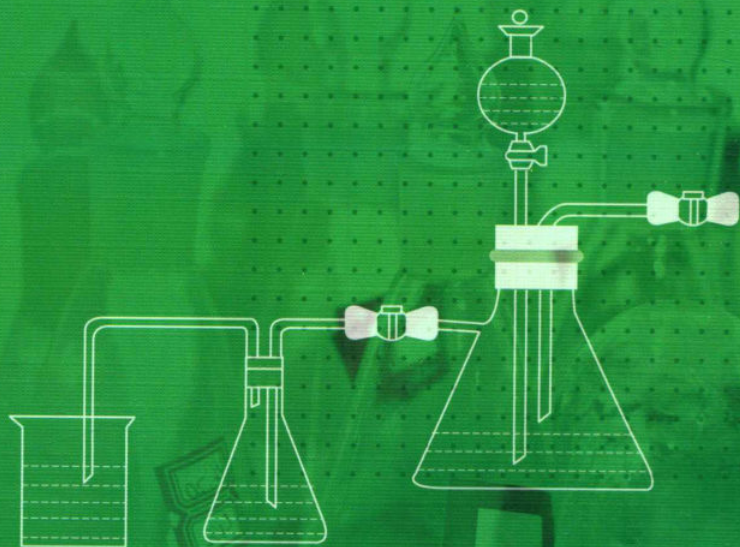


高等学校“十三五”规划教材

无机化学实验

李英 王新生 侯玉霞 主编

WUJI
HUAXUE
SHIYAN



化学工业出版社

化学实验基础系列教材

无机及分析化学实验 第三版

侯振雨 范文秀 郝海玲

有机化学实验

李长恭 冯喜兰

无机化学实验

李 英 王新生 侯玉霞

分析化学实验

郝海玲 王天喜 牛红英



化学工业出版社 | 教学资源网
www.cipedu.com.cn
专业教学服务支持平台

ISBN 978-7-122-35554-6



9 787122 355546 >

定价: 28.00元

由清华大学出版社、北京理工大学出版社、北京交通大学出版社、北京邮电大学出版社、人民邮电出版社、机械工业出版社、国防工业出版社、电子工业出版社、中国铁道出版社、中国石化出版社、中国轻工业出版社、中国纺织出版社、中国林业出版社、中国医药出版社、中国环境出版社、中国地质出版社、中国水利水电出版社、中国铁道出版社、中国石化出版社、中国轻工业出版社、中国纺织出版社、中国林业出版社、中国医药出版社、中国环境出版社、中国地质出版社、中国水利水电出版社

高等学校“十三五”规划教材

无机化学实验

李英 王新生 侯玉霞 主编



化学工业出版社

·北京·

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

《无机化学实验》在实验内容的选择上注重基本操作技能与基础实验，同时兼顾无机化学学科的研究进展，是一本内容全面、实用性强的实验教材，全书共分三部分，第一部分包括化学实验规则，试剂、仪器和基本操作；第二部分为实验数据的处理，详细介绍实验数据的记录原则和实验报告的撰写，增加了计算机软件 Excel 和 Origin 软件在化学实验数据处理中的应用示例；第三部分为实验部分，包括无机化学实验基本操作训练实验、无机化学基本原理实验、常见元素性质实验和综合设计实验。书中不仅介绍了型号较新的酸度计和电导率仪，还对红外光谱仪，X 射线衍射仪及微波消解仪等仪器进行了介绍。

《无机化学实验》可作为化学化工类专业、农林类专业、医药类专业本科生的实验教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学实验/李英, 王新生, 侯玉霞主编. —北京: 化学工业出版社, 2019. 10
ISBN 978-7-122-35554-6

I. ①无… II. ①李…②王…③侯… III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 250214 号

责任编辑: 李 琰
责任校对: 李雨晴

装帧设计: 刘丽华

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 装: 三河市双峰印刷装订有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 11¼ 字数 274 千字 2020 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888
网 址: <http://www.cip.com.cn>

售后服务: 010-64518899

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: 28.00 元

版权所有 违者必究

《无机化学实验》编写人员

主 编：李 英 王新生 侯玉霞

副 主 编：李芸玲 王秀鸽 赵 宁 龚文君

编 者：（以姓氏汉语拼音为序）

高慧玲 龚文君 侯玉霞 黄世江

荆瑞俊 李 英 李芸玲 刘 露

娄慧慧 曲 黎 王吉超 王天喜

王新生 王秀鸽 张玉泉 赵 宁

前言

《无机化学实验》是无机化学课程理论教学的延伸，通过实验能够培养良好的实验习惯，锻炼规范的实验操作技能和提高动手能力，学生们通过动脑想，动手做，理论联系实际，既完成了实验内容，提高了操作技能，又培养了归纳和演绎等的科学思维能力，提升了科学素养，为后继理论课与实验课的学习打下良好的基础。

《无机化学实验》在内容组织与素材选择方面，体现了如下三个特点。

(1) 规范操作技能，注重基础

在实验内容的选择上，重点考虑无机化学实验的基础性与系统性，培养学生的基本实验操作技能。详细介绍实验中常用化学试剂、仪器的类别和基本操作与训练实验，打牢基础；除了无机化学基本原理实验外，教材还选编了常见元素性质实验和综合设计实验，操作技能的训练按照从基本操作到综合设计，由易到难的顺序循序渐进，规范操作，反复练习，为化学实验课程打下坚实的基础。

(2) 紧贴时代特点，兼顾创新

在教材内容的编排上，除了选择传统的无机化学实验以外，紧跟仪器技术及产品更新换代步伐，不仅介绍了较新型号的酸度计、电导率仪等常见仪器的原理及使用方法，还增加了对现代无机合成中使用的红外光谱仪、X射线衍射仪、微波消解仪等仪器的介绍，能够满足大多数无机化学实验课程的要求；针对现代数字信息时代的特点，增加了计算机软件 Excel 和 Origin 在化学实验数据处理方面的介绍，并结合具体的应用示例对软件的使用方法进行了详细的讲解；另外，《无机化学实验》还提出了部分设计性实验以供选择，满足了创新性人才培养模式的需求。

(3) 追踪研究热点，教研相长

随着现代仪器技术及合成手段的不断更新，无机化学这一古老的学科得到了发展。编者根据无机化学实验学科的进展，编选了近些年出现的一些无机化学研究热点，将部分科研工作者的研究内容编入教材中，教学和科研相促进，如室温固相反应、微波合成法、纳米材料的制备技术与表征手段、金属有机框架化合物和共价有机框架化合物等编入综合设计试验部分，方便使用者根据实际情况开展实验，也可供大学生在创新研究中作为素材。

参加本书编写的人员有：河南科技学院高慧玲，龚文君，侯玉霞，荆瑞俊，李英，李芸玲，刘露，娄慧慧，王吉超，王天喜，张玉泉，赵宁；河南科技学院新科学院黄世江，曲黎，王新生，王秀鸽，全书由李英统稿定稿。

本书在修订过程中，得到了河南科技学院化学实验基础系列教材编写指导委员会的大力支持，侯振雨教授，范文秀教授对本书的内容提出了宝贵而诚挚的建议，在此表示衷心感

谢!编写过程中,参考了一些兄弟院校的教材及部分公开发表的论文,在此表示衷心感谢!河南科技学院教务处和化学工业出版社对本书的出版也给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

限于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,请与我们联系(hnliy0412@126.com),以便后期改进。

编 者

2019年6月

目录

第一章 化学实验规则	1
一、实验目的及要求	1
1. 课前预习	1
2. 认真做实验	1
3. 完成实验报告	2
二、实验室规则	2
三、实验室安全知识	3
1. 实验室安全规则	3
2. 常见有害试剂的使用及处理方法	3
3. 实验室事故的处理方法	4
四、实验室废液的处理	5
第二章 试剂、仪器与基本操作	7
一、化学实验常用试剂	7
1. 试剂的级别	7
2. 试剂的存放	7
二、化学实验常用仪器	7
三、化学实验基本操作.....	14
1. 实验室用水的基本要求	14
2. 玻璃仪器的洗涤与干燥	16
3. 加热操作	18
4. 溶液的量取	21
5. 称量	25
6. 试剂的取用	28
7. 溶液的配制	29
8. 气体的制备与净化	31
9. 沉淀与过滤	34
10. 蒸发、浓缩与结晶	38
11. 试纸的种类与使用方法	38
第三章 实验数据的处理	40
一、化学实验数据的记录	40
1. 实验记录	40

2. 有效数字的记录	41
二、Excel 电子表格在数据处理中的应用	41
1. 吸收光谱图的绘制	42
2. 其他曲线图的绘制	43
3. Excel 电子表格在绘制标准曲线图及其他直线图的应用	44
三、Origin 软件在绘制各种曲线中的应用	45
1. 应用 Origin 软件绘制曲线的步骤	45
2. Origin 软件绘制曲线的应用举例	46
四、实验报告的撰写	48
1. 实验报告	48
2. 实验报告书写格式及要求	48
第四章 无机化学基本操作与训练	51
实验一 玻璃管加工与洗瓶的装配方法	51
实验二 分析天平的使用	55
实验三 溶液的配制	56
实验四 粗食盐的提纯	57
实验五 摩尔气体常数的测定	59
实验六 硫酸亚铁铵的制备	61
实验七 二氧化碳分子量的测定	63
第五章 无机化学基本原理	66
实验八 醋酸解离度和解离常数的测定	66
I. pH 法	66
II. 电导率法	67
实验九 解离平衡与盐类水解	73
实验十 沉淀溶解平衡	76
实验十一 难溶电解质溶度积常数的测定	78
I. 电导法测定硫酸钡的溶度积常数	78
II. 分光光度法测定碘酸铜溶度积常数	79
实验十二 化学反应速率与活化能的测定	83
实验十三 化学平衡常数的测定	87
实验十四 氧化还原反应	89
实验十五 磺基水杨酸合铁(III)配合物的组成及稳定常数的测定	93
第六章 常见元素性质实验	96
实验十六 氯、溴、碘的化合物	96
实验十七 氧和硫	98
实验十八 氮和磷	101
实验十九 碱金属和碱土金属	105
实验二十 配合物的生成和性质	107
实验二十一 铁、钴、镍	109

实验二十二	铜、银、锌、汞	112
实验二十三	铝、锡、铅	115
实验二十四	常见阳离子的定性分析	118
实验二十五	常见阴离子的定性分析	121
第七章	综合设计实验	125
实验二十六	硫酸铜的提纯	125
实验二十七	硫酸二氨合锌的制备和红外光谱测定	126
实验二十八	水热法制备 WO_3 纳米微晶	130
实验二十九	纳米 ZnO 的制备和紫外-可见吸收特性分析	133
实验三十	溶胶-凝胶法制备 TiO_2	134
实验三十一	废定影液中金属银的回收	135
实验三十二	由废铁屑制备三氯化铁试剂	137
实验三十三	印刷电路板酸性蚀刻废液的回收利用	137
实验三十四	由废干电池制取氯化铵、二氧化锰和硫酸锌	138
实验三十五	邻二氮菲分光光度法测定微量铁	139
实验三十六	无溶剂微波法合成 meso-四苯基四苯并卟啉锌	143
实验三十七	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 与 KI 的室温固相反应	147
实验三十八	金属有机骨架化合物 ZIF-8 的合成及表征	149
实验三十九	共价有机框架化合物的合成及表征	150
附录		154
参考文献		171

第一章

化学实验规则

一、实验目的及要求

无机化学是四大基础化学之一，是化学、化工及其他相关专业学生学习的的第一门化学专业课程，是学生的第一门重要化学专业基础课，对培养学生掌握本专业的基本理论和基本技能具有重要作用。特别是无机化学实验课，其教学质量直接影响着学生专业知识技能及实践操作能力的培养，影响着学生后续专业课程的学习，影响着学生的创新能力。无机化学实验课不仅能巩固学生在无机化学理论课学习到的基本知识、基本原理，更重要的是能够培养学生的动手能力、观察问题的能力以及分析和解决问题的能力，为后续的专业理论课和实验课打下良好的基础。

要掌握化学实验的基本技能和原理，不仅要有正确的学习态度，而且要有正确的学习方法。

化学实验课的要求如下。

1. 课前预习

认真预习实验内容，是做好实验的第一步。预习时应认真阅读实验教材和有关教科书；明确实验目的、基本原理与技能；了解实验内容及实验难点；熟悉安全注意事项；参考实验内容，写出实验预习报告。预习报告是实验报告的一部分，包括实验目的、简要的实验原理与计算公式、实验步骤或流程图、数据记录与处理的格式等。

2. 认真做实验

学生在教师指导下独立进行实验是实验课的主要教学环节，也是训练学生正确掌握实验技能达到培养目标的重要手段。实验时，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，必须经教师批准后方可进行。

实验课要求做到下列几点：

- a. 认真听老师讲解内容；
- b. 做好实验准备工作，如实验台面的擦拭、玻璃仪器的洗涤及仪器的检查等；
- c. 按正确方法进行实验操作，仔细观察现象，并及时如实地做好记录；
- d. 如果发现实验现象和理论不符合，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来核对，必要时应多次重做验证，从中得到有益的结论；
- e. 实验过程中应勤于思考，仔细分析，力争自己解决问题，但遇到疑难问题且自己难以解决时，可提请教师指点；

2 无机化学实验

f. 在实验过程中，严格遵守实验室规则。

3. 完成实验报告

完成实验报告是对所学知识进行归纳和提高的过程，也是培养严谨的科学态度、实事求是精神的重要措施，应认真对待。

实验报告的内容总体上可分为三部分。

a. 实验预习（实验前完成）。按实验目的、实验原理、实验内容等项目简要书写。

b. 实验记录（实验过程中完成）。包括实验现象、数据，这部分数据称为原始数据。必须如实记录，不得随意更改。

c. 数据处理与结果（实验后完成）。包括对数据的处理方法及对实验现象的分析和解释。

实验报告的书写应字迹端正，简明扼要，整齐清洁，决不允许草率应付或抄袭编造。

二、实验室规则

实验室规则是人们在长期的实验室工作中，从经验、教训中归纳总结出来的。它可以防止意外事故的发生，保持正常的实验环境和工作秩序。遵守实验室规则是做好实验的重要前提。

a. 学生在做实验前，必须认真预习，明确实验目的、原理、步骤及操作规程，未做好预习工作者，教师应对其提出批评和警告。

b. 学生进入实验室后，未经教师准许不得随意开始实验，不得乱动仪器、药品或其他设备用具。教师讲授完毕，凡有不明确的问题，应及时向教师提出，在完全明确本次实验各项要求，并经教师同意后，方可进行实验。

c. 学生做实验时，要严格按照规定的步骤和要求进行操作，按规定的量取用药品。如，称取药品后，应及时盖好原瓶盖并放回原处，不得做规定以外的实验。凡遇疑难问题应及时请教，不得自行其是。

d. 学生做实验时，应按照要求，仔细观察实验现象，并正确地进行记录；实验所得数据与结果，不得涂改或弄虚作假，必须如实记在记录本上。

e. 学生进行实验时，要注意安全，爱惜仪器和试剂。如有损坏，必须及时登记补领。

f. 实验中必须保持肃静，不准大声喧哗，不得到处乱走。

g. 实验中要注意实验室及实验台的卫生工作。如，实验台上的仪器应整齐地放在指定的位置上，并保持台面的清洁；废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内。

h. 实验过程中的废液，未经允许，不得倒入下水道。较稀的酸、碱废液可倒入水槽中，但应立即用水冲洗，较浓的酸、碱废液应倒入相应的废液缸中，或经处理后直接排出。

i. 使用精密仪器时，必须严格按照操作规程进行操作，细心谨慎，避免因粗心大意而损坏仪器。如发现仪器有故障，应立即停止使用，报告教师。使用后必须自觉填写仪器使用登记本。

j. 实验结束时，应将所用仪器洗净并整齐地放回柜内。实验台及试剂架必须擦净，经教师或实验员检查实验记录和实验台合格后方可离开实验室。

k. 室内任何物品，严禁私自拿出室外或借用。需在室外进行实验时，所需物品应经教师或实验员同意，列出清单查核登记后方可带出室外。实验完毕后及时清理，如数归还。

l. 实验中，凡人为损坏或遗失仪器设备及工具者应追查责任，给予批评教育，并按有

关规定办理赔偿手续。

m. 每次实验后由学生轮流值勤, 负责打扫和整理实验室, 并检查水龙头、煤气开关、门、窗是否关紧, 电闸是否关闭, 以保证实验室的整洁和安全。

n. 实验室属重点防护场所, 非实验时间除本实验室管理人员外, 严禁任何人随意进入; 实验时间内非规定实验人员不得入内。室内存放易燃、易爆、有毒及贵重的物品, 必须按有关部门的规定妥善保管。每次实验完毕后, 实验员应进行安全检查, 确认无误后方可离开实验室。

o. 实验室必须配备灭火设备, 如灭火器、石棉布、沙子等。

p. 实验室应配备处理人员意外受伤的急救药箱。

三、实验室安全知识

化学药品中有很多是易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的。因此, 重视安全操作, 熟悉一般的安全知识是非常必要的。

注意安全首先需要从思想上高度重视, 决不能麻痹大意。其次, 在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。再次, 要学会一般救护措施, 一旦发生意外, 可及时进行处理。实验室的废液必须按要求进行处理, 不能随意乱倒, 以保证实验室环境不受污染。

1. 实验室安全规则

a. 实验时, 应穿上实验工作服, 不得穿拖鞋。

b. 不要用湿手、湿物接触电源。水、电、煤气(液化气)一经使用完毕, 应立即关闭水龙头、电闸和煤气(液化气)开关。点燃的火柴用后立即熄灭, 不得乱扔。

c. 严禁在实验室内吃东西、吸烟, 或把食具带进实验室。实验完毕, 必须洗净双手后才能离开实验室。

d. 严格按实验步骤及要求做实验, 绝对不允许随意更改实验步骤或混合化学药品, 以免发生意外。

e. 实验室所有药品不得带出室外。用剩的有毒药品应如数还给教师。

f. 洗涤过的仪器, 严禁用手甩干, 以防未洗净容器中含有的酸、碱液等伤害他人身体或衣物。

g. 倾注药剂或加热液体时, 不要俯视容器, 以防溅出。试管加热时, 切记不要使试管口对着自己或别人。

h. 不要俯向容器去嗅放出的气味。闻气味时, 应该是面部远离容器, 用手把离开容器的气流慢慢地扇向自己的鼻孔。能产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 HF 、 Cl_2 、 CO 、 NO_2 、 Br_2 等)的实验必须在通风橱内进行。

i. 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。剩余的废液也不能随便倒入下水道。

j. 易燃、易爆及有毒试剂, 必须在掌握其性质及使用方法后方可使用。

2. 常见有害试剂的使用及处理方法

a. 钾、钠和白磷等暴露在空气中易燃烧。所以钾、钠应保存在煤油中, 白磷则可保存在水中。使用时必须遵守其使用规则, 如取用时要用镊子。一些有机溶剂(如乙醚、乙醇、丙酮、苯等)极易引燃, 使用时必须远离明火, 用毕立即盖紧瓶塞。

4 无机化学实验

b. 混有空气导致不纯的氢气、CO等遇火易爆炸，操作时必须严禁接近明火；在点燃氢气、CO等易燃气体之前，必须先检查并确保纯度。银氨溶液不能留存，因久置后会变成氮化银且易爆炸。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。

c. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿使其溅在皮肤或衣服上，尤其应注意防护眼睛。稀释时（特别是浓硫酸）应将它们慢慢倒入水中，而不能相反进行，以避免迸溅。

d. 金属汞易挥发（瓶中要加一层水保护），并可通过呼吸道而进入人体内，逐渐积累会引起慢性中毒。取用汞时，应该在盛水的搪瓷盘上方操作。涉及金属汞的实验应特别小心，不得把汞洒落在桌上或地上。一旦洒落，应用滴管或胶带纸将洒落在地面上的水银粘集起来，放进可以封口的小瓶中，并在瓶中加入少量水。难以收集起来的汞，用硫磺粉覆盖在汞洒落区域，使汞转变成不挥发的硫化汞，再加以清除。

3. 实验室事故的处理方法

a. 创伤 皮肤被玻璃戳伤后，不能用手抚摸或用水洗涤伤处，应先把碎玻璃从伤口处挑出，然后用消毒棉棒把伤口擦净。轻伤可涂以紫药水（或红汞、碘酒），必要时撒些消炎粉或敷些消炎膏，用绷带包扎。

b. 烫伤 不要用冷水洗涤伤处。伤处皮肤未破时可涂上饱和 NaHCO_3 溶液或用 NaHCO_3 粉调成糊状敷于伤处，也可抹獾油或烫伤膏；如果伤处皮肤已破，可涂些紫药水或稀 KMnO_4 溶液。

c. 受酸（如浓硫酸）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，送医院诊治。

d. 受碱腐蚀致伤 先用大量水冲洗，再用2%醋酸溶液或饱和硼酸溶液清洗，最后用水冲洗。如果碱溅入眼中，应立刻用硼酸溶液清洗。

e. 吸入刺激性或有毒气体 吸入氯、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气，但应注意氯、溴中毒不可进行人工呼吸，一氧化碳中毒不可使用兴奋剂。

f. 受溴腐蚀致伤 用苯或甘油清洗伤口，再用水冲洗。

g. 受磷灼伤 用1%硝酸银或5%硫酸铜清洗伤口，然后包扎。

h. 毒物进入口内 把5~10mL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。

i. 触电 首先切断电源，必要时进行人工呼吸。

j. 起火 起火后，要一面灭火，一面采取措施防止火势蔓延（如切断电源、移走易燃药品等）。灭火时要针对起因选用合适的方法。一般的小火用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物，即可灭火；火势大时应使用灭火器（表1-1）。但电器设备所引起的火灾，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、镁以及白磷等着火，宜用干沙灭火，不宜用水、泡沫灭火器以及 CCl_4 灭火器等。实验人员衣服着火时，切勿惊慌乱跑。应尽快脱下衣服，或用石棉布覆盖着火处。

k. 送医 伤势较重者应立即送医院。

为了对实验室意外事故进行紧急处理，实验室须配备常用急救药品，如红药水、碘酒（3%）、烫伤膏、消炎粉、消毒纱布、消毒棉、剪刀、棉花棒等。

表 1-1 常用灭火器介绍

灭火器类型	灭火剂成分	适用范围
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	适用于扑灭忌水的火灾,如电器设备和小范围油类火灾等
酸碱式灭火器	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类和非电器的一般火灾
干粉灭火器	碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	适用于不能用水扑灭的火灾,如精密仪器、油类、可燃性气体、电器设备、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾
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
1211 灭火剂	CF_2ClBr 液化气体	特别适用于不能用水扑灭的火灾,如精密仪器、油类、有机溶剂、高压电器设备的失火等

四、实验室废液的处理

实验室产生的三废(废气、废液及废渣)必须经过处理后方可排弃。

在证明废弃物已相当稀少而又安全时,可以排放到大气或排水沟中;尽量浓缩废液,使其体积变小,放在安全处隔离储存;利用蒸馏、过滤、吸附等方法,将危险物分离,而只弃去安全部分;无论液体或固体,凡能安全燃烧的则燃烧,但数量不宜太大,燃烧时切勿残留有害气体或烧余物,如不能焚烧时,要选择安全场所填埋,不让其裸露在地面上。

一般有毒气体可通过通风橱或通风管道用空气稀释,大量的有毒气体必须通过与氧充分燃烧或吸附处理后才能排放。

废液应根据其化学特性选择合适的容器和存放地点,通过密闭容器存放,不可混合贮存,标明废物种类、贮存时间,定期处理。

(1) 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(使排出气在外面大量空气中稀释),以免污染室内空气;产生毒气量大的实验必须备有气体吸收或处理装置,如 N_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; CO 可点燃转变为 CO_2 ;在反应、加热、蒸馏中,不能冷凝的气体在排入通风橱之前,要进行吸收或其他处理,以免污染空气。常用的吸收剂及处理方法如下。

a. 氢氧化钠稀溶液:处理卤素、酸性气体(如 HCl 、 SO_2 、 H_2S 、 HCN 等)、甲醛、酰氯等。

b. 稀酸(H_2SO_4 或 HCl):处理氨气、胺类等。

c. 浓硫酸:吸收有机物。

d. 活性炭、分子筛等吸附剂:吸收气体。

e. 水:吸收水溶性气体,如氯化氢、氨气等。为避免回吸,处理时用防止回吸的仪器。

f. 氢气、一氧化碳、甲烷气:如果排出量大,应装上单向阀门,点火燃烧。但要注意,反应体系空气排净以后,再点火。最好事先用氮气将空气赶走再点燃。

g. 较重的不溶于水的挥发物:导入水底,使下沉。吸收瓶吸入后再处理。

(2) 实验室废液的处理方法如下。

a. 无机酸类:将废酸慢慢倒入过量的含碳酸钠或氢氧化钙的水溶液中或用废碱互相中和,中和后用大量水冲洗。

b. 氢氧化钠、氨水:用 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸水溶液中和,用大量水冲洗。

c. 对含重金属离子的废液:可加碱调 pH 值为 8~10 后再加硫化物处理,使其毒害成分

6 无机化学实验

转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物沉淀，分离后的沉淀残渣掩埋于指定地点，清液达环保排放标准后方可排放。

d. 废铬酸洗液：可加入 FeSO_4 ，使六价铬还原为毒性很小的三价铬后，再按普通重金属离子废液处理方法处理。

e. 含氰废液：加入氢氧化钠使 pH 值在 10 以上，加入过量的高锰酸钾（3%）溶液，使 CN^- 氧化分解。如含量高，则在碱性介质中加 NaClO 使 CN^- 氧化分解成 CO_2 和 N_2 。

f. 普通简单的废液：如石油醚、乙酸乙酯、二氯甲烷等可直接倒入废液桶中，废液桶尽量不要密封，不能装太满（3/4 即可）。

g. 有特殊刺激性气味的液体：倒入另一个废液桶内立即封盖，统一处理。

(3) 少量有毒的废渣可掩埋于指定地点。

第二章

试剂、仪器与基本操作

一、化学实验常用试剂

1. 试剂的级别

化学试剂的等级规格是根据试剂纯度划分的。化学试剂（指通用试剂）的等级标准基本上分四级，即优级纯、分析纯、化学纯、实验试剂。

优级纯（GR）或一级品，也叫保证试剂，用于精密分析和科学研究，试剂的瓶签为绿色。

分析纯（AR）或二级品，也叫分析纯试剂，用于质量分析和一般科研工作，试剂的瓶签为红色。

化学纯（CP）或三级品，用于一般分析工作，试剂的瓶签为蓝色。

实验试剂（LR）或四级品，用于一般要求不高的实验，可作为辅助试剂，试剂的瓶签为棕黄色。

此外，根据专用试剂的用途，还有色谱试剂、光谱试剂、生物试剂等。这些试剂不能认为是化学分析的基准试剂。

2. 试剂的存放

试剂存放的方法不仅要考虑试剂的物理状态，而且要考虑试剂的性质和试剂瓶的材质，如固体试剂一般存放在易于取用的广口瓶中，液体试剂则存放在细口瓶中；硝酸银、高锰酸钾、碘化钾等见光易分解的试剂应装在棕色瓶中，但见光分解的双氧水（过氧化氢）只能装在不透明的塑料瓶中，并避光于阴凉处，而不能用棕色瓶存放，因为棕色瓶中的重金属离子会加速双氧水的分解；存放氢氧化钠、氢氧化钾、硅酸钠等试剂时，不能用磨口塞，应换用橡胶塞，避免试剂与玻璃中的二氧化硅发生反应而黏结，导致瓶盖难以开启；氟化钠腐蚀玻璃，须用塑料瓶或铅制瓶保存；易氧化物质如金属钠、钾等，应在煤油中存放。

每个试剂瓶上都应贴上标签，并标明试剂的名称、纯度、浓度和配制日期，标签外应涂蜡或用透明胶带保护。

二、化学实验常用仪器

化学实验室常用的容器大部分为玻璃仪器，部分为塑料材质仪器和瓷质仪器，特殊的容器材质为聚四氟乙烯类，如在微波实验中使用的微波消解罐或水热合成反应中使用的高压反应釜等。

(1) 烧杯

玻璃质或塑料质，玻璃质分硬质和软质，有一般型和高型、有刻度和无刻度等几种。