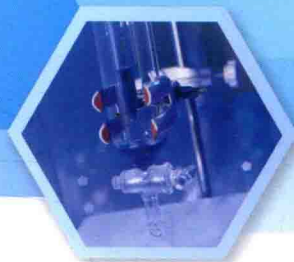


高等学校“十三五”规划教材



基础化学实验

胡思前 王亚珍 • 主编

JICHU HUAXUE SHIYAN



化学工业出版社

非
外
借

高等学校“十三五”规划教材

基础化学实验

胡思前 王亚珍 • 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《基础化学实验》包括化学实验基础知识、化学实验基本操作、常用仪器使用方法、基础化学实验、综合化学实验、化学实验室安全知识,其中,基础化学实验分为无机化学实验部分、分析化学实验部分、有机化学实验部分。为了强调学生应该具有的安全知识,还在第6章重点讲解了用水、用电安全知识、高压气体的安全使用知识、有毒化学试剂的安全知识、剧毒品的使用安全知识、易燃物的安全知识、防爆安全知识和实验过程中常见(或易发生)的安全事故。

《基础化学实验》教材可供临床、儿科、护理、口腔、针灸推拿、食品质量与安全、环境工程、生物技术、园艺、材料科学与工程及新能源材料与器件等相关专业使用。

基础化学实验

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/胡思前,王亚珍主编. —北京:化学工业出版社,2018.8

ISBN 978-7-122-32379-8

I. ①基… II. ①胡…②王… III. ①化学实验-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第125675号

责任编辑:李琰 甘九林
责任校对:边涛

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:三河市延风印装有限公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张12 字数255千字 2018年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00元

版权所有 违者必究

《基础化学实验》编写人员名单

主 编 胡思前 王亚珍

副 主 编 彭望明 王 亮

参编人员 胡思前 王亚珍 彭望明 王 亮 汪海平 邹 新
吴旺喜 马慧芳 陈战芬 余 凡 李艾华 刘 芸
朱天容 陈 芳 谢 芳 李 琴 刘 立

前言

化学是实验性很强的一门学科。通过实验，一方面可以印证理论，巩固和加深对理论的理解，使理论与实际紧密地联系起来；另一方面使学生掌握有关的化学基本操作，为今后的工作和科学实验打下坚实的基础，并培养学生的独立工作能力、科学思维方法、严格的科学作风和实事求是的科学态度。因此，实验课在教学环节中发挥着重要的作用。通过实验，我们才能认真地联系理论，正确地掌握仪器操作技术，从而发现问题、解决问题。

《基础化学实验》是江汉大学化学与环境工程学院化学系及实验中心教师，为适应教学改革的需要和加强实验教学的目的，为化学相关专业学生学习而编写的。教材以相关学科教学大纲为依据，吸取国内外同类教材的精华，结合江汉大学实际情况，根据教师们在多年的教学活动中积累的教学经验，在自编的《基础化学实验》教学讲义基础上，并经教师们反复讨论增编修改编写的。《基础化学实验》的出版倾注了江汉大学化学与环境工程学院化学系及实验中心全体教师十多年的集体智慧与心血。

《基础化学实验》教材可供临床、儿科、护理、口腔、针灸推拿、食品质量与安全、环境工程、生物技术、园艺、材料科学与工程及新能源材料与器件等相关专业使用。

编写分工如下：第1章（王亮、邹新、陈芳、刘立），第2章（陈战芬、彭望明、谢芳、李琴），第3章（王亚珍、余凡），第4章（汪海平、李艾华、刘芸、朱天容），第5章（胡思前、王亚珍、汪海平、吴旺喜），第6章（邹新、胡思前、王亚珍），附录（王亮、马慧芳及胡思前）。

全书在胡思前、王亚珍、彭望明及王亮的组织协调下编写。教材的编写出版是一项繁琐的工程，在编写过程中，编者力求遵循学术规范原则，完整地正确表达化学的基本原理及实验操作规范与方法。在每章均标注了相关参考文献，但由于编者水平有限或者编写过程中的疏忽，如有不妥之处，还请相关专家指正与谅解。编者一定会听取大家的意见，再版时修改完善。

感谢江汉大学及化学工业出版社的大力支持。

编者
2018年2月

目 录

第 1 章 化学实验基础知识	1
1.1 实验室基本规则	1
1.2 实验室安全知识	2
1.2.1 实验室安全守则	2
1.2.2 实验室事故处理	2
1.3 实验室三废处理	4
1.3.1 实验室的废气	4
1.3.2 实验室的废液	5
1.3.3 实验室的废渣	5
1.4 化学试剂分类和使用	6
1.5 实验室用水	6
1.5.1 实验室常见水的种类	6
1.5.2 实验室用水级别及主要指标	7
1.6 实验预习、记录和实验报告	8
1.7 实验误差与数据处理	11
1.7.1 误差的分类	11
1.7.2 误差与准确度	12
1.7.3 偏差与精密度	13
1.7.4 准确度和精密度的关系	14
1.7.5 有效数字	14
1.7.6 可疑值的取舍	15
1.7.7 实验数据处理	15
第 2 章 化学实验基本操作	17
2.1 常用化学实验器皿及使用	17
2.2 玻璃仪器的洗涤与干燥	21

2.2.1	洗涤要求和洗涤方法	21
2.2.2	仪器的干燥	22
2.3	试剂的取用	23
2.3.1	固体试剂的取用	23
2.3.2	液体试剂的取用	24
2.4	干燥器的使用	24
2.5	加热和冷却方法	25
2.5.1	加热方法	25
2.5.2	冷却	27
2.6	固体物质的溶解、固液分离、蒸发(浓缩)和结晶与重结晶	27
2.6.1	固体物质的溶解	27
2.6.2	固液分离	27
2.6.3	蒸发(浓缩)	30
2.6.4	结晶与重结晶	30
2.7	量器及其使用	31
2.7.1	量筒的使用	31
2.7.2	容量瓶的使用	31
2.7.3	移液管、吸量管及其使用	32
2.7.4	滴定管及滴定操作	33
2.8	试纸的使用	35
2.9	质量称量方法	36
2.10	萃取	37
2.10.1	液-液萃取	38
2.10.2	液-固萃取	39
2.11	干燥	39
2.11.1	液体有机化合物的干燥	40
2.11.2	固体的干燥	41
2.12	简单蒸馏	42
2.12.1	基本原理	42
2.12.2	蒸馏装置及其安装	43
2.13	回流	44
2.14	重结晶	45
2.14.1	实验原理	45
2.14.2	实验操作	45
2.15	升华	46
2.15.1	实验原理	46
2.15.2	实验操作	47

2.16 柱色谱	48
第3章 常用仪器使用方法	52
3.1 电子分析天平	52
3.1.1 电子天平工作原理	52
3.1.2 电子天平的特点	52
3.1.3 电子天平使用方法	52
3.1.4 电子天平的使用注意事项	53
3.2 分光光度计	54
3.2.1 基本原理	54
3.2.2 仪器构造	54
3.2.3 使用方法	55
3.2.4 注意事项	55
3.3 酸度计	56
3.3.1 基本原理	56
3.3.2 电极注意事项	57
3.3.3 雷磁 pH-3C 型酸度计使用方法	58
3.4 电导率仪	60
3.4.1 基本原理	60
3.4.2 使用方法	61
3.5 阿贝折光仪	63
3.5.1 基本原理	63
3.5.2 仪器构造	64
3.5.3 使用方法	65
3.6 旋光仪	66
3.6.1 基本原理	66
3.6.2 旋光仪的构造原理和结构	66
3.6.3 使用方法	67
第4章 基础化学实验	69
无机化学实验部分	69
实验1 量器的使用和溶液的配制	69
实验2 粗盐的提纯	72
实验3 溶胶的制备、净化与性质	74
实验4 化学反应速率与活化能的测定	77

实验 5 缓冲溶液的配制和性质	80
实验 6 醋酸电离度与平衡常数的测定	84
实验 7 配位化合物和沉淀溶解平衡	86
实验 8 氧化还原反应与电极电位的比较	89
实验 9 硫酸亚铁铵的制备	92
实验 10 硫代硫酸钠的制备	95
分析化学实验部分	97
实验 1 容量仪器的校准	97
实验 2 酸碱标准溶液的配制、浓度的比较和标定	99
实验 3 食用白醋中总酸度的测定	103
实验 4 阿司匹林药片中乙酰水杨酸含量的测定	105
实验 5 混合碱中碳酸钠和碳酸氢钠含量的测定	107
实验 6 EDTA 标准溶液的配制和标定	109
实验 7 水的总硬度的测定	112
实验 8 双氧水中 H_2O_2 含量的测定	114
实验 9 水中化学耗氧量的测定	116
实验 10 维生素片中维生素 C 含量的测定	119
实验 11 氯化物中氯含量的测定	120
实验 12 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	123
有机化学实验部分	125
实验 1 重结晶提纯	125
实验 2 熔点的测定	126
实验 3 蒸馏和沸点的测定	129
实验 4 从茶叶中提取咖啡因	131
实验 5 乙酸乙酯的制备	133
实验 6 柱色谱法分离甲基橙和亚甲基蓝	135
实验 7 乙酰水杨酸的制备	137
实验 8 糖类的性质	139
实验 9 蛋白质和氨基酸的性质	142
实验 10 旋光度的测定	144
第 5 章 综合化学实验	147
实验 1 丙酸钙的制备及保鲜试验	147
实验 2 湖水中溶解氧和高锰酸盐指数的测定	149
实验 3 从茶叶或茶叶下脚料中提取茶多酚	153
实验 4 食品中吊白块含量的测定	155

实验 5 纳米薄膜材料的制备及在金属离子传感中的应用	157
实验 6 丙烯酸酯类聚合物乳液的制备及应用	158
实验 7 相变储热微胶囊的制备与表征	161

第 6 章 化学实验室安全知识 163

6.1 用水、用电安全知识	163
6.1.1 用水安全	163
6.1.2 用电安全	163
6.2 高压气体的安全使用知识	164
6.2.1 高压钢瓶在运输、储存、使用中的安全知识	164
6.2.2 气体钢瓶的区分	165
6.3 有毒化学试剂的安全知识	165
6.3.1 基本概念	165
6.3.2 毒物分类	165
6.3.3 毒物进入人体的途径与积累	166
6.3.4 实验室常见毒物	166
6.4 剧毒品的使用安全知识	168
6.4.1 剧毒、易制毒化学品目录	168
6.4.2 剧毒品的申购	168
6.4.3 剧毒品的使用	168
6.5 易燃物的安全知识	168
6.5.1 易燃物质的分类	168
6.5.2 燃烧分类	169
6.5.3 着火防范及扑灭方法	170
6.5.4 火灾中的自我防护	172
6.6 防爆安全知识	172
6.6.1 爆炸的分类	172
6.6.2 爆炸性混合物爆炸	172
6.7 实验过程中常见（或易发生）的安全事故	174
6.7.1 与用电有关的不安全操作	174
6.7.2 与着火和爆炸有关的实验操作	174
6.7.3 其他易引起伤害的不当操作	175

附录 176

附录 1 实验室常用酸碱的浓度	176
-----------------	-----

附录 2	常用 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} 组成的缓冲溶液 (25℃)	176
附录 3	常用指示剂的配制	177
附录 4	常用基准物质的干燥条件及应用	178
附录 5	某些有机化合物的物理常数 (20℃)	178
附录 6	试剂的配制	179
附录 7	常用洗涤液的配制	182

第 1 章

化学实验基础知识

1.1 实验室基本规则

实验室规则是从实验室工作经验中归纳总结出来的，能够有效地防止意外事故的发生，确保实验室的良好环境和秩序。为了保证实验的顺利进行，培养良好的实验作风，学生必须遵守下列实验室规则。

(1) 实验前必须认真预习，明确实验目的和要求；了解实验的原理、方法和步骤。了解所用药品和试剂的性质，熟知实验操作过程中的注意事项。

(2) 进入实验室必须身着实验服，禁止穿拖鞋、背心进入实验室。不在实验室里大声喧哗，不在实验室饮食，不得擅自离开实验岗位，树立良好的实验风气和秩序。

(3) 实验前应检查实验所需的药品，器皿和仪器是否齐全，若有缺少或破损向教师申报登记补发。若在实验过程中损坏仪器，应及时报告并填写仪器破损报告单，经指导教师签字后交实验室工作人员处理。

(4) 实验过程中应严格遵守操作规程，仔细观察实验现象，认真做好实验记录。

(5) 实验过程中要保持实验台面整洁。废液倒入废液缸内，火柴梗、纸张和废物等必须投入废物篓内。严禁投放在水槽中，以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

(6) 爱护公物，节约水、电以及药品和试剂。公用仪器及试剂不得乱拿乱放，用后立即放回原处。

(7) 发生意外事故应保持镇静，不要惊慌失措；遇有烧伤、烫伤、割伤时应立即报告老师，及时急救和治疗。

(8) 实验完毕后，应将实验台、仪器和试剂整理好，必须经教师同意后方能离开，实验室一切物品不得带离实验室。值日生负责实验室的清洁工作，并关好水、电、气的开关及门窗等。

1.2 实验室安全知识

1.2.1 实验室安全守则

化学实验室中常用到水、电、气，常遇到一些易燃、易爆、具有腐蚀性或毒性的试剂，存在着许多不安全因素。不正确或不经心的操作以及忽视操作中必须注意的事项都有可能造成火灾、爆炸和其他事故发生。所以进行化学实验时，必须重视安全问题，绝不可麻痹大意。为了保证实验的顺利进行，必须熟悉和注意以下安全措施。

(1) 不要用湿手接触电源。点燃的火柴用完后立即熄灭，火柴棒不得乱扔。

(2) 易燃物质如乙醇、乙醚、丙酮、苯等有机物，易分解或易爆的物质如硝酸铵、氯酸钾等无机物，使用时一定要远离火源。试剂瓶用完盖紧瓶盖。使用氢气等易燃气体时，严禁接近明火，点燃前应该验纯。

(3) 不要俯向容器去闻放出气体的气味。正确的做法是远离容器，将气体用手慢慢扇向自己的鼻孔。使用 H_2S 、 HF 、 Cl_2 、 CO 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 、 Br_2 、 HCHO 等刺激性的有毒气体或易挥发性液体，应在通风橱中进行操作。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，使用应十分小心，切勿溅到皮肤和衣服上。特别要注意保护眼睛。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中，同时用玻璃棒不停地搅拌，而不能将水倒入浓硫酸中。

(5) 有毒药品如重铬酸钾、可溶钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物和氰化物等，不得进入口内或接触伤口。剩余的废液不能随便倒入下水道，应倒入指定的容器中回收处理。

(6) 金属汞易挥发，并能通过呼吸道进入人体，逐渐积累而引起慢性中毒。如果汞洒落在桌面或地面上，应尽量收集起来，并用硫黄粉盖在洒落的地方，使之转化为不挥发的硫化汞。

(7) 严禁在实验室内饮食、抽烟或把食物带进实验室。实验完毕后要洗净双手。

1.2.2 实验室事故处理

1.2.2.1 火灾

实验室中使用的许多药品是易燃的，着火是实验室最易发生的事故之一。一旦发生火灾，应保持沉着镇静。一方面，防止火势扩展，立即熄灭所有火源，关闭室内总电源，搬开易燃物品；另一方面，应立即灭火。无论使用哪种灭火器材，都应从火的四周开始向中心扑灭，把灭火器的喷出口对准火焰的底部。

如果小器皿（如烧杯或烧瓶）内着火，可盖上石棉板或瓷片等，使之隔绝空气而灭火，绝不能用嘴吹。

如果油类着火时，要用沙或灭火器灭火。撒上干燥的固体 NaHCO_3 粉末，也可扑灭。

如果电器着火时，应切断电源，然后才能用二氧化碳灭火器灭火（注意 CCl_4 高温时能生成剧毒的光气，不能在狭小和通风不良的实验室里使用）。

如果衣服着火时，切勿奔跑，而应立即在地上打滚，用防火毯包住起火部位，使之隔绝空气而灭火。

总之，当失火时，应根据起火的原因和火场周围的情况，采取不同的方法扑灭火焰。表 1-1 为常用灭火器及其适用范围。

表 1-1 常用灭火器及其适用范围

灭火器类型	主要成分	适用范围
酸碱灭火器	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类和电器失火的一般初期火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	适用于油类起火
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围的油类及忌水的化学药品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备、小范围的汽油、丙酮等失火。 CCl_4 会强烈分解，甚至爆炸；不能用于扑灭活泼金属钾、钠的失火。电石、二硫化碳的失火也不能适用，因为会产生光气一类的毒气
干粉灭火器	NaHCO_3 等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	扑灭油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件等物品的初期火灾
七氟丙烷灭火器	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	适用于电子计算机房、图书馆、档案馆、贵重物品库、电站（变压器室）、电讯中心、洁净厂房等重点部位的消防保护

1.2.2.2 中毒

化学药品大多数具有不同程度的毒性，主要通过皮肤接触或呼吸道吸入引起中毒。一旦发现中毒现象可视情况不同采取各种急救措施。

溅入口中而未咽下的毒物应立即吐出来，用大量水冲洗口腔；如果已吞下时，应根据毒物的性质采取不同的解毒方法。

腐蚀性中毒，强酸、强碱中毒都要先饮大量的水，对于强酸中毒可服用氢氧化铝膏。不论酸中毒还是碱中毒都需服牛奶，但不要吃呕吐剂。

刺激性及神经性中毒，要先服牛奶或蛋白缓和，再服 MgSO_4 溶液催吐。

吸入有毒气体时，将中毒者搬到室外空气新鲜处，解开衣领纽扣。吸入少量氯气和溴气时，可用 NaHCO_3 溶液漱口。

总之，实验室中若出现中毒症状时，应立即采取急救措施，严重者应及时送往医院。

1.2.2.3 割伤

可用消毒棉棒把伤口清理干净，若有玻璃碎片需小心挑出，然后涂以药水等抗菌药物消炎并包扎。若伤口较大，流血不止时，可在伤口上方 10cm 处用带子扎紧，减缓流血，并立即送往医院就诊。

1.2.2.4 灼伤、烫伤

(1) 酸灼伤 皮肤被酸灼伤应立即用大量水冲洗，再用 5% NaHCO_3 溶液洗

涂，然后涂上油膏，将伤口包扎好，眼睛受伤应先抹去眼外部的酸，然后立即用水冲洗，用洗眼器或水龙头上橡胶管对着眼睛冲，再用稀 NaHCO_3 洗，最后滴入少许蓖麻油。

衣服溅上酸后应先用水冲洗，再用稀氨水洗，最后用水冲洗干净；地上有酸应先撒石灰粉，后用水冲刷。

(2) 碱灼伤 皮肤被碱灼伤应先用大量水冲洗，再用饱和硼酸溶液或 1% HAc 溶液洗涤，涂上油膏，包扎伤口。眼睛受伤应抹去眼外部的碱，用水冲洗，再用饱和硼酸溶液洗涤，滴入蓖麻油。

衣服溅上碱液后先用水洗，然后用 10% HAc 溶液洗涤，再用氨水中和多余的 HAc ，最后用水洗净。

(3) 溴灼伤 皮肤被溴灼伤应立即用水冲洗，也可用乙醇或 2% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗至伤口呈白色，然后涂甘油加以按摩。如果眼睛被溴蒸气刺激，暂时不能睁开眼时，可以对着盛有氯仿或乙醇的瓶内注视片刻加以缓解。

(4) 烫伤 皮肤接触高温（火焰、蒸气）、低温（液氮、干冰等）都会造成烫伤，轻伤者涂甘油、玉树油后速送医院治疗。

1.3 实验室三废处理

在化学实验中会产生各种有毒的废气、废液和废渣，这些废弃物又称为“三废”。“三废”不仅污染周围空气、水源和环境，造成公害，而且其中的贵重和有用化学成分未能回收，在经济上也会造成损失。例如： SO_2 、 NO_2 、 Cl_2 、 HCl 等气体对人的呼吸道有强烈的刺激作用，对动植物也有伤害作用； As 、 Pb 、 Hg 等化合物进入人体后，不易分解和排泄，长期积累会引起胃痛、皮下出血、肾功能衰竭等；氯仿、四氯化碳等能够导致肝癌；多环芳烃能够导致膀胱癌和皮肤癌；某些铬的化合物触及皮肤破伤处会引起溃烂不止等。因此，在化学实验室里进行三废处理对于实验人员的身体健康、保护环境具有很重要的意义。

1.3.1 实验室的废气

实验室中凡可能产生有害废气的操作都应在有通风装置的条件下进行，并尽量安装气体吸收装置来吸收这些气体。如加热酸、碱溶液及产生少量有毒气体的实验等应在通风橱中进行。汞的操作室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。常用的废气处理方法有以下两种。

(1) 溶液吸收法 溶液吸收法是指采用适当的液体吸收剂处理气体混合物，除去其中的有害气体的方法。常用的液体吸收剂有水、酸性溶液、碱性溶液、氧化剂溶液和有

机溶剂, 它们可用于吸收含有 SO_2 、 N_xO_y 、 HCl 、 Cl_2 、 NH_3 、 HCN 、汞蒸气、酸雾或含有有机物蒸气的废气。

(2) 固体吸收法 固体吸收法是将废气与固体吸收剂接触, 废气中的污染物吸附在固体表面即被分离出来。它主要用于废气中低浓度的污染物的净化。

1.3.2 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。实验室产生的废溶液种类繁多, 组成变化大, 应根据溶液的性质分别处理。

(1) 酸性废液 不能直接倒入水槽中, 以防腐蚀管道。废酸液可先用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤, 滤液用适当浓度的碳酸钠或氢氧化钙水溶液中和至 pH 为 6~8 后, 再浓缩处理。

(2) 碱性废液 如氢氧化钠、氨水用适当浓度的盐酸溶液中和后, 再浓缩处理。

(3) 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, 回收处理。

(4) 含有有害无机物或有机物的废液 可通过化学反应将其氧化或还原, 转化成无害的新物质或容易从水中分离除去的形态。常用的还原剂主要有 FeSO_4 、 Na_2SO_3 等, 用于还原 $\text{Cr}(\text{VI})$ 。此外, 还有某些金属, 如铁屑、铜屑、锌粒等, 可用于除去废水中的汞。对含有有机物的废液还可用水不相溶但对污染物有良好溶解性的萃取剂加入废水中, 充分混合, 以提取污染物, 从而达到净化废水的目的。例如, 含酚废水就可采用二甲苯作为萃取剂。

(5) 剧毒的氰化物 少量的含氰废液可先加 NaOH 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, 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 。

(6) 含汞盐的废液 先调 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, 从而吸附 HgS 共沉淀下来, 再浓缩处理。

(7) 含重金属离子(如镉、铜、铅、镍、铬离子等)、碱土金属离子(如钙、镁离子)及某些非金属离子(如砷、硫、硼离子等)的废物 最有效和最经济的方法是加碱或加 Na_2S 把重金属离子变成难溶性的氢氧化物或硫化物而沉淀下来, 过滤后, 残渣再作进一步处理。

1.3.3 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, 此时方可对它做最终的安全处理。有毒的废渣必须经过化学处理后深埋在指定地点, 以免有毒的物质溶于地下水而混入饮用水中。无毒废渣可以直接掩埋, 掩埋地点应做记录。常用的固体废渣处理方法有两种。

- (1) 化学稳定法 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经微生物分解成为无害物质。填埋场地应远离水源，场地底层不透水、不能穿入地下水层。

1.4 化学试剂分类和使用

化学试剂的种类很多，其分类和分级标准也不尽一致。我国化学试剂以国家标准为主，根据试剂的纯度和杂质含量，将试剂划分为四个等级，其规格和适用范围见表 1-2。

表 1-2 化学试剂的分类

等级	名次	英文名称	符号	适用范围	标签颜色
一级	优级纯	Guaranteed Reagent	GR	精密分析和科学研究	绿色
二级	分析纯	Analytical Reagent	AR	一般分析和科学研究	红色
三级	化学纯	Chemically Pure	CP	一般化学实验	蓝色
四级	实验试剂	Laboratorial Reagent	LR	实验辅助试剂	棕色

除了上述四个级别外，还有基准试剂、光谱纯试剂、色谱纯试剂。

- (1) 基准试剂 可直接配制标准溶液的化学物质，也可用于标定其他非基准物质的标准溶液。一般常用的基准试剂有：金属铜、金属锌、三氧化二砷、草酸、氨基磺酸、碘酸钾、重铬酸钾、邻苯二甲酸氢钾、氟化钠、氯化钠、碳酸钠、草酸钠、硝酸银等。
- (2) 光谱纯试剂 通常是指经发射光谱法分析过的、纯度较高的试剂。光谱纯试剂是以光谱分析时出现的干扰谱线的数目及强度来衡量的，即其杂质含量用光谱分析法已测不出或杂质含量低于某一限度标准。
- (3) 色谱纯试剂 色谱纯试剂是指进行色谱分析时使用的标准试剂，在色谱条件下只出现指定化合物的峰，不出现杂质峰。色谱纯试剂对试剂的纯度要求非常高，除要求含量高以外，还对微尘、水分都有很高的要求，属于高纯试剂的范畴。

1.5 实验室用水

1.5.1 实验室常见水的种类

实验室用水分为自来水、蒸馏水、去离子水、超纯水等。

- (1) 蒸馏水 将自来水在蒸馏装置中加热汽化，再将水蒸气冷却，即得到蒸馏水。蒸馏分单蒸馏和重蒸馏。在天然水或自来水未污染的情况下，单蒸馏水就能接近纯水的纯度指标，但很难排除二氧化碳的溶入。为使单蒸馏水达到纯度指标，必须通过二次蒸