



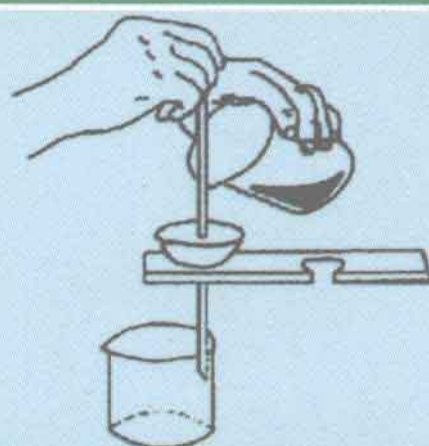
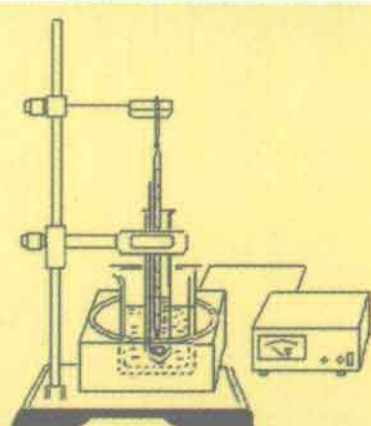
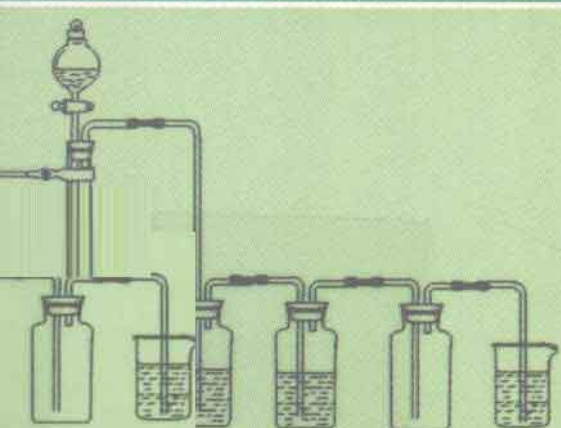
21世纪高等教育规划教材
生物学系列

无机及分析化学实验

(第二版)

WUJI JI FENXI HUAXUE SHIYAN

■ 主审 万家亮
■ 主编 秦中立



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

SHENGLI

无机及分析化学实验

(第二版)

主 审：万家亮

主 编：秦中立

副主编：范望喜 黄方一

鲁性贵 郑 进

万晶晶 向乾坤

张 舟 何自强

徐国丽

华中师范大学出版社

内 容 提 要

本书是生物学系列中《无机及分析化学》的配套实验教材。本书系统而精练地讲解了无机及分析化学实验基本知识和基本操作、常用实验仪器的使用方法、无机化合物的制备与提纯、化学基本原理的验证及化学常数的测定、定性定量分析实验和综合实验。教材后还增设了附录部分。编者力求加强基础、突出重点、简明清晰、循序渐进,充分体现无机及分析化学实验教与学的基本规律。

本书可作为化学、生物、环境、食品、医学、轻工业、水产、农学等专业的无机及分析化学实验课的教材使用,也可供实验员或相关技术岗位人员参考、自学。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/秦中立主编.—2版.

—武汉:华中师范大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5622-4259-8

I. ①无… II. ①秦… III. ①无机化学—化学实验 ②分析化学—化学实验
IV. ①O61-33 ②O65-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 054186 号

书 名:无机及分析化学实验(第二版)

主 审:万家亮

主 编:秦中立◎

选题策划:华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027—67867362

出版发行:华中师范大学出版社

地 址:武汉市武昌珞喻路 152 号 邮编:430079

销售电话:027—67863426 67867076 67863040 67867371 67861549

邮购电话:027—67861321 传真:027—67863291

网址:<http://www.ccnpublish.com> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印 刷 者:孝感日报社印刷厂

督 印:章光琼

责任编辑:肖 颖

责任校对:张晶晶

封面设计:罗明波

开本/规格:787 mm×960 mm 1/16

印张:10.5

插页:1

字数:205 千字

版 次:2010 年 8 月第 2 版

印次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数:12101—15200

定 价:18.00 元

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027—67861321。



第二版前言

近年来,我国社会经济和科技迅速发展,高等教育和教学改革不断深化,社会对学生的实践能力要求越来越高,实验教材也必须不断地改进以满足这种要求。

本书第一版于 2006 年出版以来,一直受到有关读者的关注与好评,为了进一步提高本教材的质量,编者结合近几年来在教学实践中的体会以及其他院校师生在使用过程中对本书反馈的意见,对本书进行了全面修订。

本书第二版在保持第一版特色的基础上,更加注重加强对基本操作技能的训练,由浅入深,由易到难,循序渐进,着力于提高学生独立分析与解决实际问题的能力。本次改版内容如下:

1. 为适应教学改革的需要,改版后力求做到语言简练,信息量大,剪统性强,便于阅读。

2. 更注重基本操作技能的培养,删除了实验“硫代硫酸钠的制备和纯度检验”,增加了实验“氯化钠的提纯”。

3. 对“实验基本知识和基本操作”中部分内容进行了补充和修订,使该部分的知识面更全面、系统。

本次改版由武汉生物工程学院的教师主持。绪论和第一、二、三章由徐国丽、秦中立、何自强负责,第四、五、六章由万晶晶、张舟负责,第七、八章及附录由范望喜、向乾坤、黄方一负责。参加本次改版的还有湖北生物科技职业学院鲁性贵老师和湖北生态工程职业技术学院郑进老师。全书由秦中立负责统稿。

第二版书稿承蒙武汉生物工程学院化学与环境工程系万家亮教授主审并提出了许多宝贵的意见,同时也得到了武汉生物工程学院有关领导和化学与环境工程系全体教师的大力支持,在此一并致谢!

我们希望通过本次的改版,使这本教材变得更完善一些,适用性和针对性更强一些,但限于编者水平,错误和缺点难免,恳切希望读者批评指正。

编 者

2010 年 3 月



第一版前言

进入 21 世纪,我国高等教育已从精英教育逐步走向大众教育。将高等教育进一步推向大众化,培养应用型人才已成为国家人才培养结构中的重要组成部分,且得到了社会各界的广泛支持。因此,以培养应用型人才为主要方向的一类高等学校应运而生并得到了长足发展。这类学校的一个显著特点是按照新时代的要求和当地社会与经济建设的需求来培养学生,重视产、学、研相结合,并紧密结合当地的经济状况,把为当地培养应用型人才作为学校办学的主攻方向。在教授理论与技术的同时,更注重技术、方法的教学;在教授理论与实践的同时,更注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决。因此,这类学生善于解决生产中的实际问题,受到地方企事业单位的普遍欢迎。

为了满足这类高校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,根据教育部有关重点建设项目的规定和相关的教学大纲,我们组织了长期在这类高校中从教,并具有丰富工作实践经验的教师来编写这本教材。

在该教材的编写中,我们提倡“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格,以解决多年来在教材中存在的部分知识点、实验操作技术陈旧过时且偏离实际的问题。编者力求加强基本操作训练、基础实验,由浅入深,由易到难,循序渐进,充分体现无机及分析化学实验教与学的基本规律,力求使本书具有较好的科学性和系统性。

本书分为三大部分:第一部分(第一章~第三章)介绍实验前应掌握的实验基本知识和基本操作,第二部分(第四章~第八章)是实验内容,第三部分是与实验有关的附录。实验内容包括无机化合物的制备与提纯,化学基本原理的验证及化学常数的测定,定性分析,定量分析,综合实验与设计实验。

本书共安排了 32 个实验,可供化学、生物、环境、食品、医学、轻工业、水产、农学等专业的无机及分析化学实验课程选择使用。

考虑到教材除应满足教学计划的需要外,还应对师生有一定的参考价值,因此书中所编内容较目前教学学时要多,各校可根据需要和实验条件自行取舍。

本书由武汉生物工程学院的教师主持编写。黄方一、张玮编写绪论和第一、二、三章,徐国丽编写第四章,范望喜、向乾坤编写第五章,秦中立编写第六、八章及附录,张舟、万晶晶、覃宇、向乾坤编写第七章。湖北生物科技职业学院鲁性贵、湖



北生态工程职业技术学院郑进参加了全书编写及书稿整理工作。全书由秦中立、黄方一统稿。

武汉生物工程学院应用化学系万家亮教授、廖振环教授审阅了全书,提出了许多宝贵的意见,在此谨表示衷心的感谢。

鉴于编者水平,书中肯定存在谬误之处,敬请读者赐教指正。

编 者

2008年7月于武汉



目 录

绪 论	(1)
一、无机及分析化学实验的目的和要求	(1)
二、无机及分析化学实验的学习方法	(1)
第一部分 实验基本知识和基本操作	(3)
第一章 实验基本知识	(5)
一、安全知识	(5)
二、测量误差与有效数字	(8)
三、化学实验中数据的采集与处理	(12)
第二章 实验室常用实验仪器及其使用方法	(14)
一、化学实验基本仪器	(14)
二、称量仪器	(22)
三、气压计	(28)
四、相对密度计	(29)
五、磁力加热搅拌器	(30)
六、酸度计	(31)
七、分光光度计	(35)
八、DDS-11A 型电导率仪	(38)
第三章 实验基本操作	(41)
一、玻璃仪器的洗涤与干燥	(41)
二、基本度量仪器的使用方法	(42)
三、加热装置和加热方法	(44)
四、化学试剂的规格、存放及取用	(45)
五、结晶与重结晶	(48)
六、固液分离方法	(49)
七、试纸的使用	(52)
第二部分 实验内容	(53)
第四章 无机化合物的制备与提纯	(55)
实验一 二氧化碳相对分子质量的测定	(55)
实验二 纯水的制备及检验	(58)
实验三 氯化钠的提纯	(61)



实验四 硫酸亚铁铵的制备	(63)
实验五 无水硫酸铜的制备	(67)
第五章 化学基本原理的验证及化学常数的测定	(70)
实验六 电离平衡	(70)
实验七 沉淀反应	(72)
实验八 氧化还原反应与氧化还原平衡	(75)
实验九 配位化合物的生成和性质	(77)
实验十 化学反应速率和活化能测定	(80)
实验十一 醋酸电离度和电离常数的测定(pH法)	(82)
实验十二 PbCl_2 溶度积常数的测定	(84)
第六章 定性分析	(87)
实验十三 常见阳离子的定性分析	(87)
实验十四 常见阴离子的定性分析	(91)
第七章 定量分析	(95)
实验十五 容量仪器的校正	(95)
实验十六 分析天平的使用	(97)
实验十七 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 标准溶液的配制与标定	(99)
实验十八 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 标准溶液的配制与标定	(101)
实验十九 混合碱中各组分含量的测定	(102)
实验二十 铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	(104)
实验二十一 高锰酸钾标准溶液的配制和标定	(106)
实验二十二 高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	(108)
实验二十三 硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	(109)
实验二十四 水样的化学耗氧量(COD)的测定	(112)
实验二十五 EDTA 标准溶液的配制与标定	(114)
实验二十六 天然水总硬度的测定	(118)
实验二十七 可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	(121)
实验二十八 $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中钡含量的测定(重量法)	(123)
实验二十九 邻二氮杂菲吸光光度法测定铁	(126)
第八章 综合实验与设计实验	(128)
实验三十 过氧化钙的制备及含量的分析	(128)
实验三十一 由废电池回收锌皮制备硫酸锌	(130)
实验三十二 磁性体法处理含铬废水	(132)
第三部分 附录	(135)
附录一 实验报告格式	(137)



附录二	元素的相对原子质量(按原子序数排列)	(140)
附录三	常见化合物的摩尔质量	(141)
附录四	常用基准物质	(144)
附录五	几种常用的酸碱指示剂	(145)
附录六	常用缓冲溶液的配制	(146)
附录七	常用酸碱溶液的浓度和密度	(147)
附录八	某些常用试剂溶液的配制	(148)
附录九	水溶液中某些离子的颜色	(150)
附录十	部分化合物的颜色	(151)
附录十一	水的密度	(153)
附录十二	常见难溶化合物的溶度积常数	(155)
参考文献		(157)
元素周期表		插页



绪 论

化学是一门以实验为基础的学科,许多化学理论和规律是对大量实验资料进行分析、概括、综合和总结而形成的。实验又为理论的完善和发展提供了依据。

化学实验是化学教学中的一门独立的学科,其目的不仅是传授化学知识,更重要的是培养学生的动手能力和综合素质。

一、无机及分析化学实验的目的和要求

无机及分析化学实验是化学及相关专业的学生进入大学后的第一门实践性课程,学生通过该课程的学习必须达到以下目的和要求:

(1) 通过实验的操作和测定,巩固和扩大课堂学习中所获得的理论知识,培养以化学实验为工具获取新知识的能力。

(2) 通过实验基本操作的训练,熟练掌握无机及分析化学实验的方法和技能,认真完成实验的基本要求和任务。

(3) 通过观察、认识实验现象和分析、判断实验数据,培养独立思考和分析问题、解决问题的能力,并具有一定的分析和解决复杂问题的实践能力、收集和处理化学信息的能力、书面表达实验结果的能力以及团结协作的能力。

(4) 通过教师指导和自身动手分析测定,以及对实验结果的数据处理,培养实事求是、严谨认真的科学态度和严守规章、勤俭节约、细致、整洁的工作习惯。

二、无机及分析化学实验的学习方法

为了达到本实验课的教学目的和要求,学生必须树立正确的学习态度和方法,认真做好以下三个环节的工作。

1. 预习

预习是实验课前必须完成的准备工作,是做好实验的前提。通过预习应达到下列要求:

(1) 认真阅读实验教材与教科书中的有关内容,明确本次实验的目的及要求。

(2) 弄清实验的基本原理、操作步骤,了解所需试剂的基本性质和用途。

(3) 了解实验操作方法及实验中的注意事项。



(4) 按教材规定设计实验方案,并准备好思考题的书面解答,不清楚之处作好提问准备。

(5) 写出预习报告,尽量做到依据预习报告进行实验。实验前预习报告要交指导教师检查。实验结束后,预习报告要交指导教师签字。

2. 做实验

做实验是培养学生独立进行科研工作和思维能力的重要环节。在进行化学实验时应做到:

(1) 实验过程中严格遵守安全规则,始终保持环境肃静、整洁。

(2) 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。

(3) 认真操作,细心观察现象,并及时、如实地作好详细记录。

(4) 实验现象和理论不符合时,应尊重实验事实,认真分析和检查其原因,也可以做对照实验、空白实验或自行设计实验来核对,必要时应多次重新验证,从中得到结论。

(5) 实验结束后要做好清扫工作,摆好仪器、药品,关闭水、电、煤气,经指导教师检查后方可离开实验室。

3. 写实验报告

实验报告是每次实验的总结,每次实验后都必须写出实验报告,交指导教师批改。一份好的实验报告应该做到:实验目的明确、原理准确清楚、数据记录可靠、数据处理合理、计算结果正确、讨论深入、文字简洁、字迹清晰工整。

无机及分析化学实验一般分为无机制备实验、常数测定实验、性质验证实验和定量分析实验等,实验报告一般包括下列内容:

(1) 实验目的 明确实验的要求及作用。

(2) 实验原理 简述实验原理,写出主要的计算公式或反应方程式。

(3) 实验仪器和试剂 列出实验所需的仪器和试剂的种类及部分试剂的配制方法。

(4) 实验步骤 尽量采用表格、框图、符号等形式简明、清晰地表示。

(5) 实验现象和数据记录 实验现象要表述正确,数据记录要完整、准确,绝不允许主观臆造、弄虚作假。

(6) 解释、结论和数据处理 根据现象作出简明解释,写出主要反应方程式,分题目作出小结或者得出最后结论。若有数据计算,务必将所依据的公式和主要数据计算过程表达清楚。

(7) 问题与讨论 针对本实验中遇到的疑难问题,提出自己的见解或收获,定量实验应分析产生实验误差的原因。也可对实验方法、教学方法、实验内容等方面提出自己的意见及改进方法。

常见的无机及分析化学实验报告的格式示例见附录一。

第一部分

实验基本知识和基本操作

◆ 实验基本知识

◆ 实验室常用实验仪器及其使用方法

◆ 实验基本操作



第一章 实验基本知识

一、安全知识

进行化学实验时,经常要遇到水、电、煤气和易燃、易爆、有毒、有腐蚀性及有放射性的化学试剂,如果操作或使用不当,往往会引起爆炸、燃烧、中毒和灼伤等事故,严重的还会造成国家财产的巨大损失和人身伤害。因此,在进行化学实验时,必须从思想上重视安全问题。初次进行化学实验,必须接受必要的安全教育,每次实验前都要认真学习本实验的安全注意事项,实验过程中要严格遵守安全守则。

1. 化学实验室安全守则

(1) 必须了解实验室的环境,充分熟悉水、电、煤气的控制阀(闸)和各种药品、仪器,以及急救箱和消防用品等的放(安)置地点和使用方法。

(2) 化学实验室内禁止饮食、吸烟,不准用实验器皿作茶具或餐具,不得用口等器官来鉴定未知物质。实验时应穿上工作服,不得穿拖鞋。实验完毕应洗净双手。

(3) 如实验中产生有毒、恶臭、有刺激性气味的气体(如 H_2S , Cl_2 , Br_2 , NO_x , SO_x , CO 等),应在通风橱中进行。加热或浓缩盐酸、硝酸、硫酸也应在通风橱中进行。

(4) 使用易燃的有机溶剂(如酒精、乙醚、丙酮、苯等)时,要远离火源,用完后应及时盖紧瓶塞。金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中,应保存在煤油内,并在煤油内对它们进行切割。白磷有剧毒,能灼伤皮肤,切勿与人体接触。白磷在空气中易自燃,应保存在水内,取用时必须用镊子。

(5) 使用浓酸、浓碱、溴等具有强腐蚀性试剂时,要戴乳胶手套,配备防护眼镜,切勿溅在衣服和皮肤上。

(6) 使用有毒试剂(如汞、汞盐、砷盐、铅盐、可溶性钡盐、氟化物、氰化物和重铬酸盐等)时,应严防有毒试剂进入口内或伤口,也不能随便倒入下水道,应回收统一处理。

(7) 使用电器设备时,不要用湿手接触仪器,以防触电,用后拔下电源插头。实验室停止供煤气、供电、供水时,应立即将气源、电源及水源全部关上,以防恢复供煤气、供电、供水时造成漏煤气、触电、漏水等事故。实验结束后应检查水、煤气



等阀门是否关闭,电闸是否断开。

(8) 加热试管中的液体时,不能将试管口朝向他人或自己,也不能俯视正在加热的液体,以免溅出的液体将眼、脸灼伤。需要借助嗅觉鉴别气体时,不能用鼻直接对准瓶口或试管口,应用手把少量气体轻轻扇向鼻孔。

(9) 稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,并不断搅动。切勿将水倒入浓硫酸中,以免迸溅,造成灼伤。

(10) 高温物体(如刚从煤气灯上取下的玻璃棒、玻璃管,刚从马弗炉中取出的坩埚和瓷盘等)要放在耐火石棉板(网)上,附近不得有易燃物,需称量的坩埚待稍冷后方可移至干燥器中冷却。

2. 实验室急救措施

实验室应备有急救箱,放置常用的急救用品,如消毒纱布、消毒棉花、红药水、创可贴、紫药水、碘酒、烫伤油膏、云南白药等,以备事故发生时急救之用。

(1) 割伤

如伤口内有异物,应先取出,再涂上红药水或贴上创可贴,必要时送医院救治。

(2) 烫伤

切勿用水冲洗,更不要把烫起的水泡挑破,可在烫伤处涂上烫伤膏或万花油,必要时送医院救治。

(3) 酸(碱)伤

酸(或碱)洒在衣服或皮肤上时,应立即用大量水冲洗(量多时先用干毛巾拭干,再用水冲),然后用 2% NaHCO_3 溶液(或 2% 醋酸溶液)擦洗,再用水冲洗,最后涂敷氧化锌软膏(或硼酸软膏)。

(4) 眼伤

当眼睛里进入碎玻璃或其他固体异物时,应闭上眼睛不要转动,立即到医院救治。当眼睛溅入腐蚀性药品如酸(或碱)时,应立即用大量流水冲洗(但注意水压不应太大),再用 2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液(或 3% 硼酸溶液)冲洗眼睛,然后用大量蒸馏水冲洗。严重者应及时送医院就医。

(5) 溴腐伤

先用乙醇或 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口,再用水冲洗干净,并涂敷甘油。

(6) 氢氟酸灼伤

使用氢氟酸后如感到接触部分开始疼痛,应立即用饱和硼酸溶液或冰与乙醇的混合物浸泡,并去医院就诊。

(7) 吸入毒气

不慎吸入煤气、溴蒸气、氯气、氯化氢、硫化氢等气体时,应立即到室外做深呼吸,呼吸新鲜空气。



(8) 口内误入毒物

立即取 5 mL~10 mL 稀 CuSO_4 溶液,加入一杯温水中,内服后用食指伸入咽喉,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(9) 触电

有人触电时应立即切断电源,或用非导体将电线从触电者身上移开。如有休克现象,应将触电者移到有新鲜空气处立即进行人工呼吸,并请医生到现场抢救。

3. 实验室灭火措施

实验室失火时一定要保持沉着,不要惊慌,根据起火原因与火势大小及时采取灭火措施。由于物质燃烧需要一定的温度和空气,所以灭火的基本原则是降温或将燃烧的物质与空气隔绝。

无机及分析化学实验室常用的灭火措施有以下几种:

(1) 立即关掉电、气源,把一切可燃物质和易爆物移至远处,注意不可碰撞,以免引起更大的火灾。

(2) 迅速选用适当的灭火器将火扑灭,注意不要用水来扑灭不溶于水的油类及其他有机溶剂等可燃物的火灾。

(3) 身上衣服着火时,应用石棉毯裹在身上,使隔绝空气而灭火。切不可慌张跑动,带动气流,使燃烧加剧。

(4) 实验室应装备必要的灭火设施,针对不同的火灾情况,选用不同的灭火器具。实验室中常见的灭火设施及其适用范围见表 1-1。

表 1-1 实验室中常见的灭火设施及其适用范围

灭火设施	灭火特点	适用对象
砂土	降温、隔离空气	不能用水来灭火的着火物的火灾
石棉毯	隔绝空气而灭火	扑灭人身上着火及小型火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3 、皂粉等混合生成 CO_2 的泡沫盖于燃烧物上隔绝空气而灭火	油类等非水溶性可燃、易燃液体的火灾和木材、纤维、橡胶等固体可燃物的火灾
二氧化碳灭火器	冷却燃烧物、隔绝空气而灭火	电器火灾
1211 灭火器	含有化学反应中断剂卤代烃,该物质不导电,毒性小,灭火效果好	油类、有机溶剂、高压电气设备、精密仪器等的火灾

4. 实验室“三废”的处理

在化学实验中会产生各种各样有毒、有害的废渣、废液、废气。随便排放“三废”不仅污染环境,造成公害,而且“三废”中的贵重和有用的成分没有得到回收,也是一



种经济上的损失。废酸和废碱液经过中和处理,使其 pH 值在 6~8 范围内,并用大量水稀释后方可排放。废气应用排风设备排到室外,利用室外的大量空气来稀释。

(1) 无机及分析化学实验的废液中较多的是废酸液。可先用耐酸塑料窗纱或玻璃纤维过滤,滤液加碱(用废碱液更好)中和,调 pH 值至 6~8 时,即可排出。少量滤渣可埋于地下。

(2) 无机及分析化学实验中含铬废液量大的是废铬酸洗液。可用 KMnO_4 氧化使其再生,继续使用。少量的废铬酸洗液可加入废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,然后将废渣埋于地下。

(3) 少量的含氰化物的废液可先加 NaOH 调至 $\text{pH} > 10$,再加 KMnO_4 使 CN^- 氧化分解;量大的含氰化物的废液可先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入漂白粉,使 CN^- 氧化成氰酸盐,进而分解为 CO_2 和 N_2 。

(4) 含有汞盐的废渣应将其 pH 值调至 8~10 后,加适当过量的 Na_2S ,使其生成 HgS 沉淀。再加 FeSO_4 ,则有 FeS 沉淀生成,它可吸附 HgS ,然后一起沉淀下来。静置后过滤,清液含汞量可降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,即可排放。少量残渣可埋于地下,若残渣量大,可在通风橱内采用焙烧法回收汞。

(5) 含重金属离子的废液,最好是加碱或 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,进而过滤分离,少量残渣可埋于地下。

(6) 对实验废液中可再用的或者有经济价值的成分应予以回收。

二、测量误差与有效数字

1. 化学测定中的误差

(1) 基本概念

任何测量过程都会产生误差。误差按其性质的不同可分为三类,即系统误差、偶然误差和过失误差。

① 系统误差

也称可测误差,是由某些比较确定的原因引起的,它对测量结果的影响比较固定,其大小有一定规律性,在重复测量时,会重复出现。产生系统误差的主要原因有实验方法不完善、所用的仪器准确度差、药品不纯以及操作不当等。系统误差可以采用改善实验方法、校正实验仪器、提纯药品、做空白实验、做对照实验等方法来减小。有时也可以在找出误差原因后,算出误差的大小而加以修正。

② 偶然误差

也称随机误差,由某些难以预料的偶然因素引起,它对实验结果的影响不固