

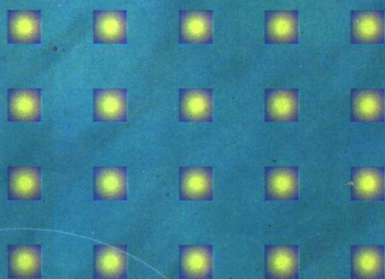
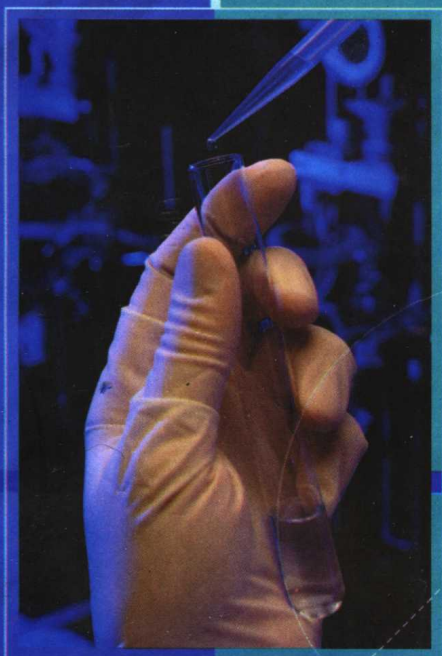


高等学校教材

Textbook for Higher Education

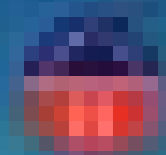
大学化学实验

西北工业大学化学教研室 编



Chemistry Experiment

西北工业大学出版社



清华大学
TSINGHUA UNIVERSITY

大学化学实验

清华大学化学系 编



清华大学
化学系

清华大学出版社

清华大学出版社

大学化学实验

西北工业大学化学教研室 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是《普通化学》教材的配套实验教材。全书共分为四部分。第一部分为实验目的和常识。第二部分为基本实验内容,主要是关于基本原理、性质及相关常数测定的实验。第三部分为综合实验,含有综合设计实验及一些无机物和有机物的制备实验,其中部分实验可作为学生在开放实验室的选做实验。这部分实验具有与工程实践结合得较为紧密的特点。第四部分为附录,附有一些物质在常温时的各类常数及有关数据等。

本书适宜于高等工科院校非化工类各专业学生使用,也可作为高等院校理科及化工类专业普通化学实验的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/西北工业大学化学教研室编. —西安:西北工业大学出版社,2001.9
ISBN 7-5612-0780-8

I. 大... II. 西... III. 化学实验-高等学校-教材 IV. 06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 036082 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029-8493844

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:陕西友盛印务有限责任公司印装

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:11.25

字 数:234 千字

版 次:2001 年 9 月 第 1 版 2001 年 9 月 第 1 次印刷

印 数:1~6 000

定 价:16.00 元(套)

前 言



化学是一门实验性科学。化学实验是工科大学化学课程的重要组成部分,是巩固、深化和拓宽化学基础知识和培养学生动手能力、观察和分析问题能力的重要环节。通过化学实验,不仅能验证所学的理论知识,掌握一定的实验技能,而且能培养学生理论联系实际以及实事求是、严谨认真的科学态度和科学素养。

本书是根据普通化学教学大纲,总结了近年来作者的教学实践和实验教学改革经验编写而成的。

全书内容共分为四部分。第一部分为实验目的和常识,介绍了化学实验的目的、学习方法、安全守则、事故处理方法以及化学实验的基本操作,并简要介绍了目前正在探索的微型化学实验。第二部分是基本实验内容,它包括了与普通化学课程密切相关的一些基本实验,如化学热力学中反应热效应的测定、化学动力学的反应速度、溶液中的电解质溶液和电离常数的测定、电化学中电极电势的测定及无机化合物等。这些实验不仅有助于学生理解和掌握所学的理论知识,而且有利于学生掌握实验的一些基本技术和技能。第三部分为综合性实验,如去离子水的制取和水质检验、工业废水中微量挥发酚的测定、废铝箔制备硫酸铝、107 胶黏剂的合成与应用等。这些实验紧密结合实际,通过这些实验,不仅使学生能认识到实验的重要意义,而且有助于培养学生解决实际问题的能力。在此部分中还特别设置了两个综合设计实验,这对全面提高学生的实验能力是非常有益的。第四部分为附录,收录、编辑了常见物质的溶度积常数、稳定常数、标准电极电势和化学试剂的规格及选用等与化学实验有关的数据及常识。

为了提高化学实验的质量和效率,并使学生操作规范化,本书还配有部分实验的电教片,并将计算机处理实验数据(CAI)引入到化学实验中。

本书编写工作分别由秦华宇(第一部分的一、五;第二部分的十一;第三部分的八;第四部分的一至十五)、张诚(第一部分的二、三、四;第二部分的一、二、七、十;第三部分的一);刘根起(第一部分的六;第二部分的八、九;第三部分的二、九)、马晓燕(第二部分的三、四;第三部分的七)、程永清(第二部分的五;第三部分的六)、吕玲(第二部分的六;第三部分的三、四、五)、张云鹏(第二部分的十二)分工负责,全书由秦华宇任主编。化学教研室的许多教师给予了大力协助,李秀仪教授、王乃玲教授曾多次给予指导,并提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足和错误,敬请读者批评指正。

编 者
2001 年 4 月

目 录

第一部分 实验目的和常识	1
一、化学实验的目的和学习方法	3
二、化学实验守则和安全守则	5
三、化学实验中意外事故的处理	7
四、化学实验的基本操作	8
五、误差和有效数字	15
六、微型化学实验简介	17
第二部分 基本实验	19
一、分析天平的使用	21
二、气体常数的测定	27
三、化学反应热效应的测定——Zn 与 CuSO_4 的反应	31
四、中和反应的热效应测定	35
五、化学反应速率	39
六、醋酸解离常数的测定	45
七、电解质溶液	50
八、电化学(部分微型实验)	55
九、电极电势的测定(部分微型实验)	62
十、磺基水杨酸与 Fe^{3+} 配合物的组成和稳定常数的测定——光电比色法	66
十一、无机化合物	71
十二、化学实验中数据的计算机处理	77
第三部分 综合实验	81
一、溶液的凝固点降低及应用	83
二、去离子水的制取和水质检验	88
三、锰的测定——分光光度法	94
四、多种金属离子溶液中 Cu^{2+} 离子含量的测定——配位掩蔽法	97
五、工业废水中微量挥发酚的测定	100
六、废铝箔制备硫酸铝	105

七、107 胶黏剂的合成与应用	109
八、综合设计试验(一)	112
九、综合设计实验(二)	115
第四部分 附 录	117
附录一 化学试剂的规格及选用	119
附录二 常用酸碱溶液的密度和浓度(15℃)	119
附录三 常见离子的颜色	120
附录四 常用酸碱指示剂	121
附录五 国际相对原子质量	121
附录六 标准电极电势(25℃)	122
附录七 不同温度下水蒸气的压力	124
附录八 一些弱电解质的解离常数(298.15 K)	125
附录九 一些金属化合物在水中的溶解性	125
附录十 一些配离子的稳定常数	126
附录十一 一些物质的溶度积常数 $K_{sp}^{\ominus}$	127
附录十二 各种压力下水的沸点	129
附录十三 水的密度	129
附录十四 一些溶剂的 K_b 和 K_f 值	129
附录十五 一些常数的符号、数值及其 SI 单位	130

第一部分

实验目的和常识

一、化学实验的目的和学习方法

(一) 化学实验的目的

化学是一门以实验为基础的自然科学。实验是大学化学课程不可缺少的一个重要组成部分,是培养学生动手、观察、分析和解决问题等多方面能力的重要环节。通过化学实验应达到以下目的:

(1) 巩固和加深课堂所学的理论知识,并适当扩大知识面,训练理论联系实际和分析、解决问题的能力。

(2) 培养学生正确地掌握化学实验基本操作技能和正确地使用常用仪器,且培养学生独立操作及动手能力。

(3) 通过实验现象的观察分析、测试数据的处理和撰写报告,使学生学会理论联系实际和独立思考,培养科学的思维方法。

(4) 培养严格认真、实事求是的科学态度,养成准确细致、整齐清洁的良好习惯,使学生逐步掌握科学研究的方法。

(二) 化学实验的学习方法

要达到实验预期的目的,必须有正确的学习态度和学习方法。就共性而言,化学实验的学习方法主要有以下几点:

1. 课前预习

预习是实验课前必须完成的准备工作,是做好实验的前提,为了确保实验质量,预习应达到下列要求:

(1) 阅读实验教材和理论课教材的有关内容,明确本次实验的目的和全部内容,弄清有关原理。

(2) 了解实验操作过程和实验注意事项。

(3) 查出与实验有关的数据,列出简明的操作步骤和方法,写出预习报告。

2. 认真操作

根据实验教材上所规定的方法、步骤和试剂用量来进行操作,并应做到下列几点:

(1) 严格按照教材认真操作,细致观察实验现象,并如实做好记录。

(2) 若发现意外现象,应独立思考、分析,查找原因,有疑问时可互相讨论或询问老师,并重做实验。

(3) 对于设计性实验,方案要合理,现象要清晰。若在实验中发现设计方案存在问题时,应找出原因,及时修改方案,直至达到实验要求。

- (4) 严格遵守实验室工作规则,注意安全,实验中应保持安静和实验台整洁。
- (5) 实验完毕后,必须经过老师检查并签字后,方可离开实验室。

3. 写好报告

实验课后,按时完成实验报告,具体要求如下:

- (1) 简述实验有关原理和主要反应方程式。
- (2) 实验步骤要简明扼要、清晰明了、尽量采用表格、框图、符号等形式表示。
- (3) 实验现象要描述准确清楚,数据记录要正确完整,绝不允许主观臆造或弄虚作假。
- (4) 对实验现象要加以简明的解释,写出主要的反应方程式,并做出结论。
- (5) 定量实验要准确计算结果,并列出有关计算公式,最后要计算百分误差且分析误差原因。
- (6) 实验报告应文字简练,书写整洁,结构完整。

二、化学实验守则和安全守则

(一) 化学实验守则

(1) 实验前必须进行充分预习,要求如下:

1) 了解本实验目的、实验原理及实验的主要内容。

2) 了解实验所用仪器的正确操作方法和注意事项。

3) 在预习基础上写出预习报告。预习报告包括实验目的、简单原理、实验步骤及数据记录等。并交指导教师检查。

(2) 到实验室后首先熟悉实验室环境、布置和各种设施的位置,清点仪器。

(3) 应在指定位置进行实验,保持室内安静,不大声谈笑。实验过程中应细心观察现象,认真并实事求是地记录实验现象和测量数据。积极思考,独立完成各项实验任务。

(4) 实验仪器是国家财物,务必爱护,谨慎使用。

1) 使用玻璃仪器要小心谨慎,如有损坏要报告教师,并根据情况予以适当赔偿。

2) 使用精密仪器时,必须严格按照操作规程,遵守注意事项。若发现异常情况或故障,应立即停止使用,报告教师,找出原因,排除故障后再进行使用。

(5) 使用试剂时应注意下列几点:

1) 试剂应按实验指导书中规定的规格、浓度和用量取用,以免浪费。若实验指导书中未规定用量或自行设计的实验,应尽量少用试剂,注意节约。

2) 取用固体试剂时,勿使其撒落在实验容器外。

3) 公用的试剂在使用后应立即放回原处。

4) 试剂瓶的滴管和瓶塞是配套使用的,用后立即放回原瓶,避免“张冠李戴”。

5) 使用试剂时要遵守正确的操作方法,避免污染试剂。

(6) 指定回收的药品,要倒入回收瓶内,未指定回收的废液或残渣要倒入废液缸内,不可倒入水槽,废纸等应扔入纸篓内,以免腐蚀和堵塞下水道。

(7) 注意安全操作,遵守安全守则。

(8) 实验完毕应将仪器洗净,放置整齐并请教师检查。实验数据及记录须经教师当场审阅方可离开实验室。实验报告应按期完成并交教师批阅。

(9) 值日生负责清扫实验室,关闭水、电、气总阀,经教师同意后再离开实验室。

(二) 化学实验室安全守则

化学实验室中许多试剂易燃、易爆、具有腐蚀性或毒性,存在着不安全因素,所以进行化学实验时,必须重视安全问题,绝不可麻痹大意。实验过程中,要严格遵守下列安全守则:

(1) 实验室内严禁吸烟、饮食、大声喧哗、打闹。

(2) 不得任意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

(3) 对于产生有毒和有刺激性气体的实验,应在有通风设备的地方进行。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。

(4) 对于含有易挥发和易燃物质的实验,必须在远离火源的地方进行。最好在通风橱内进行。

(5) 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,以免液体溅出受到伤害。

(6) 洗液、浓酸和浓碱等具有强腐蚀性,应避免洒在衣服和皮肤上,以免灼伤。

(7) 使用汞盐、铅盐、砷盐、氰化物和氟化物等有毒物质时,要严防进入口内或接触伤口,也不能随便倒入水槽,应回收处理。

(8) 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。

(9) 不要用湿手触摸电器设备,以防触电。用电应遵守用电规程。

(10) 实验室所有仪器和药品(包括制备的产品)不得带出室外,用毕应放回原处。

(11) 实验结束后,应将实验台面整理干净,洗净双手,关闭水、电、气、门、窗等,确保安全。

三、化学实验中意外事故的处理

(1) 若因酒精、苯或乙醚等起火,应立即用湿布或砂土(实验室应备有灭火砂箱)等扑灭。若遇电器设备着火,必须先切断电源,再用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。

(2) 遇有烫伤事故,可用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗灼伤处,再擦上凡士林或烫伤油膏。

(3) 若在眼睛或皮肤上溅上强酸或强碱,应立即用大量水冲洗。但若是浓硫酸,则应先用干布擦去,然后用大量水冲洗,再用3%碳酸氢钠溶液(或稀氨水)洗。若碱灼伤,需用2%醋酸溶液(或硼酸)洗,最后涂些凡士林。

(4) 氢氟酸烧伤皮肤时,先用10%碳酸氢钠溶液(或2%氯化钙溶液)洗涤,再用两份甘油与1份氧化镁制成的糊状物涂在纱布上掩盖患处,同时在烧伤的皮肤处注射10%葡萄糖溶液。

(5) 四氯化碳有轻度麻醉作用,对肝和肾有严重损害,如遇中毒症状(恶心、呕吐),应立即离开现场,按一般急救处理,眼和皮肤受损害时,可用2%碳酸氢钠溶液或1%硼酸溶液冲洗。

(6) 金属汞易挥发,它通过人的呼吸进入人体内,逐渐积累会引起慢性中毒,所以不能把汞洒落在桌上或地上,一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫磺粉盖在洒落的地方,使汞转变成不挥发的硫化汞。

(7) 一旦毒物进入口内,可把5~10 mL稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服后,用手指伸入咽喉部,促使呕吐,然后立即送医院。

(8) 若吸入氯气、氯化氢气体,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒;若吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(9) 被玻璃割伤时,伤口若有玻璃碎片,须先挑出,然后抹上红药水并包扎。

(10) 遇有触电事故,应切断电源,必要时进行人工呼吸,对伤势较重者,应立即送医院。

四、化学实验的基本操作

(一) 试剂的取用

1. 液体试剂的取法

(1) 从细口试剂瓶取用试剂的方法。

取下瓶塞把它放在台上。用左手握住容器,右手拿起试剂瓶,注意试剂瓶上的标签对着手心,倒出所需量的试剂(如图 1-1)。倒完后,将试剂瓶口在容器上靠一下,以免留在瓶口上的试剂流到试剂瓶外壁。必须注意倒完试剂后,瓶塞须立即盖在原来的试剂瓶上,把试剂瓶放回原处。

(2) 从滴瓶中取用少量试剂的方法。

瓶上装有滴管的试剂瓶称为滴瓶。滴管上部装有橡皮乳头,下部为细长的管子。使用时,提起滴管,使管口离开液面。用手指紧捏滴管上的橡皮乳头,以赶出滴管中的空气,然后把滴管伸入试剂瓶中,放开手指,吸入试剂,再提起滴管,将试剂滴入所需容器内。

使用滴瓶时,必须注意:

1) 将试剂滴入试管时,必须将滴管悬空地放在靠近试管口的上方使试剂滴入(如图 1-2)。绝对禁止将滴管伸入试管中,否则,滴管的管端将很容易碰到试管壁上而沾附了其他溶液;如果再将此滴管放回试剂瓶中,则试剂将被污染,不能再应用。

2) 滴瓶上的滴管只能专用,不能和其他滴瓶上的滴管混淆。因此,使用后,应立刻将滴管插回原来的滴瓶中。

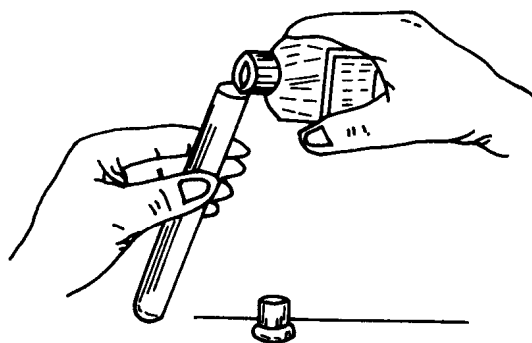


图 1-1 细口试剂瓶的操作法

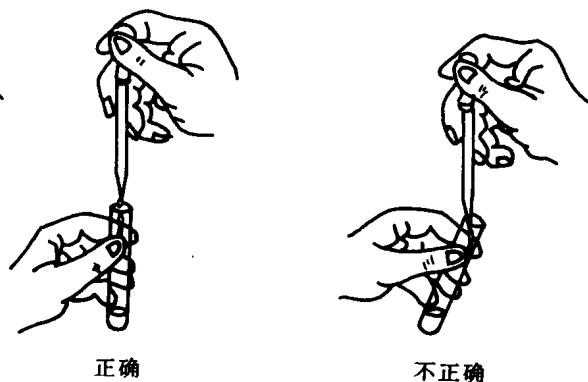


图 1-2 用滴管将试剂加入试管中

2. 固体试剂的取用

固体试剂一般都用药勺取用。药勺两端为大小两个勺,根据所取药量而选取。使用药勺,必须保持干燥、洁净。

(二) 酒精灯的使用

酒精灯一般是玻璃制的,灯罩带有磨口。不用时,必须将灯罩罩上,以免酒精挥发。酒精易燃,使用时必须注意安全。

点燃时应用火柴点燃,切不可用燃着的酒精灯直接去点燃。否则灯内的酒精将会洒出,引起火灾。

酒精灯内需要添加酒精时,应把火焰熄灭,然后利用漏斗把酒精加入灯内,但应注意灯内酒精不宜装得太满,一般以不超过其总容量的 $\frac{2}{3}$ 为宜。

熄灭酒精灯火焰时,用灯罩盖灭,切勿用嘴吹。用灯罩盖灭火焰后,再将灯罩提起,待灯稍冷后再盖上,以防灯口破裂。

(三) 试管的加热

加热试管中的液体时,液体量一般不得超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ 。加热时,试管稍微倾斜,管口向上,先使试管均匀受热,然后再在试管底部加热。为避免试管内液体溅出伤人,管口不要对着人。

(四) 玻璃仪器的洗涤

为了使实验得到正确的结果,实验仪器必须洗干净,已洗净的玻璃仪器壁上,只留下一薄层均匀的水膜,而不挂水珠。一般洗涤方法如下:

(1) 在试管(或量筒)内,倒入约占试管(或量筒)总容量 $\frac{1}{3}$ 的自来水,振摇片刻,倾出。倒入同量的自来水,再振摇片刻后,倒掉。然后用少量蒸馏水洗涤一次(必要时可增加冲洗次数),即可用来做实验。

(2) 试管用水不能冲洗干净时,可用试管刷刷洗。注意试管刷在盛水的试管里转动和上下移动时,用力不可过猛,以防把试管底捅破。

(3) 若试管或玻璃仪器内壁附有油污,需先用去污粉或肥皂擦洗,再用自来水冲洗,最后用蒸馏水洗涤 1~2 次才可使用。

(五) 量筒的使用

量筒是量取液体试剂的量具。其容量分为 10 mL, 50 mL, 100 mL, 500 mL 等数种。使用时,要把量取的液体注入量筒中,手拿量筒的上部,让量筒竖直,使量筒内液体凹面的最低处与视线保持水平,然后读出量筒上的刻度,即得液体体积(如图 1-3)。

在某些实验中,如果不需要十分准确地量取试剂,可以不必每次都用量筒,只要学会估计从试剂瓶内倒出液体的量即可。

(六) 台秤的使用

台秤(也称粗天平或托盘天平)的构造如图 1-4 所示。

台秤是用来称量 0.5~1 000 g 物体质量的仪器,它能准确称量至 0.1 g。使用台秤前先观察台秤两盘是否平衡(平衡时指针应指在刻度板的零点),如不平衡可以调节平衡螺丝使之平衡。

(1) 称量器皿时,把待称的物品放在左盘,然后在右盘依次添加砝码(5 g 以下可以用游码),直到两盘平衡为止,记录砝码的重量,再将砝码放回砝码盒中各自的原位置上。

(2) 称量药剂时,若药品是固体,可取相等重量的两片纸分别放在左、右两盘上,先在右盘放上所需要重量的砝码,然后再在左盘纸上逐渐添加药品,至两盘平衡为止。

使用时,必须注意:

(1) 天平盘必须保持清洁。任何药品或潮湿、不干净的物体都不能直接放在盘上,有腐蚀性的药品(如氢氧化钠、碘片等)应放在容器内称量。

(2) 同一实验的几次称量应该用同一架台秤同一套砝码,两盒砝码不得混用。因此,称完后必须立即将砝码放入原盒内原来的位置上。使用砝码时,不能用手直接拿取,要用镊子夹取。

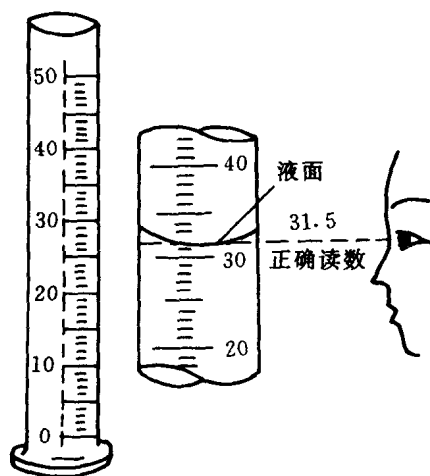


图 1-3 量筒及其读数

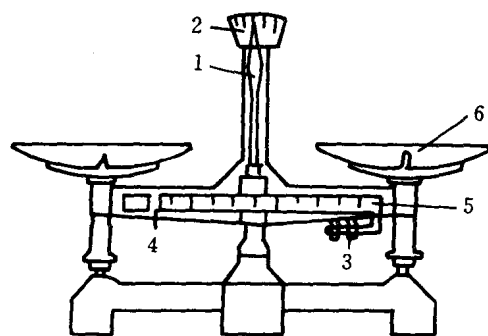


图 1-4 台秤

1—指针 2—刻度板 3—调节零点的平衡螺丝
4—游码 5—刻度标尺 6—秤盘