



普通高等教育“十二五”规划教材

无机化学实验

WUJI HUAXUE SHIYAN

北京科技大学化学与生物工程学院

孙长艳 主编

第二版



化学工业出版社



普通高等教育“十二五”规划教材

无机化学实验

WUJI HUAXUE SHIYAN

北京科技大学化学与生物工程学院

孙长艳 主编

第二版



化学工业出版社

本书是针对化学、材料、冶金、环境、生物技术各专业大学一年级学生的无机化学实验课程,在2008年《无机化学实验》第一版的基础上,根据化学学科的发展和实验仪器的更新,结合教学实践,对部分内容和文字叙述进行了改进,重新编写了部分实验,还加强了综合实验训练。增加了三个实验:溶液中铬和锰含量的同时测定;从“盐泥”制取七水合硫酸镁;聚合硫酸铁的制备及反应条件的优化。

本教材的主要内容包括性质实验、分析测定实验和综合、设计实验三部分。可供化学、化工、材料、环境、冶金、食品、地质、纺织、生物技术等专业的学生作为教材选用,也可供相关领域的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/孙长艳主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2013.8

ISBN 978-7-122-17799-5

I. ①无… II. ①孙… III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O61-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第143392号

责任编辑:刘俊之

文字编辑:颜克俭

责任校对:边涛

装帧设计:韩飞

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10¼ 彩插1 字数258千字 2013年9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:25.00元

版权所有 违者必究



前 言

无机化学实验是高等学校化学、化工、材料、环境、冶金、食品、地质、纺织、生物技术等专业的一门基础必修课，它对于培养学生的动手动脑能力，科学的思维方式，创新意识和创新能力都具有重要意义。

北京科技大学无机化学教研室多年来一直承担着本校化学、材料、冶金、环境、生物技术各专业大学一年级学生的无机化学实验课程的教学工作，2002年在总结多年教学经验的基础上编写了工科《无机化学实验讲义》。通过几年的教学实践，对其中不适应现在教学体系的内容进行了改进，对文字叙述不恰当的段落进行了修改，并根据化学学科的发展和实验仪器的更新，重新编写了部分实验，还加强了综合实验训练。本教材的主要内容包括性质实验、分析测定实验和综合、设计实验三部分。

在“性质实验”中编撰了实验设计原理、实验条件设计原理等，引导学生用科学方法论剖析实验步骤，分析实验结果。通过实验训练，不仅使学生操作能力得到了提高，还可培养其分析问题、解决问题的能力 and 科学的思维能力。

在“分析测定实验”中，要求学生正确使用仪器获得准确结果，为此，本教材介绍的内容除常规仪器外，还尽量详细地阐述各种类型仪器的使用方法和注意事项，以便学生通过自学就能掌握这些仪器的使用，为日后使用更先进、更复杂的仪器打下基础。

“综合、设计实验”，即制备与测定的综合，化学原理和实验技术的综合。在加强基础、强调应用的前提下，通过系统的内容编排和合理的设计，既体现了对无机化学基本理论、基本技能和基本规律的重视，又培养了学生的科学观念、科学思维能力、科学研究的方法、探索精神和创新精神。

在教材的编写过程中，充分渗透研究型教学的思想，注重问题的设计，启发引导学生思考并解决问题。实验分为三个层次：①有完整实验方案的实验；②在一定条件下的“半开放式”实验；③无任何限制条件的“全开放式”实验。以适应不同层次学生的需求和研究型教学模式的实施。

本书的编写既继承了我校无机化学教研室前辈的心血，又参阅了校外同类实验教材，在此特向前辈同行们表示衷心的感谢和敬意。

参加本书编写工作的有（按姓氏笔画排序）：王明文、方春英、刘世香、孙长艳、李文军、杨运旭、陆慧丽、周花蕾、原小涛、常志东、董彬、路丽英等。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，希望广大读者不吝指正。

编 者
2013 年 4 月



第一版前言

本书是为材料、冶金、无机非金属、环境等专业大学一年级学生开设无机化学实验课程编写的教材。2002年我们总结了北京科技大学十多年来无机化学实验课程的改革经验，编写了工科《无机化学实验》讲义，通过几年的教学实践，对其中不适应现在教学体系的内容进行了改进，对文字叙述不恰当的段落进行了修改和润色；另外，根据北京科技大学化学系实验条件的改善和实验仪器的更新，重新编写了部分实验并加强了综合实验训练。主要内容有元素与化合物性质实验、分析测定实验和综合实验三部分。

在“性质实验”中编撰了实验设计原理、实验条件设计原理等，用科学方法论剖析实验步骤，分析实验结果。通过实验训练，不仅使学生掌握知识，还可培养其操作能力以及分析问题、解决问题的能力和认识客观物质世界的方法。按照循序渐进的教学原则，本书编写了几个无任何限制条件的“全发现式”实验。此外，按因材施教的原则，每个实验中还安排了选做实验，供学有余力且感兴趣的学生实施。

在“分析测定实验”中，要求学生正确使用仪器获得准确结果，为此，本书介绍的内容除常规仪器外，还尽量详细地阐述各种类型仪器的使用方法和注意事项，以便学生通过自学就能掌握这些仪器的使用，为日后使用更先进、更复杂的仪器打下基础。

“综合实验”，即制备与测定的综合以及化学原理和实验技术的综合。

参加本书编写工作的有（按姓氏笔画排序）：王明文、方春英、刘世香、孙长艳、李文军、杨运旭、周花蕾、董彬、路丽英等。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，希望广大读者批评、指正。

编 者

2008年4月

目 录

第一章 绪 论

一、无机化学实验课程的目的	1
二、怎样上好无机化学实验课	2
三、实验报告参考格式	3
四、化学实验室的基本知识	6

第二章 常用仪器的使用方法

第一节 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	9
一、玻璃仪器的洗涤	9
二、玻璃仪器的干燥	10
第二节 试管实验	10
一、试管实验常用仪器及其使用	10
二、试管实验注意事项	14
三、书写反应方程式注意的几个问题	16
四、验证性实验的设计原理	18
五、实验条件的设计原理	20
六、离子分离	24
第三节 测定实验	26
一、测定实验常用仪器及其使用	26
二、误差和有效数字	32
第四节 制备实验	38
一、制备实验常用仪器及其使用	38
二、制备实验注意事项	46
第五节 几种常见仪器介绍	48
一、天平	48
二、梅特勒-托利多 DELTA 320 型酸度计	51
三、分光光度计	53
四、电导率仪	56

第三章 实验选编

第一节 性质实验	59
----------------	----

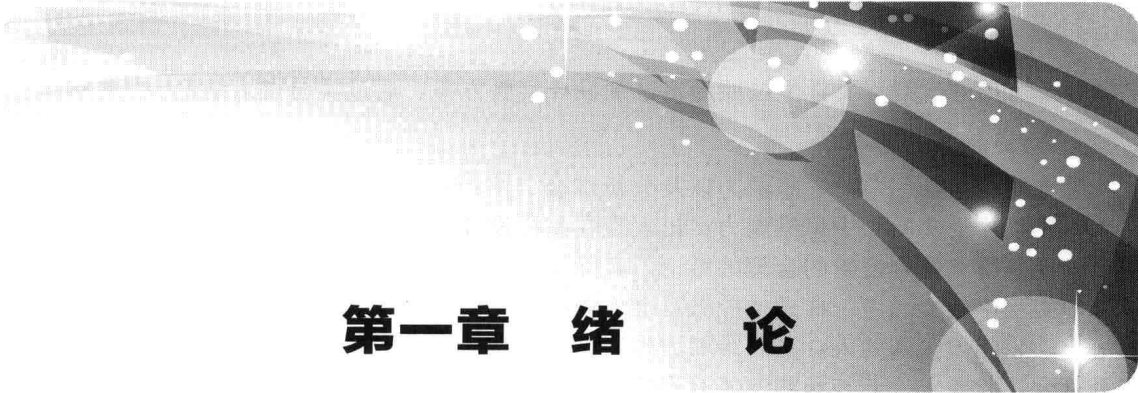
实验一	酸碱反应和沉淀反应	59
实验二	配位反应	63
实验三	氧化还原反应	67
实验四	铬、锰	73
实验五	未知物研究	77
实验六	未知离子的研究	79
第二节	分析测定实验	81
实验七	水的总硬度及电导率的测定	81
实验八	醋酸解离常数的测定及稀释法配制准确浓度溶液的方法	86
实验九	NaHCO_3 溶液的配制及 HCl 溶液浓度的标定	88
实验十	分光光度法测定 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 配离子的生成常数	91
实验十一	硫酸钡溶度积的测定 (电导法)	94
实验十二	溶液中铬和锰含量的同时测定	97
第三节	综合、设计实验	100
实验十三	碳酸锰的制备	100
实验十四	硫代硫酸钠的制备	105
实验十五	用碳酸氢氨和氯化钠制备碳酸钠	107
实验十六	铬(Ⅲ)的系列配合物的合成及其分裂能的测定	110
实验十七	一种钴(Ⅲ)配合物的合成	113
实验十八	阿司匹林的制备与表征	116
实验十九	二水二草酸合铬(Ⅲ)酸钾顺反异构体的制备	119
实验二十	热致变色材料的合成	122
实验二十一	纳米氧化锌粉的制备及质量分析	124
实验二十二	从“盐泥”制取七水合硫酸镁	126
实验二十三	废烂板液的综合利用	128
实验二十四	聚合硫酸铁的制备及反应条件的优化	133
实验二十五	设计实验 (一)	136
实验二十六	设计实验 (二)	137

附 录

附录 1	常用化合物的摩尔质量	139
附录 2	常用酸、碱的质量分数和相对密度	140
附录 3	常用酸、碱的浓度	140
附录 4	常用指示剂	141
附录 5	常用缓冲溶液	143
附录 6	常用基准物质及其干燥条件	144
附录 7	酸碱的解离常数(298K)	144

附录 8 溶度积常数(298K)	145
附录 9 配离子的稳定常数	146
附录 10 标准电极电势(298K)	147

参 考 文 献



第一章 绪 论

一、无机化学实验课程的目的

无机化学实验课程是无机化学学科的重要组成部分，是高等院校化学、化工、材料、冶金等专业一年级学生的基础必修课程。该课程不仅为学生所学的无机化学内容提供感性知识，更重要的是培养学生分析问题和解决问题的能力。能力与知识是辩证统一的关系。没有一定的知识谈不上有什么能力，但也不能说知识越多能力就越强。能力建立在一定的知识基础上，有了一定的能力便可通过实践，特别是科学实验亲自获得知识，最后做到有所发现、有所创造。能力是要培养的。学生应重视实验课，并把实验课作为培养能力、培养自己具有“科学家的元素组成 C_3H_3 ——Clear Head、Clever Hands、Clean Habit”（张资琪教授语）的一个重要场所。

大学一年级无机化学实验课培养的能力包括：动手能力、观察能力、思维能力。

1. 动手能力

动手能力是化学实验基本操作的能力；使用实验室常规仪器进行化学实验的能力；使用某些仪器测定有关化学数据的能力；根据给定的原料制取有用的单质和化合物的能力；安装简单的实验装置进行所要求实验的能力等。

实验技术迅猛发展，不断有新仪器出现，作为大学一年级无机化学实验课不可能、也没有必要在有限的学时内引入各种新仪器，关键是学会如何掌握从未见过和使用过的仪器的方法。本教材中安排了几种中学课程中未用过的仪器，要求学生通过实验自己学会使用仪器的方法，而不是教师手把手地去教。使用仪器一般的步骤是：使用前了解仪器的基本原理、要测定数据的误差、仪器使用方法及注意事项，使用时按照操作步骤逐步进行。

根据基本要求，学生要通过天平、pH 计、分光光度计、电导率仪等仪器的使用掌握下列操作：物质质量的准确称量；配制准确浓度的溶液和溶液浓度的标定；测定溶液的 pH；有色溶液吸光度的测定。

2. 观察能力

所谓观察能力是对客观事物有意识有计划地感知。对工科院校的学生来说不仅是观察一般自然现象和社会现象，更重要的是带有试验研究性质的观察。这种观察具有明确的目的性和周密的计划性。对于大学一年级无机化学实验课，是要确定实验目的，周密地设计实验方案、实验步骤，明确实验所要观察的实验现象。为此，本书在传统的目前国内外同类教材中普遍采用的“试管实验”部分增加了“有限发现式”实验。所谓“有限发现式”实验就是给

出命题及所用的试剂，要学生按照给定试剂设计实验方案，通过实验得出结论。

3. 思维能力

思维能力包括创造力、想象力以及分析综合、演绎归纳、抽象概括、判断推理的能力。在一大无机化学实验课中思维能力突出表现在怎样设计实验步骤，怎样解释实验现象，怎样从实验现象得到符合逻辑的合理的结论。实际上在整个实验过程中都需要思考。例如在使用仪器的实验中就要思考怎样做才能做得准、做得快，而且又不损坏仪器。“心灵手巧”意味着一个动手能力很强的人，其思维能力也很高。在性质实验中要随时考虑所得到的实验现象是否符合实验要求。若与预测的实验现象不相符，则要思考是预测有错还是操作有误；若是操作有误，是什么原因？怎样改进操作？所以在整个实验过程中都要积极地思维，不要只带手不带脑进实验室。

思维能力是要培养的，也是要一点一滴地积累的。所以要求学生在整个实验过程（预习实验、完成实验报告）中都要积极地思考。

二、怎样上好无机化学实验课

实验课是培养能力的重要环节。要在实验课上真正有所收获，必须做好下面三个环节。

1. 实验前的预习

为保证在有限的学时获得最大的效果，必须预习好。预习好的标志如下所述。

(1) 对于有实验步骤的性质实验，要了解每一个小实验的目的，理解其原理，并预测所做实验的实验现象，更重要的是思考为什么要这样设计实验步骤，如果不按此实验步骤是否会得到同样的实验现象和达到同样的实验目的。

例如：取数滴 KMnO_4 ($0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 溶液，加 1~2 滴 H_2SO_4 ($2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)，再逐滴加入 Na_2SO_3 ($0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)，观察颜色的变化。

从实验步骤中可知道该实验是要了解高锰酸盐在酸性介质中的氧化性。根据相应的标准电极电势可确定该反应是可以发生的。能观察到的现象是从紫红色转变到无色，即从 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} 。还要考虑，若把 Na_2SO_3 和 H_2SO_4 加入次序颠倒，即先加 Na_2SO_3 再加 H_2SO_4 ，是否能得到同样的结果。

(2) 对于设计实验，要根据化学原理设计出实验方案。方案中要有根据有步骤（包括加入的试剂种类、次序、用量及操作方法等）。为帮助学生设计出合理的方案，准备了一些实验前回答的问题，在预习中要先解决好这些问题。

(3) 对于测定实验，在预习时不仅要了解原理，更重要的是要了解仪器的使用方法，该仪器测得数据的可能误差。预习时还要画出记录数据的表格。

(4) 对于制备实验，要理解制备过程中每一步的原理及操作方法。要注意如何操作才能使最后得到的产品的纯度大、收率高。

为督促预习，要求写出预习报告，规定没有预习报告者不得进实验室做实验。在预习报告中应解决实验前思考的问题。

在后面列出预习报告的参考格式，供参考。

2. 实验过程中的要求

实验室就是课堂，是学生获取知识、培养能力的场所。因此进入实验室后必须保持肃静，不许大声喧哗、谈笑、唱歌，应立即进入自己的位置，开始做实验前的准备工作——洗涤玻璃仪器。必须树立一个观念，自己做实验的仪器必须亲自洗涤干净，否则实验中出现一些反常现象是无法找出原因的。洗涤仪器的方法按第二章中的规则做。当教师扼要讲解本次

实验有关问题及注意事项时，要注意听讲并认真思考。开始实验前，就使自己的思维进入积极状态，按操作要求认真操作。观察现象要细致、全面，要思考所观察到的实验现象是否已经达到了预期，若已达到了则立刻记录实验现象。若出现了与实验前预测的现象不同的情况，则要考虑是预测错误还是实验中某一环节出错。若是后者，则要分析是哪一个环节出了错，找出原因后，重做实验。这里要特别强调的是应有严肃的科学态度——实事求是。切勿用预测的实验现象代替实际观察的实验现象。实验现象是按你的实验步骤一步一步操作得到的必然结果，所以实验现象是事实，无所谓对或错。所谓错了，应该是你预测的实验现象的理论根据有误，或者在实验过程中操作有误。对“反常”现象认真分析，将会使你应用理论的能力和实际操作的水平提高。

实验课也是培养学生科学态度的场所。“Clean Habit”被称为科学家的“元素”之一，所以要求学生在实验时保持台面的整洁，各种仪器安放合理，把实验现象及时记录在报告上，不允许随手记在一张任意的纸上或写在手上，更不允许事后追记。应使整个实验过程有条不紊，一丝不苟。

当实验结束后，一定要认真整理台面，把所有仪器洗涤干净，排列整齐。

此外，实验过程中应安排好时间，组织好实验，充分利用实验课时，在有限的实验课时内得到最大的收获。本书还安排了一些选做实验，有能力的同学在征得教师同意后应尽力去做。

3. 实验后认真填写实验报告

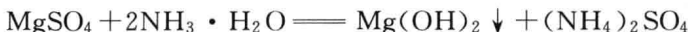
实验后写出符合要求的实验报告，书写合格的实验报告是大学生应具备的能力。对报告的格式无一定的要求，但每次实验报告必须包含下列内容：实验目的、实验内容、实验步骤、实验现象、实验结果及对结果的分析。

要特别强调的是对于性质实验的实验结果和结果分析要作如下的理解，即从实验现象分析出发生了什么反应、生成了什么物质、为什么会发生反应（这就是解释）？从反应的发生可得到什么结论？切忌用化学反应方程式代替解释（怎样解释、怎样得出结论见后文）！例如：试管中加 10 滴 MgSO_4 ($0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 溶液，逐滴加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)，观察沉淀的生成。

实验现象：白色沉淀生成。

分析现象可知生成的沉淀是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

MgSO_4 加 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是发生了如下反应：



上述反应之所以能发生是因为在溶液中的：

$$\begin{aligned} c(\text{OH}^-) &= [(3 \times 6 / 13) \times 1.8 \times 10^{-5}]^{1/2} \\ &= 5.0 \times 10^{-3} \\ J &= [c(\text{Mg}^{2+}) / c^\ominus][c(\text{OH}^-) / c^\ominus]^2 \\ &= 0.1 \times (5.0 \times 10^{-3})^2 \\ &= 2.5 \times 10^{-6} \\ J &> K_{\text{sp}}^\ominus[\text{Mg}(\text{OH})_2] \end{aligned}$$

为节省时间，整个实验报告分三次完成：实验前的预习（书写实验步骤等）；课堂上记录实验现象或实验数据；课后完成实验结果和结果分析。

三、实验报告参考格式

能书写出一份合格的实验报告是大学生应具备的基本能力。实验报告并没有一个固定的

模式,但一份合格的实验报告必须有下列几方面的内容:完整的实验步骤、正确无误的原始记录、实验结果和结果讨论或分析(一份好的实验报告一定要有此部分)。

现将无机化学三类实验报告格式分列于下,供参考。

1. 元素及化合物性质实验

酸碱反应和沉淀反应

班级_____姓名_____时间_____

(1) 实验目的

(2) 实验内容

实验步骤	现象	反应式	解释或结论
HAc ($0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 5 滴 + 甲基橙 1 滴 + 少量 NaAc(s)	红色 红色→黄色	$\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$	甲基橙变色范围在 pH 为 3.1~4.4。 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 的 $\text{pH} < 3.1$, 故呈红色 加入 Ac^- , 由于同离子效应, HAc 解离度减小, 使溶液 $\text{pH} > 4.4$, 故呈黄色
2 滴 PbCl_2 (饱和) + HCl ($2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) + 浓 HCl	白色沉淀生成 沉淀溶解	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{PbCl}_2(\text{s})$ $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- \longrightarrow [\text{PbCl}_4]^{2-}$	沉淀生成是由于同离子效应使 PbCl_2 的溶解度降低。沉淀溶解是由于发生配位反应

(3) 问题和讨论

2. 测定实验

HAc 解离常数的测定

班级_____姓名_____时间_____

(1) 实验目的

(2) 实验原理

(3) 实验仪器

(4) 实验步骤

① 不同浓度 HAc 溶液配制。

10.00mL HAc (浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) → 100mL 容量瓶

20.00mL HAc (浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) → 100mL 容量瓶

② 测定 pH。

pH 计使用注意事项:

数据记录

编号	$c(\text{HAc})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	pH	$c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$K_a^\ominus$	α
1					
2					
3					

$K_a^\ominus$ _____

数据处理:

(7) 结果讨论

MnCO_3 中 Mn 含量是否较高? 如不高, 请说明原因。 Fe^{2+} 利用率如何? 或其他结果, 试讨论之。

四、化学实验室的基本知识

1. 实验室规则

(1) 严格遵守实验室各项规章制度。

(2) 实验前认真清点仪器。如发现破损或缺少, 应立即报告教师, 按规定手续向实验室补领。实验时仪器如有损坏, 应按规定手续向实验室换取新仪器, 不得擅自拿用别的位置上的仪器。

(3) 实验时要爱护公物, 小心使用实验仪器和设备, 不得擅自拆装或挪动实验仪器。尤其在使用精密仪器时, 必须严格按照操作规程进行。如发现仪器有故障, 应立即停止使用并报告指导教师, 以便及时妥善处理。

(4) 实验时要注意节约水、电、药品。药品应按规定量取用, 从试剂瓶中倒出的药品不应再倒回原瓶中, 以免带入杂质。取用试剂后, 应立即盖好瓶塞, 并将试剂瓶放回原处, 以免搞错瓶塞, 污染试剂。

(5) 实验室应保持肃静, 不得大声喧哗; 实验时应积极思考, 认真操作, 仔细观察现象, 如实记录实验结果。

(6) 实验完毕后, 应将所用的仪器洗净并摆放整齐。火柴梗、废纸等废弃物应扔到废物箱, 严禁投入水池内, 规定回收的废液一定要倒入回收容器内, 不得随意乱倒。严禁将实验仪器和化学药品带出实验室。

(7) 实验结束时, 由同学轮流值日, 打扫和整理实验室, 检查门窗、自来水和燃气开关是否关紧, 电源是否切断。得到指导教师许可后方可离开实验室。

2. 实验室安全守则

化学药品中有许多是易燃易爆、有腐蚀性和有毒的。因此, 为保证安全, 首先要求每个同学在思想上高度重视安全问题, 实验前充分了解有关安全方面的知识, 实验时要有条理、井然有序, 严格遵守安全操作规程, 以避免事故的发生。

(1) 一切盛有药品的试剂瓶应有标签, 剧毒药品必须制定保管、使用制度, 并严格遵守。此类药品应设专柜并加锁保管。挥发性有机药品应放在通风良好的处所、冰箱或铁柜内。爆炸性药品, 如高氯酸、高氯酸盐、过氧化氢以及高压气体等, 应放在阴凉处保管, 不得与其他易燃物放在一起, 移动或启用时不得剧烈震动。高压气瓶的减压阀严禁油脂污染。

(2) 严禁将仪器当作餐具, 严禁试剂入口 (包括有毒的和无毒的), 严禁在实验室内饮食、抽烟。有毒试剂不得接触皮肤和伤口, 更不能进入口内。用移液管吸取有毒样品 (如铝盐、钡盐、铅盐、砷化物、氰化物、汞及汞的化合物等) 及腐蚀性药品 (如强酸、强碱、浓氨水、浓过氧化氢、冰醋酸、氢氟酸和溴水等) 时, 应用吸球操作, 不得用嘴。有毒废液不允许随便倒入下水管道, 应回收集中处理。

(3) 产生有毒、有刺激性气体 (如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 CO 等) 的实验以及使用 HNO_3 、 HCl 、 HClO_4 、 H_2SO_4 等浓酸或使用汞、磷、砷化物等毒物时, 应在通风橱内进行。当需要嗅闻气体的气味时, 严禁用鼻子直接对着瓶口或试管口, 而应当用手轻轻扇动瓶口或管口, 并保持适当距离进行嗅闻。

(4) 开启易挥发的试剂瓶时 (尤其在夏季), 不可使瓶口对着他人或自己的脸部, 因为开启瓶口时会有大量气体冲出, 如果不小心容易引起伤害事故。

(5) 使用浓酸、浓碱、溴、洗液等具有强腐蚀性试剂时,切勿溅在皮肤和衣服上,必要时应戴上防护眼镜和橡胶手套。稀释浓硫酸时,必须在耐热容器内进行,应将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能将水往浓硫酸里倒,以免迸溅。溶解 NaOH 、 KOH 等发热物时,也必须在耐热容器内进行。如需要将浓酸和浓碱中和时,必须先行稀释。

(6) 使用易燃的有机试剂(如乙醇、丙酮等)时,必须远离火源,用完立即盖紧瓶塞。钾、钠、白磷等在空气中易燃烧的物质,应隔绝空气存放(钾、钠保存在煤油中,白磷保存在水中),取用时必须用镊子夹取。

(7) 加热和浓缩液体的操作应十分小心,不能俯视正在加热的液体,更不能将正在加热的试管口对着自己或别人,以免液体溅出伤人。浓缩溶液时,特别是有晶体出现之后,要不停地搅拌,避免液体迸溅、溅入眼睛或溅在皮肤和衣服上。

(8) 实验中如需加热易燃药品或用加热的方法排除易燃组分时,应在水浴或电热板上缓慢地进行,严禁用电炉或火焰等明火直接加热。

(9) 腐蚀性物品严禁在烘箱内烘烤。

(10) 加热试管应使用试管夹,不允许手持试管加热。加热至红热的玻璃器件(玻璃棒、玻璃管、烧杯等)不能直接放在实验台上,必须放在石棉网上冷却。由于灼热的玻璃与冷玻璃在外表上没有什么区别,因此特别注意不要错握热玻璃端,以免烫伤。

(11) 对于性质不明的化学试剂,严禁任意混合。严禁氧化剂与可燃物一起研磨,严禁在纸上称量 Na_2O_2 或性质不明的试剂,以免发生意外事故。

(12) 玻璃管(棒)的切割、玻璃仪器的安装或拆卸、塞子钻孔等操作,往往容易割破手指或弄伤手掌,应按照安全使用玻璃仪器的有关操作规程去做。玻璃管或玻璃棒在切割后应立即烧圆,往玻璃管上安装橡皮管时,应先用水或甘油浸润玻璃管,再套橡皮管。玻璃碎片要及时清理,以防止事故的发生。

(13) 实验室所有药品不得携出室外。

(14) 实验完毕后,应关闭水、电、燃气,整理好实验用品,把手洗净,方可离开实验室。

3. 实验室意外事故的处理

实验中一旦发生意外事故,应积极采取以下措施进行救护。

(1) 酸烧伤 若皮肤沾上酸液,用大量水冲洗即可。如果烧伤较重,水冲洗之后应用饱和 NaHCO_3 溶液冲洗,然后再用水冲洗并涂抹凡士林油膏。若酸液溅入眼内,应立即用大量水冲洗,冲洗时水流不要直射眼球,也不要揉搓眼睛,冲洗后再用 2% 的 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液或 3% 的 NaHCO_3 溶液洗眼,最后用蒸馏水冲洗。烧伤严重者,临时处理后应立即送医院救治。

(2) 碱烧伤 若皮肤沾上碱液,可用大量清水冲洗,直至无滑腻感,或用稀 HAc 、2% 的硼酸溶液冲洗伤处之后,再用水冲净,并涂敷硼酸软膏。若碱液溅入眼内,立即用大量水冲洗,再用 3% 的 H_3BO_3 溶液淋洗,最后用蒸馏水冲洗。

(3) 溴烧伤 若遇溴烧伤,可用乙醇或 10% 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口,再用水冲洗干净,并涂敷甘油。

(4) 磷灼伤 用 5% 的 CuSO_4 溶液洗涤伤口,并用浸过 CuSO_4 溶液的绷带包扎,或用 1:1000 的 KMnO_4 湿敷,外涂保护剂并包扎。

(5) 吸入刺激性或有毒气体 若吸入 Cl_2 、 Br_2 、 HCl 等气体时,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。吸入 H_2S 气体而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(6) 误食毒物 误食毒物,必须催吐、洗胃、再服用解毒剂。催吐时可喝少量(一般

15~25mL, 最多不超过 50mL) 1% 的 CuSO_4 或 ZnSO_4 溶液, 内服后, 用手指伸入咽喉部, 促使呕吐, 吐出毒物, 然后立即送医院治疗。

(7) 热烫伤 烫伤后, 可先用冷水冲洗降温, 或药棉浸润浓 (90%~95%) 的酒精溶液轻涂伤处或用高锰酸钾或苦味酸溶液洗灼伤处, 然后涂上烫伤膏、万花油或凡士林油。如起水泡, 不要弄破, 防止感染。烫伤严重的应送医院治疗。

(8) 割伤 被玻璃割伤时, 伤口内若有玻璃碎片, 须先挑出, 然后用消毒棉棒清洗伤口, 或用碘酒消毒, 洒上消炎粉或敷上消炎膏, 并用创可贴或绷带包扎。若伤口大量出血, 应在伤口上部包扎止血带止血, 避免流血过多, 并立即送医院救治。

(9) 触电 遇有触电事故, 应立即切断电源, 或用木棍等绝缘物体将电源线拨开, 触电者脱离电源后, 必要时可进行人工呼吸。

(10) 起火 应立即灭火, 同时移走火源附近的易燃药品, 并切断电源, 采取一切可能的措施防止火势的蔓延。一般小火可用湿布、防火布或沙土覆盖燃烧物灭火。火势较大时, 可根据起火原因选择适当的灭火器材进行灭火。①1211 灭火器: 灭火效果较好, 主要用于油类、有机溶剂、高压电器设备、精密仪器等的着火。②四氯化碳灭火器: 适用于电器失火, 但是禁止用于扑灭 CS_2 的燃烧, 否则会产生光气一类的有毒气体。 CS_2 的燃烧可用水、二氧化碳或泡沫灭火器扑灭。③干粉灭火器: 适用于扑救油类、可燃气体、电器设备、精密仪器、文件记录和遇水燃烧等物品的初起火灾。④二氧化碳灭火器: 适用于电器灭火。⑤泡沫灭火器: 适用于油类着火, 但是在电线或电器着火时禁用。

注意: 油类、电线、电器设备、精密仪器等着火时, 严禁用水灭火, 以防触电, 防止油随水漂流而扩大燃烧面积。

当身上衣服着火时, 应立即脱下衣服; 或就地卧倒打滚, 或用防火布覆盖着火处。

扑救蒸气有毒的化学品引起的火灾时, 要特别注意防毒。

(11) 汞 水银温度计打破致使汞滴落或其他不慎使汞洒落时, 应立即用蘸水或凡士林的毛刷将汞滴集中到一块儿, 再用吸管或拾汞棒将微小的汞滴吸起, 然后在洒落汞的实验台面或地面撒硫黄粉并用力压磨 (让其生成硫化汞), 覆盖一段时间后再清扫。



第二章 常用仪器的使用方法

第一节 常用玻璃仪器的洗涤和干燥

一、玻璃仪器的洗涤

化学实验所用的玻璃仪器是否“干净”，往往会影响实验结果。此处“干净”具有纯净的含义。应重视仪器的洗涤工作。

洗涤仪器的方法很多，应根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选择。一般说，附着在仪器上的污物有：可溶性物质、尘土和其他不溶性物质、油污和有机物，可分别采用下列洗涤方法。

(1) 用水刷洗 适用于洗去仪器上只沾有尘土和可溶性的物质以及没有沾得很牢的不溶性物质、油污和有机物，用毛刷直接就水刷洗。

(2) 用去污粉、肥皂或合成洗涤剂洗涤 可用于洗涤沾有不溶性污物、油污和有机物的无精确刻度的仪器，如烧杯、锥形瓶、量筒等。洗涤方法是先将要洗的仪器用水润湿（水不能多），撒入少许去污粉或滴入少量洗涤剂，然后用毛刷来回刷洗，待仪器的内外壁都经过仔细地刷洗后，用自来水冲去仪器内外的去污粉或洗涤剂，要冲洗到没有细微的白色颗粒状粉末或没有洗涤剂的泡沫为止。最后，用少量蒸馏水润洗仪器三次以上，把由自来水中带入的钙、镁、氯等离子洗去。注意：根据“少量多次”的洗涤原则，每次的蒸馏水用量都应少一些，这样洗过后的仪器的器壁就完全干净了。

(3) 用铬酸洗液洗涤 洗液是重铬酸钾在浓硫酸中的饱和溶液（50 g 重铬酸钾加到 1 L 浓硫酸中加热溶解而得），具有很强的氧化性，对有机物和油污的去污能力特别强，适用于有油污的精确的测量仪器或口小管细的仪器，如容量瓶、移液管、滴定管等。洗涤时先往仪器内加入少量洗液，然后边倾斜边慢慢转动仪器，让仪器内壁全部为洗液润湿，转几圈后，将洗液倒回原瓶中，然后用自来水把仪器壁上残留的洗液洗去，洗至无铬酸的黄色为止，最后用少量蒸馏水或去离子水润洗三次以上。

如果用洗液把仪器浸泡一段时间，或者用热的洗液则效率更高。但要注意安全，不要让洗液灼伤皮肤，因为洗液有很强的腐蚀性。洗液的吸水性很强，使用后应随手把装洗液的瓶子盖好，以防吸水而降低去污能力。当洗液使用到出现绿色时（重铬酸钾还原到硫酸铬的颜色），就失去了去污能力，不能再继续使用。

能使用（1）和（2）所述洗涤方法洗涤干净的仪器，就不要用铬酸洗液洗，因为铬酸洗液价格较高，并且会带来严重的污染。