

无机化学实验

董相廷 王进贤 刘桂霞 编著

WUJIHUA XUESHIYAN



兵器工业出版社

内 容 简 介

本书包括八部分,几乎囊括了目前高校开设无机化学的主要内容。包括无机化学实验概论及化学实验室注意事项、基本操作及化学量的测定、元素化学实验、综合设计性实验、创新性实验、微型化学实验以及附录部分。在顾及无机化学实验基础性的同时,重点从培养学生科技创新能力、提倡化学实验生活化及趣味性方面做了一些有意义的尝试。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验/董相廷,王进贤,刘桂霞编著. —北京:
兵器工业出版社, 2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80248 - 263 - 0

I. 无… II. ①董…②王…③刘… III. 无机化学—化学
实验 IV. 061 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 171897 号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010 - 68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟 10 号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市登峰印刷厂

版 次: 2008 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1—1600

责任编辑: 范小伊

封面设计: 李 晖

责任校对: 郭 芳

责任印制: 赵春云

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 12.5 1 面彩插

字 数: 314 千字

定 价: 25.00 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

化学是实验的科学，只有实验才是最高法庭。

傅 鹰

化学实验课是实施全面化学教育的一种最有效的教学形式。

只传授化学知识和技术的化学教育是片面的，全面的化学教育要求既传授化学知识和技能，又训练科学方法和思维。

戴安邦

如果学习只在模仿，那么我们就不会有科学，就不会有技术。

高尔基

一切真知都是从直接经验发源的。

毛泽东

前 言

化学是一门实验性较强的学科，实验教学是化学教学过程的重要环节。在化学实验中，学生借助仪器、试剂观察通常条件下难以发现和理解的自然过程和规律，加深对无机化学基本理论的理解，掌握元素和无机化合物的基本性质，了解无机化合物的一般制备、提纯和分析方法。特别要提出的是，通过实验课可以学习实验基本操作，培养查阅文献、设计实验方案的能力。

本书是针对无机化学实验课的要求而编写的，是长春理工大学化学工程与工艺、应用化学、环境工程、环境科学、材料科学与工程、材料化学、生物工程及生物技术等专业一年级的无机化学实验教材。

本书共分为七个部分，在编写过程中充分注意到以下几点：

1. 充分考虑了无机化学实验的基础性，将化学实验概论及化学实验室注意事项单独作为第一部分，基本操作及化学量的测定作为第二部分，以期为后续的课程打下良好的实验基础；

2. 为了增强学生科技创新能力的培养和环保意识，增加了创新性实验部分（第五部分）和微型化学实验部分（第六部分），同时将综合设计性实验单独作为本书的第四部分；

3. 根据科学实验的需要安排教学实验，而不以学科分割，因而在一定程度上模糊了无机化学实验和化学分析实验的界限，因此，本书既可作为无机化学实验用教材，同时也可以为无机及分析化学实验所使用；

4. 为培养学生严谨的科学作风和化学兴趣，在附录部分增加了世界著名化学家生平简介，化学实验内容尽量生活化。力求还原化学的“来源于生活，服务于生活”的本来面目；

5. 充分考虑了学科的前沿性，将纳米化学的最新知识引入本教材，创新性实验部分均取自课程组的研究成果，是一个将科研成果直接转化为教学素材的有益尝试。

本书的实验既各自独立又相互联系，通过适当安排可以形成系列实验。如果教师在选择和安排实验时能注意利用其内在联系，则既可激发学生的兴趣，又可节省实验经费，减少环境污染，收到更好的教学效果。

本书在编写过程中，采纳或引用了已公开出版教材或文献的大量素材，由于时间关系，未能一一列出；另外，本书得到了学校、学院的大力支持，在此表示感谢。

尽管在本书的编写过程中，我们力求选材恰当，但由于编者学识水平有限，教材中定有欠妥不当之处，恳请同行专家学者批评指正。

编者

2008 年 12 月

目 录

第一部分	无机化学实验概论及化学实验室注意事项	(1)
第二部分	基本操作及化学量的测定	(9)
实验一	化学实验基本操作训练	(11)
实验二	物质的精确称量	(30)
实验三	物体的热容和化学反应焓变的测定	(36)
实验四	化学需氧量 (COD) 的测定	(40)
实验五	洗衣粉中聚磷酸盐含量的测定	(43)
实验六	醋酸电离常数的测定 (pH 法)	(45)
第三部分	元素化学实验	(50)
实验七	氯溴碘	(51)
实验八	氧硫氮磷	(56)
实验九	碱金属和碱土金属	(61)
实验十	钛钒铬锰	(65)
实验十一	铁钴镍	(69)
实验十二	铜银锌镉汞	(72)
实验十三	锡铅铋铋	(77)
第四部分	综合设计性实验	(82)
实验十四	常见阴离子的分离与鉴定	(84)
实验十五	常见阳离子的分离与鉴定	(89)
实验十六	硫酸亚铁铵的制备	(97)
实验十七	日常食品的质量检测	(100)
实验十八	配位化合物	(104)
实验十九	水质及水的净化	(109)
实验二十	氧化还原反应与电化学	(116)
实验二十一	含铬废水的处理	(122)
实验二十二	废旧干电池的综合利用	(128)
实验二十三	从金属铜制取铜的碘化物及其实验式的测定	(131)

第五部分 创新性实验	(133)
实验二十四 CeO_2 纳米粒子有机溶胶的制备及其光谱分析	(134)
实验二十五 Electrospinning 法制备 PVP 纳米纤维	(138)
实验二十六 $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}$ 纳米纤维的静电纺丝技术制备及其光谱性能研究	(140)
实验二十七 水热法制备稀土氢氧化物一维纳米材料	(142)
实验二十八 蒸发—凝聚法制备金属纳米粉末	(146)
第六部分 微型化学实验	(148)
实验二十九 四氯化锡的制备及沸点测定	(151)
实验三十 香烟中有害物质的微型实验鉴定	(154)
实验三十一 多彩纳米金溶胶的制备与光谱研究	(156)
附录	(160)
附录一 化学元素周期表	(161)
附录二 常见酸碱溶液的密度和浓度 (15 $^{\circ}\text{C}$)	(163)
附录三 常用酸碱溶液的相对密度、质量分数与物质的量浓度对应表	(164)
附录四 不同温度下水的饱和蒸气压和密度 (1 atm)	(165)
附录五 一些弱电解质在水溶液中的解离常数	(166)
附录六 一些微电解质的溶度积 (25 $^{\circ}\text{C}$)	(167)
附录七 常用有机化合物的物理常数	(168)
附录八 标准电极电势 (298.15 K) (按 $\varphi^{\ominus}$ 值由小到大编排)	(169)
附录九 某些无机化合物在部分有机溶剂中的溶解度	(171)
附录十 实验报告样例	(174)
附录十一 化学家赏析	(179)

第一部分 无机化学实验概论及 化学实验室注意事项

一、实验目的

无机化学是一门实验科学的基础课程。实验是无机化学课程中不可缺少的一个重要组成部分，实验课教学是培养学生独立操作、观察记录、分析归纳、撰写报告等多方面能力的重要环节。它的主要目的是：

(1) 通过实验获得大量的感性认识，使课堂中讲授的重要理论和概念得到验证、巩固、充实和提高，并适当地扩大知识面。进一步掌握元素及其化合物的重要性质和反应，熟悉它们的一般分离和制备方法，不仅能使理论知识形象化，而且能说明这些理论和规律在应用时的条件、范围和方法，较全面地反映化学现象的复杂性和多样性。

(2) 通过学生亲自动手、实际训练各种操作，可以培养学生正确地掌握一定的实验操作技能。只有正确的操作，才能得出准确的数据和结果。通过无机化学实验使学生掌握化学实验的技术，培养独立工作能力和独立思考能力，如独立准备和进行实验的能力，细致观察和记录现象，归纳、综合、正确处理数据的能力。

(3) 培养学生独立思考和独立工作的能力。使学生学会联系课堂讲授的知识，仔细地观察和分析实验现象，认真地处理数据并概括现象，从中得出正确的结论。

(4) 通过实验，还可以培养学生具有实事求是的科学态度，准确、细致、整洁等良好的实验习惯以及科学的思维方法，从而逐步使学生掌握科学研究的方法。

无机化学实验的任务就是要通过整个无机化学实验教学，逐步达到上述目的，以便为学生进一步学习其他理论课程及实验课程和训练科研能力打下基础。

二、实验的程序与要求

1. 实验前预习

预习是做好实验、取得良好实验效果的前提和保证，预习时应该做到：

(1) 认真阅读实验教材，查阅有关参考资料，明确实验目的，弄清实验原理，了解实验内容以及实验中的注意事项，并初步估计每一反应的预期结果。

(2) 根据不同的实验及指导教师的要求做好预习报告。预习报告包括：目的、原理（反应方程式）、实验步骤和注意事项等。实验步骤是根据实验教材改写成简单明了的图表类提示（不是照抄实验内容）。这样，在实验前已形成了一个工作提纲，实验可按提纲进行。

2. 提问和检查

实验开始前由指导教师进行集体或个别提问和检查，一方面可以了解学生的预习情况；另一方面可以具体指导学生的学习方法。提问的内容主要是：实验的目的、内容、原理、操

作和注意事项等。若发现个别学生准备不够,没有预习报告,教师可以停止该学生的本次实验,在指定日期内达到预习基本要求后再做实验。

3. 进行实验

学生应遵守实验室规则,接受教师指导,按照实验教材上所指导的方法、步骤、要求及药品的用量进行实验。若提出新的实验方案,应经教师批准后方可进行试验。要求做到下列几点:

- (1) 认真操作、细心观察现象,如实做好记录。
- (2) 保持肃静,注意安全、整洁、节约。
- (3) 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,可提请教师指点。

实验完毕,洗净仪器,整理好药品和实验台,经教师检查同意后方可离开。

4. 实验报告

实验结束后,严格根据实验记录,对实验现象做出解释,写出有关反应方程式,或根据实验数据进行处理和计算,作出结论,并对实验中的问题进行讨论,独立完成实验报告,及时交指导教师批改。实验报告要记载清楚、结论明确、文字简练、书写整洁。绝不允许草率应付或抄袭编造,不合格者,教师可退回学生重做。学生可根据每个实验的不同要求,自己设计报告格式。附录中列举出几种不同类型实验报告的格式,供学生参考。

三、实验守则

实验守则是防止意外事故发生,保证正常从事实验的环境和工作秩序,顺利做好实验的前提。

(1) 实验前必须认真预习,写好预习报告,明确实验目的,了解实验的基本原理和方法。

(2) 进入实验室后,首先熟悉实验室环境、布置、各种设施的位置,清点、熟悉实验员为本次实验准备的仪器和药品。

(3) 遵守纪律,不迟到、不早退,实验中保持实验室内安静,尊重实验教师的指导。

(4) 实验过程中,随时保持室内环境的清洁。火柴梗、纸屑、废品等务必丢进废物桶内,不能丢入水槽,以免水槽堵塞。

(5) 实验中要全神贯注,认真操作,仔细观察,及时真实地将实验现象和数据记录在实验报告本上,不得涂改和伪造。根据原始记录,认真处理数据,及时完成实验报告。

(6) 使用仪器时要小心,若有损坏应填写仪器损坏单。使用精密仪器时,必须严格按照操作规程,爱护仪器;

(7) 使用水、电、煤气及化学药品应做到安全、节约。

(8) 使用试剂时应注意:

- ① 按量取用,注意节约;
- ② 取用固体试剂时,勿将其散落在实验仪器外;
- ③ 公用试剂放在指定位置,不得擅自拿走,用量以半个大米粒为宜,做到随用随取,用多少取多少;
- ④ 试剂瓶的滴管、瓶塞是配套使用的,用后应立即放回原处,避免混错或沾污试剂;

⑤ 使用试剂时应遵守正确的操作方法。

(9) 使用结束后,洗净仪器,放回原处,整理实验台,将用过的碎纸片、火柴梗等放入垃圾桶,经实验教师同意后方可离开,实验室内的药品及物品不得带出。

(10) 每次实验后,由值日生负责打扫卫生,整理药品,并检查水电门窗是否关好,以保证实验室的安全。

四、实验室安全守则

(1) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,使用时要小心,切勿溅在衣物和皮肤上,稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能将水向浓硫酸中倒,以免迸溅。

(2) 制备具有刺激性的或有毒的气体、或进行能产生此类气体的实验应在通风橱中进行。

(3) 有机易燃物质如乙醚、乙醇、丙酮、苯等使用和存放时必须远离明火,用后立即盖紧瓶塞,放在阴凉的地方保存。

(4) 有毒药品如汞的化合物、氰化物、砷的化合物、铅盐、钡盐等不得入口或接触伤口,也不能将有毒药品倒入下水管道。

(5) 用完煤气或煤气供应突然中断时,应立即关闭煤气龙头,若有煤气泄漏,应停止实验,进行检查。

(6) 实验完毕后,值日生和最后离开实验室的人员应负责关好水、电、煤气、门、窗。

(7) 做好消防工作。万一不慎失火,切不要慌张,应立即采取措施救火:

① 首先,关闭煤气、断电闸,将有机物质、易燃、易爆物质远离火源。

② 其次,尽快报警。

五、无机化学实验的常用仪器

无机化学的常用仪器如图 1.1、图 1.2 和图 1.3 所示。

六、各类高压储气瓶的色标和工作压力

如表 1-1 所示为各类高压储气瓶的色标和工作压力。

表 1-1 各类高压储气瓶的色标和工作压力

气瓶名称	外表面颜色	字样颜色	横条颜色	工作压力 (MPa)	试验压力 (MPa)	
					水压试验	气压试验
氧气	天蓝	黑		15.0	22.5	15.0
氢气	深绿	红	红	15.0	22.5	15.0
氮气	黑	黄	棕	15.0	22.5	15.0
氩气	灰	黑		15.0		
二氧化碳	黑	黄		12.5	19.0	12.5
乙炔	白	红				



图 1.1 无机化学实验的常用仪器之一

七、实验室意外事故的处理

(1) 被玻璃割伤：伤处不能用手抚摸，也不能用水洗涤。伤口内如有玻璃碎片，须先挑出，再进行消毒、包扎。

(2) 烫伤：不要用冷水洗涤伤处。伤口未破时可涂擦饱和 Na_2CO_3 溶液或用 Na_2CO_3 粉调成糊状敷伤处，也可抹獾油或烫伤膏；若伤口已破，可涂些紫药水或 10% KMnO_4 溶液。

(3) 受酸腐伤：先用大量水冲洗，再用饱和 Na_2CO_3 溶液（或稀氨水、肥皂水）洗，最后再用水冲洗，如果酸溅入眼内也可用此法洗。

(4) 受碱腐伤：先用大量水冲洗，再用 2% 醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗，最后用水冲洗。如果溅入眼中，用硼酸溶液洗。

(5) 受溴腐伤：用苯或甘油洗濯伤口，再用水洗。

(6) 受磷灼伤：用 1% 硝酸银、5% 硫酸铜或浓高锰酸钾溶液洗濯伤口，然后包扎。

(7) 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。

(8) 触电：首先切断电源，然后在必要时进行人工呼吸。

(9) 起火：若因酒精、苯或乙醚等引起着火，应立即用湿布或沙土等扑灭。若遇电气设备着火，必须先切断电源，再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。

(10) 伤势较重者，应立即送医院。

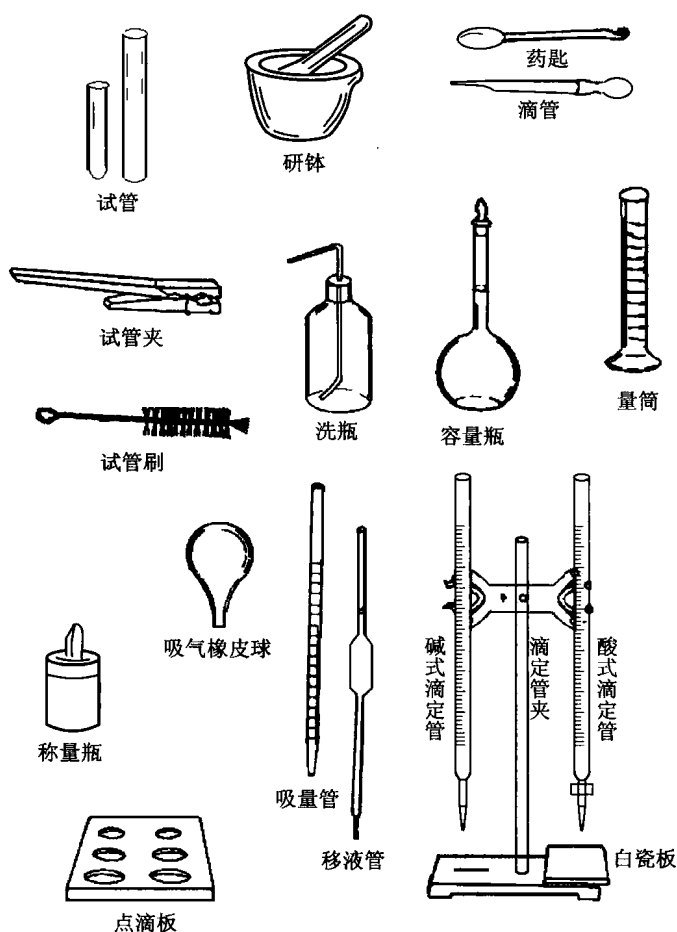


图 1.2 无机化学实验的常用仪器之二

八、实验成绩评定规则

实验成绩评定是平时成绩与期末考试成绩相结合，每个实验成绩按百分制给出，累加后取平均值。

无机化学实验成绩具体考核办法如下：

(1) 实验预习：每次实验都应按照要求进行预习并写出预习报告，实验前经指导教师

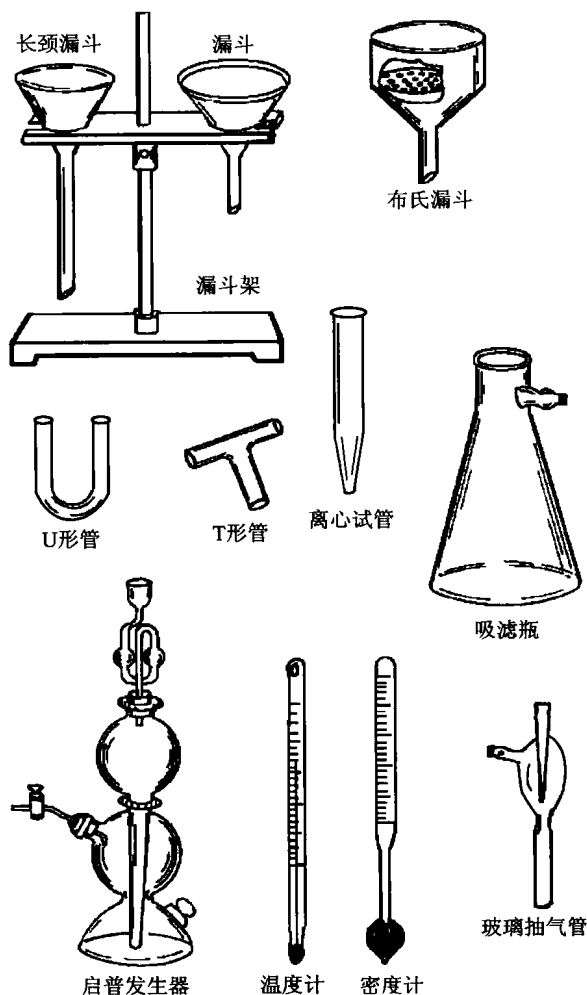


图 1.3 无机化学实验的常用仪器之三

检查合格后方可进行实验，预习情况考核占本次实验成绩的 15%（注：预习报告的重点内容是本次实验实验者要做的具体工作、使用到的实验试剂及仪器设备的注意事项，建议多采用图表式，尽量少用文字叙述）。

（2）实验操作：根据对实验内容的完成情况及各项基本操作规程要领执行的情况来评定成绩，实验操作考核占总成绩的 50%。

（3）实验态度：根据实验过程中学生的实验态度、习惯、卫生、纪律等情况进行考核，其考核结果占总成绩的 15%。

（4）实验报告：学生按要求准确、完整、按时完成并提交实验报告，实验报告的考核占总成绩的 20%。

学生必须按时认真完成全部实验课内容，因特殊情况不能按时上课，应事先向指导教师请假且事后必须补做或者事前先做，无故缺课部分按零分处理，学生三次无故不上实验课，

实验总成绩按不及格处理，并取消参加理论课考试的资格（适用于实验课非单独设课）。

无机化学实验若独立设课，可以按照：平时成绩占 80%、期末考试成绩占 20% 计算成绩，或根据具体专业自行设定成绩评定标准。

九、我国颁布实施的有关化学品的的主要法规和标准

（1）主要的化学品管理法规

《化学危险物品安全管理条例》（1987 年 2 月 17 日国务院发布）

《化学危险物品安全管理条例实施细则》（化工部、国务院经贸办 1992 年 9 月 28 日）

《工作场所安全使用化学品规定》（1996 年 12 月 20 日）

《危险化的运输规则》

《国务院关于加强防尘防毒工作的决定》（1984 年 7 月 18 日）

《易燃易爆化学品消防安全监督管理办法》

《化学危险品经营许可证发放办法》

《化学工业毒物登记管理办法》（化工部 1993 年 267 号文件）

《农药安全使用规定》

（2）主要的化学品安全标准

《危险货物品名表》（GB 12268—1990）

《危险货物包装标志》（GB 190—1990）

《常用危险化学品的分类及标志》（GB 13690—1992）

《常用危险物品贮存通则》（GB 1560—1995）

《化学品安全技术说明书编写规定》（GB 16483—1998）

《化学品安全标签编写规定》（GB 15258—1998）

《劳动卫生工程技术措施综合评价导则》（LD/TI—1991）

《有毒作业场所空气采样规范》（GB 13733—1992）

《有毒作业分级》（GB 12331—1990）

《职业性接触毒物危害程度分级》（GB 5044—1985）

《劳动防护用品选用规则》（GB 11651—1989）

十、无机化学实验课外阅读资料

（1）《无机化学》（第三版），北京师范大学无机化学教研室编，高等教育出版社，2001 年

（2）《大学化学实验》，南京大学大学化学实验教学组编，高等教育出版社，1999 年

（3）《综合化学实验》，浙江大学、北京大学等四校主编，高等教育出版社，2001 年

（4）《微型化学实验》，周宁怀、毕献树等编写，科学出版社，2000 年

（5）《化学实验基础》，孙尔康等编，南京大学出版社，1991 年

系统介绍化学实验的基本知识、基本操作和基本技术；常用仪器、仪表和大型仪器的原理、操作及注意事项。

（6）《化学实验规范》，北京师范大学编写，北京师范大学出版社，1987 年

介绍高等学校各门化学基础实验课的教学目的和要求、操作规范及各项培养规格。

(7) 《试剂手册》，中国医药公司上海试剂采购供应站编写，上海科学技术出版社，1963 年

介绍 4 000 多种化学试剂，每种都按中文、英文名称、分子式、分子量、主要物理化学性质、用途分别阐述。

(8) 《分析化学手册》，杭州大学化学系等合编，化学工业出版社，1997 年

化学分析工具书，较全面地收集了分析化学常用的数据，详尽介绍了各种实验方法。

(9) 《简明化学手册》，北京师范大学化学系无机化学教研室，北京出版社，1980 年
主要内容有化学元素，无机化合物，水、溶液，常见有机化合物等。

(10) 《简明化学手册》，甘肃师范大学无机化学教研室，甘肃人民出版社，1980 年
主要内容有物理数据，元素性质，无机和有机化合物性质，分析化学基础知识，热力学数据，标准电极电势等。

(11) 《化学用表》，顾庆超等编，江苏科学技术出版社，1979 年

以表格的形式介绍化学工作中常用的资料，主要内容有原子和分子性质、无机化合物和有机化合物、分析化学、化肥和农药、高分子和物理化学等常用数据。

(12) 《简明分析化学手册》，常文保、李克安等编，北京大学出版社，1981 年

分析化学中所需要基本材料尽量收入，数据简明扼要，便于查阅。

(13) Handbook of Chemistry and Physics, 78 Edition, Lide D. R. , CRC Press, 1998 年
介绍数学、物理、化学常用的参考资料。

(14) Lang's Handbook of Chemistry, 11 Edition, Dean J. A. , Mc-Graw-Hill Book Press, 1973 年。

内容包括原子和分子结构、无机化学、分析化学、电化学、有机化学、光谱学以及热力学性质等方面的资料和数据。

第二部分 基本操作及化学量的测定

一、概述

化学实验基本操作是做好一切化学实验必须具备的操作技能，也是初学者必须掌握的常识性的操作。熟练掌握实验基本操作技能，是实施素质教育的必要环节，也是开展国家科技创新工程的重要基本要求。在实验过程中很多操作容易混淆，应注意以下九个方面。

(1) 注意多少。取用药品时，如没有说明用量，一般应按最少量取用，即液体 1 ~ 2 ml，固体约大米粒大小或特殊情况只需盖住试管底部；酒精灯灯壶中的酒精一般不少于灯壶容积的 1/3，也不要超过 2/3。

(2) 注意大小。用托盘天平称量物质的质量时，要先加大砝码，后加小砝码，再调游码；使用干燥管干燥气体时，气流的方向是从大的端口进，从小的端口出。

(3) 注意上下。给试管中的固体加热时，试管口应稍向下倾斜；给试管中的液体加热时，试管口应向上倾斜，即一般与桌面成 45°。收集气体时，如果气体的相对分子质量大于 29，则用向上排空气法收集，如收集二氧化碳等；如果气体的相对分子质量小于 29，则用向下排空气法收集，如收集氢气等；难溶于水的气体还可用排水法收集。

(4) 注意左右。实验装置的组装顺序是自下而上，从左到右，拆卸时顺序相反；胶塞或胶管与玻璃管连接时，左手拿胶塞或胶管，右手拿玻璃管；给容器塞塞子时，左手拿容器，右手拿塞子；用托盘天平称量固体时，左盘放物体，右盘放砝码。

(5) 注意高低。反应需要加热时，仪器固定在铁架台上的高度是由酒精灯及其外焰的高度决定的；过滤时，滤纸的上沿低于漏斗上沿，高于液面。

(6) 注意内外。使用胶头滴管向试管中滴加液体时，滴管应在试管口外，不能伸入试管内；用酒精灯加热时，要用外焰而不用内焰。

(7) 注意长短。制取气体时，导气管伸入发生器要短；排气收集气体时，导气管伸入收集容器内要长，直至底部；排水收集气体时，伸入收集容器的导气管要短。在洗气、贮气、量气的装置中，导气管的安装方法是：洗气时要“长进短出”，贮、量气体时要“短进长出”。

(8) 注意浓稀。实验室制氢气时，用稀盐酸或稀硫酸与锌反应，不用浓盐酸或浓硫酸；实验室制二氧化碳时，要用稀盐酸与大理石或石灰石反应，不用浓盐酸，也不用硫酸；实验室制氯气时，要用浓盐酸与二氧化锰反应，不用稀盐酸。

(9) 注意先后。检验装置的气密性时，要先将导管放入水中，后用手掌紧贴容器壁；点燃可燃性气体时，要先验纯，后点燃；稀释浓硫酸时，要先在容器中加水，后向容器中倒酸；使用托盘天平称量固体质量时，要先放固体物质，后放砝码、调游码。

二、实验内容

- 实验一 化学实验基本操作训练
- 实验二 物质的精确称量
- 实验三 物体的热容和化学反应焓变的测定
- 实验四 化学需氧量 (COD) 的测定
- 实验五 洗衣粉中聚磷酸盐含量的测定
- 实验六 醋酸电离常数的测定 (pH 法)