



全国应用型本科院校化学课程统编教材

# 无机化学实验

Inorganic Chemistry Experiments

史苏华 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国应用型本科院校化学课程统编教材

# 无机化学实验

主 编 史苏华  
副主编 周 军 李德永  
编 委 (按学校名称笔画顺序排列)  
李德永(太原科技大学化学与生物工程学院)  
熊双贵(北京中医药大学东方学院)  
史苏华(吉林大学珠海学院)  
张晓明(吉林大学珠海学院)  
张建会(吉林大学珠海学院)  
谢 鹏(吉林大学珠海学院)  
郑如龙(吉林大学珠海学院)

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 内 容 提 要

本书是普通高等院校无机化学实验教材,全书包括 26 个实验,其内容涵盖了无机化学实验中的基本操作与技能训练,用多种实验方法测定特征常数,验证化学原理、元素及其化合物的性质,化合物的制备、分离、提纯及其组分分析,综合与设计性实验。有些实验后附有实验注意事项和附注(即相关知识的介绍)。书后附有附录,便于师生和实验技术人员查阅。

本书可供普通高等院校,特别是应用型本科院校应用化学、化工、材料、生化、医药、农林、环保、食品等专业的教师和学生使用,也可作为成人教育、自学考试应试人员等的教学用书或参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/史苏华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.8  
ISBN 978-7-5609-6444-7

I. 无… II. 史… III. 无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 142597 号

无机化学实验

史苏华 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:熊彦

封面设计:潘群

责任校对:周娟

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:华中科技大学惠友文印中心

印刷:武汉科利德印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:8.5

字数:216千字

版次:2010年8月第1版第1次印刷

定 价:16.00元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前 言

无机化学实验是应用化学、化工、材料、生化、医药、农林、环保、食品等专业大一新生必修的第一门基础化学实验课。其教学目的不仅限于验证理论知识,更重要的是通过本门课程的教学,向学生介绍化学学科的实验方法,训练学生的基本实验技能、实验技术,培养学生严谨的学习态度,使学生逐步学会对实验现象的观察、记录、分析、判断、推理及归纳总结,提高学生分析问题和解决问题的能力,为后续实验课程的学习、研究奠定坚实的基础。

考虑到本教材的使用对象是应用型本科院校大一新生,大多数学生在中学阶段受到的化学实验训练十分有限,有些学生甚至没有亲自动手做过化学实验,急需进行严格扎实的系统性的基础实验训练,因此本书在编写过程中注意突出以下特点。

## 1. 注重化学实验的基础知识和基本操作技能的训练

首先明确提出对学生的实验基本要求,强调对学生良好实验习惯和严谨学习态度的培养,注重对学生进行安全和“三废”处理的重要性的教育。详细地介绍实验基础知识,包括常用仪器及其基本操作技能,并力图将其贯穿于实验内容中,让学生掌握更多的实验技能和了解相关知识。

## 2. 精心编排各部分实验内容

本教材的内容不是将几所学校的实验内容简单地组合在一起,而是多位具有丰富一本、二本和应用型本科教学经验的教授和副教授在对各基础实验内容进行筛选、归纳、优化的基础上进行科学合理的编排,力求具有代表性,以达到基础实验能力培养的要求。

本教材精选实验 26 个,其内容涵盖了无机化学实验中的基本操作与技能训练,用多种实验方法测定特征常数,验证化学原理、元素及其化合物的性质,化合物的制备、分离提纯及其组分分析,综合与设计性实验。

## 3. 每个实验自成体系

本教材既紧密配合无机化学理论课的教学,又注意保持其作为一门课程的相对独立性和完整性。每个实验的主要内容包括:实验目的、实验原理、实验用品、实验步骤、注意事项、思考题。“实验原理”的内容侧重于实验所涉及的基本原理和对实验现象的理论解释等,供学生预习和复习时参考。“注意事项”和“思考题”的内容侧重于实验的关键问题,启迪学生思考,帮助学生更好地进行预习,把握实验重点,抓住实验关键,确保实验顺利进行。有些实验还包括“数据记录及处理”和“附注”。“附注”即相关知识的介绍,其内容侧重于实验中涉及的,但无机化学理论课很少介绍的知识点。

## 4. 针对应用型本科生基础实验能力培养的要求编写实验

编写时注意实用性和可操作性,在“实验步骤”的内容描述上,注意用引导性的语言启发学生如何观察实验现象,如:“观察  $\text{CCl}_4$  层(试纸、溶液、沉淀等)的颜色变化”、“观察产物的颜色和状态(气体、液体和固体)”、“观察有无沉淀产生”等,避免简单描述为“观察现象”,使学生逐步学会对实验现象的观察。

## 5. 尽量选择绿色环保、试剂廉价易得、结果可靠、学生感兴趣的实验内容

培养学生的环保意识和节约意识。同时,实验用品给出具体名称、规格和数量,便于实验准备。

各院校可根据不同专业需要和实验室条件选择具体实验内容。

参编人员有史苏华(第一部分和第二部分)、周军(第三部分实验 2、5、12、13,第四部分实验 4)、熊双贵(第三部分实验 1、8、16、17,第四部分实验 2、3)、李德永(第三部分实验 15、18,第四部分实验 6)、张晓明(第三部分实验 3、4、6、7)、张建会(第三部分实验 10、11、14,第四部分实验 1 和附录)、孙长峰(第三部分实验 9,第四部分实验 5)、谢鹏(第三部分实验 19)、郑如龙(第三部分实验 20)。全书由主编史苏华负责统一整理、补充、修改和定稿工作。周军对部分实验给出了修改意见。张晓明、张建会、谢鹏、郑如龙等做实验验证,以确保重现性,为本书的编写发挥了重要作用,宋佳隆参加了部分文字的修改校对工作。在此对他们诚表感谢。

本次编写工作得到了吉林大学珠海学院、北京中医药大学东方学院、湖南农业大学、太原科技大学化学与生物工程学院、聊城大学东昌学院的大力支持,华中科技大学出版社对本书的出版给予了自始至终的关心和支持,在此表示谢意。

限于编者水平,不足之处在所难免,恳请读者和同行指出,以不断完善教材内容。

编 者

2010 年 4 月

# 目 录

<b>第一部分 无机化学实验基本要求</b> .....	(1)
1.1 开设无机化学实验的目的和意义 .....	(1)
1.2 怎样学好无机化学实验 .....	(1)
1.3 实验课指导教师岗位职责和教学工作要求 .....	(2)
1.4 实验课对学生的基本要求及实验成绩考核办法 .....	(3)
<b>第二部分 无机化学实验基础知识和基本操作</b> .....	(5)
2.1 实验室安全知识 .....	(5)
2.2 无机化学实验技能及其操作规范 .....	(7)
2.3 实验数据的记录、处理和实验报告的书写 .....	(29)
<b>第三部分 无机化学基础实验</b> .....	(36)
实验 1 实验仪器的认知和基本操作训练 .....	(36)
实验 2 溶液的配制 .....	(39)
实验 3 摩尔气体常数的测定 .....	(43)
实验 4 化学反应速率和活化能的测定 .....	(46)
实验 5 酸碱平衡与沉淀溶解平衡 .....	(49)
实验 6 醋酸解离度和解离常数的测定 .....	(53)
实验 7 碘酸铜溶度积的测定 .....	(56)
实验 8 氧化还原反应与电极电势 .....	(58)
实验 9 水合硫酸铜晶体的制备及提纯 .....	(62)
实验 10 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析 .....	(64)
实验 11 三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备 .....	(67)
实验 12 三价铬配合物的制备和分裂能的测定 .....	(68)
实验 13 银氨配离子配位数及稳定常数的测定 .....	(71)
实验 14 配合物的生成、性质及应用 .....	(72)
实验 15 卤素、氧、硫及其化合物的性质 .....	(76)
实验 16 氮、磷及其化合物的性质 .....	(81)
实验 17 碳、硅、硼及其化合物的性质 .....	(84)
实验 18 锡、铅、铋、铊及其化合物的性质 .....	(87)
实验 19 铜、银、锌、汞及其化合物的性质 .....	(91)
实验 20 铬、锰、铁、钴、镍及其化合物的性质 .....	(95)
<b>第四部分 综合与设计性实验</b> .....	(101)
实验 1 葡萄糖酸锌的制备与质量分析 .....	(101)
实验 2 药用氯化钠的制备、性质及杂质限度的检测 .....	(103)
实验 3 常见阴离子的鉴定及其未知物的鉴别 .....	(107)
实验 4 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及成分分析 .....	(110)

---

实验 5	固体酒精的制备及其燃烧热的测定	(113)
实验 6	废定影液中回收金属银	(114)
附录		(116)
附录 A	国际单位制的基本单位	(116)
附录 B	常用物理化学常数	(116)
附录 C	常用换算关系	(116)
附录 D	常见弱酸、弱碱在水中的解离常数	(117)
附录 E	常见难溶化合物的溶度积	(119)
附录 F	常见配离子的稳定常数	(120)
附录 G	标准电极电势	(120)
附录 H	水在不同温度下的饱和蒸气压	(123)
附录 I	常用元素国际相对原子质量	(124)
附录 J	常用酸碱的浓度和密度	(125)
附录 K	常用酸碱指示剂	(125)
附录 L	常见离子及化合物的颜色	(126)
主要参考文献		(128)

# 第一部分 无机化学实验基本要求

## 1.1 开设无机化学实验的目的和意义

化学是一门以实验为基础的科学,化学中的定律和学说都源于实验,同时又为实验所检验。因此,学习化学离不开实验。

无机化学实验是高等院校化学及相关专业新生第一门必修的基础实验课程,通过该课程的学习所能达到的主要目的如下。

(1) 使学生掌握无机化学实验基础知识,学会正确使用基本仪器,比较规范地掌握无机化学实验的基本操作方法和技能,学会处理一般实验事故等方面的能力。

(2) 使学生掌握无机化合物的一般制备和分离提纯方法,学会某些常数的测定方法,了解和认识化学反应的事实,加深对无机化学基本概念和基本原理的理解,培养学生以化学实验为工具获取知识的能力。

(3) 使学生学会正确观察、记录、分析、总结、归纳实验现象,合理处理实验数据、撰写实验报告,培养学生用文字表达实验结果的能力。

(4) 培养学生严谨、实事求是的学习态度,科学严肃的思维方法,认真细致的工作作风,整洁有序的工作习惯和互相协作的团队精神。

无机化学实验的任务就是要通过这一教学环节,逐步达到上述各项目的,为学生进一步学习其他后继课程打好基础。

## 1.2 怎样学好无机化学实验

要达到无机化学实验的目的,必须有正确的学习态度和良好的学习方法。无机化学实验的学习,大致可分为以下三个环节。

### 1. 课前预习

实验前应认真阅读实验教材,参考理论课教材和参考资料中的相关内容,明确实验目的、理解实验原理、了解实验步骤和注意事项,熟悉仪器结构及其使用方法,做到心中有数,避免边做边翻书的“照方抓药”式的实验。

预习时要求写出预习报告,上课时由指导教师检查或抽查,其结果记入平时成绩。书写实验预习报告时应注意以下几点。

- (1) 用自己的语言简明扼要地书写,切忌照书抄。
- (2) 实验步骤可以用符号、箭头、框图或表格等形式表达。
- (3) 简要解答思考题(上课时指导教师要提问,回答结果计入平时成绩)。

### 2. 进行实验

在教师指导下,实验中要严守纪律,认真实验,规范操作,细致观察,及时、如实、认真地做好详细记录。要求:每人须备有实验记录本,通常用预习报告本。



### 3. 书写报告

实验报告是学生完成整个实验的重要组成部分。因此,实验结束后,书写实验报告是必须完成的一项工作。(具体书写要求及格式详见本书 2.3 节“实验数据的记录、处理和实验报告的书写”)

要按照规定的时间和要求完成实验报告,并交给实验指导教师批改。实验报告要求标注页码,不得撕页。如遇有两人合作完成的实验,实验原始数据可以共用,但实验报告要求个人独立完成,注明合作者。

## 1.3 实验课指导教师岗位职责和教学工作要求

无机化学实验课程的一个显著特点是以学生动手、教师辅导为主,即以学生为主体,学生自始至终处于主动地位。因此,在实验教学中的一条重要原则是:充分发挥学生的主体作用以及教师在实验中的指导启发作用。

### 一、实验课指导教师岗位职责

(1) 实验前,任课教师必须认真备课,一律按要求写教案,认真做预实验,做到心中有数,保证实验结果稳定可靠。

(2) 要严格执行教学计划和课程进度,做到不迟到、不早退、不离岗,不得随意更改上课时间和地点,不得擅自停课和串课,不得擅自提前结束课程,上课期间不得批改实验报告、拨打和接听手机,同时应提醒学生关闭手机。

(3) 任课教师必须挂牌上岗,负责实验的全过程。实验开始时由任课教师重点讲解实验原理、实验中的注意事项、示范操作等。

(4) 上课时教师应有目的地提问,并将学生回答问题的情况记入平时成绩;检查学生的实验预习报告和实验记录,并加以指导。

有时某些实验课先于其理论课,教师要提醒学生提前自学实验课内容所涉及的相关理论知识,做到心中有数。

(5) 实验教学过程中坚持巡视辅导,对学生的不规范操作及时给予纠正,实验结束验收学生的实验数据。

(6) 耐心细致回答学生提出的各种问题,并启发和鼓励学生自己动手解决问题,帮助学生尽快掌握处理实验中所遇难题的能力。

(7) 认真、详细、及时记录学生平时实验操作情况,实事求是、客观、公正地给予平时成绩和评价。

(8) 检查学生出勤情况,对违纪行为要及时进行批评教育并扣除相应平时成绩分数。

(9) 教师在实验结束后监督学生做好个人及实验室整理工作,实事求是地填写好实验室工作日志。

(10) 组织学生期末考试,批阅试卷,评定学生综合成绩等。

### 二、实验报告的批改与管理

(1) 实验报告批改要有签名、分数及批改日期。

(2) 对学生完成的实验报告数量和质量要作书面记录,每个实验项目的实验报告成绩登

记在实验报告成绩登记本中,并按一定比例作为平时成绩的一部分计入实验课总评成绩。

(3) 对迟交实验报告的学生要酌情扣分,对缺交和抄袭实验报告的学生应及时批评教育,并对该次实验报告的分数以零分处理。

如学生抄袭或缺交实验报告次数达到该课程全学期实验次数 1/3 以上(包括 1/3),取消该生参加本课程考核的资格。

## 1.4 实验课对学生的基本要求及实验成绩考核办法

为了顺利完成实验任务,确保人身、设备安全,培养学生严谨、踏实、实事求是的学习态度和爱护公共财产的优良品质,要求每个学生必须遵守实验室各项规章制度。

### 一、实验课对学生的基本要求

(1) 实验前要充分预习,认真阅读实验指导书及参考资料,明确实验目的、原理及要求,了解实验内容,按照规范的格式认真撰写实验预习报告。将实验预习报告本编号,不得撕页。

有些实验课是在理论课之前上,所以要提早自学,做到心中有数。

(2) 使用仪器设备前,必须了解相关仪器设备的性能,在实验中的正确使用方法及其注意事项。

使用时严格遵守操作规程,做到准确操作。

(3) 实验课不得迟到、早退、旷课,课上必须认真听指导教师讲解,实验时要严格按照操作规范进行,认真做好实验记录。

(4) 养成良好的实验习惯,进入实验室要穿实验服,严禁喧闹、串位、吸烟和饮食,保持实验台和整个实验室的整洁,不乱扔废纸杂物,保持水池清洁。

(5) 实验中应注意观察现象,将实验现象及数据如实、及时地记在预习报告本上,不要记在书上,也不得随意涂改。

要认真听取实验教师的指导,实验记录经教师审阅检查,签字登记。

(6) 认真值日,爱护公物,注意节约,如有损坏或丢失仪器要按规定及时赔偿。

如损坏仪器设备不报告,一经发现,将严加处罚。

(7) 特别要注意安全,不得随意触摸和使用与本实验无关的实验室内其他仪器、设备。

(8) 实验结束后,关掉仪器设备电源开关、拉闸,仪器摆放整齐(仪器由高到低,由大到小摆放),实验现场整理干净,经指导教师同意后方可离开实验室。

(9) 值日生要负责实验室的水、电、气、窗的关闭,打扫实验室、仪器室卫生,登记并经指导教师同意后方可离开。

### 二、实验成绩考核办法

实验成绩考核为综合评分制。实验课成绩由实验预习报告成绩(占 10%)、实验记录和实验操作成绩(占 30%)、实验报告成绩(占 20%)、实验习惯成绩(占 10%)、期末实验考试成绩(占 30%)五部分组成。

(1) 实验预习报告成绩:主要依据实验准备是否充分,实验预习报告的书写是否规范和认真等。

(2) 实验记录和实验操作成绩:主要依据实验记录、动手能力、实验态度、是否发生意外事

故等。

(3) 实验报告成绩: 主要依据书写的实验内容是否完整、实验结果是否合理、实验数据处理是否真实准确、实验报告的书写是否规范和认真等。

(4) 实验习惯成绩: 主要依据出勤(包括是否迟到、早退和旷课), 值日工作完成情况等。

(5) 期末实验考试成绩: 采取笔试或实验操作考试, 也可以是两者并用。

注: 实验成绩考核办法, 各学校可根据本校实际情况自行调整。

## 第二部分 无机化学实验基础知识和基本操作

### 2.1 实验室安全知识

实验室是学校实验教学的重要基地,要时时刻刻把安全放在首位,牢固树立“安全第一”的观点,注意实验室管理过程中的各个环节,消除事故隐患。

#### 一、实验室安全常识

化学实验中常常使用水、电、煤气、酒精灯、化学试剂和各种仪器,化学试剂中很多是易燃、易爆、有毒或有腐蚀性的,存在着许多不安全因素。为确保实验能安全顺利进行,必须严格遵守下列安全规则。

(1) 加强安全教育,提高师生的安全和自我保护意识。

实验前要了解电源、消火栓、灭火器、紧急洗眼器等的位置及正确的使用方法。

(2) 学生实验时必须在教师指导下进行操作,严格遵守操作规程。

(3) 实验时要身着长裤,长袖、过膝的实验服,不准穿拖鞋、大开口鞋和凉鞋。

(4) 长发(过衣领)必须束起或藏于帽内。

(5) 实验进行过程中不得擅离岗位,水、电、煤气等用后要立即关闭。

(6) 实验室内严禁吸烟、饮食、大声喧哗、打闹。

(7) 不要直接嗅反应放出的气味;使用电器设备时,切不可用湿手去开启电闸和电器开关。

凡是漏电的仪器不要使用,以免触电。

(8) 洗液、浓酸、浓碱等具有强烈腐蚀性,使用时要特别小心,不要洒在皮肤和衣服上,尤其不可溅入眼睛中。

用浓  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HClO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  等溶解试样时均应在通风橱中进行操作。

(9) 有机溶剂(如乙醇、乙醚、丙酮等)多易燃,使用时一定要远离明火和热源,使用后应放回阴凉处。

(10) 有刺激性、有毒或有恶臭气体(如  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{Br}_2$  等)的实验,应在通风橱中进行。

(11) 有毒试剂(如氰化物、砷化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等)要严防进入口内或接触伤口,也不能随意倒入水槽,应回收(倒入废液桶内)处理。

(12) 禁止往水槽内倒入杂物(如玻璃碎片、废纸、火柴杆等)。强酸、强碱及有毒的有机溶剂也不能倒入水槽,应小心倒入废液桶内回收。

(13) 进行危险性实验时,应使用防护眼镜、面罩、手套等防护用具。

(14) 稀释浓硫酸时,必须在耐热容器内进行,并且在不断搅拌下,慢慢地将浓硫酸加入水中。

绝对不能将水加入浓硫酸中,这样做会集中产生大量的热,溅射酸液,是很危险的。

(15) 在溶解氢氧化钠、氢氧化钾等物质时发热,必须在耐热容器中进行。

## 二、实验室常见事故的简单处理方法

### 1. 烫伤

被火、高温物体或开水灼烫后,应立即用冷水冲洗或浸泡,洗灼伤处,涂上凡士林或烫伤药膏。

### 2. 割伤

先将伤口中的异物取出,伤势不重者用生理盐水或硼砂液冲洗伤处,再涂上紫药水,必要时再撒上消炎粉,用绷带包扎。伤势较重先用酒精消毒,再用纱布按住伤口,压迫止血,立即送医院诊治。

### 3. 酸、碱腐蚀

首先用大量水冲洗,酸腐蚀用2%~5%碳酸氢钠溶液冲洗,碱腐蚀用1%柠檬酸或硼酸饱和溶液冲洗,再用清水冲洗,涂上凡士林。若受氢氟酸腐蚀,应用水冲洗后再以稀苏打溶液冲洗,然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时,最后再敷以20%硫酸镁、18%甘油、1.2%盐酸普鲁卡因和水配成的药膏。若酸、碱液溅入眼内,应立即用大量水冲洗,边洗边眨眼睛,然后分别用稀的碳酸氢钠溶液或硼酸饱和溶液冲洗,最后滴入蓖麻油。

### 4. 吸入有毒气体

吸入 $\text{Br}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 或 $\text{HCl}$ 气体时,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气,使之解毒。吸入 $\text{H}_2\text{S}$ 气体而头昏、头痛者,应立即到室外呼吸新鲜空气。

### 5. 毒物进入口内

将5~10 mL稀硫酸铜溶液加入一杯温开水中,内服,然后用手指伸入咽喉部,促使呕吐,再立即送医院治疗。

### 6. 温度计水银球破裂

不慎将温度计水银球碰破,应及时用硫黄粉覆盖,防止汞蒸气中毒。

### 7. 起火

不要惊慌,根据情况进行灭火,首先应立即移走易燃品,如果不小弄倒了燃烧的酒精灯,千万不能用水灭火。小火可用大块的湿布覆盖燃烧物,火势太大则用泡沫灭火器扑灭。电器设备起火时,首先切断电源,再用四氯化碳或二氧化碳灭火器扑灭,不能用泡沫灭火器。若火势较猛,应立即与有关部门联系,请求救援。若衣服着火,不可慌张乱跑,应立即用湿布或石棉布灭火;如果燃烧面积较大,可躺在地上打滚。

### 8. 触电

首先拉开电闸切断电源,或尽快地用绝缘物(干燥的木棒、竹竿等)将触电者与电源隔开,必要时再进行人工呼吸。

## 三、实验室“三废”处理方法

为保护环境和人身财产安全,保障教学实验的顺利进行,实验过程中产生的“三废”(废液、废气、废渣)大多数是有毒、有害的,不得私自乱倒,必须经过处理才能排放。

### 1. 废气的处理

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,被空气

稀释;产生大量有毒气体的实验必须具备吸收或处理装置。如  $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等酸性气体应用碱液吸收。

## 2. 废渣、废液的处理

(1) 实验室应配备储存废渣、废液的容器,实验所产生的对环境有污染的废渣和废液应分类倒入指定容器储存,收集的废渣、废液应及时报告,由学校统一处理。

(2) 酸性、碱性废液按其化学性质,分别进行中和后处理。

使 pH 值达到 6~9 后排放。

(3) 尽量不使用或少使用含有重金属的化学试剂进行实验。

## 2.2 无机化学实验技能及其操作规范

### 一、玻璃器皿的洗涤与干燥

#### 1. 常用玻璃仪器及器具

试管(包括硬质试管和离心试管)、烧杯、锥形瓶、量筒、试剂瓶、滴瓶、研钵、蒸发皿、试管夹、试管架、点滴板、石棉网、燃烧匙、三脚架、坩埚、坩埚钳、铁架台(包括铁夹和铁圈)、自由夹和螺旋夹等二十几种仪器和器具(如图 2-2-1 所示)是化学实验中常用的,正确使用这些仪器和器具是十分重要的。

#### 2. 玻璃仪器的洗涤

玻璃仪器洗净的标志是:仪器中的水倾出后,容器内壁能被水均匀地润湿(均匀地附着一层水膜),而无水的条纹和不挂水珠。

洗涤仪器的方法很多,可根据实验的要求、污物的性质及沾污的程度进行选用。洗涤方法有如下几种。

1) 用水振荡冲洗和用水刷洗(用毛刷刷洗)

既可洗去可溶性物质,又可使附着在器壁上的尘土和不溶物等洗脱下来。

2) 用去污粉、合成洗涤剂刷洗

可除去仪器上的油污和有机物。

3) 用浓盐酸洗

可以洗去附着在器壁上的氧化剂,如  $\text{MnO}_2$ 。

4) 用铬酸洗液洗

可用于洗涤油污及有机物,铬酸洗液有强酸性和强氧化性,去污能力强,适用于洁净程度要求高的玻璃仪器。

(1) 用铬酸洗液洗涤的具体方法如下。

① 将玻璃器皿用水或洗衣粉洗刷一遍,尽量把器皿内的水沥干,以免冲稀洗液。

② 往仪器里加入少量洗液,使仪器倾斜着慢慢转动,让仪器内壁全部被洗液润湿。

③ 把洗液倒回原瓶内,以便重复使用。

④ 若仪器沾污厉害,也可以把仪器内注满洗液进行较长时间的浸泡。若用热的洗液洗涤则效果更佳。

(2) 铬酸洗液的配制方法。

将 8 g 研细的工业  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  加到温热的 100 mL 浓硫酸中小火加热,切勿加热到冒白烟。



图 2-2-1 部分无机化学实验常见仪器及器具

边加热边搅动,冷却后储于细口瓶中待用。

### 【注意事项】

洗液有强腐蚀性,使用洗液时一定要注意安全,勿溅在衣物、皮肤上。能用其他方法洗净仪器的就不必用铬酸洗涤,一是节约,二是安全。洗液的吸水性很强,应随时把装洗液的瓶子盖严,以防吸水降低去污能力。当洗液颜色变成绿色时,洗涤效能下降,应重新配制。

### 5) 其他洗涤方法

#### (1) 用含 $\text{KMnO}_4$ 的 $\text{NaOH}$ 溶液洗。

可用于洗涤油污及有机物。洗后在玻璃器皿上留下  $\text{MnO}_2$  沉淀,可用浓  $\text{HCl}$  或  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液将其洗掉。

配制含  $\text{KMnO}_4$  的  $\text{NaOH}$  溶液时,先将 10 g  $\text{KMnO}_4$  溶于少量水中,再向该溶液中注入 100 mL 10%  $\text{NaOH}$  溶液即成。

#### (2) 用盐酸-酒精(1:2)洗涤液洗。

适用于洗涤被有机试剂染色的比色皿。比色皿应避免使用毛刷和铬酸洗液。

无论何种方法,最后均应用水冲洗干净。必要时再用蒸馏水冲洗 2~3 次。用蒸馏水冲洗仪器的原则是:“少量多次”。

### 3. 仪器的干燥

#### 1) 晾干法

不急用的仪器,在洗净后,挂在晾板上(如图 2-2-2 所示),利用仪器上残存水分的自然挥发而使仪器干燥。

#### 2) 烤干法

利用加热使水分迅速蒸发而使仪器干燥。此法常用于可加热或耐高温的仪器,如试管、烧杯、烧瓶、蒸发皿等可以在石棉网上小火或电炉上加热进行干燥,试管也可直接用小火烤干。加热前先将仪器外壁擦干,然后用小火烤。加热时常用试管夹或坩埚钳将仪器夹住并在火旁转动或摆动,使仪器受热均匀。

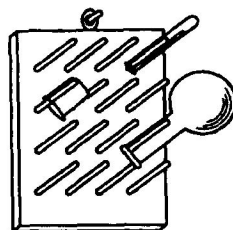


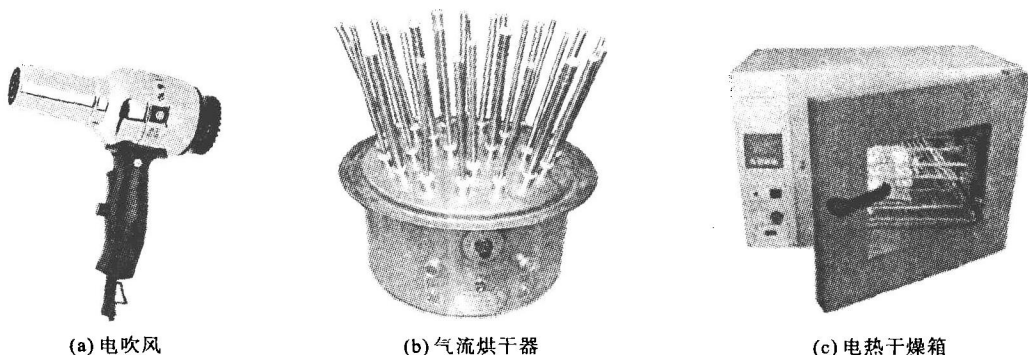
图 2-2-2 晾板

#### 3) 快干法

一般只在实验中临时使用。将仪器洗净后倒置把水沥干,注入少量(3~5 mL)能与水互溶且挥发性较大的有机溶剂(常用无水乙醇),将仪器转动使溶剂在内壁流动,待内壁全部浸湿后倾出溶剂(应回收),并擦干仪器外壁,再用电吹风或气流烘干机(如图 2-2-3(a)、(b)所示)的热风迅速将内壁残留的易挥发物赶出,达到快干的目的。气流烘干机对干燥锥形瓶、试管等非常方便。

#### 4) 烘干法

如需要干燥较多仪器,通常使用电热干燥箱(烘箱),如图 2-2-3(c)所示。一般将洗净的仪器沥干,放入电热干燥箱内的隔板上,关好门,将箱内温度控制在 110 °C,恒温约半小时,即可。



(a) 电吹风

(b) 气流烘干机

(c) 电热干燥箱

图 2-2-3 电干燥仪器

### 【注意事项】

- i. 精密计量仪器不能用加热的方法进行干燥,因为这样会影响仪器的精密度。
- ii. 对于厚壁瓷质仪器和实心玻璃塞不能烤干,但可烘干,烘干时升温要慢。

## 二、加热与冷却

### 1. 加热装置及其使用方法

加热是化学实验室中常用的实验手段,这里主要介绍煤气(气体燃料)灯、酒精(液体燃料)喷灯、电加热设备(如电炉、烘箱和马弗炉等)。



## 1) 煤气灯

### (1) 煤气灯的构造。

煤气灯是实验室中不可缺少的实验工具,种类虽多,但构造原理基本相同。最常用的煤气灯如图 2-2-4 所示。

煤气灯由灯座和灯管组成。灯座由铁铸成,灯管一般是铜管。灯管通过螺口连接在灯座上。空气的进入量可通过灯管下部的几个圆孔来调节。灯座的侧面有煤气入口,用胶管与煤气管道的阀门连接,在另一侧有调节煤气进入量的螺旋针(阀),顺时针关闭。根据需要量大小可调节煤气的进入量。

### (2) 煤气灯的使用方法。

煤气灯的点燃:向下旋转灯管,关闭空气入口,先擦燃火柴,后打开煤气灯开关,将煤气灯点燃。

煤气灯火焰的调节:调节煤气的开关或螺旋针,使火焰保持适当的高度。这时煤气燃烧不完全并且产生炭粒,火焰呈黄色,温度不高。向上旋转灯管调节空气进入量,使煤气燃烧完全,这时火焰由黄变蓝,直至分为三层,称为正常火焰(如图 2-2-5 所示)。

焰心(内层):煤气和空气混合并未燃烧,颜色灰黑,温度低,约为  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

还原焰(中层):煤气燃烧不完全,火焰含有炭粒,具有还原性,称为还原焰。还原焰呈淡蓝色,温度较高。

氧化焰(外层):煤气完全燃烧,过剩的空气使火焰具有氧化性,称为氧化焰。氧化焰呈淡紫色,温度高,可达  $800\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

煤气灯火焰的最高温度处在还原焰顶端的上部。实验时,一般用氧化焰来加热,根据需要可调节火焰的大小。

当空气或煤气的进入量调节不合适时,会产生不正常火焰,如图 2-2-6 所示。当空气和煤气进入量都很大时,火焰离开灯管燃烧,称为临空火焰。当火柴熄灭时,火焰也立即熄灭。当空气进入量很大而煤气量很小时,煤气在灯管内燃烧,管口上有细长火焰,这种火焰称为侵入火焰。侵入火焰会把灯管烧得很热,应注意,以免烫手。遇到不正常火焰时,要关闭煤气开关,待灯管冷却后重新调节再点燃。

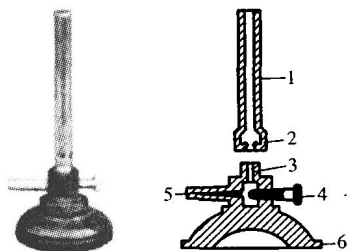


图 2-2-4 煤气灯的构造

1—灯管;2—空气入口;3—煤气出口;  
4—螺旋针;5—煤气入口;6—灯座

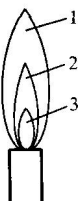


图 2-2-5 正常火焰

1—氧化焰;2—还原焰;3—焰心

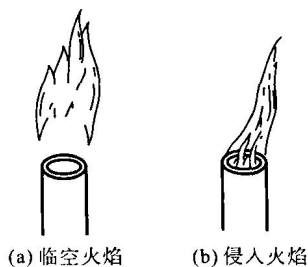


图 2-2-6 不正常火焰

### (3) 煤气灯加热。

用煤气灯直接加热试管中液体或固体时,将试管夹夹在试管的中部偏上的位置,试管口不要对着人,小心操作,注意安全。

用煤气灯加热烧杯、锥形瓶、烧瓶等玻璃器皿中的液体时,必须放在石棉网上,所盛液体不