

高等学校“十二五”规划教材

# 无机及分析化学实验

WUJI JI FENXI  
HUAXUE SHIYAN

刘冰 徐强 主编  
陈厚 主审



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

# 无机及分析化学实验

刘 冰 徐 强 主编  
陈 厚 主审



化学工业出版社

·北京·

0808180

本书从实验与化学的关系出发,以实验在化学研究中的作用为线索,将无机及分析化学实验内容整合为:实验基础知识和基本技能、物质的分离与提纯、常用物理量及常数的测定、物质的制备、物质性质的研究和物质的检测六部分,共48个实验。

本书在编写过程中力图将实验操作训练放在更广阔的实验视野下,注重使学生在掌握基础知识和基本技能的同时,领悟化学实验研究的一般过程和方法,提高运用实验分析和解决问题的意识和能力。

本书可作为高等学校化学类、化工类、高分子材料与工程、材料类、生命科学类等专业的基础化学实验教材及参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验/刘冰,徐强主编. —北京:  
化学工业出版社,2015.7  
高等学校“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-122-24051-4

I. ①无… II. ①刘… ②徐… 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. ①O61-33②O65-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第106304号

责任编辑:宋林青  
责任校对:边涛

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:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张15 1/4 彩插1 字数380千字 2015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:29.80元

版权所有 违者必究

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

# 前 言

化学是一门以实验为基础的学科，化学科学的诞生和发展与实验密切相关。化学实验教学不仅要使学生获取化学知识、掌握实验操作技能，还要让学生学会利用化学实验开展化学研究的过程和方法、领悟科学精神和态度。

随着高校化学教学改革的深入，“化学实验课程体系应该从大化学的角度进行设置，还实验在化学中本来的独立地位，而不再是单纯地按照四大化学理论课简单地将整个大学化学实验教学人为地割裂开来”的观点，已得到了普遍认同。

依托陈厚教授主持的山东省高等学校教学改革立项重点项目“以应用型人才培养为主线，构建高分子材料与工程专业实践教学平台”（2012030），确立本教材的指导思想是：以本科阶段的总体培养目标为指导，围绕学生综合实践能力培养的系统性和整体性特征重组实验课程体系，将学生四年的化学实验进行统筹安排，实现四年化学实验“一体化”。

在这一思想的指导下，我们确定了采取由浅到深、循序渐进的方式开展“分阶段、多层次实验教学”的思路。

“分阶段、多层次实验教学”包括三个阶段：第一阶段，开设基础化学实验，包括一些实验的基础知识、基本技能和基本方法，力图使学生从整体上认识化学实验，培养必需的化学实验素养。第二阶段，开设综合化学实验，它是连接基础化学实验和研究性实验的桥梁，每个实验需要学生运用两个或两个以上学科的知识方可完成，着重培养和训练学生发现、分析和解决问题的综合实验能力。第三阶段，开展研究性实验，本阶段实验不单独设课，主要依托参与教师科研课题、开放实验室项目和大学生科技创新计划项目等环节完成，对学生有修读学分要求。

本教材定位于“分阶段、多层次实验教学”的第一个阶段——基础化学实验，第二阶段配套的教材《综合化学实验》也同期出版。

基于教学实践中的体会，结合当前无机及分析化学实验教学实际，本教材在以下方面有所创新。

## 1. 以实验在化学科学研究中的作用为突破口，确定教材内容框架

从实验与化学的关系出发，以实验在化学研究中的作用为线索，将整个教材内容分为：实验基础知识和基本技能、物质的分离与提纯、常用物理量及常数的测定、物质的制备、物质性质的研究和物质的检测六部分，将基础知识和基本操作融入各个专题实验中。

编者力图通过这样的编排体系，一方面能够打破无机化学和分析化学的学科界限，实现实验内容的有机融合；另一方面又能使学生在接受实验操作技能训练的同时，从整体上认识实验对于化学研究的重要作用，学习实验的基本思路和方法，为后续的综合化学实验奠定基础。

## 2. 改变了元素化学实验按周期表结构分族编排的传统做法

现有实验教材中涉及元素化学部分大多按照周期表结构，采取分族研究的体系进行编

排,这种编排方式在验证理论课所学知识方面的作用是显著的。但是,单纯的性质验证实验往往会影响学习的主动性和积极性。尤其对于实验课时较少的专业,元素化学部分的验证实验很容易使学生“走马观花”。

本教材从认识和研究物质性质的程序和方法角度出发,有机整合各族元素的性质,形成物质溶解性的研究、物质酸碱性与水解性的研究、物质氧化还原性的研究、含氧酸盐热稳定性的研究和配合物性质的研究等实验。力图通过这些实验,使学生在验证相关物质性质的同时,体会从各个角度理解物质性质的方法。

### 3. 在具体实验的撰写方面,强调在培养学生化学素养的视野下训练实验技能

如果学生掌握了实验技能,遇到新问题却不知道如何分离和鉴定物质,如何去研究一种物质,那么再熟练的实验技能都将无用武之地。因此,本教材在编写过程中着力将实验技能训练放在一个更广阔的实验视野下,注重使学生了解化学实验研究的一般过程和方法,逐步形成运用实验手段解决化学问题的基本实验能力,避免脱开化学实验素养的视野而抽离出具体的操作技能加以训练。

为此,在每个实验的具体编写过程中,尽可能改变直接列出实验原理和详细的实验步骤的做法,而是注重通过【方法引导】栏目以启发和层层设问的方式引导学生积极思考,在思考的过程中自主建构和理解实验步骤,使教材由关注“怎么做”转向关注“为什么这样做”,实现学生实验由“照方抓药”向“寻方制药”的转变。

同时,对于物质性质部分实验的编写,都遵循研究物质性质的一般思路,让学生经历作出预测、实验验证、解释现象和得出结论等环节,以促进学生形成科学的思维方式和正确的化学实验观。

### 4. 为培养学生自学能力搭建“脚手架”

自学能力是创新的基础,刚进入大学的学生在“自学什么”和“如何自学”方面尚需一定的引导。为此,本教材力图从以下两个方面为培养学生自学能力搭建“脚手架”:

①每个实验之后的思考题都附有参考答案,便于学生课后自学巩固实验内容;

②部分实验之后设有【拓展性实验资源】栏目,为学有余力的学生进行课后拓展性自学提供素材,也可供各学校在使用教材时根据学时安排、学生水平和实验条件灵活选择。

### 5. 增加实验安全图标,注重安全意识的培养

保证实验安全是顺利开展实验的前提。本教材除了在第一部分的实验基本常识中介绍了实验安全知识外,在每个实验的实验过程之前都以警示图标的形式呈现了与本实验相关的实验安全标志,以提示学生在实验过程中随时注意安全问题,并在附录1中对每个实验安全标志的含义作了说明。

本书由刘冰拟定编写提纲,确定编写的总体指导思想、编写原则和实验的编写体例。参加具体实验编写的人员如下:刘冰(实验4、实验6、实验15、实验23~31)、姜玮(实验1、实验2、实验10~14)、祝丽荔(实验7~9、实验17~22)、徐强(实验40~42)、徐慧(实验3、实验45~47)、陈玉静(实验16、实验32、实验33、实验43、实验44、实验48)、侯法菊(实验5、实验34~39)。全书由刘冰和徐强修改定稿。本书由陈厚教授主审,从教材的整体构思到具体撰写都提出了许多宝贵的意见,对此表示深切的谢意。

在教材编写过程中,得到了山东省高等学校教学改革重点项目(2012030)、山东省名校工程建设项目、鲁东大学应用型人才培养改革与建设项目(412-20140407)的资助。化学工业出版社的编辑也一直关注和指导本书的编写工作,在此表示衷心的感谢。同时,编写过程

中参考了有关教材以及国内外相关文献资料，鲁东大学无机及分析化学教研室张丕俭教授、高善民教授、吕菊波副教授提出了宝贵意见，一并表示感谢。

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

刘冰

2014年12月于鲁东大学

# 目 录

## CONTENTS

<b>第一部分 实验基础知识和基本技能</b> .....	1
一、实验基本常识 .....	1
二、实验室常用仪器简介及使用链接 .....	6
三、实验现象与实验数据的记录、处理与表达 .....	15
实验 1 仪器认领洗涤与试剂取用 .....	23
实验 2 加热操作和玻璃管加工练习 .....	28
实验 3 天平称量练习 .....	32
实验 4 溶液的配制 .....	39
实验 5 滴定分析基本操作练习 .....	46
<b>第二部分 物质的分离与提纯</b> .....	53
实验 6 粗食盐的提纯(化学沉淀法) .....	55
实验 7 海带中碘元素的分离(萃取法) .....	62
实验 8 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 的分离(纸色谱法) .....	66
实验 9 水的净化(离子交换法) .....	68
<b>第三部分 常用物理量及常数的测定</b> .....	73
实验 10 二氧化碳相对分子质量的测定(气体相对密度法) .....	73
实验 11 摩尔气体常数的测定 .....	77
实验 12 $\text{I}_3^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{I}^-$ 平衡常数的测定 .....	80
实验 13 醋酸解离度和解离平衡常数的测定(pH法) .....	83
实验 14 化学反应速率常数和活化能的测定 .....	87
实验 15 硫酸铜晶体结晶水含量的测定 .....	91
实验 16 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物稳定常数的测定 .....	96
<b>第四部分 物质的制备</b> .....	101
实验 17 硝酸钾的制备(转化法) .....	102
实验 18 莫尔盐的制备(复盐的制备方法) .....	105
实验 19 微乳液法制备硫化镉纳米粒子(纳米材料的制备方法) .....	109
实验 20 高锰酸钾的制备(固体碱熔氧化法) .....	112
实验 21 三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备(配合物的制备方法) .....	115
实验 22 碱式碳酸铜的制备(制备反应条件的探究与控制) .....	117
<b>第五部分 物质性质的研究</b> .....	121
实验 23 物质溶解性的研究 .....	122
实验 24 物质酸碱性与水解性的研究 .....	126
实验 25 物质氧化还原性的研究 .....	129

实验 26	含氧酸盐热稳定性的研究	134
实验 27	配合物性质的研究	136
实验 28	缓冲溶液性质的研究	140
实验 29	某确定物质性质的研究(以过氧化氢为例)	143
<b>第六部分</b>	<b>物质的检测</b>	<b>147</b>
实验 30	混合离子的分离与鉴定	147
实验 31	茶叶中某些元素的鉴定	152
实验 32	盐酸标准溶液配制标定及工业纯碱总碱度测定	155
实验 33	NaOH 标准溶液配制标定及硫酸铵中氮含量测定	157
实验 34	酸碱滴定法测定甲醛含量	159
实验 35	非水滴定法测定胺基含量	161
实验 36	EDTA 标准溶液的配制标定及自来水总硬度测定	163
实验 37	轻质碳酸钙中碳酸钙含量的测定	166
实验 38	EDTA 标准溶液配制标定及铋、锌含量的连续测定	167
实验 39	钛白粉中二氧化钛含量的测定	169
实验 40	高锰酸钾标准溶液配制标定及 $H_2O_2$ 含量的测定	171
实验 41	重铬酸钾法测定铁矿石中全铁量	173
实验 42	$Na_2S_2O_3$ 标准溶液配制标定及铜盐中铜含量的测定	176
实验 43	葡萄糖含量的测定	178
实验 44	溴加成法测定碳碳双键	180
实验 45	可溶性氯化物中氯含量的测定	183
实验 46	有机化合物中氯含量的测定	185
实验 47	氯化钡中钡含量的测定	189
实验 48	邻二氮菲吸光光度法测定微量铁	195
<b>思考题参考答案</b>		<b>199</b>
<b>附录</b>		<b>215</b>
附录 1	实验安全图标	215
附录 2	不同温度下水的饱和蒸气压	215
附录 3	常见难溶化合物的溶度积	219
附录 4	常见氢氧化物沉淀的 pH	220
附录 5	常用酸碱的相对密度和浓度(20℃)	220
附录 6	常用弱电解质的解离常数	221
附录 7	标准电极电势	222
附录 8	常见配离子的稳定常数	227
附录 9	某些试剂溶液的配制	228
附录 10	常用基准物质的干燥条件及应用	232
附录 11	常见离子鉴定方法	232
<b>参考文献</b>		<b>235</b>

# 第一部分 实验基础知识和基本技能

## 一、实验基本常识

### 1. 无机及分析化学实验的目的

在无机及分析化学的学习中，实验占有极其重要的地位，是基础化学实验平台的重要组成部分。

无机及分析化学实验作为一门独立设置的课程，突破了原无机化学和分析化学实验分科设课的界限，旨在充分发挥无机及分析化学实验教学在提高学生实验素养和培养创新能力中的独特地位。通过实验，要达到以下几个方面的目的。

① 增强对物质变化的感性知识，掌握重要化合物的制备、分离提纯和分析方法，加深对基本知识和基本理论的理解，了解实验室工作的有关知识。

② 熟练地掌握一些基本实验操作技能，例如加热、称量、滴定等，学会正确选择和使用无机和分析化学实验中的常见仪器。

③ 学会控制变量、提出假设、推理等科学方法，培养观察能力、对实验现象的归纳分析能力以及正确处理和表达实验结果的能力。

④ 体会实验在化学研究中的作用，领悟实验研究的一般思路和方法，能够有意识地把实验作为获取化学知识的重要手段，将实验研究的思路和方法主动地运用于对新知识的探究中，培养用实验方法获取新知识的能力。

⑤ 培养实事求是的科学态度，严谨、条理等良好的科学学习习惯以及科学的思维方法，培养团队合作精神，养成良好的实验室工作习惯。

### 2. 无机及分析化学实验的要求

要很好地完成实验任务，达到上述实验目的，除了应有正确的学习态度外，还要做好以下几个环节。

#### (1) 预习

为了使实验顺利有效进行，实验前必须进行预习，通过阅读教材和参考资料，明确实验的目的与要求，理解实验原理，了解需用的仪器和装置的名称及性能，掌握主要的试剂和产物的理化常数及反应方程式，弄清操作步骤和注意事项，设计好数据记录格式，写出简明扼要的预习报告。

#### (2) 实验

在教师指导下独立进行实验是实验课的主要教学环节，是提高学生实验素养的重要手段。实验过程要求做到以下几点。

① 提前 10min 进入实验室，做好实验前准备。实验开始前先清点仪器设备，如发现缺

损，应立即报告教师，并按规定手续补领。实验过程中如有仪器破损，应及时报告并按规定手续换取新仪器。

② 实验过程中要注意安全，爱护仪器，节约水、电、试剂，保护环境。在实验中设置了安全图标，要注意按照安全图标提示进行实验操作。按试剂及药品使用规则取用试剂，实验中的废弃物应倒入废液缸中或分别放在指定的地点，严禁投入或倒入水槽内，以防水槽和下水管堵塞、腐蚀或污染环境。严格按照操作规程使用精密仪器。如发现仪器有故障，应立即停止使用，并及时报告指导教师。

③ 实验时应保持实验室和桌面的整洁。遵守公共实验台药品取用的规定，实验器材、仪器及药品不能乱丢乱放。

④ 实验时应根据教材中【方法引导】栏目弄清原理后，有的放矢地操作，避免“照方抓药”。若自行提出新的实验方案，应与指导教师讨论确定后方可进行实验。

⑤ 实验过程中集中精力，认真操作，仔细观察实验现象，及时将实验现象和数据如实记录在专门的记录本上。实验记录交由教师审阅批准后方可离开。

⑥ 实验结束后，清洗、整理好仪器和药品，检查水、电、煤气及门窗，经教师允许后离开实验室。

⑦ 实验室内的一切物品（仪器、试剂和产品）均不得带出实验室。

### (3) 实验报告

实验结束后，应及时完成实验报告，并在规定时间内交指导教师批阅。实验报告应简明扼要。具体撰写要求请见“三、实验现象与实验数据的记录、处理与表达”。

## 3. 实验室用水要求

水是实验室常用的良好溶剂，溶解能力强，作各种溶剂和用于洗涤仪器等。下面介绍几种实验室常见用水如自来水、蒸馏水、去离子水、电渗析水及特殊需求用水的制备、使用注意事项等。在实验过程中应按照实验要求正确选择实验用水。确保实验数据的准确性和科学性。

蒸馏水、去离子水、电渗析水等经过精制纯化的水为纯化水。纯化水分为一级、二级、三级，其电阻率应分别等于或大于  $10\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 、 $1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$  和  $0.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

一级水用于有严格要求的分析实验，包括对颗粒有要求的实验，如高压液相色谱分析用水。一级水可用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后，再经  $0.2\mu\text{m}$  微孔滤膜过滤来制取。

二级水用于痕量分析等实验，如原子吸收光谱分析用水，二级水可用多次蒸馏、石英亚沸蒸馏或离子交换等方法制取。

三级水用于一般分析化学实验。三级水可用蒸馏或离子交换等方法制取。

### (1) 自来水

自来水一般 pH 为  $6.5\sim 8.0$ ，含有较多的  $\text{Ca}^{2+}$  ( $10\sim 150\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )、 $\text{Mg}^{2+}$  ( $1\sim 60\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )、 $\text{Na}^{+}$  ( $0.2\sim 20\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )、 $\text{K}^{+}$  ( $0.1\sim 10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )，由于一般加氯消毒，因此含有较多的  $\text{Cl}^{-}$  ( $0.2\sim 50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )。

自来水一般用作实验仪器的初步清洗、无特殊要求的定性实验及蒸馏水、去离子水、电渗析水的水源。

市面上出售的矿泉水、纯净水也可以用作实验用水。矿泉水的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$  一般低于自来水，但高于纯净水，可用于实验仪器的初步清洗、无特殊要求的定

性实验。纯净水某些指标与蒸馏水、去离子水相当或稍高，可用于稍高要求的实验。

## (2) 蒸馏水

通过加热使水变为蒸汽然后冷却后收集的水为蒸馏水。蒸馏分单蒸馏和重蒸馏，在天然水或自来水没有污染的情况下，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，水的电阻率很低，达不到  $M\Omega \cdot \text{cm}$  级，不能满足许多新技术的需要。为了使单蒸馏水达到纯度指标，必须通过二次蒸馏，又称重蒸馏。一般情况下，经过二次蒸馏，能够除去单蒸馏水中的杂质，在一周时间内能够保持纯水的纯度指标不变。

另外，蒸馏水的出水管使用前应洗刷干净，用蒸馏水充分冲洗，保持通畅，并将内部洗刷干净，更换新鲜水；在烧制蒸馏水的过程中，每个环节都应避免手或其它未经新鲜蒸馏水冲洗过的器具与蒸馏水的接触，弃去头尾蒸出的水；注意出水流量的大小，一般可以用手测冷凝器外壳底部的温度，感到微烫 ( $\geq 65^\circ\text{C}$ ) 时，效果最佳；烧制完毕，待冷凝器冷却后需将锅内余水排尽，以防存水产生细菌。

## (3) 去离子水

用离子交换法制得的实验用水，常称为去离子水或离子交换水。出水水质高于蒸馏水塔蒸馏出的蒸馏水水质，仅含  $0.01\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶解型溶质。

离子交换法能除去原水中绝大部分盐、碱和游离酸，但不能完全除去有机物和非电解质，因此最好利用市售的普通蒸馏水或电渗水替代原水，进行离子交换处理而制备去离子水。此法可以获得十几  $M\Omega \cdot \text{cm}$  的去离子水，但因有机物无法去掉，TOC 和 COD 值往往比原水还高。另外，在生产 200kg 去离子水后，树脂一定要再生，否则，达不到纯水的纯度指标。所以离子交换水性能不稳定，要注意由于连续制水而树脂没有及时再生所造成的水质下降，还要注意用 HCl 和 NaOH 溶液使树脂再生后，由于没有清洗干净而引入  $\text{Cl}^-$  和  $\text{Na}^+$  对去离子水的影响。

## (4) 电渗析水

在电渗析过程中能除去水中电解质杂质，但对弱电解质去除效率低，它在外加直流电场作用下，利用阴、阳离子交换膜分别选择性地允许阴、阳离子透过，使一部分离子透过离子交换膜迁移到另一部分水中去，从而使一部分水纯化，另一部分水浓缩，再与离子交换法联用，可制得较好的实验用纯水。

## (5) 特殊需求用水

### ① 无二氧化碳水

煮沸法制备：将蒸馏水或去离子水煮沸至少 10min，或使水量蒸发 10% 以上，加盖放冷即可制得无二氧化碳水。

曝气法制备：将惰性气体或纯氮通入蒸馏水或去离子水至饱和，即得无二氧化碳水。制得的无二氧化碳水应储存于一个附有碱石灰管的橡皮塞盖严的瓶中。

### ② 无砷水

一般蒸馏水或去离子水多能达到基本无砷要求。应避免使用软质玻璃（钠钙玻璃）制成的蒸馏器，进行痕量砷的分析时，应使用石英蒸馏器和聚乙烯的离子交换树脂柱管和储水瓶。

### ③ 无铅（无重金属）水

用氢型强酸性阳离子交换树脂柱处理原水，即可制得无铅纯水。储水器应预先进行无铅处理，用  $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硝酸溶液浸泡过夜后用无铅水洗净使用。

### ④ 不含有机物的蒸馏水

加少量高锰酸钾碱性溶液于水中，使水呈红紫色，再以全玻璃蒸馏器进行蒸馏制得（整个过程应使水呈红紫色，否则应随时补加高锰酸钾）。

## 4. 试剂及药品使用规则

### (1) 化学试剂的规格

常用化学试剂根据纯度的不同分不同的规格，表 1-1 列出了常用化学试剂等级表示方法及适用范围。

表 1-1 试剂的规格与适用范围

试剂等级	等级名称	等级缩写	瓶标颜色	适用范围
一级	优级纯	GR	绿色	纯度最高,适用于最精密的分析研究
二级	分析纯	AR	红色	纯度较高,适用于精确的微量分析,为分析实验室广泛应用
三级	化学纯	CP	蓝色	纯度略低,适用于一般的微量分析,要求不高的工业分析和快速分析
四级	实验试剂	LR	棕黄色或其它颜色	纯度较低,但高于工业用试剂,适用于一般的定性检验

除上述一般试剂外，还有一些特殊要求的试剂，如指示剂和超纯试剂（如电子纯、光谱纯、色谱纯）等，这些都会在瓶标签上注明，使用时请注意。

### (2) 化学试剂的保存

化学试剂中的部分试剂具有易燃、易爆、腐蚀性或毒性等特性，化学试剂除使用时注意安全和按操作规程操作外，保管时也要注意安全，要防火、防水、防挥发、防曝光和防变质。

化学试剂的保存，应根据试剂的毒性、易燃性、腐蚀性和潮解性等各不相同的特点，采用不同的保存方法。

#### ① 一般单质和无机盐类的固体

放在试剂柜内，无机试剂要与有机试剂分开存放，危险性试剂应严格管理，必须分类隔开放置，不能混放在一起。

#### ② 易燃物质

应单独存放，要注意阴凉通风，特别要注意远离火源。实验中常用的有苯、乙醇、乙醚和丙酮等。

无机物中如硫黄、红磷、镁粉和铝粉等，着火点都很低，也应注意单独存放。存放处应通风、干燥。白磷在空气中可自燃，应保存在水里，并放于避光阴凉处。

#### ③ 遇水燃烧的试剂

金属锂、钠、钾、电石和锌粉等，可与水剧烈反应，放出可燃性气体。锂要用石蜡密封，钠和钾应保存在煤油中，电石和锌粉等应放在干燥处。

#### ④ 强氧化剂

氯酸钾、硝酸盐、过氧化物、高锰酸盐和重铬酸盐等都具有强氧化性，当受热、撞击或混入还原性物质时，就可能引起爆炸。保存这类物质时，一定不能与还原性物质或可燃物放在一起，应存放在阴凉通风处。

#### ⑤ 见光分解的试剂及与空气接触易氧化的试剂

见光分解的试剂，如硝酸银、高锰酸钾等；与空气接触易氧化的试剂，如氯化亚锡、硫

酸亚铁等，都应存于棕色瓶中，并放在阴凉避光处。

#### ⑥ 容易侵蚀玻璃的试剂

如氢氟酸、含氟盐、氢氧化钠等应保存在塑料瓶内。

#### ⑦ 剧毒试剂

如氰化钾、三氧化二砷（砒霜）、升汞等，应由专人妥善保管，取用时应严格做好记录，以免发生事故。

## 5. 化学实验室安全守则

化学实验室中很多试剂易燃、易爆，具有腐蚀性或毒性，存在着不安全因素。所以进行化学实验时，必须重视安全问题，绝不可麻痹大意。实验前要仔细阅读实验室中的安全注意事项，根据安全图标提示进行实验。在实验过程中，要遵守以下安全守则。

① 实验室内严禁吸烟、饮食、大声喧哗、打闹。

② 洗液、强酸、强碱等具有强烈的腐蚀性，使用时应特别注意，避免溅在皮肤和衣服上。

③ 有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内进行，嗅闻气体时，应用手轻拂气体，把少量气体扇向自己再闻，不能将鼻孔直接对着瓶口。

④ 挥发和易燃物质的实验，必须远离火源。

⑤ 加热试管时，不要将试管口对着自己或他人，也不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出受到伤害。

⑥ 有毒试剂（如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸盐等）严禁进入口内或接触伤口，也不能随便倒入水槽，应倒入回收瓶回收处理。

⑦ 稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢注入水中，并不断搅动，切勿将水倒入浓硫酸中，以免迸溅，造成灼伤。

⑧ 禁止随意混合各种试剂药品，以免发生意外事故。

⑨ 实验完毕，将实验台面整理干净，洗净双手，关闭水、电、气等阀门后离开实验室。

## 6. 实验室意外事故的应急处理办法

### （1）化学药品中毒的应急处理

化学药品中毒，要根据化学药品的毒性特点及中毒程度采取相应措施，并及时送医院治疗。吸入有毒物质时，应先将中毒者转移到室外，解开衣领和纽扣，让患者进行深呼吸，必要时进行人工呼吸，立即送医院治疗。

### （2）化学药品灼伤的应急处理

化学药品灼伤时，要根据药品性质及灼伤程度采取相应措施。

① 若试剂进入眼中，切不可用手揉眼，应先用抹布擦去溅在眼外的试剂，再用水冲洗。若是碱性试剂，需再用饱和硼酸溶液或1%醋酸溶液冲洗；若是酸性试剂，需先用碳酸氢钠稀溶液冲洗，再滴入少许蓖麻油。若一时找不到上述溶液而情况危急时，可用大量蒸馏水或自来水冲洗，再送医院治疗。

② 当皮肤被强酸灼伤时，首先应用大量水冲洗10~15min，以防止灼伤面积进一步扩大，再用饱和碳酸氢钠溶液或肥皂液进行洗涤。但是，当皮肤被草酸灼伤时，不宜使用饱和碳酸氢钠溶液进行中和，这是因为碳酸氢钠碱性较强，会产生刺激。应当使用镁盐或钙盐进行中和。

③ 当皮肤被强碱灼伤时，尽快用水冲洗至皮肤不滑为止。再用稀醋酸或柠檬汁等进行中和。但是，当皮肤被生石灰灼伤时，则应先用油脂类的物质除去生石灰，再用水进行冲洗。

④ 当皮肤被液溴灼伤时，应立即用2%硫代硫酸钠溶液冲洗至伤处呈白色；或先用酒精冲洗，再涂上甘油。眼睛受到溴蒸气刺激不能睁开时，可对着盛酒精的瓶内注视片刻。

⑤ 当皮肤被酚类化合物灼伤时，应先用酒精洗涤，再涂上甘油。

### (3) 起火与爆炸的应急处理

实验室起火或爆炸时，要立即切断电源，打开窗户，熄灭火源，移开尚未燃烧的可燃物，根据起火或爆炸原因及火势采取不同方法灭火并及时报告。

#### ① 灭火方法

- 地面或实验台面着火，若火势不大，可用湿抹布或沙土扑灭。
- 反应器内着火，可用灭火毯或湿抹布盖住瓶口灭火。
- 有机溶剂和油脂类物质着火，火势小时，可用湿抹布或沙土扑灭，或撒上干燥的碳酸氢钠粉末灭火；火势大时，必须用二氧化碳灭火器、泡沫灭火器或四氯化碳灭火器扑灭。
- 电起火，立即切断电源，用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器灭火（四氯化碳蒸气有毒，应在空气流通的情况下使用）。
- 衣服着火，切勿奔跑，应迅速脱衣，用水浇灭；若火势过猛，应就地卧倒打滚灭火。

#### ② 烧伤的应急处理

应根据烧伤的程度，采取不同的方法进行救治。烧伤现场急救的基本原则如下。

- 迅速脱离致伤源。迅速脱去着火的衣服或采用水浇灌或卧倒打滚等方法熄灭火焰。切忌奔跑喊叫，以防增加头面部、呼吸道损伤。
- 立即冷疗。冷疗是用冷水冲洗、浸泡或湿敷。在6h内有较好的效果。冷却水的温度控制在10~15℃为宜，冷却时间要0.5~2h。
- 保护创面。现场烧伤创面无须特殊处理。尽可能保留水疱皮完整性，不要撕去腐皮，同时用干净的纱布进行简单的包扎即可。
- 立即送到医院进行进一步治疗。

#### (4) 烫伤的应急处理

烫伤时，如伤势较轻，涂上苦味酸或烫伤软膏即可；如伤势较重，不能涂烫伤软膏等油脂类药物，可撒上纯净的碳酸氢钠粉末，并立即送医院治疗。

#### (5) 玻璃割伤的应急处理

化学实验室中最常见的外伤是由玻璃仪器或玻璃管的破碎引发的。作为紧急处理，首先应止血，以防大量流血引起休克。原则上可直接压迫损伤部位进行止血。

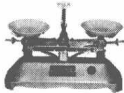
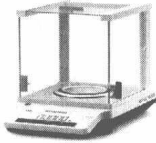




由玻璃仪器造成的外伤，首先必须检查伤口内有无玻璃碎片，以防压迫止血时将碎玻璃片压深。若有碎片，应先用镊子将玻璃碎片取出，再用消毒棉花和硼酸溶液或双氧水洗净伤口，然后涂上红汞或碘酒（两者不能同时使用）并包扎好。若伤口太深，可在伤口上方约10cm处用纱布扎紧，压迫止血，并立即送医院治疗。

## 二、实验室常用仪器简介及使用链接

熟悉仪器的用途和使用方法，并能在实验过程中正确选择和使用仪器，是做好无机及分析化学实验的基础。为了使同学们更好地认识无机及分析化学实验中常用的普通实验仪器，下面以某个制备实验为线索来展开对仪器的简单介绍，详细的操作可按使用链接所示进行查阅。


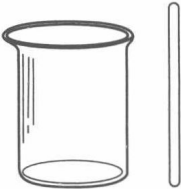
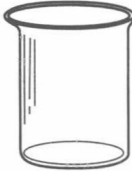


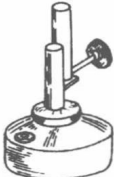
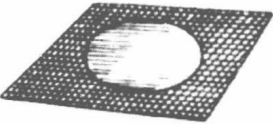

在由反应物到产物的制备实验中，通常要涉及实验前准备、获取反应物、控制反应条件、得到生成物和对生成物进行检验等过程，而在这些过程中又会用到试剂的储存容器和反应容器。按照这种思路，将无机及分析化学实验中常用仪器列于表 1-2。

表 1-2 无机及分析实验常用仪器简介

实验环节	可能涉及的操作	相关仪器名称	样图	仪器使用与操作链接
实验前准备	仪器的洗涤和干燥	略 <sup>①</sup>	略	实验 1
获取反应物	固体试剂的称量	托盘天平		实验 3
		电子天平		
		称量瓶		
	液体体积的度量	量筒		实验 4
		移液管		
		吸量管		

① 因不同实验涉及的仪器将在后续介绍，故此处省略。

续表

实验环节	可能涉及的操作	相关仪器名称	样图	仪器使用与操作链接
获取反应物	研磨	研钵		实验 15
	固体溶解	烧杯、玻璃棒		实验 6
	配制溶液	烧杯		实验 4
		容量瓶		
控制反应条件	直接加热	酒精灯		实验 2
		酒精喷灯 (煤气灯)		
		石棉网		
		三脚架		

续表

实验环节	可能涉及的操作	相关仪器名称	样图	仪器使用与操作链接
控制反应条件	电加热器加热	电热套		实验 2
		电热板		
		马弗炉		
	热浴间接加热	水浴锅	 	实验 15
		油浴锅		
		沙浴盘		
	高温灼烧	坩埚		实验 7
		坩埚钳		
		泥三角		
控制 pH	pH 试纸		实验 13	
	pH 计			
	表面皿			