



普通高等教育“十三五”规划教材

基础化学实验

JICHU HUAXUE SHIYAN

蒋红梅 谢文刚 主编



南京大学出版社





普通高等教育“十三五”规划教材

基础化学实验

JICHU HUAXUE SHIYAN

主 审 李辉勇 杨建奎 喻 鹏

主 编 蒋红梅 谢文刚

副主编 周 军 刘晓颖

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 锦 文志勇 李 霞

苏招红 张 凤 罗 景

周春姣 桂清文 覃晓丽

特配电子资源



微信扫码

- 教学课件
- 延伸阅读
- 互动交流



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验/蒋红梅,谢文刚主编.—南京:南京大学出版社,2019.10

ISBN 978-7-305-22545-1

I.①基… II.①蒋… ②谢… III.①化学实验—高等学校—教材 IV.①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 157941 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

出版人 金鑫荣

书 名 基础化学实验

主 编 蒋红梅 谢文刚

责任编辑 刘 飞 蔡文彬 编辑热线 025-83592146

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 南京人民印刷厂有限责任公司

开 本 787×1092 1/16 印张 11 字数 261 千

版 次 2019 年 10 月第 1 版 2019 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-22545-1

定 价 29.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

微信服务号: njyuxue

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

前 言

近年来,随着“新农科”建设的不断深入,教育部提出了实现新农科改革目标的途径是开新路、育新才、树新标,从而全面提升高校服务经济社会发展的能力。为此,全国涉农高校的高等农林教育也不断面临改革。“基础化学实验”是农林院校最重要的基础课程之一,是培养学生实践能力、创新能力和科学素质的重要途径。本书以湖南农业大学基础化学实验教学模式改革与实践为依托,结合农林院校不同学科、不同专业、不同层次学生的特点,以及学生的实践能力、创新能力的培养目标,将涉农专业学生对化学实验的基本要求和学习内容整理编写而成。

本书主要内容为化学实验基础知识,如实验室安全知识、化学实验常用仪器、基本操作;基础无机化学实验、基础分析化学实验、基础有机化学实验。为更好地结合农学专业需求,本书还选取了部分与农业生产密切相关的实验,如果蔬汁中总酸度的测定、蘑菇中游离氨基酸含量的测定、从烟叶中提取烟碱、层析法分离天然色素等,以体现化学实验技术对涉农专业的基础作用。此外,书中以嵌入二维码的形式提供了丰富的电子资源,如微课、动画、电子课件等,既彰显了信息化教学改革追求,也提高了学生自主学习的效果和积极性。

本书由蒋红梅、谢文刚任主编,周军、刘晓颖任副主编,此外,参与本书编写的人员(按姓氏笔画排序):王锦、文志勇、李霞、苏招红、张凤、罗景、周春姣、桂清文、覃晓丽等。李辉勇、杨建奎、喻鹏主审全书。

限于编者水平,加以编写时间仓促,书中错误与不妥之处,敬希读者随时指正。

编 者

2019年8月

目 录

基础知识篇

第 1 章 化学实验室安全知识	3
1.1 实验室水电安全及消防安全	3
1.2 实验室危险化学品的使用安全	3
1.3 实验室废弃物的安全	3
1.4 实验室个人安全防护	4
1.5 实验室常见事故应急处理与急救	4
1.6 实验室注意事项	5
第 2 章 化学实验常用仪器、洗涤方法与实验室用水	6
2.1 常用基本仪器	6
2.2 常用洗涤方法及干燥	10
2.3 实验用水规格、制备与检验	12
第 3 章 化学实验基本要求	14
3.1 实验预习	14
3.2 实验现象观察、数据记录与处理	14
3.3 数据表达与实验报告	16
第 4 章 化学实验基本操作	20
4.1 天平的种类及使用方法	20
4.2 常用容量仪器及基本操作	23
4.3 常用加热、冷却与干燥方法	31



4.4 固液分离技术	36
4.5 重结晶	41
4.6 蒸馏与分馏	44
4.7 水蒸气蒸馏	48
4.8 萃取分离	51
4.9 色谱技术	54
4.10 酸度计	58
4.11 分光光度计	61

基础实验篇

第5章 基础无机化学实验	67
实验 5.1 酸碱解离平衡与沉淀—溶解平衡	67
实验 5.2 胶体与吸附	71
实验 5.3 配位化合物的生成和性质	74
实验 5.4 氧化还原反应与电化学	77
实验 5.5 硫酸铜的提纯与纯度检验	80
实验 5.6 硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	83
实验 5.7 化学反应速率与活化能的测定	87
实验 5.8 醋酸解离度和解离常数的测定	91
第6章 基础分析化学实验	95
实验 6.1 天平称量练习和比较滴定	95
实验 6.2 酸碱标准溶液的配制和标定	97
实验 6.3 食用白醋中醋酸含量的测定	101
实验 6.4 混合碱分析(双指示剂法)	104
实验 6.5 果蔬汁中总酸度的测定	107
实验 6.6 水中钙、镁离子含量及总硬度的测定	108
实验 6.7 高锰酸钾的配制与标定及双氧水中过氧化氢含量的测定	112
实验 6.8 重铬酸钾法测定亚铁盐中铁的含量	115
实验 6.9 间接碘量法测定胆矾中铜含量	117



实验 6.10 蘑菇中游离 α -氨基酸含量的测定	120
实验 6.11 分光光度法测定甲基橙的解离常数	122
第 7 章 基础有机化学实验	125
实验 7.1 蒸馏、分馏与化合物沸点的测定	125
实验 7.2 有机物熔点的测定	128
实验 7.3 苯甲酸的提纯	132
实验 7.4 从烟草中提取烟碱	134
实验 7.5 乙酸乙酯的合成	136
实验 7.6 层析法分离天然色素	138
附录 常用数据	
附录 1 不同温度下液体的密度($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	145
附录 2 几种常用液体的折射率(n_D')	146
附录 3 常用离子在不同浓度时的摩尔电导率 λ_m ($\text{S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$)(25°C)	147
附录 4 水溶液中一些电极的标准电极电势(25°C , 100 kPa)	147
附录 5 几种常用酸、碱的浓度	149
附录 6 酸碱指示剂($18\sim 25^\circ\text{C}$)	150
附录 7 常用缓冲溶液	151
附录 8 不同温度下水的饱和蒸气压	152
附录 9 常用干燥剂	153
附录 10 重要化学物质的毒性和易燃性	155
附录 11 常见离子和化合物的颜色	159
附录 12 实验室中某些试剂的配制	161
参考文献	165

二维码资源一览表

序号	资源名称	类型	页码	二维码
1	基础化学实验配套资源	PPT、视频	扉页	
2	化学实验室安全知识课程	慕课	3	
3	化学实验常用仪器	实体图	6	
4	仪器的洗涤及干燥	视频	10	
5	有效数字及运算规则	视频	15	
6	Excel 在数据处理中的应用	视频、论文	17	
7	实验报告(样例)	PDF	18	
8	电子天平的使用	视频	21	
9	常用容量仪器及基本操作	视频	23	
10	加热与冷却方法	视频	31	
11	固液分离技术	视频	36	



续 表

序号	资源名称	类型	页码	二维码
12	溴水中溴的萃取与分离	视频	51	
13	pH 计的使用	视频	59	
14	分光光度计的使用	视频	63	
15	原电池	微课、PDF、动画	79	
16	五水硫酸铜的制备	视频	82	
17	硫酸亚铁铵的制备	视频	85	
18	盐酸浓度的标定	视频	99	
19	食醋总酸度的测定	视频	102	
20	<ul style="list-style-type: none">● EDTA 标准溶液的配制与标定● 水硬度的测定	视频	110	
21	高锰酸钾溶液的配制和标定	视频	113	
22	元素周期律	视频、图片	封 3	



第1章 化学实验室安全知识



慕课：化学实验室
安全知识课程

1.1 实验室水电安全及消防安全

了解实验楼自来水总阀的位置,发生水患时可及时关闭总阀;实验中的冷却水要保持畅通,以免发生事故;避免自来水打开而无人监管的现象;离开实验室要及时关水;遇停水事件,需关闭所有水龙头,以防漏水事故发生。

实验开始前应检测实验仪器的电线插座、插头是否有破损;仪器在使用过程中,不能离开,实验结束要及时关闭电源;若在仪器的使用过程中闻到焦糊味或发现有火花冒烟的情况,应立即关闭电源,如有明火发生,应马上用消防沙或灭火器灭火。

了解实验楼灭火器及消火栓箱的位置,掌握灭火器的使用方法;认识实验室安全疏散应急灯及安全疏散提示标志,在发生火灾时,指示撤离方向。

1.2 实验室危险化学品的使用安全

危险化学品是具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质,对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。在使用这些化学药品之前,应认真阅读危险化学品安全标签,明确危险品的主要有害组分标识,危险性描述及安全措施,使用过程中应佩戴防护用具,严格遵守操作规定,切勿接触衣服、皮肤,严防溅入眼睛从而导致失明。

1.3 实验室废弃物的安全

实验室废弃物分为实验室废液及实验室废弃试剂瓶。化学实验室废液按其化学性质分为有机化学类实验室废液和无机化学类实验室废液两大类,在实验过程中产生的液体废弃物应按照性质分类倒入相应的废液桶。严禁将有毒、有害、强腐蚀性试剂及液体倒入水池中。倾倒大量废液时,应使用漏斗以防止漏出。废液桶在使用过程中,存储的废液一般为总容量的70%~80%,不宜过满。实验过程中产生的空试剂瓶不能随意丢弃在垃圾桶中,应统一放置在实验室废弃试剂瓶回收筐中,由实验室安排专门人员进行统一回收。

1.4 实验室个人防护

实验室个人防护用品包括防护服、护目镜、防护手套、防毒面罩、急救箱、洗手液等。基础实验的开设过程中,要求所有的学生穿好白大褂后方可开始实验;护目镜可以保护眼睛和面部免受化学溶液、粉尘、金属和其他物品的伤害,在强酸或强碱移取操作,观察实验现象及进行其他危险操作时,必须配戴护目镜;在进行特殊操作时需使用防护手套,且不得戴手套拿取公共用品;防毒面罩能够防御有害气体、烟尘等对呼吸系统的损害,保证实验人员在有毒或粉尘环境下能够正常呼吸。在日常实验过程中经常会发生一些突发性事故,因此,在化学实验室配备急救箱非常重要,有效地急救处理能够降低伤害,甚至可以为挽救受伤人员的生命赢得时间。实验结束后必须认真用洗手液洗手。

1.5 实验室常见事故应急处理与急救

基础化学实验室大量使用化学试剂,人员流动性大,容易发生各类安全事故,如何对事故的科学处理显得尤为重要。目前,基础化学实验室存在的常见事故包括割伤、起火、触电、烧伤、酸碱腐蚀、吸入有毒气体、化学品溅到身体上等。

1. 割伤

先观察有无异物,有异物应先用消毒过的镊子取出异物。伤口较浅时,用清水清洗伤口,用创可贴或医用纱布进行包扎;伤口较深,出血较多时,应立即止血,并立即送医院治疗。

2. 起火与烧伤

电器起火,不能用水扑灭,首先应切断电源,再用灭火器灭火,有机物着火,用湿毛巾或消防沙扑灭,火势较大时,用灭火器进行灭火;触电:本着先断电后救人的原则,及时采用绝缘体将伤者与电源隔开,必要时进行人工呼吸等急救措施,并及时拨打急救电话。

被火、高温物体烧伤后,应立即用冷水浸泡处理,再涂抹烧伤膏,严重烧伤者应尽快送医院;酸碱腐蚀:首先,应立即用大量清水冲洗,然后酸腐蚀采用饱和碳酸钠溶液或稀氨水清洗,碱腐蚀应使用1%~2%硼酸或醋酸溶液清洗,再用水洗,涂上凡士林。

3. 吸入有毒气体

吸入溴蒸气、氯气、氯化氢时,可吸入少量酒精和乙醚的混合气体解毒。吸入硫化氢气体,应立即到户外呼吸新鲜空气;化学品溅到身体上应立刻脱掉被污染的衣服,用喷淋器或水龙头进行快速冲洗至少15分钟,并确认化学品没有进入鞋内。



4. 酸液或碱液溅入眼睛

应立即先用大量水冲洗。若为酸液,可再用1%碳酸氢钠溶液冲洗;若为碱液,可再用1%硼酸溶液冲洗;最后用水洗。重伤者经初步处理后,急送医院治疗。

5. 皮肤被酸、碱灼烧

应立即先用大量水冲洗。若为酸液灼伤,可再用饱和碳酸氢钠溶液清洗;若为碱液灼伤,可再用1%醋酸溶液冲洗;最后用水洗。再涂上药用凡士林。重伤者经初步处理后,急送医院治疗。

1.6 实验室注意事项

(1) 必须遵守实验室的各项规章制度,听从老师的指导,尊重实验室工作人员的职权。

(2) 实验前应仔细检查所用仪器、试剂是否完好、充足,发现仪器破损无法正常实验或者试剂不充足时,及时找指导老师更换仪器或者补偿试剂。

(3) 实验过程中应仔细检查仪器。要求操作正确、严格。

(4) 实验过程中保持实验台面清洁、水槽保持干净,爱护实验仪器,任何固体物质不能投入水槽中。废纸等常规固体垃圾需投入指定垃圾桶,实验废固和废液需分别投入或小心倾倒入指定回收桶或废液缸。

(5) 实验过程中,非经老师允许,不得擅自离开,实验过程中应认真观察实验现象,做好实验记录,遇到问题及时向老师提出。

(6) 所有药品及仪器需在指定地点使用并保持整洁,不得擅自挪动。

(7) 要保持药品架的整洁,节约使用药品。

(8) 实验结束后,按指导教师要求摆放好实验仪器,清洁好实验台面,值日生做好教室的全面清理工作,经指导教师允许后方可离开实验室。离开前,需检查水、电、门窗等关闭。

第2章 化学实验常用仪器、洗涤方法与实验室用水



实体图:常用仪器

2.1 常用基本仪器

化学是一门实验科学,化学实验离不开基本的实验仪器。表2-1就是常用的实验仪器。

表2-1 化学实验常用基本仪器

仪器	规格	主要用途	使用注意事项
 酒精灯	玻璃材质。	给化学实验提供热源。	加入的酒精量不得超过酒精灯容积的2/3;利用酒精灯的外焰加热。
 试管、离心管	以容积表示,如10 mL、15 mL、25 mL等。	普通试管用作少量试剂的反应容器,离心试管用于沉淀分离。	普通试管可加热,盛装反应液体不能超过其容量的1/2。试管加热时,试管夹夹在试管的中上部。
 烧杯	以容积表示,如50 mL、100 mL、500 mL等。	反应物较多时的反应容器,还可用于配制溶液。	加热时底部须垫石棉网,使其受热均匀。
 试剂瓶	玻璃或塑料材质、无色或棕色、广口或细口。以容积表示,如50 mL、100 mL、500 mL等。	广口瓶盛装固体试剂,细口瓶盛装液体试剂。	不能直接加热。取用试剂时瓶盖倒放在桌上。碱性物质用橡皮塞或塑料瓶。见光易分解的试剂应用棕色瓶。



续表

仪器	规格	主要用途	使用注意事项
 锥形瓶	以容积表示,如100 mL、250 mL、500 mL等。	反应容器,摇荡方便,适用于滴定操作。	可加热,加热时底部须垫石棉网,使其受热均匀。
 量筒和量杯	以其最大容积表示,如10 mL、100 mL、250 mL、500 mL等。	液体体积计量。	不能直接加热。
 移液管和吸量管	以其最大容积表示,如1 mL、2 mL、5 mL、10 mL、25 mL、50 mL等。	精确量取一定体积的液体。	不能直接加热,一般与容量瓶配合使用。
 容量瓶	以其最大容积表示,如25 mL、100 mL、250 mL及1000 mL等。	配制准确浓度的溶液。	不能直接加热。不能在其中溶解固体。一般与移液管配合使用。
 滴定管和滴定管架	分酸式和碱式滴定管,有无色和棕色。以容积表示,如25 mL、50 mL等。	滴定管用于滴定操作或精确量取一定体积的液体。滴定管架用于夹持滴定管。	酸式滴定管盛装酸性溶液或氧化性溶液,碱式滴定管盛装碱性溶液或还原性溶液,不能混用。见光易分解的滴定液应用棕色滴定管。若滴定管里是聚四氟乙烯活塞,则酸碱通用。
 漏斗	以口径大小表示,如4 cm、6 cm等。	用于过滤操作。	不能直接加热。



续表

仪器	规格	主要用途	使用注意事项
 漏斗架	木制或铁制。	过滤时承接漏斗。	漏斗板高度可调。
 布氏漏斗和吸滤瓶	布氏漏斗以直径表示, 如 4 cm、8 cm、10 cm 等。吸滤瓶以容积表示, 如 250 mL、500 mL 等。	用于减压过滤。	不能直接加热。
 表面皿	以直径表示, 如 7 cm、9 cm、12 cm 等。	盖在烧杯上以防液体溅出。	不能直接加热。
 蒸发皿	瓷质, 以容积表示, 如 50 mL、100 mL 等。	用以蒸发、浓缩。	能直接加热, 可耐高温, 注意高温时不能骤冷。
 坩埚	坩埚有瓷、石英、镍、铂等材质。以容积表示, 如 30 mL、50 mL 等。	用以灼烧固体。 坩埚钳用以夹持坩埚和坩埚盖。	坩埚能直接加热, 可耐高温, 注意高温时不能骤冷。
 泥三角	有不同大小。	用以承接坩埚和蒸发皿。	高温时不能骤冷。
 研钵	有瓷、玻璃、玛瑙等材质。以口径表示, 如 9 cm、12 cm 等。	用以研磨固体物质。	不能直接加热。大块物质只能压碎, 不能敲击。