

HUAXUE
SHIYAN
YUANLI YU JISHU

化学实验 原理与技术

王日为 刘灿明 主编

湖南大学出版社

化学实验原理与技术

主 编 王日为 刘灿明
副主编 唐明远 周 军
屈姝存 谢文刚

湖南大学出版社
2003年·长沙

化学实验原理与技术

Huaxue Shiyan Yuanli yu Jishu

王日为 刘灿明 主编

-
- ☐责任编辑 俞 涛
☐装帧设计 吴颖辉
☐出版发行 湖南大学出版社
社址 长沙市岳麓山 邮码 410082
电话 0731-8821691 0731-8821315
☐经 销 湖南省新华书店
☐印 装 湖南望城湘江印刷厂
-

- ☐开本 787×1092 16开 ☐印张 8.5 ☐字数 232千
☐版次 1999年8月第1版 ☐2003年8月第3次印刷
☐印数 5 801—9 800册
☐书号 ISBN 7-81053-244-8/O·11
☐定价 12.00元
-

(湖南大学版图书凡属印装差错,请向我社调换)

前 言

目前,农林各院校面向 21 世纪课程体系与教学内容、方法的改革已进入攻坚阶段。作为我校国家教委(现教育部)中标课题子项目之一的“面向 21 世纪农科基础化学课程体系与教学内容改革”已依照教改计划执行三届,这个项目也得到了湖南省教委的立项资助,多方面的信息与三年的实践表明:这项改革无论是在课程体系的优化组合、还是在教学内容的调整与更新、教学方法与手段的合理运用上都取得了新的突破。

这项改革的特色之一是:将旧体系的普通化学、分析化学两门课程合并为一门理论必修课,易名为无机及分析化学,保留有机化学理论课,而将曾经依附于各门化学课程的实验从理论课中独立出来,系统考虑各门化学课程的内在联系以及化学实验本身的特点,独立开设了一门“基础化学实验”必修课,单独教学、单独考试、单独记学分。这一体系的构建重新确立了化学实验在培养高素质人才上的地位,突出了化学实验的育人作用。同时也能系统考虑理论教学内容,优化重组,合理拼配,避免重复。体系优化以后,我们又认真研究了化学实验的教学内容,按照基本操作的内容和项目将物质的合成、制备、分离纯化→物质的性质检验→物质的物理化学常数的测定→物质含量的分析→综合技能训练实验贯穿于整个基础化学实验教学中,从而可对学生进行各项基本操作的系统化训练,强化了技能训练这一重要的教学环节,克服了零散、分割,重复、脱节,学生消极应付、疏于动手的弊端。

由于多种原因,三年来我们虽然在依照新的课程教学计划进行实验课教学,但仍然未有一本合适的教材,给教学带来了诸多不便。基于此我们组织应用化学系部分教师编写了这本《化学实验原理与技术》。这本教材是根据全国高等农林院校 1995 年杭州会议和 1997 年南京会议精神并结合我校教改计划编写的,供本、专科各专业选用。参加编写工作的有(排名不分先后):王日为、刘灿明、唐明远、周军、黎凌云、熊远福、雷婵、屈姝存、谢文刚、胡安定、曾盛、李辉勇、谭俊杰。承蒙黄碧卿副教授审订并提出了许多建设性意见。教材编写过程中还得到了其他教师 and 基础化学实验室其他同志的大力协助,并得到了学校、教务处、理学院主管领导的支持,在此一并致谢。

编 者

1999 年 4 月

目 次

前言

上篇 化学实验总论

第一章 化学实验基本知识	(1)
§ 1—1 化学实验的一般知识	(1)
一、化学实验课的目的和要求	(1)
二、实验室规则	(1)
三、实验室安全常识	(2)
四、实验中意外事故处理方法	(2)
§ 1—2 化学实验常用玻璃仪器	(3)
一、常用玻璃、陶瓷仪器及金属用具	(3)
二、标准磨口玻璃仪器	(5)
§ 1—3 溶液浓度表示及溶液配制	(5)
一、溶液浓度表示方法	(5)
二、 ρ 、 c_B 、 $T_{B/S}$ 的相互换算	(6)
三、溶液的配制方法	(6)
§ 1—4 实验数据的记录、处理和实验报告	(7)
一、实验预习的基本要求	(7)
二、实验过程的记录	(7)
三、数据处理	(8)
四、实验报告	(8)
第二章 化学实验基本操作	(10)
§ 2—1 玻璃仪器的准备	(10)
一、玻璃仪器的洗涤	(10)
二、玻璃仪器的干燥	(11)
§ 2—2 物质的加热、冷却与干燥	(11)
一、加热方法	(11)
二、冷却方法	(14)
三、干燥方法	(14)
§ 2—3 液体和固体的分离方法	(15)
一、倾析法	(15)
二、过滤法	(16)
三、离心分离法	(18)
§ 2—4 有机化合物的分离方法	(19)

一、蒸馏法	(19)
二、分馏法	(24)
三、萃取法	(25)
四、色谱分离法	(26)
五、升华法	(30)
六、重结晶法与熔点测定	(31)
§ 2—5 化学试剂及其使用方法	(34)
一、化学试剂的规格	(34)
二、化学试剂的存放	(35)
三、化学试剂的取用	(35)
§ 2—6 玻璃管加工技术	(36)
一、截割玻璃管(棒)	(36)
二、熔光方法	(36)
三、弯曲方法	(37)
四、拉细方法	(38)
五、塞子钻孔	(38)
§ 2—7 定量分析仪器及其基本操作	(40)
一、分析天平	(40)
二、滴定分析用主要仪器	(44)
三、分光光度计	(47)
四、酸度计	(48)
五、折光仪	(50)
六、旋光仪	(51)

下篇 实验内容

第三章 物质的制备、分离与提纯	(53)
§ 3—1 无机化合物的制备与提纯	(53)
实验一 粗硫酸铜的提纯	(53)
实验二 硫代硫酸钠的制备	(54)
实验三 硫酸亚铁铵的制备	(55)
实验四 去离子水的制备	(56)
§ 3—2 有机化合物的制备、分离与提纯	(59)
实验五 乙醇的蒸馏及沸点测定	(59)
实验六 减压蒸馏法提纯糠醛	(59)
实验七 水蒸汽蒸馏	(60)
实验八 分馏	(62)
实验九 纸色谱法——混合氨基酸的分离	(63)
实验十 薄层色谱法——混合氨基酸的分离	(64)
实验十一 重结晶法纯化苯甲酸	(64)
实验十二 乙酰水杨酸的合成	(65)
实验十三 乙酸乙酯的合成	(67)

第四章 物质的基本性质与物理化学常数的测定	(69)
§ 4—1 无机化合物的性质	(69)
实验十四 电解质溶液	(69)
实验十五 胶体	(72)
实验十六 氧化还原反应与原电池	(73)
实验十七 配位化合物的形成与性质	(76)
§ 4—2 有机化合物的性质	(78)
实验十八 醇、酚、醛、酮的主要化学性质	(78)
实验十九 碳水化合物、氨基酸和蛋白质的主要性质	(80)
实验二十 自拟方案实验——醇、酚、醛、酮未知物的鉴定	(83)
§ 4—3 基本物理化学常数的测定	(83)
实验二十一 有机化合物熔点的测定	(83)
实验二十二 折光率的测定	(84)
实验二十三 旋光度的测定	(85)
实验二十四 镁元素相对原子质量的测定	(87)
实验二十五 氢氧化钙溶度积的测定	(89)
实验二十六 醋酸电离常数的测定	(90)
第五章 定量分析实验	(92)
§ 5—1 基本操作实验	(92)
实验二十七 分析天平称量练习	(92)
实验二十八 样品水分含量的测定	(93)
实验二十九 滴定分析基本操作	(93)
§ 5—2 酸碱滴定法	(94)
实验三十 酸碱标准溶液的配制和标定	(95)
实验三十一 食醋中醋酸含量的测定	(97)
实验三十二 食用纯碱中 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 含量的测定	(98)
实验三十三 铵盐中含氮量的测定	(99)
§ 5—3 配位滴定法	(100)
实验三十四 EDTA 标准溶液的配制与标定 水中钙、镁含量的测定	(101)
实验三十五 硫酸锌含量的测定	(102)
§ 5—4 氧化还原滴定法	(103)
实验三十六 KMnO_4 标准溶液的配制与标定 双氧水中 H_2O_2 含量的测定	(103)
实验三十七 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的配制 绿矾中亚铁含量的测定	(104)
实验三十八 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制与标定 药用维生素 C 含量的测定	(105)
实验三十九 漂白粉中有效氯含量的测定	(107)
实验四十 硫酸铜含量的测定	(107)
§ 5—5 常用仪器分析实验	(109)
实验四十一 酸度计的使用与 pH 值的测定	(109)
实验四十二 直接电位法测定水中微量氟	(110)
实验四十三 分光光度法测定磷	(111)
实验四十四 游离 α -氨基酸含量的测定	(112)
§ 5—6 定量分析方案设计	(114)

一、概述	(114)
二、方案设计内容	(115)
三、分析方案设计实验示例	(115)
参考文献	(118)
附录	(119)
一、常用酸碱的密度和浓度	(119)
二、常见元素的相对原子质量表	(119)
三、化合物式量表	(120)
四、难溶电解质的溶度积(291 K~298 K)	(122)
五、常用缓冲溶液的配制及标准缓冲溶液	(122)
六、常用指示剂	(124)
七、常用基准物质的干燥条件和应用	(126)
八、常用洗涤剂	(127)
九、常用有机溶剂沸点、密度表	(127)

上篇 化学实验总论

第一章 化学实验基本知识

§ 1—1 化学实验的一般知识

一、化学实验课的目的和要求

化学实验是高等农业院校植物生产类、动物生产类、食品科学、环境保护、土壤农化、生物技术等专业的重要基础课程之一。它与无机化学、分析化学、有机化学理论课紧密联系,但又相对独立,是一门侧重于从实践的角度认识化学世界、掌握基本规律与基本手段的实践性课程。开设本课程的目的,不仅是为了验证有关化学理论,更主要的是要使学生能够正确且比较熟练地掌握化学实验的基本知识、基本技能,培养学生动手能力和分析问题、解决问题的能力,为学习后续课程及将来从事实际工作打下良好的基础。

通过本课程的学习,要求学生掌握物质的制备、分离与纯化;无机物、有机物的性质及农业上常见离子的鉴定;物质含量测定等一系列基本操作技能。学会正确使用分析天平、滴定分析仪器、酸度计、分光光度计等仪器。通过本课程的基础训练后,学生应该能够独立进行一般样品分析,并能根据具体的对象和要求进行较简单的设计性实验,包括实验的理论依据,试剂的选择和溶液的配制,仪器的配备,操作步骤,结果的计算与处理、分析等,使学生具备一定的独立工作能力。在教学过程中要注意培养学生严谨的学习态度,科学的思维方法,良好的实验操作习惯和实事求是的工作作风。

要求学生在实验前必须认真进行预习,明确实验目的、原理、内容、实验步骤、仪器操作方法及注意事项等,并写出实验提纲。实验中应细心观察实验现象,认真操作,将实验现象、数据如实记录在实验记录本中。同时应深入思考,分析产生现象的原因及实验结果的可靠程度。实验完毕后,应当堂(或在指定时间内)写好实验报告。实验报告要实事求是、数据齐全、结论明确、文字简练、书写工整。

二、实验室规则

为保证化学实验正常进行及实验室安全,培养良好的实验习惯,学生必须遵守如下规则:

1. 实验前应做好预习,明确实验目的和实验要求,操作步骤、方法和基本原理,有计划地进行实验。
2. 实验前清点仪器,仪器破损或缺少,应立即报告教师,履行报损手续,填写好报损单,由教师签具意见后到实验准备室换取新仪器。
3. 遵守纪律,不迟到,不早退,保持肃静,集中精神,操作规范,细致观察,周密思考,科学分析,将实验现象和数据如实记载在记录本上。
4. 实验时应遵守操作规程,严守实验安全守则,保证实验安全。

5. 爱护国家财产, 小心谨慎使用仪器和设备, 节约药品、水、电等。

6. 保持室内的整洁卫生, 废纸、火柴梗、废液、金属等应放入废物缸或其他规定的回收容器内, 严禁投入水槽、地板或实验台面上。

7. 实验完毕后, 将玻璃仪器洗净并放回原处。将药品架上的药品和实验台面整理干净。清洁水槽和台面, 洗净双手。关闭水龙头、切断电源。室内的一切物品(仪器、药品和产品等)不得带离实验室。得到指导教师允许后, 方能离开实验室。

8. 根据原始记录, 严肃认真地写出实验报告, 及时交给指导教师。

三、实验室安全常识

化学实验, 离不开水、电和各种试剂、仪器。化学试剂中, 不少是易燃、易爆、有毒或有腐蚀性的, 实验时, 思想上必须十分重视安全, 不能麻痹大意。实验过程中应集中精力, 严守操作规程, 避免事故发生, 确保实验正常进行。

1. 使用易燃、易爆物品要严格遵守操作规程, 远离火源, 用后把瓶塞塞严, 放在阴凉处。

2. 涉及能产生有毒或有刺激性气体的实验, 应在通风橱内(或通风又安全处)进行。有时需要借助于嗅觉判别少量的气体, 决不能直接用鼻子对着瓶口或管口, 而应用手轻扇气体, 扇向自己后再嗅。

3. 加热、浓缩液体时, 不能俯视加热的液体, 加热的试管口不能对着自己或别人。浓缩液体时, 要不停搅拌, 避免液体或晶体溅出, 使自己或他人受到伤害。

4. 使用酒精灯时, 酒精应不超过酒精灯容量的 $\frac{2}{3}$, 随用随点燃, 不用时盖上灯罩。不可用点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯, 以免酒精流出而失火。

5. 有毒药品(如重铬酸钾、铅盐、砷的化合物、汞及汞的化合物、氰化物等)不得误入口内或接触伤口。氰化物不能碰到酸(氰化物与酸作用放出无色无味的 HCN 气体, 剧毒! 要特别小心!)。剩余的废物及金属片不得倒入下水道, 应倒入回收容器内集中处理。

6. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性, 切勿溅在皮肤、衣服或眼睛里。稀释时应不断搅拌(必要时加以冷却)将它们慢慢加入水中混合。特别是稀释浓硫酸时, 应将浓硫酸慢慢加入水中, 边加边搅拌, 千万不可将水直接加入浓硫酸中。

7. 使用药品和仪器时, 严格按操作规程进行实验, 绝对不允许随意混合各类化学药品, 应严格控制药品用量。

8. 使用的玻璃管切断后, 应立即将断口熔烧圆滑, 玻璃碎片要放入回收容器内, 决不能丢在地面或台桌面上。

9. 水、电或各种气灯使用完毕应立即关闭。

10. 严禁将餐具带入实验室内, 严禁在实验室饮食, 吸烟。实验完毕应洗净双手后, 才可离开实验室。

四、实验中意外事故处理方法

实验过程中, 如发生意外事故时, 要保持冷静, 并采取如下救护措施:

1. 遇玻璃或金属割伤, 伤口内若有碎片物, 须先设法挑出, 伤口不大, 出血不多, 可擦入碘酒, 然后涂红汞药水, 必要时在伤口撒上磺胺消炎粉后包扎。

2. 遇烫伤, 切勿用水冲洗, 可在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液, 或烫伤膏、万花油膏。达二度灼伤(皮肤起泡)或三度灼伤(皮肤灼焦破)时, 应送医院治疗。

3. 遇强酸或强碱溶液溅在皮肤上, 应立即用大量的水冲洗, 然后分别用稀碱(5%)或饱和

的碳酸氢钠、10%的氨水或稀酸(2%的硼酸或2%的醋酸)冲洗。酸或碱溅入眼内,立刻用蒸馏水冲洗,然后用2%硼酸溶液淋洗,最后再用干净的蒸馏水冲洗。严重者应立即送医院治疗。

4. 吸入刺激性或有毒气体而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气,严重者应立即送医院急救。

5. 遇触电时,应立即切断电源,同时尽快用干燥木棒或竹竿使触电者与电源脱离接触,然后进行人工呼吸、急救。

6. 起火后,立即设法灭火,采取措施防止火势扩展(如切断电源、移走易燃和易爆物品等)。灭火方法要根据起火原因选用合适的方法,如遇有机溶剂(如酒精、苯、汽油、乙醚等)引起着火,应立即用湿布、石棉或砂子覆盖燃烧物,切勿泼水,泼水反而会使火蔓延开。若遇电器设备着火,必须先切断电源,只能使用四氯化碳灭火器灭火,不能使用泡沫灭火器,以免触电。实验人员衣服着火时,切勿惊慌乱跑,立即脱下衣服灭火,或用石棉布覆盖着火处,如果着火面积大来不及脱衣服时,就地卧倒打滚,也可起到灭火作用。无论何种原因起火,必要时均应及时通知消防部门来灭火。

7. 对伤势或中毒较重者,均应立即送医院急救治疗。

§ 1—2 化学实验常用玻璃仪器

一、常用玻璃、陶瓷仪器及金属用具

化学实验室常用的玻璃仪器、陶瓷仪器及金属用具如下:

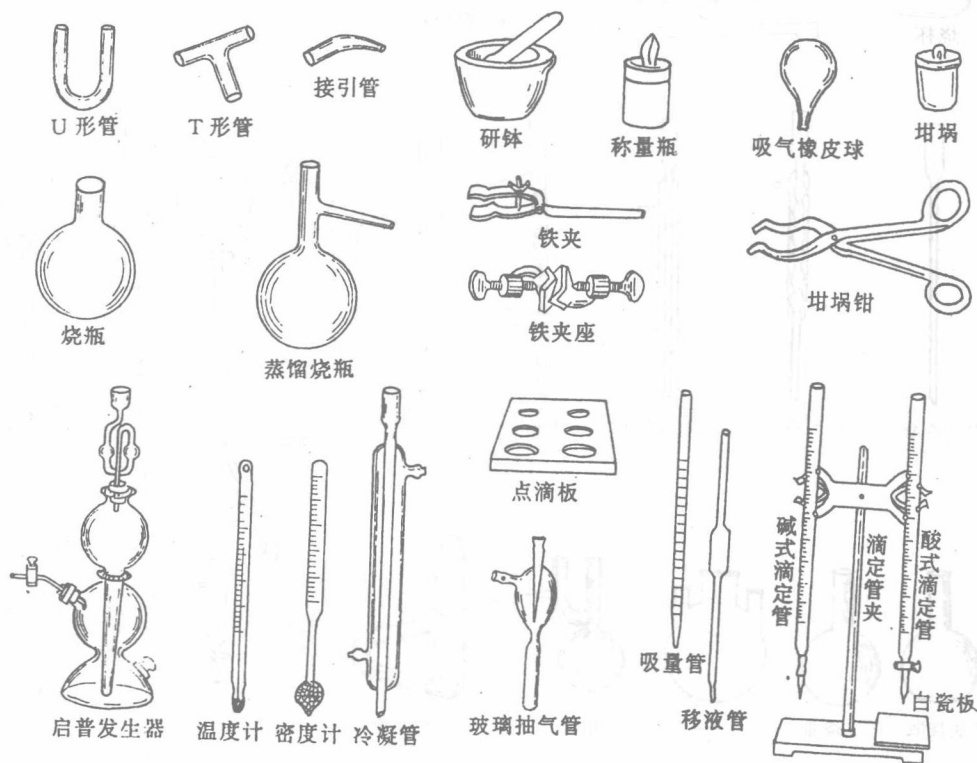


图 1.1(a) 实验室常用玻璃仪器、陶瓷仪器及金属用具示意图(一)

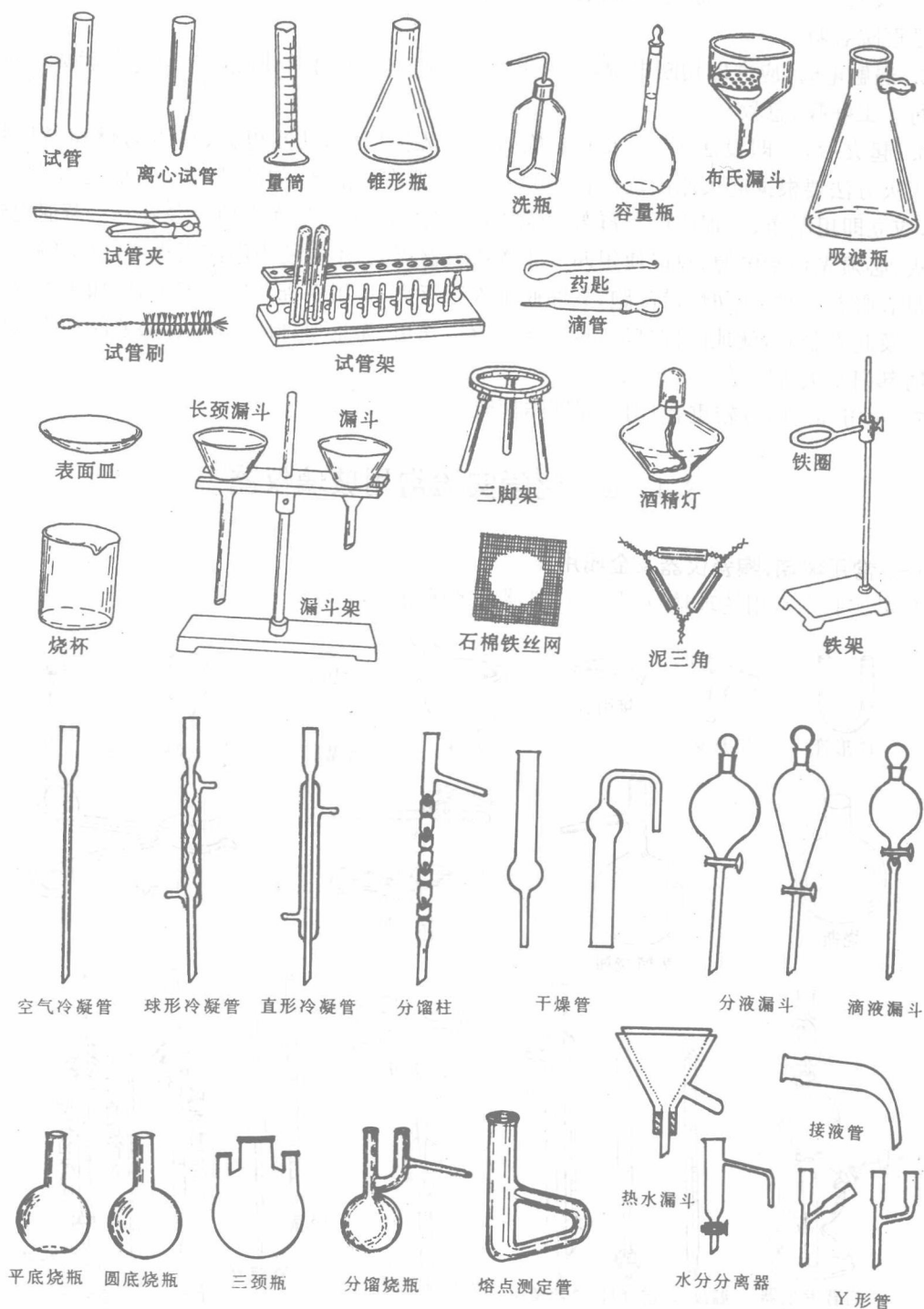


图 1.1(b) 实验室常用玻璃仪器、陶瓷仪器及金属用具示意图(二)

实验室使用的玻璃及陶瓷仪器都应轻拿轻放,以免碰坏。不耐压的仪器(如锥形瓶)不能作减压用。厚壁玻璃仪器(如抽滤瓶)不耐热,不能加热。带活塞的玻璃仪器用过应洗净。如长时间不用,应在活塞和磨口间垫上纸片,以防粘住。温度计不能作搅拌棒用,测定温度后应让其自然冷却,切勿立即用水冲洗,以免炸裂。

二、标准磨口玻璃仪器

磨口玻璃仪器使用比较方便。由于仪器容量大小及用途不一,故有不同的型号,其型号的数字是指磨口最大直径的毫米数。通常标准磨口有 10、14、19、24 等数种,型号相同的仪器可以紧密连接。使用磨口仪器应注意如下几点:

1. 磨口处要保持清洁。若粘有固体物质,则易导致渗漏或使磨口损坏。
2. 用后立即拆卸、洗净。如果放置过久,磨口连接处常会粘牢,难以拆开。
3. 一般使用时磨口处不需要涂润滑剂,若反应物中有强碱,则可涂点润滑剂以防止强碱腐蚀磨口而相粘结,部分常用磨口仪器如下:

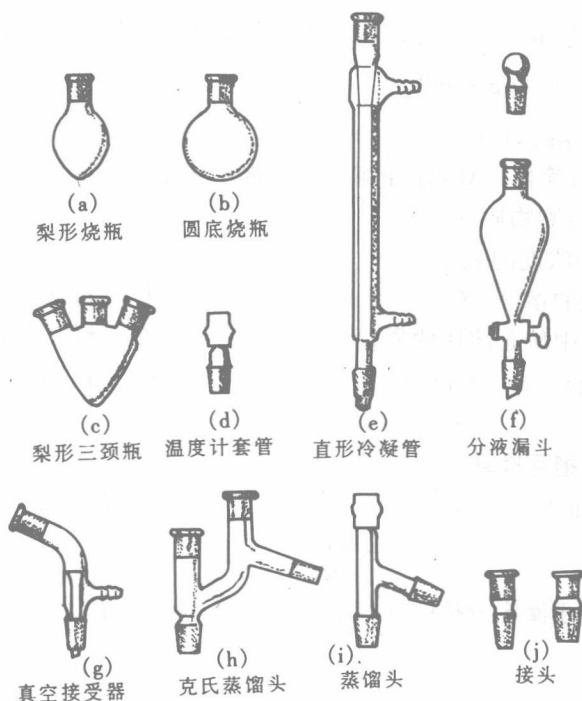


图 1.2 常用磨口仪器示意图

§ 1—3 溶液浓度表示及溶液配制

一、溶液浓度表示方法

溶液的浓度即溶液中溶质与溶剂相对含量的多少,表示方法较多,常见的有如下几种:

1. 质量分数浓度($p/\%$)

100 份质量的溶液中所含溶质的份数称为溶液的质量分数浓度,定义式为:

$$p = \frac{m_B}{m_A + m_B} \times 100\% \quad (1.1)$$

式中 m_A 为溶剂的质量; m_B 为溶质的质量。

2. 物质的量浓度(c_B)

物质的量浓度,是指单位体积的溶液中所含溶质的物质的量,常用符号 c_B 表示,单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,定义式为:

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} \quad (1.2)$$

式中 n_B 为溶液中溶质的物质的量,单位为 mol ; m_B 为溶质的质量,单位为克; M_B 为溶质的摩尔质量,单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

需要说明的是上式中 n_B 和 M_B 的数值取决于溶质参加反应时的基本单元,基本单元不同,则 n_B 、 M_B 数值不同,物质的量浓度亦不相同。

基本单元的确定,应以物质参加化学反应时所表现出的计量关系为依据,以滴定纯碱为例,如果采用酚酞为指示剂,则 $1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 刚好能与 1 mol HCl 完全反应,此时 Na_2CO_3 基本单元为其本身,摩尔质量 $M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 106.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;如果采用甲基橙作指示剂,则 $1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 与 2 mol HCl 完全反应,此时 Na_2CO_3 基本单元则为 $(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)$,其摩尔质量 $M_{(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{106.0}{2} = 53.00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3. 滴定度($T_{\text{标准液/待测物}}$, 即 $T_{B/S}$)

进行滴定分析时,为简化计算,标准溶液浓度常用滴定度 $T_{B/S}$ 表示,滴定度是指每消耗 1 mL 滴定剂溶液相当于待测物质的质量。

4. 微量(痕量)成分浓度的表示

对于组分含量较低的溶液,浓度常用 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 等表示,前两者表示单位体积溶液中所含溶质的质量,后两者表示单位质量的样品中所含待测组分的质量,按照 IUPAC 规定 ppm(10^{-6})、ppb(10^{-9})、ppt(10^{-12})几种表示方法已不再出现于各类文献中。

二、 ρ 、 c_B 、 $T_{B/S}$ 的相互换算

对于某一溶液,若知 ρ 、 c_B 、 d (密度)中任意两个量,则可依公式:

$$c_B = \frac{1000d \times \rho}{M_B} \quad (1.3)$$

进行 ρ 和 c_B 的换算。对于滴定分析的标准溶液,若知 c_B 、 $T_{B/S}$ 中任意一种浓度,则可依公式进行 c_B 、 $T_{B/S}$ 的换算。

$$T_{B/S} = \frac{c_B \times M_S}{1000} \quad (1.4)$$

三、溶液的配制方法

1. 一般溶液的配制

一般溶液是指其浓度的准确度要求不高,且浓度表示在 3 位有效数字以下的溶液。配制这类溶液时,固体溶质可用台平称量其质量,液态溶质、溶剂的体积可用量筒、量杯等量器量取,也就是说溶质不需要“准确称量”,溶剂、溶液不需“准确移取”或“准确定容”,当然用这种方法配制的溶液浓度是比较粗略的,但并不会影响实验结果。

2. 标准溶液的配制

所谓标准溶液是指已知准确浓度的溶液,一般说来,滴定分析用标准溶液的浓度应准确至 $1/10\,000$,即四位有效数字。下面简要介绍滴定分析用标准溶液的配制方法。

(1) 直接配制法 如果溶质是基准物质,如 $K_2Cr_2O_7$ 、 $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 等,则其标准溶液可用如下方法配制:在分析天平上准确称取一定质量的物质,溶于一定体积的溶剂中,将溶液定量转移至规定体积的容量瓶中定容。因所称溶质质量及所配溶液体积均为准确值,故溶液浓度可由公式(1.2)直接计算,这种方法称为直接配制法。

(2) 间接配制法(标定法)

如果溶质不是基准物质,如 HCl 、 $NaOH$ 、 $KMnO_4$ 、 $Na_2S_2O_3$ 等,则标准溶液可用如下方法配制:首先粗略配制浓度接近所需值的溶液,然后用能与所配制溶液定量反应的基准物质或另外一种标准溶液测定出所配溶液的准确浓度,溶液浓度可由下述公式计算获得。

$$c_B = \frac{m_T}{M_T V} \quad (1.5)$$

式中 m_T 是基准物质的准确质量; M_T 是基准物质基本单元的摩尔质量, V 是待标定溶液的体积。

上述方法称为间接配制法,又称为标定法。几种常见标准溶液的配制方法见表 1.1。

表 1.1 几种常见标准溶液配制一览表

名 称	配制方法	常用基准物质	基本单元	指示剂
HCl	标定法	硼砂	$1/2$ 硼砂	甲基红
$NaOH$	标定法	邻苯二甲酸氢钾	$KHC_8H_4O_4$	酚酞
$K_2Cr_2O_7$	直接法		$1/6 K_2Cr_2O_7$	
$KMnO_4$	标定法	$Na_2C_2O_4$	$1/2 Na_2C_2O_4$	$KMnO_4$
$Na_2S_2O_3$	标定法	$K_2Cr_2O_7$	$1/6 K_2Cr_2O_7$	淀粉
$EDTA$	标定法	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ $CaCO_3$	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ $CaCO_3$	铬黑 T 钙指示剂

§ 1—4 实验数据的记录、处理和实验报告

一、实验预习的基本要求

为使实验能达到预期的目的,实验前要做好充分的预习和准备工作,要求如下:

(1) 仔细阅读与本次实验有关的全部内容,了解实验目的和实验要求,明确实验原理,将实验中有关反应式,主要试剂和产物的物理常数(查阅有关手册)及主要试剂和规格摘录于记录本中。

(2) 根据实验内容用自己的语言正确地写出简明的实验步骤(不要照抄书本),设计数据记录表格,步骤中的文字尽可能用符号简化。如化合物只写分子式,加热用“ Δ ”,加用“+”,沉淀用“ $\downarrow$ ”,气体用“ $\uparrow$ ”表示,仪器装置用示意图表示。这样在实验前理清了思路,形成了一个工作提纲,实验时就可以按提纲进行,不至于“照方抓药”。

(3) 对于实验中可能会出现的问题,要写出防范措施和解决办法。

二、实验过程的记录

每一个实验都必须对实验全过程进行详细的记录,记录的原则是及时、真实、准确、全面。记录的内容包括:时间、地点、室温、气压、实验名称、同组人姓名、操作过程(简要说明)、实验现

象、实验数据、异常现象等；记录的方法：预习每次实验时，可将需记录的内容列成表格，实验过程中将内容填入表格即可。实验记录切忌随意涂改，如需改正，则先将错误记录用斜线删去，再在其下方或右边写上修改后的内容，如将 21.50 改为 20.50，可按如下格式：~~21.50~~ (20.50)。

三、数据处理

实验过程中得到的一系列数字称为原始数据，根据有效数字运算规则及统计学方法，对原始数据进行整理，求得分析结果或得出结论的过程称为数据处理。

数据处理包括：可疑值的取舍、有效数字的修约、精密度的计算、组分含量(或溶液浓度)的计算、产率计算和误差分析。

四、实验报告

每次实验结束后都要根据实验记录写出详细的实验报告，必须实事求是，认真书写。

实验内容不同，实验报告的格式也有差别，以下是几种参考格式。

1. 物质的制备实验报告格式

实验名称：

时间 地点 室温 姓名

一、实验目的

二、制备原理

三、制备过程

四、产品检验

五、产率计算

六、问题与讨论

2. 性质实验报告格式

时间 地点 室温 姓名

一、实验目的

二、基本原理(简要说明)

三、实验步骤、现象及解释(列表、图示、方程式表达)

项 目	现 象	解 释
NaCl + AgNO ₃	(1) 产生乳白色沉淀	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}(\text{白})$
再加 NH ₃ · H ₂ O	(2) 沉淀溶解，溶液无色	$\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$

四、问题与讨论

3. 定量分析实验报告格式

实验名称：

时间 地点 室温 姓名

一、实验目的

二、基本原理(简要说明)

三、实验步骤

四、数据记录及处理(列表)

例如：称取基准物质 Na₂C₂O₄ 标定 KMnO₄ 溶液。

编号	$m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$	$V(\text{KMnO}_4)$	$c(1/5\text{KMnO}_4)$
1	$m_1 = 18.345 - 18.2105$ $= 0.1345(\text{g})$	$V_1 = 21.08 - 0.08$ $= 21.00(\text{mL})$	$c_1 = 0.09559 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $c_2 = 0.09570 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
2	$m_2 = 18.2105 - 18.0800$ $= 0.1305(\text{g})$	$V_2 = 20.70 - 0.35$ $= 20.35(\text{mL})$	平均值 $= 0.09564 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 相对相差 $= 0.11\%$

五、问题与讨论

上面介绍了基础化学实验报告的三种参考格式,我们在书写实验报告时,应尽量使用化学语言(元素符号、分子式、化学方程式)来描述和表达实验原理、现象等,做到简洁明了。

思考题

1. 简述化学实验的目的和要求。
2. 简述实验室安全常识及意外事故的处理方法。
3. 什么叫标准溶液? 简述配制方法并各举一例说明。
4. 怎样才能做好化学实验?