

高等院校化学实验教学改革规划教材

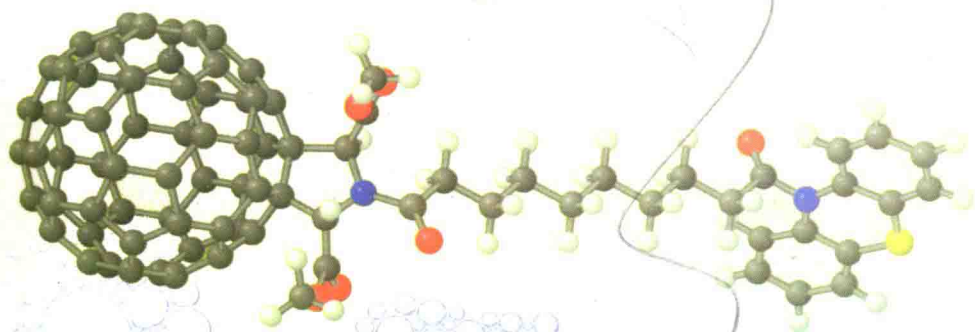
江苏省高等学校精品教材

无机化学实验

第三版 · **立体化** 教材

总主编 孙尔康 张剑荣

主 编 郎建平 卞国庆 贾定先



南京大学出版社

高等院校化学实验教学改革规划教材

江苏省高等学校精品教材

无机化学实验

第三版

总主编 孙尔康 张剑荣
主 编 郎建平 卞国庆 贾定先
副主编 陶建清 周少红 王红艳 郎雷鸣
编 委 (按姓氏笔画排序)
马全红 刘总堂 刘广卿 吴秀红
张文莉 张晨杰 余 璐 杨亚平
顾云兰 倪春燕 蒋正静



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验 / 郎建平, 卞国庆, 贾定先主编. —

3 版. —南京: 南京大学出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-305-20375-6

I. ①无… II. ①郎… ②卞… ③贾… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教材 IV. ①O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 123154 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

出版人 金鑫荣

书 名 无机化学实验(第三版)

主 编 郎建平 卞国庆 贾定先

责任编辑 刘 飞 蔡文彬 编辑热线 025-83686531

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 378 千

版 次 2018 年 8 月第 3 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-20375-6

定 价 38.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

官方微信号: njupress

销售咨询热线: (025)83594756

* 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)

董延茂(苏州科技大学)

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

徐培珍

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 $(1.1\sim 1.2):1$,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、苏州科技大学、常熟理工学院、江苏警官学院、南京晓庄学院、南京大学金陵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》、《大学化学实验》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,省内外相关院校使用后,深受广大师生的好评,并于2011年被评为“江苏省高等学校精品教材”。

本套系列教材的出版至今已近十年,随着科学技术日新月异地发展,实验教学改革也随之不断地深入,尽管高等学校实验的基本内容变化不大,但某些实验内容、实验方法和实验技术有了新的变化。本套教材的再版也就是为了适应新形势下的教学需要,在第二版的基础上删除了部分繁琐、陈旧的实验,增加了部分新的实验内容,并尽可能引入新的实验方法和实验技术。在第三版教材的编写过程中,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

第三版前言

本书自2009年第一版出版以来,得到了省内外多所兄弟院校的肯定并选作教材,2011年被江苏省教育厅遴选为省级精品教材,2013年出版了第二版。5年多来,广大教师 and 同学在教学和学习中提出了一些宝贵意见和建议,对第三版的修订起到了极大的帮助,在此我们向支持和关心本书的领导、老师以及同学表示由衷的感谢。我们编委会全体成员在广泛征求一线教师和读者意见的基础上,通过编委会议、网络等多种形式开展了深入细致的讨论,提出了第三版的修改原则和编写计划。

从避免重复和减少环境污染角度出发,在第二版调整的基础上,进一步缩减了验证性实验,删去了一些元素性质实验的部分内容;为提高学生自主研究和综合实验能力,增加了2个研究与设计性实验;从便于实验准备和学生理解以及突出实验现象的角度出发,对前一版的文字进行了适当的调整,对元素性质实验和制备及综合实验中一些药品的用量和浓度等实验数据进行了修订和调整。另外,为适应高等教育发展趋势,利用现代教学手段,以在书中嵌入二维码的形式提供重要实验仪器、重要化学反应和典型实验现象等电子资源,以有利于提高实验教学效果、激发学生学习的积极性。

参加本书第三版编写工作的有:苏州大学的卞国庆、贾定先、张晨杰、倪春燕;东南大学的周少红、马全红;盐城师范学院的陶建清、顾云兰、吴秀红、刘总堂;淮阴师范学院的王红艳、蒋正静;南京晓庄学院的郎雷鸣、刘广卿;江苏大学的张文莉;东南大学成贤学院的杨亚平、余璐。全书由郎建平、贾定先统稿;南京大学徐培珍老师和苏州大学戴洁教授审阅全书,并提出了宝贵的修改意见。

本书的再版得到了南京大学出版社、参编本书的各兄弟院校领导和一线教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

本书从第一次出版我们就有将此书编成便于教学与学习、有利于学生“三基”训练和创新能力培养的一本大家喜爱的实验教材的强烈愿望,限于编者水平,难免会有一些疏漏和错误之处,敬请各位专家和广大读者批评指正。

编者

2018年6月



特配电子资源与服务

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 无机化学实验的目的	1
§ 1.2 无机化学实验的学习方法	1
§ 1.3 实验室规则和安全知识	2
§ 1.4 实验室的“三废”处理	5
§ 1.5 测定中的误差与有效数字	7
知识链接 实验报告格式	11
第二章 基本操作及基本原理实验	14
实验 1 仪器的认领、洗涤和干燥	14
知识链接 一、常用玻璃仪器	16
二、干燥器	21
三、各种洗涤剂成分、制备	22
四、特殊物质的去除	22
实验 2 灯的使用、玻璃管加工和塞子钻孔	23
知识链接 一、加热装置	28
二、塞子的性质及其分类	28
三、玻璃的性质及其分类	28
四、燃气安全	30
实验 3 试剂取用与试管操作	30
知识链接 一、试剂瓶的种类	33
二、试剂瓶塞子打开的方法	33
三、化学试剂的级别	33
实验 4 天平的使用与溶液的配制	34
知识链接 一、称量仪器	37
二、试样的称量方法	39
三、溶液的浓度及其配制	40
四、量筒和量杯、移液管和吸量管、容量瓶的使用	41
五、基准物质和标准溶液的配制	43
实验 5 滴定操作	45
知识链接 一、滴定管	48

	二、酸碱指示剂	51
实验 6	粗盐的提纯	52
	知识链接	
	一、固体的溶解	55
	二、固液分离	55
	三、蒸发与浓缩	57
	四、固体的干燥	58
实验 7	气体的发生、净化、干燥和铜原子量的测定	59
	知识链接	
	一、气体的发生	61
	二、气体的收集	63
	三、气体的净化和干燥	64
	四、可燃性气体的爆炸极限	67
	五、实验装置气密性的检查	68
	六、启普气体发生器的构造与使用	68
实验 8	二氧化碳相对分子质量的测定	70
	知识链接	
	一、大气压力计的使用方法	73
	二、温度计、温控头等的使用	74
实验 9	气体常数 R 的测定	74
实验 10	弱酸解离度和解离常数的测定	76
	知识链接	
	酸度计的使用	79
实验 11	解离平衡与沉淀平衡	80
	知识链接	
	试纸的分类与使用	84
实验 12	氧化还原反应和氧化还原平衡	85
	知识链接	
	一、盐桥的制备	89
	二、电极的处理	89
	三、金属的腐蚀及其防护	89
	四、有关氯气的安全操作	89
	五、有关溴的安全操作	90
	六、电池	90
实验 13	$I_3 \rightleftharpoons I_2 + I^-$ 平衡常数的测定	90
实验 14	反应速率和活化能的测定	93
实验 15	配合物的生成和性质	96
实验 16	硫氰酸铁配位离子配位数的测定	100
	知识链接	
	分光光度计	102
第三章	元素性质实验	104
实验 17	p 区非金属元素(一)(卤素、氧、硫)	104
实验 18	p 区非金属元素(二)(氮族、硅、硼)	106
实验 19	碱金属和碱土金属	109

知识链接	一、碱金属阴离子	111
	二、锂和心理健康	111
	三、焰火的制作	111
	四、焰色反应	112
实验 20	p 区金属元素(铝、锡、铅、铋、铊)	112
实验 21	ds 区金属元素(铜、银、锌、镉、汞)	116
知识链接	一、汞的性质及废液处理	120
	二、镉的性质及废液处理	120
实验 22	第一过渡金属元素(一)(钛、钒、铬、锰)	121
实验 23	第一过渡金属元素(二)(铁、钴、镍)	124
实验 24	常见非金属阴离子的分离和鉴定	128
实验 25	常见阳离子的分离和鉴定	133
知识链接	一、半微量无机定性分析常用方法	135
	二、分析反应的灵敏度和选择性	137
第四章	制备及综合实验	139
实验 26	去离子水的制备及检测	139
知识链接	一、水的规格	142
	二、纯水的检验	143
	三、电导率仪	143
	四、地表水环境质量标准与污水排放标准	143
实验 27	硝酸钾的制备和提纯	145
实验 28	转化法制备氯化铵	147
实验 29	高锰酸钾的制备及纯度分析	148
实验 30	由二氧化锰制备碳酸锰	150
实验 31	硫酸铝的制备	151
实验 32	硫酸锰铵的制备及检验	152
实验 33	由废铁屑制备硫酸亚铁铵及含量分析	154
实验 34	一种钴(III)配合物的制备及组成分析	157
实验 35	醋酸铬(II)水合物的制备	160
实验 36	过氧化钙的制备及含量分析	161
实验 37	纯碱的制备及含量分析	163
实验 38	三草酸根合铁(III)酸钾的制备、性质及组成测定	165
实验 39	水合二草酸根合铜(II)酸钾晶体的控制生长	170
实验 40	葡萄糖酸锌的制备及锌含量测定	172
实验 41	十二钨磷酸和十二钨硅酸的制备	176
知识链接	萃取	178
实验 42	五水硫酸铜的制备、提纯及大晶体的培养	179
实验 43	硫代硫酸钠的制备和应用	181

知识链接 硫代硫酸钠的应用	183
实验 44 二(亚氨基二乙酸根)合钴(Ⅲ)酸钾几何异构体的制备与含量分析	184
Exp. 45 Solution Preparation and “the Iodine Clock”	189
Exp. 46 Preparation and Spectral Analysis of Copper(Ⅱ) Complexes	191
第五章 研究与设计性实验	194
实验 47 离子鉴定和未知物的鉴别	194
实验 48 混合阳离子的分离与鉴定(设计实验)	195
实验 49 碘化铅溶度和常数的测定(设计实验)	196
实验 50 碱式碳酸铜的制备(研究性实验)	197
实验 51 二氯化二(乙二胺)合铜(Ⅱ)的合成及其铜含量测定(设计实验)	199
实验 52 N,N'-双水杨醛缩乙二胺合铜[Cu(Ⅱ)salen]配合物的合成	200
实验 53 明矾的制备	201
实验 54 从废铜液中回收硫酸铜	202
实验 55 废干电池的综合利用(设计实验)	203
实验 56 磷化废液的综合利用(设计实验)	207
实验 57 含铜/铬电镀废水的处理(设计实验)	209
附 录	211
附录 1 元素的相对原子质量	211
附录 2 常用的量和单位	212
附录 3 常用酸、碱溶液的密度和浓度	213
附录 4 常用缓冲溶液的 pH 范围	214
附录 5 常用的酸碱指示剂	215
附录 6 弱电解质的解离常数	216
附录 7 化合物的溶度积常数	217
附录 8 一些配离子的标准稳定常数	219
附录 9 某些特殊试剂的配制	220
附录 10 常见离子和化合物的颜色	222
附录 11 常见阴、阳离子的主要鉴定方法	226
参考文献	233

第一章 绪 论

化学是研究物质及其变化的一门科学,它的发生、发展都是建立在实验基础上的。尽管近年来“分子设计”等理论化学、计算化学随着科技的发展得到很大的提高,但其成果最终需由实验来检验或通过实验技术来实现。因此,可以说化学是一门实验科学,没有实验就没有化学。绝大部分的化学理论与化学定律都来自实验,同时,这些理论与规律的应用与评价也必定通过实验来实现。重视化学实验课程,对培养学生的创新能力和优良的素质起着十分重要的作用。化学实验的教学在化学教学中起着理论课所不能替代的作用,通过化学实验教学可以训练学生的基本操作与基本技能,加强学生的基本知识,培养学生分析问题、解决问题的能力,养成良好的实验习惯、严谨的科学态度。

§ 1.1 无机化学实验的目的

无机化学实验是高校化学化工类专业学生的第一门必修基础实验课,是大学化学实验的起点和基石,是一门独立的课程,也是学习无机化学的一个重要环节。该课程的主要目的是:

- (1) 通过实验课程掌握基本的化学实验方法和无机化学实验的基本操作技能。
- (2) 通过实验全过程,学生可以掌握大量的第一手感性知识,经分析、归纳、总结,从感性认识上升到理性认识,加深对理论知识的理解,提高应用能力。
- (3) 掌握基本的化学实验技术,培养学生独立查阅资料,设计实验方案,独立准备和操作实验的能力、细致观察和记录现象的能力、准确测定实验数据、正确处理数据和表达实验结果的能力、培养学生分析解决问题、科学研究和创新的能力。
- (4) 在提高学生动手能力的同时,化学实验应着重培养学生严谨求实的科学品德、一丝不苟的科学态度,富于创新的科学精神和细致整洁的实验习惯,为学生参加科学研究及实际工作打下坚实的基础。

§ 1.2 无机化学实验的学习方法

为达到无机化学实验课程的教学目的,学生不仅要有正确的学习目的和学习态度,还要有正确的学习方法,才能在掌握一般规律的基础上,学会举一反三、融会贯通,从根本上达到学习目的、提高教学效果与教学质量。根据本课程的特点,学习方法大致有以下四个步骤:

1. 预习

- (1) 弄清实验目的和实验原理,了解实验仪器的工作原理和结构,掌握仪器的使用方法和注意事项。
- (2) 查阅实验相关的资料,熟悉实验内容、操作步骤、数据处理方法,做到心中有数,在此基础上归纳并书写出简洁明了的实验步骤。

(3) 在熟悉实验原理、内容、步骤的基础上,统筹安排实验时间。

(4) 书写预习报告,切忌照本抄书,应依据自己的理解而书写,内容包括:实验题目、实验目的、实验原理、实验步骤(以流程图为主)、注意事项、实验记录表格(或格式)等。

2. 讨论

为使学生进一步明确实验原理、操作要点、注意事项和加深对实验现象、结果的理解,教师在实验前、后通过观看多媒体、演示、提问、归纳等多种形式组织师生讨论,从而达到举一反三的教学目的。学生应该认真准备、积极主动参与、专心听讲、认真记录注意事项,对疑惑大胆提问、对提问主动回答。

3. 实验

(1) 认真、细致、独立地完成实验内容,既要大胆,又要细心。

(2) 严格规范地进行实验操作,仔细观察实验现象,认真严谨并及时地记录实验结果。

(3) 实验过程中做到手、脑并用,即边实验、边记录、边思考;力争自己解决实验中遇到的问题,有困难时应与老师讨论,共同解决。

(4) 不可随意更改实验,有新想法、新思路、新设计应经老师同意后方可实行。

(5) 保持实验环境整洁、桌面整洁有条理,暂时不用的仪器不要放在实验台上,自觉养成良好的实验素养和科学习惯,遵守实验室规则。

4. 实验报告

实验报告是对所学知识进行归纳和提高的过程,也是培养学生思维能力、书写能力、严谨的科学态度、实事求是精神的主要措施,应该认真对待。

(1) 按照一定的格式书写,要求简明扼要、清楚整洁。

(2) 必须及时、认真、实事求是地独立完成实验报告,不得臆造、抄袭或篡改原始现象、原始数据等。

(3) 归纳总结实验现象和数据,得出结论,并分析讨论实验结果和存在的问题。同时,根据实验结果分析自己在实验中的成功与不足,并对实验提出改进意见,这对提高分析问题、解决问题的能力大有益处。

(4) 实验报告一般应该包括:实验题目、实验目的、实验原理、实验步骤、实验记录(含数据处理)、思考和讨论等内容。各类试验报告的格式可以不同,现列出三种以供参考,见本章“知识链接”。

§ 1.3 实验室规则和安全知识

一、实验室规则

实验室规则是人们在长期的实验室工作中归纳总结出来的,它是保持正常从事实验的环境和工作秩序、防止意外事故、做好实验的一个重要前提。为确保实验的正常进行,培养良好的实验习惯和工作作风,人人必须遵守下列规则:

(1) 认真学习实验室规则和有关注意事项,学习紧急事件的处理方法和消防、安全防护守则。经过适当考核和实验指导教师允许后,学生方可进入实验室。

(2) 遵守纪律,不得迟到早退,同时应该提前 5~10 min 进实验室以便定下心来,避免

匆忙、心慌而出错,造成事故。学生不得无故缺课,因故未做的实验应该及时补做。否则超过一定数量,按照规定,本实验课成绩不及格。

(3) 实验前要认真预习有关实验的全部内容,做好预习报告。通过预习了解实验的基本原理、方法、步骤及注意事项,做到有备而来。

(4) 实验前应清点仪器。如发现有破损或缺少,应立即更换或补领。实验过程中仪器损坏应及时补充,并按规定赔偿。

(5) 实验时应遵守操作规则,保证实验安全,保持室内安静,不要大声喧哗。

(6) 要节约使用药品、水、电和煤气,要爱护仪器和实验室设备。

(7) 在实验过程中,要保持实验室及台面整洁,废物与回收溶剂等应放到指定的地方,不得乱丢乱放。

(8) 实验过程中要实事求是、细心观察、认真记录,将实验中的一切现象和数据如实记在报告本上。根据原始记录,认真地分析问题,处理数据,写出实验报告。对于实验异常现象应进行讨论,提出自己的看法。

(9) 实验结束后必须将所用仪器洗涤干净,并整齐放入实验柜内。

(10) 值日生负责门窗玻璃、桌面、地面及水槽的清洁工作,以及整理公用原料、试剂和器材,清除垃圾,检查水、电、煤气安全,最后关好门窗。

二、安全知识

进行化学实验时,常会使用水、电、煤气和各种药品、仪器。而许多化学药品是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的,故在实验过程中要集中注意力,遵守操作规程,避免事故发生。

(1) 为防止损坏衣物、伤害身体,做实验时,必须穿长款实验服,不允许穿短裤、拖鞋等露出身体的衣物进入实验室。梳长发的同学要将头发挽起,以免受到伤害。

(2) 进实验室必须戴护目镜。试管加热时,切记不可将试管口对着自己或别人。

(3) 实验室内严禁饮食、吸烟。切勿用实验器皿作为餐具,实验结束后应洗手。

(4) 使用酒精灯、煤气灯等,应随用随点,不用时盖上灯罩或关闭煤气阀。

(5) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,使用时要小心,不能让它溅在皮肤和衣物上。

(6) 氰化物、高汞盐(HgCl_2 、 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 等)、可溶性钡盐(BaCl_2)、重金属盐(Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 等)、三氧化二砷等剧毒药品,应妥善保管,使用时要特别小心。

(7) 操作大量可燃性气体或使用有机溶剂(如乙醇、乙醚、丙酮等)时,严禁同时使用明火,还要防止发生电火花及其他撞击火花。

(8) 产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 HCl 和 HF 等)的实验,应在通风橱内(或通风处)进行;苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等的蒸气会引起中毒,它们虽有特殊气味,但久嗅会使人嗅觉减弱,所以也应在通风良好的情况下使用。

(9) 实验中所用的易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的物品不得随意散失、丢弃。

(10) 用完煤气后或遇煤气临时中断供应时,应立即把煤气关闭。煤气管道漏气时,应立即停止实验,进行检查。

(11) 安全用电知识:

① 操作电器时,手必须干燥,不得直接接触绝缘性能不好的电器;

② 超过 45 V 的交流电都有危险,故电器设备的金属外壳应接上地线;

- ③ 为预防万一触电时电流通过心脏的可能,不要用双手同时接触电器;
- ④ 使用高压电源要有专门的防护措施,千万不要用电笔测试高压电;
- ⑤ 实验进行时,在对接好的电路仔细检查无误后方可试探性通电,一旦发现异常应立即切断电源,对设备进行检查。

三、事故处理和急救

为了对实验室内意外事故进行紧急处理,应该在每个实验室内准备一个急救药箱。药箱内可准备下列药品和器材:

- ① 药品:红药水、碘酒(3%)、烫伤膏、饱和硼酸溶液、醋酸溶液(2%)、氨水(5%)、硫酸铜溶液(5%)、高锰酸钾固体(用时配成溶液)、氯化铁溶液(止血剂)、甘油、消炎粉;
- ② 器材:消毒纱布、消毒棉、剪刀、创可贴、棉签等。

1. 着火事故的处理

实验室如果发生着火事故,切勿惊慌失措,应沉着镇静及时采取措施,防止事故的扩大。

(1) 控制火势蔓延

关闭酒精灯或煤气阀,切断电源,移走一切可燃物质(特别是有机溶剂和易燃易爆物质)。

(2) 灭火

灭火的方法要针对起因选用合适的方法和灭火设备(见表 1-1),一般的小火可用湿布、石棉布、灭火毯或沙覆盖燃烧物,即可灭火。火势大时,可采用灭火器材来灭火,常用的灭火器材有:沙、二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器、泡沫灭火器和干粉灭火器等,可根据起火的原因选择使用。对化学实验室的火灾,选择灭火的器材特别要慎重,建议不要使用水,如以下几种情况不能用水灭火:

- ① 金属钠、钾、镁、铝粉、电石、过氧化钠着火,应用干沙灭火;
- ② 比水轻的易燃液体,如汽油、丙酮等着火,可用泡沫灭火器;
- ③ 有灼烧的金属或熔融物的地方着火时,应用干沙或干粉灭火器;
- ④ 电器设备或带电系统着火,可用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器。

表 1-1 常用的灭火器及其使用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
酸碱式	H_2SO_4 、 NaHCO_3	非油类、非电器类的一般起火
泡沫灭火器	Al_2SO_4 、 NaHCO_3	油类起火
二氧化碳灭火器	液态二氧化碳	电器、小范围油类和忌水的化学品起火
干粉灭火器	NaHCO_3 等盐类、润滑剂、防潮剂	油类、可燃气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃药品的初起火
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、高压电器设备起火

2. 试剂灼伤的处理

(1) 酸碱灼伤

- ① 受酸腐蚀致伤:立即用大量水冲洗,然后用饱和碳酸氢钠溶液(或稀氨水、肥皂水)洗

涤,最后再用水冲洗;浓硫酸则应先用布吸收后再用大量水冲洗。如果溅入眼内,用大量水冲洗后,送医院诊治。

② 受碱腐蚀致伤:立即用大量水冲洗,然后用 2%醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗,最后再用水冲洗。如果溅入眼内,用硼酸冲洗。

(2) 溴灼伤

应立即用酒精洗涤,再涂上甘油;也可立即用 2%硫代硫酸钠溶液洗至伤处呈白色,然后涂甘油。

3. 中毒的处理

(1) 将吸入气体中毒者移至室外,解开衣领及纽扣。

(2) 如吸入少量氯气或溴可用 5%的碳酸氢钠溶液漱口。

(3) 若吸入氯气、氯化氢,可立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。

(4) 若吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到头晕不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意氯气、溴中毒不可进行人工呼吸,一氧化碳中毒不可使用兴奋剂。

(5) 毒物进入口内:将 5 mL~10 mL 5%的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,吐出毒物后立即送医院。

4. 烫伤的处理

一旦被火焰、蒸气、红热的玻璃、铁器等烫伤时,立即将伤处用大量水冲淋或浸泡,以迅速降温避免深度烫伤。若起水泡不宜挑破,用纱布包扎后送医院治疗。对轻微烫伤,可在伤处涂凡士林或烫伤油膏后包扎。

5. 玻璃割伤的处理

受伤后要仔细观察伤口有无玻璃碎粒,若伤口不大可先抹上红药水再用创可贴粘贴。如伤口较大应先做止血处理(如扎止血带或按紧主血管)以防止大量出血,然后急送医院。

6. 触电事故的处理

首先应切断电源,必要时对伤者进行人工呼吸。

§ 1.4 实验室的“三废”处理

实验室经常产生一些有毒的气体、液体和固体,都需要及时排弃,特别是一些剧毒物质,如果直接排出就可能污染周围的空气和水源,从而造成环境污染,损害人体健康。因此,废液、废气、废渣(即“三废”)要经过处理,符合排放标准才可以排弃。同时,三废中的有用成分不加以回收,也是一种资源的浪费。通过处理、消除公害、变废为宝、综合利用不仅仅是社会和经济的活动,也是实验室工作的重要组成部分。

1. 废气处理

产生少量有毒气体的实验应该在通风橱内操作。通过排风系统将少量有毒气体排到室外,排出的有毒气体在大气中得到充分的稀释,从而在降低毒害的同时避免了室内空气的污染。产生毒气量大的实验必须备有吸收和处理装置。如:

NO_2 、 SO_2 、 Cl_2 、 H_2S 、 HF 等可用导管通入碱液中,使其大部分吸收后排出;

CO 可以通过燃烧转化为 CO_2 排出;

另外,可以用活性炭、活性氧化铝、硅胶、分子筛等固体吸附剂来吸附废气中的污染物。

2. 废渣处理

对于废液、废渣而言,在有条件的地区,应该分类收集后,交给有资质的专门处理废弃化学品的专业公司,按照国家有关规定处理。在不具有相关条件的城市,应该通过实验室的方法进行处理,达到排放标准后方可排弃。

有回收价值的废渣应该收集起来统一处理,从而加以回收利用;少量无回收价值的有毒废渣也应该加以收集,再根据其性质进行处理;无毒废渣可以直接丢弃或掩埋。

(1) 钠、钾屑及碱金属、碱土金属、氮化物放入四氢呋喃中,在搅拌的情况下慢慢滴加乙醇或异丙醇至不再放出氢气为止,慢慢加水至澄清后冲入下水道。

(2) 硼氢化钠(钾)用甲醇溶解后用水充分稀释,再加酸并放置,此时有剧毒的硼烷产生,所以要在通风橱中进行,弃废液用水稀释后排入下水道。

(3) 酰氯、酸酐、三氯化磷、五氯化磷、氯化亚砷在搅拌下加入大量的水反应或稀释(对于五氯化磷而言还需碱中和)后直接排弃,同时注意应该在通风橱中处理。

(4) 沾有铁、钴、镍、铜催化剂的废纸、废塑料干后易燃,不能随便丢入废纸桶中,应在未干时深埋。

(5) 重金属及其难溶盐尽量回收,不能回收的集中起来深埋于远离水源的地下。

3. 废液处理

(1) 废酸、废碱液

将废酸(碱)液与废碱(酸)液中和至 $\text{pH}=6\sim 8$ 后就可排放,如有沉淀则要过滤,少量滤渣可以深埋处理。

(2) 含铬废液

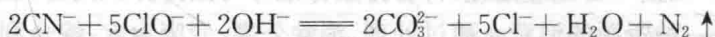
无机化学实验中含铬废液量大的是废铬酸洗液,可以用高锰酸钾氧化法使其再生*,重复使用。少量的废液可以加入废碱液或石灰使其生成氢氧化铬(Ⅲ)沉淀而集中分类处理。

(3) 含氰废液

氰化物是剧毒物质,含氰废液必须认真处理。

少量的含氰废液可加入硫酸亚铁使之转化为毒性较小的亚铁氰化物冲走,也可以先加氢氧化钠调至 $\text{pH}>10$,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:先用废碱调至 $\text{pH}>10$,再加足够量的漂白粉(含次氯酸钠),充分搅拌,放置过夜,使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为碳酸根和氮气,再将溶液 pH 调至 $6\sim 8$ 排放。



(4) 含汞盐废液

① 含汞盐废液应先调至微碱性($\text{pH}=8\sim 10$)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,从而吸附硫化汞共沉淀下来。静置后分离,再离心,过

* 再生氧化法:先在 $110^\circ\text{C}\sim 130^\circ\text{C}$ 下不断搅拌加热浓缩,除去水分后,冷却至室温,缓缓加入高锰酸钾粉末。每升加入 10g 左右,边加边搅拌,直至溶液呈深褐色或微紫色,但不可过量。然后直接加热至三氧化铬出现,停止加热。稍冷后,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,再加适量浓硫酸使其溶解即可使用。