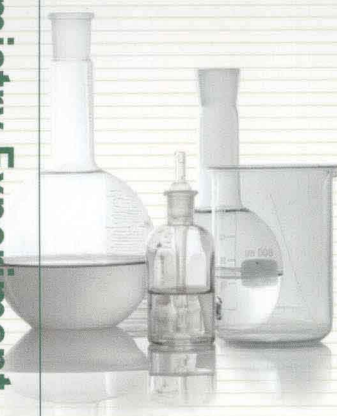


► 高等农科院校化学实验绿色化教材

基础 化学实验

Basic Chemistry Experiment

杜光明
主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

高等农科院校化学实验绿色化教材

基础化学实验

杜光明 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是相关学科基础化学实验教学体系的组成部分,以绿色化学理念为指导思想,着眼于从污染物源头入手,对实验项目进行了精心选择与改进,尤其将废弃物处理作为必做的实验内容,并给出了详细的方法步骤,成为本书的特色。本基础化学实验包含了无机化学、分析化学、有机化学等课程实验的整合内容,重视学生对化学实验总体知识与基本操作的掌握,通过对重点基本操作、小型仪器的使用、性质实验、定量分析、合成与制备、综合性设计实验等部分循序渐进的安排,力求培养学生的综合实验能力和求真务实、精益求精的科学精神。

本书可作为高等院校大农科各专业及其他生物类学科专业的本科基础化学实验教材,也可作为化学、化工、材料、轻工等专业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/杜光明主编. —北京:中国农业大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5655-0792-2

I. ①基… II. ①杜… III. ①化学实验-高等学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 175603 号

书 名 基础化学实验

作 者 杜光明 主编

策划编辑 赵 中

责任编辑 田树君

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 9.5 印张 230 千字

定 价 19.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 杜光明

副 主 编 陈燕勤 张玉英

参编人员 沙尼亚·阿合买提 王 谨 张 玲 吴国莲
王 俊 岳 峻 热依木 帕提古丽·阿木都力
买迪尼也提·巴斯提 王晶晶 李 君
毛丽哈·艾合买提

前 言

我们十余年基础化学实验课程体系改革和教研及本教材的创新和探索是在农科化学实验多年经验积累的基础上进行的。尤其是原八一农学院(现新疆农业大学)一代代化学教育工作者几十年的不断耕耘才有了现在教改实践的丰沃土壤。

在新技术、新理念不断涌现的今天,化学处于中心学科的地位,对农口各学科来说更是如此。同时,化学又是一门典型的以实验为基础的学科。但化学实验教学以往的内容、思维方式、技术手段等已不能适应新的形势。在课程体系改革以前,我们的化学实验教学都是依附于课堂理论教学而开设的。传统的无机化学、有机化学、分析化学等课堂教学体系的条块划分在一定程度上影响了学生对化学实验应有的总体认识和循序渐进、连贯的学习过程,不利于学生综合素质和能力的培养,甚至造成一些教师对实验课也不够重视。现在,课程体系改革后的农科基础化学课程大都把实验化学单独设课,与无机及分析、有机化学一起作为三门必修的基础化学课程。实验化学,又称基础化学实验,既有相对的独立性,又与其他化学课堂教学过程适当配合。它的考核由原先的定性考查变为严格的考试。

在实验内容上,删除了一部分简单重复的实验,注重综合性实验的开发,削减了一些单纯验证性而实验教育意义不大的实验,有意识地增加新技术、新仪器的应用。

随着可持续发展观念和环保绿色理念的影响深入人心,化学实验的绿色理念应运而生。化学实验的无害化、微型化不仅关系到绿色校园的建设,更涉及学生综合素质的培养,日益受到社会的广泛关注。过去大部分实验在这方面意识的体现均很薄弱,如药品使用剂量大、有害药剂多、随意排放三废、不注意安全防护、一些实验危险性大等。编者经过几年有意识的改进,也借鉴了一些其他院校的经验,将这方面的积累与其他改进编著成本书。这也成为本教材最为突出的特色,主要表现在以下几个方面:

(1)从实验项目选择上做文章,致力于从源头制止污染,而不是污染后的再治理。删除需用到 H_2S (电解质溶液实验)、 As_2O_3 (胶体实验)等剧毒药剂的实验项目,对用到金属钠等危险物品的实验项目也予以取消,另外一些大量消耗甲醛(铵盐中含氮量的测定)、氟化钠(CuSO_4 中铜的测定)、甲苯、苯胺(萃取实验)等有毒、有害试剂的实验也进行了更换。增加了电导滴定、香料制备等与农科专业实际结合紧密、学生感兴趣的实验。

(2)改进了一些项目。如纸色谱实验的展开剂、显色剂经大量预备实验研究,换成了自行设计的无害化溶剂,同时实验效果也明显提高(其他:测沸点的苯换成了无害化溶剂乙醇;将溶度积测定中的重金属盐类 PbCl_2 换成无害的 CaSO_4 ;乙酰苯胺的制备实验共进行了3次大的改进,从毒性大、加热时间长、效果差的分馏法到常温法,再到半封闭的装置,最后改为半微量的均相反应,大大降低了毒害程度,反应现象也愈加明显)。

(3)对于有机物性质实验中,将相同类型的实验合并,这样就可删去一部分现象不明显、有害物质较多的实验。

(4)对于必须开设的含污染物的实验采取了以下两种办法并行的手段:

①通过反复验证,将用量减到尽可能低的程度,很多实验用量减半,不仅降低污染,还节约了药品。

②给出回收处理方法,提出在教材中将废弃物的处理作为必做的实验步骤之一。切实让学生动手去做,感受到环保教育,而不是像过去只在实验教材的基本知识和附注中提到(那样实际效果很难保证,等于把有害物处理这样一个严肃且令教师都头痛的重要步骤放任自流,没有引导和约束,学生是不会重视的,更无从下手)。所以说,从某种意义上说,这是在现有条件下绿色化学实验教材一次全新的尝试。目前国内在这方面还鲜有实践,更缺乏成果。

在倡导绿色化学、增强学生环保意识的指导思想下,要着眼于实验教学的整个体系,从源头入手,保证实验效果的同时,在实验项目选择、教材编写、实验准备、实验报告、指导授课、实验考核等各环节强调环保意识,体现绿色化学理念和农科特色,才能收到实效。

再者,从实验准备上也要给予密切配合;实验课教师的观念必须进行转变,从无所谓到主动重视环保,并将这种意识传输给学生。

我们的努力只是抛砖引玉,农科及相关各专业的同学们,希望大家在接受了大学里绿色化学的熏陶后,在实践中能成为维护安全和环保的尖兵。

本教材得到新疆农业大学教务处的的大力支持。在此向关心和帮助此书编写的化工学院各位教师和学生及相关学院部分教师致谢! 特别感谢促成本教材出版的新疆农业大学教材科伯力海提·斯马义老师、原化工学院院长李华教授、化工学院现任院长遆晓南教授。

书中错误和可改进之处,欢迎各位教师和学生批评指正。

编者
2013年2月

化学实验室学生守则

1. 化学实验课规则。

(1) 实验前认真预习,明确实验目的,了解实验原理,熟悉实验内容、方法和步骤。

(2) 严格遵守实验室的规章制度。听从教师的指导。实验中要保持安静,有条不紊。保持实验室的整洁。不得浪费蒸馏水。

(3) 实验中要严格按照规范操作,以防出现事故,仔细观察,认真思考,如实记录。

(4) 爱护仪器,节约水、电、煤气和试剂药品。精密仪器使用后要在登记本上记录使用情况,并经教师检查认可。

(5) 废纸、火柴梗、碎玻璃和各种废液倒入废物桶或其他规定的回收容器中,严禁弃入水槽。

(6) 损坏仪器应填写仪器破损单,按规定进行赔偿。

(7) 发生意外事故应保持镇静,立即报告教师,及时处理。

(8) 实验完毕,整理好仪器、药品和台面,清扫实验室,关好煤气、水、电、门和窗。

(9) 根据原始记录,独立完成实验报告。

2. 实验安全规范(特别提醒:灭火器等消防设施是特殊时间的生命保障,不要随意开启,除扑救火灾外任何人不准动用,否则属损毁消防设施的违法行为,将追究法律责任)。

进行化学实验会接触许多化学试剂和仪器,其中包括一些有毒、易燃、易爆、有腐蚀性的试剂以及玻璃器皿、电气设备、加压和真空器具等。如不按照使用规则进行操作就可能发生中毒、火灾、爆炸、触电或仪器设备损坏等事故。为了实现预期的教学目标而又不造成国家财产的损失和人身健康的损害,进行化学实验必须严格执行必要的安全规则。

(1) 实验中严禁打闹、喧哗。

(2) 一切有毒或有刺激性气体的实验都应在通风橱内进行。

(3) 绝对不允许任意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿溅在皮肤或衣服上,眼睛更应注意。稀释它们时(特别是浓硫酸),应将它们慢慢倒入水中,同时搅拌,而不能相反进行,以避免迸溅。

(5) 有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物、氟化物,特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口,剩余的废液也不能随便倒入下水道,应回收处理。

(6) 加热试管时,不要将管口对着自己或别人,更不能俯视正在加热的液体,以免液体溅出而烫伤。

(7) 将玻璃管、温度计、漏斗等插入橡皮塞(或软木塞)时,应涂以水或甘油等润滑剂,并用布垫好,以防玻璃管破碎刺伤。操作时应手持塞子的侧面,切勿将塞子握在掌中。

(8) 严禁任何物料入口,实验室内不得吸烟、饮食,离开实验室前应先洗手;若使用有毒物,还应漱口。

(9) 水、电和酒精灯等一经使用完毕就应立即关闭。

(10) 实验室所有药品不得携出室外,用剩的药品应交还给教师。

目 录

第一篇 绪 论

一、基础化学实验对农科学生综合素质培养的作用	1
二、基础化学实验的学习方法和要求	1
三、实验室的安全指南与环保知识	3
四、实验记录与数据处理	9

第二篇 基础知识及基本操作

一、常用仪器简介	16
二、玻璃仪器的洗涤与干燥	20
三、化学试剂与实验用水	22
四、加热与冷却操作	25
五、滴定分析操作与称量练习	29

第三篇 实验项目

第一部分 基本操作	38
实验一 基本操作训练	38
实验二 中和热的测定	39
实验三 化学反应速率和活化能	42
实验四 硫酸钙溶度积常数的测定——离子交换法	46
实验五 熔点的测定	50
实验六 蒸馏及沸点的测定——乙酸异戊酯的提纯	52
实验七 萃取及氨基酸的纸色谱	58
第二部分 小型仪器在常数测定中的应用	61
实验八 醋酸电离度及电离常数的测定	61
实验九 电导分析	66
实验十 物质折光率的测定	69
实验十一 物质旋光度的测定	74
第三部分 性质与原理实验	77
实验十二 电解质的性质与胶体的制备和稳定性	77
实验十三 氧化还原反应与电化学	82
实验十四 配合物的形成与性质	86
实验十五 有机物性质实验(一)	89

实验十六 有机物性质实验(二)	93
第四部分 定量分析	96
实验十七 酸碱比较滴定及食醋中总酸量的测定	96
实验十八 混合碱的分析	100
实验十九 亚铁盐中铁含量的测定	103
实验二十 水硬度的测定(及蛋壳中钙镁含量的测定)	104
实验二十一 漂白粉中有效氯的测定——间接碘量法	107
实验二十二 邻二氮菲分光光度法测定铁	109
实验二十三 磷钼蓝分光光度法测磷含量	112
第五部分 制备实验	115
实验二十四 氯化钠的精制	115
实验二十五 乙酸异戊酯的制备	117
实验二十六 乙酰苯胺的制备	119
第六部分 设计型实验	120
实验二十七 含铬废水处理	121
实验二十八 茶叶中茶多酚的提取与含量测定	122
实验二十九 类胡萝卜素植物色素的色谱分离与仪器分析	123
实验三十 黄连素的提取	124
实验三十一 橙油的提取	125
实验三十二 从含 Cr(VI) 废 Ag 液中回收 Ag	126
附录	127
附录一 弱电解质的电离常数	127
附录二 溶度积常数(298 K)	128
附录三 标准电极电势 E^\ominus (298 K)	129
附录四 常见配离子的稳定常数 $K_{\text{稳}}$ (K_{f})	131
附录五 常用指示剂	132
附录六 国际相对原子质量表	134
附录七 化合物的相对分子质量表	135
附录八 常见离子和化合物的颜色	137

第一篇 绪 论

一、基础化学实验对农科学生综合素质培养的作用

化学是一门实验科学,化学中的定律和学说都源于实验,同时又为实验所检验。因此,化学实验在培养未来化学工作者的大学教育中,占有特别重要的地位。实验化学不仅是化学类专业学生的第一门实验必修课,对农科类学生也同样重要。它是一门独立的课程,但又与相应的理论课——无机及分析化学、有机化学及物理化学等有紧密的联系。

通过实验,学生可以直接获得大量的化学事实,经思维、归纳、总结,从感性认识上升到理性认识,从而学习无机化学、分析化学等的基本理论、基本知识,再运用它们指导实验。学生经过严格的训练,能规范地掌握基本操作、基本技术。通过实验了解物质的一般分离、提纯和制备方法,了解确定物质组成、含量和结构的一般方法;掌握常见工作基准试剂的使用,常用的滴定方法和指示剂的使用,掌握常见离子的基本性质和鉴定;确立严格的“量”的概念,并学会运用误差理论正确处理数据。

在实验中,学生自己动手进行化学实验,由提出问题、查资料、设计方案、动手实验、观察现象、测定数据,并加以正确的处理和概括,在分析实验结果的基础上正确表达,练习解决化学问题。化学实验的全过程是综合培养学生智力因素(动手、观测、查阅、记忆、思维、想象、表达)的最有效的方法,从而使学生具备分析问题、解决问题的独立工作能力。

在培养智力因素的同时,化学实验又是对学生进行非智力因素训练的理想场所,包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、存疑等科学品德和科学精神的训练,而整洁、节约、准确、有条不紊等良好的实验习惯的养成,又是每一个化学工作者和农科学者获得成功所不可缺少的因素。

二、基础化学实验的学习方法和要求

大学化学实验的学习,不仅需要学生有一个正确的学习态度,而且还需要有一个正确的学习方法。现将学习方法归纳成以下几个方面:

1. 预习

实验前预习是必要的准备工作,是做好实验的前提。这个环节必须引起学生足够重视,如果学生不预习,对实验的目的、要求和内容不清楚,是不允许进行实验的。为了保证实验质量,实验前任课教师要检查每个学生的预习情况。查看学生的预习笔记,对没有预习或预习不合

格者,任课教师有权不让其参加本次实验。

实验预习一般应达到下列要求:

(1)认真阅读实验教材及相关参考资料,达到明确实验目的、理解实验原理、熟悉实验内容、掌握实验方法、切记实验中有关的注意事项,在此基础上简明、扼要地写出预习笔记;要注意在预习时查阅一些常数(如物质的溶解性、密度、熔点、沸点、 K_{sp} 、 K_f 等)并记录在预习笔记中,本书附录中给出了一些常用的数据可用作参考。

(2)实验预习笔记是进行实验的首要环节,预习笔记应该包括简要的实验步骤与操作、测量数据记录的表格、定量实验的计算公式等,而且要留有记录实验现象和测量数据充足的空白位置。

(3)在指定时间和地点去观看多媒体教学课件,不可缺席。

(4)提前 5 min 到达实验室,专心听指导教师的讲解,迟到达 5 min 以上者禁止进行此次实验。

2. 讨论

(1)实验前以提问的形式,师生共同讨论,以掌握实验原理、操作要点和注意事项。

(2)观看操作录像,或由教师操作示范,使基本操作规范化。

(3)实验后组织课堂讨论,对实验现象、结果进行分析,对实验操作进行评说,以达到提高的目的。

3. 实验

实验是培养独立工作和思维能力的重要环节,必须认真、独立地完成。

(1)在充分预习的基础上规范操作,认真仔细地观察实验中的现象,一丝不苟,及时地将实验现象、数据记录填写在预习笔记中,严禁编造或抄袭他人数据,原始数据不得改动,如必需改动须有本人及指导教师当日签名。按要求处理好废液,对使用的公用仪器要求自觉管理好,并在相关记录本上登记,这是养成良好习惯必需的训练。需要说明的是,凡“三废”处理属于实验的必需步骤,一定要按要求完成。

(2)对于设计性实验,审题要确切,方案要合理,现象要清晰。在实验中发现设计方案存在问题时,应找出原因,及时修改方案,直到达到满意的结果。

(3)在实验中遇到疑难问题或者“反常现象”,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在指导教师同意并指导下,重做或补充进行某些实验。以培养独立分析、解决问题的能力。

(4)实验中自觉养成良好的科学习惯,遵守实验工作规则。实验过程中应始终保持桌面布局合理、环境整洁。

(5)实验结束,必须经教师在原始记录本上签字后才能离开实验室。

4. 实验报告

实验报告是对每次所做实验的概括和总结,必须严肃认真如实书写。

一份合格的报告应包括以下五部分内容:

(1)实验目的和原理。简述实验目的和原理(定量实验还应该简介实验有关基本原理和主要反应方程式)。

(2)实验内容。实验内容是学生实际操作的简述,尽量使用表格、框图、符号等形式,清晰、

明了地表示实验内容。避免抄袭书本。

(3)实验现象和数据记录。实验现象要表达正确,数据记录要完整。绝对不允许主观臆造、抄袭他人的作业。若发现主观臆造或抄袭者严加惩处。

(4)解释、结论或数据计算。对现象加以简明的解释,写出主要反应方程式,分标题小结或者最后得出结论。数据计算要表达清晰。完成实验教材中规定的作业。

(5)问题讨论。针对实验中遇到的疑难问题提出自己的见解。定量实验应分析实验误差产生的原因。鼓励学生对实验方法、教学方法和实验内容等提出意见或建议。

每次实验报告应按时连同教师签过字的预习笔记一起交。

三、实验室的安全指南与环保知识

(一)实验室安全知识及意外事故处理

实验中,教师和学生都要牢记“以人为本”的安全理念。

1. 危险品的使用

有毒、危险药品要在教师指导下取用。

(1)浓酸和浓碱具有强腐蚀性,不要把它们洒在皮肤或衣物上。废酸应倒入废液缸中,但不要再向里面倾倒碱液,以免酸碱中和产生大量的热而发生危险。

(2)强氧化剂(如高氯酸、氯酸钾等)及其混合物(氯酸钾与红磷、碳、硫等的混合物),不能研磨或撞击,否则易发生爆炸。

(3)银氨溶液放久后会变成氮化银而引起爆炸,因此用剩的银氨溶液,应及时处理。

(4)活泼金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中,应将它们保存在煤油中,放在阴凉处。使用时先在煤油中切割成小块,再用镊子夹取,并用滤纸把煤油吸干。切勿与皮肤接触,以免烧伤。未用完的金属碎屑不能乱丢,可加少量酒精,令其缓慢反应掉。

(5)白磷有剧毒,并能灼伤皮肤,切勿与人体接触。白磷在空气中易自燃,应保存在水中。取用时,应在水下进行切割,用镊子夹取。

(6)氢气与空气的混合物遇火要发生爆炸,因此产生氢气的装置要远离明火。点燃氢气前,必须先检查氢气的纯度。进行产生大量氢气的实验时,应把废气通至室外,并注意室内的通风。

(7)有机溶剂(乙醇、乙醚、苯、丙酮等)易燃,使用时一定要远离明火。用后要把瓶塞塞严,放在阴凉的地方,最好放入沙桶内。

(8)进行能产生有毒气体(如氯化氢、硫化氢、氯气、一氧化碳、二氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、溴等)的反应时,加热盐酸、硝酸和硫酸时,均应在通风橱中进行。

(9)汞易挥发,在人体内会积累起来,引起慢性中毒。因此,不要让汞直接暴露在空气中,汞要存放在厚壁器皿中,玻璃瓶装汞只能至半满。为了减少汞液面的蒸发,必须在保存汞的容器内汞液面上覆盖化学液体:甘油的效果最好,水的效果最差。对于溅落的汞应尽量用毛刷蘸水收集起来,颗粒直径大于1 mm的可用吸气球或真空泵抽吸的拣汞器拣起来。撒落过汞的地方可以撒上多硫化钙、硫黄粉或漂白粉,或喷洒三氯化铁浓溶液等药品使汞生成不挥发的难

溶盐,并要扫除干净。

可溶性汞盐、铬的化合物、氰化物、氟化物、砷盐、铋盐、镉盐和钡盐都有毒,不得进入口内或接触伤口,其废液也不能倒入下水道,应统一回收处理。

2. 化学中毒和化学灼伤事故的预防

(1)保护好眼睛。防止眼睛受刺激性气体的熏染,防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物进入眼内。

(2)禁止用手直接取用任何化学药品,使用有毒药品时,除用药匙、量器外,必须配戴橡皮手套,实验后马上清洗仪器用具,立即用肥皂洗手。

(3)尽量避免吸入任何药品和溶剂的蒸气。处理具有刺激性、恶臭的和有毒的化学药品时,如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 CO 、 SO_2 、 HCl 、 HF 、浓硝酸、发烟硫酸、浓盐酸、乙酰氯等,必须在通风橱中进行。通风橱开启后,不要把头伸入橱内,并保持实验室通风良好。

(4)严禁在酸性介质中使用氰化物。

(5)用移液管、吸量管移取浓酸、浓碱、有毒液体时,禁止用口吸取,应该用吸耳球吸取。严禁冒险品尝药品试剂,不得用鼻子直接嗅气体,而是用手向鼻孔扇入少量气体。

(6)进入实验室首先准备一块干净的湿布放在实验台指定位置,以备急需。实验室内禁止吸烟进食,禁止穿拖鞋。

3. 实验室救护常识

(1)割伤。可用消毒棉棒把伤口清理干净,若有玻璃碎片须先小心挑出,然后涂以紫药水或红药水,撒些消炎粉并包扎。

(2)烫伤。一旦被火焰、蒸汽、红热的玻璃、铁器等烫伤时,立即将伤处用大量水冲洗,以迅速降温避免深度烧伤。若起水泡,不宜挑破,用纱布包扎后送医院治疗;对轻微烫伤,可用浓高锰酸钾溶液润湿伤口至皮肤变为棕色,或苦味酸溶液擦洗烫伤处,然后涂上獾油或烫伤膏或凡士林。

(3)受酸腐蚀。先用大量水冲洗,以免深度烧伤,再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,最后再用水冲洗。如果酸溅入眼内也用此法,只是碳酸氢钠溶液改用1%的浓度,禁用稀氨水。

(4)受碱腐蚀。先用大量水冲洗,再用醋酸(20 g/L)洗,最后用水冲洗。如果碱溅入眼内,可用硼酸溶液洗,再用水洗。

(5)受溴灼伤。这是很危险的。被溴灼伤后的伤口一般不易愈合,必须严加防范。凡用溴时都必须预先配制好适量的20%的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液备用。一旦有溴沾到皮肤上,立即用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液冲洗,再用大量的水冲洗干净,包上消毒纱布后就医。

(6)白磷灼伤。用1%的硝酸银溶液、1%的硫酸铜溶液或浓高锰酸钾溶液洗后进行包扎。

(7)吸入氯气、氯化氢等刺激性气体。可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气,然后到室外呼吸新鲜空气。若吸入硫化氢而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(8)毒物进入口内。把5~10 mL的稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服后用手指伸入喉部,促使呕吐,吐出毒物,再送医院治疗。

(9)遇触电事故时,应首先切断电源,然后进行人工呼吸。

(10)对伤势较重者,应立即送医院医治,不得以任何理由拖延、阻拦或对外隐瞒。

4. 灭火常识

在实验室的条件下,经常要使用许多易燃物质,如乙醇、甲醇、苯、甲苯、丙酮、煤油等。这些易燃物质挥发性强,着火点低,在明火、电火花、静电放电、雷击因素的影响下极易引燃起火,造成严重损失,因此使用易燃物品时应严格遵守操作规程。

实验室内万一着火,要根据起火的原因和火场周围的情况,采取不同的扑灭方法。灭火方法主要遵循两条原则:降低燃烧物温度;燃烧物与空气隔绝。起火后,不要慌张,一般应立即采取以下措施:

(1)防止火势扩展。停止加热,停止通风,关闭电闸,移走一切可燃物。

(2)扑灭火源。一般的小火可用湿布、石棉布或沙土覆盖在着火的物体上;若遇酒精、苯或乙醚等着火时,应立即用湿布或沙土等灭火。火势大时可用泡沫灭火器。衣物着火时,决不可慌张乱跑,以免风助火势,应立即用湿布或石棉布压灭火焰,如燃烧面积较大,可躺在地上,就地打滚压灭火焰。能与水发生剧烈作用的化学药品(金属钠)或比水轻的有机溶剂着火,不能用水扑救,否则会引起更大的火灾。使用灭火器也要根据不同的情况选择不同的类型。现将常用的灭火器及其适用范围列于表 1-1。

表 1-1 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	$Al_2(CO_3)_3$ 和 $NaHCO_3$	适用于油类起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围的油类及忌水的化学药品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备、小范围的汽油、丙酮等失火。不能用于扑灭活泼金属钾、钠的失火,因 CCl_4 会强烈分解,甚至爆炸。电石、 CS_2 的失火,也不能使用它,因为会产生光气一类的毒气
干粉灭火器	主要成分是碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂。现多为 N_2 驱动	扑救油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件等物品的初期火灾

5. 钢瓶的使用

实验室里还可以使用气体钢瓶直接得到各种气体。气体钢瓶是储存压缩气体的特制的耐压钢瓶。钢瓶的内压很大,且有些气体易燃、助燃或有毒,所以操作要特别小心,使用时注意:

①钢瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源(如阳光、暖气、炉火)的地方。可燃性气体钢瓶与氧气瓶分开存放。

②不让油或其他易燃性有机物沾在气瓶上(特别是气门嘴和减压器)。不得用棉、麻等物堵漏,以防燃烧引起事故。

③使用时,要用减压器(气压表)控制地放出。可燃性气体钢瓶,气门螺纹是反扣的(如氢气、乙炔气)。不燃或助燃性气体钢瓶,气门螺纹是正扣的。各种气体的气压表不得混用。

为了避免把各种气瓶混淆,通常在气瓶外面涂以特定的颜色以区分,并在瓶上写明瓶内气体的名称,表 1-2 为我国气瓶常用标记。

表 1-2 我国气瓶常用标记

气体类别	瓶身颜色	标记颜色
氮	黑	黄
氢	深绿	红
氧	天蓝	黑
氨	黄	黑
空气	黑	白
氯	黄绿	黄
乙炔	白	红
二氧化碳	黑	黄
其他一些可燃气体	红	白
其他一些不可燃气体	黑	黄

(二) 实验室的“三废”处理

根据绿色化学的基本原则,化学实验室应尽可能选择对环境无毒害的实验项目。对确实无法避免的实验项目若排放出废气、废渣和废液,这些废弃物又称“三废”,如果对其不加处理而任意排放,不仅污染周围空气、水源和环境,造成公害,而且三废中的有用或贵重成分未能回收,在经济上也是个损失。因此化学实验室三废的处理是很重要而又有意义的问题。

化学实验室的环境保护应该规范化、制度化,应对每次产生的废气、废渣和废液进行处理。对教师和学生应要求,按照国家要求的排放标准进行处理,把用过的酸类、碱类、盐类等各种废液、废渣,分别倒入各自的回收容器内,再根据各类废弃物的特性,采取中和、吸收、燃烧、回收利用等方法来进行处理。本教材要求废渣和废液必须作为实验步骤之一对待,否则视为未完成实验。教师要严格管理。

1. 实验室的废气

实验室中凡可能产生有害废气的操作都应在有通风装置的条件下进行,如加热酸、碱溶液及产生少量有毒气体的实验等应在通风橱中进行。汞的操作室必须有良好的全室通风装置,其抽风口通常在墙的下部。实验室若排放毒性大且较多的气体,可参考工业上废气处理的办法,在排放废气之前,采用吸附、吸收、氧化、分解等方法进行预处理。毒性大的气体可参考工业上废气处理的办法处理后排放。

2. 实验室的废渣

实验室产生的有害固体废渣虽然不多,但决不能将其与生活垃圾混倒。固体废弃物经回收、提取有用物质后,其残渣仍是多种污染物的存在状态,此时方可对它做最终的安全处理。

(1) 化学稳定。对少量(如放射性废弃物等)高危险性物质,可将其通过物理或化学的方法进行(玻璃、水泥、岩石的)固化,再进行深地填埋。

(2) 土地填埋。这是许多国家作为固体废弃物最终处置的主要方法。要求被填埋的废弃物应是惰性物质或经微生物分解成为无害物质。填埋场地应远离水源,场地底土不透水、不能穿入地下水层。填埋场地可改建为公园或草地。因此,这是一项综合性的土木工程技术。

3. 实验室的废液

(1) 化学实验室产生的废弃物很多,但以废溶液为主。若不加以处理而任意排放,必然会污染环境,危害人类。实验室产生的废溶液因其种类繁多,组成变化大,故应根据溶液的性质分别加以处理。废酸液可先用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤,滤液加碱中和,调 pH 至 6~8 后就可排出,少量滤渣可埋于地下。

(2) 废洗液可用高锰酸钾氧化法使其再生后使用。少量的废洗液可加废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,将沉淀埋于地下即可。

(3) 氰化物是剧毒物质,少量的含氰废液可先加 NaOH 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,先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入次氯酸钠,使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为 CO_2 和 N_2 。

(4) 含汞盐的废液先调 pH 至 8~10,然后加入过量的 Na_2S ,使其生成 HgS 沉淀,并加 FeSO_4 与过量 S^{2-} 生成 FeS 沉淀,从而吸附 HgS 共沉淀下来。离心分离,清液含汞量降到 0.02 mg/L 以下,可排放。少量残渣可埋于地下,大量残渣可用焙烧法回收汞,但要注意一定要在通风橱中进行。

(5) 含重金属离子的废物,最有效和最经济的方法是加碱或加 Na_2S 把重金属离子变成难溶性的氢氧化物或硫化物而沉积下来,过滤后,残渣可埋于地下。

(三) 微型化学实验简介

1. 微型化学实验的概念

微型化学实验(microscale chemical experiment 或 microscale laboratory,简称为 M L)是在微型化的仪器装置中进行的化学实验,其试剂用量比对应的常规实验节约 90% 以上。微型实验有两个基本特征:试剂用量少和仪器微型化。微型化实验不是常规实验的简单缩微或减量,而是在微型化的条件下对实验进行重新设计和探索,达到以尽可能少的试剂来获取尽可能多的化学信息。

微型实验与微量化学实验是不同的概念。微量化学指组分的微量或痕量的定量测定、理论、技术和方法,即微量分析化学。而微型化学实验尽管会包含一些微量化学的技术,但实验的对象和内容却超越了微量化学的范围。用于化学教学的微型实验还要具备现象明显、操作简单、效果优良、成本低等特点。

2. 微型化学实验的发展

随着科学技术的发展、实验仪器精确程度的提高,化学实验的试剂和样品用量是逐渐减少的。16 世纪中叶,冶金工业中化学分析的样品用量为数公斤,19 世纪三四十年代,0.5 mg 精度分析天平的问世,使重量分析样品量达 1 g 以下;十万分之一的扭力天平,让 Nernst 尝试做 1 mg 样品的分析;百万分之一天平的出现,使 Frilz Pregl 成功地用 3~5 mg 有机样品做了碳、氢等元素的微量分析。

20 世纪,半微量有机合成、半微量的定性分析已广泛地出现在教材中。1925 年,埃及 E. C. Grey 出版的《化学实验的微型方法》是较早的一本微型化学实验大学教材。1955 年维也纳的国际微量化学大会上,马祖圣教授就建议以毫克作为微量实验的试剂用量单位。自 1982 年始,美国的 Mayo 等着眼于环境保护和实验室安全的需要,研究微型有机化学实验,并在基础有机化学实验中采用主试剂在 mmol 量级的微型制备实验,取得成功。可见化学实验小型

化、微型化是化学实验方法的变革。

我国的微型化学实验的研究是由无机、普化的微型实验和中学化学的研究开始的。自编的首本《微型化学实验》于1992年出版。此后,天津大学沈君朴主编的《无机化学实验》、清华大学袁书玉主编的《无机化学实验》、西北大学史启祯等主编的《无机与分析化学实验》等教材已编一定数量的微型实验。1995年华东师大陆根土编写的《无机化学教程(三)实验》将微型实验与常规实验并列编出;2000年周宁怀主编了《微型无机化学实验》。迄今为止,国内已有800余所大、中学校开始在教学中应用微型实验,显示了微型实验在国内已进入大面积推广阶段。

(四)绿色化学简介

1. 绿色化学的概念

绿色化学(green chemistry),又称清洁化学(clean chemistry)、环境无害化学(enviromentally benign chemistry)、环境友好化学(enviromentally friendly chemistry)。绿色化学有三层含义:第一,绿色化学是清洁化学。绿色化学致力于从源头制止污染,而不是污染后的再治理,绿色化学技术应不产生或基本不产生对环境有害的废弃物,绿色化学所产生出来的化学品不会对环境产生有害的影响。第二,绿色化学是经济化学。绿色化学在其合成过程中不产生或少产生副产物,绿色化学技术应是低能耗和低原材料消耗的技术。第三,绿色化学是安全化学。在绿色化学过程中尽可能不使用有毒或危险的化学品,其反应条件尽可能是温和的或安全的,其发生意外事故的可能性是极低的。绿色化学是用化学的技术和方法去减少或消灭对人类健康、社区安全、生态环境有害的原料、溶剂和试剂、催化剂、产物、副产物、产品等的产生和使用。

2. 绿色化学的发展

不可否认人类进入20世纪以来创造了高度的物质文明,从1990年到1995年的6年间合成的化合物数量就相当于有记载以来的1000多年间人类发现和合成化合物的总量(1000万种),这是科技的发展、是社会的进步,但同时也带来了负面的效应。资源的巨大浪费,日益严重的环境问题等。人们开始重新认识和寻找更为有利于其自身生存和可持续发展的道路,注意人与自然的和谐发展,绿色意识成了人类追求自然完美的一种高级表现形式。

1995年3月,美国成立“绿色化学挑战计划”并设立“总统绿色化学挑战奖”。1997年我国国家科委主办第72届香山科学会议,主题为“可持续发展对科学的挑战——绿色化学”。近些年来,各国化学家在绿色化学的研究领域里,运用物理学、生态学、生物学等的最新理论、技术和手段,取得了可喜的成绩。绿色化学及应用正成为化学界最受重视的研究范围之一。

山东省高校化学实验新体系立体化系列教材,尤其是基础化学实验(1)在一定程度上体现了绿色化学理念。清华大学的有机化学实验教材也展现了该校在绿色化学实验方面的一些有益工作。

3. 绿色化学的思维方式

绿色化学的核心是“杜绝污染源”,防治污染的最佳途径就是从源头消除污染,一开始就不要产生有毒、有害物。事实上,实现化学实验绿色化的关键是建立绿色化学的思维方式。在化学实验教学中,应在教师和学生的头脑中存有这种意识,要树立绿色化学的思维方式,从环境保护的角度、从经济和安全的角度来考虑各个实验的设置、实验手段、实验方法等。遵循以下原则: