



高等学校精品课教材

JICHU HUAXUE SHIYAN

基础化学实验

主编 李子荣 陈君华 陈忠平



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校精品课教材

基础化学实验

主 编 李子荣 陈君华 陈忠平

副主编 张雪梅 陈俊明 黎少君

参 编 (排名不分先后)

丁志杰	毛 杰	汪徐春	曲 波	过家好
朱金坤	李红艳	宋常春	张 平	杨久峰
郑胜彪	唐 婧	姚 悦	郭 雨	戚邦华
张 婷	程年寿			



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/李子荣,陈君华,陈忠平主编. —合肥:合肥工业大学出版社,
2017.8

ISBN 978-7-5650-3522-7

I. ①基… II. ①李…②陈…③陈… III. ①化学实验—高等学校—教材
IV. ①06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 204830 号

基础化学实验

主编 李子荣 陈君华 陈忠平

责任编辑 汤礼广

出版 合肥工业大学出版社

地址 合肥市屯溪路 193 号

邮编 230009

电话 理工编辑部:0551—62903087

市场营销部:0551—62903198

网址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版次 2017 年 8 月第 1 版

印次 2017 年 8 月第 1 次印刷

开本 710 毫米×1000 毫米 1/16

印张 12

字数 220 千字

印刷 合肥现代印务有限公司

发行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3522-7

定价:25.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

化学是一门实践性很强的学科,实验占有极其重要的地位。通过实验可以验证、巩固和加深对所学基本理论和基础知识的理解;训练学生的实验动手能力;培养学生严谨的科学态度、独立地分析问题和解决问题的能力。根据应用型和创新型人才培养的要求,作为安徽省首批创办应用型本科试点院校,安徽科技学院围绕此目标积极推行教学改革。特此组织化学系一批教学经验丰富的教师,结合多年的教学实践经验,编写了这本体现应用型、创新型人才培养目标和体现教学改革精神的基础化学实验教材。

本书最大的特色是根据新的教学内容和实验实践教学改革的发展态势,并结合相关专业特点,吸收国内外同类教材的优点,对基础化学教学内容进行系统的整合;减少验证性实验,增加综合性和设计性实验,使实验内容与专业 and 实际相结合;提高学生实验动手、分析和解决实际问题的能力;为后续专业课程的学习,以及为应用型本科人才和创新人才的培养打下扎实的化学实验基础。

本书共分三大部分,即普通(无机)化学实验、分析化学实验和有机化学实验,由安徽科技学院李子荣、陈君华、陈忠平担任主编,张雪梅、陈俊明、黎少君担任副主编。此外,参加编写人员还有:丁志杰、毛杰、汪徐春、曲波、过家好、朱金坤、李红艳、宋常春、张平、杨久峰、郑胜彪、唐婧、姚悦、郭雨、戚邦华、张婷、程年寿。

本书为高等院校非化学专业基础化学课程的配套教材。本书既可作为高等学校非化学专业本科生使用,也可以作为从事分析化学的技术人员及相关专业人员的参考书。

本书在编写过程中得到安徽科技学院各级领导的关心和帮助,尤其是得到了安徽科技学院教务处的大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书虽经多次审校和修改,但限于编者的水平,加之时间仓促,书中难免还有疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 普通(无机)化学实验

普通(无机)化学实验的基础知识和基本操作	(3)
实验一 化学反应速率和化学平衡	(21)
实验二 电解质溶液	(25)
实验三 沉淀反应	(28)
实验四 氧化还原反应	(31)
实验五 配合物的生成和性质	(34)
实验六 物质的分离和提纯	(37)
实验七 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	(45)
实验八 离子鉴定和未知物的鉴别	(48)

第二篇 分析化学实验

分析化学实验的基本知识	(53)
实验一 酸碱溶液的配制和比较滴定	(57)
实验二 食醋中醋酸含量的测定	(61)
实验三 铵盐中氮的测定(甲醛法)	(63)
实验四 组分分析及测定	(66)
实验五 莫尔法测定生理盐水中 NaCl 的含量	(70)

实验六 过氧化氢的测定	(72)
实验七 水中钙、镁含量及化学耗氧量的测定	(74)
实验八 $K_2Cr_2O_7$ 法测定铁的含量	(79)
实验九 碘量法测定胆矾中铜的含量	(81)
实验十 维生素 C 含量的测定	(84)
实验十一 铁的比色测定(分光光度法)	(86)
实验十二 磷的比色测定	(88)
实验十三 氢氧化镍溶度积的测定	(90)
实验十四 电导滴定法测盐酸的浓度	(93)
实验十五 水中氯离子的测定	(96)

第三篇 有机化学实验

有机化学实验的基础知识	(103)
有机化学实验的基本操作	(110)
实验一 熔点的测定(毛细管法)	(129)
实验二 熔点的测定	(133)
实验三 过滤和重结晶	(137)
实验四 物质旋光度和折光率的测定	(143)
实验五 乙酸乙酯的制备	(150)
实验六 阿司匹林的制备	(152)
实验七 茶叶中咖啡因的提取	(154)
实验八 乙酰苯胺的制备	(156)
实验九 碳水化合物与蛋白质性质	(159)
实验十 常压蒸馏及沸点的测定	(163)
实验十一 用纸色谱法分离氨基酸	(166)
附 录	(170)
参考文献	(185)

第一篇

普通(无机)化学实验

普通(无机)化学实验的 基础知识和基本操作

化学实验室规则和安全知识

一、化学实验室规则

(1)进入实验室前应认真预习,明确实验目的,了解实验的基本原理、方法、步骤以及有关的基本操作规则和注意事项。

(2)遵守纪律,不迟到,不早退,不在实验室内大声喧哗,保持室内安静。

(3)实验前,先清点所用仪器,如发现破损,立即向指导教师声明补领。如在实验过程中损坏仪器,应立即报告,并填写仪器破损报告单,经指导教师签字后交实验室工作人员处理。

(4)实验时听从教师的指导,严格遵守操作规程,正确操作,仔细观察,认真思考,并即时将实验现象和数据如实记录在报告本上。

(5)使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作,避免损坏仪器,如发现仪器有故障,应报告指导教师,及时排除故障。

(6)公用仪器 and 试剂瓶等用毕立即放回原处,不得乱拿乱放。试剂瓶中试剂不足时,应报告指导教师及时补充。

(7)实验时要保持桌面和实验室清洁。废液、火柴梗、用后的试纸、滤纸等废物应一起倒入废液缸,严禁倒入水槽中,以免腐蚀和堵塞水槽及下水道。

(8)实验中严格遵守水、电、易爆物、易燃物以及有毒药品等的安全使用规则。注意节约水、电和试剂。

(9)实验完毕后将桌面、仪器和药品架整理干净。值日生负责实验室的清洁工作,并关好水电开关以及门窗等。一切实验物品不得带出实验室。

(10)实验后,根据原始记录,联系理论知识,认真做好数据分析,按要求格式写实验报告,及时交给指导教师批阅。

二、实验室安全知识

1. 安全规则

(1) 实验前检查仪器是否完整无损,装置是否正确;了解实验室安全用具放置的位置,熟悉各种安全用具(如灭火器、沙桶、急救箱等)的使用方法。

(2) 实验过程中不得擅离岗位。水、电、煤气、酒精灯等一经使用完毕,应立即关闭。

(3) 决不允许任意混合各种化学药品,以免发生意外。

(4) 防止浓酸、强碱等强烈腐蚀性的药品溅在皮肤或衣服上,尤其不能溅入眼睛中。

(5) 极易挥发和易燃的有机溶剂(如乙醚、乙醛、丙酮、苯等),在使用时必须远离明火,用后立即塞紧瓶塞,放在阴凉处。

(6) 加热时,要严格遵守操作规程。制备或使用有毒、刺激性、恶臭的气体时,必须在通风橱内进行。

(7) 实验室中的任何药品不得进入口或伤口中,更应注意有毒药品。

(8) 注意用电安全,不得用湿手接触电源插座。

(9) 不能在实验室内进食、吸烟、打闹,实验结束时必须洗净双手方可离开实验室。

2. 意外事故的一般处理方法

(1) 割伤 先取出伤口内的异物,然后在伤口处抹上紫汞或撒上消炎粉后用纱布包扎。

(2) 烫伤 先用稀 KMnO_4 或苦味酸溶液冲洗灼伤处,再在伤口处抹上黄色的苦味酸溶液、烫伤膏或万花油,切勿用水冲洗。

(3) 酸灼伤 先用大量水冲洗,然后用饱和 NaHCO_3 溶液或稀 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 洗,最后再用水洗。

(4) 碱灼伤 先用大量水冲洗,再用 $0.3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 溶液冲洗,最后用水洗。如果碱溅入眼中,先用硼酸溶液洗,再用水洗。

(5) 吸入刺激性或有毒气体 若吸入 Cl_2 、 HCl ,可吸入少量酒精乙醚的混合蒸气解毒;若吸入 H_2S 气体而感到不适时,应立即到户外呼吸新鲜空气。

(6) 毒物进入口中 若毒物尚未咽下,应立即吐出来,并用清水冲洗口腔;如已咽下,应立即催吐,并根据毒物的性质服用解毒药。

(7) 起火 若因酒精、苯、乙醚等起火,应立即用湿抹布、石棉布或沙子覆盖燃

烧物,火势大时可用泡沫灭火器。若遇电器起火,应立即切断电源,使用 CO_2 灭火器或 CCl_4 灭火器,不可使用泡沫灭火器,以免触电。

(8)触电 应首先切断电源,必要时进行人工呼吸。

若人员伤势较重,则应立即送往医院。当火势较大时,应立即报警。

化学试剂相关知识

化学试剂的种类很多,世界各国对化学试剂的分类和分级的标准不尽相同,各国都有自己的国家标准及其他标准(行业标准、学会标准)。我国化学试剂产品有国家标准(GB)、化工部标准(HG)及企业标准(QB)三级。

一、化学试剂的分类

化学试剂通常可分为标准试剂、一般试剂、高级试剂、专用试剂四类。这里着重介绍实验室常用的一般试剂,它是实验室最普遍使用的试剂,一般可分为四个等级和生化试剂等。一般试剂的分类、标志、适用范围及标签颜色见表 1-0-1。

表 1-0-1 一般试剂的分类

级别	中文名称	英文符号	适用范围	标签颜色
一级	优级纯(保证试剂)	GR	精密分析实验	绿色
二级	分析纯(分析试剂)	AR	一般分析实验	红色
三级	化学纯	CP	一般化学实验	蓝色
四级	实验试剂	LR	一般化学实验辅助试剂	棕色或其他颜色
生化试剂	生化试剂生物染色剂	BR	生物化学及医用 化学实验	咖啡色染色剂 (玫瑰色)

二、化学试剂的选用

要根据所做实验的具体情况,合理选用相应级别的试剂。由于高级试剂和基准试剂的价格要比一般试剂的价格高得多,因此,在满足实验要求的前提下,选择试剂的级别时,遵循“就低不就高”的原则,注意节约。试剂的选用主要考虑以下几点:

(1)滴定实验中常用标准溶液,应选用由分析纯试剂配制、工作基准试剂标定。某些要求不高的分析实验也可用优级纯或分析纯试剂来标定。滴定分析中所用的

其他试剂一般为分析纯试剂。

(2)如所做实验对杂质含量要求低,应选用优级纯试剂,若只对主体含量要求高,则应选用分析纯试剂。

(3)仪器分析实验中一般选用优级纯剂或专用试剂,测定微量成分时应选用高纯试剂。

三、试剂的取用

1. 固体试剂的取用

(1)用试剂匙

固体试剂通常用干净的试剂匙取用,而且最好每种试剂专用一个试剂匙,否则用过的试剂匙须洗净擦干后才能再用,以免污染试剂。

常用试剂匙有塑料匙和牛角匙,其两端分别为大小两个匙。取大量试剂时用大匙,取小量试剂时用小匙,不要多取。试剂一旦取出,就不能再放回原瓶,可将多余的试剂放入指定的容器中。试剂取出后,一定要把瓶塞盖严(注意:不要盖错盖子),并将试剂瓶放回原处。

试剂从试剂匙中倒入容器时,如果是大块试剂,应把容器倾斜,让块体沿器壁滑下,以免击碎容器;如果是粉状试剂,可用试剂匙直接将粉状剂送入容器底部,勿让粉末沾在容器壁上。若为管状容器,可借助于一张对折的硬纸条,将粉末送进管底。

(2)用台秤称取

要求取用一定质量的固体时,可把固体试剂放在纸上或表面皿上,在台秤上称量。具有腐蚀性或易潮解的固体不能放在纸上,而应放在玻璃容器内进行称量。

(3)用分析天平称取

要求准确称取一定量的固体试剂时,应放在称量瓶中按差减法在分析天平上进行称量。

2. 液体试剂的取用

液体试剂一般用滴管吸取或用量筒、移液管(吸量管)量取。

(1)滴管

从滴瓶中取液体试剂时,要用滴瓶中的滴管。先用手指掐紧滴管上部的橡皮乳头,赶走其中的空气,然后将滴管插入试液中,放松手指即可吸入试液。取出后,不要使滴管与接受容器的器壁接触,更不应使滴管伸入到其他液体中,以免沾污滴管(如图 1-0-1 所示)。与滴瓶配合使用的滴管的管口不能向上倾斜,以免液体

回流到胶帽中,腐蚀胶帽,污染试剂。

(2)量筒

量筒用于量度一定体积的液体,可根据需要选用不同容量的量筒。取液时,如图 1-0-2 所示,先取下试剂瓶塞并把它倒置在桌上,一手拿量筒,一手拿试剂瓶(注意不要让瓶上的标签朝下,以免腐蚀性液体腐蚀标签),然后倒出所需量的试剂,最后将瓶口在量筒上靠一下,再使试剂瓶竖直,以免留在瓶口的液滴流到瓶的外壁(注意倒出的试液绝对不允许再倒回试剂瓶)。察看量筒内液体的容积的方法如图 1-0-3 所示,使视线与量筒内液体的弯月面的最低处保持水平,视线偏高或偏低都会读不准而造成较大的误差。

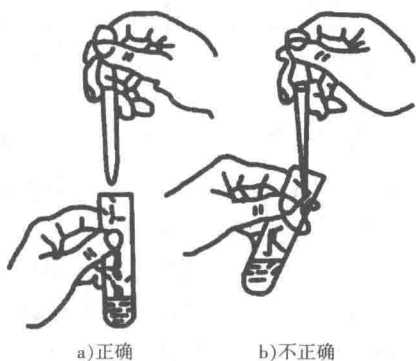


图 1-0-1 用滴管加液体



图 1-0-2 用量筒量取液体

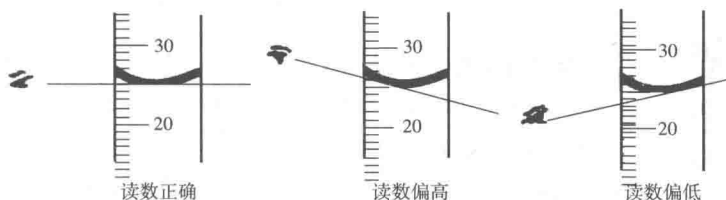


图 1-0-3 观看量筒内液体的容积

在某些实验中,无须准确量取试剂,所以不必每次都用量筒,只要学会估计从瓶内取用的液体的量即可。为此,必须知道,1mL 液体相当于多少滴,5mL 液体占一个试管(如 13mm×100mm)容量的几分之几等等。学生须反复练习估计液体的操作,直到熟练掌握为止。

(3)移液管和吸量管

要求准确地移取一定体积的液体时,可用各种不同容量的移液管或吸量管(见

表 1-0-2)。

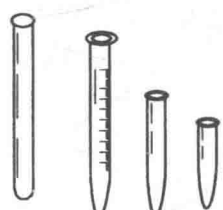
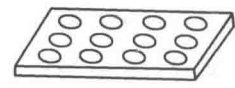
三、特种试剂的取用

剧毒、强腐蚀性、易爆、易燃试剂的取用需要特别小心,必须采用其他适当的方法来处理,请参考有关书籍。

常用器皿认领及洗涤

一、化学实验室常用仪器介绍(见表 1-0-2)

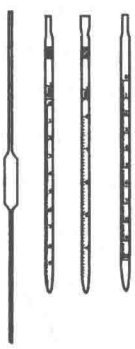
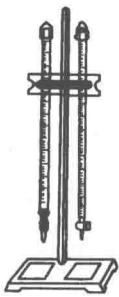
表 1-0-2 化学实验常用仪器

仪 器	规 格	主要用途	注意事项
 试管 离心试管	分硬质试管、软质试管、普通试管和离心试管; 普通试管以试管口外径(mm)×长度(mm)表示,离心试管以其容积(mL)表示	普通试管用作少量试剂的反应器便于操作和观察; 离心试管可用于定性实验的沉淀分离	可以加热至高温(硬质试管),但不能骤冷,加热时管口不能对人,且要不断移动试管,使其受热均匀,所盛反应液体不能超过其容量的 1/2
 烧 杯	玻璃和塑料烧杯以容积 (mL) 表示,如 1000mL、400mL、250mL、100mL、50mL 等	常温或加热条件下用作反应物量大时的反应容器,反应物易混合均匀,也可用来配制溶液	加热时将壁擦干并放置在石棉网上,使其受热均匀,可以加热至高温
 点滴板	瓷质,分白色、黑色,十二凹穴、九凹穴、六凹穴等	用于点滴反应,尤其是显色反应	白色沉淀用黑板,有色沉淀或溶液用白色板

(续表)

仪 器	规 格	主要用途	注意事项
 试剂瓶	有无色、棕色之分,以容积(mL)表示,如 60mL、30mL 等	用于盛少量液体试剂或溶液	见光易分解的或不太稳定的试剂用棕色试剂瓶盛装,碱性试剂要用带橡皮塞的滴瓶,但不能长期盛放浓碱液
 细口瓶 广口瓶	有玻璃和塑料的、无色和棕色的、磨口和不磨口之分。以容积(mL)表示,如 1000mL、500mL、250mL、125 等	细口瓶盛装液体试剂,广口瓶盛装固体试剂	不能加热,取用试剂时,瓶盖倒放在桌上,不能弄脏、弄乱。碱性物质要用橡皮塞,稳定性差的物质用棕色瓶
 洗瓶	分塑料和玻璃的,以容积(mL)表示	用蒸馏水洗涤沉淀和容器时使用塑料洗瓶方便、卫生,故使用广泛	不能加热
 量筒	以最大容积(mL)表示,量筒如 100mL、10mL、5mL 等,量杯如 20mL、10mL 等	用于量取一定体积的液体	不能直接加热
 称量瓶	分扁形和高形,以外径(mm)×高(mm)表示,如高形有 25mm×40mm,扁形有 50mm×30mm	扁形用作测定水分或干燥基准物质;高形用于称量基准物质或样品	不可盖紧磨口塞烘烤,磨口塞要原配套,不得互换

(续表)

仪 器	规 格	主要用途	注意事项
 吸量管 移液管	用最大容积(mL)表示,吸量管如 10mL、5mL、2mL、1mL 等;移液管如 50mL、25mL、20mL、10mL 等	准确量取一定体积的液体时使用	移液管与容量瓶配合使用,因此,使用前常对两者的相对体积进行校正。为了减少测量误差,每次都应从最上面刻度起往下放出所需体积
 容量瓶	以刻度以下的容积(mL)表,如 1000mL、500mL、250mL、100mL、50mL、25mL 等	用来配制准确浓度的溶液	不能受热,不得贮存溶液,不能在其中溶解固体,瓶塞与瓶配套,不能互换
 酸式和碱式滴定管	滴定管分碱式和酸式、无色和棕色。以容积(mL)表示,如 50mL、25mL 等	滴定或量取准确体积的溶液时使用。滴定管架用于夹持滴定管	碱式滴定管盛碱性溶液或还原性溶液,酸式滴定管盛酸性溶液或氧化性溶液。碱式滴定管不能盛放氧化剂。见光易分解的滴定液宜用棕色滴定管
 锥形瓶	以容积(mL)表示,如 500mL、250mL、150mL 等	反应容器,振荡方便,适用于滴定操作或作为接收器	液体不能盛太多,加热时应放置在石棉网上