们不仅可以掌握化学实验的基本要点和实验方法,了解许多与日常生活密切相关的科学知识,从中体会到实验的乐趣,更重要的是可以学习科学研究的方法,了解化学对于人类和社会进步的重大推动作用,树立献身事业、科技强国的信心。

第二节 化学实验室的安全、救护和“三废”处理

由于化学实验室的特殊性,存放和使用着多种易燃、易爆或有毒的化学药品,

为确保实验能顺利进行,保障实验人员安全,所有进入实验室的操作人员必须了解并遵守实验室的安全守则,了解一些实验室救护的基础知识,懂得常见事故的简单处理,养成良好的环保意识和习惯。

一、化学试剂的安全使用

(1) 使用 CCl_4 、乙醚、苯等有毒或易燃有机溶剂时要远离火源和热源,敞口操作,并在通风橱中进行。试剂用后及时加盖,置于阴凉处存放。低沸点、低闪点的有机溶剂不得在明火或电炉上加热,可用水浴、油浴或可调压电热套加热。用过的溶剂不可随意倒入水槽中排放,应回收集中处理。

(2) 加热和浓缩液体时,试管口要朝向无人处。会产生刺激性或有毒气体的实验应在通风橱内进行。嗅刺激性气体时不能直接凑近容器口,应用手将气流扇向自己的鼻孔。

(3) 使用浓酸、浓碱等强腐蚀性试剂时要小心,以免溅在皮肤、衣服和鞋袜上,一旦溅上应立即用水冲洗、擦净。如果溅入眼中应迅速用洗眼器冲洗。如果溅在身上的化学品较多,需立即进行冲淋。

(4) 稀释浓硫酸时应将浓硫酸在不断搅拌中沿玻璃棒缓缓注入水中,绝不能将水倒入浓硫酸中,以免迸溅。

(5) 使用 HF 、 HCl 、 HNO_3 、 HClO_4 、 H_2SO_4 等试剂溶解样品,以及用挥发性大的有机溶剂溶解或萃取样品时,应在通风橱中进行操作。尤其是使用 HClO_4 时,千万不能将其与有机化合物共同加热,否则将发生严重事故。

(6) 使用汞盐、氰化物、砷盐等有毒试剂时应特别小心,用过的废物不可乱扔、乱倒,应及时回收或进行特殊处理。严禁在酸性介质中加入氰化物。少量洒到实验台上的汞滴应及时用硫粉覆盖,收集后集中处理。

(7) 实验室内禁止饮食、吸烟,切勿以实验器皿代替水杯、餐具等使用,防止化学试剂入口。实验结束后要洗手,如曾使用过有毒药品,还应漱口。

(8) 保持水槽的清洁和通畅,切勿将固体物品投入水槽中。废纸和废屑应投入废纸箱内,废液应小心倒入废液缸中集中收集和处理,切勿随意倒入水槽中,以免腐蚀下水道及污染环境。使用过的钠丝尤其要小心,需集中处理。

(9) 使用高压气体钢瓶的主要危险是可能发生爆炸和泄露,因而必须严格按照操作规程进行操作。钢瓶应存放在阴凉干燥的地方,远离热源,最好能存放于单独的小屋中,用导管将气体引入实验室。高压钢瓶的种类可由其颜色加以辨认,见表 1.1。

表 1.1 高压气体钢瓶的标示

气体名称	瓶体颜色	字 样	字样颜色	横条颜色
氧气	天蓝	氧	黑	
氢气	深绿	氢	红	
氮气	黑	氮	黄	棕
二氧化碳	黑	二氧化碳	黄	
压缩空气	黑	压缩空气	白	
硫化氢	白	硫化氢	红	红
二氧化硫	黑	二氧化硫	白	黄
石油气	灰	石油气体	红	
纯氩气	灰	纯氩	绿	
乙炔	白	乙炔	红	

(10) 如果在实验过程中发生着火,应尽快切断电源或燃气源,并选择合适的灭火器材扑灭。如果着火面积较大,在尽力扑救的同时向“119”报警。

(11) 注意用电安全,湿手不要接触电器插头。

二、实验室事故的处理

在实验室因各种原因发生事故后应镇静,立即采取相应的有效措施处理。

1. 酸(碱)腐蚀

当腐蚀性强的酸(碱)溅到身上时,首先用大量水冲洗,然后视情况处理:强酸用饱和 NaHCO_3 溶液(或稀氨水、肥皂水等)冲洗,强碱则用 1% 柠檬酸或硼酸溶液中和,最后用清水冲洗,涂上凡士林。若是氢氟酸,则应在用水冲洗后再以稀 Na_2CO_3 溶液中和,然后浸泡在冷的饱和硫酸镁溶液中半小时,最后再敷以特制药膏(20%硫酸镁-18%甘油-1.2%盐酸普鲁卡因-水)。

若酸(碱)溅入眼内,应立即用大量水冲洗(可用自来水),然后再分别用稀的碳酸氢钠溶液或硼酸饱和溶液冲洗,最后滴入蓖麻油(注意:蓖麻油有较大毒性,不可食用!)

2. 毒物入口

在进行有毒物质的实验时最好戴口罩。万一不慎进入口内时,首先应用大量水漱口,再饮用大量清水后用手指伸入咽喉部,促使呕吐(若是腐蚀剂中毒则不宜采用此法,可服用牛奶、蛋清或植物油等),然后立即送医院治疗。

若吸入 Br_2 、 Cl_2 或 HCl 等刺激性或有毒气体时,可吸入少量乙醇和乙醚的混

合蒸气以解毒。若是吸入 H_2S 或 CO 气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

3. 触电

遇到触电事件发生,首先要拉开电闸切断电源,并尽快地用绝缘物(干燥的木棒、竹竿等)将触电者与电源隔离,必要时进行人工呼吸并迅速送医院救治。

4. 外伤

若是受利器割伤,应先将伤口中的异物取出,轻伤者可用酒精消毒后贴上创可贴;伤口较大或伤势较重的则在用酒精清洗消毒后,用纱布按住伤口,压迫止血,并立即送医院治疗。

若是被火、高温物体或开水灼烫,不要用冷水冲洗或浸泡。若伤处皮肤未破,可涂擦饱和 NaHCO_3 溶液、凡士林或烫伤药膏。若烫伤严重,应立即送医院治疗。

5. 起火

有机化合物着火应立即用湿布或砂扑灭,火势太大则应选择合适的灭火器扑灭。电器设备起火,应先切断电源,再用灭火器扑灭。常用灭火器的适用范围见表 1.2。

表 1.2 实验室常用灭火器及其适用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
酸碱式灭火器	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类和电器失火的一般初起火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	油类起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	电器设备、小范围油类及忌水化学物品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	电器设备、小范围汽油丙酮等失火,不能用于活泼金属钾、钠的失火(否则会因强烈分解发生爆炸)
干粉灭火器	NaHCO_3 、硬脂酸铝、云母粉、滑石粉等	油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾
1211 灭火器	CF_2ClBr 液化气体	特别适用于油类、有机溶剂、精密仪器、高压设备的失火

化学实验室的废水、废液和固体废弃物种类多,直接排放到室外必将造成环境污染,威胁人们的身体健康。例如,铅、汞等重金属及其化合物进入人体后因不易分解和排出,长期积累会引起胃痛、皮下出血、肾功能损伤等,严重时将有生命危

险;有毒及刺激性气体吸入将强烈刺激呼吸道,溶入血液后将造成严重的后果;长期接触苯系物、氯仿和二氯乙烷等有机溶剂将引起白血病或再生障碍性贫血等严重疾病;多环芳烃则将诱发多种癌症。在崇尚“绿色”的 21 世纪,必须重视、关注废弃物的处理。

对于有害气体通常可采用液体或固体吸收法处理,其中以溶液吸收法成本最低,操作也简便,被广泛使用于含 SO_2 、 NO_x 、 HF 、 HCl 、 Cl_2 、 NH_3 及多种有机蒸气的处理。固体吸收法则是用固体吸附剂将污染物分离,一般用于净化中低浓度的污染物质。常用的吸附剂有活性炭、硅胶、分子筛等。

废水处理一般有中和法(除去水中的酸碱物质)、萃取法(在处理污染物的同时还有回收利用的功效)、化学沉淀法(可除去大量的重金属离子、碱土金属离子及一些非金属元素,若能对沉淀作进一步处理将可提取、回收一些有用组分)、氧化还原法(可用于除去许多有害有机化合物)等。

在不具备独立处理的条件时,应将废水废液集中,交专门的处理机构处理。

第三节 化学试剂的规格、存放和取用

世界各国对化学试剂的分类和分级的标准不尽一致,都有自己国家、行业及学会的标准。国际标准化组织(ISO)近年来已经陆续颁布了多种化学试剂的国际标准,国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)将化学标准物质分为五级,其中 C 级和 D 级为滴定分析标准试剂, E 级为一般试剂。我国化学试剂标准有国家标准(GB)和企业标准(QB)等。

一、常用试剂的规格

我国的化学试剂一般可分为四个等级,其规格和适用范围见表 1.3。

表 1.3 我国的化学试剂规格及适用范围

等级	名称	英文名称	符号	适用范围	标签标志
一级品	优级纯 (保证试剂)	guarantee reagent	G. R.	纯度很高,适用于精密分析工作和科研工作	绿色
二级品	分析纯 (分析试剂)	analytical reagent	A. R.	纯度仅次于 G. R. 级,适用于多数分析工作和科研工作	红色
三级品	化学纯	chemical reagent	C. P.	适用于一般分析工作	蓝色
四级品	生物试剂	biological reagent	B. R.		黄色或其他色

还有一些特殊用途的高纯试剂,如色谱纯试剂(在色谱仪最高灵敏度进样分析时无杂质峰)和光谱纯试剂(以光谱分析时出现的干扰谱线的数目和强度大小来衡量)。要注意的是光谱纯的试剂不一定是化学分析的基准试剂,而基准试剂的纯度要相当于或高于保证试剂,主要用作滴定分析的基准物或直接配制标准溶液。

此外,化学试剂中的指示剂,其纯度往往不太明确。生物化学中使用的特殊试剂纯度的表示方法与化学试剂也有不同,如蛋白质类试剂的纯度常以含量表示,而酶试剂则以酶的活力来表示。

在化学实验中所选试剂的级别并非越高越好,要和所用的方法、实验用水、操作器皿的等级相适应。在通常情况下,常规的合成实验可选用化学纯或工业级的试剂;分析实验中所用的一般溶液可选用 A. R. 级试剂,并用蒸馏水或去离子水配制。在某些要求较高的工作(如痕量分析)中,若试剂选用 G. R. 级,则不宜使用普通蒸馏水或去离子水,而应选用二次重蒸水,所用器皿在使用过程中均不应有物质溶出。在特殊情况下,当市售试剂的纯度不能满足要求时,可考虑自己动手精制(部分试剂的提纯方法见附录十)。

二、试剂的保管

由于试剂种类繁多,性质各异,有些试剂会因保管不当而变质失效,严重的会使实验失败,甚至发生事故,因此化学试剂的保管十分重要。固体试剂应装在广口瓶内,液体试剂盛放在细口瓶或滴瓶内,见光易分解的试剂装在棕色瓶内。盛碱液的试剂瓶要用橡皮塞。具体的保管方法需视情况而定,一般应注意如下几点:

(1) 剧毒药品,如氰化物和含砷、汞的化合物及氢氟酸等,要有严格的领用登记制度。

(2) 见光易分解及易被空气氧化的试剂,如 H_2O_2 、 AgNO_3 和 SnCl_2 、 FeSO_4 等,要以棕色瓶存放,并置冷暗处。

(3) 吸水性强的试剂,如无水碳酸钠、过氧化钠等应严格密封保存于干燥器中。

(4) 易腐蚀玻璃的试剂,如 NaOH 、 HF 等要用塑料瓶存放。

(5) 易相互反应的试剂,如氧化剂和还原剂要分开存放。

(6) 易挥发的试剂,如有机溶剂等要存放在有通风设备的专用试剂柜中。

三、取用试剂应注意的事项

所有试剂瓶都应有标签,标明试剂的名称、规格及配制日期。无标签的试剂在未确定物种和规格前不能取用。

瓶盖(塞)取下后应顶部朝下放在干净的桌面上,否则将在盖上盖子时将杂质带入试剂瓶。取用后,所有试剂的瓶和盖子要对号入座,以免交叉沾污。

除校验 pH 计的标准缓冲溶液外,任何取出试剂瓶的试剂均不得再放回原瓶内。

1. 液体试剂的取用

(1) 从滴瓶中取液体试剂时,必须注意保持滴管垂直,避免倾斜,尤忌倒立,以防试剂流入橡皮头内弄脏试剂。滴加试剂时,应在容器口上方将试剂滴入,滴管尖端不可接触容器内壁。不得把滴管放在原滴瓶以外的任何地方,以免沾污,如图 1.1(a)所示。

(2) 用倾注法取液体试剂时,将瓶盖倒放在桌上,右手握住瓶子,使试剂标签朝上(或两侧),以瓶口靠住容器壁,缓缓倾出所需液体,让液体沿着容器壁往下流。若所用容器为烧杯,则可用玻璃棒引流。取用试剂后,随即盖上瓶盖,如图 1.1(b)所示。

(3) 加入反应器内所有液体的总量不得超过总容量的 $\frac{2}{3}$,如用试管不能超过总容量的 $\frac{1}{2}$ 。

(4) 有多支移液管同时使用时,移液管和试剂瓶要一一对应,不得混淆,更不能用同一根移液管不加洗涤而取用其他溶液。

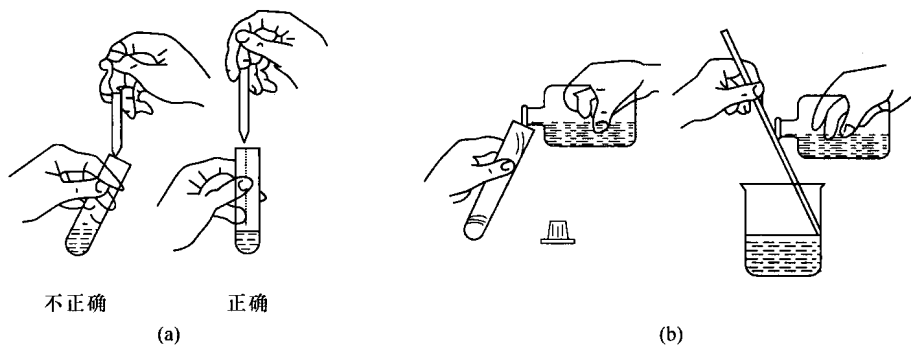


图 1.1 取用液体试样的方法

2. 固体试剂的取用

固体试剂要用干净的药匙取用。常用的药匙两端有大小,取较少量试剂时宜用小匙。取用前应先用水纸将药匙擦拭干净,取用试剂后,一定要将试剂瓶塞盖严并放回原处,最后将药匙洗净并擦干。