

高等学校教材

无机及 分析化学实验



WUJI JI FENXI HUAXUE SHIYAN

侯振雨 郝海玲 娄天军 主编

第二版



化学工业出版社

高等学校教材

无机及分析化学实验

第二版

侯振雨 郝海玲 娄天军 主编

书号 (955) 目 录 附录 参考文献

第一章 实验基本操作 1
第一节 实验室安全规则 1
第二节 玻璃仪器的洗涤与干燥 2
第三节 称量 3
第四节 溶液的配制 4
第五节 滴定分析 5
第六节 分光光度法 6
第七节 重量分析 7
第八节 定性分析 8
第九节 仪器分析 9
第十节 实验报告 10

 化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分四部分,通过基本操作与技能、化学技能与实践、化学实践与提高三个层次的实验训练,并最终过渡到利用基础理论和技能进行的综合性和设计性实验,全书共七十二个实验,内容涉及物理量与化学常数的测定、无机制备实验、性质与定性分析实验、定量化学分析实验、仪器分析实验等方面。

本书可供高等学校化学化工及近化学化工等专业的师生阅读,也可作为有关科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/侯振雨,郝海玲,娄天军主编.2
版.一北京:化学工业出版社,2009.5
高等学校教材
ISBN 978-7-122-05031-1

I. 无… II. ①侯…②郝…③娄… III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材②分析化学-化学实验-高等学校-教材
IV. O61-33 O65-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第042099号

责任编辑:宋林青
责任校对:李林

文字编辑:孙凤英
装帧设计:史利平

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:北京永鑫印刷有限责任公司
装订:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数330千字 2009年6月北京第2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:19.80元

版权所有 违者必究

无机及分析化学实验 (第二版)

主 编 侯振雨 郝海玲 娄天军

副主编 范文秀 陶建中 侯玉霞 姚树文

编者 (以姓氏汉语拼音为序)

范文秀 郝海玲 侯玉霞 侯振雨 荆瑞俊

李 英 娄天军 陶建中 王建新 姚树文

俞 露 张 焱 张玉泉

第二版编写说明

为适应高等教育的改革与发展,河南科技学院无机及分析化学实验教材编写组提出了以基本技能训练为主线的编写指导思想,并于2004年出版了《无机及分析化学实验》。本书自出版以来,经过教学实践,受到了学生和教师的好评。第二版在第一版编写指导思想和教材特色的基础上,从提高学生分析和解决实际问题的能力出发,对第一版作了如下修改。

(1) 为完善本教材的编写体系,增加了综合性和设计性实验,使实验教学体系由基本操作与技能训练到基本操作与技能的应用,并最终过渡到利用基础理论和技能进行的综合性和设计性实验。通过基本操作与技能、化学技能与实践、化学实践与提高三个层次的实验训练,实现基本操作与技能由训练到真正为理论服务的教学理念,提高学生的科研能力和科研意识。

(2) 在编写过程中,按照绿色化学的思维方式,尽量从源头上消除污染,如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的制备及提纯,原有的方法有二氧化氮气体生成,第二版将制备过程中的氧化剂由硝酸改为双氧水,实现了实验室无污染合成 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 在编写过程中,注重各实验之间的联系,提高学生理论知识的综合应用。如提纯粗食盐的产品可以作为莫尔法测定氯的样品,莫尔法测定氯的废液又在含银废液回收实验中制备成了硝酸银,制备的硝酸银又可用于莫尔法标准溶液的配制。这种安排实验内容的方式不仅实现了试剂的综合利用,同时也减少了废液和废渣的排放。

(4) 在编写过程中,注重学生自学能力的培养,将第一版的“预习思考题”改为“预习提示”,并由第一版实验内容的最后,提到“实验目的”之后和“实验原理与技能”之前,使学生的预习更加具有针对性,提高学生预习的效果。

(5) 在编写过程中,注重吸收当代教学和科研的新成果,注重培养学生的创新能力和科研能力。

在本书修订过程中,范文秀、郝海玲、侯玉霞、侯振雨、荆瑞俊、李英、娄天军、陶建中、王建新、姚树文、俞露、张焱、张玉泉等参加了修订工作,并相互进行了审阅,最后由侯振雨负责修改并统稿。

本书在编写过程中参考了一些兄弟院校的教材,并吸收了其部分内容,化学工业出版社也给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

用新的编写指导思想和理念编写无机及分析化学实验教材是一种新的尝试,但限于编者水平,书中不妥甚至错误之处请与我们联系(houzy@hist.edu.cn),以便改进我们的工作。

编者
2009年1月

第一版编写说明

近年来,为适应高等教育的改革与发展,各高校一般将“无机化学”和“分析化学”两门化学基础课合为一门课程,即“无机及分析化学”。传统的“无机及分析化学实验”是与“无机及分析化学”相配套的一门实验课,其实验内容继承了原先的化学实验体系,完全从属于“无机及分析化学”理论课,存在着多种弊端。如,实验内容多为验证性实验,部分学生甚至误认为实验教学的作用只限于验证化学知识和理论,因而不重视实验操作技能训练;实验操作训练培养不系统、不扎实,即缺乏系统培养学生基本操作的实验教学体系。为此,编者提出“无机及分析化学实验”教材的编写应以基本技能为主线,应脱离实验教材完全依附于化学理论课的编写模式,使“无机及分析化学实验”成为一门独立的课程,更好地为专业课服务。

本教材的编写特点:

1. 基本操作与技能的训练更加系统化。无机及分析化学的基本知识、基本操作和基本技能分布在第二篇的15个实验中,便于对学生进行系统训练。
2. 明确了每一个实验所要掌握的基本操作与技能。基本操作与技能安排在每一个实验的“实验原理与技能”部分,加强了实验教学的针对性,便于教师组织课堂教学。
3. 将无机化学实验和分析化学实验的基本操作与技能融为一体,建立了自身的实验教学体系。
4. 考虑到实验教学课时的因素,大多数实验可在两个学时内完成。
5. 结合现代分析化学的发展方向,加入了部分仪器分析实验内容。
6. 实验内容丰富(全书共58个实验),教师可根据学校的实际情况,选择适合自身学校特点的实验内容组织实验教学。

本书的第一篇及第二篇的实验1~6由侯振雨编写;第三篇的物理量与化学常数的测定、无机制备实验由郝海玲编写;第三篇的性质与定性分析实验、仪器分析实验由张玉泉编写;第三篇的定量化学分析实验由范文秀编写;其余部分由王泽云、谷永庆、王建新、李亚东(郑州轻工业学院)、娄天军、张焱、李英、杨凤霞等编写。全书由侯振雨、范文秀审稿,修改和定稿。

在本书的编写过程中,黄建华、陶建中教授提出了很多建设性意见,化学工业出版社也给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,并且编者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2004年7月于河南科技学院

目 录

第一篇 化学实验规则

一、实验目的及要求	1
二、实验室规则	2
三、实验室安全知识	2

第二篇 基本操作与技能

实验一 常见仪器介绍及玻璃仪器的洗涤	5
实验二 玻璃管加工与洗瓶的装配方法	16
实验三 称量技术	21
实验四 试剂的取用及溶液的配制	34
实验五 气体的制备与净化	40
实验六 固液分离技能	47
实验七 液液分离技能	52
实验八 性质实验基本技能训练	56
实验九 试样的分解	61
实验十 重量分析基本操作	64
实验十一 滴定操作训练(一)	67
实验十二 滴定操作训练(二)	71
实验十三 滴定管、容量瓶和移液管的校正	73
实验十四 实验数据的处理	75

第三篇 化学技能与实践

第一部分 物理量与化学常数的测定	81
实验十五 摩尔气体常数的测定	81
实验十六 化学反应速率常数的测定	83
实验十七 凝固点降低法测定分子量	87
实验十八 化学反应热效应的测定	90
实验十九 醋酸离解度和离解平衡常数的测定	92
(一) pH 法	92
(二) 电导率法	96
实验二十 溶度积常数的测定	98
(一) PbCl_2 溶度积常数的测定——离子交换法	98
(二) 碘酸铜溶度积常数的测定——分光光度法	99
实验二十一 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成及稳定常数的测定	100
实验二十二 原电池电动势的测定	102
第二部分 无机制备实验	106
实验二十三 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的制备及提纯	106
实验二十四 粗食盐的提纯	107
实验二十五 硫酸亚铁铵的制备	109
实验二十六 胶体的制备和性质	110
第三部分 性质与定性分析实验	113

实验二十七 酸碱性质与酸碱平衡	113
实验二十八 沉淀溶解平衡	115
实验二十九 配位化合物	117
实验三十 氧化还原反应与氧化还原平衡	118
实验三十一 常见阳离子的定性分析	120
实验三十二 常见阴离子的定性分析	123
第四部分 定量化学分析实验	126
标准溶液的配制和标定	126
实验三十三 盐酸和氢氧化钠溶液的标定	126
实验三十四 EDTA 标准溶液的配制和标定	127
实验三十五 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	128
实验三十六 碘和硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	129
直接滴定法	130
实验三十七 食醋中总酸量的测定 (酸碱滴定法)	130
实验三十八 混合碱中碳酸钠与碳酸氢钠的测定 (酸碱滴定法)	131
实验三十九 铵盐中含氮量的测定 (甲醛法)	132
实验四十 食盐中氯含量的测定 (莫尔法)	133
实验四十一 水硬度的测定 (配位滴定法)	134
实验四十二 过氧化氢的测定 (高锰酸钾法)	136
实验四十三 亚铁盐中铁的测定 (重铬酸钾法)	137
实验四十四 维生素 C 含量的测定 (直接碘量法)	138
返滴定法	138
实验四十五 氯化物中氯含量的测定 [佛尔哈德 (Volhard) 法]	138
实验四十六 硫糖铝中铝和硫含量的测定 (配位滴定法)	140
置换滴定法	142
实验四十七 铝及铝合金中铝的测定 (EDTA 置换滴定法)	142
实验四十八 硫酸铜中铜含量的测定 (间接碘量法)	143
间接滴定法	144
实验四十九 草木灰中钾含量的测定 (高锰酸钾法)	144
重量法	145
实验五十 氯化钡中钡的测定 (重量法)	145
第五部分 仪器分析实验	147
紫外-可见分光光度法	147
实验五十一 分光光度法测定自来水中微量铁	147
实验五十二 磷钼蓝分光光度法测定土壤全磷	148
实验五十三 紫外分光光度法测定水中微量苯酚	149
电位法	150
实验五十四 电位法测定水溶液的 pH	150
实验五十五 水中微量氟的测定	151
原子吸收分光光度法	153
实验五十六 原子吸收分光光度法测定水中的镁	153
气相色谱法	155
实验五十七 气相色谱法测定白酒中乙醇的含量	155

第四篇 化学实践与提高

第一部分 综合性实验	157
实验五十八 硫酸铜的制备及铜含量的分析	157
实验五十九 硫酸亚铁铵的制备及铁含量的分析	157

实验六十 粗食盐的提纯及氯化钠含量的测定	157
实验六十一 碳酸钠的制备及含量测定	157
实验六十二 纳米氧化锌的制备及表征	159
实验六十三 银量法废液中银的回收	160
实验六十四 含铬废液的处理和铬的测定	161
实验六十五 水中化学需氧量 (COD) 的测定 (高锰酸钾法)	162
第二部分 设计实验	165
实验六十六 二氧化碳相对分子质量的测定	165
实验六十七 气敏材料的制备及性能测定	165
实验六十八 常见基本离子的鉴定	166
实验六十九 碳酸钙含量的测定	166
实验七十 电解精盐水的分析	166
实验七十一 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 混合液中各组分含量的测定	167
实验七十二 铁-铝混合液中各组分含量的测定	167
附录	168
附录 1 国际相对原子质量表	168
附录 2 常见化合物的摩尔质量表	169
附录 3 常用基准物质	171
附录 4 常用指示剂	172
附录 5 常用缓冲溶液	175
附录 6 常用标准缓冲溶液	176
附录 7 常用酸、碱的浓度	176
附录 8 水溶液中某些离子的颜色	177
附录 9 部分化合物的颜色	178
附录 10 水的密度	180
附录 11 水的饱和蒸气压	181
附录 12 常见难溶化合物的溶度积常数	182
附录 13 常见氢氧化物沉淀的 pH	183
主要内容中英文索引	184
参考文献	192

第一篇 化学实验规则

一、实验目的及要求

无机及分析化学是工院校、农林院校和职业技术学院的一门重要基础课，对培养学生深入掌握本专业的基本理论和基本技能具有重要作用。特别是无机及分析化学实验，其教学质量直接影响着这些院校的教学质量，影响着学生的创新能力。无机及分析化学实验不仅能巩固无机及分析化学理论课的基本知识、基本原理，更重要的是可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，而且还要有正确的学习方法。

化学实验的基本程序如下。

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；参考预习提示，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的的重要手段。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，应经教师批准后方可进行实验。实验课要求做到下列几点：

- ① 认真听老师讲解内容；
- ② 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；
- ③ 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；
- ④ 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，也可以做对照实验、空白实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；
- ⑤ 实验过程中应勤于思考，仔细分析，力争自己解决问题，但遇到疑难问题而自己难以解决时，可请教师指点；
- ⑥ 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自己的过程，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。

- ① 实验预习（实验前完成）。按实验目的、原理与技能、步骤等项目简要书写。
- ② 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。

③ 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,从正反两方面的经验、教训中归纳总结出来的。它可以防止意外事故,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。

① 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,未做好预习者,教师应对其提出批评和警告。

② 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。

③ 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。

④ 学生做实验时,应按要求,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。

⑤ 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。

⑥ 实验中必须保持肃静,不准大声喧哗,不得到处乱走。

⑦ 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一定的位置上,并经常保持台面的清洁;废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内。

⑧ 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。

⑨ 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。

⑩ 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。

⑪ 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。

⑫ 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。

⑬ 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,以保持实验室的整洁和安全。

⑭ 实验室属重点防护场所,非实验时间除本室管理人员外,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,确认无误后方能离开实验室。

⑮ 实验室必须配备灭火设备,如灭火器、石棉布、沙子等。

⑯ 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，一旦发生意外事故，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，以保持实验室环境不受污染。

1. 实验室安全守则

- ① 实验时，应穿上实验工作服，不得穿拖鞋。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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各种化学药品，以免发生意外事故。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 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。
- ⑧ 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。
- ⑨ 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。
- ⑩ 易燃、易爆及有毒试剂的使用，必须在掌握其性质及使用方法后方可使用。
- ⑪ 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。

2. 常见有害试剂的使用及处理方法

① 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。

② 混有空气的不纯氢气、 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。

③ 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿使其溅在皮肤或衣服上，尤其是更应注意防护眼睛。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。

④ 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。做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收集起来，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。

⑤ 实验室三废的处理方法 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 ；少量有毒的废渣可掩埋于指定地点；对含重金属离子的废液可加碱调 pH 为 8~10 后再加硫化物处理，使其毒害成分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；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；含氰废液量少时，可先加 NaOH 调 $\text{pH} > 10$ ，再加适量 KMnO_4 使 CN^- 氧化分解除去，量多时，则在碱性介质中加 NaClO 使 CN^- 氧化分解成 CO_2 和 N_2 。

3. 实验室事故的处理方法

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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。

⑤ 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。

⑥ 受溴腐蚀致伤 用苯或甘油清洗伤口，再用水冲洗。

⑦ 受磷灼伤 用 1% 硝酸银或 5% 硫酸铜清洗伤口，然后包扎。

⑧ 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。

⑨ 触电 首先切断电源，然后在必要时进行人工呼吸。

⑩ 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 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。

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	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（熔）剂、高压电气设备的失火等

⑪ 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，实验室必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、棉花棒等药品。

第二篇 基本操作与技能

实验一 常见仪器介绍及玻璃仪器的洗涤

一、实验目的

1. 认识无机及分析化学实验常用仪器的名称、规格与用途。
2. 学习并练习常用玻璃仪器的洗涤和干燥方法。
3. 掌握酒精灯的使用方法。

二、预习提示

1. 简述玻璃仪器的洗涤程序。
2. 在什么情况下需用铬酸洗液洗涤？
3. 实验用水与普通自来水有什么区别？
4. 使用酒精灯时应注意哪些问题？
5. 预习内容 实验室规则，安全知识，仪器的洗涤、干燥方式，实验用水的要求等。

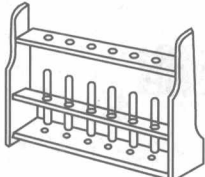
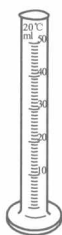
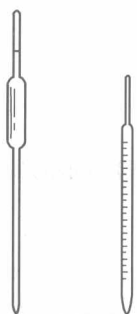
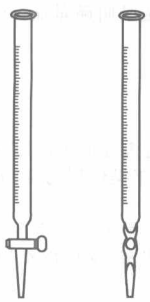
三、实验原理与技能

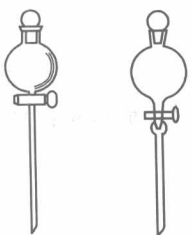
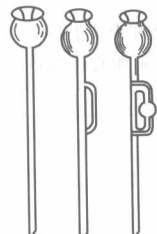
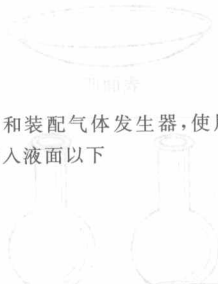
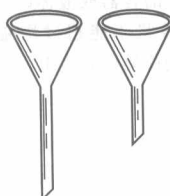
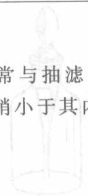
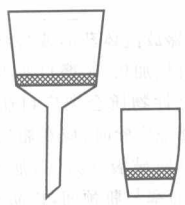
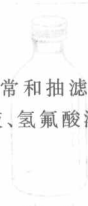
1. 无机及分析化学实验常用仪器介绍（见表 2-1）

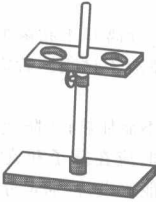
表 2-1 无机及分析实验常用仪器介绍

仪 器	材 质 与 规 格	使 用 说 明
 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。一般以容积表示规格，有 50mL、100mL、250mL、500mL、1000mL、2000mL 等几种	玻璃烧杯常用于大量物质的反应容器，可以加热。加热时烧杯底部要垫石棉网，所盛反应液体一般不能超过烧杯容积的 2/3。也可用于配制溶液 塑料质（聚四氟乙烯）烧杯常用作有强碱性溶剂或氢氟酸分解样品的反应容器。加热温度一般不能超过 200℃
 锥形瓶  碘量瓶	玻璃质，分硬质和软质、有塞（磨口）和无塞、广口和细口等几种。一般以容积表示规格，有 50mL、100mL、250mL、500mL 等几种	用作反应容器、接收容器、滴定容器（便于振荡）和液体干燥器等。加热时应垫石棉网或用水浴，以防破裂 有塞的锥形瓶又叫碘量瓶，在间接碘量法中使用
 试管  离心试管	玻璃质，分硬质试管和软质试管、普通试管和离心试管等几种。一般以容积表示规格，有 5mL、10mL、15mL、20mL、25mL 等几种。无刻度试管按外径（mm）×管长（mm）分类，有 8×70、10×75、10×100、12×100、12×120 等规格	试管常用作常温或加热条件下少量试剂的反应容器，便于操作和观察，也可用来收集少量的气体 离心试管主要用于沉淀分离。离心试管加热时可采用水浴，反应液不应超过容积的 1/2

续表

仪 器	材 质 与 规 格	使 用 说 明
 试管架	一般为木质、铝质或有机玻璃等材质,有不同形状和大小,用于放试管和离心试管	使用过的试管和离心试管应及时洗涤,以免放置时间过久而难于洗涤
 量筒	玻璃质,一般以容积表示规格,有5mL、10mL、25mL、50mL、100mL、500mL、1000mL等几种	量出容器。用于量取一定体积的液体。使用时不可加热;不可量取热的液体或溶液;不可作实验容器,以防影响容器的准确性 读取数据时,应将凹液面的最低点与视线置于同一水平上并读取与弯月面相切的数据
 移液管 吸量管	玻璃质,分单刻度大肚型和刻度管型两种,一般以容积表示规格,常量的有1mL、2mL、5mL、10mL、25mL、50mL等规格;微量的有0.1mL、0.25mL、0.5mL等几种	量出容器。精确量取一定体积的液体,不能移取热的液体。使用时注意保护下端尖嘴部位。具体使用方法见实验四
 容量瓶	玻璃质,一般以容积表示规格,有10mL、25mL、50mL、100mL、500mL、1000mL、2000mL等几种	量入容器。用于配制准确浓度的溶液。注意事项:①不能加热,不能代替试剂瓶用来存储溶液,以避免影响容量瓶容积的准确度;②为配制准确,溶质应先在烧杯内溶解后再移入容量瓶;③不用时应在塞子和旋塞处垫上纸片。具体使用方法见实验四
 酸式滴定管 碱式滴定管	玻璃质,有酸式和碱式两种,一般以容积表示规格,常见的有10mL、25mL、50mL、100mL等几种	用于滴定分析或量取较准确体积的液体。酸式滴定管还可用作柱色谱分析中的色谱柱。具体使用方法见实验十一、十二

仪 器	材 质 与 规 格	使 用 说 明
 分液漏斗 滴液漏斗	玻璃质,分球形、梨形、筒形和锥形等几种。一般以容积表示规格,有50mL、100mL、250mL、500mL等几种	分液漏斗用于分离互不相溶的液体,也可用于向某容器加入试剂。若需滴加,则需用滴液漏斗 注意事项:①不能加热;②防止塞子和旋塞损坏;③不用时应在塞子和旋塞处垫上纸片,以防其不能取出,特别是分离或滴加碱性溶液后,更应注意
 安全漏斗	玻璃质,分为直形、环形和球形	 用于加液和装配气体发生器,使用时应将漏斗颈插入液面以下
 长颈漏斗 短颈漏斗	玻璃质、搪瓷质或塑料质,分为长颈和短颈两种。一般以漏斗颈表示规格,有30mm、40mm、60mm、100mm、120mm等几种	用于过滤沉淀或倾注液体,长颈漏斗也可用于装配气体发生器。不能加热(若需加热,可用铜漏斗过滤),但可过滤热的液体。具体使用方法见实验六
 布氏漏斗	瓷质,常以直径表示其大小	 用于减压过滤,常与抽滤瓶配套使用。不能加热,滤纸应稍小于其内径。具体使用方法见实验六
 漏斗式 坩埚式 玻璃漏斗(砂芯漏斗)	是一类由颗粒状玻璃、石英、陶瓷或金属等经高温烧结,并具有微孔结构的过滤器。常用的是砂芯漏斗,它的底部是玻璃砂在873K左右烧结的多孔片。根据烧结玻璃孔径的大小分为6种型号	 用于过滤沉淀,常和抽滤瓶配套使用。不宜过滤浓碱溶液、氢氟酸溶液或热的浓磷酸溶液
 抽滤瓶	玻璃质,一般以容积表示规格,有50mL、100mL、250mL、500mL等几种	用于减压过滤,上口接布氏漏斗或玻璃漏斗,侧嘴接真空泵。不能加热

仪 器	材 质 与 规 格	使 用 说 明
 漏斗架	木制或铁制	过滤时用于承接漏斗,漏斗的高度可由漏斗架调节
 表面皿	玻璃质,一般以直径单位表示规格,有 45mm、65mm、75mm、90mm 等几种	多用于盖在烧杯上,防止杯内液体迸溅或污染。使用时不能直接加热
 平底烧瓶 圆底烧瓶 蒸馏烧瓶	通常为玻璃质,分硬质和软质,有平底、圆底、长颈、短颈、细口、厚口和蒸馏烧瓶等几种。一般以容积表示规格,有 50mL、100mL、250mL、500mL 等几种	用于化学反应的容器或液体的蒸馏。使用时液体的盛放量不能超过烧瓶容量的 $\frac{2}{3}$,一般固定在铁架台上使用
 滴瓶	通常为玻璃质,分无色和棕色(避光)两种。滴瓶上乳胶滴头另配。一般以容积表示规格,有 15mL、30mL、60mL、125mL 等几种	用于盛放少量液体试剂或溶液,便于取用。滴管为专用,不得弄脏弄乱,以防沾污试剂。滴管不能吸得太满或倒置,以防试剂腐蚀乳胶头
 细口瓶	通常为玻璃质,有磨口和不磨口、无色和有色(避光)之分。一般以容积表示规格,有 100mL、125mL、250mL、500mL、1000mL 等几种	磨口瓶用于盛放液体药品或溶液。注意事项:①不能直接加热;②磨口瓶不能放置碱性物质,因碱性物质会把广口瓶颈和塞粘住,作气体燃烧实验时,应在瓶底放薄层的水或沙子,以防破裂;③广口瓶不用时,应用纸条垫在瓶塞与瓶颈间,以防打不开;④磨口瓶与塞均配套,防止弄乱
 广口瓶	一般为玻璃质,有无色和棕色(避光)、磨口和光口之分。一般以容积表示规格,有 30mL、60mL、125mL、250mL、500mL 等几种	磨口瓶用于储存固体药品,广口瓶通常作集气瓶使用。注意事项同细口瓶