



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础化学实验

(第二版)

徐伟亮 主编



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

基础化学实验

(第二版)

徐伟亮 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书共4章,包括绪论、基础化学实验知识、化学实验基本操作和化学实验,内容涵盖无机化学、分析化学和有机化学实验,书后有参考文献和附录。本书淡化二级学科实验的特点,以化学基本操作和技能的训练为主线,以具体实验为载体,培养学生的动手能力,并逐步锻炼学生进行综合实验的能力。全书实验安排由浅入深,由易到难。在实验内容的选择上,既有反映基础化学实验知识和基本操作的实验,也有反映现代化学新进展、新技术的实验。

本书适合综合性大学和师范大学化学、应用化学、化工、精细化工、材料、化学生物学专业以及对化学要求较高的专业使用,也可供有关专业实验室研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/徐伟亮主编. —2版. —北京:科学出版社,2010.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-027674-2

I. ①基… II. ①徐… 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(2010)第 092777 号

责任编辑:赵晓霞 杨向萍 / 责任校对:刘小梅

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010年6月第 二 版 印张:25

2010年6月第三次印刷 字数:591 000

印数:4501—8 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书是在国家理科人才培养基地“十五”建设规划出版的《基础化学实验》(科学出版社,2005)基础上,经过精心修改、充实、提高编写而成的。

实验教学应与理论教学紧密结合,形成适应学科特点及自身系统性和科学性的、完整的实验课程体系;应科学地设置实验项目,使实验指导能顺利进行,使实验室建设与现实的财力、物力、人力配套;应注重学生实验技能以及综合分析、发现和解决问题的能力培养,使学生成为具有创新精神、科学作风和较高综合素质的人才。

根据以上对化学实验教学的要求,以及兄弟院校使用本书第一版的反馈意见和教学体会,对本书第一版进行了修订,并突出以下几点:

(1) 为学生提供丰富的化学实验知识。受过高等化学教育的学生应该掌握丰富的化学实验知识,只有掌握这些知识才能制订实验方案、选择实验条件、分析和解决实验中出现的问题,并克服实验中的各种困难,完成实验。

(2) 训练学生掌握熟练的基本操作。选择通用性强、实验材料易得、经济、安全和污染小的合适实验,达到训练基本操作与技能并获得实验知识的目的。

(3) 培养学生良好的实验习惯和分析数据的能力。

因此,本书有如下特点:①有利于不同专业、不同层次、不同基础的学生选修;②实验知识与技能循序渐进地提高,有利于学生打下良好的实验技能基础,提高实验技能训练的科学性,适应学科发展;③有利于化学不同分支的实验知识和技能的融合;④突出综合实验,有利于培养学生实验思维的创新性;⑤有利于实验室综合利用,科学地进行实验室建设。

“微波化学”是一门新兴的前沿交叉的应用技术,微波在化学中的应用日益广泛,已经渗透到化学的各分支领域。微波辐射常压化学反应技术的实验结果确切、可靠,实验操作简便。目前进行微波化学反应也有了较为完备的实验室反应装置。因此,本书结合微波化学的最新发展,对“微波化学”原理和微波化学实验技术做了介绍,并增加了几个由科研项目转化而成的微波化学实验。

在实验项目和内容的选择上,本书所选实验均可重复和验证,因此重现性高,一般都能得到较好的结果,避免了过去有些实验内容一味拔高、标新立异(对培养学生意义不大)、偏难、偏深、教学性不强、偏离现实的实验室条件等问题。

本书在实验次序编排上体现了基本操作和技能训练循序渐进的原则。实验次序编排中,基本操作和技能训练都有两三次重复。

本书共 90 个实验。对于化学类专业,其中约 80% 的实验为必做实验,20% 为选做实验。对于非化学类专业可选“化学实验基本操作训练”中的实验。

本书仍保留由张仕勇、李秀玲和赵华绒等在本书第一版中编写的部分相关实验,并由

徐伟亮对相关实验的文字叙述和图、表做了部分修改。由徐伟亮完成全书的修改、充实及统稿工作。

在本书编写过程中,得到了浙江大学化学系许多教师的帮助。此外,我们还参考了不少国内、国外化学实验教材和化学文献资料,在此一并致谢。

由于编写时间和水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请同行专家和读者提出批评和建议,以便再版时改进。

徐伟亮

xwliang@zjip.com

2010年1月于浙江大学

第一版前言

自 1985 年起,浙江大学化学系对原无机化学、分析化学、有机化学和物理化学(简称“四大化学”)实验课教研室管理体制进行改革,在全国率先组建了化学实验中心,实验教学独立设课,同时对实验课程体系和教学内容进行了重大改革,将原来的四门实验课改为三门实验课,即“基础化学实验”、“中级化学实验”和“综合化学实验”,分三个阶段实施,其教学内容包括了基本实验、提高型实验和研究创新型实验三个层次。这项重大改革曾荣获“国家级教学成果特等奖”等奖项,并在全国范围内推动了化学实验教学大改革。目前我国大部分高校的化学实验教学都实行了实验中心管理体制,并采用了分三个阶段或两个阶段(包括“基础化学实验”和“综合化学实验”)的课程体系。尽管已有近 20 年的实践,但迄今能够系统地体现这一重要改革成果的教材却极为少见。为此,浙江大学在国家理科人才培养基地的“十五”建设规划中计划编写和出版一套包括《基础化学实验》、《中级化学实验》和《综合化学实验》在内的系列实验教材,并将它列为重点建设内容之一。这套教材是在原有讲义的基础上,经过精心整理、删改、充实、提高,同时汲取了国内外同类教材的优点编写而成的。它是我们多年从事化学实验教学改革的成果,也是我们多年教学实践的结晶。希望这套教材的出版不仅会促进浙江大学化学实验教学质量的提高,而且通过它与同行交流,在全国高等院校的化学实验教学中起到积极的作用。

基础化学实验是化学教育过程中的重要环节,在培养化学类学生的基础知识、实践能力和科学素质等方面起着不可替代的作用。本书注重全面提高学生的化学素质,提供给学生丰富的化学实验知识,训练学生具备熟练的基本操作技能,培养学生良好的实验习惯和合乎逻辑的分析数据的能力。

本书中共有 98 个实验,其中约 80% 的实验为必做实验,20% 为选做实验。

本书由徐伟亮编写绪论、化学实验基础知识、化学实验基本操作和附录。张仕勇、李秀玲和赵华绒等分别编写了与无机化学、分析化学、有机化学相关的实验。全书由徐伟亮统稿。

本书在编写过程中,得到了浙江大学化学系许多老师的帮助。此外,我们还参考了不少国内外化学实验教材和化学文献资料,在此深表衷心的感谢。

由于时间紧迫,在选材和编写中虽然尽了最大的努力,但书中可能还会有错误和不当之处,我们恳请使用本书的老师和同学提出批评和建议,以便再版时改进。

编 者

2005 年 5 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 基础化学实验的意义、目的和要求	1
1.1.1 基础化学实验的意义	1
1.1.2 基础化学实验的目的	1
1.1.3 基础化学实验的要求	2
1.2 化学实验室的安全和环保规则	2
1.2.1 化学实验室的安全规则	3
1.2.2 化学实验室消防和意外事故处理规则	3
1.2.3 实验室环保(三废处理)规则	4
1.3 实验数据处理方法	5
1.3.1 实验数据记录与有效数字	5
1.3.2 误差来源和提高分析结果准确度的方法	6
1.3.3 准确度和精密度	9
1.3.4 实验数据作图处理法	10
1.4 实验报告的撰写要求	11
1.4.1 撰写实验报告的意义	11
1.4.2 实验报告一般格式要求	12
1.4.3 实验报告示例	13
第 2 章 基础化学实验知识	14
2.1 化学试剂与化学药品	14
2.1.1 化学试剂的分类、规格和存取	14
2.1.2 化学试剂溶液配制的一般方法	17
2.2 试纸、指示剂和滤纸	17
2.2.1 试纸	17
2.2.2 指示剂	18
2.2.3 滤纸	22
2.3 常用溶剂与溶液	24
2.3.1 纯水的概念	24
2.3.2 水的纯化方法	25
2.3.3 超纯水的制备方法	27
2.3.4 有机溶剂	28

2.4 常用玻璃器皿	31
2.4.1 仪器的洗涤与干燥	31
2.4.2 化学实验常用玻璃仪器的种类及使用方法简介	34
2.4.3 化学实验常用辅助仪器、用具的种类及使用方法简介	41
2.5 实验室常用气体	47
2.5.1 常见气体的种类和性质	47
2.5.2 气体钢瓶的标识及使用	51
2.5.3 减压阀的工作原理及使用方法	51
2.5.4 气体钢瓶的使用规则	53
2.5.5 少量常见气体的实验室制法	53
2.6 常用化学实验仪器及使用方法	58
2.6.1 电子天平	58
2.6.2 紫外-可见分光光度计	60
2.6.3 酸度计	62
2.6.4 电导仪	64
2.6.5 阿贝折光仪	66
2.6.6 旋光仪	68
2.6.7 微波化学反应器	71
第3章 化学实验基本操作	73
3.1 简单玻璃加工方法	73
3.1.1 玻璃管(棒)的清洗、干燥和切割	73
3.1.2 玻璃管(棒)的弯曲	74
3.1.3 熔点管制备	74
3.2 玻璃量器及其使用	75
3.2.1 滴定管及其使用	75
3.2.2 移液管及其使用	77
3.2.3 容量瓶及其使用	78
3.2.4 量器的校准	79
3.3 物质处理和样品分析的程序	81
3.3.1 物质的干燥	81
3.3.2 分析样品采样、预处理和标准溶液的配制	86
3.4 物质的分离与提纯	88
3.4.1 结晶与重结晶	88
3.4.2 过滤	92
3.4.3 常压蒸馏和减压蒸馏	95
3.4.4 水蒸气蒸馏	103
3.4.5 精馏	106
3.4.6 提取	110

3.4.7 升华	113
3.4.8 层析技术	115
3.5 化学反应操作技术	131
3.5.1 加热方法	132
3.5.2 冷却方法	135
3.5.3 搅拌方法	135
3.5.4 仪器的装配	137
3.5.5 微波化学技术	137
第4章 化学实验	142
4.1 化学实验基本操作训练	142
实验1 玻璃加工与灯具的使用	142
实验2 分析天平基本操作练习	146
实验3 缓冲溶液的配制及 pH 计的使用	147
实验4 溶液配制与滴定操作	149
实验5 糖类水溶液的旋光度测定	153
实验6 薄层色谱法分离偶氮苯和苏丹Ⅲ	155
实验7 柱色谱法分离甲基橙和亚甲基蓝	156
实验8 乙酸异戊酯的合成	157
实验9 熔点的测定	159
实验10 微波辐射弗利斯重排反应	161
4.2 物质基本性质实验	163
实验11 二氧化碳相对分子质量的测定	163
实验12 置换法测定摩尔气体常量 R	166
实验13 电解质溶液与离子平衡	168
实验14 氧化还原反应和电化学	172
实验15 过渡元素化学(第一过渡系及 Zn、Cd、Hg)	175
实验16 常见阳离子的分离和鉴定	179
实验17 主族元素化学(p 区元素)	188
实验18 常见阴离子的分离和鉴定	194
实验19 有机化合物的基本化学性质	200
实验20 天然产物的化学性质	204
实验21 磺基水杨酸与 Fe^{3+} 配合物的组成及稳定常数的测定	207
实验22 硫酸钙溶度积的测定及碱土金属的性质	211
实验23 $\text{KI} + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{KI}_3$ 平衡常数的测定	215
实验24 化学反应速率与反应活化能的测定	218
4.3 物质的分析	222
I 酸碱滴定分析	222
实验25 铵盐中铵态氮的测定(甲醛法)	222

实验 26	双指示剂法在混合碱测定中的应用	224
实验 27	α -氨基酸的测定(非水滴定法)	226
II	配位滴定分析	228
实验 28	自来水硬度的测定和软化处理	228
实验 29	铅、铋混合液中 Pb^{2+} 、 Bi^{3+} 的连续测定	231
实验 30	复方氢氧化铝中铝、镁含量的测定	232
III	氧化还原滴定分析	234
实验 31	水体的化学耗氧量(COD)测定	234
实验 32	维生素 C 药片中抗坏血酸含量的测定	238
实验 33	消毒液中过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)	240
IV	重量分析和沉淀分析	242
实验 34	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中钡含量的测定(BaSO_4 晶形沉淀重量分析法)	242
实验 35	氯化物中氯离子含量的测定(银量法)	244
V	分光光度分析	246
实验 36	邻二氮菲分光光度法测定微量铁(基本条件实验和铁的含量测定)	246
实验 37	分光光度法测定废水中磷含量	249
实验 38	多组分化合物的同时分光光度法测定	251
实验 39	蛋白质的分光光度法测定	253
实验 40	萃取光度法测定水中的表面活性剂	255
4.4	物质的分离、提取或提纯	257
实验 41	硝酸钾的制备和提纯	257
实验 42	橙油的提取和鉴定	259
实验 43	乙醇-水溶液的分馏	260
实验 44	镇痛药加合百服宁的成分分析	261
4.5	物质的制备及表征实验	263
实验 45	硫酸铝钾的制备	263
实验 46	碳酸氢钾溶液的制备(离子交换法)	265
实验 47	三草酸合铁(III)酸钾的制备及配合物组成、电荷测定	268
实验 48	正丁醚的合成	273
实验 49	正溴丁烷的合成	275
实验 50	环己烯的合成	278
实验 51	乙酸乙酯的合成	280
实验 52	乙酸正丁酯的合成	282
实验 53	乙酰乙酸乙酯制备	284
实验 54	氢化肉桂酸	287
实验 55	相转移催化 7,7-二氯双环[4.1.0]庚烷的合成	289
实验 56	己内酰胺的合成	292
实验 57	乙酰苯胺的制备	294

实验 58 苯乙酮的制备	298
实验 59 三苯甲醇的合成	300
实验 60 邻硝基苯酚和对硝基苯酚的合成	303
实验 61 食品抗氧化剂 TBHQ 的制备	307
实验 62 双酚 A 的合成	309
实验 63 镇静催眠药巴比吐酸的合成	310
实验 64 肉桂酸的制备	312
实验 65 乙酰二茂铁的制备	315
实验 66 二苯甲醇的制备	317
实验 67 辅酶催化下的安息香合成	319
实验 68 107 胶的制备及性能的测定	322
实验 69 苯甲酸的制备(微型实验)	324
实验 70 乙酰二茂铁的合成(微型实验)	325
实验 71 微波辐射合成苯基苯基砷	328
4.6 综合性实验	330
实验 72 酸碱电导滴定法测定壳聚糖脱乙酰度	330
实验 73 盐酸水解测定食品中淀粉含量(费林试剂法)	331
实验 74 盐酸水解 DNS 分光光度法测定甘薯中淀粉含量	333
实验 75 铁矿中铁含量的测定及含铬废水的处理(无汞测铁法)	335
实验 76 硫酸亚铁铵的制备及质量鉴定	338
实验 77 水泥熟料中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO 含量的测定	340
实验 78 饲料中钙和磷含量的测定	345
实验 79 纳米氧化锌粉的制备及质量分析	347
实验 80 对氨基苯磺酰胺的合成	349
实验 81 苯频哪醇的合成和液相色谱法检验	352
实验 82 从茶叶中提取咖啡因	354
实验 83 菠菜色素的提取、色谱分离和光谱测定	357
实验 84 蛋黄卵磷脂的提取	359
实验 85 桂皮中香精油的提取和鉴定	361
实验 86 解热镇痛药阿司匹林的合成、鉴定与含量测定	362
实验 87 顺式- $\text{K}[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的合成与组成分析	366
实验 88 有机酸解离度及解离常数和相对分子质量的测定	369
实验 89 杀菌剂三芳基-2-吡啶啉的常规加热合成法和微波合成法	372
实验 90 微波促进合成二氢嘧啶酮类化合物	375
参考文献	378
附录	379
附录 1 相对原子质量表(1995 年国际相对原子质量)	379
附录 2 常用有机溶剂与试剂的物理性质	380

附录 3	常用缓冲溶液的配制方法	381
附录 4	实验室常用酸碱的密度和浓度	384
附录 5	常见溶剂的折射率(25℃)	385
附录 6	常压下共沸物的组成和沸点	385
附录 7	溶剂与水共沸物的沸点	385
附录 8	常见化合物的紫外吸收带波长和摩尔吸光系数	386
附录 9	常见官能团和化学键的红外光谱特征吸收频率	387
附录 10	常见质子的化学位移	388

第1章 绪 论

1.1 基础化学实验的意义、目的和要求

1.1.1 基础化学实验的意义

化学已深入到人类社会各个领域,产生了许多应用化学知识的产业,如化学工业、精细化工、石油化工、制药工业、农药与化肥、日用化工、橡胶业、造纸业、玻璃和建材业、环保业、钢铁业、纺织业、皮革业、饮食业等。

化学学科已深入到各个自然科学领域,产生了许多应用化学知识的交叉学科,如生物化学、生物有机化学、分子生物学、化学生物学、生物无机化学、化学生物信息学、化学生物物理、化学生态学、材料化学、能源化学、仿生化学等。生命科学中的化学问题、材料和能源科学中的化学问题、农业和食品中的化学问题、环境科学中的化学问题等人类社会可持续发展的化学问题都需要以新的思路、观念和方式学习化学。

实验是化学学科的基本特征。化学发展的历史也充分证明:化学科学的任何一项重大突破,无一例外是经过化学实验而取得的。即使在经验化学逐步向理论化学发展的今天,化学实验仍然是化学学科发展的基石。学科的基本特征决定了学科的学习特点。在实验中学习化学,无疑是最有效、最重要的化学学习方法之一。在化学实验中,学生通过实验来研究和认识物质,掌握化学实验的基本原理和基本技能,初步学会化学研究的实验方法。

化学科学以实验为基础的学科特征,更有利于学生进行化学探究性学习。化学实验是化学学习中最自主能动的实践活动形式。化学实验为学生创造了获得知识、激发兴趣、追求科学真理的环境。

化学实验是人们认识和研究分子及物质的一种科学方法,虽然学生在从事的化学实验中,绝大多数只是重现分子和物质的化学变化,但这一过程与化学家进行分子和物质变化的科学研究中的化学实验是一致的。学生在实验过程中会体验到化学家科学研究的过程和方法,获得科学研究的乐趣和成功的喜悦。

因此,在化学专门人才的培养中,学生学习化学实验的基本知识、基本操作和技能是必不可少的重要环节。

1.1.2 基础化学实验的目的

在基础化学实验中,要达到以下目的:

- (1) 培养实事求是的科学态度,一丝不苟的工作精神,养成良好的实验室工作习惯。
- (2) 掌握物质化学变化的感性知识,熟悉元素及其化合物的重要化学性质和反应,掌握重要化合物的基本制备、分离和鉴定检测方法。
- (3) 掌握基本的化学实验技术,培养独立准备和进行实验的能力,细致地观察和记录

现象的能力,归纳、综合、正确处理数据的能力,分析实验结果的能力,科学研究和创新的能力。

(4) 熟悉实验室管理的一般知识,实验室的各项规则,实验工作的基本程序;熟悉实验室的布局,试剂、物资管理;熟悉实验可能发生的一般事故及其处理方法;熟悉实验室的环保及基本的三废处理。

1.1.3 基础化学实验的要求

要达到上述实验目的,必须有正确的学习方法。化学实验课学习方法大致有以下两个步骤:

1. 课前预习

实验前必须做好预习,预习是实验训练能否有收获、实验能否成功的关键。对实验的原理、步骤、过程、可能出现的问题心中有数,才能使实验顺利进行,达到预期的效果。预习时应做到以下几点:

- (1) 认真阅读实验教材、有关教科书和参考资料,查阅有关数据。
- (2) 明确实验目的和基本原理,了解实验的内容、步骤、过程及可能出现的问题。
- (3) 了解实验时应注意的事项,熟悉安全注意事项。
- (4) 写出实验预习报告。实验预习报告应包括实验题目、实验目的、基本原理、主要药品、仪器(装置图)、实验条件、步骤、实验记录等栏目。

2. 实验过程

在教师指导下,学生独立地进行实验是实验课的主要教学形式。基础化学阶段学生原则上应按教材上所提示的步骤、方法和试剂用量进行,若提出新的实验方案,应经教师批准后方可进行实验。实验过程要求做到下列几点:

- (1) 实验过程中应勤于思考,仔细分析,努力自己解决问题,自己难以解决时,可请教师指导。
- (2) 认真操作,细心观察现象,并及时地、如实地做好详细记录。
- (3) 实验现象和理论不符时,应尊重实验事实,认真分析和检查原因,也可以做对照试验、空白试验或自行设计实验核对,必要时应多次重做验证,从中得到结论。
- (4) 严格遵守实验室规则,在实验过程中应保持肃静。实验结束后,必须做好实验室安全和卫生才能离开实验室。

1.2 化学实验室的安全和环保规则

实验安全和环保规则是人们在长期的实验室工作中,从正反两方面的经验和血的教训中归纳总结出来的,因此遵守实验规则是做好实验的重要前提。人人必须严格遵守实验规则。

1.2.1 化学实验室的安全规则

(1) 实验前一定要做好预习和实验准备工作,检查实验所需要的药品、仪器是否齐全。做规定以外的实验应先经教师允许。

(2) 实验时要集中精力,认真操作。实验过程中药品和仪器应存放有序,清洁整齐,以免发生意外倾倒事故。

(3) 不要用湿的手、物接触电源。水、电、煤气(液化气)一经使用完毕,应立即关闭开关和电闸。点燃的火柴用后立即熄灭,不得乱扔。

(4) 严禁在实验室内饮食、吸烟。实验完毕,必须洗净双手。实验时,应该穿上实验工作服,不得穿拖鞋,应配备必要的防护眼镜。倾注药剂或加热液体时,不要俯视容器,以防溅入眼睛。加热操作时不要将试管口向着自己或别人。

(5) 绝对不允许随意混合各种化学药品,有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物,特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口。

(6) 实验室所有药品不得带出室外,用剩的有毒药品应交还给教师。

(7) 每次实验后由学生轮流值勤,负责打扫和整理实验室,并检查门、窗是否关紧,水、电是否关闭,确保实验室的整洁和安全。

1.2.2 化学实验室消防和意外事故处理规则

(1) 学生实验时,指导教师应向学生宣讲安全知识,包括实验大楼的消防设施和灭火器使用方法等有关知识。

(2) 用易燃、易爆物品时,严禁明火,严格按照操作步骤进行。一旦发生火灾事故,应先切断电源,使用灭火器扑救,并大声呼救,及时打 119 报警。

(3) 烘箱、电炉、马弗炉、搅拌器、电加热器等原则上不准使用过夜。确需过夜的必须经实验指导教师同意,并有专人值班。使用明火电炉加热时,使用人员不能离开,离开时应托他人照看或关闭明火、切断电源。

(4) 使用电器时,应严格按照安全用电规定,不能擅自拉接电线,不能随意加大保险丝。不使用不合格的电气设施(如开关、插座插头、接线板及用电器等),避免发生触电事故。一旦发生触电事故,应先切断电源再救治。

(5) 严禁在实验室内和危险品仓库区吸烟。

(6) 实验完毕离开时,必须检查水、电是否关闭或切断,确认无误才能离开。

(7) 实验前应了解仪器的性能和药品的性质以及本实验中的安全事项,并严格遵守实验安全守则,学会一般救护措施。一旦发生意外事故时应保持镇静,不要惊慌失措;有烧伤、烫伤、割伤时,应立即报告教师,及时急救和治疗。

(8) 实验室事故的一般处理如下:

(i) 割伤:割伤是实验室中经常发生的事故。通常在拉制玻璃管或安装仪器时发生。当割伤时,首先将伤口处玻璃屑取出,用水洗净伤口,以医用双氧水消毒,涂以碘酒或红汞药水,用纱布包扎,避免伤口接触化学药品引起中毒。

(ii) 烫伤:可用纯净冷水或冰冷敷伤处。

(iii) 酸腐蚀致伤:先用大量水冲洗,再用饱和 NaHCO_3 溶液(或稀氨水、肥皂水)洗,最后再用水冲洗。如果酸溅入眼内,用大量水冲洗后,再送医院诊治。

(iv) 碱腐蚀致伤:先用大量水冲洗,再用 2% 乙酸溶液或饱和硼酸溶液洗,最后再用水冲洗。如果碱溅入眼中,应立刻用硼酸溶液洗,再送医院诊治。

(v) 使用有毒药品致伤:使用有毒药品(如苯、硝基苯、联苯胺、亚硝基化合物等)和腐蚀性药品时,要带胶皮手套和防护眼镜。对挥发性有毒药品,使用时一定要在通风橱内操作。任何药品不能用口尝,毒物进入口内,可用手指伸入咽喉部,促使呕吐,吐出毒物,然后立即送医院。少量吸入刺激性或有毒气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(vi) 触电:首先切断电源,在必要时进行人工呼吸。

(vii) 起火:起火后,要立即一面灭火,一面防止火势蔓延(如采取切断电源、移走易燃药品等措施)。一般的小火可用湿布、石棉布或砂子覆盖燃烧物。电器设备引起的火灾应使用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能使用泡沫灭火器,以免触电。

活泼金属(如钠、镁、白磷等)着火,宜用干沙灭火,不能用水、泡沫灭火器及四氯化碳灭火器灭火。实验时衣服着火,切勿惊慌乱跑,应立即脱下衣服,或用石棉布覆盖着火处。

为了对实验室意外事故进行紧急处理,实验室应配备急救药箱。但发生大伤亡的事故,除做一般紧急处理外,还应立即送医院诊治。

1.2.3 实验室环保(三废处理) 规则

化学实验中经常会产生某些有毒的气体、液体和固体,如不经处理直接排放就可能污染周围空气和水源,造成环境污染。因此对废液、废气和废渣一定要经过处理后,才能排放。

(1) 对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,以免污染室内空气。产生毒气量大的实验必须备有吸收或处理装置,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。

(2) 实验产生的废渣、废药品应存放在指定地点,由专业环保机构做回收、焚烧等处理。

(3) 实验中产生的废液不能随便倒入下水道,必须倒入指定的废液装置。一般酸、碱废液可中和后排放。对含重金属离子或汞盐的废液可加碱调 pH 为 8~10 后,再加硫化钠处理,使之毒害成分转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物而沉淀分离,清液达环保排放标准后可排放。

(4) 有机类实验废液对实验室环境 and 安全有极大的威胁,处理有机类实验废液应引起高度重视。主要注意事项如下:

(i) 尽量回收溶剂,回收的溶剂对实验没有影响的情况下,可反复使用。

(ii) 甲醇、乙醇、乙酸类溶剂能被细菌作用而易于分解,对这类溶剂的稀溶液,用大量水稀释溶液后即可排放。

(iii) 其他各类不易回收利用或不易被细菌分解的有机溶剂,由实验室回收后送专业环保公司做回收、焚烧等处理。

1.3 实验数据处理方法

1.3.1 实验数据记录与有效数字

1. 实验数据的记录

学生应有专门的编有页码的实验记录本,要养成在任何情况下不撕页的习惯。绝不允许将数据记在单页纸上,或随意记在无法长期保存的地方。文字记录应整齐、清洁,数据记录应尽量采用表格形式。

实验过程中的各种测量数据及有关现象,应及时、准确而清楚地记录下来,切忌带有主观因素,不能随意拼凑和伪造数据。对实验中出现的异常现象,更应即时、如实记录。

在实验过程中,如发现数据算错、测错或读错而需要改动,可在该数据上画一横线,并在其上方写上正确的数字。

2. 有效数字

取得准确的化学分析结果,不仅要准确测量,还要正确记录与计算。正确记录是指记录数字的位数。数字的位数反映测量的准确程度。所谓有效数字,就是实际能测得的数字。

有效数字保留的位数由操作者所用的分析方法与仪器的准确度决定。例如,在分析天平上称取试样 0.1000g,不仅表明试样的质量 0.1000g,还表明称量的误差在 $\pm 0.0002\text{g}$ 以内。如果只记录为 0.10g,则其称量误差为 0.02g,表明该试样只能是在感量 1/100 克的天平上称量的。因此记录数据的位数要与仪器的准确度吻合,不能任意增加或减少。

在分析天平上称得称量瓶+样品的质量为 9.5374g,这个记录说明有 5 位有效数字,最后一位数字是估测的。因为分析天平只能称准至 0.0002g,即称量的实际质量应为 $(9.5374 \pm 0.0002)\text{g}$ 。计量仪器不管做得如何精密,调试工作做得如何精细,读数的最后一位总是估计出来的。因此有效数字就是保留末一位不准确数字,其余数字均为准确数字。

移液管、滴定管、吸量管等玻璃计量仪都能准确测量溶液体积到 0.01mL。所以用 50mL 滴定管测量溶液体积时,如果溶液体积大于 10mL 小于 50mL 时,应记录 4 位有效数字,如记录为 25.55;如果测定体积小于 10mL,应记录 3 位有效数字,如写成 5.55mL。当用 25mL 移液管移取溶液时,应记录为 25.00mL;当用 5mL 吸量管移取溶液时,应记录为 5.00mL。当用 50mL 容量瓶配制溶液时,应记录为 50.00mL。

总之,在分析化学实验中,测量结果所记录的数字应与所用仪器测量的准确度相适应。在常量分析中,一般是保留 4 位有效数字。

3. 有效数字中的零

零在有效数字中有两种意义:一种是作为数字定值,另一种是有效数字。例如,在 4.0550 中两个“0”都是有效数字,所以它有 5 位有效数字。在 0.5505 中,小数前面的“0”是定值用的,不是有效数字,而在数据中的“0”是有效数字,所以它有 4 位有效数字。数字