

高等学校教材

大学化学实验

DAXUE HUAXUE SHIYAN

陈 华 蒲雪梅 主编



化学工业出版社

高等学校教材

大学化学实验

陈 华 蒲雪梅 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要包括无机化学实验和化学分析实验,是两者的综合交叉,并按照基础性—综合性—设计性三个层次推进实验内容。全书共分4章,包括化学实验基础知识、化学实验基础理论与基本技术、基础实验和综合设计实验。与国内其他同类教材相比,本书在实验内容方面强调和注重“研究性特色”,从基础实验着手,在实验内容中注重研究能力的训练和培养,以满足实施以学生为主体、教师为主导的启发式和研究式的实验教学,满足培养创新型人才的需要。此外,在实验内容选择方面还兼顾一些专业特色和前沿性,以确保实验内容的特色性和先进性。

本书可作为高等院校化学、化工、生物、药学、医学、食品、材料、环境、高分子等相关专业的基础化学实验教材,也可供相关领域的科研技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/陈华,蒲雪梅主编. —北京:化学工业出版社,2010.8

高等学校教材

ISBN 978-7-122-08902-1

I. 大… II. ①陈…②蒲… III. 化学实验-高等学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第116363号

责任编辑:宋林青

文字编辑:糜家铃

责任校对:徐贞珍

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12 $\frac{3}{4}$ 字数319千字 2010年8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:22.00元

版权所有 违者必究

前 言

实验教学是化学化工类专业本科教学的重要组成部分，是提高学生的综合素质、培养学生的创新精神与实践动手能力的重要途径。为适应当今学科综合发展和学科交叉渗透对人才思维方式综合化、多样化培养的要求，大学化学实验内容是两个二级学科（无机化学和分析化学）的综合交叉。

本教材的编写遵循“以学生为中心、以教师为主导，加强基本技能训练，促进研究和创新意识培训”的实验教学改革指导思想，按基础性—综合性—设计性三个层次推进实验内容。与国内其他同类教材相比，本教材的主要特色是：改革以往教材“照方抓药”、“依葫芦画瓢”的实验内容，从基础实验着手，在实验内容中注重研究性能力的初步训练和培养，以从根本上实施以学生为主体、教师为主导的启发式和研究式的实验教学，主要表现在以下四方面。

1. 实验内容中对称量、移取和配制溶液的器皿将不再明确指出，而是用有效数字来代表，学生应该根据有效数字的位数来准确选择所需精度的玻璃器皿（如量筒或移液管；试剂瓶或容量瓶）和称量工具（如万分之一的电子天平或十分之一的天平），强化学生对“量”的理解和掌握。

2. 每一个实验都增加了“研究性探索”内容。一些研究性探索要求学生根据所学理论知识和资料查询做出选择和判断，才能继续下面的实验步骤；一些研究性探索要求学生在实验完成后结合实验结果并查询资料做进一步总结和拓展分析。

3. 强调学生学习的主动性和自学能力。本教材在每一个实验中都增加了“预习要点及实验目的”，让学生通过“查、看、思考”式的预习过程来理解实验原理、实验步骤、难点、重点，而且一些“研究性探索”内容也要求学生在实验前必须进行相关的预习和资料查询，以确保在安排的课时内能够完成规定的实验内容，并达到将有限的实验课时向课前、课后延伸的目的。

4. 科研与教学的结合。把教师科研工作中的成熟结果或文献中的有关先进成果经改造后引入到基础实验教学内容中。

本书由陈华和蒲雪梅主编，并参与全部实验的编写、修订及负责全书的统稿审定。其中，第1章、实验一、实验二、实验二十六、实验四十一、附录2~4、附录10~15由蒲雪梅编写，第1章（1.3节无机化学部分）和第2章由郝艳静编写，实验三~实验八、实验十、实验十四、实验二十三、实验四十五、实验五十、附录1、附录5~9由曹红梅编写，实验九、实验十一~实验十三，实验十五~实验二十二由李桂英编写，实验二十五、实验三十、实验三十五、实验三十七、实验三十九、实验四十二、实验四十四由周翠松编写，实验

二十七~实验二十九、实验三十二、实验三十四、实验三十六、实验三十八、实验四十、实验四十三由杜娟编写，实验四十七、实验四十八、实验五十一和实验五十二由李方编写，实验四十九和实验五十三由吴迪编写，实验二十四和实验四十六由曾红梅编写，实验三十一和实验三十三由蒲雪梅和周翠松共同编写。

本书在编写过程中还参考和借鉴了其他院校和老师编写的相关书籍，受益匪浅，在此表示最诚挚的谢意！

我们希望本书能对化学及相关学科的大学化学实验教学工作起到积极推动作用，但由于作者能力和水平的限制，书中难免有不当之处，恳请各位专家和读者批评指正。

我们相信大家的宝贵意见和建议，可以帮助我们在今后把教材和教学工作做得更好！

编者于四川大学
2010年4月

目 录

第 1 部分 化学实验基础知识与基本技术

第 1 章 化学实验基础知识	1	2.2.1 化学试剂的规格	24
1.1 绪论	1	2.2.2 化学试剂的存放	24
1.1.1 大学化学实验的学习目的	1	2.2.3 实验室用水	25
1.1.2 大学化学实验的学习方法	1	2.2.4 纯水的制备	25
1.2 实验室规则和安全常识	5	2.3 实验基本技术	26
1.2.1 实验室规则	5	2.3.1 化学试剂的取用	26
1.2.2 化学实验室安全守则	5	2.3.2 固体的研磨	28
1.2.3 实验室一般事故的处理常识	6	2.3.3 实验室常用加热工具及方法	28
1.2.4 化学实验室的灭火常识	6	2.3.4 溶解、蒸发和结晶	30
1.2.5 实验室三废处理常识	7	2.3.5 固液分离	31
1.3 无机及分析化学实验常用工具书	8	2.3.6 固体的干燥	33
1.3.1 无机及分析化学实验常用手册和参 考书	8	2.3.7 气体的发生、净化和收集	34
1.3.2 无机及分析化学常用期刊	10	2.3.8 试管实验基本技术	36
1.3.3 常用化学信息网址资料	12	2.4 滴定分析基本操作	37
1.4 实验数据的处理	14	2.4.1 移液管、吸量管及其使用	37
1.4.1 有效数字	14	2.4.2 容量瓶及其使用	39
1.4.2 实验数据的记录与异常数据的 处理	14	2.4.3 滴定管及其滴定操作	40
1.4.3 误差分析	15	2.5 重量分析基本技术	43
1.4.4 实验结果的表示——置信区间	17	2.5.1 试样的溶解	43
第 2 章 化学实验基础理论与基本 技术	18	2.5.2 沉淀	44
2.1 化学实验室常用仪器及设备	18	2.5.3 沉淀的过滤和洗涤	44
2.1.1 化学实验常用仪器介绍	18	2.5.4 沉淀的干燥和灼烧	45
2.1.2 玻璃仪器的洗涤	22	2.6 常用仪器的操作和使用	47
2.1.3 玻璃仪器的干燥	23	2.6.1 比重计	47
2.2 化学试剂及实验用水	24	2.6.2 电子天平	47
		2.6.3 酸度计	50
		2.6.4 分光光度计	53
		2.6.5 电导率仪	55

第二部分 无机及分析化学实验

第 3 章 基础实验	58	实验六 凝固点降低法测定尿素相对分子 质量	66
实验一 分析天平称量练习	58	实验七 化学反应焓变的测定	67
实验二 强酸、强碱溶液的配制及相互 滴定	59	实验八 化学反应速率及活化能的测定	69
实验三 溶液的性质和配制	61	实验九 电离平衡	71
实验四 硝酸钾的制备	64	实验十 醋酸电离常数和电离度的测定	73
实验五 甲酸铜的制备	65	实验十一 沉淀平衡	75

实验十二	离子交换法制备纯水	77	实验三十五	过氧化氢含量的测定	130
实验十三	氧化还原与电化学	79	实验三十六	重铬酸钾法测定水样中的化学耗氧量 (COD)	131
实验十四	磺基水杨酸与三价铁离子配合物的组成及稳定常数的测定	81	实验三十七	高锰酸钾法间接测定补钙剂中的钙含量	133
实验十五	s 区元素化合物的性质	83	实验三十八	直接碘量法测定维生素 C	134
实验十六	p 区元素化合物的性质 (一)	87	实验三十九	碘量法测定葡萄糖	135
实验十七	p 区元素化合物的性质 (二)	93	实验四十	重铬酸钾法测定铁矿石中的铁含量 (无汞测铁法)	137
实验十八	p 区元素化合物的性质 (三)	97	实验四十一	苯酚含量的测定	138
实验十九	d 区元素化合物的性质 (钒、钛、钼、钨、铬、锰)	101	实验四十二	莫尔法测定氯化物中的氯含量	140
实验二十	d 区元素化合物的性质 (铁、钴、镍)	105	实验四十三	重量分析法测定 BaCl ₂ ·2H ₂ O 中的钡含量	141
实验二十一	ds 区元素化合物的性质 (铜、银、锌、汞)	108	实验四十四	钢铁中镍含量的测定	144
实验二十二	配合物的性质	111	第 4 章 综合与设计实验		146
实验二十三	三氯化六氨合钴 (Ⅲ) 的合成	114	实验四十五	三草酸根合铁 (Ⅲ) 酸钾的制备及组成的测定	146
实验二十四	液相合成纳米磁性四氧化三铁粉末	115	实验四十六	室温固相法合成纳米氧化铁红颜料及其含量的测定	148
实验二十五	有机酸试剂纯度的测定	116	实验四十七	复方乙酰水杨酸药片中主要有效成分的分析	150
实验二十六	混合碱的分析 (双指示剂法)	118	实验四十八	鞣革废水的前处理及铬含量的测定	155
实验二十七	硼酸含量的测定	120	实验四十九	卟啉分子逻辑门的设计研究 (文献实验)	157
实验二十八	硫酸铵中氮含量的测定 (甲醛法)	121	实验五十	粗盐的提纯 (设计实验)	160
实验二十九	返滴定法测定蛋壳中的钙含量	122	实验五十一	食品中钙、镁和铁含量的测定 (设计实验)	162
实验三十	非水滴定法测定 α-氨基酸的含量	123	实验五十二	河水、湖水水质监测分析 (设计实验)	163
实验三十一	水总硬度的测定	125	实验五十三	光功能配合物材料的设计、合成与光物理性质的测定	165
实验三十二	葡萄糖酸钙注射液中钙含量的测定	126			
实验三十三	铅、铋混合液中铅和铋的连续测定	127			
实验三十四	铝合金中铝含量的测定	128			
附录		167	附录 8	金属-无机配位体配合物的稳定常数	181
附录 1	国际相对原子质量表	167	附录 9	金属-有机配位体配合物的稳定常数	185
附录 2	常用化合物的相对分子质量表	168	附录 10	基准物质的干燥条件和应用	191
附录 3	化学试剂的分类	168	附录 11	常用酸碱指示剂	191
附录 4	常用酸碱溶液的密度、质量分数和浓度	169	附录 12	酸碱滴定中的混合指示剂	192
附录 5	酸碱在水溶液中的解离常数 (25℃)	170	附录 13	常用金属指示剂	193
附录 6	难溶化合物的溶度积常数	175	附录 14	常用氧化还原指示剂	193
附录 7	标准电极电势表 (298.15K)	178	附录 15	沉淀滴定的吸附指示剂	193
参考文献		195			

第1部分 化学实验基础知识与基本技术

第1章 化学实验基础知识

1.1 绪论

1.1.1 大学化学实验的学习目的

化学是一门实践性很强的学科，是培养学生实践动手能力和创新精神、提高学生综合素质的重要途径，为适应当今学科综合发展和学科交叉渗透对人才思维方式综合化、多样化培养的要求，大学化学实验内容是二级学科（分析化学和无机化学）的综合交叉，实验内容按照基础性→综合性→设计性三个层次逐步推进。其目的是传授无机和分析化学实验技术和方法，训练实验技能，培养学生的分析、推理、归纳、总结和探索规律的研究能力；让学生通过实验，在实践中培养学生“发现问题、提出问题、分析问题和解决问题”的能力，激发学生的研究创新能力。

1.1.2 大学化学实验的学习方法

1.1.2.1 实验预习

大学化学实验是一门综合性的理论联系实际的课程，同时，也是培养学生独立工作能力的重要环节，应避免“照方抓药，依葫芦画瓢”，而应以一种积极主动的态度来准确地完成实验，因此必须认真做好实验预习。教师有义务拒绝那些未进行预习的学生进行实验。

实验前的预习，归结起来可概括为“看、查、写”。

看：仔细阅读实验内容和相关的教科书及参考资料、网络实验及操作录像，不能有丝毫的马虎和遗漏。

查：结合实验要求（尤其是研究性探索）和实验中可能出现的问题，查阅相关资料并提出初步的解决方案。

写：在看和查的基础上认真地写好预习笔记。每个学生都应准备一本实验预习和记录本。

预习笔记的具体要求如下。

① 实验目的和要求，实验原理和反应式（正反应、主要副反应），需用的仪器和装置的名称及性能，溶液浓度和配制方法，主要试剂和产物的物理常数，主要试剂的规格用量（g、mL、mol）都要一一写在预习笔记本上。

② 阅读实验内容后，根据内容用自己的语言正确地写出简明实验步骤（不是照抄！），关键之处应加注明。步骤中的文字可用符号简化。例如，化合物只写分子式；克用“g”，毫升用“mL”，加热用“ Δ ”，加用“+”，沉淀用“ $\downarrow$ ”，气体逸出用

“↑”……仪器以示意图代之。这样在实验前已形成了实验操作的提纲，实验时按此提纲进行。

③ 合成实验，应列出粗产物纯化过程及原理。

④ 对于将做的实验中可能会出现的问题（如实验中的难点问题、研究性探索中的问题及实验中的安全问题等）要写出相应的解决办法和防范措施。

1.1.2.2 实验

① 实验时应按拟定的实验步骤独立操作。

② 实验过程中要认真操作，仔细观察实验现象，积极思考，手脑并用，对于实验中的反常现象或者实验失败，可通过资料查询，或与教师讨论，找出原因，提高自己分析问题和解决问题的能力。

③ 如实记录实验数据：实验中应及时地将观察到的实验现象及测得的各种数据及时如实地记录在记录本上。记录必须做到简明、扼要，字迹整洁。实验完毕后，将实验记录和产物交教师审阅。

1.1.2.3 实验报告

实验报告是总结实验进行的情况，分析实验中出现的問題，整理归纳实验结果必不可少的基本环节，是把直接的感性认识提高到理性思维阶段的必要一步。因此必须认真地写好实验报告。

实验报告一般应包括以下内容。

① 实验目的。

② 实验原理：用简要的文字和化学方程式表述。

③ 实验步骤：简明扼要地写出实验步骤的流程，可用流程图表示。

④ 实验数据及其处理：用文字、表格或图形将数据表示出来（尽可能用表格表示），并根据实验要求列出相应的计算公式，计算出分析结果并进行数据和误差分析（正确表达分析结果的准确度和精密度）。

⑤ 问题及分析讨论：可结合研究性探索内容、实验现象及结果进行分析和讨论，在讨论和分析中秉承理论知识和实验内容相结合、前沿发展和基础理论相结合的指导原则，以提高自己分析和解决问题的能力，初步锻炼科研创新能力，为进一步学习和科研工作奠定坚实的基础。

1.1.2.4 实验报告示例

（一）制备实验报告

实验题目：硝酸钾的制备

1. 实验目的

（1）了解复分解反应制备易溶盐的一种方法及原理。

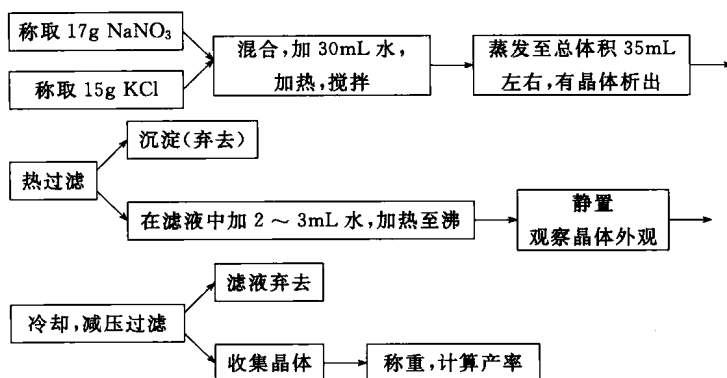
（2）学习无机制备的某些操作。

（3）掌握热过滤的适用范围及操作方法。

2. 实验原理

在 KCl 和 NaNO_3 的混合溶液中，存在着 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 四种离子，它们可以组成四种盐。由这些盐的溶解度与温度的关系可知， NaCl 溶解度几乎不随温度的上升而改变， KNO_3 的溶解度则随温度增大许多。因此，只要把上述混合溶液加热蒸发、浓缩，使 NaCl 在高温下结晶析出，趁热将它分离，再让滤液冷却，则可使 KNO_3 晶体析出。

3. 实验步骤



4. 实验结果

(1) 产量 _____

(2) 产率 _____

5. 思考题及讨论 (略)

(二) 性质实验报告

实验题目: s 区元素化合物的性质

1. 实验目的 (略)

2. 实验原理 (略)

3. 实验步骤 (仅写出部分内容)

实验步骤	实验现象	结论、解释(包括反应式)
金属与水的 作用 (1)在两个盛水的烧杯中,分别加入绿豆大的一粒金属钠、钾(先去掉表面的煤油) (2)在水溶液中各加入 1~2 滴酚酞指示剂	金属钠浮游于水面,与水激烈反应,并熔成小球至完全反应,金属钾不仅在水面熔成小球游动,并发火燃烧	金属钠、钾为活泼的熔点较低的轻金属,都能与水激烈反应,放出大量的热,使钠、钾熔成水球,钾比钠的活泼性更强 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$

4. 思考题及讨论 (略)

(三) 测定实验报告

实验题目: 醋酸电离常数和电离度的测定

1. 实验目的 (略)

2. 实验原理 (略)

3. 实验步骤 (仅写出部分内容)

(1) 配制不同浓度的醋酸溶液。

实验室提供的 HAc 溶液浓度 _____ mol/L

HAc 溶液编号	1	2	3
加入 HAc 的体积/mL	2.50	5.00	25.00
稀释至 50mL 后 HAc 的浓度/(mol/L)			

(2) 由稀到浓依次测定 HAc 溶液的 pH 值。

(3) 关闭电源, 拆下电极, 将电极浸泡在蒸馏水中。

4. 数据记录和处理

HAc 溶液编号	c	pH 值	$c(\text{H}^+)$	α	电离常数 K	
					测定值	平均值
1						
2						
3						
4						

5. 思考题及讨论 (略)

(四) 容量分析实验报告

实验题目：水硬度的测定

1. 实验目的

- (1) 了解水硬度的含义及其表示方法。
- (2) 掌握 EDTA 配位滴定法测定水硬度的原理和方法。
- (3) 掌握 EDTA 标准溶液的配制和标定方法。

2. 实验原理

测定水的总硬度就是测定水中钙、镁的总含量，可用 EDTA 配位滴定法测定，使用 K-B 指示剂。

滴定前 $\text{K-B(蓝绿色)} + \text{Mg(Ca)} \rightleftharpoons \text{Mg(Ca)-K-B(紫红色)}$

滴定时 $\text{EDTA} + \text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca-EDTA(无色)}$

$\text{EDTA} + \text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg-EDTA(无色)}$

终点时 $\text{EDTA} + \text{Mg(Ca)-K-B(紫红色)} \rightleftharpoons \text{Mg(Ca)-EDTA} + \text{K-B(蓝绿色)}$

水的硬度有多种表示方法，德国硬度 ($^{\circ}\text{d}$) 是每度相当于 1L 水中含有 10mg CaO，我国采用的硬度单位与德国相同，也以 mg/L 表示。

3. 实验步骤

(1) EDTA 溶液的标定

准确称取 0.2500~0.3000g CaCO_3 于 250mL 烧杯中，加入 (1+1) HCl 10mL，加热溶解并转移定容至 250.00mL 容量瓶。用移液管移取 25.00mL 上述 Ca^{2+} 溶液于 250mL 锥形瓶中，加入 20mL pH $\approx$ 10 的氨缓冲液和 4~5 滴 K-B 指示剂，用 EDTA 溶液滴定至溶液由紫红色变为蓝绿色，即为终点。平行测定三份，计算 EDTA 溶液的准确浓度。

(2) 水样分析

移取 100.00mL 自来水于 250mL 锥形瓶中，加入 1~2 滴 HCl、3mL 三乙醇胺溶液、5mL 氨性缓冲液、1mL Na_2S 溶液及 4~5 滴 K-B 指示剂，用 EDTA 标准溶液滴至溶液由紫红色变为蓝绿色，平行测定三份。

4. 数据记录和处理

$V_{\text{EDTA}}/\text{mL}$	1	2	3
EDTA 的标定			
水硬度的测定			

$$c_{\text{EDTA}} = \frac{\frac{m_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} \times \frac{25.00}{100.00}}{V_{\text{EDTA}}} \quad (\text{mol/L})$$

$$\rho = \frac{c_{\text{EDTA}} V_{\text{EDTA}} M_{\text{CaO}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (\text{mg/L})$$

5. 实验结果分析及讨论 (略)

1.2 实验室规则和安全常识

1.2.1 实验室规则

- (1) 实验前认真预习实验,明确实验原理和目的,了解实验步骤和注意事项,做到心中有数。
- (2) 遵守纪律,不迟到,保持严肃、安静的实验室氛围,不高声谈话、嬉笑打闹。
- (3) 实验过程中要集中精力,严格按照规范操作进行,仔细观察,如实记录。
- (4) 实验中必须注意安全,防止人身和设备事故。仪器发生故障时,要及时报告指导教师。
- (5) 节约使用试剂、水、电和煤气。从试剂瓶中取出的试剂不可再倒回瓶中,以免带进杂质。取完试剂后应立即盖上瓶塞,试剂瓶应及时放回原处。
- (6) 实验过程中,随时保持实验室和桌面的整洁。火柴梗、废纸屑等固体废物应投入废纸篓内。废液应倒入废液缸内,严禁将其投入或倒入水槽,以防堵塞、腐蚀管道,造成环境污染。
- (7) 仪器设备的使用应严格按照操作规程进行,用完后应恢复原状。
- (8) 实验完毕,实验记录经指导教师检查认可后,将玻璃仪器洗涤干净,放回原位,清洁并整理好桌面,打扫干净水槽、地面。检查电插头或闸刀是否断开、水龙头是否关闭。
- (9) 实验室的一切物品(仪器、药品等)均不得带离实验室。

1.2.2 化学实验室安全守则

- (1) 实验室内严禁吸烟、饮食、大声喧哗、打闹。
- (2) 实验开始前,检查仪器是否完整无损,装置安装是否正确。要了解实验室安全用具(如灭火器、沙桶、急救箱等)放置的位置,熟悉各种安全用具的使用方法。
- (3) 洗液、强酸、强碱等具有强烈腐蚀性的试剂,使用时应特别注意,不能将它溅到皮肤和衣服上,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。
- (4) 乙醚、乙醇、丙酮、苯等易挥发和易燃的有机溶剂,放置和使用时必须远离明火,取用完毕后应立即盖紧瓶塞和瓶盖,置于阴凉处。
- (5) 涉及刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 NO_2 、 SO_2 等)的实验,以及加热或蒸发盐酸、硝酸、硫酸的实验,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。
- (6) 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,以免液体溅出使自己受到伤害。
- (7) 使用酒精灯时,应随用随点燃,不用时盖上灯罩。不能用已点燃的酒精灯点燃其他酒精灯,以免酒精溢出而失火。
- (8) 有毒试剂(如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等)要严防进入口内或接触伤口,也不能随便倒入水槽,应按规定作回收处理。
- (9) 禁止随意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。
- (10) 经常检查燃气开关和用气系统 如果有泄漏或煤气临时中断供应时,应立即熄灭

室内火源、打开门窗通风，关闭燃气总阀。

(11) 实验室电器设备的功率和用气系统 人体与电器导电部分不能直接接触，也不能用湿手接触电器插头。

(12) 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。

1.2.3 实验室一般事故的处理常识

(1) 割伤（玻璃或铁器刺伤等） 先取出伤口内的异物，如轻伤可用生理盐水或硼酸溶液擦洗伤处，涂上紫药水或红药水，用纱布包扎或用创可贴。伤势较重时，则先用医用酒精在伤口周围擦洗消毒，再用纱布按住伤口压迫止血，立即送医院处置。

(2) 烫伤 切勿用水冲洗，也不用弄破水泡。可先用 5% 左右的稀 KMnO_4 溶液冲洗灼伤处，再在伤口处抹上烫伤膏或万花油，重者需送医院救治。

(3) 强酸腐伤 先用大量水冲洗，再用饱和 NaHCO_3 溶液或稀氨水冲洗，然后再用水冲洗。当酸溅入眼内时，首先用大量水冲眼，然后用 1% 的碳酸氢钠溶液冲洗，最后用蒸馏水或去离子水洗眼。

(4) 强碱灼伤 先用大量水冲洗，然后用 2% 醋酸或 1% 硼酸溶液清洗。当碱溅入眼内时，除用大量水长时间冲洗外，再用饱和硼酸溶液冲洗，然后再用水冲洗。

(5) 磷烧伤 用 1% 硫酸铜、1% 硝酸银或浓高锰酸钾溶液处理伤口后，送医院治疗。

(6) 吸入刺激性、有毒气体 吸入氯气、氯化氢气体、溴蒸气时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。

(7) 毒物 毒物入口中，若尚未咽下，应立即吐出来，并用水冲洗口腔；如吞下，先让中毒者喝大量的水，然后将手指伸入喉部，促其呕吐，立即就医。

(8) 触电事故 应立即拉开电闸，截断电源，尽快地利用绝缘物（干木棒、竹竿）将触电者与电源隔离，必要时进行人工呼吸，并立即送医院医治。

1.2.4 化学实验室的灭火常识

一旦发生火灾，切不要惊慌，应沉着冷静，立即采取有效合适的灭火手段进行扑救，同时注意自身的安全保护。如果火势较大，还应同时快速拨打火警电话 119 求救。

(1) 加热试样或实验过程中起火时，应立即用湿抹布或石棉布熄灭灯火并同时拔去电炉插头，关闭煤气阀、总电源。化学实验室常常不能用水去灭火，因为一些化学药品（如 Na ）能与水发生剧烈反应。此外，一些有机溶剂（如苯、汽油、油）与水互不相溶，且密度小于水，能浮在水面上继续燃烧，加速火势的蔓延。因此除了小范围可用湿抹布覆盖外，应立即用消防砂、干粉灭火器或二氧化碳灭火器来扑灭，精密仪器则应用四氯化碳灭火器灭火。常用灭火器的性能及用途见表 1-1。

表 1-1 常用灭火器的性能及用途

灭火器种类	内装药剂	用途	性能	使用方法
泡沫灭火器 10L 65~130L	NaHCO_3 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和发泡剂	扑灭固体或易燃液体 着火	10L 喷射时间 60s，射 程 8m	倒置稍加摇动，打开开关 即可。1 年半更换一次药剂
二氧化碳灭火器 <2kg 2~3kg 5~7kg	压缩二氧化碳（液 体）	扑灭贵重仪器、电器、 油类及酸类火灾	射程达 3m，液态 CO_2 的沸点约为 -70°C ，注意 防止冻伤	拿好喇叭筒对准火源，打 开开关即可。每月检查一次 CO_2 量，量少充气

续表

灭火器种类	内装药剂	用途	性能	使用方法
干粉灭火器 8kg 50kg	NaHCO ₃ 粉、少量 润滑剂、防潮剂和高压 CO ₂ 或 N ₂	扑灭石油、石油产品、 油漆、有机溶剂、天然气 设备火灾	8kg 射程 5m, 喷射时 间 20s; 50kg 射程 6~ 8m, 喷射时间约 50s	提起圈环, 干粉即可喷出。 不要受潮, 一年检查一次
1211 灭火器 1kg 2kg 3kg	液体 CF ₂ ClBr 及压 缩 N ₂	扑救油类、电气设备、 化工化纤原料等初期 火灾	1kg 射程 2~3m, 喷射 时间 6~8s	拔出铅封和横销, 用力压 压把。一年检查一次 1211 量

灭火器一般只适用于熄灭刚刚产生的火苗或火势较小的火灾, 对于已蔓延成大火的情况, 灭火器的效力就不够了; 使用灭火器时, 不要正对火焰中心喷射, 以防着火物溅出使火焰蔓延, 而应从火焰边缘开始喷射; 灭火器使用或存放一定时间后应及时更换, 以保证灭火器的有效性。

(2) 电线着火时须立即关闭总电源, 切断电流, 再用四氯化碳灭火器熄灭已燃烧的电线, 不准用水或泡沫灭火器熄灭燃烧的电线。

(3) 衣服着火时应立即以毯子之类蒙盖在着火者身上以熄灭烧着的衣服, 用水浸湿后覆盖效果更好; 或者就地滚动, 将火压灭。切忌慌张跑动, 否则会加速气流流向燃烧着的衣服, 使火焰加大。用灭火器扑救时, 注意不要对着脸部。

(4) 在现场抢救烧伤患者时, 应特别注意保护烧伤部位, 不要碰破皮肤, 以防感染。大面积烧伤患者往往会因为伤势过重而休克, 此时伤者的舌头易收缩而堵塞咽喉, 发生窒息而死亡。在场人员应将伤者的嘴撬开, 将舌头拉出, 保证呼吸畅通。同时用被褥将伤者轻轻裹起来, 送往医院治疗。

1.2.5 实验室三废处理常识

化学实验中会不可避免地排放出某些废气、废液和废渣 (称为实验室“三废”), 需及时处理, 如果直接排出不仅污染环境, 而且有害人体健康。因此应根据废弃物的性质, 分别加以处理, 使其排放能够达到国家环境保护法的有关规定。

1.2.5.1 实验室的废液

未经处理的废液, 必须倒入指定的废液收集容器中, 由具有资质的专业公司统一收集处理。少量废液, 也可根据溶液的性质采用中和法、萃取法、化学沉淀法、氧化还原法等将大量有害物质去除后, 再用大量水冲洗排放。

(1) 中和法 中和法主要适用于酸性、碱性废液, 可将废酸液用适当浓度的碳酸钠或氢氧化钙水溶液中和后, 再用大量水冲洗排放。对于含氢氧化钠、氨水等的碱性废液, 则先用适当浓度的盐酸溶液中和后, 再用大量水冲稀排放。

(2) 氧化还原法 废水中的有机物或各种具有氧化性、还原性的物质可以通过加入合适的氧化剂或还原剂使其转化为无害物质而除去。如废去的铬酸洗液, 可用 KMnO₄ 氧化法使其再生: 先在 110~130℃ 下加热浓缩, 除去水分, 冷却后加入 KMnO₄ 粉末, 每 1000mL 加入 10g 左右, 加热至红色三氧化铬出现, 停止加热, 过滤后除去沉淀, 冷却后析出三氧化铬沉淀, 加硫酸溶解后即可使用。

(3) 化学沉淀法 对于含有重金属离子如汞、镉、铜、铅、镍、铬离子等, 碱土金属离子如钙、镁离子, 及某些非金属离子如砷、硫、磷离子等的废液, 可采用化学沉淀法除去。主要包括以下方法:

① 氢氧化物沉淀法 用 NaOH 作为沉淀剂处理重金属废水；

② 硫化物沉淀法 用 Na_2S 、 H_2S 或 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 等作为沉淀剂处理含汞、砷、锑、铋等离子的废液，过滤后的残渣可回收或深埋，溶液调至中性后用水稀释排放；

③ 铬酸盐法 用 BaCO_3 或 BaCl_2 作为沉淀剂除去废水中的 CrO_4^{2-} 等；

④ 其他类型沉淀 如将石灰投入到含砷废水中，使其生成难溶的砷酸盐和亚砷酸盐。

(4) 萃取法 萃取法主要适用于一些含有机物质的废水，利用与水不混溶但对污染物有良好溶解性的萃取剂来提取污染物，从而达到净化废水的目的。

1.2.5.2 实验室的废气

实验室中凡可能产生有害废气的操作都应在有通风装置的条件下进行，如加热酸、碱溶液及产生少量有毒气体的实验等应在通风橱中进行。实验室若排放毒性大且较多的气体，必须准备有毒气体吸收或处理装置（如吸附、吸收、氧化、分解等）。

1.2.5.3 实验室的废渣

固体废渣可分为有毒、无毒、有毒且不易分解几种，通常采用掩埋法处理。对于有回收价值的废渣应收集起来统一处理；无回收价值的无毒废渣可直接掩埋；无回收价值的有毒废渣应收集起来先进行化学处理、后深埋在远离居民区的指定地点，必须有专人记载。

实验室中产生的废渣，应放入指定的废物收集容器中，由具有资质的专业公司统一收集处理。

1.3 无机及分析化学实验常用工具书

无机和分析化学实验中常用的工具书包括字典、辞典、专著、丛书、手册和期刊等，可以提供关于物质的物理和化学性质、制备、提纯和测量方法及原理等信息，这些信息对于实验方案的设计、实验现象的解释及实验结果的分析是非常必要的，同时资料查阅也是培养学生收集信息能力、并利用已有知识分析问题和解决问题能力的重要手段，是创新性能力培养的重要环节。

1.3.1 无机及分析化学实验常用手册和参考书

实验数据手册主要是将有关的数据分门别类地以表格或简要数目的形式整理汇集成册，提供化合物的性能特性、物理化学常数、分析方法和仪器性能指标等信息，现将常用的手册和参考书简介如下：

(1) 《Lange's Handbook of Chemistry》（《兰氏化学手册》，英文版） 1991 年第 13 版，J. A. Dean 编，该手册包括原子和分子结构、无机化学、分析化学、电化学、有机化学、光谱学、热力学性质、物理性质等方面的资料和数据，是目前世界上应用最为广泛的化学手册。

(2) 《分析化学手册》（北京：化学工业出版社，2004） 它是一部较全面反映现代分析技术的专业工具书，全书分为十分册：

第一分册 基础知识与安全知识

第二分册 化学分析

第三分册 光谱分析

第四分册 电化学分析

第五分册 气相色谱分析

第六分册 光谱分析

第七分册 核磁共振波谱分析

第八分册 热分析

第九分册 质谱分析

第十分册 化学计量学

(3)《分析化学手册》(北京:科学出版社,2003) 它是由美国 J. A. 迪安教授主编、常文保等翻译的一本实验手册,但它并不是简单的“数据”手册,而是一本堪称为教科书式的手册,在对各种分析方法和技术的简略概述中提供了各种资料和数据。全书共分为 23 章,包括重量分析、容量分析、各种仪器分析以及通用资料。

(4)《分析化学数据速查手册》(北京:化学工业出版社,2009) 该手册提供了现代分析化学方法(包括重量分析、容量分析和仪器分析)中常用的数据和一些重要的基础资料,全书共分为 17 章,精选了各种分析方法中常用和重要的化学数据和基本信息。

(5)《化验员实用手册》第二版(北京:化学工业出版社,2006) 它是一部综合性的实用手册,全书共 26 章,除了有大量、必需、常用的数据及各种分析方法外,还简要地介绍了化验员必需的基础知识及一些常用器皿、试剂、仪器等有关规格、型号、生产厂家、管理与使用注意事项等信息。

(6)《纯化学试剂》(北京:高等教育出版社,1989) 该书由卡尔雅金(前苏联)和安捷洛夫著,曹素忱等译。全书介绍了 450 多种通用无机试剂的制备和提纯方法,以及试剂的主要物理化学性质。该书所提供的方法具体、可靠,可为化学试剂制备部门和大专院校等科研机构进行无机化合物的制备和提纯提供参考。

(7)《实用化学手册》(北京:国防工业出版社,1986) 该书由张向宇等编。全书包括元素及化合物性质,气体、空气和水,固体与液体物质性质;溶液,电化学,工艺化学,仪器分析;分离和提纯技术,高聚物简易鉴别等内容。

(8)《无机化合物合成手册》第 1~3 卷(北京:化学工业出版社,1983~1986) 该书由日本化学会编,曹惠民译。该手册收集了 2000 多种常见及重要的单质和无机化合物的制备方法,是无机化合物制备的重要工具书。

(9)《无机化学试剂手册》(北京:化学工业出版社,1964) 该书由卡尔雅金(前苏联)著,化工部图书编辑室译。全书介绍了多种无机化合物的物理化学性质及制备方法,并列出了化合物的中文、俄文、拉丁文、英文、法文名词,具备很大参考价值。

(10)《无机盐工业手册》(上、下册)(北京:化学工业出版社,1979~1981) 该书由天津化工研究院编。全书收集了 675 种无机盐的性质、用途、理化数据、工业生产方法和制法流程。

(11)《重要无机化学反应》(上海:上海科学技术出版社,1994) 该书由陈寿椿编。全书收集了近 4800 条化学反应,其特点是把无机化学中的重要反应分成阳离子(包括部分稀有元素反应)和阴离子两大部分,并详尽介绍了离子的一般理化特性、重要的制备反应。书末附有各种常用试剂的配制方法。

(12)《无机合成》(*Inorganic Synthesis*)(John Wiley & Sons, Inc. 出版,美国化学会主办,第 34 卷,2004) 该书由 H. S. Booth 主编,是一本连续出版的丛书。该书最大的特点是每个实验都经过专家核对,所给出的制备方法和实验步骤可信性高,并不时地对某一类化合物的制备进行综述,目前还在继续出版。

(13)《大学化学手册》(济南:山东科学技术出版社,1985) 该书由印永嘉主编。全书

分为无机化学、分析化学、有机化学、物理化学和结构化学五大部分,另外又细分成化学元素、无机和有机化合物的物理性质、一些重要常数、分析化学基础知识、常用试剂、溶液的浓度与标准溶液、仪器分析、有机化合物的类别、溶液和相平衡、热效应及化学平衡常数、电化学、物质结构等内容。该书的特点是系统、全面,并与当代大学化学教学内容配合密切。

(14)《中国国家标准汇编》(北京:中国标准出版社,1983) 该标准从1983年开始分册出版,收集了公开发行的全部现行国家标准,并按照国家标准的顺序号编排,已出版了40多个分册。在化学分册中,介绍了化合物的各个等级的含量标准、杂质含量和分析方法。1984年,中国标准出版社还出版了《中华人民共和国国家标准目录》,按标准的顺序号目录和分类目录两部分编排。因此,可从标准的顺序号目录、分类目录或分册的目录进行检索。

(15)《简明化学手册》(北京:北京出版社,1982) 该书由北京师范大学无机化学教研室编。全书包括化学元素、无机化合物、水和溶液、常见有机化合物等内容。

(16)《分析化学手册》(北京:化学工业出版社,1979) 该书由杭州大学化学系等合编。该书是一本常用化学分析工具书,较为全面地收集了分析化学常用数据,详尽介绍了各种实验方法。全书共有5个分册,内容包括:基础知识与安全知识、化学分析、光学分析与电化学分析、色谱分析、质谱与核磁共振。

(17)《化学分析基本操作规范》(北京:高等教育出版社,1984) 该书由化学分析基本操作规范编写组编写。该书是在总结了全国各高校分析化学实验教学经验后,编写的定性和定量分析规范操作。

1.3.2 无机及分析化学常用期刊

期刊是一种报道新理论、新技术、新方法等的定期出版物,内容新颖,能及时反映科技发展的水平。现将国内外主要的分析化学和无机化学期刊简介如下。

1.3.2.1 国内主要的分析化学和无机化学期刊

(1)《分析化学》 中国化学会主办,1973年创刊。

(2)《分析测试学报》 中国分析测试学会主办,1982年创刊,刊载分析测试技术各方面的论文、简报、实验技术与方法、仪器的试制与维护、实验室管理以及综述等。

(3)《分析实验室》 中国有色金属工业总公司和中国仪器仪表学会分析仪器分会主办,1982年创刊,主要刊登无机分析和有色金属分析的内容。

(4)《药物分析》 中国药学会和中国药品生物制品检定所主办,1981年创刊。

(5)《化学试剂》 化学工业部化学试剂科技情报中心站主办,1979年创刊,有研究报告、简报、专论和综述等专栏。

(6)《分析科学学报》 武汉大学、北京大学、南京大学联合主办,1982年创刊。

(7)《冶金分析》 冶金部钢铁研究院主办,1981年创刊,有研究与试验报告、综述和评论、经验交流和工作简报等。

(8)《环境化学》 中国环境科学学会环境化学委员会和中国科学院生态环境研究中心主办,1982年创刊。

(9)《无机化学学报》(*Chinese Journal of Inorganic Chemistry*) 中国化学会主办,1985年创刊,内容涉及固体无机化学、配位化学、无机材料化学、催化等,着重研究新的和已知化合物的合成、热力学、动力学性质、谱学、结构和成键等。

(10)《无机材料学报》(*Journal of Inorganic Materials*) 中国科学院上海硅酸盐研究