



21世纪高等教育规划教材
化学系列

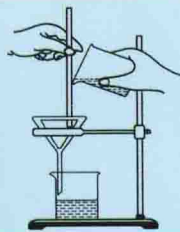
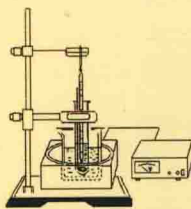
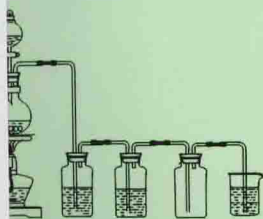
无机及分析化学实验

(第三版)

WUJI JI FENXI HUAXUE SHIYAN

■ 主审 万家亮

■ 主编 秦中立



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

HUAXUE

无机及分析化学实验

(第三版)

主 审：万家亮

主 编：秦中立

副主编：范望喜 黄方一 鲁性贵
郑 进 万晶晶 向乾坤
张 舟 何自强 徐国丽

华中师范大学出版社

内 容 提 要

本书是化学系列中《无机及分析化学》的配套实验教材。本书系统而精练地讲解了无机及分析化学实验基本知识和基本操作、常用实验仪器及其使用方法、无机化合物的制备与提纯、化学基本原理的验证及化学常数的测定、定性定量分析实验、综合实验与设计实验。教材后还设有附录部分。编者力求加强基础、突出重点、简明清晰、循序渐进,充分体现无机及分析化学实验教与学的基本规律。

本书可作为化学、生物、环境、食品、医学、轻工、水产、农学等专业的无机及分析化学实验课的教材使用,也可供实验员或相关技术岗位人员参考、自学。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/秦中立主编. —3 版. —武汉:华中师范大学出版社,2014.4

(21 世纪高等教育规划教材·化学系列)

ISBN 978-7-5622-6571-9

I. ①无… II. ①秦… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教材 ②分析化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①O61-33 ②O65-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 061145 号

书 名: 无机及分析化学实验

主 审: 万家亮

主 编: 秦中立◎

选题策划: 华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027—67867362

出版发行: 华中师范大学出版社

地 址: 武汉市珞喻路 152 号 邮编:430079

销售电话:027—67863426 / 67863280

邮购电话:027—67861321 传真:027—67863291

网址:<http://www.ccnupress.com> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印 刷 者: 仙桃市新华印务有限公司

督 印: 章光琼

责任编辑: 张晶晶

责任校对: 刘 峥

封面设计: 罗明波

封面制作: 胡 灿

开本/规格: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 10.5

插 页: 1

字 数: 250 千字

版 次: 2014 年 4 月第 3 版

印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 19351—22350

定 价: 19.00 元

敬告读者: 欢迎举报盗版, 请打举报电话 027—67861321。



第三版前言

进入新世纪,随着高等院校教学改革不断深入,培养应用型和创新型人才日益成为高校的追求目标。“无机及分析化学实验”作为一门众多专业的大学一年级学生必修的基础实验课,对于提高学生的实践能力、学习能力和创新能力尤显重要。

为了进一步提高本教材的质量,使其更符合应用型和创新型人才培养的需要,本次修改在保持前两版特色的基础上,更加注重加强对学生综合分析能力、实际应用能力和创新实践能力的培养。具体的修订内容如下:

1. 为了更加贴近现实的发展,对一些陈旧的知识进行了删除或更新。
2. 实验内容设置更具系统化,更加合理。
3. 精选了一些具有代表性的综合性和应用性的实验,更加注重对学生综合实践能力和实际应用能力的培养。

本次改版主要是由武汉生物工程学院的一线实验教学老师,在结合其教学经验的基础上主持的。参加此次修订的还有湖北生物科技学院鲁性贵老师和湖北生态工程职业学院郑进老师。全书由秦中立老师负责统稿。

本书修订稿承蒙武汉生物工程学院化学与环境工程系万家亮教授主审,并提出了许多宝贵的意见,同时也得到了武汉生物工程学院有关领导和化学与环境工程系全体教师的大力支持,在此一并致谢!

我们希望通过本次的修订,使这本教材变得更完善一些,适用性和针对性更强一些,但限于编者水平,难免仍存有错误和缺点,恳请读者批评指正。

编 者

2014年5月



第二版前言

近年来,我国社会经济和科技迅速发展,高等教育和教学改革不断深化,社会对学生的实践能力要求越来越高,实验教材也必须不断地改进以满足这种要求。

本书第一版于2006年出版以来,一直受到有关读者的关注与好评,为了进一步提高本教材的质量,编者结合近几年来在教学实践中的体会以及其他院校师生在使用过程中的反馈意见,对本书进行了全面修订。

本书第二版在保持第一版特色的基础上,更加注重加强对基本操作技能的训练,由浅入深,由易到难,循序渐进,着力于提高学生独立分析与解决实际问题的能力。本次改版内容如下:

1. 为适应教学改革的需要,改版后力求做到语言简练,信息量大,系统性强,便于阅读。
2. 更注重基本操作技能的培养,删除了实验“硫代硫酸钠的制备和纯度检验”,增加了实验“氯化钠的提纯”。
3. 对“实验基本知识和基本操作”中部分内容进行了补充和修订,使该部分的知识面更全面、系统。

本次改版由武汉生物工程学院的教师主持。绪论和第一、二、三章由徐国丽、秦中立、何自强负责,第四、五、六章由万晶晶、张舟负责,第七、八章及附录由范望喜、向乾坤、黄方一负责。参加本次改版的还有湖北生物科技职业学院鲁性贵老师和湖北生态工程职业技术学院郑进老师。全书由秦中立负责统稿。

第二版书稿承蒙武汉生物工程学院化学与环境工程系万家亮教授主审并提出了许多宝贵的意见,同时也得到了武汉生物工程学院有关领导和化学与环境工程系全体教师的大力支持,在此一并致谢!

我们希望通过本次的改版,使这本教材变得更完善一些,适用性和针对性更强一些,但限于编者水平,错误和缺点难免,恳切希望读者批评指正。

编 者

2010年3月



第一版前言

进入 21 世纪,我国高等教育已从精英教育逐步走向大众教育。将高等教育进一步推向大众化、培养应用型人才,已成为国家人才培养结构中的重要组成部分,且得到了社会各界的广泛支持。因此,以培养应用型人才为主要方向的一类高等学校应运而生并得到了长足发展。这类学校的一个显著特点是按照新时代的要求和当地社会与经济建设的需求来培养学生,重视产、学、研相结合,并紧密结合当地的经济状况,把为当地培养应用型人才作为学校办学的主攻方向。在教授理论与技术的同时,更注重技术、方法的教学;在教授理论与实践的同时,更注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决。因此,这类学生善于解决生产中的实际问题,受到地方企事业单位的普遍欢迎。

为了满足这类高校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,根据教育部有关重点建设项目的规定和相关的教学大纲,我们组织了长期在这类高校中从教,并具有丰富工作实践经验的教师来编写这本教材。

在该教材的编写中,我们提倡“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格,以解决多年来在教材中存在的部分知识点、实验操作技术陈旧过时且偏离实际的问题。编者力求加强基本操作训练、基础实验,由浅入深,由易到难,循序渐进,充分体现无机及分析化学实验教与学的基本规律,力求使本书具有较好的科学性和系统性。

本书分为三大部分:第一部分(第一章~第三章)介绍实验前应掌握的实验基本知识和基本操作,第二部分(第四章~第八章)是实验内容,第三部分是与实验有关的附录。实验内容包括无机化合物的制备与提纯、化学基本原理的验证及化学常数的测定、定性分析、定量分析、综合实验与设计实验。

本书共安排了 32 个实验,可供化学、生物、环境、食品、医学、轻工、水产、农学等专业的无机及分析化学实验课程选择使用。

考虑到教材除应满足教学计划的需要外,还应对师生有一定的参考价值,因此书中所编内容较目前教学学时要多,各校可根据需要和实验条件自行取舍。

本书由武汉生物工程学院的教师主持编写。黄方一、张玮编写绪论和第一、二、三章,徐国丽编写第四章,范望喜、向乾坤编写第五章,秦中立编写第六、八章及附录,张舟、万晶晶、覃宇、向乾坤编写第七章。湖北生物科技职业学院鲁性贵、湖北生态工程职业技术学院郑进参加了全书编写及书稿整理工作。全书由秦中立、黄方一统稿。

武汉生物工程学院应用化学系万家亮教授、廖振环教授审阅了全书,提出了许多宝贵的意见,在此谨表示衷心的感谢。

鉴于编者水平,书中肯定存在谬误之处,敬请读者赐教指正。

编者

2008 年 7 月于武汉



目 录

绪 论	(1)
一、无机及分析化学实验的目的	(1)
二、无机及分析化学实验的学习方法	(1)
第一部分 实验基本知识和基本操作	(3)
第一章 实验基本知识	(5)
一、安全知识	(5)
二、测量误差与有效数字	(8)
三、化学实验中数据的采集与处理	(12)
第二章 实验室常用实验仪器及其使用方法	(14)
一、化学实验基本仪器	(14)
二、称量仪器	(21)
三、气压计	(29)
四、相对密度计	(30)
五、磁力加热搅拌器	(31)
六、酸度计	(31)
七、分光光度计	(35)
八、DDS-11A 型电导率仪	(39)
第三章 实验基本操作	(42)
一、玻璃仪器的洗涤与干燥	(42)
二、基本度量仪器的使用方法	(43)
三、加热装置和加热方法	(45)
四、化学试剂的规格、存放及取用	(46)
五、结晶与重结晶	(48)
六、固液分离方法	(48)
七、试纸的使用	(51)
第二部分 实验内容	(53)
第四章 无机化合物的制备与提纯	(55)
实验一 二氧化碳相对分子质量的测定	(55)
实验二 纯水的制备及检验	(57)



实验三 氯化钠的提纯	(60)
实验四 硫酸亚铁铵的制备	(62)
实验五 无水硫酸铜的制备	(65)
第五章 化学基本原理的验证及化学常数的测定	(68)
实验六 电离平衡	(68)
实验七 沉淀反应	(70)
实验八 氧化还原反应与氧化还原平衡	(72)
实验九 配位化合物的生成和性质	(74)
实验十 化学反应速率和活化能测定	(77)
实验十一 醋酸电离度和电离常数的测定(pH法)	(79)
实验十二 PbCl_2 溶度积常数的测定	(80)
第六章 定性分析	(83)
实验十三 常见阳离子的定性分析	(83)
实验十四 常见阴离子的定性分析	(86)
第七章 定量分析	(90)
实验十五 容量仪器的校正	(90)
实验十六 分析天平的使用	(92)
实验十七 滴定分析基本操作练习	(93)
实验十八 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液的配制与标定	(95)
实验十九 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 标准溶液的配制与标定	(97)
实验二十 混合碱中各组分含量的测定	(98)
实验二十一 铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	(100)
实验二十二 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	(101)
实验二十三 高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	(103)
实验二十四 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	(105)
实验二十五 水样的化学耗氧量(COD)的测定	(107)
实验二十六 EDTA 标准溶液的配制与标定	(109)
实验二十七 天然水总硬度的测定	(112)
实验二十八 可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	(115)
实验二十九 $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中钡含量的测定(重量法)	(117)
实验三十 邻二氮杂菲吸光度法测定铁	(119)
第八章 综合实验与设计实验	(121)
实验三十一 过氧化钙的制备及含量的分析	(121)
实验三十二 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备与分析	(122)



实验三十三 海带中碘的提取与分离	(125)
实验三十四 水泥中铁、铝、钙、镁含量的测定	(126)
实验三十五 蛋壳中钙、镁含量的测定	(129)
实验三十六 牛奶酸度及钙含量的测定	(132)
第三部分 附录	(135)
附录一 实验报告格式	(137)
附录二 元素的相对原子质量(按原子序数排列)	(140)
附录三 常见化合物的摩尔质量	(141)
附录四 常用基准物质	(144)
附录五 几种常用的酸碱指示剂	(145)
附录六 常用缓冲溶液的配制	(146)
附录七 常用酸碱溶液的浓度和密度	(147)
附录八 某些常用试剂溶液的配制	(148)
附录九 水溶液中某些离子的颜色	(150)
附录十 部分化合物的颜色	(151)
附录十一 水的密度	(153)
附录十二 常见难溶化合物的溶度积常数	(155)
参考文献	(157)
元素周期表	插页



绪 论

化学是一门以实验为基础的学科,它的每一项重大发现都离不开实验。化学实验具有丰富的实验思想、多样化的实验方法、先进的技术手段以及综合性很强的实验技能训练,它是引导学生确立正确的科学习惯和科学思维、培养学生良好的创新意识和创新能力、提高学生科学素质的重要基础,特别是在培养学生理论联系实际、与科学技术发展相适应方面有着不可替代的作用。

一、无机及分析化学实验的目的

无机及分析化学实验作为一门独立设置的课程,它是化学及相关专业学生所学的第一门专业基础课。学生通过该课程的系统学习必须达到以下目的:

(1) 通过实验使学生获得并掌握大量物质变化的第一手感性知识,进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应,加深对化学基本原理和基础知识的理解和掌握,培养以化学实验为工具获取新知识的能力。

(2) 掌握实验的基本操作和基本技能,熟悉常用仪器的构造、工作原理及正确使用方法,掌握重要化合物的制备、分离和测定分析方法,建立严格的“量”的概念,学会用误差理论正确地处理实验结果。

(3) 通过观察、认识实验现象和分析、判断实验数据,培养学生对实验现象的观察和记录、实验条件的判断和选择、实验数据的测量和处理、实验结果的分析与归纳等方面的能力,使学生具备良好的主动学习、独立思考、分析问题、解决问题的能力 and 创新能力。

(4) 培养学生严谨务实的科学态度,准确、细致、整洁等良好的实验操作习惯以及一丝不苟、相互协作的团队精神。

二、无机及分析化学实验的学习方法

为了很好地完成实验任务,达到上述的实验目的要求,学生除了具有正确的学习态度,还要有正确的学习方法。具体应认真做好以下三个环节的工作。

1. 预习

预习是实验课前必须完成的准备工作,是做好实验的重要前提,通过预习主要是帮助学生了解实验的目的、内容,做好实验的准备,克服实验中的盲目性和随意性,提高实验的效果。预习的工作主要包括:



(1) 认真阅读实验教材、有关教科书及参考资料,明确实验的目的和要求,理解实验原理和设计思想,弄清操作步骤和注意事项,了解所用的仪器和设备,设计好数据记录表格。

(2) 写好预习报告。每个学生都需备有专用的实验预习报告本,将预习的内容、预习过程中的心得体会通过简明清晰的预习报告形式表达出来,切忌直接抄书或草率应付。预习报告的内容包括实验目的、实验原理、实验方法、实验步骤、注意事项、查找的有关数据和参数、设计的实验方案、数据记录表、预测的实验现象、设想的解决方法等。

2. 实验

学生在教师的指导下独立进行实验操作是实验课的主要教学环节,也是训练学生正确地掌握实验技术,实现化学实验目的的重要手段。实验能力的形成和发展是循序渐进、日积月累的,这就要求学生在实验时要做到:

(1) 实验过程中严格遵守实验室安全规则。严格控制实验条件,认真操作。

(2) 实验过程中应勤于思考,仔细分析,善于发现和解决实验中出现的各种问题。遇到疑难问题和异常的现象,需仔细分析、独立思考,尽可能通过查资料自己解决,并积极与老师和同学进行讨论。

(3) 仔细观察并如实将实验现象和原始数据记录在实验记录本上,不得用铅笔记记录,也不得记录在纸片上,原始数据不得涂改或用橡皮(或修正液)擦拭,如记录错误,可在原始数据上画一道线,再在旁边写上正确的数值,养成良好的记录习惯。培养自己严谨的科学态度和实事求是的工作作风。

(4) 实验中如果发现实验现象和理论不相符时,先要尊重实验事实,同时要认真分析和检查其原因,也可以做对照试验、空白试验或自行设计实验来核对,必要时应多次重复实验,从中得到有益的结论。

(5) 实验结束后要做好清洁整理工作,摆好仪器、药品,关闭水、电、煤气,经指导教师检查实验结果后方可离开实验室。

3. 撰写实验报告

撰写实验报告是本课程的基本训练,它是对实验的总结,通过它使学生在实验现象的分析、数据处理、作图、误差分析、总结规律等方面得到训练和提高,把直接的感性认识提高到理性思维阶段。每个学生应设计好自己的实验报告,并及时、独立、认真地完成实验报告,要求实验目的明确、原理准确清楚、内容简明、条理清晰、数据完整、计算正确、作图标准、文字简洁、字迹工整、讨论深入。实验报告一般包括以下内容:

(1) 封面。包括实验名称、实验者姓名、实验日期、实验地点等。

(2) 实验内容。包括实验目的、实验原理、实验仪器和试剂、实验步骤、原始数据。

(3) 结论。包括对实验现象的分析、解释、归纳、原始数据处理、误差分析、结果讨论。实验报告的重点应放在对实验结论的讨论和数据处理上。

(4) 问题与思考。包括对思考题的解答;对实验中遇到的疑难问题提出自己的见解;定量实验产生实验误差的原因;对实验方案、实验内容、实验装置等提出的建议、意见或自己的设想;分析做好实验的关键;实验时的心得体会;自己的实验收获、差距和以后的努力方向等。

第一部分

实验基本知识和基本操作

- ◆ 实验基本知识
- ◆ 实验室常用实验仪器及其使用方法
- ◆ 实验基本操作



第一章 实验基本知识

一、安全知识

进行化学实验时,经常要遇到水、电、煤气和易燃、易爆、有毒、有腐蚀性及有放射性的化学试剂,如果操作或使用不当,往往会引起爆炸、燃烧、中毒和灼伤等事故,严重的还会造成国家财产的巨大损失和人身伤害。因此,在进行化学实验时,必须从思想上重视安全问题。初次进行化学实验,必须接受必要的安全教育,每次实验前都要认真学习本实验的安全注意事项,实验过程中要严格遵守安全守则。

1. 化学实验室守则

(1) 实验前必须做好预习,明确实验目的、原理、步骤和注意事项,了解仪器设备的操作规程和实验物品的特性,拟定实验计划,写好预习报告。

(2) 遵守纪律,不迟到、不早退,保持室内的肃静,勿喧闹谈笑、抽烟、饮食、听音乐等。不得做和实验无关的事,不得无故旷课,因旷课而未做的实验应该补做。

(3) 实验过程中要仔细观察实验现象,及时将实验中一切现象和数据如实记录在报告本上,不要用小纸条或其他的废纸记录实验数据,绝对不允许有伪造原始数据等卑劣行为,养成良好的实事求是的科学态度和严谨的科学作风。

(4) 实验过程中,随时保持实验台面和地面的清洁整齐。火柴梗、纸张、碎玻璃片、废品、废液等严禁丢入或倒入水槽,以免堵塞水槽或腐蚀下水道。实验室中的废弃物应按照规定放到指定的废物桶或废液缸中。

(5) 实验药品试剂应整齐摆放在一定的位置上,公用的仪器和试剂用完后应立即放回原处,发现试剂和仪器有问题时应及时向指导教师报告,以便及时处理,保证实验顺利进行。

(6) 实验开始前,应清点所用的玻璃仪器和实验设备,如有破损或缺少,应报告指导教师,及时更换和补充。实验中要注意节约使用水、电、煤气、药品,爱护仪器设备。实验结束后,实验室内的一切物品不允许带离实验室。

(7) 实验过程中应穿戴实验服,衣着整洁,保持良好形象,严禁穿背心、拖鞋进入实验室。

(8) 严格遵守操作规程和安全规程,保证实验安全,防止事故的发生。

(9) 实验结束后,整理实验台和实验用品,清洗好玻璃仪器,检查并关闭水、电、煤气开关,由值日同学打扫和清理实验室。将实验记录交指导教师检查后,方可离开实验室。

2. 化学实验室安全守则

(1) 必须了解实验室的环境,充分熟悉水、电、煤气的控制阀(闸)和各种药品、仪器,以



及急救箱和消防用品等的放(安)置地点和使用方法。

(2) 化学实验室内禁止饮食、吸烟,不准用实验器皿作茶具或餐具,不得用口等器官来鉴定未知物质。实验时应穿上工作服,不得穿拖鞋。实验完毕应洗净双手。

(3) 如实验中产生有毒、恶臭、有刺激性气味的气体(如 H_2S , Cl_2 , Br_2 , NO_x , SO_x , CO 等),应在通风橱中进行。加热或浓缩盐酸、硝酸、硫酸也应在通风橱中进行。

(4) 使用易燃的有机溶剂(如酒精、乙醚、丙酮、苯等)时,要远离火源,用完后应及时盖紧瓶塞。金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中,应保存在煤油内,并在煤油内对它们进行切割。白磷有剧毒,能灼伤皮肤,切勿与人体接触。白磷在空气中易自燃,应保存在水内,取用时必须用镊子。

(5) 使用浓酸、浓碱、溴等具有强腐蚀性试剂时,要戴乳胶手套,配备防护眼镜,切勿溅在衣服和皮肤上。

(6) 使用有毒试剂(如汞、汞盐、砷盐、铅盐、可溶性钡盐、氟化物、氰化物和重铬酸盐等)时,应严防有毒试剂进入口内或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应回收统一处理。

(7) 使用电器设备时,不要用湿手接触仪器,以防触电,用后拔下电源插头。实验室停止供煤气、供电、供水时,应立即将气源、电源及水源全部关上,以防恢复供煤气、供电、供水时造成漏煤气、触电、漏水等事故。实验结束后应检查水、煤气等阀门是否关闭,电闸是否断开。

(8) 加热试管中的液体时,不能将试管口朝向他人或自己,也不能俯视正在加热的液体,以免溅出的液体将眼、脸灼伤。需要借助嗅觉鉴别气体时,不能用鼻直接对准瓶口或试管口,应用手把少量气体轻轻扇向鼻孔。

(9) 稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,并不断搅动。切勿将水倒入浓硫酸中,以免迸溅,造成灼伤。

(10) 高温物体(如刚从煤气灯上取下的玻璃棒、玻璃管,刚从马弗炉中取出的坩埚和瓷盘等)要放在耐火石棉板(网)上,附近不得有易燃物,需称量的坩埚待稍冷后方可移至干燥器中冷却。

3. 实验室急救措施

实验室应备有急救箱,放置常用的急救用品,如消毒纱布、消毒棉花、红药水、创可贴、紫药水、碘酒、烫伤油膏、云南白药等,以备安全事故发生时急救之用。

(1) 割伤

如伤口内有异物,应先取出,再涂上红药水或贴上创可贴,必要时送医院救治。

(2) 烫伤

切勿用水冲洗,更不要把烫起的水泡挑破,可在烫伤处涂上烫伤膏或万花油,必要时送医院救治。

(3) 酸(碱)伤

酸(或碱)洒在衣服或皮肤上时,应立即用大量水冲洗(量多时先用干毛巾拭干,再用水冲),然后用 2% NaHCO_3 溶液(或 2% 醋酸溶液)擦洗,再用水冲洗,最后涂敷氧化锌软膏(或硼酸软膏)。



(4) 眼伤

当眼睛里进入碎玻璃或其他固体异物时,应闭上眼睛不要转动,立即到医院救治。当眼睛溅入腐蚀性药品如酸(或碱)时,应立即用大量流水冲洗(但注意水压不应太大),再用 2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液(或 3% 硼酸溶液)冲洗眼睛,然后用大量蒸馏水冲洗。严重者应及时送医院就医。

(5) 溴腐伤

先用乙醇或 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口,再用水冲洗干净,并涂敷甘油。

(6) 氢氟酸灼伤

使用氢氟酸后如感到接触部分开始疼痛,应立即用饱和硼酸溶液或冰与乙醇的混合物浸泡,并去医院就诊。

(7) 吸入毒气

不慎吸入煤气、溴蒸气、氯气、氯化氢、硫化氢等气体时,应立即到室外做深呼吸,呼吸新鲜空气。

(8) 口内误入毒物

立即取 5 mL~10 mL 稀 CuSO_4 溶液,加入一杯温水中,内服后用食指伸入咽喉,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(9) 触电

有人触电时应立即切断电源,或用非导体将电线从触电者身上移开。如有休克现象,应将触电者移到有新鲜空气处立即进行人工呼吸,并请医生到现场抢救。

4. 实验室灭火措施

实验室失火时一定要保持沉着,不要惊慌,根据起火原因与火势大小及时采取灭火措施。由于物质燃烧需要一定的温度和空气,所以灭火的基本原则是降温或将燃烧的物质与空气隔绝。

无机及分析化学实验室常用的灭火措施有以下几种:

(1) 立即关掉电、气源,把一切可燃物质和易爆物移至远处,注意不可碰撞,以免引起更大的火灾。

(2) 迅速选用适当的灭火器将火扑灭,注意不要用水来扑灭不溶于水的油类及其他有机溶剂等可燃物的火灾。

(3) 身上衣服着火时,应用石棉毯裹在身上,使隔绝空气而灭火。切不可慌张跑动,带动气流,使燃烧加剧。

(4) 实验室应装备必要的灭火设施,针对不同的火灾情况,选用不同的灭火器具。实验室中常见的灭火设施及其适用范围见表 1-1。

表 1-1 实验室中常见的灭火设施及其适用范围

灭火设施	灭火特点	适用对象
砂土	降温、隔绝空气而灭火	不能用水来灭火的着火物的火灾
石棉毯	隔绝空气而灭火	扑灭人身上着火及小型火灾



续表

灭火设施	灭火特点	适用对象
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3 、皂粉等混合生成 CO_2 的泡沫盖于燃烧物上隔绝空气而灭火	油类等非水溶性可燃、易燃液体的火灾和木材、纤维、橡胶等固体可燃物的火灾
二氧化碳灭火器	冷却燃烧物、隔绝空气而灭火	电器火灾
1211 灭火器	含有化学反应中断剂卤代烃,该物质不导电,毒性小,灭火效果好	油类、有机溶剂、高压电气设备、精密仪器等的火灾

5. 实验室“三废”的处理

在化学实验中会产生各种各样有毒、有害的废渣、废液、废气。随便排放“三废”不仅污染环境,造成公害,而且“三废”中的贵重和有用的成分没有得到回收,也是一种经济上的损失。废酸和废碱液经过中和处理,使其 pH 值在 6~8 范围内,并用大量水稀释后方可排放。废气应用排风设备排到室外,利用室外的大量空气来稀释。

(1) 无机及分析化学实验的废液中较多的是废酸液。可先用耐酸塑料窗纱或玻璃纤维过滤,滤液加碱(用废碱液更好)中和,调 pH 值至 6~8 时,即可排出。少量滤渣可埋于地下。

(2) 无机及分析化学实验中含铬废液量大的是废铬酸洗液。可用 KMnO_4 氧化使其再生,继续使用。少量的废铬酸洗液可加入废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,然后将废渣埋于地下。

(3) 少量的含氰化物的废液可先加 NaOH 调至 $\text{pH} > 10$,再加 KMnO_4 使 CN^- 氧化分解;量大的含氰化物的废液可先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入漂白粉,使 CN^- 氧化成氰酸盐,进而分解为 CO_2 和 N_2 。

(4) 含有汞盐的废渣应将其 pH 值调至 8~10 后,加适当过量的 Na_2S ,使其生成 HgS 沉淀。再加 FeSO_4 ,则有 FeS 沉淀生成,它可吸附 HgS ,然后一起沉淀下来。静置后过滤,清液含汞量可降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,即可排放。少量残渣可埋于地下,若残渣量大,可在通风橱内采用焙烧法回收汞。

(5) 含重金属离子的废液,最好是加碱或 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,进而过滤分离,少量残渣可埋于地下。

(6) 对实验废液中可再用的或者有经济价值的成分应予以回收。

二、测量误差与有效数字

1. 化学测定中的误差

(1) 基本概念

任何测量过程都会产生误差。误差按其性质的不同可分为三类,即系统误差、偶然误差