

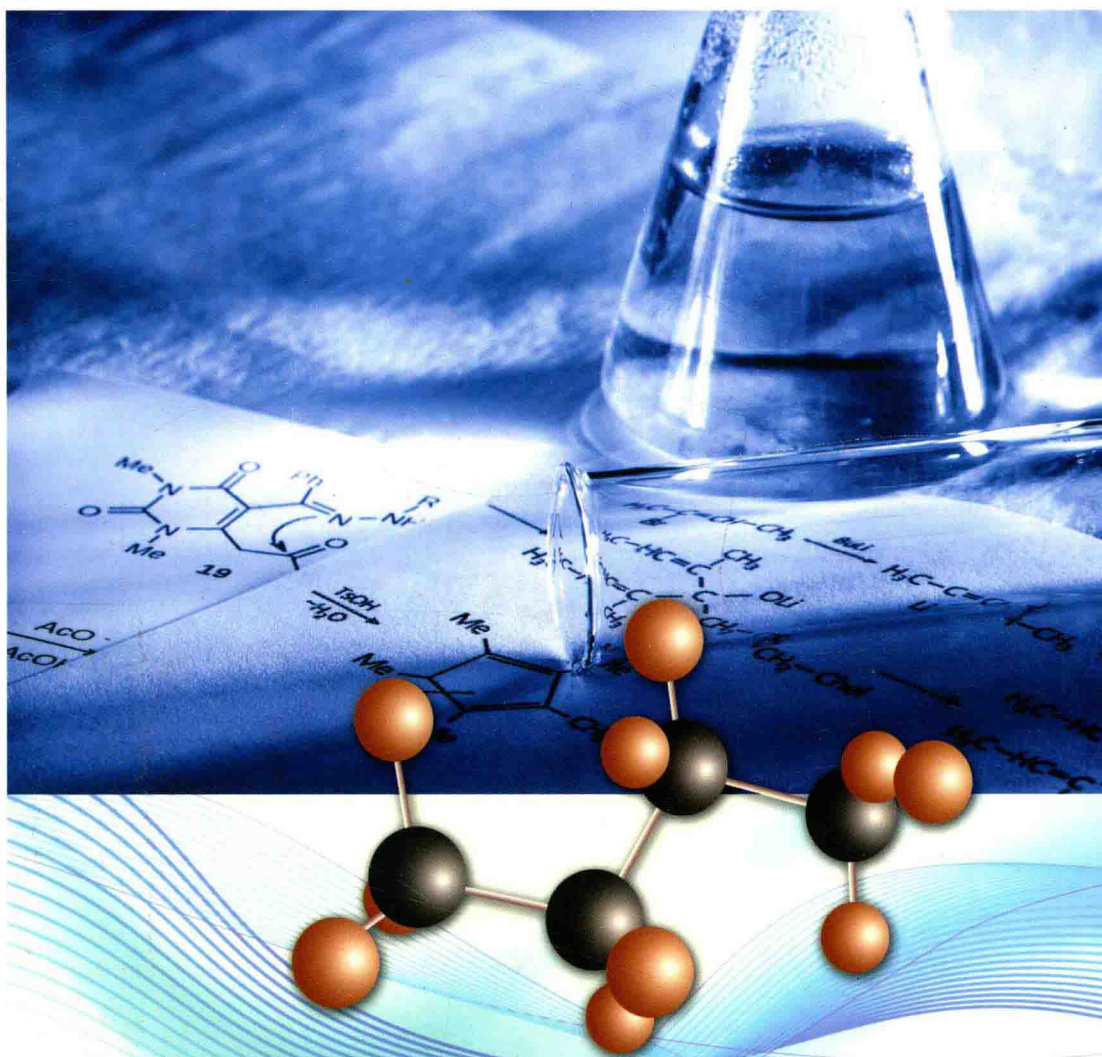
(上册)

JICHU HUAXUE
SHIYAN

(第2版)

基础化学实验

主编：曹淑红 王玉琴



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

基础化学实验(上)

(第 2 版)

主 编 曹淑红 王玉琴

副主编 冒爱荣 吴俊方 杨春红

东南大学出版社

• 南京 •

内 容 提 要

本书是为了适应课程建设及实验教学改革,便于教学计划的统一制订和实施而编写的。

全书主要分为三大部分:① 化学实验基础知识;② 无机及分析化学实验项目(含综合性、设计性实验);③ 附录。全书共列出实验项目 60 多个,大部分实验项目考虑到了环保要求,同时介绍了微型实验方法。为了方便同学预习,给出了每个基本实验的预习内容,书后附有各类实验所需数据表,并在书后加了实验仪器的索引。

本书适合作为工科院校化工或准化工类专业的实验教材,可供同类学校使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验(上)/曹淑红,王玉琴主编.—2
版.—南京:东南大学出版社,2018.6
ISBN 978-7-5641-7625-9

I. 基… II. ①曹…②王… III. 化学实验—教
材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 014290 号

出版发行:东南大学出版社
社 址:南京市四牌楼 2 号 邮编:210096
出 版 人:江建中
责任编辑:史建农
网 址:<http://www.seupress.com>
经 销:全国各地新华书店
印 刷:大丰科星印刷有限责任公司
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:19.75
字 数:490 千字
版 次:2018 年 6 月第 2 版
印 次:2018 年 6 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5641-7625-9
定 价:45.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

第2版前言

化学是一门以实验为基础的中心学科,《基础化学实验》第一版已经连续使用了多届,受到了师生的广泛好评,收到了良好的教学效果。根据大学化学实验教学改革的要求,以及第一版使用的反馈意见和教学体会,我们在第一版的基础上进行了精心修改、充实和提高,并突出了以下几个方面:

(1) 提供了丰富的化学实验知识,便于学生阅读。实验原理和实验步骤部分的说明更加详细,力图使学生预习后理解。增加了一些反映新实验成果的内容,部分实验内容要求学生自己计算、思考、推导、设计,以促使学生养成勤于思考的习惯,不断提高自己分析问题和解决问题的能力。

(2) 进一步突出了基本操作的训练,促使学生规范并熟练地掌握基本操作和技能。基本操作实验项目中增加了注意事项,在一些实验项目中增加了附注,以达到强化基本操作与技能训练的目的,并培养学生良好的化学实验素养。

(3) 按照实验知识与实验技能循序渐进提高的基本思路安排实验项目,增加了一定数量的综合实验和设计实验,有利于学生实验知识和实验技能的融合及学生思维的创新,并便于不同专业、不同层次、不同基础的学生选修。

(4) 在实验项目和内容的选择上,本书所选实验一般都能得到较好的实验效果,避免了过去有些实验一味拔高、追求标新立异、偏离现实实验条件等而导致教学效果不强的问题。

本书配合无机及分析化学实验而编写,分为化学实验基本知识(上篇)和实验部分(下篇),共计六十多个实验,书后列出了与实验相关的附录。在此次修订工作中,为了强化学生绿色化学的概念,提高环保意识,我们针对不同专业又增加了五个实验,并介绍了一些教研科研新成果。

本书仍保留了第一版中曹淑红、王玉琴、吴俊方、杨春红编写的相关实验,王玉琴、冒爱荣参与了相关实验的文字和图表的修改和补充工作,曹淑红完成了全书的修改、充实及统稿工作。

本书在编写过程中得到了盐城工学院教材出版基金的资助,同时,我们参考了一些国内外化学实验教材和相关文献资料,在此一并表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者不吝指正。

编者

2017年7月于盐城工学院

第1版前言

本书是一本工科类的基础化学实验教材。我们借鉴了其他院校基础化学实验教学改革的经验并汲取了同类教材的优点,在原《工科化学基本实验》的基础上,将其中的无机及分析化学实验部分单独列出,加之使用者的反馈意见和教学体会,经精心修改、充实而成。本书在编写中力求突出了以下几点:

(1) 以培养学生化学实验基本操作技能和综合素质为目的,将实验分为三个层次。由科学严谨、规范的基本操作实验到初步设计、系列化的基本实验,最后跨入综合性、设计性的合成、分析测试实验,由浅入深、循序渐进、逐步提高,最终使学生掌握必备化学实验知识和基本操作技能,培养学生良好的实验素质、严谨的科学态度,初步具备主动获取知识的能力、开拓进取的创新意识和科学的思维方法。在项目和内容的选择上,本书所选实验均可重复和验证,重现性高,一般都能得到较好的实验效果,避免了过去有些实验一味拔高、标新立异、偏难偏深、教学效果不强、偏离现实实验条件等问题。

(2) 预习内容明确,基本操作实验增加了实验应注意事项。每个基本实验给出了预习要阅读的内容,解决了学生不知道预习什么和预习报告抄书的问题。书中提供了丰富的化学实验知识,便于学生阅读。化学实验基础知识和实验原理、实验步骤部分说明比较详细,力图使学生预习后基本理解。实验中部分内容要求学生计算、思考、设计,启发学生勤于思考,提高分析与解决问题的能力。

(3) 内容丰富,可供不同专业、不同层次、不同基础的学生选用。本教材中的基本操作实验和基本实验适用于大学基础化学实验、普通化学实验;综合性、设计性实验可用于开设化学实验选修课和开放性实验。增加了无机化合物的合成、组成分析、性能测试等多层次一体化综合实验,以加强训练学生进行初步系统化的科研技能;增加了应用设计实验,可以培养学生的创新思维和独立分析问题、解决问题的能力,使学生不仅“会做”而且“会想”。增加了与材料科学、生命科学及环境科学相关的应用性近代化学实验,以拓展学生的知识面,同时有利于不同专业学生的选用。有些实验列入了多项实验内容,各学校可结合自己的具体情况对实验内容进行筛选;对同一实验增加了拓展内容,使实验学时可调,为不同专业的使用提供方便。

(4) 树立绿色化学研究的理念。对贵重材质的实验内容采用微型实验,这样既节省了经费,又减少了对环境的污染;对于多步完成的实验,采用前一步骤的产物作为后续步骤的原料,达到或接近零排放的目标;对有害于健康和环境的化学试剂力求不用或少用,对毫无利用价值且对环境有害的废弃物也进行了妥善处理。这些都有助于培养

学生量的意识和树立绿色化学研究的理念。

本书主要包括化学实验基础知识、基本操作、误差与实验数据处理、常见仪器,实验部分分为基本操作实验、基本常数测定实验、定性化学实验、定量化学实验、综合性实验、设计性实验,共六十多个实验。书后列出了与实验相关的附录。

本书在编写过程中得到盐城工学院化生学院相关老师的关心和帮助,基础化学实验中心的各位同仁都付出了辛勤劳动,此外我们还参考了不少国内外化学实验教材和相关文献资料,在此一并表示诚挚的谢意!

本书的第一、二、三、四、六(实验九、十二)、八、九(实验四十三、四十四、四十五、四十六)章由曹淑红编写,第五、六(实验十、十一、十三)、七、八、九(实验四十一、四十二)章由王玉琴编写,第十章和附录由吴俊方、杨春红共同编写。由曹淑红、吴俊方完成了全书的统稿工作。

由于编写时间仓促和编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请同行专家和读者提出批评和建议,以便再版时改进。

编 者

2008年6月

目 录

上篇 化学实验基础知识

第一章	绪 论	1
第一节	基础化学实验的目的	1
第二节	基础化学实验的学习方法	2
第三节	学生实验守则	2
第四节	实验室安全规则	3
第五节	实验室意外事故的处理	4
第六节	实验室的“三废”处理	4
第七节	实验报告	5
第八节	实验成绩评分办法	10
第二章	基本知识与基本操作	12
第一节	玻璃仪器	12
第二节	实验室用水与化学试剂	20
第三节	玻璃量器及其使用	24
第四节	溶液及其配制	27
第五节	常用气体与纯化	29
第六节	固液分离	31
第七节	加热与冷却	35
第八节	滴定操作	41
第九节	重量分析	45
第十节	试纸的制备及使用	48
第十一节	分析试样的准备与分解	49
第十二节	无机物的制备、分离与提纯	50
第十三节	微型化学实验与绿色化学简介	56
第十四节	参考资料简介	58
第三章	误差与实验数据处理	60
第一节	误差	60
第二节	准确度与精密度	62
第三节	不确定度	63

第四节	实验数据的记录与处理	69
第四章	常见仪器	75
第一节	台秤、电子秤与分析天平	75
第二节	酸度计	82
第三节	电导率仪	84
第四节	分光光度计	86
第五节	循环水式真空泵	89

下篇 实验部分

第五章	基本操作实验	91
实验一	玻璃仪器的认领、洗涤和干燥	91
实验二	灯的使用、玻璃的简单加工与塞子钻孔	93
实验三	分析天平的称量练习	96
实验四	量器的使用与溶液的配制	100
实验五	容量仪器的校正	103
实验六	硫酸铜的提纯	106
实验七	硝酸钾的制备和提纯	109
实验八	滴定操作练习	111
第六章	基本常数测定实验	116
实验九	化学反应摩尔焓变的测定	116
实验十	醋酸解离常数的测定	119
	(一) pH 法	119
	(二) 电导率法	121
实验十一	磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成和稳定常数的测定	123
实验十二	难溶电解质溶度积的测定	127
	(一) 电动势法测定卤化银的溶度积常数	127
	(二) 电导率法测定硫酸钡的溶度积常数	129
实验十三	化学反应速率与活化能测定	131
第七章	定性化学实验	136
实验十四	解离平衡与沉淀反应	136
实验十五	氧化还原反应	139
实验十六	配合物的生成与性质	142
实验十七	铜、银、锌、镉、汞	144
实验十八	铬、锰、铁、钴、镍	148
实验十九	常见阴离子混合液的分离与鉴定	152
实验二十	常见阳离子混合液的分离与鉴定	156

第八章 定量化学实验	162
实验二十一 盐酸标准溶液的标定	162
实验二十二 混合碱的测定——双指示剂法	164
实验二十三 NaOH 标准溶液的配制与标定	167
实验二十四 有机酸含量的测定	169
实验二十五 铵盐中氮含量的测定——甲醛法	170
实验二十六 EDTA 标准溶液的配制与标定	174
实验二十七 水的硬度测定	177
实验二十八 铅、铋混合液的连续测定	179
实验二十九 铝合金中铝含量的测定	181
实验三十 “胃舒平”药片中铝和镁含量的测定	183
实验三十一 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	185
实验三十二 硫酸铜中铜含量的测定	187
实验三十三 维生素 C 药片中抗坏血酸含量的测定（微型实验）	188
实验三十四 双氧水中 H_2O_2 含量的测定——高锰酸钾法	191
实验三十五 水样中化学需氧量的测定	193
（一）高锰酸钾法测定水样中的 COD_{Mn}	193
（二）重铬酸钾法测定废水中的 COD_{Cr}	195
实验三十六 矿石中铁含量的测定——重铬酸钾法	199
实验三十七 自来水中氯的测定——莫尔法（微型实验）	201
实验三十八 可溶性氯化物中氯含量的测定——佛尔哈德法（微型实验）	203
实验三十九 可溶性钡盐中钡含量的测定——沉淀重量法	205
实验四十 水的 pH 测定	207
实验四十一 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	209
实验四十二 萃取光度法测定微量钒	212
第九章 综合性实验	215
实验四十三 硫酸亚铁铵的制备与含量测定	215
（一）制 备	215
（二）含量测定	217
实验四十四 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成和组成测定	219
实验四十五 碳酸钠的制备及含量测定	222
实验四十六 高锰酸钾的制备及纯度测定	226
实验四十七 硅酸盐水泥中硅、铁、铝、钙、镁含量的测定	229
实验四十八 植物、土壤中某些元素的鉴定	232
实验四十九 奶粉中钙含量的测定	234
第十章 设计性实验	237
实验五十 茶叶中微量元素的鉴定与定量测定	239
实验五十一 蛋壳中钙、镁含量的测定	240

实验五十二 果汁饮料的综合分析	240
实验五十三 废弃物的综合利用	241
(一) 废干电池的回收与利用	241
(二) 从含铜废液中制备二水合氯化铜	242
(三) 从含碘废液中提取碘	242
(四) 从废版液中回收锌	243
(五) 由煤矸石、废铝箔制备硫酸铝	243
(六) 从废钒触媒中回收五氧化二钒	244
(七) 从废定影液中制取单质银和硝酸银	245
(八) 由含锰废液制备碳酸锰	245
(九) 含铬(VI)废液的处理	245
(十) 零排放制备聚铝	246
实验五十四 XX地区环境水质分析	247
附录	249
一 中华人民共和国法定计量单位	249
二 常用标准电极电势表	252
三 弱电解质的解离常数	261
四 配离子的稳定常数	262
五 常见难溶电解质的溶度积常数 $K_{sp}^{\ominus}$ (298 K)	263
六 物质的溶解性表	265
七 常用酸碱的质量分数和相对密度(d_{20}^{20})	269
八 常用酸碱溶液的浓度(288 K)	270
九 滴定分析中常用的指示剂	271
十 滴定分析中常用工作基准试剂	275
十一 常用缓冲溶液的配制	276
十二 特殊试剂的配制	277
十三 常见离子和化合物的颜色	279
十四 阳离子的硫化氢系统分组方案	280
十五 常见离子的鉴定方法	281
十六 氢氧化物沉淀和溶解时所需的 pH	293
十七 常见化合物的相对分子质量表	294
十八 水的饱和蒸气压	297
十九 水的密度	299
二十 国际原子量表	301
实验仪器使用索引	303
参考文献	304

化学实验基础知识

第一章 绪 论

第一节 基础化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的自然科学,化学实验是化学理论的源泉,是化学工程技术的基础,开展化学基本实验方法的学习和操作技能的训练是学生学好化学的关键,因此,基础化学实验一直是大学化学、化工及相关专业学生必修的一门课程,其目的不仅是给学生传授化学实验知识和技能,还担负着培养学生严谨求实、科学创新等素质的任务。通过基础化学实验课的学习,学生应得到如下方面的基本训练:

(1) 掌握化学实验基础知识与基本操作技能,能正确使用各类仪器,具有获取准确实验数据的能力。

(2) 掌握正确记录和处理实验数据及实验结果表达的方法。

(3) 巩固和加深对化学基本理论的理解,具有对在实验中观察到的现象进行分析判断、逻辑推理和作出科学结论的能力。

(4) 能正确设计实验,包括选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等,初步具有解决实际问题的能力。

(5) 提高获取信息的能力,熟悉有关工具书及其他信息源的查阅方法。

(6) 培养实事求是的科学态度、严肃认真的工作作风、严谨缜密的实验室工作习惯、相互协作的团队精神和开拓进取的创新意识。

通过实验,学生可以直接获得大量的化学事实,经过思考、归纳和总结,从感性认识上升到理性认识,从而达到对基本化学原理和基础化学知识的理解和巩固。经过严格训练,使学生掌握规范的化学实验基本操作、基本技能和方法,尤其要熟练掌握常用玻璃器皿和简单度量、测试仪器的规范使用方法,学会测定常见化合物的化学常数,了解和掌握常见无机物的制备和提纯方法,掌握一些基本的分析方法和原理,建立严格的“量”的概念,并学会正确处理实验数据的方法。

在设计实验中,每个实验项目都要求学生从提出问题、查阅资料、设计实验方案(包括选择实验方法、实验条件、仪器和试剂)、到动手操作、观察实验现象、测定数据并加以正确

的处理和概括、在分析实验结果的基础上正确表达、练习解决化学问题等诸多环节独立完成,所以,化学实验的全过程是培养学生各方面能力的最有效的方法,也是加强学生素质教育的最佳途径,能使學生逐步具有分析问题、解决实际问题的能力,对学生艰苦奋斗、勤奋好学、团结协作、实事求是、开拓创新、敢于挑战权威等科学品质和科学精神的培养具有极大的帮助。同时在实验中注意养成整洁、节约、准确、沉稳等良好习惯,这也是每一个未来工程师获得成功所不可缺少的素质。

第二节 基础化学实验的学习方法

基础化学实验的学习,不仅要求学生有一个正确的学习态度,而且还要有一个正确的学习方法。要学习好本实验课程,应达到以下三个方面的要求:

(1) 在实验课前必须做好预习,预习是做好实验的前提和保证,预习工作可以归纳为“看”“查”“写”。

“看”:认真阅读化学实验课程教科书及参考资料的有关内容,明确实验目的,了解实验原理,熟悉实验内容、主要操作步骤、仪器使用及实验数据的处理方法及注意事项,合理安排实验时间。

“查”:通过查阅附录或有关工具书,列出实验所需的物理化学数据。

“写”:在“看”和“查”的基础上认真写好预习报告。预习报告包括实验目的、基本原理、主要仪器试剂、实验步骤、实验记录格式等项目。

(2) 在教师指导下学生独立完成实验是化学实验的主要教学形式。学生先认真听指导教师讲解,然后按要求进行实验。实验过程中要做到认真操作、细心观察、积极思考和及时记录。同学间可就实验现象进行研讨,但不应谈论与实验无关的问题。合理安排实验时间,保质保量完成指定的实验内容。按照正确的操作方法使用各种仪器,做到胆大心细,防止产生不必要的实验障碍或仪器损坏。实验过程中保持肃静,桌面整洁,节约药品,安全操作。

实验观察到的现象及测得的原始数据要如实记录,不得随意涂改和删去,更不能编造原始数据。

实验中如遇到疑难问题,应积极与指导教师讨论,获得必要的指导。如实验失败,要查明原因,经教师准许后重做实验。

(3) 实验完毕,要及时分析实验现象,整理实验数据,认真、独立地完成实验报告。实验报告书写要整洁,内容要齐全,结论要明确,文字要简练,严禁相互抄袭和随意涂改。认真分析实验误差或偏差产生的原因,对实验现象以及出现的问题进行讨论,敢于提出自己的见解,对实验提出改进意见或建议。另外,还要认真回答教材中要求回答的思考题。在收到教师批改的实验报告后,同样要认真地找出问题存在的原因,及时纠正错误。

实验报告的要求与格式见本章第七节。

第三节 学生实验守则

为实现上述实验目的和教学要求,提高教学质量,学生必须遵守以下实验守则:

(1) 实验前,认真做好实验的预习准备工作,写出预习报告。实验指导教师若发现学生

预习不够充分时,将责令其停止实验,达到要求后再做实验。

(2) 进入实验室应穿实验工作服,不得穿拖鞋,并应配备必要的防护眼镜。披肩长发应盘起来或束在后面。遵守纪律,不迟到早退,不无故缺席,保持实验室安静。不经老师许可,不能离岗。不能开手机。严禁吸烟、吃东西。

(3) 实验时,集中思想,认真规范操作,仔细观察实验现象,如实记录实验结果,积极思考问题。安全操作,防止发生中毒、爆炸和烧伤等事故。要求独立完成的实验要按要求完成。

(4) 爱护公共财物,小心使用实验仪器和设备,注意节约用水、电和试剂;使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行,避免违章操作或马虎而损坏仪器。如果发现仪器有故障,应立即停止使用,报告教师及时处理。

(5) 各人应使用自己的仪器,未经教师许可,不得动用他人的仪器。实验中若有损坏,应如实登记补领。

(6) 实验台上的仪器应放置整齐,并经常保持台面清洁。

(7) 取用试剂时,勿洒落或搞错,取用后及时盖好瓶盖,放回原处。仪器和试剂严禁带出实验室。实验中或实验后的废液、废渣和回收品,应放在指定的容器中,严禁倒入水槽中。

(8) 实验完毕后,应将玻璃仪器洗净,放回原处。提前做完实验的同学,经教师检查,得到允许后方可离开实验室。值日生负责打扫卫生,整理好试剂和实验台面,关好水、电等。保持实验室整洁。

(9) 尊重教师的指导。

第四节 实验室安全规则

在化学实验室内,学生用到的试剂中有很多属于易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。所以,在实验中,不能麻痹大意,必须十分重视安全问题。在实验前,应充分了解安全注意事项,在实验中,要集中注意力,严格遵守操作规程,以避免事故的发生。

(1) 实验室严禁吸烟、饮食、嬉戏。

(2) 若有产生刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。

(3) 绝不允许任意混合各种化学试剂。倾注试剂或加热液体时,不要俯视容器,也不要正在加热的容器口对准自己或他人。不能用湿的手、物接触电源,凡使用电炉、酒精灯等加热的实验,中途不得离开实验室。

(4) 有毒试剂(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷化合物、汞及其化合物、氰化物等)不得入口或接触伤口。剩余的废物和金属片不得倒入下水道,应倒入回收容器内集中处理。

(5) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,使用时切勿溅在衣服或皮肤上,尤其是眼睛;稀释浓酸、浓碱时,应在不断搅拌下将它们慢慢倒入水中;稀释浓硫酸时更要小心,千万不可把水加入浓硫酸中,以免溅出造成烧伤。

(6) 实验中所用玻璃制品,如不注意,不但会损坏仪器,还会造成割伤,因此须小心使用。

(7) 易燃的有机溶剂如乙醇、乙醚、苯、丙酮等,使用时一定要远离火焰,用后应盖严瓶塞,放到阴凉处。

(8) 自拟实验或改变实验方案时,必须经教师批准后方可进行,以免发生意外事故。

(9) 实验完毕后洗净双手,方可离开实验室。

第五节 实验室意外事故的处理

(1) 割伤 在伤口处涂抹紫药水或红药水,再用纱布包扎。

(2) 烫伤 在伤口处涂抹烫伤药或用苦味酸溶液清洗伤口,小面积轻度烫伤可以涂抹肥皂水。

(3) 酸碱腐蚀伤 先用大量水冲洗。酸腐蚀后,用饱和碳酸氢钠溶液或氨水溶液冲洗;碱腐蚀后,用2%醋酸洗,最后用水冲洗。若强酸、强碱溅入眼内,立即用大量水冲洗,然后相应地用1%碳酸氢钠溶液或1%硼酸溶液冲洗。

(4) 溴灼伤 立即用大量水冲洗,再用酒精擦至无溴存在为止;或用苯或甘油洗,然后用水洗。

(5) 磷灼伤 用1%硝酸银、1%硫酸铜或浓高锰酸钾溶液洗,然后包扎。

(6) 吸入溴蒸气、氯气、氯化氢 可吸入少量酒精和乙醚的混合气体;若吸入硫化氢气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(7) 毒物不慎进入口中 用催吐剂(约30 g 硫酸镁溶于1杯水中),并用手指伸进咽喉部,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(8) 触电 遇到触电事故,应先切断电源,必要时进行人工呼吸。

(9) 火灾 若遇有机溶剂引起着火时,应立即用湿布或砂土等灭火;如果火势较大,可用灭火器灭火,切勿泼水,泼水会使火势蔓延。若遇电器设备着火,先切断电源,然后用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能用泡沫灭火器,不能用水灭火,以免触电。实验人员衣服着火时,立即脱下衣服,或就地打滚。

(10) 伤势较重者,立即送医院治疗。

第六节 实验室的“三废”处理

根据环境保护要求及绿色化学的基本原则,化学实验室应尽可能选择对环境无毒害的实验项目。对用过的酸类、碱类、盐类等各种废液、废渣,分别倒入各自的回收容器内,再根据各类废弃物的特性,采取中和、吸收、燃烧、回收循环利用等方法来进行处理。对确实无法避免的实验项目产生的“三废”,必须按照国家要求的排放标准进行妥善处理。化学实验室的环境保护应该规范化、制度化。

1. 实验室的废气

实验室中凡可能产生有害废气的操作,如加热酸、碱溶液及产生少量有毒、有害气体的实验等都应在有通风装置的条件下进行。涉及金属汞的操作必须有良好的全室通风装置,其抽风口通常在墙的下部。实验室若排放毒性大且较多的气体,可参考工业上废气处理的办法,在排放废气之前,采用吸附、吸收、氧化、分解等方法进行预处理。毒性大的气体可参考工业上废气处理的办法处理后排放。

2. 实验室的废渣

实验室产生的有害固体废渣虽然不多,但绝不能将其与生活垃圾混倒。固体废弃物经回收、提取有用物质后,其残渣仍是多种污染物的存在状态,必须转交当地专业废物处理部

门做最终的安全处理与处置。

(1) 化学稳定 对少量(如放射性废弃物等)高危险性物质,可将其通过物理或化学的方法进行(玻璃、水泥、岩石的)固化,再进行深地填埋。

(2) 土地填埋 这是许多国家固体废弃物最终处置的主要方法。要求被填埋的废弃物应是惰性物质或可经微生物分解成为无害物质。填埋场地应远离水源,场地底土不透水、不能穿入地下水层。填埋场地可改建为公园或草地。因此,这是一项综合性的环保工程技术。

3. 实验室的废液

化学实验室产生的废弃物很多,但以废溶液为主。若不加以处理而任意排放,必然会污染环境,危害人类。实验室产生的废溶液因其种类繁多,组成变化大,故应根据溶液的性质分别加以处理。

(1) 废酸液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) 废洗液可用高锰酸钾氧化法使其再生后使用。少量的废洗液可加废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,再加以利用。

(3) 氰化物是剧毒物质,少量的含氰废液可先加 NaOH 调至 $\text{pH} > 10$,再加入适量高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。大量的含氰废液可用碱性氯化法处理,即先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入次氯酸钠,使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为 CO_2 和 N_2 。

(4) 含汞盐的废液先用酸、碱溶液调 pH 至 8~10,然后加入过量的 Na_2S ,使其生成 HgS 沉淀,并加 FeSO_4 与过量 S^{2-} 生成 FeS 沉淀,通过共沉淀吸附 HgS ,离心分离,清液含汞量降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,方可排放。少量残渣可埋于地下,大量残渣可用焙烧法回收汞,但应注意一定要在通风橱中进行。

(5) 含重金属离子的废物,可加碱或加 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,过滤后,再回收利用。

第七节 实验报告

实验报告是描述、记录、讨论某项实验的过程和结果的报告,是对实验结果进一步分析、归纳和提高的过程,也是培养严谨的科学态度、实事求是的精神的重要措施。做完实验操作仅是完成实验的一半,余下的任务是分析实验现象,整理实验数据,完成实验报告。做完实验之后,要在指定的时间内认真、独立、及时地完成实验报告。实验报告一般包括如下内容:

(1) 实验目的。即为什么要进行此项实验,通过此项实验应学到什么知识和技能。

(2) 实验原理。即该项实验的理论依据(包括理论的阐述和公式),常要求给出反应方程式。

(3) 实验内容。包括本实验项目所使用的仪器(注明型号)、试剂和实验步骤。实验步骤应简明扼要,尽量采用箭头表示的示意图,切忌照抄书本。

(4) 实验现象和原始数据记录。如实记录操作过程中所观察到的实验现象和所得到的原始数据。必须准备一个记录本,记录所有实验现象和原始数据。原始数据不得随意涂改和删去,更不能杜撰原始数据,如有记录错误,应在原始数据上画一道杠,再在旁边写上正确值,每次结果要经教师签字认可。

(5) 数据处理及思考题。对所观察到的实验现象进行分析、解释;对原始数据进行处理

(包括计算、作图、误差分析);对得到的实验结果进行讨论,得出实验结论,分析误差产生原因;对实验现象及出现的一些问题进行讨论,并按要求解答指导教师布置的思考题。

实验报告的书写,一般分三部分:

预习部分(实验前完成),按实验目的、原理(扼要)、步骤(简明)几项书写。

记录部分(实验时完成),包括实验现象、测定数据,这部分称原始记录。

结论部分(实验后完成),包括对实验现象的分析、解释、结论;原始数据的处理、误差分析;思考题与讨论。

不同类型的实验,实验报告的书写格式有所不同,要求学生根据不同类型实验的特点,自行设计出最佳实验报告格式,做到言简意赅、条理清晰,字迹工整清晰,内容齐全准确。避免照搬教材、相互抄袭。

《基础化学实验》报告大致分为化合物制备、化合物性质、化合物定量、定性分析等几种类型。

下面是实验报告格式示例(仅供参考):

▲制备实验

实验 硫酸亚铁铵的制备

一、实验目的

- (1) 了解复盐硫酸亚铁铵制备的原理与方法。
- (2) 练习水浴加热、抽滤等基本操作。

二、实验原理



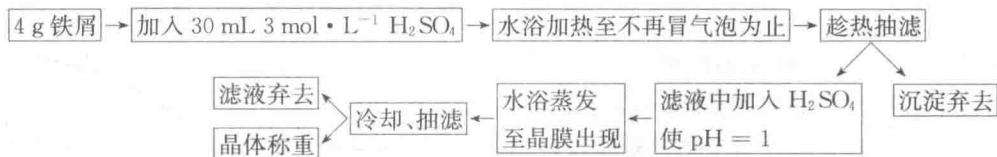
三、仪器、试剂与材料

仪器:电子秤、抽气泵、烧杯、玻璃棒、布氏漏斗、电炉。

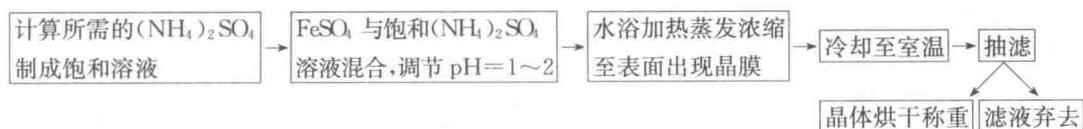
试剂与材料: H_2SO_4 溶液($3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、 Na_2CO_3 溶液(10%)、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (固,AR)、铁屑、pH试纸(1~14)、滤纸、小铁钉。

四、实验步骤

1. 硫酸亚铁的制备



2. 硫酸亚铁铵的制备



五、数据记录与处理

1. 数据记录

(1) 铁屑用量 4.0 g。 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 用量 30.0 mL。硫酸铵用量 g。(2) 硫酸亚铁产量 g。硫酸亚铁铵产量 g。

硫酸亚铁铵：浅蓝绿色细粉状固体。

2. 数据处理



56 392.13

4.0 X(假设全部反应)

$$X = 4.0 \times \frac{392.13}{56} = 28$$

(1) 硫酸亚铁铵理论产量 28 g。

(2) 硫酸亚铁铵产率 = $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\% = \frac{25.0}{28} \times 100\% = 89\%$ 。(假设实际产量为 25 g)

六、结果讨论与思考题解答(略)

▲定量实验

实验 NaOH 标准溶液的配制与标定

一、实验目的

- (1) 掌握 NaOH 标准溶液的配制方法。
- (2) 学会运用邻苯二甲酸氢钾作为基准物质标定 NaOH 浓度。
- (3) 进一步熟悉滴定分析基本操作和称量操作。

二、实验原理

固体氢氧化钠易吸收空气中的二氧化碳和水分,因此 NaOH 标准溶液不能用直接配制法,而只能用间接法。配制的碱溶液的准确浓度必须用“基准物”进行标定。本实验选用邻苯二甲酸氢钾(KHP)为基准物质,其标定反应为