

无机化学实验

王林山 张 霞 主编



化学工业出版社
教材出版中心

无机化学实验

王林山 张 霞 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学实验/王林山, 张霞主编. --北京: 化学工业出版社, 2004.3
ISBN 7-5025-5360-6

I. 无… II. ①王…②张… III. 无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. 061-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 026399 号

无机化学实验

王林山 张霞 主编
责任编辑: 窦臻
文字编辑: 王金生
责任校对: 陈静 吴静
封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010)64982530
<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 6 字数 114 千字
2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5360-6/G·1407
定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

无机化学实验是基础化学教育的一个重要组成部分。随着学科的发展,实验内容、方法和教学方式也一直在充实和改革中。化学实验应着眼于学生素质的提高和创新能力的培养。

本书结合了我校多年无机化学实验的教学实践,以我校 20 世纪 90 年代编写出版的《无机化学实验》教材为基础,并借鉴了兄弟院校无机化学实验改革的成功经验。为适应 21 世纪对人才的素质和能力的要求,我们对原有的无机化学实验内容进行了大幅度的改革,删除了大部分验证性实验,增加了综合性、研究性和设计性实验,对保留内容也进行了适当的修改。

在化学实验系列课程中,大专院校学生最先接触的是无机化学实验。无机化学实验课程一般在大学一年级开设,学生的实验能力没有得到系统的训练,加之国内各地区的经济发展水平极不平衡,中学阶段化学实验条件和训练水平不一,这是无机化学实验内容必须考虑的实际问题。

本书在内容的安排上,综合了以上几个方面的因素,重视基础知识和基本操作,提高学生兴趣,培养学生实践和创新能力。

新增加的综合性、研究性和设计性实验，要求学生查阅有关文献，制定实验方案，旨在加深学生对无机化学理论知识的理解，训练学生的基本化学实验技能，培养学生独立思考和独立解决问题的能力。

参加本教材编写的有王林山（第3章，第4章实验一、五、十三、十八、二十），张霞（第1章，第2章，第4章实验三、四、六、七、八、十五、十六、二十一、二十二、二十四、二十五、二十六、二十七、三十、三十一），李光禄（第4章实验十四、十七），王育红（第4章实验二、二十三、二十九），范有静（第4章实验八、十九），牛盾（第4章实验十一），商出岫（第4章实验二十八），张庆功（第4章实验十），孙英南（第4章实验十二）。由王林山和张霞担任主编。

限于作者的水平以及作为实验改革的尝试，书中难免有不当之处，恳请使用本书的老师和同学批评指正。编写中参考和引用了有关资料，谨此对有关作者表示感谢。

编者

2004年3月

目 录

第1章 绪论

- 1.1 无机化学实验的目的/1
- 1.2 无机化学实验的学习方法/1
- 1.3 化学实验的安全守则和意外事故的处理/6

第2章 基本知识与基本操作

- 2.1 常用玻璃仪器/9
- 2.2 无机化学实验基本操作/17
- 2.3 误差与有效数字/36

第3章 化学实验的常用仪器

- 3.1 酸度计/41
- 3.2 电导率仪/50
- 3.3 分光光度计/53
- 3.4 SDC 数字式电位差综合测试仪/59
- 3.5 TL-IA 型污水 COD 速测仪/62
- 3.6 BS110S 型电子天平/64

第4章 实验

- 4.1 基本操作与基本原理实验/66
 - 实验一 氧化还原反应/66
 - 实验二 配位化合物/69

实验三 玻璃管、棒的简单加工和塞子钻孔/	73
实验四 粗食盐的提纯/	79
4.2 重要元素及化合物性质实验/	81
实验五 硼碳硅化合物的性质/	81
实验六 锡铅锑铋化合物的性质/	85
实验七 钛铬锰化合物的性质/	87
实验八 铁钴镍化合物的性质/	90
实验九 铜银锌镉汞化合物的性质/	94
4.3 化学原理及制备实验/	97
实验十 化学反应速率测定/	97
实验十一 pH 法测定醋酸的电离常数/	100
实验十二 磺基水杨酸合铁稳定常数的测定/	103
实验十三 电极电势/	109
实验十四 离子交换法测定 CaSO_4 的溶解度/	114
实验十五 制备纳米二氧化钛粉/	119
实验十六 无水四氯化锡的制备/	121
4.4 综合性实验/	123
实验十七 铝的阳极氧化/	123
实验十八 反应热的测定及活性氧化锌的制备/	126
实验十九 萃取和离子交换法分离 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 混合溶液/	130
实验二十 废水处理及化学耗氧量的测定/	137
实验二十一 从钒渣中提取五氧化二钒及 [$\text{VO}(\text{AcAc})_2$] 的合成/	140
4.5 研究性实验/	145
实验二十二 水的净化/	145

目 录

实验二十三 电解法测定阿伏伽德罗常数/148

实验二十四 动、植物体中微量元素的鉴定/149

实验二十五 从印刷电路腐蚀废液中回收

铜和氯化亚铁/151

实验二十六 化学沉淀法回收废定影液中的银/152

4.6 设计性实验/154

实验二十七 固体化合物的鉴定/154

实验二十八 日常生活中的化学/158

实验二十九 电解质溶液性质/161

实验三十 混合阴离子的分离、鉴定/162

实验三十一 混合阳离子的分离、鉴定/165

附录/171

参考文献/180

第1章 绪论

1.1 无机化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的学科，许多化学的理论和规律都是从实验中总结出来的，对任何理论的应用和评价，也都要依据实验的探索和检验。因此，无机化学实验是无机化学教学中不可缺少的重要环节。

无机化学实验的目的，就是使学生通过亲自动手做实验，对实验现象的观察和分析，进一步加深对无机化学基本概念和基础理论的理解，掌握无机化学实验的基本操作技能。通过独立操作和对实验数据、实验结果的处理和总结，培养学生独立工作和独立思考的能力。同时，还可以培养学生实事求是的科学态度，理论联系实际的科学方法以及准确、细致、整洁等良好的科学习惯，使学生具有较高的科学实验素质，为以后的学习和工作打下坚实的基础。

1.2 无机化学实验的学习方法

要达到实验的目的，必须有正确的学习态度和学习方法，现将学习方法归纳为如下几个方面。

1.2.1 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。

(1) 看 认真阅读实验教材和教科书中有关内容,做到明确目的,了解实验原理;熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法;提出注意事项,合理安排实验时间;预习和复习基本操作步骤以及有关仪器的作用。

(2) 查 通过查阅附录或有关手册,列出实验所需的物理化学数据。

(3) 写 在“看”和“查”的基础上认真写好预习报告。

1.2.2 实验

① 按实验步骤独立操作,既要大胆,又要细心。仔细观察实验现象,认真测定数据,并做到边实验、边思考、边记录。

② 观察的现象和测定的数据,要如实记录在实验报告上,不凭主观意愿删去自己认为不对的数据,不杜撰原始的数据。

③ 实验中碰到疑难问题,要勤于思考,力争自己解决问题。如实验失败,要检查原因,经指导教师同意后重做实验。

④ 实验中要爱护仪器设备,如有损坏一定要如实报告。实验完毕,必须做好仪器设备和实验台的清洁工作后才能离开实验室。

1.2.3 实验报告

① 要求按一定格式书写,字迹端正,叙述简明扼要,实验数据处理过程清晰,作图图形准确、清楚,报告整齐干净。

② 对实验现象以及出现的一些问题进行讨论,分

示例 1 测定类型实验报告格式

专业班级_____姓名_____同作者_____

实验题目_____日 期_____

实验目的:

测定原理(简述):

数据记录和结果处理(及图表):

问题与讨论:

指导教师签字:_____

示例 2 制备类型实验报告格式

专业班级 _____ 姓名 _____ 同作者 _____

实验题目 _____ 日 期 _____

实验目的：

基本原理(简述)：

简单流程、主要现象及有关反应式：

实验结果、产品外观：

产量：

产率：

问题与讨论：

指导教师签字：_____

示例 3 性质类型实验报告格式

专业班级_____姓名_____同作者_____

实验题目_____日 期_____

实验目的：

实验：

实验内容	实验现象	反应方程式和解释

5

小结：

问题与讨论：

指导教师签字：_____

析实验误差产生的原因。敢于提出自己的见解，对实验提出改进的意见或建议。

③ 实验报告举例如前。

1.3 化学实验的安全守则和意外事故的处理

1.3.1 化学实验安全守则

化学实验室中许多试剂易燃、易爆，具有腐蚀性和毒性，存在着不安全因素。因此，进行化学实验时，思想上必须重视安全问题，绝不可麻痹大意。学生初次进行化学实验，应接受必要的安全教育。每次实验前应掌握本实验安全注意事项。在实验过程中严格遵守安全守则，避免事故的发生。

① 实验室严禁吸烟、饮食、打闹。

② 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性，用时要小心，避免溅落在皮肤、衣物、书本上，更应防止溅入眼睛中。稀释浓酸时，必须把酸注入水中而不是把水注入酸中。

③ 有机溶剂如乙醇、乙醚、苯、丙酮等易燃，使用时一定要远离火焰，用后应把瓶塞塞严，放在阴凉的地方。

④ 具有刺激性的、恶臭的、有毒的气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 Br_2 等）或进行能产生这些气体的实验以及加热或蒸发盐酸、硝酸、硫酸，溶解或硝化试样时，应该在通风橱内进行。

⑤ 具有易挥发和易燃物质的实验，应在远离火焰的地方进行，最好在通风橱内进行。

⑥ 加热试管时，不要将试管口对着自己或别人，也不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出受到伤害。

⑦ 有毒试剂（如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸盐、砷酸盐等）不得进入口内或接触伤口，也不能随便倒入下水道，应回收统一处理。

⑧ 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，把少量气体扇向自己再闻。

⑨ 实验室所有药品、仪器不得带出实验室。

⑩ 实验完毕后，应将实验台整理干净，洗净双手，关闭水、电、煤气等阀门后才能离开实验室。值日生和最后离开实验室的人员都应负责检查水、电、煤气是否关好，门窗是否关好。

1.3.2 意外事故的处理

（1）烫伤和烧伤的急救 轻度的烫伤和烧伤，可用3%~5%高锰酸钾溶液擦伤处至皮肤变为棕色，然后涂上獾油或烫伤油膏。

严重的烫伤和烧伤，不要弄破水泡，以防感染，要用消毒纱布轻轻包扎后，立即送医院治疗。

（2）创伤急救 用消毒棉清理伤口，涂上红药水，用纱布包上。若伤口比较严重，出血较多，可在伤口上部扎止血带，用消毒纱布盖住伤口，立即送医院治疗。

（3）化学灼伤的急救

受强酸腐伤应立即用大量水冲洗，然后擦上碳酸氢钠油膏或凡士林。

受浓碱腐伤应立即用大量水冲洗，然后用柠檬酸或硼酸饱和溶液洗涤，再擦上凡士林。

眼睛受到化学药品的伤害时，应立即用大量的流水冲洗，并急送医院。

（4）灭火 万一着火，一般应采用以下措施。

① 扑灭火源。如果是酒精等有机溶剂泼洒在桌

面上着火燃烧,可用湿抹布、石棉布或沙子盖灭。衣服着火时,应立即用湿布或石棉布压灭火焰,如果燃烧面积较大,可躺在地上打几个滚,切不可乱跑。

② 防止火势扩展。迅速移走一切可燃物,关闭电闸,停止通风。

③ 使用灭火器。对化学药品引起的化学火灾应根据化学药品的性质选择灭火器。不能冒然用水,因水能和某些化学药品(如金属钠)发生剧烈反应而引起更大的火灾。

常用灭火器及其适用范围见表 1-1。

表 1-1 常用灭火器及其适用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
酸碱式	H_2SO_4 和 $NaHCO_3$	非油类和电器失火的一般初起火灾
泡沫灭火器	$Al_2(SO_4)_3$ 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、小范围油类及忌水的化学药品失火
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、丙酮失火,不能用于扑灭金属钾、钠着火,因 CCl_4 会强烈分解,甚至爆炸;电石、 CS_2 的失火,也不能使用它,因为会产生光气,有毒
干粉灭火器	$NaHCO_3$ 等盐类与适量的润滑剂和防潮剂	扑救油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾
1211 灭火器	CF_2ClBr 液化气体	特别适用于扑灭油类、有机溶剂、精密仪器、高压电气设备的失火

第2章 基本知识与 基本操作

2.1 常用玻璃仪器

(1) 烧杯 以容积大小 (mL) 表示, 主要用作反应容器、配制溶液、蒸发和浓缩溶液。加热时放在石棉网上, 石棉网则放在铁三角架上, 一般不直接加热。使用时, 反应液体不得超过烧杯容量的 $2/3$ 。

(2) 试管 可用于少量试剂的反应容器。离心试管主要用于沉淀分离。使用时, 反应液体不超过容积的 $1/2$, 加热时不超过 $1/3$ 。加热前, 试管外壁要擦干, 试管用试管夹夹持。加热液体时, 管口不要对人, 并将试管与桌面成 45° 。加热固体时, 管口略向下倾斜。离心试管不可直接加热。试管和烧杯如图 2-1 所示。

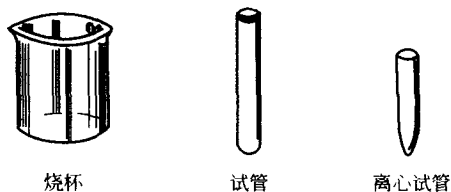


图 2-1 试管和烧杯

(3) 量筒 以所能量取的最大容积 (mL) 表示。