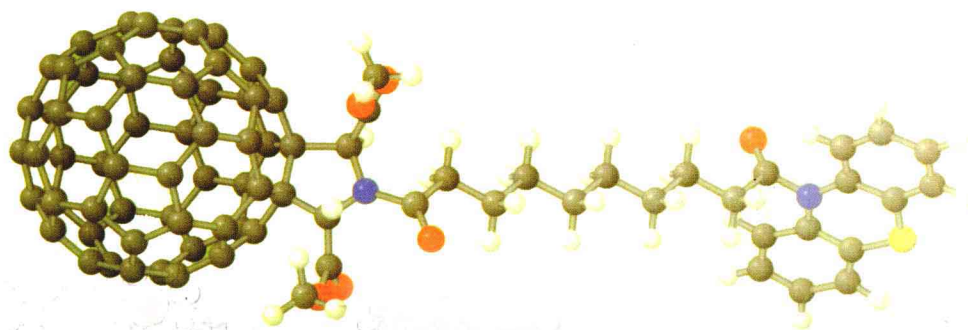


21世纪高等院校化学实验教学改革示范教材

无机及分析化学实验

总主编 孙尔康 张剑荣

主 编 李巧云 庄 虹



南京出版

南京大学出版社

21世纪高等院校化学实验教学改革示范教材
2009年江苏省高等学校立项精品教材

无机及分析化学实验

总主编 孙尔康 张剑荣
主 编 李巧云 庄 虹
副主编 程晓春 赵登山 鲜 华
编 委 (按姓氏笔画排序)
王秀玲 汪学英 杨 静
徐肖邢 董淑玲

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验 / 李巧云, 庄虹主编. —南京: 南京大学出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 305 - 07822 - 4

I. ①无… II. ①李… ②庄 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. ①061 - 33 ②065 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 236499 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出版人 左 健

丛 书 名 21 世纪高等院校化学实验教学改革示范教材

书 名 无机及分析化学实验

总 主 编 孙尔康 张剑荣

主 编 李巧云 庄 虹

责任编辑 蔡文彬 编辑热线 025 - 83686531

照 排 南京玄武湖印刷照排中心

印 刷 南京人文印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 13.25 字数 329 千

版 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 07822 - 4

定 价 25.00 元

发行热线 025 - 83594756

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

编委会

- 总主编** 孙尔康(南京大学) 张剑荣(南京大学)
- 副总主编** (按姓氏笔画排序)
- 朱秀林(苏州大学) 朱红军(南京工业大学)
- 孙岳明(东南大学) 刘勇健(苏州科技学院)
- 何建平(南京航空航天大学) 金叶玲(淮阴工学院)
- 周亚红(江苏警官学院) 柳闽生(南京晓庄学院)
- 倪良(江苏大学) 徐继明(淮阴师范学院)
- 徐建强(南京信息工程大学) 袁荣鑫(常熟理工学院)
- 曹健(盐城师范学院)
- 编委** (按姓氏笔画排序)
- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 马全红 | 卞国庆 | 王玲 | 王松君 |
| 王秀玲 | 白同春 | 史达清 | 汤莉莉 |
| 庄虹 | 李巧云 | 李健秀 | 何娉婷 |
| 陈国松 | 陈昌云 | 沈彬 | 杨冬亚 |
| 邱凤仙 | 张强华 | 张文莉 | 吴莹 |
| 郎建平 | 周建峰 | 周少红 | 赵宜江 |
| 赵登山 | 陶建清 | 郭玲香 | 钱运华 |
| 黄志斌 | 彭秉成 | 程振平 | 程晓春 |
| 路建美 | 鲜华 | 薛蒙伟 | |

序

化学是一门实验性很强的科学,在高等学校化学专业和应用化学专业的教学中,实验教学占有十分重要的地位。就学时而言,教育部化学专业指导委员会提出的参考学时数为每门实验课的学时与相对应的理论课学时之比,即为(1.1~1.2):1,并要求化学实验课独立设课。已故著名化学教育家戴安邦教授生前曾指出:“全面的化学教育要求化学教学不仅传授化学知识和技术,更训练科学方法和思维,还培养科学品德和精神。”化学实验室是实施全面化学教育最有效的场所,因为化学实验教学不仅可以培养学生的动手能力,而且也是培养学生严谨的科学态度、严密科学的逻辑思维方法和实事求是的优良品德的最有效形式;同时也是培养学生创新意识、创新精神和创新能力的重要环节。

为推动高等学校加强学生实践能力和创新能力的培养,加快实验教学改革和实验室建设,促进优质资源整合和共享,提升办学水平和教育质量,教育部已于2005年在高等学校实验教学中心建设的基础上启动建设一批国家实验教学示范中心。通过建设实验教学示范中心,达到的建设目标是:树立以学生为本,知识、能力、素质全面协调发展的教育理念和以能力培养为核心的实验教学观念,建立有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系,建设满足现代实验教学需要的高素质实验教学队伍,建设仪器设备先进、资源共享、开放服务的实验教学环境,建立现代化的高效运行的管理机制,全面提高实验教学水平。为全国高等学校实验教学改革提供示范经验,带动高等学校实验室的建设和发展。

在国家级实验教学示范中心建设的带动下,江苏省于2006年成立了“江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会”,成员单位达三十多个高校,并在2006~2008年三年时间内,召开了三次示范中心建设研讨会。通过这三次会议的交流,大家一致认为要提高江苏省高校的实验教学质量,关键之一是要有一个符合江苏省高校特点的实验教学体系以及与之相适应的一套先进的教材。在南京大学出版社的大力支持下,在第三次江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会上,经过充分酝酿和协商,决定由南京大学牵头,成立江苏省高

等院校化学实验教学改革系列教材编委会,组织东南大学、南京航空航天大学、苏州大学、南京工业大学、江苏大学、南京信息工程大学、南京师范大学、盐城师范学院、淮阴师范学院、淮阴工学院、苏州科技学院、常熟理工学院、江苏警官学院、南京晓庄学院等十五所高校实验教学的一线教师,编写《无机化学实验》、《有机化学实验》、《物理化学实验》、《分析化学实验》、《仪器分析实验》、《无机及分析化学实验》、《普通化学实验》、《化工原理实验》和至少跨两门二级学科(或一级学科)实验内容或实验方法的《综合化学实验》系列教材。

该套教材在教学体系和各门课程内容结构上按照“基础—综合—研究”三层次进行建设。体现出夯实基础、加强综合、引入研究和经典实验与学科前沿实验内容相结合、常规实验技术与现代实验技术相结合等编写特点。在实验内容选择上,尽量反映贴近生活、贴近社会,与健康、环境密切相关,能够激发学生学习兴趣,并且具有恰当的难易梯度供选取;在实验内容的安排上符合本科生的认知规律,由浅入深、由简单到综合,每门实验教材均有本门实验内容或实验方法的小综合,并且在实验的最后增加了该实验的背景知识讨论和相关延展实验,让学有余力的学生可以充分发挥其潜力和兴趣,在课后进行学习或研究;在教学方法上,希望以启发式、互动式为主,实现以学生为主体,教师为主导的转变,加强学生的个性化培养;在实验设计上,力争做到使用无毒或少毒的药品或试剂,体现绿色化学的教学理念。这套化学实验系列教材充分体现了各参编学校近年来化学实验改革的成果,同时也是江苏省省级化学示范中心创建的成果。

本套化学实验系列教材的编写和出版是我们工作的一项尝试,在教材中难免会出现一些疏漏或者错误,敬请读者和专家提出批评意见,以便我们今后修改和订正。

编委会

2008年8月

前 言

2006年江苏省成立了“江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会”，经联席会研究，决定编写一套反映江苏省化学实验教学示范中心建设成果、体现江苏省高校教学改革特色的化学实验教材。《无机及分析化学实验》教材就是其中的一本。

化学实验是一门实践性非常强的学科，突出学生实践能力和创新能力的培养是化学实验教学的显著特征。该教材本着“以学生为本、知识传授、能力培养、素质提高、协调发展”的教育观念来设计课程，课程内容结构按基础实验、综合实验、研究设计实验三个层次设置，教学内容注重密切联系生活、生产实际，反映学科前沿，注重无机化学与分析化学内容有机融合，注重增加综合、研究设计实验，注重实验绿色化。通过本课程的教学，指导学生学习化学基础知识，熟练掌握进行化学实验的基本方法与基本操作技能，促进学生的知识、能力、素质的综合协调发展，培养学生的实践能力和创新能力。在实际教学过程中，结合实验内容，教师采取灵活多样的教学方法，积极推进学生自主式、合作式、研究式的学习方式，突出个性化教育。

该教材分为七章，前四章为基础知识介绍，分别为实验基本常识、实验数据的表达与处理、实验基本操作及实验基本仪器的使用，后三章为实验内容，分别为基础实验、综合实验及研究设计实验。

参加本书编写的院校有常熟理工学院李巧云、徐肖邢、汪学英；苏州科技学院庄虹、杨静、王秀玲、董淑玲；淮阴工学院程晓春、赵登山；南京晓庄学院鲜华。全书由李巧云、庄虹统稿。

本书的编写得到了江苏省高等院校化学实验教学示范中心主任联席会、南京大学出版社及各参编学校的支持、指导和关心，在此表示衷心的感谢。本书的编写参考了大量相关的教材和资料，在此向有关作者深表谢意。

由于编者的学识和水平有限，本书中错误和疏漏在所难免，敬请同行专家和使用本书的师生批评指正。

编者

2010年9月

目 录

第一章 基础知识	1
§ 1.1 实验目的	1
§ 1.2 实验要求	1
§ 1.3 实验成绩评定	2
§ 1.4 实验规则	3
§ 1.5 实验安全守则	3
§ 1.6 实验事故的处理	4
§ 1.7 实验室“三废”的处理	5
第二章 实验数据的表达与处理	7
§ 2.1 测量中的误差	7
§ 2.2 有效数字及其运算规则	9
§ 2.3 化学实验中的数据表达与处理.....	11
第三章 基本操作	13
§ 3.1 玻璃仪器的洗涤与干燥.....	13
§ 3.2 加热与冷却.....	14
§ 3.3 玻璃管的加工和塞子钻孔.....	20
§ 3.4 试剂的取用.....	23
§ 3.5 基本度量玻璃仪器的使用.....	24
§ 3.6 溶液的配制.....	29
§ 3.7 固体物质的溶解、固液分离、蒸发和结晶.....	30
§ 3.8 沉淀的烘干、灼烧及恒重	34
§ 3.9 气体的发生、净化干燥和收集	36
§ 3.10 试纸的使用	38
§ 3.11 萃取	39
§ 3.12 升华	40
第四章 基本仪器的使用	41
§ 4.1 常用仪器介绍.....	41
§ 4.2 台秤、分析天平和电子天平	50
§ 4.3 电导率仪.....	54

§ 4.4	pH 计	57
§ 4.5	分光光度计	60
第五章	基础实验	65
§ 5.1	分析天平称量练习	65
§ 5.2	滴定分析基本操作练习	67
§ 5.3	粗食盐的提纯	70
§ 5.4	盐酸标准溶液的配制与标定	73
§ 5.5	EDTA 标准溶液的配制与标定	75
§ 5.6	KMnO ₄ 标准溶液的配制与标定	77
§ 5.7	混合碱中各组分含量的测定	79
§ 5.8	自来水总硬度的测定	81
§ 5.9	过氧化氢含量的测定	83
§ 5.10	葡萄糖含量的测定	84
§ 5.11	水中化学耗氧量(COD)的测定	86
§ 5.12	氯化物中氯含量的测定	88
§ 5.13	氯化钡中钡的测定	89
§ 5.14	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	91
§ 5.15	醋酸解离常数和解离度的测定	93
§ 5.16	分光光度法测定磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成及稳定常数	95
§ 5.17	邻二氮杂菲分光光度法测定铁	98
§ 5.18	电导率法测定硫酸钡的溶度积	101
§ 5.19	化学反应速率与活化能的测定	104
§ 5.20	硝酸钾的制备和提纯	108
§ 5.21	卤素、氧、硫、氮、磷、硅、硼	110
§ 5.22	碱金属、碱土金属、铝、锡、铅	116
§ 5.23	铜、银、锌、镉、汞	119
§ 5.24	铬、锰、铁、钴、镍	123
第六章	综合实验	129
§ 6.1	硫酸亚铁铵的制备与含量分析	129
§ 6.2	三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾的合成及组成分析	131
§ 6.3	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及组成分析	136
§ 6.4	离子交换法制取碳酸氢钠及含量分析	138
§ 6.5	硫酸四氨合铜(Ⅱ)的制备及配离子组成测定	141
§ 6.6	保险丝中铅含量的测定	143
§ 6.7	铝合金中铝含量的测定	144
§ 6.8	维生素 C 制剂抗坏血酸含量的测定	146
§ 6.9	铁矿石中铁含量的测定	147

§ 6.10	钢中铬和锰含量的同时测定	150
§ 6.11	合金中镍含量的测定	151
§ 6.12	磷肥中水溶磷的测定	153
§ 6.13	醋酸钠含量的测定	154
§ 6.14	间接碘量法测定铜合金中铜含量	156
第七章	研究设计实验	159
§ 7.1	过氧化钙的制备与含量分析	159
§ 7.2	含铬工业废液的处理及水质检验	160
§ 7.3	洗衣粉中含磷量与碱度的测定	160
§ 7.4	聚碱式氯化铝的制备及絮凝效果研究	161
§ 7.5	煤样中全硫的测定	161
§ 7.6	阿司匹林药片中乙酰水杨酸含量的测定	162
§ 7.7	水中亚硝酸态氮的测定	163
§ 7.8	日常食品的质量检测	163
§ 7.9	水泥中铁、铝、钙、镁的测定	164
§ 7.10	粗硫酸铜的提纯	164
§ 7.11	碱式碳酸铜的制备	165
§ 7.12	碘盐的制备与检验	165
§ 7.13	茶叶中某些元素的分离与鉴定	166
§ 7.14	尿素中氮含量的测定	167
§ 7.15	蛋壳中钙、镁含量的测定	168
§ 7.16	复方氢氧化铝药片中铝和镁的测定	169
§ 7.17	混合酸或碱中各组分含量测定的设计实验	169
§ 7.18	应用配位滴定法的设计性实验	170
§ 7.19	应用氧化还原滴定法的设计性实验	170
§ 7.20	综合分析实验	171
附 录		172
附录 1	元素的相对原子质量	172
附录 2	化合物的相对分子量	173
附录 3	常用酸碱溶液的密度和浓度	176
附录 4	常用指示剂	176
附录 5	常用缓冲溶液的配制	180
附录 6	常用基准物质的干燥条件和应用	181
附录 7	常用试剂配制	182
附录 8	常见离子鉴定方法	183
附录 9	一些氢氧化物沉淀及其溶解时所需的 pH	187
附录 10	弱酸和弱碱的离解常数	187

附录 11	一些难溶化合物的溶度积	189
附录 12	常见配离子的稳定常数	191
附录 13	某些离子和化合物的颜色	192
附录 14	不同温度下水的饱和蒸气压	195
附录 15	实验室常用灭火器和灭火剂	196
附录 16	常用化学危险品的分类、性质及管理	197
附录 17	实验室常用洗液	198
参考文献	199

第一章 基础知识

§ 1.1 实验目的

化学本质上是一门实验科学,化学实验具有丰富的实验思想、多样化的实验方法和手段以及综合性很强的基本实验技能训练,它是培养学生创新意识和创新能力、引导学生确立正确科学思想和科学方法、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的综合能力,以适应科技发展与社会进步对人才的需求方面有着不可替代的作用。在化学教学中,以实验为手段培养学生的实践能力和创新精神是化学教学最显著的特点。通过基础化学实验的系统学习,要求达到以下目的:

- (1) 掌握实验的基本操作和基本技能,熟悉常用仪器的构造、原理及其使用方法。
- (2) 理解和掌握基础化学的基本概念、基础知识和基本理论。
- (3) 掌握无机物的一般分离、提纯、制备和测定方法,掌握常见离子的基本性质与鉴定,建立严格“量”的概念,学会运用误差理论正确处理实验结果。
- (4) 培养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、实验结果的分析和归纳等能力。
- (5) 培养严谨务实的科学态度,勤奋好学的思想品质,认真细致的工作作风,整洁卫生的良好习惯和相互协作的团队精神。
- (6) 培养主动学习、独立思考、分析问题、解决问题的能力 and 创新能力。

§ 1.2 实验要求

1. 认真做好预习

实验前的预习是做好实验的重要前提。预习的主要作用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,明确实验目的和要求,弄清实验原理和设计思想,确定实验方法和步骤,了解所用的仪器和设备,预计实验中出现的問題和解决办法,设计好数据记录表格等。
- (2) 写好预习报告。每个学生都要备有专用的实验预习报告本,将预习过程中的心得、体会通过简明清晰的预习报告形式表达出来。切忌抄书或草率应付。预习报告内容应包括实验目的、基本原理、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、预答思考题等。

对于预习没有达到要求的学生,不得进入实验室进行实验。

2. 认真完成实验

学生在教师指导下独立进行操作是实验课的主要教学方法,也是训练学生正确掌握实验技术达到培养能力目的的重要手段。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) 严格遵守实验室规则和安全守则。

(2) 严格控制实验条件,认真操作。

(3) 养成良好的记录习惯,仔细观察并如实记录实验现象和原始数据,记录尽量采用表格形式,做到整洁、清楚、不随意涂改。

(4) 积极思考,善于发现和解决实验中出现的各种问题。遇到问题独立思考,并积极与老师和同学讨论。

(5) 实验中如发现异常现象,应仔细查明原因,并及时报告指导教师。

(6) 实验结果必须经指导教师检查签字。

3. 认真写好实验报告

书写实验报告是本课程的基本训练,它将使学生在实验现象分析、数据处理、作图、误差分析、总结规律等方面得到训练和提高。实验后学生必须将原始记录交指导教师签名,然后写出实验报告。每个学生应设计好自己的实验报告,及时、独立、认真地完成实验报告,要求内容简明、条理清晰、数据完整、作图标准、字迹工整、讨论深入。实验报告一般必须包括以下内容:

(1) 封面。包括实验名称、实验日期、实验者姓名、实验地点等。

(2) 内容。包括实验目的和原理、实验用品、装置、实验条件、原始数据(实验现象和测定数据)。

(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;主要指实验时的心得体会,做好实验的关键,对实验中遇到的疑难问题提出自己的见解;对实验方案、实验内容、实验装置等提出建议、意见或自己的设想;自己的实验收获、差距和努力方向等。

§ 1.3 实验成绩评定

学生实验成绩的评定是对学生掌握实验设计思想、方法、技能、实验综合素质和能力全面考查的结果。实验成绩评定采取以平时成绩为主,与期末考试相结合的多元化实验考核办法。平时成绩主要以预习报告、实验态度、实验操作、实验结果、实验报告等方面为依据进行评分。期末考试采取“笔试+实际操作”的方式,将笔试、实验操作技能、设计实验的能力与水平考核结合进行评分。根据本教材中四大类实验的特点,成绩评定的着重点有所不同。学生实验成绩的评定主要依据如下:

(1) 对基础知识、基本原理和设计思想的理解和掌握。

(2) 实验基本方法、基本技能和基本仪器的掌握和使用。

(3) 实验结果(产量、纯度、准确度、精密性等)及对实验结果的分析、讨论与总结。

(4) 实验能力。包括实验设计、组织、实施步骤和对实验现象的观察、测量、记录的过

程,数据处理的正确性,作图技术的掌握,实验报告的规范性与完整性,分析解决问题的能力,创新意识等。

(5) 实验态度。包括严谨求实、勤奋认真、条理整洁、团结协作、遵守纪律等。

§ 1.4 实验规则

(1) 实验前必须做好预习,明确实验的目的、内容和步骤,了解仪器设备的操作规程和实验物品的特性,写好预习报告,接受指导教师的提问和检查,经检查认可后,方可进行实验。

(2) 实验时要遵守操作规则,遵守一切必要的安全措施,保证实验安全。

(3) 遵守纪律,不迟到、不早退,保持室内肃静,不要喧闹谈笑,不做与实验无关的事,不动与实验无关的设备。不得无故缺席,因故缺席未做的实验应该补做。

(4) 实验中要集中注意力,认真操作,仔细观察,将实验中的一切现象和数据都如实记录在报告本上,不得涂改和伪造。实验结果(数据)必须交指导教师审阅、通过。实验结束后应根据原始记录,认真处理数据,写出实验报告。

(5) 实验过程中,随时保持工作环境的整洁。火柴梗、纸张、废品、废液等严禁丢入或倒入水槽,以免堵塞水槽和腐蚀下水管道。实验中的废弃物应按规定放到指定的废物桶或废液缸中。

(6) 爱护国家财物,严格按照操作规程使用仪器和实验室设备,如发现仪器有故障,应立即停止使用,报告教师,及时排除故障。由于违反操作规程而造成的损坏,要按照规定赔偿。

(7) 做到生动、活泼、主动地学习,鼓励学生对实验内容和安排提出改进,对实验现象进行讨论。倡导在教学计划外作探索性、研究性实验,但需事先提出申请,经批准同意后方可进行。

(8) 节约使用试剂、药品、材料、水、电、煤气。实验用品一律不得擅自带出实验室。

(9) 实验完毕,应将所用仪器洗净并整齐地放回实验柜内。清理好实验台,关好电闸、水和煤气龙头。经教师检查合格后才能离开实验室。

(10) 每次实验后由学生轮流值勤、负责打扫和整理实验室,并检查水龙头、煤气开关、门、窗是否关紧,电闸是否拉掉,以保持实验室的整洁和安全。

§ 1.5 实验安全守则

化学实验室常常潜藏着诸如爆炸、着火、中毒、灼伤和割伤等危险,因此,实验者必须高度重视安全,听从教师指导,遵守操作规程,避免事故的发生。

(1) 熟悉实验环境,了解急救箱、消防用品的位置和使用方法。

(2) 不要用湿手、物接触电源,以防触电。

(3) 水、电、煤气使用完毕,就立即关闭水龙头、煤气开关,拉掉电闸。离开实验室前,应检查确保拉下电闸,关闭水、煤气总阀门,关闭门窗。

(4) 严禁在实验室内饮食、吸烟或把食具带进实验室。实验室药品严禁入口。实验完

毕,把手洗干净方可离开。

(5) 绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。自行设计的实验需和老师讨论后才能进行。

(6) 不要俯向容器去嗅放出的气味。一切有毒和有刺激性气体的实验,都要在通风橱内进行。切勿直接俯视容器中的化学反应或正在加热的液体。

(7) 使用易爆、易燃物质应远离火源,用毕及时关紧瓶塞,放在阴凉处。点燃的火柴用后立即熄灭,不得乱扔。

(8) 金属钾、钠和白磷等暴露在空气中易燃烧,所以金属钾、钠应保存在煤油中,白磷则可保存在水中,取用时要用镊子。

(9) 使用强酸、强碱、溴等具有强腐蚀性的试剂时,要更加当心,切勿溅在皮肤上或衣服上,特别要注意保护眼睛,取用时戴胶皮手套和防护眼镜。

(10) 使用有毒试剂,不得接触皮肤和伤口,试验后废液应倒入指定的容器内集中处理。

(11) 实验中的废弃物要按规定放到指定的废物桶或废液缸中。

(12) 实验室所有药品不得携出室外。用剩的有毒药品交还给教师。

§ 1.6 实验事故的处理

实验过程中,如发生意外事故,重伤者立即送医院治疗,轻伤时可采取如下措施:

1. 割伤

先取出伤口内的异物,涂上紫药水,必要时撒些消炎粉,用绷带包扎。

2. 烫伤

不要用水洗,也不要弄破水泡。在烫伤处涂以烫伤膏、万花油或风油精。

3. 灼伤

酸或碱灼伤立即用大量水冲洗,然后用饱和 NaHCO_3 溶液或硼酸溶液冲洗,最后再用水冲洗。溴灼伤立即用乙醇洗涤,然后用水洗净,涂上甘油或烫伤油膏。

4. 吸入刺激性或有毒气体

吸入少量 Br_2 蒸气、 Cl_2 、 HCl 等气体时,可吸入少量乙醇和乙醚的混合蒸气来解毒,吸入少量 H_2S 、 NO_2 或 CO 等有毒气体而感到不适时,立即到室外呼吸新鲜空气。

5. 触电

立即切断电源,必要时对触电者进行人工呼吸。

6. 起火

不慎起火,切勿惊慌,立即采取措施灭火,并切断电源、关闭煤气总阀,拿走易燃药品等,以防火势蔓延。

7. 毒物进入口内

将 5~10 mL 稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服后,用手指伸入咽喉部,促使呕吐,吐出毒物,然后立即送医院。

§ 1.7 实验室“三废”的处理

实验中经常会产生某些有毒的气体、液体和固体,都需要及时排弃,特别是某些剧毒物质,如果直接排出就可能污染周围空气和水源,损害人体健康。因此,对废液和废气、废渣要经过一定的处理后,才能排弃。

1. 废气

(1) 产生少量有毒气体的实验应在通风橱内进行。通过排风设备将少量毒气排到室外,使排出气体在外面大量空气中稀释,以免污染室内。

(2) 产生毒气量大的实验必须备有吸收或处理装置。如二氧化氮、二氧化硫、氯气、硫化氢、氟化氢等可用导管通入碱液中,使其大部分吸收后排出,一氧化碳可点燃转成二氧化碳。

2. 废液

(1) 无机实验中通常大量的废液是废液酸。废液缸中废液酸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) 废铬酸洗液可以用高锰酸钾氧化法使其再生,重复使用。氧化方法:先在 110~130℃ 下将其不断搅拌、加热、浓缩,除去水分后,冷却至室温,缓缓加入高锰酸钾粉末。每 1 000 mL 加入 10 g 左右,边加边搅拌直至溶液呈深褐色或微紫色,不要过量。然后直接加热至有三氧化硫出现,停止加热。稍冷,通过玻璃砂芯漏斗过滤,除去沉淀;冷却后析出红色三氧化铬沉淀,再加适量硫酸使其溶解即可使用。少量的废铬酸洗液可加入废碱液或石灰使其生成氢氧化铬(Ⅲ)沉淀,将此废渣埋于地下。

(3) 氰化物是剧毒物质,含氰废液必须认真处理。对于少量含氰废液,可先加氢氧化钠调至 $\text{pH} > 10$,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。先用碱将废液调至 $\text{pH} > 10$,再加入漂白粉,使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为二氧化碳和氮气。

(4) 含汞盐废液应先调节 pH 为 8~10,然后,加适当过量的硫化钠生成硫化汞沉淀,并加硫酸亚铁生成硫化亚铁沉淀,从而吸附硫化汞沉淀下来。静置后分离,再离心,过滤。清液汞含量降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 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,但注意一定要在通风橱内进行。

(5) 含重金属离子的废液,最有效和最经济的处理方法是加碱或加硫化钠把重金属离子变成难溶性的氢氧化物或硫化物沉积下来,然后过滤分离,少量残渣可埋于地下。

3. 废渣

有回收价值的废渣应收集起来统一处理,回收利用,少量无回收价值的有毒废渣也应集中起来分别处理或深埋于离水源远的指定地点。

(1) 钠、钾屑及碱金属、碱土金属氢化物、氮化物

悬浮于四氢呋喃中,在搅拌下慢慢滴加乙醇或异丙醇至不再放出氢气为止,再慢慢加水澄清后冲入下水道。

(2) 硼氢化钠(钾)

用甲醇溶解后,用水充分稀释,再加酸并放置,此时有剧毒硼烷产生,所以应在通风橱内

进行,其废液用水稀释后冲入下水道。

(3) 酰氯、酸酐、三氯化磷、五氯化二磷、氯化亚砷

在搅拌下加大量水冲走。五氯化二磷加水,用碱中和后冲走。

(4) 沾有铁、钴、镍、铜催化剂的废纸、废塑料

变干后易燃,不能随便丢入废纸篓内,应趁未干时,深埋于地下。

(5) 重金属及难溶盐

尽量回收,不能回收的集中起来深埋于远离水源的地下。