

21世纪应用型本科院校规划教材

基础化学实验

主 编 范 晖

副主编 李 静 许传秀 彭国丽



南京大学出版社

21世纪应用型本科院校规划教材

基础化学实验

主 编 范 晖

副主编 李 静 许传秀 彭国丽

 南京大学出版社

内容简介

本实验教材是为了适应课程建设及实验教学改革而编写的。全书共分七部分,内容包括化学实验基础知识、基本操作技术、基本仪器的使用、24 个基础实验、10 个开放趣味实验、22 个英文基础化学实验和附录。本书力求基础性与实际应用性相结合,体现基础化学实验在各相关专业中的重要作用。

本书包含了无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验的内容,满足各科单独开设实验的要求。本书可供材料类、生物类、农学类、环境类、医学类、制药类、双语教学等非化学化工类专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/ 范晖主编. — 南京: 南京大学出版社, 2015. 7

21 世纪应用型本科院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 305 - 15483 - 6

I. ①基… II. ①范… 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(2015)第 148745 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

丛 书 名 21 世纪应用型本科院校规划教材

书 名 基础化学实验

主 编 范 晖

责任编辑 刘 琦

编辑热线 025 - 83592409

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 15 字数 366 千

版 次 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 15483 - 6

定 价 32.00 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

前 言

本书是根据教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神,针对非化学化工类学科学生素质教育和专业培养的需要,结合各学科发展和多年实验教学经验,编写的一本实验教材。

本书在系统性、应用性、实践性、灵活性、新颖性等方面符合非化学化工类专业学生和双语教学教育的特点,突出能力和素质的培养,是培养学生独立解决问题和增强素质培训的教材。

教材各章包含了无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验的内容,满足各科单独开设实验的要求。全书共分七部分。第一章为化学实验基础知识,介绍了化学实验基本要求、安全守则、事故处理、实验室用水、实验数据处理等知识。第二章为化学实验基本操作技术,对常用的干燥、升华、蒸馏、萃取等操作技术予以介绍。第三章为化学实验基本仪器的使用,涉及常用的玻璃仪器、称量仪器、加热仪器、抽滤装置等。第四章为化学基础实验,选编了 24 个实验项目,对每一个实验的操作要点和成败关键进行了详细的介绍,并附有针对性的思考题。实验项目包含无机、分析、有机实验,内容上既有操作验证性实验,又有综合设计性实验。第五章是化学开放趣味实验,选编了 10 个实验项目,不仅反映了化学学科知识,还和日常生活相关,既有趣味性又有操作性,能弥补人文类和社科类专业学生对化学知识的了解。第六章为双语基础化学实验,选编了 22 个实验项目,该部分内容可增加学生一定的化学方面的英语知识。最后,书末的附录介绍了常用元素相对原子量、溶液的配制、指示剂、各类常数、常用的英文缩写等相关的内容,利于学生查阅,既方便学生实验,也方便实验老师的准备工作。

本书由范晖、许传秀、李静、彭国丽编写。第一章、第四章和附录由范晖编写;第二章、第五章实验项目 6~10、第六章实验项目 15~22 由许传秀编写;第五章实验项目 1~5、第六章实验项目 1~14 由李静编写;第三章由彭国丽编写。

本书在编写过程中,参考了已出版的相关教材和论文,并引用了一些数据和图表,主要参考文献列于书后,在此非常感谢为本书的出版付出艰辛劳动的出版社编辑同志、书中所列参考文献的作者,以及由于疏漏等原因未列出的文献作者。

由于时间仓促和编者水平有限,难免有不妥、疏漏和错误之处,恳请同行专家和使用该书的师生批评指正。

编 者

2015. 6

目 录

第一章 化学实验基础知识	1
§ 1.1 基础化学实验的目的	1
§ 1.2 基础化学实验的学习方法和实验成绩评定	1
§ 1.3 学生实验守则	3
§ 1.4 化学实验室安全守则	4
§ 1.5 化学实验室意外事故的简单处理	5
§ 1.6 化学实验室“三废”处理	7
§ 1.7 化学实验室用水规格和制备	8
§ 1.8 化学实验试剂和试纸	11
§ 1.9 化学实验数据处理	14
第二章 化学实验基本操作技术	18
§ 2.1 化学试剂的取用和溶液的配制	18
§ 2.2 简单的玻璃加工操作和塞子钻孔	20
§ 2.3 化学实验室常用的加热方法	22
§ 2.4 洗涤技术	23
§ 2.5 干燥技术	23
§ 2.6 重结晶	26
§ 2.7 蒸馏	29
§ 2.8 萃取	31
§ 2.9 升华	32
§ 2.10 简单的色谱分析	34
第三章 化学实验基本仪器	38
§ 3.1 化学实验室常用玻璃仪器	38
§ 3.2 称量仪器及其操作技术	40

§ 3.3 加热仪器	43
§ 3.4 分光光度计	45
§ 3.5 赛多利斯 pH 计	50
§ 3.6 熔点仪	52
第四章 化学基础实验	55
实验一 玻璃仪器的洗涤、使用和干燥	55
实验二 天平称量练习	63
实验三 盐酸标准溶液的配制与标定并测定混合碱的含量	65
实验四 碱标准溶液的配制与标定并测定食醋中总酸量	68
实验五 有机酸含量的测定	71
实验六 pH 法测定醋酸的电离平衡常数	73
实验七 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的配制与标定	76
实验八 硫酸铜中铜含量的测定	78
实验九 KMnO_4 标准溶液的配制与标定并测定双氧水含量	81
实验十 水的硬度测定	84
实验十一 磷的吸光光度分析法	87
实验十二 绿色叶子中色素的薄层层析	89
实验十三 纸色谱分离氨基酸	92
实验十四 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成	94
实验十五 粗硫酸铜的提纯	96
实验十六 乙酰苯胺的重结晶	98
实验十七 熔点的测定	100
实验十八 溴乙烷的制备	103
实验十九 乙酸乙酯的制备	105
实验二十 从茶叶中提取咖啡因——萃取	108
实验二十一 从茶叶中提取咖啡因——升华	110
实验二十二 乙酰水杨酸的合成	112
实验二十三 苯甲酸的制备	115
实验二十四 醛、酮的性质	117
第五章 化学开放趣味实验	120
实验一 喷雾作画	120

实验二 蛋白留痕·····	122
实验三 尿糖检测·····	123
实验四 固体酒精·····	125
实验五 指纹检测·····	126
实验六 水中花园·····	127
实验七 自制汽水·····	128
实验八 冷热变色的温度计·····	129
实验九 牙膏中某些成分的检验·····	130
实验十 密信的书写与识破·····	132
第六章 双语基础化学实验·····	133
1. Alum from Waste Aluminum ·····	133
2. Empirical Formula of Magnesium Oxide ·····	137
3. Molar Volume of Oxygen ·····	140
4. Heat of Reaction and Hess's Law ·····	144
5. Reactivity of Metals Lab ·····	148
6. Determination of Citric Acid in Fruit Juice ·····	151
7. Synthesis of Aspirin ·····	154
8. A Sequence of Copper Reactions ·····	156
9. Measurement of Water Hardness with EDTA Titrations ·····	159
10. Chemical Equilibrium ·····	163
11. Indicators and pH ·····	166
12. Determination of Weak Acid Ionization Constant ·····	171
13. Alkalinity ·····	174
14. Synthesis of a Coordination Compound ·····	177
15. The Effect of pH on Food Preservative ·····	179
16. Extraction and Evaporation. Separation the Components of "Panacetin" ·····	181
17. Recrystallization and Melting Point—Separation of "Panacetin" ·····	184
18. The Synthesis of Salicylic Acid from Wintergreen Oil ·····	186
19. Preparation of Synthetic Banana Oil ·····	188
20. Caffeine Extraction from Tea ·····	190
21. Properties of Common Function Groups ·····	192

22. Oxidation of Alcohols: Preparation of Camphor	195
附 录	198
附录 1 常用酸、碱溶液的浓度和配制方法	198
附录 2 常用试剂的配制	199
附录 3 常用水溶液酸碱滴定指示剂的配制	201
附录 4 常用缓冲溶液的配制	204
附录 5 常用洗涤剂的配制	205
附录 6 常用基准物质的干燥条件和应用	205
附录 7 共沸混合物	206
附录 8 不同温度下水的饱和蒸气压	208
附录 9 常用酸碱在水中的解离常数	209
附录 10 常见难溶电解质的溶度积(18~25℃)	211
附录 11 常见配离子的稳定常数	212
附录 12 EDTA 酸效应系数	214
附录 13 标准电极电势(25℃)	214
附录 14 常见水合离子和化合物的颜色	218
附录 15 一些常见有机化合物的物理常数	221
附录 16 常用有机溶剂的处理	222
附录 17 有机化学文献和手册中常用的英文缩写	223
附录 18 物质的相对分子质量表	224
附录 19 常用元素的相对原子质量表	226
附录 20 一些常用的计量单位	228
主要参考文献	229
14. Synthesis of a Coordination Compound	229
15. The Effect of pH on the Solubility of a Compound	230
16. Extraction and Fractionation: Separation of Compounds	231
17. Recrystallization and Melting Point Determination	232
18. The Synthesis of Salicylic Acid from Waterflood Oil	233
19. Preparation of Synthetic Camphor Oil	234
20. Organic Extraction: Separation of Compounds	235
21. Properties of Compounds in the Gas Phase	236

第一章 化学实验基础知识

§ 1.1 基础化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的科学,化学实验是化学理论的源泉。基础化学实验以无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验的基本实验原理、基本实验方法、基本实验手段以及基本实验操作技能为主要教学内容,是材料类、生物类、农学类、环境类、医学类、制药类等非化学化工类专业学生必修的一门重要基础课,也是后继专业实验课的基础。

学习基础化学实验的主要目的:

(1) 通过实验,可以使學生直接获得大量的化学事实,巩固和加深理解理论课上学习的基本理论和基础知识,使基本理论得到验证。

(2) 在实验过程中,学生通过亲自动手、实际操作,可以正确掌握化学实验的基本操作方法、操作技能和操作技巧,熟悉常用仪器的使用方法。

(3) 通过实验,培养学生科学、严谨的实验态度,良好的实验素养,认真严肃的工作作风,提高学生以实验为手段获得新知识的思维习惯。

(4) 通过严格的实验训练,开拓学生智能,使学生具有一定的分析和解决复杂问题的能力、独立思考问题的能力;能够仔细观察实验现象,正确记录实验现象和实验数据;获得分析、归纳、综合、处理化学实验信息的能力;学会用文字表达实验结果和用所学理论知识解释实验现象等。

(5) 通过化学实验培养学生求实、求真、存疑、谦虚好学的科学品德,勤奋不懈的科学精神,勇于创新的能力和良好的团队协作精神。

化学实验教学既要传授化学知识和技能,更要训练科学方法和思维能力,培养勇于献身科学事业的精神和品德。因此,教师和学生都要给予化学实验课充分的重视。

§ 1.2 基础化学实验的学习方法和实验成绩评定

1.2.1 化学实验的学习方法

独立完成实验,其效果同实验人员的学习态度和实验方法密切相关。因此,要达到准确完成基础化学实验的目的,既要有正确的学习态度,又要有正确的学习方法。

1. 实验前做好预习

做好实验的前提和保障是充分的预习。通过预习,学生能够了解实验内容,做好实验准备工作,对实验的各个过程做到心中有数,使实验顺利进行,提高实验效果。预习工作可以归纳为“读、查、写”。

(1) “读”是指认真阅读实验教材,复习相应的理论教学的有关内容,明确实验目的,理解实验原理,了解实验所需的仪器、设备和药品,回忆基本仪器的使用方法,熟悉实验的操作步骤和实验数据的处理方法,根据实验步骤设计出记录数据的表格,提出实验的注意事项,对教材中的思考题进行分析,并根据实验的特点对实验操作过程进行合理安排,确定操作顺序和交叉实验内容。

(2) “查”是指根据本次实验的原理、要求和实验步骤,从手册、参考书等资料中查出实验所需的数据和参数,并可查找与本次实验有关的自己感兴趣的发散性知识,扩大该实验项目的应用范围。

(3) “写”是指用自己的语言或示意图简明扼要、清晰地书写预习报告,切忌照书抄写。预习报告一般包括课程名称、预习日期、实验项目名称、实验目的、实验原理、实验的仪器和药品、实验步骤、查找的实验相关参数和数据、注意事项、预答的思考题、预先设计的实验记录表(包括实验的现象、数据的记录)等。

达到预习要求的学生方可进行实验。

2. 认真做好实验

在教师的指导下,学生按照实验教材中的实验步骤独立操作,培养科学严谨的实验态度,逐渐获得化学实验操作技能。实验时应做到以下几点:

(1) 在实验过程中保持肃静,严格遵守化学实验室守则,按照实验步骤认真操作,细心观察实验现象,认真测定数据。

(2) 及时记录实验现象和实验数据,该数据为原始数据,不得涂改,如有记错或重做可在原始数据上画一道杠,再在旁边写上正确数据。

(3) 勤于思考,认真分析,尽量独立解决实验中出现的问题,对于无法解决的问题,积极与同学探讨并请教师指点,获得最佳解决方法。

(4) 实验过程中若发现实验现象与理论不符,首先要尊重事实,认真分析和探寻原因,并通过重复实验、空白实验或对照实验进行验证,从中得到有益的结论。

(5) 获得的实验现象和数据经教师签字确认,不符合的可通过重做获得正确结果。

(6) 实验结束后洗净仪器,整理实验药品,进行实验台的清洁工作。

3. 独立书写实验报告

书写实验报告是把直接和感性的实验现象和数据通过归纳总结上升到理性思维的重要环节。实验报告是学生实验技能和化学理论知识水平的体现,是获得实验评价的重要依据。学生必须如实、认真、独立、及时完成实验报告。

要正确、全面解释实验现象,实验数据的记录和处理要全面、完整、准确,实验结论要明确,要实事求是,决不允许编造数据、弄虚作假。实验报告要条理清晰、字迹工整、绘图标准、简明扼要、分析深入、清洁整齐。实验报告一般包括以下内容:实验项目名称、实验日期、实验地点、实验目的、实验原理、实验仪器和药品、实验步骤、实验结果及分析、实验问题与思考。

1.2.2 实验成绩评定方法

实验成绩是对学生实验技能的全面评价,采取平时单个实验项目成绩累计积分与期末考试成绩相结合的方法。平时单个实验项目成绩累计积分主要包括预习报告、实验态度、实

验操作、实验理论、实验报告等方面;期末考查成绩包括笔试(基本操作知识)和操作(基本技能操作)。

1. 平时单个实验项目成绩累计积分

平时单个实验考核要求对每个单独的实验制定出具体的评分标准,最后将每个实验的得分加起来取平均值作为平时考核的成绩。单个实验考核内容如下。

(1) 实验预习报告:按预习要求,查阅资料、手册、工具书和其他信息源,有完整的预习报告。

(2) 实验理论:理解和掌握实验基础知识、基本理论。

(3) 实验操作:实验前洗涤玻璃仪器,对设备进行预处理;注意实验过程中操作的规范,如仪器使用的正确性、实验步骤顺序的正确性、原始数据记录的完整性;有解决实际问题的能力,防止玻璃仪器、实验装置的损坏;实验结束后,进行实验仪器和实验用品的清理或废液、关闭水电燃气的处理等。

(4) 实验报告:按指导教师的要求认真、完整书写实验报告,字迹清晰,书写工整。实验数据的处理要有设计合理的表格、准确的数据计算、正确表达的物理量和实验结果、合理取舍的有效数字、准确全面的实验结果分析、实验思考题的解答等。

(5) 实验态度:从遵守实验室规则、实验出勤率、实验过程的积极主动性、实验台面和地面的清洁和值日生工作、实验过程中的相互协作方面进行评定。无故未做实验者该次实验计为零分,实验报告完全抄袭者该次实验报告计为零分。篡改原始数据记录、数据处理与预习报告中的原始数据不符、实验结果完全错误等情况酌情给予重写报告、重做实验、取消实验成绩等处理。

学生平时单个实验项目成绩按以上五个部分综合给分。

2. 期末考查成绩

期末考查是对实验教学过程的全面考核,采取笔试和操作方式。笔试测试的内容为基本操作知识、基本原理、实验操作过程中出现的问题和安全规则等。操作技能测试是对本学期学习的基本实验方法、实验数据的记录,实验结果的处理、分析问题和解决问题的能力等的评定。

学生实验成绩按平时成绩和实验考查综合给分,总成绩以平时成绩为主,具体参照下表 1-1。

表 1-1 实验成绩评分标准

总成绩%	平时成绩%					期末成绩%	
	预习报告%	实验理论%	实验态度%	实验操作%	实验报告%	笔试%	操作%
100	10	5	5	30	50	50	50
	60					40	

§ 1.3 学生实验守则

化学实验室是开展实验教学的主要场所。实验室涉及许多仪器、仪表、化学试剂甚至有

毒、有害化学药品,为保证实验人员的安全、实验室设备的完好和环境保护,使实验教学正常有序的进行,应遵守下列实验守则:

(1) 凡进入化学实验室的学生,必须严格遵守化学实验室的各项规章制度,服从指导教师和实验室管理人员的安排。

(2) 学生必须按照教学计划规定的时间到指定的实验室参加实验,进入实验室要衣着整洁,实验中必须保持肃静,不得大声喧哗,不得到处乱走,不得打闹、吸烟和饮食,不得无故缺席、迟到、早退,因故缺席未做的实验应该补做。

(3) 实验前做好充分的预习和实验准备工作,检查实验所需的仪器、药品是否齐全,经指导教师同意后动用仪器和药品进行实验,做规定以外的实验须经教师允许方可进行。

(4) 实验过程中,要集中精神,认真操作,仔细观察,积极思考,如实详细地做好实验现象和数据的记录。

(5) 爱护实验室财物,按要求小心使用仪器和实验室设备,精密仪器必须严格按照实验仪器设备的操作规程进行操作,并听从指导教师的指导,细心谨慎,避免因粗心大意而损坏仪器。如发现故障,应立即停止实验,及时报告指导教师处理。

(6) 注意节约水、电和煤气,按规定的量取用药品。取用药品后,及时盖好原瓶盖。放在指定位置的药品不得擅自拿走,杜绝将实验仪器和药品带出实验室。

(7) 应取用自己的仪器,不得动用他人的仪器;公用仪器和临时的仪器用后应洗净,并立即送回原处。实验仪器如有损坏,应及时登记补领,因不遵守实验室规章制度造成仪器设备损坏导致事故,按规定赔偿。

(8) 剧毒有害药品的使用必须有严格的管理、使用制度,领用时登记,用完后要回收或销毁,并把撒落过药品的实验台面和地面擦净,洗净双手。

(9) 在使用煤气、天然气等明火时要严防泄漏,火源要与其他物品保持一定的距离,用后要关闭阀门。

(10) 加强环境保护意识,实验台上的仪器、药品应整齐地放在指定位置,并保持台面的清洁。实验中的废纸、碎玻璃等应随时放入盛装废品的器皿中,严禁丢入水槽,实验结束后集中倒入垃圾箱。酸性废液倒入废液缸,切勿直接倒入水槽,以防腐蚀下水管道;碱性废液倒入水槽并用大量水冲洗。

(11) 注意安全,防止烧伤、烫伤、割伤、中毒、触电、爆炸等意外事故发生。如果发生意外事故,应保持镇静,不要惊慌失措,并迅速采取措施,防止事故扩大。发生事故,要立即报告教师,及时救治。

(12) 实验结束后,实验者先将获得的实验现象和数据经教师签字确认,再将所用仪器洗净并整齐地放回原处、擦净所用实验台和试剂架,经指导教师验收合格后,方可离开实验室。

(13) 每次实验后由学生轮流值日,负责打扫和整理实验室,整理仪器和药品,并检查水、电、煤气开关,门、窗、灯是否关好,以保持实验室的整洁和安全。经实验室管理人员检查合格后,值日生方可离去。

§ 1.4 化学实验室安全守则

化学实验使用的许多药品是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的,实验过程又存在烫伤、割

伤、着火、爆炸、中毒等危险。因此,实验者要严格遵守化学实验室水、电、煤气和各种仪器、药品的使用规定,重视实验安全,以免意外事故的发生。

(1) 湿的手、物不能直接接触电源。水、电、煤气使用完毕,立即关闭水龙头、煤气开关、拉掉电闸。

(2) 禁止随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(3) 酒精灯要用火柴点燃,点燃的火柴用后立即熄灭,放入废物桶中,不得乱扔。添加酒精时要用灯帽罩熄火焰,稍冷却后再添加。加热试管时,管口朝向无人处并防止液体冲出。

(4) 产生有毒或有刺激性气味的气体(如 HF 、 CO 、 NO_2 、 SO_2 、 Br_2 、 Cl_2 、 NH_3 等),要在通风橱中进行,嗅气体气味时用手在试剂瓶口轻轻煽动空气,使少量气体进入鼻孔。

(5) 金属钾、钠和白磷等物质曝露在空气中易燃烧,所以钾、钠应保存在煤油中,白磷保存在水中,取用时要用镊子。一些易燃的有机溶剂如乙醚、乙醇、丙酮、苯等,使用时要远离明火,取用后立即盖紧瓶塞。

(6) 使用砷化物、氰化物、铬盐、钡盐、汞等有毒试剂时,要严格防止药品进入口内和接触伤口,废液倒入指定废液桶,严禁排入下水道。

(7) 浓酸、浓碱勿溅到皮肤或衣服上,尤其不能溅到眼睛里。稀释浓酸、浓碱时,将之慢慢倒入稀释剂中,并不断搅拌,注意稀释浓硫酸时绝不可将水倒入浓硫酸中,以避免迸溅。

(8) 金属汞易挥发,会通过呼吸道进入人体,逐渐累积将引起慢性中毒。所以使用金属汞时要特别小心,若不慎把金属汞洒落在实验台或地上,必须尽可能收集起来,并用硫磺粉覆盖在洒落的地方,使金属汞生成不挥发的硫化汞。

(9) 含氧气的易燃气体(如氢气)遇火易爆炸,操作时严禁接近明火。在点燃氢气前,必须先检查并确保纯度符合要求。取用乙醚溶剂要先检查是否含过氧化物。银氨溶液不能长期保存,因久置后会生成氮化银,易爆炸。某些强氧化剂(如氯酸钾,硝酸钾,高锰酸钾等)或其混合物不能研磨,否则将引起爆炸。

(10) 实验室所有仪器、药品不得携出室外,用剩的有毒药品应交还给指导教师。

(11) 严禁在实验室内饮食、吸烟或把餐具带入实验室。实验完毕,须洗净双手后离开实验室。

§ 1.5 化学实验室意外事故的简单处理

化学实验室有易燃易爆的气体和有机试剂、剧毒的化学药品、大量的实验室常用试剂和常用的 380V、220V 交流电仪器设备,潜在的实验事故无法避免,当因某种原因发生事故后应沉着冷静,立即采取积极有效的措施处理事故。学会一般救护措施,一旦发生意外事故可进行及时处理。

1. 起火处理

起火后要立即灭火,防止火势蔓延。灭火的方法要根据起火原因采用适当的方法和灭火设备。小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物灭火;大火可使用灭火器灭火,且根据起火原因选用不同的灭火器灭火,必要时拨打火警电话 119。常用的处理方法如下:

(1) 活泼金属着火:如金属钾、钠、镁、电石、过氧化钠等,不得用水灭火,可用干燥的细

沙覆盖灭火。

(2) 有机试剂和油类着火:比水轻的有机溶剂如苯、醇、醚、酮、酯等类物质,不可用水灭火,小火用细沙、湿布灭火,大火用干粉灭火器、二氧化碳灭火器或 1211 灭火器灭火。比水重不溶于水的有机溶剂,如二硫化碳,可用水扑救,也可用泡沫灭火器、二氧化碳灭火器灭火。

(3) 电器设备着火:先切断电源,再灭火,并将人员疏散。小火用石棉布或湿布覆盖灭火,大火用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器或 1211 灭火器灭火。注意不能使用泡沫灭火器。

(4) 衣服着火:切勿惊慌乱跑,迅速脱下衣服用水浇灭,或用石棉布覆盖着火处或卧地打滚。

(5) 纤维材料着火:小火用水灭火,大火用泡沫灭火器灭火。

2. 触电处理

首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸。

3. 烫伤处理

被烧伤或烫伤,不要用冷水冲洗或浸泡伤口。若伤口处皮肤未破,可涂擦饱和碳酸氢钠溶液或用碳酸氢钠粉调成糊状敷于伤处,也可抹獾油、红花油或烫伤膏;如果伤处皮肤已破,可涂些紫药水、3%~5%高锰酸钾溶液或苦味酸溶液消毒,再涂上烫伤膏。

4. 割伤处理

除去伤口的异物,不要用水洗伤口。轻伤可涂上紫药水(或红汞水,碘酒),注意不可将红汞水和碘酒同时使用;重伤先消毒、包扎、止血,再送医院治疗。

5. 酸腐蚀处理

大量水冲洗后,用饱和碳酸氢钠溶液(或稀氨水,肥皂水)冲洗,再用大量水冲洗,涂上凡士林。如果酸溅入眼内,用大量水冲洗,再用稀碳酸氢钠溶液洗,送医院治疗。

6. 碱腐蚀处理

先用大量水冲洗,再用饱和硼酸溶液(或 2%醋酸溶液、1%柠檬酸溶液)洗,最后用水冲洗。如果碱液溅入眼中,用硼酸溶液冲洗。

7. 受溴腐蚀处理

用甘油(或苯、2%硫代硫酸钠溶液)洗涤伤口,再用水洗。

8. 受磷灼伤处理

用 1%硝酸银(或 5%硫酸铜、浓高锰酸钾溶液)洗涤伤口,再用水洗,然后包扎。

9. 吸入刺激性或有毒气体处理

吸入氯气、氯化氢气体或溴气体,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适,应立即到室外呼吸新鲜空气。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。

10. 中毒处理

在含有化学药品(气、液、固体)的场所发生中毒事故,应立即用湿毛巾捂住嘴、鼻,将中毒者从中毒现场转移至通风清洁处,采用催吐、人工呼吸等急救方法清除体内毒物,送医院救治。同时通过排风、用水稀释等手段减轻或消除环境中有毒物质的浓度。

11. 毒物进入口内处理

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,然后立即送医院救治。

§ 1.6 化学实验室“三废”处理

化学实验室的“三废”常指废气、废液、废渣,其中有些物质有毒,若直接排放到空气、下水道或随垃圾丢弃,会对环境造成污染,威胁人的健康。为防止实验室污染扩散,一般采取分类收集、存放,分别集中处理的方法。尽可能采用废物回收以及固化、焚烧处理,处理后的“三废”排放应符合国家有关环境排放标准,做到实验“三废”处理无危害化。

1. 废气处理方法

(1) 放空排放法

进行一般实验,当产生有害气体量较少时,若毒害性较小,可在敞开式通风橱中或打开窗户进行,使室内空气得到及时更新;若产生强烈刺激性或毒性很大的气体,应在封闭式通风橱中进行,少量有毒气体可通过通风设备排出室外。通风管道要有一定高度,使排出的气体被空气稀释。

(2) 溶液吸收法

产生毒害性较大且气体量也较大的实验,通过吸收瓶吸收转化处理有毒气体。常用的液体吸收剂有水、酸性溶液、碱性溶液、氧化性溶液、还原性溶液和有机溶液,用于处理与该类溶液性质相逆或相容的废气。如酸性气体 NO_2 、 SO_2 、 H_2S 、 Cl_2 、 HF 、 HCl 等,可用导管通入碱液中吸收,有机实验排放的各种组分的有机蒸气,可通入有机溶剂中使其被吸收之后排出。

(3) 固体吸收法

采用固体吸附剂将废气中低浓度的有害气体吸附在固体表面。常用的固体吸附剂有活性炭、活性氧化铝、硅胶、分子筛等。如活性炭可吸附苯、甲苯、丙酮、乙醛、乙醚、 CO 、 NO_2 、 SO_2 、 H_2S 、 Cl_2 、 CCl_4 、 CHCl_3 等。

2. 废液处理方法

根据不同类别,采用不同方法收集处理实验过程产生的各种废液。废液用密闭容器储存,应避光、远离热源,禁止不同类别混合储存,以免发生剧烈化学反应而造成事故。废液不宜太长时间存放,一般 3~6 天处理一次。废液处理后产生的沉淀,按照废渣的处理方法再处理。实验室废液常采用以下处理方法。

(1) 中和法

废酸、废碱采用中和法处理。无硫废酸慢慢倒入过量的含碳酸根或氢氧根的水溶液中,或用废碱相互中和,废碱(氢氧化钠、氨水)用盐酸溶液或废酸溶液互相中和,再用大量的水冲洗直接排入下水道。含重金属等有害离子的废酸加入碱液生成碳酸盐或氢氧化物沉淀。

(2) 沉淀法

含有汞、镉、铬、铜、铅、锌、镍等重金属离子、碱土金属钙、镁离子和非金属氟、砷等离子的废液,可采用氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法等方法除去。常见废液处理方法如表 1-2。

表 1-2 沉淀法处理重金属废液

废液种类	处理方法
汞盐废液	调节 pH 至 8~10, 加入过量硫化钠, 使其生成硫化汞沉淀, 再加入共沉淀剂硫酸亚铁, 静置后过滤, 清液中的含汞量降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下, 可直接排放
可溶性钡盐废液	加入过量硫酸钠试液, 使之生成不溶的 BaSO_4 , 废液排放
镉废液	废液加入废 NaOH 溶液或石灰, 使其转化为氢氧化镉沉淀后过滤。滤液中的镉离子降至 $0.1 \text{ mmg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下, 将滤液中和至 pH 值约为 7, 然后排放
铅废液	加入消石灰, 调节 $\text{pH} > 11$, 生成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沉淀, 再加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 凝聚剂, 调节 pH 至 7~8, 则 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 共沉淀, 分离沉淀, 达标后废液排放
氟废液	加入石灰使生成 CaF_2 沉淀
砷废液	调节 $\text{pH} > 10$, 加入过量硫化钠生成难溶、低毒的硫化物沉淀, 放置, 分离沉淀, 达标后废液排放

(3) 氧化还原法

氧化还原法是通过发生氧化还原反应, 将废液中有害的无机物和有机物转化成无害或易分离物质。如用漂白粉氧化含氮废液、含硫废液和含酚废液, 用硫酸亚铁、亚硫酸钠还原六价铬, 用铜屑、铁屑、锌粒等还原二价汞离子, 直接回收金属汞, 用高锰酸钾氧化含氰化物的稀废液和失效的铬酸洗液。含氰化物的稀废液可加入 NaOH 溶液调节 $\text{pH} > 10$, 再加入 3% 高锰酸钾, 使氰离子氧化分解; 失效的铬酸洗液, 可用高锰酸钾氧化法使其再生, 继续使用。

(4) 萃取法

利用废液中有害物质在水和萃取剂中溶解度不同, 使其从废液中转移到萃取剂中, 达到分离目的。如溴水采用四氯化碳作萃取剂, 酚废液用二甲苯、醋酸丁酯作萃取剂。

除此之外还可利用活性炭吸附法, 如吸附废液中的色素、汽油等; 用离子交换法处理废液中的离子, 如用阳离子交换树脂与废液中的 Cu^{2+} 离子进行交换。含有有机溶剂的废液进行蒸馏回收(如乙醚、乙酸乙酯、溴乙烷、氯仿、乙醇、四氯化碳等废溶液)或焚烧处理。毒害性的有机废液, 采用深埋处理。

3. 废渣处理方法

实验室产生的固体废渣有回收价值的应回收处理, 没有再利用价值的废渣应根据废渣性质进行处理。

(1) 对环境无污染、无毒害的固体废弃物按一般垃圾处理, 如碎玻璃、废纸等。

(2) 易燃烧且燃烧后不产生毒害气体的固体有机废物焚烧处理。

(3) 废液处理后形成的沉淀物、实验过程产生的其他废渣经无害化处理, 不能回收的重金属及其难溶盐采用掩埋法处理。掩埋点应为远离居民区和水源的指定地点, 且保证掩埋池不透水。掩埋的废渣要有掩埋记录。

§ 1.7 化学实验室用水规格和制备

化学实验室因实验项目和要求不同, 对水纯度要求也不同。分析化学实验室用的纯水

一般有蒸馏水、二次蒸馏水、去离子水、无二氧化碳蒸馏水、无氨蒸馏水等。一般的分析实验用蒸馏水或去离子水即可,有些物质测定要用超纯水。

1. 化学实验室用水的规格

根据中国实验室用水国家标准 GB/T 6682—2008《分析实验室用水规格和试验方法》的规定,分析化学实验室用水级别分为一级水、二级水和三级水。分析实验室用水级别和主要指标见表 1-3。

表 1-3 分析实验室用水级别和主要指标

名 称	一级	二级	三级
pH 值范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/(mS/m)	≤0.01	≤0.01	≤0.50
可氧化物质含量以(O)计/(mg/L)	—	≤0.08	≤0.40
吸光度(254 nm,1 cm 光程)	≤0.001	≤0.01	—
蒸发残渣(105℃±2℃)含量/(mg/L)	—	≤1.0	≤2.0
可溶性硅(以 SiO ₂ 计)含量/(mg/L)	≤0.01	≤0.02	—

注:1. 由于在一级水、二级水的纯度下,难于测定其真实的 pH 值,因此,对一级水、二级水的 pH 范围不做规定。

2. 由于在一级水的纯度下,难于测定可氧化物质和蒸发残渣,对其限量不做规定,可用其他条件和制备方法来保证一级水的质量。

2. 化学实验室用水的制备

(1) 蒸馏法制纯水

将自来水或天然水在蒸馏装置中加热蒸发,再冷凝得到的水叫蒸馏水。蒸馏水中所含杂质比自来水或天然水少很多,但蒸馏器所用的材料如玻璃、铜、石英等,会使蒸馏水中含有不同的杂质。这些杂质主要来自装置的锈蚀、可溶物质的溶解和可溶气体的溶解,如使用铜质材料会含较多的铜离子,使用玻璃材质会含有钠离子和硅酸根离子,同时空气中的二氧化碳溶于水会生成碳酸根。

蒸馏水属于三级水,一般的定量分析使用蒸馏水,仪器分析一般使用二级水。二级水制备是在蒸馏水中加入少量的 KMnO₄ 和 Ba(OH)₂,在石英蒸馏器中进行二次蒸馏,得到的中段二次蒸馏水保存在塑料容器中。一级水可用二级水经过石英蒸馏器蒸馏或离子交换混合床处理后,再经 0.2 纳米微孔滤膜过滤来制取。

(2) 离子交换法制纯水

将自来水或天然水通过离子交换柱得到的水叫去离子水。制备去离子水的离子交换柱常用强酸性阳离子交换树脂或强碱性阴离子交换树脂。该方法制备的水纯度高、成本低、量大、去离子能力强,但不能除去非电性物质、非极性有机物质、胶体、溶解的空气及溶解的极少量树脂,同时该法因消耗酸碱会产生废液。该方法制得的水通常属于三级水。

(3) 电渗析法制纯水

在外加直流电场作用下,将自来水或天然水通过离子交换膜,利用离子交换膜的选择性和透过性,根据渗透原理水分子通过离子交换膜从膜的一侧渗透到另一侧,使膜一侧成淡化水,另一侧成浓缩水,得到的淡化水即为电渗析法制得的纯水。