



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

PUTONG
HUAXUE SHIYAN



普通化学实验

■ 唐树戈 王耀晶 主编

 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

普通化学实验

唐树戈 王耀晶 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通化学实验 / 唐树戈, 王耀晶主编. —北京:
中国农业出版社, 2015.8

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等
农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-20516-1

I. ①普… II. ①唐… ②王… 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 (2015) 第 158843 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 曾丹霞

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 12.5

字数: 220 千字

定价: 23.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 唐树戈 王耀晶

副主编 牟 林 郑其格 马 腾

编 者 (以姓名笔画为序)

卜平宇 马 腾 王耀晶

冯小佳 刘青山 牟 林

郑其格 夏 泉 唐树戈

审 稿 卜平宇

前 言

普通化学实验是高等农林院校的基础化学课程，是在普通化学基本理论指导下，以学习实验原理、实验方法、实验手段及实验操作技术为主的实践性课程。该课程与普通化学理论是相辅相成的，同时也为学习其他化学学科奠定良好的基础。

本教材为全国高等农林院校本科教学实验课程教材。按照“重视基础、趋向前沿、综合交叉”的原则，在保留部分经典实验内容的基础上，兼顾各院校的实际现状，增加了部分可操作性较强的综合性实验，以供各院校选择或参考，使实验教学更具系统性、整体性和综合性，建立与理论教学并行，相互联系又相对独立的实验教学体系。本书可作为普通化学理论课程的辅助配套教材使用。

全书分七大部分。第一部分为普通化学实验基础知识，主要介绍普通化学实验中常见玻璃仪器和基础操作知识；第二部分为基本操作实验；第三部分为物质的制备与提纯实验；第四部分为物理量及化学常数的测定实验；第五部分为单质及化合物的化学性质实验；第六部分为设计性实验；第七部分为附录。全书共编写 38 个实验项目，可根据各院校的实际情况做以选择；附录主要是实用性和工具性的常用数据及特殊试剂的配制等，以方便读者查阅。

本教材由唐树戈、王耀晶、牟林、马腾、郑其格、冯小佳、刘

青山、夏泉、卜平宇等教师合作编写，最后由主编通阅定稿。

沈阳农业大学卜平宇教授对本教材提出了许多指导性意见，在此特表感谢。

书中欠妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2015年6月

目 录

前言

第一部分 普通化学实验基础知识

1 化学实验室基本常识	2
1.1 实验室规章制度	2
1.2 实验室意外事故的紧急处理和急救常识	3
2 普通化学实验基本操作技术	6
2.1 常用玻璃仪器及有关实验用具简介	6
2.2 玻璃仪器的洗涤	11
2.3 玻璃仪器的干燥	13
2.4 塞子钻孔	13
2.5 常用的加热方法	15
2.6 试剂的取用	16
2.7 溶液的配制	18
2.8 沉淀分离的基本操作	22

第二部分 基本操作实验

实验一 玻璃工的简单操作	28
实验二 滴定分析基本操作	33
实验三 去离子水的制备	38
实验四 纸层析技术	43

第三部分 物质的制备与提纯实验

实验五 氯化钠的提纯	48
实验六 硫酸亚铁铵的制备	51
实验七 硫酸铝的制备	55
实验八 五水硫酸铜的制备与提纯	59

实验九 无机颜料(铁黄)的制备	63
实验十 三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾的制备及其组成的测定	66
实验十一 三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及其组成的测定	69
实验十二 橘皮中果胶的提取	73

第四部分 物理量及化学常数的测定实验

实验十三 二氧化碳气体相对分子质量的测定	76
实验十四 萘相对分子质量的测定	80
实验十五 化学反应热效应的测定	84
实验十六 化学反应速率常数的测定	88
实验十七 醋酸离解平衡常数的测定	92
实验十八 碘酸铜溶度积常数的测定	96
实验十九 银氨配合物稳定常数的测定	101
实验二十 磺基水杨酸铜配合物稳定常数的测定	105
实验二十一 电极电势的测定	109

第五部分 单质及化合物的化学性质实验

实验二十二 离解平衡	114
实验二十三 沉淀溶解平衡	118
实验二十四 氧化还原平衡	122
实验二十五 配位平衡	126
实验二十六 吸附与胶体	130
实验二十七 氮、磷及其化合物的性质	134
实验二十八 氧、硫及其化合物的性质	139
实验二十九 氯、溴、碘及其化合物的性质	145
实验三十 铁、钴、镍及其化合物的性质	148
实验三十一 常见阳离子的鉴定	152

第六部分 设计性实验

实验三十二 废干电池的综合利用	156
实验三十三 由鸡蛋壳制备丙酸钙	159
实验三十四 纳米 CuO 催化剂的制备、表征和催化性能测试	161
实验三十五 溶胶-凝胶法制备纳米级钛酸铅	163
实验三十六 明矾的制备和纯度测定	165

实验三十七 铬(Ⅲ)配合物的制备和分裂能的测定	167
实验三十八 常见阴离子未知液的定性分析	170

第七部分 附 录

附录1 元素的相对原子质量表	174
附录2 常见弱酸、弱碱的离解常数表	176
附录3 常见难溶化合物的溶度积常数表(298K)	178
附录4 常见电对的电极电势表	180
附录5 常见配位化合物的稳定常数表	184
附录6 常见离子和化合物的颜色	185
附录7 常用特殊试剂的配制	188
主要参考文献	190

1 化学实验室基本常识

1.1 实验室规章制度

1.1.1 实验室规则

(1) 实验前要认真预习实验内容,明确实验目的和要求,理解基本原理,熟悉操作步骤及有关仪器的使用方法,了解实验的关键及注意事项。

(2) 进入实验室时,应熟悉实验室及其周围环境,尤其是水、电等阀门所在位置。严格遵守实验室的各项规章制度。检查实验所需的药品、器皿、仪器、用具是否齐全,若有缺少和破损,及时向教师提出补足或更换。

(3) 实验室内严禁大声喧哗、嬉闹,严禁饮食、吸烟,保持室内肃静。要求不迟到、不早退,未经教师许可不得擅自离开实验室。

(4) 严格按照实验指导规定的操作步骤、试剂用量进行实验,严禁随意混合化学试剂;若要更改,必须征得指导教师的同意方可进行。实验过程中出现问题时,应立即向指导教师汇报,以便及时解决和处理。

(5) 实验过程中,随时注意保持实验台面整齐清洁,公用药品和仪器应在原位置取用,不得随意挪动。实验过程中产生的废弃试液或废渣应放在指定容器内,不得随意乱扔。

(6) 如实填写实验课记录本及精密仪器使用记录本,并按要求及时完成实验报告,递交教师批阅。

(7) 实验结束后,将所用器皿洗净,按原顺序摆放整齐。值日生负责打扫和整理实验室,关好水、电等各种开关,检查无误后报告教师,经教师允许后方可离开。

1.1.2 实验室安全守则

(1) 进入实验室后,首先熟悉实验室及其周围环境,尤其是水、电等各种开关和消防器材所在位置。

(2) 实验室内严禁饮食、吸烟或把餐具带入。实验完毕后必须洗净双手。

(3) 实验进行时,不得擅自离开岗位,要时刻观察实验状况是否正常,实验装置有无漏气、破裂等现象。

(4) 若实验必须使用有毒物品,要根据具体情况采取相应的安全措施,如

戴防护眼镜、面罩、橡皮手套等。取用剧毒物品如重铬酸钾、汞盐、砷化物、氰化物等应特别小心，不得吸入口内、接触皮肤和溅到衣服或其他实验物品上。废弃试液或废渣应放在指定容器内，不得倾入水槽。剩余的有毒物品应交还教师。

(5) 使用易燃、易爆物品时要远离火源。不得用湿手或湿物接触电源。水、电、燃气用完后立即关闭。

(6) 倾注试剂或加热液体时，不要俯视容器，以防液体溅出致伤，尤其是腐蚀性很强的浓酸、浓碱、强氧化性等试剂，使用时切勿溅到衣服和皮肤上。加热试管时，切记不要将试管口对着自己或他人。

(7) 检验气体时，不要直接面对容器，尤其要保护眼睛，闻气体时应用手将少量气体轻轻扇向鼻子再嗅。

(8) 不准随意混合各种药品，以免发生意外事故。

(9) 不准将实验室的药品带出。

1.2 实验室意外事故的紧急处理和急救常识

1.2.1 火灾

实验室中经常使用明火和电器，尤其是存放许多化学药品，最易发生火灾。一旦发生火灾，应保持镇静。为防止火势扩展，应关闭室内总电源，熄灭所有火源，搬开易燃物品。灭火时，应根据起火的原因和火场周围的情况，采取相应的措施。必要时应立即报警。

1. 实验器皿内着火

若是实验用的小器皿内着火(如烧杯或烧瓶)，绝不能用嘴吹。可盖上石棉板或瓷片等，使之隔绝空气，火焰会自然熄灭。如果器皿炸裂使可燃物品泄露，应根据可燃物品种类采取相应的灭火措施。

2. 木制品着火

木制品(如实验台)着火，通常都是因为电炉加热引起，应先切断电炉电源，再用湿毛巾捂盖，也可直接喷水灭火。

3. 化学药品着火

若油类或化学药品着火，切忌喷水灭火。若着火面积较小，可用湿毛巾捂盖，若着火面积较大，用沙土或灭火器灭火。

4. 电器着火

若电器着火，切忌喷水灭火。应立即切断电源，用湿毛巾捂盖，如果火焰较大，可用二氧化碳灭火器灭火。

5. 可燃气体泄露着火

实验室内若发生可燃气体泄露,切忌开关电源,应立即关闭可燃气体阀门。若尚未起火,可打开门窗流通空气,同时找出泄露原因,采取紧急补漏措施。若已经起火,可用湿毛巾捂盖泄露处,阻止可燃气体继续泄露,然后根据火情采取相应的灭火措施。

1.2.2 中毒

化学药品大多数具有不同程度的毒性,主要通过皮肤接触或呼吸道吸入引起中毒。一旦中毒可根据情况采取以下不同的急救措施:

(1) 溅入口中而未咽下的毒物应立即吐出来,用大量水冲洗口腔。如果已吞下,应根据毒物的性质采取不同的解毒方法。

(2) 对于腐蚀性强的强酸、强碱中毒,要先饮大量的水,强酸中毒可服用氢氧化铝膏,酸碱中毒都可服用牛奶,但不要吃呕吐剂。

(3) 刺激性及神经性中毒,要先服牛奶或蛋白缓和,再服硫酸镁溶液催吐。

(4) 吸入有毒气体时,将中毒者移到室外空气新鲜处,解开衣领纽扣。若吸入少量氯气和溴气,可用碳酸氢钠溶液漱口。

总之,实验室中若出现中毒症状,应立即采取急救措施,严重者应及时送往医院救治。

1.2.3 玻璃割伤

化学实验室经常使用玻璃仪器,所以玻璃割伤也是常见事故,一旦被玻璃割伤,要仔细检查伤口处有无玻璃碎片,若有先取出。如果伤口不大,可涂上止血消毒药品,然后用纱布包扎好;若伤口较大,流血不止,可在伤口上10 cm处用带子扎紧,减缓流血,并立即送往医院就诊。

1.2.4 灼伤、烫伤

1. 酸灼伤

皮肤被酸灼伤应立即用大量水冲洗,再用5%碳酸氢钠溶液洗涤,然后涂上油膏,将伤口包扎好。眼睛受伤应先擦去眼外部的酸,然后立即用洗眼器或水龙头上的橡胶管对眼睛冲洗后滴入少许蓖麻油。

2. 碱灼伤

皮肤被碱灼伤应先用大量水冲洗,再用饱和硼酸溶液或1%醋酸溶液洗涤,涂上油膏,包扎伤口。眼睛受伤应先擦去眼外部碱,用水冲洗,再用饱和硼酸溶液洗涤后,滴入蓖麻油。

3. 溴灼伤

皮肤被溴灼伤应立即用水冲洗,也可用酒精洗涤或用2%硫代硫酸钠溶液

洗至伤口呈白色后涂甘油加以按摩。如果眼睛被溴蒸气刺激而暂时不能睁开时,对着盛有卤仿或乙醇的瓶内注视片刻后可以缓解。

4. 烫伤(冻伤)

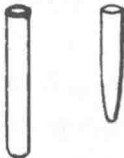
皮肤接触高温(火焰、蒸气)或低温(液氮、干冰等)会造成烫伤或冻伤,轻伤者涂甘油、玉树油等,重伤者可涂烫伤油膏后速送医院治疗。

2 普通化学实验基本操作技术

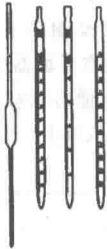
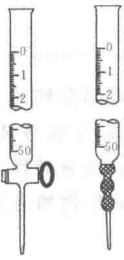
2.1 常用玻璃仪器及有关实验用具简介

玻璃仪器是普通化学实验必不可少的实验仪器,一般情况下,通常使用常规玻璃仪器,有时也可根据实验的不同用途,自制非常规的玻璃仪器,如玻璃弯管等。实验室常用玻璃仪器和器皿的名称、规格、用途和使用注意事项列于表1中。

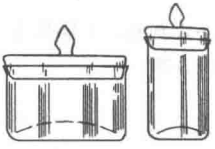
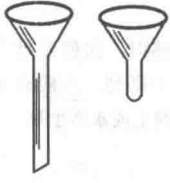
表1 实验室常用玻璃仪器和器皿

仪器名称	规 格	用 途	注意事项
烧杯 	以容积(mL)表示,有50、100、250、500、1000、2000等多种规格	配制溶液、溶解样品,也可做常温或加热时的反应容器	加热时应置于石棉网上,使之受热均匀。一般情况下不可烧干
试管 	普通试管以直径(mm)×长度(mm)表示,有15×150、18×180等规格。离心试管以容积(mL)表示,有5、10、15等规格	普通试管多用于少量试剂的反应容器。离心试管用于少量溶液沉淀的离心分离	普通硬质玻璃试管加热时应使试管均匀受热,切忌将试管骤冷。离心试管只能水浴加热
胶头滴管 	一般分为长支滴管和短支滴管,也可自制适宜长度的滴管	用于滴加少许液体试剂,也可用于吸取沉淀上层清液以分离沉淀	使用时不能倒立
酒精灯 	以容积(mL)表示,有125、250等规格	用于加热少量液体	酒精量不能超过容积的2/3,添加酒精时须熄灭火焰

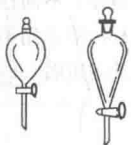
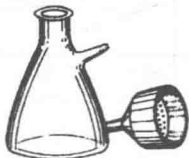
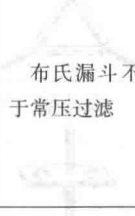
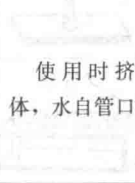
(续)

仪器名称	规格	用途	注意事项
量筒 	以容积(mL)表示, 有 5、10、25、50、100、250、500、1 000、2 000 等规格	粗略地量取一定量的液体试剂	不能加热, 不能作为反应容器
移液管和吸量管 	以所量的最大体积(mL)表示, 有 1、2、5、10、25、50 等规格	用于准确量取一定体积的液体	放出液体后, 移液管或吸量管尖端处剩余的液体, 一般不可吹出, 若移液管标明“吹”或“快”字, 则必须吹出
滴定管 	分为酸式和碱式两种, 有棕色和无色之分, 以容积(mL)表示, 其中 1、2、3、4、5、10 等是微量滴定管, 25、50、100 是常量滴定管	常量滴定管用于常量分析滴定操作, 微量滴定管用于微量和半微量分析滴定操作	酸式滴定管用于盛装酸性和有氧化性的溶液, 碱式滴定管用于盛装碱性溶液。见光易分解的滴定剂用棕色管
容量瓶 	有无色和棕色两种, 以容积(mL)表示, 有 10、25、50、100、250、500、1 000 等规格	用于准确配制一定浓度的标准溶液或被测溶液的定量容器	不能受热, 不能在其中溶解固体, 不能长期储存溶液。磨口塞要保持原配, 不能互换
锥形瓶 	以容积(mL)表示, 有 50、100、150、250、500、1 000 等规格	用作加热溶液和滴定分析的反应容器	加热时, 勿使温度变化过于剧烈, 一般放于石棉网上或水浴加热

(续)

仪器名称	规格	用途	注意事项
称量瓶 	有扁形和高形之分，以外径(cm)×高(cm)表示	用于准确称量时盛装固体物质	不能直接加热，磨口塞要原配，不能互换。烘干样品时不能盖严瓶塞
干燥器 	普通干燥器有无色和棕色之分，以直径(cm)表示，有 15、18、21 等规格	保持烘干或灼烧过的物质干燥和存放容易受潮的样品	被干燥物品不能直接放在干燥器中，应用其他容器盛装后再放入其中
表面皿 	以直径(cm)表示，有 5、6、7 等规格	一般用作蒸发皿和烧杯的临时盖板，也可用于称量腐蚀性试剂	不能用火直接加热
滴瓶 	以容积(mL)表示，有无色和棕色之分。有 60、125、250 等规格	用于盛放需要滴加的液体试剂	见光易分解的试剂用棕色瓶盛装。不宜盛装强碱性溶剂、氟化物和有机溶剂
试剂瓶 	分为细口瓶和广口瓶两种，有棕色和无色之分，以容积(mL)表示，有 125、250、500、1 000、2 500、5 000 等多种规格	细口瓶用于存放液体试剂；广口瓶用于存放固体试剂；棕色瓶用于存放见光易分解的试剂	不宜在瓶中直接配制试剂。盛碱液的试剂瓶应该用橡皮塞
普通漏斗 	有长颈和短颈之分，以口径(mm)表示，有 50、60 等规格	多用于过滤	

(续)

仪器名称	规格	用途	注意事项
分液漏斗 	有球形和梨形等形状, 以容积(mL)表示, 有 100、250、500、1 000 等规格	萃取时用于分离两种互不相溶的液体	
吸滤瓶和布氏漏斗 	吸滤瓶为玻璃质, 以容积(mL)表示, 有 250、500 等规格。布氏漏斗为瓷质, 以口径(cm)表示, 有 6、8、10 等规格	用于减压过滤, 一般应配套使用	布氏漏斗不宜用于常压过滤 
洗瓶 	多为塑料制成, 以容积(mL)表示, 常用的有 250、500 两种规格	用于盛装蒸馏水或去离子水	使用时挤压瓶体, 水自管口喷出 
药勺 	由牛角、塑料或不锈钢等材料制成。有长柄、短柄之分	用于固体试剂的取用	
研钵 	有玻璃、陶瓷、玛瑙和金属等质地, 以内径(cm)表示, 有 9、12 等规格	用于研磨固体物质, 按固体的性质、硬度选用不同的研钵	不能做反应器, 不能用火直接加热, 只能研磨不能敲击
点滴板 	瓷质, 分白色和黑色两种, 有十二穴、九穴等规格	用于点滴反应, 尤其是显色反应	白色沉淀用黑色板, 有色沉淀用白色板
蒸发皿 	由瓷质、石英和金属等制成, 以容积(mL)表示	用作液体试液反应容器, 可直接用火加热, 多用于蒸发液体	高温时不能骤冷以防炸裂 