



工科基础化学系列教材

工科大学化学实验

(修订版)

胡立江 尤宏 郝素娥 主编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书是哈尔滨工业大学“九五”期间的教学改革成果之一,在内容上除了加强基本理论与基本技能的训练外,突出反映了近代化学的新进展,强调了化学在其它学科领域中的应用。全书共 35 个实验,分为基本知识技能、化学热力学与化学动力学、氧化还原反应与电化学、水与环境、材料化学、化学与生命科学和工业应用化学等七个部分。附录部分介绍了实验基本操作手段、仪器的原理与使用方法、数据处理和常用数据表,另外还给出了供学生完成的 13 个实验的实验报告。

本书既可作为高等工科院校各专业本、专科学生的实验教材,也可作为广大化学化工工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工科大学化学实验/胡立江,尤宏,郝素娥主编.2版.

—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2003.8

ISBN 7-5603-1353-1

I.工… II.①胡…②尤…③郝… 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(2003)第 074292 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 12.5 字数 320 千字

版 次 2003 年 8 月第 2 版 2003 年 8 月第 4 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1353-1/O·94

印 数 15 001~21 000

定 价 16.00 元

序 言

“九五”期间,教育部组织全国几百所高等院校的教师对几乎所有基础学科“课程体系和教学内容的改革”进行了立项研究,规模之大,范围之广,实属空前。空前的投入,赢得了空前的产出,“九五”期间我国的高等教育取得了一系列重要的改革成果。工科基础化学也不例外,在课程体系、教学内容、教学方法等诸多方面都取得了较大的进展和可喜的改革成果。如何将这些改革成果及时地推广到实际教学中去,是国家教育部领导十分关心的问题,也是每个教指委委员“十五”期间工作的一大重点,本人作为教育部工科基础化学教指委委员,自然义不容辞。

2002年元旦期间,哈尔滨工业大学出版社张秀华副社长、黄菊英编审和燕山大学环境与化学工程系邵光杰副主任建议本人根据教育部工科基础化学教改的精神,融入“九五”期间的教改成果,并结合哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、燕山大学、大庆石油学院、齐齐哈尔大学等校基础化学教改的实际,编写一套工科基础化学系列教材。此建议与本人的考虑不谋而合,欣然接受。本人一向认为:教材既是教学的重要依据,亦是教学的主要媒体,课程改革的方向、原则、思路和成果首先应该体现于教材。基于此种指导思想,并考虑教材编写的必要性和可行性,初步拟定编写有机化学、无机及分析化学、仪器分析、物理化学、结构化学、基础化学实验、工科大学化学实验、工科大学化学专题等工科基础化学教材。

本系列教材的编写思想是:遵照课程大纲和目标要求,考虑历史沿革,反映改革成果,突出时代特色,以优化整合的课程体系和教学内容为“骨架”,以基础理论、基本概念、基本原理和基本操作为“血肉”,以实际应用和学科前沿为“脉络”,将科学性、适用性、先进性、新颖性融为一体。内容以必需和够用为度,表述注意深入浅出、简明扼要、突出重点,既便于教学,又便于自学。

为使教材的编写能够统一思想、统一要求、统一风格,并减少不必要的重复,成立了系列教材编审委员会,主要由参编各校的院系领导、有丰富教学经验的老教师和各册主编参加。

需要指出的是:

(1) 教学改革是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就。教材改革与教学改革相伴而生,自然也需要长期的工作,不断完善,很难无可挑剔。本系列教材一定会有诸多不足,恳请同行体谅。

(2) 编写教材需要博采众长,自然要参考较多的同类教材和其他相关文献资料,希望得到各参考文献作者的支持和理解。

(3) 虽然本系列教材各册的编写大纲均由编审委员会讨论决定,但书稿的具体内容是责成各册主编把关的,读者若有询问之处,可与各册主编或各章节的作者联系,文责自负。

欢迎广大师生多提宝贵意见。

强亮生

2003 年 1 月 28 日于哈尔滨

修订版前言

作为哈尔滨工业大学“九五”期间的教学改革成果之一,《工科大学化学实验》自1998年10月出版以来受到广大师生和其他读者的欢迎。对哈尔滨工业大学学生的调查表明:90%的学生对实验教学改革持肯定态度;70%的学生认为实验对了解现代化学内容有较大帮助,对自己所学的专业有较大益处;89%的学生对增加的“实验导读”抱有浓厚兴趣,认为拓宽了知识面,并对实验有更深入的了解。目前本书已重印3次。

考虑到广大读者的需求,哈尔滨工业大学出版社建议我们结合本校的使用情况和读者反馈的意见,修订再版。本次修订做了以下工作:

(1) 为了加强化学与材料科学和环境科学的联系,新增加了4个有关方面的实验。

(2) 为了方便学生完成实验报告,结合各校选择实验的情况,给出了13个供学生完成的实验报告。

(3) 为了使实验更加完善,对原有31个实验的内容、操作和表述进行了不同程度的核准和修改。

(4) 为体现规范性和通用性,全书采用了新国标,将书中物质的质量百分比浓度和体积百分比浓度均改为质量分数(w_B)和体积分数(φ_B)。

(5) 为充分反映每个人的工作,主编、主审、参编人员有所增加和变动,具体是:由胡立江、尤宏、郝素娥主编,尤宏(实验11、12、13、14、17、21、22、24、27)、郝素娥(实验1、4、7、18、26、30、32、33)、胡立江(实验3、5、20、25、29、34)、刘欣荣(实验2、8)、唐冬雁(实验6、9)、周育红(实验10、28)、张洪喜(实验15)、杨春晖(实验31)、韩喜江(实验16)、张志梅(实验19)、孟祥丽(实验23)参编。供学生完成的实验报告由金婵、郝素娥、唐冬雁、石明岩、张立珠完成。全书由徐崇泉教授和金婵教授主审。

本教材是工科大学实验改革的尝试,希望与同行进行讨论和交流。教材中肯定还存在许多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年6月于哈尔滨工业大学

前 言

面临世纪之交,为了适应新世纪急剧变化的科学技术和社会发展的需要,为了适应当前教育思想观念、人才培养模式、教学体系内容等一系列重大变革的形势,我们对工科大学化学实验课和实验教材进行了大幅度的改革,在原实验教材《普通化学实验》的基础上,编写了改革教材《工科大学化学实验》,经校内试用后,此次由哈尔滨工业大学出版社正式出版。

本教材的编写是哈尔滨工业大学工科大学化学面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的内容之一。在此过程中,我们纵观了现代化学与化工科技发展的成果和趋势,对比了美国重点大学的实验讲义,参考了清华大学等重点高校的实验教材,结合教师的科研项目,并进行了较多的教改实践。本教材的主要特点是:

(1) 每个实验增加了“实验导读”栏目,介绍了有关的基本理论、现代科学技术、先进测试方法、实验的实际意义及应用领域等,拓宽了学生的知识面,加深了对实际应用的了解。每个实验还增加了“实验提要”栏目,用其取代了传统的、为学生整理好的“实验目的”、“实验原理”等,以提高学生独立思考和独立解决问题的能力。

(2) 增加了两种类型的实验:附加实验和思考实验。前者是让学生利用计算机对有关的先进测试仪器(红外分析仪、热分析仪、X 射线光谱仪等)的 CAI 课件进行动画演示和犹如身临其境的模拟操作,以加深学生对先进测试应用的了解和掌握;后者是让学生对实验中可能发生的问题、现象和结果进行认真的思考、全面的分析和正确的估计,以培养学生具有高科技人才必备的科研素质。同时,加强了设计实验的力度,以提高学生综合思维、综合技术、善于动手和善于创新的能力。

(3) 本教材反映了当今社会所关注的材料科学、生命科学、环境科学、能源科学等的新进展,突出反映了近代化学的新发展和新技术,显示了化学与其它学科领域、工程实际及日常生活的相关性。

(4) 本教材的编写结合了现代多媒体(录像、幻灯、计算机大屏幕显示等)和计算机技术(辅助计算、作图等)在实验教学中的应用,使其发挥了传统教学难以起到的作用。

(5) 本教材仍然适用于我们多年坚持的开放实验。

本教材是由哈尔滨工业大学化学与精细化工教研室和化学实验中心集体编写,胡立江、尤宏主编,郝素娥、蒋崇菊任副主编,参加编写的还有唐冬雁、杨春晖、周育红、余大书、刘欣荣、韩喜江、周保学、陈惠娟、罗洪军和张洪喜。

本教材是在全国普通化学教学指导委员会委员徐崇泉教授的指导下编写的,全书由徐崇泉和金婵主审,原中国化学学会理事、全国普通化学教学指导委员会委员周定教授为本教材作序,特此表示衷心的感谢。对哈尔滨理工大学、哈尔滨建筑大学、大庆石油学院、鞍山钢铁学院等高校对本书编写工作的帮助和支持表示感谢。

本教材是我们对工科大学化学实验课教材改革的初试,并且是首次出版,一定存在许多不足之处,欢迎读者和同行批评指正。

编 者

1998 年 8 月

目 录

学生实验守则	1
化学实验室安全守则	2
实验室意外事故的处理	3
大学化学实验的学习方法	4

第一编 基本知识与技能

实验 1 分析天平的使用	5
实验 2 溶液的配制和酸碱滴定	9
实验 3 三种含水无机物的制备	13
实验 4 过渡元素与配位化合物	17

第二编 化学热力学与化学动力学

实验 5 化学反应热效应的测定	23
实验 6 弱酸电离常数的测定	27
实验 7 溶液中的离子平衡	31
实验 8 反应速率常数与活化能的测定	34

第三编 氧化还原反应与电化学

实验 9 氧化还原反应与电动势的测定	37
实验 10 不同溶液中铜的电极电势(设计实验)	44

第四编 水与环境

实验 11 水的硬度测定(设计实验)	46
实验 12 水中溶解氧的测定	51
实验 13 铁氧体法处理含铬废水	57
实验 14 水的软化和净化处理	60

第五编 材料化学

实验 15 钛酸钡(BaTiO_3)纳米粉的制备	64
实验 16 电极用 $\beta\text{-Ni}(\text{OH})_2$ 纳米材料的制备	69
实验 17 高分子材料的合成	72
实验 18 107 胶粘剂的制备	77
实验 19 新型铜-石墨复合材料的制备	79

第六编 化学与生命科学

实验 20	超市家用化学(思考实验)	82
实验 21	食品中微量元素的鉴定	85
实验 22	蛋白质的化学性质	90
实验 23	茶叶中咖啡因的提取	94
实验 24	阿司匹林的合成	97
实验 25	维生素 C 药片中抗坏血酸含量的测定	100
实验 26	抗酸胃药的抗酸能力的测定(设计实验)	102

第七编 工业应用化学

实验 27	钢中锰含量(w_{Mn})的测定	104
实验 28	油脂中酸值的测定	108
实验 29	污染糖中 KHP 含量(w_{KHP})的测定	111
实验 30	化学蚀刻法制作印刷电路板	113
实验 31	塑料表面镀金属	115
实验 32	金属的电化学抛光	118
实验 33	铝及铝合金表面防护膜的形成	120
实验 34	化学中的光和颜色	122

第八编 附 录

附录 1	实验基本操作	125
附录 2	实验仪器介绍	138
附录 3	数据处理	146
附录 4	常见离子的性质	149
附录 5	常用数据表	151
附录 6	工科大学化学实验报告	160

学生实验守则

(1) 实验前必须认真预习,写出预习报告。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。

(2) 实验过程中保持安静,集中注意力,仔细观察,如实记录,积极思考,独立地完成各项实验任务。

(3) 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,若有损坏要报告教师,并根据情况给予酌情赔偿。

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

(4) 使用试剂时应注意下列几点:

① 试剂应按书中规定的规格、浓度和用量取用,以免浪费,如果书中未规定用量或自行设计的实验,应尽量少用试剂,注意节省。

② 取用固体试剂时,勿使其撒落在实验容器外。

③ 公用试剂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,用后立即放回原处,避免“张冠李戴”。

⑤ 使用试剂时要遵守正确的操作方法,避免沾污试剂。

(5) 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,废纸等扔入纸篓内,以免腐蚀或堵塞下水道。

(6) 注意安全操作,遵守安全守则。

化学实验室存在中毒、易燃、易爆和易腐蚀等多种隐患,极易发生各种事故,学生必须遵从教师指导,注意安全操作。

(7) 完成实验后,将仪器洗刷干净,放回原位,保持地面和台面的清洁。

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。初次进行化学实验的学生,应接受必要的安全教育,且每次实验前都要仔细阅读本实验的安全注意事项。在实验过程中,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) 水、电、气用后立即关闭。
- (3) 洗液、浓酸、浓碱等具有强烈的腐蚀性,使用时应特别注意。
- (4) 有刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内进行。嗅闻气体时,应用手轻拂气体,把少量气体煽向自己再闻,不能将鼻孔直接对着瓶口。
- (5) 含有易挥发和易燃物质的实验,必须远离火源,最好在通风橱内进行。
- (6) 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,以免液体溅出使自己受到伤害。
- (7) 有毒试剂,如氰化物、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等,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) 禁止随意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。
- (10) 实验完毕,应将实验台面整理干净,洗净双手,关闭水、电、气等阀门后再离开实验室。

实验室意外事故的处理

(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,再用碳酸氢钠 3% 溶液(或稀氨水)洗。若碱灼伤,需用醋酸 2% (或硼酸)洗,最后涂些凡士林。

(4)氢氟酸烧伤皮肤时,先用碳酸氢钠 10% 溶液(或氯化钙 2% 溶液)洗涤,再用两份甘油与一份氧化镁制成的糊状物涂在纱布上掩盖患处,同时在烧伤的皮肤下注射葡萄糖 10% 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,可用碳酸氢钠 2% 溶液或硼酸 1% 溶液冲洗。

(6)金属汞易挥发,通过呼吸进入人体内,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,应迅速切断电源,必要时立即进行体外心脏起搏和对口呼吸,并尽快送医院。

大学化学实验的学习方法

实验效果与正确的学习态度和学习方法密切相关,大学化学实验的学习方法主要体现于下列三个环节:

1. 预习

预习是实验前必须完成的准备工作,是做好实验的前提。但是,预习环节往往不能引起学生足够的重视,甚至不预习就进实验室,对实验的目的、要求和内容全然不知,严重地影响了实验效果。为了确保实验质量,实验前任课教师要检查每个学生的预习情况。对没有预习或预习不合格者,任课教师有权不让参加本次实验,学生应严格服从教师的安排。

实验预习一般应达到下列要求:

(1)阅读实验教材,明确实验的目的和实验内容(若有电视录像或 CAI,应在指定时间、指定地点去观看,不可缺席)。

(2)掌握本次实验的主要内容,阅读实验中有关的实验操作技术及注意事项。

(3)按教材规定设计实验方案,并回答“预习思考题”。

(4)写出实验预习报告,预习报告是进行实验的依据,因此预习报告应包括简要的实验步骤、操作要点和定量实验的计算公式等。

2. 实验

实验是培养独立工作能力和思维能力的重要环节,必须认真、独立地完成。

(1)按照实验内容,认真操作,细心观察,一丝不苟,如实将实验现象和数据记录在预习报告中。

(2)对于设计性实验,审题要确切,方案要合理,现象要清晰。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,直至达到要求。

(3)在实验中遇到疑难问题或者有反常现象时,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在教师指导下,重做或补做某些实验。自觉养成动脑筋分析问题的习惯。

(4)遵守实验工作规则。实验过程中应始终保持台面布局合理、环境整洁卫生。

3. 实验报告

实验报告是每次实验的总结,反映学生的实验水平和总结归纳能力,必须认真完成。

一份合格的实验报告应包括以下 5 部分内容:

(1)实验目的。定量测定实验还应简介实验有关基本原理和主要反应方程式。

(2)实验内容。尽量采用表格、框图、符号等形式,清晰、明了地表示实验内容。切忌照抄书本。

(3)实验现象和数据记录。实验现象要正确,数据记录要完整,绝不允许主观臆造,抄袭别人实验结果,否则,本次实验按不及格处理。

(4)解释、结论或数据计算。对现象加以简明的解释,写出主要反应方程式,分标题小结或者最后得出结论。数据计算要准确。

(5)完成实验教材中规定的作业。针对实验中遇到的疑难问题,提出自己的见解或写出收获。定量实验应分析实验误差原因。对实验方法、教学方法和实验内容等提出意见。

第一编 基本知识与技能

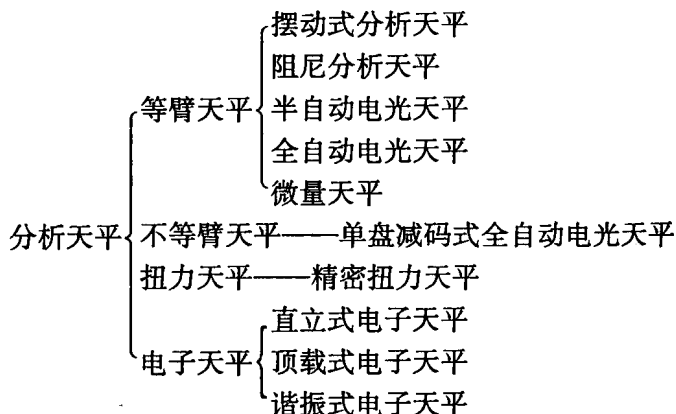
实验 1 分析天平的使用

一、实验导读

物质质量的准确测定是化学实验过程中经常遇到的基本操作之一,实验不同,对物质质量称量的准确度要求也不同,因此进行实验时,要选用不同精确度的称量仪器。例如,我们常用的台秤只能准确称出 0.1 g,而许多化学分析实验对物质质量称量要求准确到 0.1 mg,这就需要选用精确度高的、能够准确称量出 0.1 mg 的分析天平。

分析天平的种类很多,通常有两种分类方法。

1. 按分析天平的结构特点分类



2. 按天平的精度分类

精度是指天平的感量与最大载量之比。1972 年中国科学院按精度将天平分为 10 级。分级标准见表 1.1。

表 1.1 天平精度分级

级 别	1	2	3	4	5
感量/最大载量	1×10^{-7}	2×10^{-7}	5×10^{-7}	1×10^{-6}	2×10^{-6}
级 别	6	7	8	9	10
感量/最大载量	5×10^{-6}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}

1 级天平精度最好,10 级天平精度最差。常用的分析天平最大载量为 200 g,感量(或分度值)为 0.1 mg,其精度为

$$\frac{0.0001}{200} = 5 \times 10^{-7} \quad (\text{即相当于 3 级天平})$$

在选用天平时,不仅要注意天平的精度级别,还必须注意天平的最大载量。

在常量分析中,使用最多的是最大载量为 100 ~ 200 g 的分析天平,属 3、4 级。在微量分析中,常用最大载量为 20 ~ 30 g 的 1 ~ 3 级天平。

本实验所使用的 DT-100 型单盘精密天平最大载量为 100 g,感量为 0.1 mg,级别为 4 级。

分析天平是测定物体质量的精密仪器,需安装在专门的天平室内使用。天平应远离震源、热源,并与产生腐蚀性气体的环境隔离。室内应清洁无尘。室温以 18 ~ 26℃ 为宜,且应相对稳定。室内保持干燥,相对湿度应在 50% ~ 60% 之间。

天平必须安放在牢固的水泥台上,有条件时,台面可铺橡皮布防滑、减震。天平应避免阳光直射,天平室应悬挂窗帘挡光,以免天平两侧受热不均,横梁发生形变或使天平箱内产生温差,形成气流,从而影响称量。

不可在天平室内存放或转移挥发性、腐蚀性的试剂。如欲称量这些物质,宜用玻璃器皿熔封后进行称量。

也不能带潮湿的器皿进入天平室,需要称取水溶液时,应装入密封性好的容器内进行称量,且应尽量缩短称量时间。

为保持天平干燥,天平箱内应放置干燥剂,通常使用的干燥剂为变色硅胶,变色硅胶应定期烘干。称量时应注意随手关好天平门。

进行称量时,所称物体的质量不得超过天平的最大载量。

化学药剂和试样的称量,必须在适当的容器中进行,如称量瓶、表面皿、铝铲或硫酸纸等,不得直接放在天平盘上称量。

称量物体的温度必须与室温相同。

必须用指定的天平做完一个样品的全部称量操作,不能中途更换天平。

通过本实验的称量练习,要求了解单盘天平的基本结构,学会单盘天平的正确使用方法,并准确称量物体的质量。

二、实验提要

在精密天平上称量物体准确质量的方法,一般分为直接称量法和减量法。

1. 直接称量法

直接称量法是最常用、最普遍、最简单的称量物体质量的方法。通常把要称量的物体直接放在天平称盘上,测出物体的质量。有时为了方便,选用适当的称量纸、表玻璃或小烧杯等盛放试样,直接在天平称盘上称量,然后再扣除盛放容器(或纸张)的质量,即得所称试样的质量。不过,从称量纸、表玻璃或小烧杯中转移试样到实验容器中时,务必将全部试样转移完全,否则会引起较大的误差。一般直接称量法适用于那些在空气中性质比较稳定、不易吸潮、不易氧化、也不易吸收 CO_2 的物质,如金属、矿石等。

2. 减量法

减量法是把要称量的物体(通常为固体粉末)先装入一称量瓶中,在天平上称出全部试样和称量瓶的总质量 m_1 ,然后从称量瓶中倒出所需一定量的试样(初学者操作不熟练,可以分几次倒出,以达到所需量的要求),再在同一台天平上称出剩余试样和称量瓶的总质量 m_2 ,前后两次称出的总质量之差($m_1 - m_2$)即为倒出试样的准确质量。如果同一种试样,同时需要平行称出几份,就可以连续接下去倒出几份试样,并分别测出每倒完一次后,剩余试样和称量瓶的总质量,相邻两次总质量之差,即为倒出试样的质量,这种方法特别适用于需要同时称量

几份同一种试样的情况。

DT-100 型天平的使用方法详见附录 1.1。

三、实验内容

1. 天平零点的调整

(1)检查插头是否接上交流电源。

(2)检查天平圆水泡是否位于水准器中心。

(3)检查各数字窗口是否都显示“0”位。如不在“0”位,转动减码三组手轮,使读数面板上三个数字窗口显示“0”位;并转动微读手钮,使微读轮上“0”刻线对准投影屏指标线。

(4)开启天平,校正天平零点。

2. 称量瓶的称量

(1)在天平关闭状态下,轻缓拉开天平侧门,放称量瓶于称盘中心,关上侧门。

(2)将停动手钮转到“半开”位置。

(3)首先转动 10~90 g 大减码手轮,当转到 50 g 时,即读数面板第一个数字窗口显示“5”。观察投影屏处标尺,往上移动,说明试样质量小于 50 g,则转动大减码手轮,转到 30 g,如果标尺仍往上移动,说明试样质量小于 30 g;如果标尺向下移动,说明试样大于 30 g,则再将手轮转到大于 40 g,如果标尺再向下移动,说明试样大于 40 g,即介于 40~50 g 之间,将减码大手轮停到“40”g 位置。

(4)再按上述方法转动 1~9 g 减码中手轮,根据标尺移动方向,调至合适位置。

(5)最后转动 0.1~0.9 g 减码小手轮,根据标尺移动方向,调至合适位置。

(6)精称,待秤盘停稳后,全开天平,观察投影屏上标尺刻线。旋转微读手钮,使离投影屏夹缝中央最近的一条刻线移到投影屏夹缝的中央。估读投影屏上固定基线指示在微读轮的对应该值,读数。

(7)关闭天平,打开侧门,取出称量瓶,关上侧门。

(8)将减码数字窗口、微读数字窗口全部回复“0”位。

3. 钢样的称量

例如,要称取质量为 0.120 0~0.140 0 g 之间的钢样,首先需要按未知试样称量步骤称得称量瓶的质量,假设其质量为 13.248 55 g,按下述步骤进行操作:

(1)在天平处于关闭状态下,转动三组减码手轮,转动后第一数字窗口显示“1”,第二个数字窗口显示“3”,第三个数字窗口显示“3”(称量瓶质量+钢样质量为 $13.248\ 55 + 0.130\ 0 = 1.378\ 6\text{ g}$)。

(2)轻缓打开天平侧门,放称量瓶于秤盘中央。

(3)转动停动手钮到“半开”位置,观察投影屏,可以发现标尺往上移动。

(4)用牛角勺取钢样,一定要少取,每次取 12~15 粒即可,放入称量瓶中,注意观察投影屏移动方向。当加钢样到使投影屏下移至出现 0 刻线时,全开天平,观察标尺刻线与投影屏夹缝中央对准使其数字显示应是介于 68~88 之间。若小于 68,可继续一粒一粒地加钢样,直到达到此范围。

(5)转动微读手轮调整刻线位置,读数。

(6)关闭天平,取出被称物,回“0”位。

四、思考题

- (1)在放置待称物体或加减砝码时,应注意什么问题?
- (2)在取、放称量物,粗称、精称时,停动手柄分别应在什么位置?

实验 2 溶液的配制和酸碱滴定

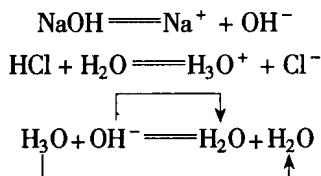
一、实验导读

酸碱滴定法(又称中和滴定法)是以质子传递反应为基础的一种滴定分析法,可用来测定酸碱浓度,其反应实质可用下式表示



酸碱的强弱取决于物质给出或接受质子能力的大小。给出质子的能力愈强,酸性就愈强;反之就愈弱。同样,接受质子能力愈强,碱性就愈强;反之就愈弱。酸碱滴定中有一元酸碱的滴定,还有多元酸、混合酸和多元碱的滴定。

当用 NaOH 滴定 HCl 时,发生下列离解及质子转移反应

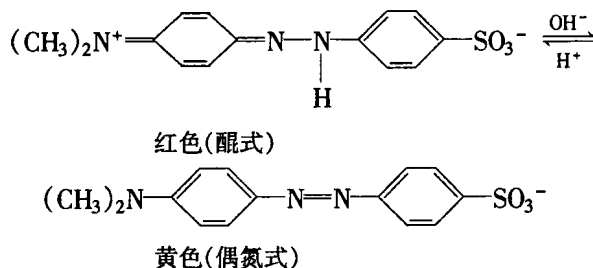


在滴定开始前 HCl 溶液呈强酸性, pH 值很低, 随 NaOH 溶液的加入, 不断地发生中和反应, 溶液中 $[\text{H}^+]$ 不断降低, pH 值逐渐升高, 当加入的 NaOH 与 HCl 的量符合化学计量关系时, 滴定到达化学计量点, 中和反应恰好进行完全, 原来的 HCl 溶液变成了 NaCl 溶液, 溶液中 $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7.0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 7.0$ 。

在滴定过程中, 溶液 pH 值随滴定液的加入而变化, 这种变化可以用滴定曲线(图 1.1)来表示, 幸运的是在滴定终点附近用很少的滴定液便会导致 pH 值的迅速变化, 此称为 pH 突跃, 这个突跃的存在使我们可以方便而又精确地确定滴定终点。

由于酸碱滴定过程没有任何外观明显变化, 通常需要一种能够确定滴定终点的试剂, 这种被称为酸碱指示剂的物质是一些比较复杂的有机弱酸或弱碱。它们在溶液中能以不同的结构形式存在而具有不同颜色, 当溶液的酸度变化时, 主要存在形式发生改变, 因此溶液会呈现不同的颜色。

例如甲基橙是一种有机弱碱, 它具有两种结构: 偶氮式结构, 呈黄色; 醌式结构, 呈红色。



甲基橙的变色范围 pH 为 3.1 ~ 4.4, 当溶液中氢离子浓度增大($\text{pH} < 3.1$)时, 甲基橙主要以醌式结构存在, 所以溶液显红色; 当氢离子浓度降低时, 甲基橙主要以偶氮式结构存在($\text{pH} > 4.4$), 因此溶液显黄色。无疑, 作为酸碱指示剂, 其酸形成的颜色和其共轭形式的颜色有明显的区别(这种对 pH 值敏感的物质在自然界也有很多, 你可以试着将牵牛花放入不同 pH 值的溶液中, 看看它会变成什么颜色)。