

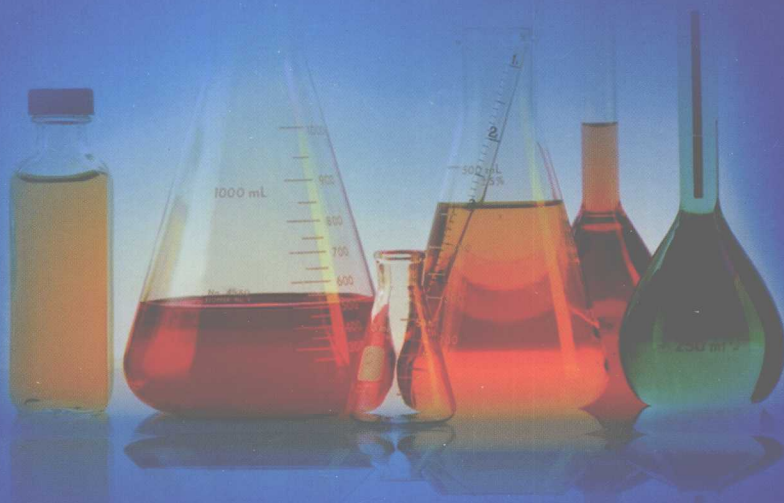
高等学校教材

WUJI HUAXUE SHIYAN

无机化学实验

北京科技大学应用科学学院

李文军 主编



化学工业出版社

高等学校教材

无机化学实验

北京科技大学应用科学学院

李文军 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材为材料、冶金、无机非金属、环境等专业大学一年级学生学习无机化学实验课程编写，内容包括：基础知识与实验室守则；实验仪器及使用、实验方法原理；实验选编。书后的附录介绍了常用的实验数据，方便师生参考使用。

本教材适用于高等学校材料、冶金、无机非金属和环境等专业师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学实验/李文军主编. —北京：化学工业出版社，2008.7

高等学校教材

ISBN 978-7-122-03144-0

I. 无… II. 李… III. 无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. 061-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 091133 号

责任编辑：刘俊之

文字编辑：颜克俭

责任校对：周梦华

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 装：北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 8½ 彩插 1 字数 213 千字 2008 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：18.00 元

版权所有 违者必究

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	1
一、无机化学实验目的	1
二、怎样上好实验课	2
三、实验报告参考格式	3
四、实验室规则	5
五、实验室安全守则	5
六、实验室意外事故的处理	6
第二章 实验仪器及使用、实验方法原理	8
第一节 常用玻璃仪器的洗涤和干燥	8
一、玻璃仪器的洗涤	8
二、玻璃仪器的干燥	8
第二节 试管实验	9
一、试管实验常用仪器及其使用	9
二、试管实验须知	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	19
六、离子分离	23
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	31
第四节 几种常见仪器介绍	37
一、天平的使用方法	37
二、梅特勒-托利多 DELTA 320 型酸度计	40
三、分光光度计及用吸光度法测定浓度原理	42
四、电导率仪	46
第五节 综合实验	47
一、制备实验常用仪器及其使用	47
二、纯化水	52
三、制备实验须知	54
第三章 实验选编	56
第一节 性质实验	56
实验一 酸碱反应和沉淀反应	56
实验二 配位反应	59
实验三 氧化还原反应	62
实验四 铬、锰	68
实验五 未知物研究	70
实验六 未知离子的研究	72

第二节 分析测定实验	73
实验七 醋酸解离常数的测定及稀释法配制准确浓度溶液的方法	73
实验八 NaHCO_3 溶液的配制及 HCl 溶液浓度的标定	74
实验九 分光光度法测定 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 配离子的生成常数	77
实验十 水的总硬度及电导率的测定	79
实验十一 硫酸钡溶度积的测定 (电导法)	83
第三节 综合、设计实验	85
实验十二 碳酸锰的制备	85
实验十三 硫代硫酸钠的制备	90
实验十四 从碳酸氢氨和氯化钠制备碳酸钠	91
实验十五 铬 (Ⅲ) 的系列配合物的合成及其分裂能的测定	94
实验十六 一种钴 (Ⅲ) 配合物的合成	96
实验十七 阿司匹林的制备与表征	98
实验十八 二水二草酸合铬 (Ⅲ) 酸钾顺反异构体的制备	100
实验十九 热致变色材料的合成	102
实验二十 废烂板液的综合利用	103
实验二十一 纳米氧化锌粉的制备及质量分析	107
实验二十二 设计实验 (一)	109
实验二十三 设计实验 (二)	110
附录	112
附录 1 常用化合物的摩尔质量	112
附录 2 常用酸、碱的质量分数和相对密度	113
附录 3 常用酸、碱的性质	113
附录 4 常用指示剂	114
附录 5 常用缓冲溶液	116
附录 6 常用基准物质及其干燥条件	117
附录 7 酸、碱的解离常数 (298K)	117
附录 8 溶度积常数 (298K)	118
附录 9 配离子的稳定常数	119
附录 10 标准电极电势 (298K)	120
参考文献	127
元素周期表	

第一章 绪 论

一、无机化学实验目的

无机化学实验课程是无机化学学科的重要组成部分，独立设课，独立考核。

无机化学实验课之所以独立设课，是因为该课程的目的不仅是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。能力建筑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）的一个重要场所。

大学一年级无机化学实验课培养的能力是：动手能力、观察能力、思维能力。

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。

1. 物质质量的准确称量。
2. 配制准确浓度的溶液和溶液浓度的标定。
3. 测定溶液的 pH 值。
4. 有色溶液吸光度的测定。

观察能力：所谓观察能力是指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“试管试验”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，通过实验得出应有的结论。

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。在大一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）都要积极地思维。

二、怎样上好实验课

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3个环节。

1. 实验前预习直接影响实验课的收获大小。为保证在有限的学时获得最大的效果，学生必须预习好。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、预测所做实验的实验现象，更重要的是思考实验设计者为什么这样设计实验步骤，若不按此实验步骤做实验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 (0.01mol/L) 溶液，加 1~2 滴 H_2SO_4 (2mol/L)，再逐滴加入 Na_2SO_3 (0.1mol/L)，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 的加入次序颠倒，即先加 Na_2SO_3 再加 H_2SO_4 ，是否能得到同样的结果。

(2) 对于小设计实验，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，出一些实验前回答的问题，在预习中要先做好这些问题。

(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以及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。在预习报告中应做好实验前回答的问题。

2. 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要求，若已达到了则要立刻记录实验现象。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，则要分析是哪一环出了错，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，不外是预测的实验现象的理论根据有误，或是在实验过程中操作有误。对“反常”现象认真分析，将会提高应用理论的能力和实际操作的水平。

实验室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，应把各种仪器摆放合理，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。

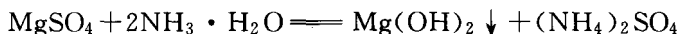
3. 实验后写出符合要求的实验报告，书写合格的实验报告是大学生应具备的能力。对报告的格式无一定的要求，但每次实验报告必须包含下列内容：实验目的、实验内容、实验步骤、实验现象、实验结果及对结果的分析。

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 (0.1mol/L) 溶液，逐滴加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (6mol/L)，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 中加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是发生了如下反应：



上述反应所以能发生是因为在溶液中的

$$c(\text{OH}^-) = [(3 \times 6/13) \times 1.8 \times 10^{-5}]^{1/2} = 5.0 \times 10^{-3}$$

$$Q = [c(\text{Mg}^{2+})/c^\ominus][c(\text{OH}^-)/c^\ominus]^2$$

$$= 0.1 \times (5.0 \times 10^{-3})^2 = 2.5 \times 10^{-5}$$

$$Q > K_{\text{sp}}^\ominus[\text{Mg}(\text{OH})_2]$$

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。

（一）元素及化合物性质实验

实验一 酸碱反应和沉淀反应

班级_____ 姓名_____ 实验时间_____

1. 实验目的

2. 实验内容

一般实验

实验步骤	现象	反应式	解释或结论
HAc (0.1mol/L) 5 滴 + 甲基橙 1 滴 + 少量 $\text{NaAc}(\text{s})$	红色 红色 → 黄色	$\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$	甲基橙变色范围在 pH 为 $3.1 \sim 4.4$ 。 0.1mol/L 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 (2mol/L) + 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结论： Cl^- 既是沉淀剂又是配位剂，当 Cl^- 浓度再增大，由于生成配合物使溶液中 Pb^{2+} 含量增高

(二) 测定实验

实验八 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 的 HAc (浓度为____mol/L)→100mL 容量瓶

20.00mL 的 HAc (浓度为____mol/L)→100mL 容量瓶

(2) 测定 pH 值。pH 计使用注意事项：

数据记录

编 号	$c(\text{HAc})/(\text{mol/L})$	pH 值	$c(\text{H}^+)/(\text{mol/L})$	$K_a^\ominus$	α
1					
2					
3					

$$\overline{K_a^\ominus} = \underline{\hspace{2cm}}$$

计算过程：

结果讨论：

(三) 制备实验

实验十四 碳酸锰的制备

班级_____ 姓名_____ 时间_____

1. 实验目的
2. 实验原理
3. 实验仪器
4. 制备碳酸锰流程图 (如图 1-1 所示)

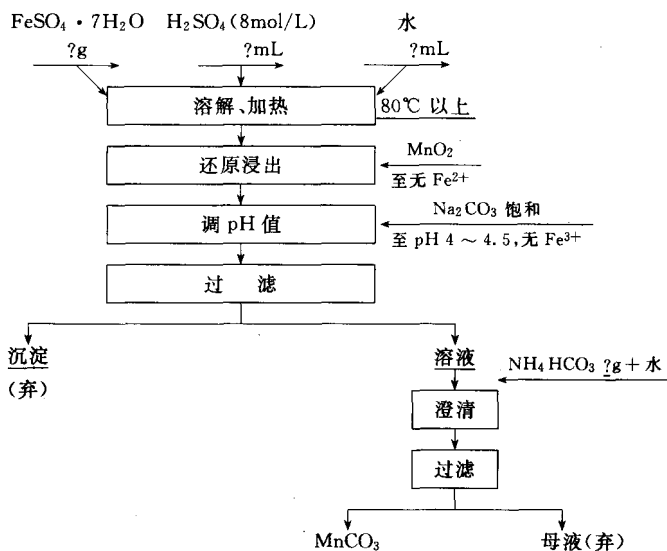


图 1-1 制备碳酸锰流程

5. MnCO_3 中 Mn 含量的测定步骤: (1) 准确称取 MnCO_3 _____ g

(2)

原始数据表:

项 目	Mn 标液	样 品
吸光度		

6. 实验结果

(1) 制得 MnCO_3 _____ g(2) MnCO_3 中的 Mn 含量为 _____ %(3) FeSO_4 的利用率 _____ %

计算过程:

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.....

四、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, 不得擅自挪用另外位置上的仪器。

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。

五、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, 剧毒品必须制定保管制度和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被油脂

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, 必要时应带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被携出室外。

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。

六、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% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液或 3% 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% 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% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 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% 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, 或药棉浸润浓酒精溶液 (90%~95%) 轻涂伤处或用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗灼伤处, 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。① 1211 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、二氧化碳灭火器或泡沫灭火器扑灭。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 实验仪器及使用、实验方法原理

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、尘土与其他不溶性物质、油污与有机物，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物质而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 3 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 洗液是重铬酸钾在浓硫酸中的饱和溶液（50g 重铬酸钾加到 1L 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 3 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）、（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。

另外，玻璃仪器还可使用超声波清洗器清洗。

检验玻璃仪器是否洗干净的标准是：将仪器倒置，仪器透明且内壁不挂水珠。

洗净后的仪器不能再布或纸去擦拭，否则，布或纸的纤维会留在器壁上而沾污仪器。

二、玻璃仪器的干燥

实验用的仪器除要求洗净外，有些实验还要求仪器干燥，不附有水膜。干燥的方法有以

下几种。

(1) 晾干 不急用的仪器在洗净后可放在仪器柜内或仪器架上,任其自然晾干。

(2) 吹干 用电吹风热风直接吹干。

(3) 烤干 能直接加热的仪器,如试管、烧杯、蒸发皿等可以直接在煤气灶或酒精灯上用小火烤干。烘烤试管时要注意:应把试管口向下,以免水珠倒流而炸裂试管,烘烤时应不断来回移动试管;烤到不见水珠后,再将管口朝上,赶尽水汽。

(4) 烘干 洗净的玻璃仪器(不包括精度高的容量仪器)可以放在电烘箱内,控制在 150°C 左右烘干。仪器放进烘箱前应尽量把水倒净,并在烘箱的最下层放一个搪瓷盘,防止容器上滴下的水珠落入电热丝中,烧坏电热丝。

(5) 用丙酮、乙醇等有机溶剂快速干燥 带有刻度的计量仪器(如移液管、吸量管、容量瓶等),不能用加热的方法进行干燥,因为加热会影响仪器的精密度。可以用易挥发的有机溶剂(最常用的是乙醇或乙醇和丙酮1:1的混合物)润洗已洗净的玻璃仪器,仪器壁上的水和这些有机溶剂互相溶解混合,倾出含水混合液后(含水混合液可回收),少量残留液很快即可挥发并晾干。

第二节 试管实验

一、试管实验常用仪器及其使用

1. 试剂瓶

常见的化学试剂瓶有滴瓶、细口瓶、广口瓶和下口瓶。滴瓶、细口瓶和下口瓶是用来盛装液体试剂的,这3种瓶子的区别只是盛装试剂的量不同,滴瓶装的量最少,下口瓶装的量最多,广口瓶用来盛装固体药品。试剂瓶从颜色上可分为白色的(即无色的)和棕色的,棕色的试剂瓶用于盛装需避光保存的试剂,如碘化钾、硝酸银、高锰酸钾等。从瓶口上还可分为磨口的和不磨口的,不磨口的试剂瓶常用于盛装碱性试剂和浓的盐溶液,瓶口配以橡皮塞或软木塞。磨口试剂瓶的塞子是固定的,为保证瓶口的严密性,瓶塞不可随意调换。磨口试剂瓶不宜盛装碱性试剂和易结晶的试剂(如盐类浓溶液)。如装上这类试剂,由于试剂与玻璃反应或试剂的结晶使塞子固住而不易被打开。如果磨口瓶长期不使用,为防止上述情况,需将瓶口和塞子间衬上一张纸条。

化学试剂瓶应贴有标签,无标签的化学试剂不得随便使用,以免发生危险。

从滴瓶中取用化学试剂时,应先将滴头的胶帽捏扁,然后松开,将瓶中试剂吸到滴管中,再将滴管置于试管管口上方,轻捏胶帽,使试剂逐滴滴入试管或其他反应容器中。使用中应注意:①滴管管尖不得插入试管中,以免试管壁上的液体沾污滴管(如图2-1所示);②滴管使用完毕应立即插回原瓶中,不得插错,如使用滴瓶直接倒取溶液时,应将滴管夹在食指和中指之间,不得随便放在实验台上;③滴管吸入溶液后,不允许倒过来拿,以免溶液流入滴管的胶帽中而腐蚀胶帽。

从滴瓶或细口瓶中直接倒取试剂时,应左手拿住盛接容器(试管或量筒等),右手掌心向着标签握住试剂瓶,使瓶口紧靠盛接容器的边缘慢慢倾倒,防止溶液流出玷污标签。若试剂瓶两面贴有标签,应按图2-2所示操作。倒完后应将试剂瓶口在容器上靠一下,再使瓶子竖直,以免液滴沿外壁流下。如往烧杯中倒液体时,则应左手斜持玻璃棒,将瓶口靠在玻璃棒上,使液体沿着玻璃棒往下流(如图2-3所示)。

药品取完后应盖好瓶塞,以防有些试剂吸水或被氧化。

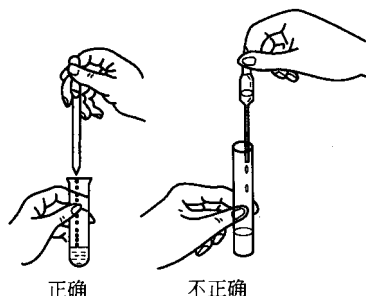


图 2-1 往试管中滴
加液体试剂

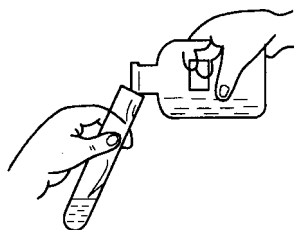


图 2-2 往试管中
倒取液体试剂

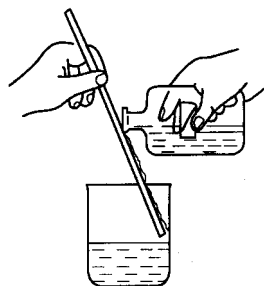


图 2-3 往烧杯中
倒入液体试剂

2. 试管、离心管和试管夹

试管、离心管和试管夹是做元素和化合物性质实验最常用的仪器。

往试管中滴加液体试剂时，应用左手垂直地拿持试管，右手持滴管橡皮头，将滴管管尖置于试管口正中上方（如图 2-1 所示），然后挤捏滴管的橡皮头，使液体滴入试管中。绝不可将滴管伸入试管中，否则滴管沾上试管壁上的其他液体，再插回试剂瓶中时会玷污瓶中的试剂。试剂的取量一般不应超过试管体积的 $1/3$ ，否则会影响操作。

往试管中加固体药品时，可用左手水平地拿持试管，右手握药匙，用药匙盛取少量固体，平行地伸入试管中，药匙快要接触试管底部时，迅速将试管垂直，抖落匙中药品，然后拿出药匙。注意：药匙的两端一大一小，取大量固体时用大匙一端，取少量固体时用小匙一端。使用前应将药匙洗净擦干且专匙专用。试剂取用后应将试剂瓶盖严并放回原处。

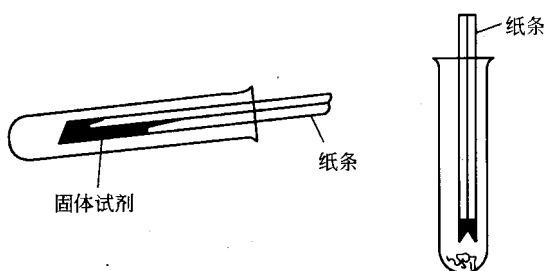


图 2-4 往试管中加入固体试剂

固体试剂还可利用纸条包裹送入试管内（如图 2-4 所示）。

在火焰上加热试管时，应用试管夹夹住试管的中上部，夹好后手持试管夹的长柄即可。如果加热液体，试管与桌面应成约 60° 倾斜（图 2-5），先加热液体的中上部，慢慢移动到试管下部，然后不时上下移动并振荡试管，务求使各部分液体受热均匀，以免管内液体受热不均而骤然喷溅。管口不能对着他人，以免液体喷出伤人。

直接加热试管中的固体时，试管口应稍稍向下倾斜，略低于试管底部（图 2-6），防止加热时产生的水汽冷凝后流到灼热的试管底部致使试管炸裂。

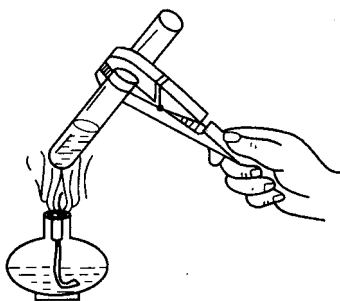


图 2-5 用试管加热液体

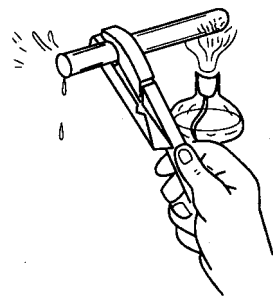


图 2-6 用试管加热潮湿的固体

3. 离心机

利用离心力把液体中悬浮的固体颗粒或两种互不相溶的混合液体分离开来的方法叫离心分离。离心分离的效率要比重力沉降和过滤高得多，是操作简单并且快速高效的一种分离方法。离心分离常用于一些不易被过滤的黏度较大的溶液、乳浊液或油类溶液等，也可用于沉淀的洗涤。

离心机的种类很多，有手摇式的、电动式的。手摇式多为敞漏式并且速度慢一些。电动式的多为密封式，速度高而且可以调速。电动式离心机如图 2-7 所示。

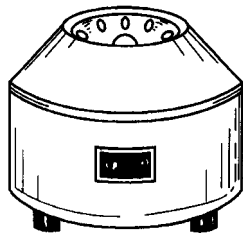


图 2-7 电动式离心机

使用离心机时，先将离心管放入离心机，然后盖上离心机盖，再转动转速旋钮至所需的挡别。使用时应注意以下几点。

(1) 离心机中应当使用离心试管。禁止将普通试管放入离心机中使用，否则容易打碎试管，流出溶液，腐蚀机器。

(2) 为保持离心机在转动时的平衡，离心管应对称地放入离心机的套管中，相互对称的离心管的质量也应尽量相等，即离心管中溶液的高度应大体一致。如只有一份试样时，须在与之对称的另一套管内也装入一支盛有相同体积水的离心试管。

(3) 开动离心机（旋转转速旋钮）时，应慢慢地逐渐加速。当发现声音不正常时，要停机检查，排除故障（如离心管不对称、质量不相等、离心机位置不水平等）后再工作。

(4) 关闭离心机时，也要逐渐减速，直至自动停止，严禁用手或其他物体作为阻力强制使其停止。

(5) 离心机在工作时要将盖盖好。确保安全操作。

4. 多孔井穴板

多孔井穴板用塑料制成，板上有多个井穴，根据实验的要求可选择不同大小孔径的井穴板，最常用的规格为 0.5mL/孔。

多孔井穴板的优点是体积小，节省药品，更重要的是便于做对照实验。如某一反应物在不同介质中反应，可得到不同的实验现象，使用井穴板就可既快捷又简便地比较实验的结果。

由于井穴板为塑料制品，因此不能用火直接加热，亦不可盛装有机试剂。

5. 酒精灯

在实验室的加热操作中，可使用酒精灯、酒精喷灯、燃气灯和电炉等，酒精灯是最常用的加热装置（本节先介绍酒精灯的使用，其他加热器具的使用放在后面讲述）。

酒精灯是由灯壶、灯芯和灯罩三部分组成（图 2-8）。使用酒精作加热燃料，通常温度可达 400~500℃。

使用酒精灯时应注意以下几点。

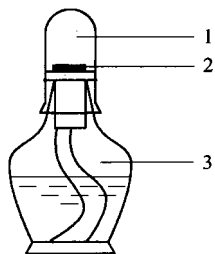


图 2-8 酒精灯

1—灯罩；2—灯芯；
3—灯壶

(1) 灯内酒精不可装得太满，以灯壶容量的 2/3 为宜，以免移动时酒精洒出或点燃时受热膨胀而溢出，造成火灾。

(2) 点燃酒精灯时要用火柴引燃，切勿用已点燃的酒精灯直接对着去点燃别的酒精灯。熄灭酒精灯时，不能用嘴吹，可将灯罩盖上，待火焰熄灭后再提起灯罩，等灯口稍冷再盖上灯罩，这样可防止灯口破裂。

(3) 酒精灯连续使用的时间不可过长，避免火焰使酒精灯本身灼热后，灯内酒精大量气化形成爆炸混合物。酒精灯如图 2-8 所示。

(4) 不用时，必须将灯罩盖好，以免酒精挥发。

6. 坩埚、坩埚钳和泥三角

坩埚的种类很多，有瓷坩埚、铁坩埚、白金坩埚、银坩埚、镍坩