

高等农林院校精品课程建设教材

GAO DENG NONG LIN YUAN XIAO JING PIN KE CHENG JIAN SHE JIAO CAI

普通

PU TONG HUA XUE SHI YAN

化学实验

孙 英 王春娜 主编



中国农业大学出版社

高等农林院校精品课程建设教材

普通化学实验

孙 英 王春娜 主 编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验/孙英,王春娜主编. —北京:中国农业大学出版社,2004.8
高等农林院校精品课程建设教材
ISBN 7-81066-800-5/O·40

I. 普… II. ①孙…②王… 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(2004)第 077294 号

书 名 普通化学实验

作 者 孙 英 王春娜 主编

策划编辑 张秀环 责任编辑 孟 梅

封面设计 郑 川 责任校对 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620 读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618 出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup> E-mail caup@public.bta.net.cn

经 销 新华书店

印 刷 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司

版 次 2004 年 8 月第 1 版 2005 年 7 月第 2 次印刷

规 格 787×980 16 开本 7.25 印张 128 千字

印 数 3 001~6 000

定 价 9.50 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 孙 英 王春娜

编写者 (按姓氏笔画排序)

王金莉(中国农业大学)

王春娜(北京农学院)

孙 英(中国农业大学)

毛朝姝(中国农业大学)

张 烈(内蒙古化工职业技术学院)

张佩丽(中国农业大学)

周文峰(中国农业大学)

胡唐华(中国农业大学)

赵 慈(中国农业大学)

饶震红(中国农业大学)

韩春平(内蒙古民族大学)

梁 丹(北京农学院)

熊艳梅(中国农业大学)

蔡 红(北京农学院)

主 审 赵士铎(中国农业大学)

内 容 简 介

本书是与《普通化学》配套使用的实验教材。本书共选入 19 个实验,实验内容包括:基本操作训练,无机物的提纯、制备方法,化学原理的验证及某些物理量的测定,元素及其化合物的性质以及未知物的鉴定,综合设计实验等。

本书可作为农业院校及林业院校各专业的实验教材,也可供从事化学实验的工作人员学习、参考。

前 言

本书是根据教学需要,配合《普通化学》而编写的配套实验教材。在编写时注意了以下几点:

内容安排力求做到循序渐进。本书内容包括基本操作训练,无机物的提纯,制备方法,化学原理的验证及某些物理量的测定,元素及其化合物的性质以及未知物的鉴定,综合设计实验等,以利于对学生分阶段有层次地进行培养和训练。同时注意实验的主要内容配合理论课,注意理论与实际相联系,使理论课中的重要理论和知识通过实验能进一步巩固、扩大和深化。

加强基本操作技能的训练。书中对于常用仪器、重要操作技术及操作中常发生的错误,都用文字和插图做了说明。不同仪器的使用及不同操作方法的练习尽量分散于各个实验中,便于学生有步骤、有目的地学习。

培养学生独立思考和独立工作能力。书中对实验所根据的基本原理做了简要提示,实验内容后有思考题,便于学生在实验预习时联系理论进行思考。

为了使能够初步受到研究的训练和提高分析问题、解决问题的能力,增加了综合性和设计性实验。

全面贯彻量和单位国家标准。

为加强普通化学实验课堂教学环节和实验报告的规范化、科学化管理,本书特配有“普通化学实验预习与报告”。

本书承蒙中国农业大学赵士铎教授仔细审阅,并提出许多宝贵意见,对此表示衷心的感谢!

由于编写时间仓促和编者水平所限,错误和不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2004 年 6 月于北京

目 录

绪 论	(1)
实验一 化学实验常用仪器简介	(5)
实验二 简单玻璃工操作	(12)
实验三 硫酸铜的提纯	(17)
实验四 粗食盐的提纯	(25)
实验五 铝锌合金中组分含量的测定	(29)
实验六 化学反应摩尔焓变的测定	(35)
实验七 化学反应速率、反应速率常数及活化能的测定	(41)
实验八 乙酸解离常数的测定及缓冲溶液的性质	(47)
实验九 沉淀溶解平衡	(53)
实验十 碘化铅溶度积的测定	(59)
实验十一 配位反应和配位平衡	(63)
实验十二 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成及稳定常数的测定	(67)
实验十三 氧化还原反应和原电池	(72)
实验十四 常见阴离子定性鉴定	(77)
实验十五 阴离子未知液分析	(81)
实验十六 常见阳离子定性鉴定	(84)
实验十七 阳离子未知液分析	(90)
实验十八 综合实验(Ⅰ)	(92)
实验十九 综合实验(Ⅱ)	(96)
附 录	(100)
参考文献	(105)

绪 论

一、普通化学实验的目的

普通化学课程是农林院校各专业学生必修的一门重要基础课,是培养高级农业专业人才全面素质和创新素质的必修基础课。而普通化学实验又是这门课程不可缺少的重要组成部分,是培养学生独立操作、观察记录、分析归纳、设计方案、撰写报告等多方面能力的重要环节。本课程的目的如下:

(1)使理论课中讲授的重要理论和概念得到验证,巩固、充实和提高学生对它们的认识和理解。普通化学实验不仅能使理论知识形象化,而且能使学生的感性认识升华为理性认识。

(2)培养学生正确掌握一定的实验操作技能,学习一些化学实验仪器的操作方法,使学生动手能力和化学素质得到提高。

(3)逐步培养学生独立思考、独立工作的能力。通过独立设计实验方案、细致观察和记录实验现象、分析和归纳实验结果、正确处理实验数据、撰写实验报告等教学环节,使学生得到化学实验全过程的基本训练,从而提高分析和解决化学问题的能力。

(4)化学实验室也是训练学生非智力素质的理想场所,包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、创新、奋进等科学品德和科学精神的训练,使学生养成整洁、节约和有条不紊的工作作风。

二、普通化学实验的学习方法

(一)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。为确保实验质量,学生必须完成以下内容:①了解本实验目的,明确实验原理以及实验的主要内容;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,

其内容包括实验目的、实验原理和实验步骤等,并解答有关问题。进入实验室后将报告交教师检查。无预习报告者不得进行实验。

(二) 实验

实验是培养学生独立工作能力和思考能力的重要环节,学生必须认真独立地完成实验规定的全部内容。

(1) 严格按照教材规定的内容,认真操作,细心观察实验现象并如实记录在实验本上,不得在讲义上乱写乱画。

(2) 实验中往往会遇到疑难问题或“反常现象”,此时不要随意放弃。要仔细检查操作的程序有无错误,分析原因予以排除。因为从“反常现象”中会学到许多书本上没有的知识,也会增长解决问题的能力。

(3) 实验中每步操作必须严格,不得马虎从事,自觉养成良好的科学习惯,始终保持整洁、有条不紊的工作作风。

(三) 完成实验报告

实验报告是实验结果的总结,也是把感性认识上升到理性认识的思维记录,是研究成果的结晶,必须认真完成。

对实验报告的要求是:

(1) 简明扼要地阐明实验原理。

(2) 实验步骤尽量以表格、框图表达,文字要简明,或以方程式表示。

(3) 实验现象应描述准确,数据记录要真实、完整,绝不允许主观臆造,弄虚作假。

(4) 解释现象应尽量言简意赅、表达准确,结论要有理有据。

(5) 曲线、作图应采用坐标纸完成,坐标、点、线的绘制力求规范。

三、化学实验安全知识

在进行化学实验时,不可避免地要遇到有毒、易燃和易爆物品。因此,要有安全防范的意识,同时必须严格遵守实验室的安全规则。

(1) 实验室内禁止吸烟、进食和打闹。

(2) 不得随意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。

(3) 产生有毒或有刺激性气体的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。

(4) 使用酒精、乙醚、苯等易燃、易挥发物质时,应远离火源。

(5)加热试管时,不要将试管口对着别人或自己,也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出伤害眼、脸。

(6)嗅闻气体时,应用手将少量气体轻轻煽向自己,不要用鼻子对准气体逸出的管口。

(7)具有强腐蚀性的洗液、浓酸和浓碱等,应避免洒在衣服和皮肤上,以免灼伤。

(8)使用汞盐、铅盐、氰化物和氟化物等有毒物质时,不要接触皮肤和洒落在桌面上,用后的废液不能随意倾入水槽,应回收统一处理。

(9)水、电、气用完后立即关闭。不要用湿手触摸电器设备,以防触电。

(10)实验中如不慎发生割伤、烫伤,应先贴上创可贴,再到医院治疗。如不慎发生试剂燃烧着火等状况,不要惊慌,应及时用灭火器等扑灭。

四、实验规则

(1)学生进入实验室必须遵守一切必要的安全措施,确保实验安全。

(2)遵守纪律,不迟到,不早退,保持室内安静,不得大声谈笑。

(3)使用水、电、药品时要坚持节约原则,使用仪器要精心操作,爱护国家财产。

(4)实验中要随时保持工作环境的整洁,火柴梗、纸屑、废品只能丢入废物缸中,不能丢入水槽,以免堵塞。

(5)实验完毕后洗净、放好玻璃仪器,整理好公用药品。实验室任何物品不得私自带走。

(6)学生轮流值日,负责打扫实验室卫生、整理实验室、检查水、电和门闸是否关好,保证实验室的安全。

(7)尊重实验教师的指导。

五、普通化学实验成绩的评定

评定学生实验成绩的主要依据如下:

(1)学生对基础知识和实验原理的理解。

(2)学生对基本操作规程和实验方法的掌握。

(3)预习及实验报告的完成质量。包括实验预习题的完成,实验中原始数据的记录情况(及时性、正确性、真实性及表格设计的合理性),数据处理是否正确及操作技术的掌握程度,实验报告的书写及完整性。

- (4) 实验结果(包括数据的准确度与精密度、产品的纯度及产率等)。
- (5) 实验过程中表现出的综合能力、科学态度和科学精神。
- (6) 实验操作规范化考核成绩。

实验一 化学实验常用仪器简介

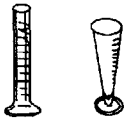
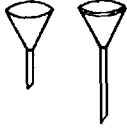
一、实验目的

熟悉化学实验室常用仪器的名称、规格、主要用途和使用注意事项。

二、化学实验常用仪器

仪器	规格	用途	注意事项
 试管	分硬质和软质试管。 规格按管外径(mm) ×管长(mm)表示	小型反应容器,便于 观察,试剂用量较少	可直接用火加热,加 热时勿将试管口对 人,不能骤冷
 离心试管	规格以管容积(mL) 表示	用于少量沉淀分离	不能直接加热,可用 水浴加热
 烧杯	规格以容积(mL) 表示	常用于做反应容器、 配制溶液、加热液 体等	加热时外壁需擦干, 然后放在石棉网上, 使受热均匀
 点滴板	瓷制,有白色和黑色, 上面有凹穴,有9穴, 6穴等	用于点滴反应,不需 分离的显色反应	白色沉淀用黑色点滴 板,有色沉淀用白色 点滴板

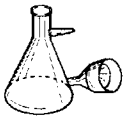
续表

仪器	规格	用途	注意事项
 量筒 量杯	规格以最大容积(mL)表示	用于量取一定体积的液体	不能加热,不能做反应容器。 读数时竖直放置并读取液面的弯月面最低点
 蒸发皿	有瓷质、石英和铂质,规格以容积(mL)或上口直径表示	蒸发液体	耐高温,能直接加热,不能骤冷。 盛液体不要超过其容积的 2/3
 表面皿	规格以直径(mm)表示	盖在烧杯或蒸发皿上,以防液体溅出和灰尘落入	不能用火直接加热
 坩埚	有瓷质和金属材质。规格以容积(mL)表示	灼烧固体	可直接灼烧。取下的高温坩埚要放在石棉网上,不可骤冷。要用坩埚钳夹取,不能用手拿
 漏斗 长径漏斗	规格以口径(mm)和漏斗颈长短表示	用于过滤和向小口容器转移液体	不能用火直接加热
 锥形瓶	分为有塞和无塞两种。规格以容积(mL)表示	用做反应容器,振荡方便,适于滴定操作	盛液体不能太多,以免溅出。加热时应放在石棉网上

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 铁架台	铁制品, 夹子也有铝制的	固定反应容器。铁圈可代替漏斗架使用	
 石棉网	由铁丝编制, 中间涂有石棉。 规格以石棉直径表示	使物体受热均匀, 避免局部过热	不能与水接触以防止石棉脱落
 泥三角	用铁丝弯成, 套有瓷管, 有大小之分	用于灼烧坩埚时放置坩埚	
 滴瓶	一般为玻璃制, 有无色和棕色两种。 规格以容积 (mL) 表示	盛放少量液体药品, 使用方便	不能直接用火加热。瓶塞不能互换。不能盛放碱液, 以免腐蚀
 细口瓶	有无色和棕色两种。 规格以容积 (mL) 表示	用于盛放液体药品	不能直接加热。瓶塞不能互换, 盛碱液时要用橡胶塞
 广口瓶	有无色和棕色两种。 规格以容积 (mL) 表示	用于盛放固体药品	不能直接加热、瓶塞不能互换

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 布氏漏斗及吸滤瓶	布氏漏斗为瓷制,规格以口径 (cm) 或容积 (mL) 表示。 吸滤瓶为玻璃制品,规格以容积 (mL) 表示	两者配套使用,适用于晶体或沉淀的减压过滤	

三、常用仪器的洗涤方法

为保证实验结果的正确性,实验所用的仪器必须是洁净的。一般附着在仪器上的污物分为可溶性和不溶性物质,还有油污和有机物等。可根据实验的要求,采用不同的洗涤方法,现以洗涤试管为例,说明洗涤方法。

(一) 水洗

在试管内装入约占试管容积 $1/4$ 的水,摇荡片刻,倒掉,再装水摇荡,倒掉,如此反复操作数次,直到将水倒出后,仪器的器壁上能被水均匀润湿,不挂水珠为止,最后用蒸馏水冲洗 2 或 3 次。

(二) 用洗衣粉、合成洗涤剂洗

如果用自来水刷洗之后,有水珠附着在器壁上,表明容器内有油污或有机物等污物。这就要用洗衣粉、去污粉或合成洗涤剂去洗。在洗涤时,先用少量的水润湿器壁,然后用毛刷蘸取少量洗衣粉来刷洗仪器的内外壁,再用水冲,最后用蒸馏水冲洗 2 或 3 次。

(三) 用铬酸洗液洗

如果有用洗衣粉或合成洗涤剂洗不掉的污垢,或对仪器的清洗要求较高,或是一些口径较小不便于用毛刷刷洗的玻璃仪器及精密量器,可用铬酸洗液洗涤。铬酸洗液是由浓 H_2SO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 配制的具有强酸性、强氧化性的洗液,对有机物和油污的去污能力特别强。

铬酸洗液的配制方法:称取 25 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶于 50 mL 热水,冷却后将浓 H_2SO_4 倒入 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中至 500 mL。

洗涤方法是:往仪器中倒入少量铬酸洗液,然后将仪器倾斜并慢慢转动,使仪器内全部被洗液润湿,转动几圈将洗液倒回原瓶。对污染较严重的仪器可用洗液浸泡一段时间,再将洗液倒回原瓶,倒出洗液后,用自来水冲洗干净,最后用蒸馏水冲洗 2 或 3 遍。

由于铬酸洗液成本较高,且具有毒性,所以能用别的方法洗涤干净的,尽量不要用铬酸洗液。

四、仪器的干燥方法

(一)烘干

洗净的仪器可放在电热干燥箱(图 1-1)内进行烘干。仪器放进烘箱之前要将水倒净,带有活塞的仪器要取下活塞进行烘干。有刻度的量器不宜在烘箱中烘干。

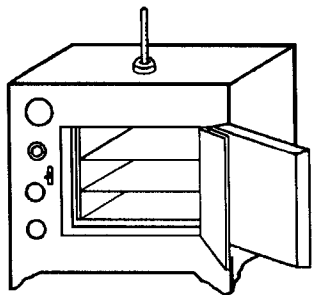


图 1-1 电热干燥箱

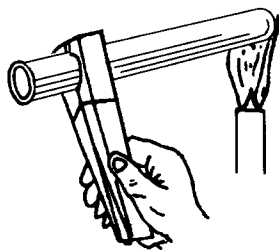


图 1-2 用火烘干试管

(二)烤干

烧杯可放在石棉网上烤干。试管可以直接用火烤干。要注意加热时,试管口略微倾斜向下如图 1-2 所示,先加热试管底部,逐渐移到试管中部,烤至不见水珠后,将管口朝上,赶尽水汽。

(三)晾干

洗净的仪器如不急用,可倒置在干净的滴水架上自然晾干。

(四)吹干

急需用的仪器,可用电吹风将其吹干。可先将洗净的仪器用少量乙醇润湿,然

后将乙醇倒出再进行吹干。

五、加热方法

(一) 酒精灯加热

酒精灯是实验室最普通的加热仪器之一,适用于温度不太高($400\sim 500^{\circ}\text{C}$)的实验。

使用时要注意:

(1)通过小漏斗向灯内添加工业酒精,所加酒精的量不能超过酒精灯容积的 $2/3$ 。使用过程中需添加酒精时,一定要熄灭后再进行添加。

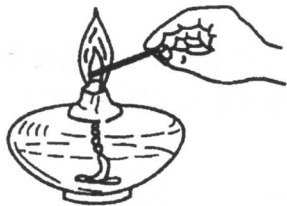


图 1-3 点燃酒精灯

(2)要用火柴或打火机点燃(如图 1-3 所示),决不能用另外一燃着的酒精灯来点火。

(3)用完后用盖子将火焰熄灭,不能用嘴吹。火焰熄灭后还要把帽重新打开 1 次再扣上,这样可使帽内外压力平衡,以免下次打不开。

(4)对于长时间未用的酒精灯,在第 1 次点火之前,应先取下盖子,提起瓷套管,使聚集在灯内的酒精蒸气散去,然后点燃,以免发生事故。

(二) 电炉加热

电炉(如图 1-4)是实验室常用的一种加热装置。使用时应在炉盘上加一块石棉网,以确保器皿受热均匀。电炉的连续使用时间不能太长,否则会缩短电炉寿命。加热的容器如是金属,不要触及炉丝,否则易发生事故。炉盘内要经常保持清洁,防止因掉进异物而引起短路。



图 1-4 电炉

(三) 管式炉加热

如图 1-5 所示。管式炉有一管状炉膛,加热温度可调,炉内最高温度为 950°C 。炉膛中可插入一根瓷管,瓷管中再放入盛有受热物质的瓷舟,舟内物质可以在空气气氛或其他气氛中受热反应。

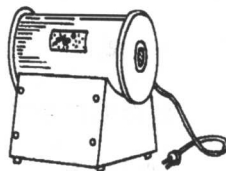


图 1-5 管式炉