

普通化学实验

刘 霞 主编



科学出版社

普通化学实验

刘霞 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要包括绪论、化学实验基本知识、实验基本操作训练、基本理论实验、元素性质实验及综合、设计实验等内容。本书注重理论与实验相结合,每部分内容与普通化学理论知识密切相关,根据具体教学内容可分别作为必做或选做实验。书后还附有普通化学常用参数、常数表等。

本书可作为高等农林院校本科生的实验教材,适合化学、生物、环境等专业学生使用,也可供相关科研和技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验 / 刘霞主编. —北京: 科学出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-03-041849-4

I. ①普… II. ①刘… 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(2014)第 207721 号

责任编辑:赵晓霞 / 责任校对:刘小梅
责任印制:霍 兵 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 9 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 9 月第一次印刷 印张:7 3/4

字数:154 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《普通化学实验》编写委员会

主 编 刘 霞

编 委(按姓名汉语拼音排序)

李 静	李佳奇	刘 霞
彭庆蓉	饶震红	张 莉
张春荣	张三兵	郑 冰

前 言

普通化学实验是高等农林院校各专业本科生必修的一门重要的基础课程。根据新修订教学大纲的要求,结合多年的教学实践,中国农业大学理学院无机教研室教师共同策划,编写了本书。

本书在2007年出版的《普通化学实验》基础上进行修改,并增加了3个新的实验,目的是拓宽学生的视野和知识面。本书作为普通化学课程的配套教材,在内容的编写上力求简明扼要,由浅入深,循序渐进,特别注重强调“双基”能力的培养和训练。本书包括六部分内容:绪论,化学实验基本知识,实验基本操作训练,基本理论实验,元素性质实验及综合、设计实验。本书共列出22个实验,其中5个为综合、设计实验,通过该部分实验培养学生的思维能力和创新能力。使用本书时应视各校、各专业的实际教学情况来选定具体的实验内容,而实验教学的安排可不受实验编排序号的限制。

本书由刘霞担任主编。参加本书编写的有刘霞(第1章、第2章、第3章的实验二至七,第4章的实验八、十一至十四,第5章的实验十六、十七,第6章的实验二十至二十二),张莉(第3章的实验一),郑冰(第3章的实验三),张三兵(第4章的实验九),李静(第4章的实验十、十一),李佳奇(第4章的实验十二),彭庆蓉(第4章的实验十五),张春荣(第5章的实验十六、十七),饶震红(第6章的实验十八、十九)。全书由刘霞统稿。

在本书的编写过程中,得到科学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

本书的编写参考和引用了大量的文献,在此对文献作者表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 明确实验目的	1
1.2 掌握实验学习方法	1
第 2 章 化学实验基本知识	5
2.1 实验室规则	5
2.2 化学实验室安全规则	5
2.3 化学实验室事故的处理	6
2.4 化学实验室“三废”的处理	7
第 3 章 实验基本操作训练	9
实验一 常用化学实验仪器简介	9
实验二 玻璃仪器的洗涤和干燥	15
实验三 灯的使用和玻璃管的加工	21
实验四 电子天平的使用	26
实验五 试剂的取用和试管操作	29
实验六 化学试剂知识和溶液的配制	33
实验七 物质的分离和提纯	38
第 4 章 基本理论实验	46
实验八 粗盐的提纯	46
实验九 铝锌合金中组分含量的测定	49
实验十 化学反应速率、反应速率常数的测定	52
实验十一 乙酸解离平衡常数及电离度的测定和缓冲溶液的配制及性质	56
实验十二 沉淀溶解平衡	61
实验十三 氧化还原反应	65
实验十四 配合物的生成及性质	69
实验十五 银氨配离子配位数的测定	73
第 5 章 元素性质实验	77
实验十六 常见阳离子的定性鉴定	77
实验十七 常见阴离子的定性鉴定	82

第6章 综合、设计实验	85
实验十八 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及性质	85
实验十九 由废铁屑制备硫酸亚铁铵	89
实验二十 钨硅杂多酸的制备和性质	91
实验二十一 硝酸钾溶解度的测定与提纯	94
实验二十二 离子鉴定和未知物的鉴别	95
主要参考文献	96
附录	97
附录1 常用物理常数	97
附录2 不同温度下水的饱和蒸气压	97
附录3 常用酸碱的浓度	98
附录4 弱酸、弱碱的解离常数 K^{\ominus}	99
附录5 难溶电解质的溶度积常数 K_{sp}^{\ominus}	100
附录6 标准电极电势	101
附录7 常见配离子的稳定常数 K_f^{\ominus}	111
附录8 常见离子和化合物的颜色	111
附录9 常见化合物的相对分子质量	112

第 1 章 绪 论

1.1 明确实验目的

化学是一门实验性极强的学科。化学中的定律和学说源于实验,同时又被实验所检验,可以说没有实验就没有化学。

普通化学和普通化学实验是农林院校各专业本科生的必修基础课。通过普通化学实验,可加深学生对化学基础知识和基本理论的理解和掌握;促使学生正确掌握实验的基本操作方法并掌握基本实验技能;培养学生独立工作和独立思考的能力;培养学生实事求是、一丝不苟的科学态度,细致、整洁和准确的科学学习习惯;培养学生团结协作、吃苦耐劳、开拓创新的科学精神。

通过普通化学实验,学生可以逐步掌握科学研究方法,为后续课程的学习和科学研究打下坚实的基础。

1.2 掌握实验学习方法

1. 预习

为了使实验达到预期的效果,在实验之前必须做好充分的预习和准备。预习除了要阅读实验教材、教科书及相关理论知识的参考资料,明确实验目的,了解实验内容、步骤和注意事项外,还需查好相关数据,并撰写预习报告。

若发现学生预习不够充分,教师可让学生停止实验,要求熟悉实验内容之后再进行实验。

2. 实验

著名化学家戴安邦先生认为:“化学实验是实施全面化学教育的最有效的教学形式”,“化学实验再怎么强调都不为过”。可见化学实验在化学学习和研究中起着十分重要的作用。实验时应做到以下几点:

(1) 认真操作,细致观察,及时如实地做好记录。

(2) 勤思考,仔细分析,力求独立解决问题。遇到难以解决的问题,请教师指导。

(3) 若发现实验现象与理论不符合,应首先尊重实验事实,认真分析和查找原因并予以排除,从而得到有益的科学结论。

(4) 在实验过程中保持肃静,严格遵守实验室规则。

3. 实验报告

实验报告是对实验现象进行解释并作出结论,或对实验数据进行处理和计算。实验报告一般包括实验目的、实验原理、实验步骤和现象、实验数据的处理、结论和讨论。

书写实验报告要求字迹工整,文字精练,图表规范,数据处理科学,讨论认真,结论正确。关于实验步骤的描述不可照抄书本上的实验步骤,应对所做的实验内容作概要的描述。

下面列举几种不同类型的实验报告格式,仅供参考。

化学测定实验报告

实验题目 _____ 室温 _____ 气压 _____
专业 _____ 姓名 _____ 日期 _____

测定原理:

数据记录:

结果处理:

问题与讨论:

指导教师签名: _____

化学合成实验报告

实验题目 _____ 室温 _____ 气压 _____
专业 _____ 姓名 _____ 日期 _____

基本原理：

实验过程及现象：

实验结果：

产品外观：

产量：

产率：

问题与讨论：

指导教师签名：_____

化学性质实验报告

实验题目 _____ 室温 _____ 气压 _____

专业 _____ 姓名 _____ 日期 _____

实验内容

实验现象

结论与解释

指导教师签名: _____

第2章 化学实验基本知识

2.1 实验室规则

为了保证普通化学实验有秩序地进行,防止意外事故的发生,学生必须严格遵守实验室规则。

- (1) 实验前做好预习,并检查实验所需的药品、仪器是否齐全。
- (2) 实验中保持肃静,不准大声喧哗,不迟到,不早退。不得无故缺课,因故缺课未做的实验应补做。
- (3) 实验时集中精神,认真操作,仔细观察,如实做记录。
- (4) 爱护公共财物,小心使用仪器和实验设备,注意节约水、电和煤气。如损坏仪器,必须及时登记补领。
- (5) 严格按操作规程使用精密仪器,避免粗心大意而损坏仪器。如发现仪器有故障,应立即停止使用,报告教师,及时排除故障。
- (6) 保持实验台面的整洁,火柴梗、废纸等固体废物应倒入垃圾箱内,不得丢入水槽中,以防堵塞下水管道。废酸和废碱应分别倒入指定的废液缸中。
- (7) 按规定的量取用药品,节约药品。称取药品后,要及时盖好瓶盖,放在指定位置上的公共药品不得擅自拿走。
- (8) 实验结束后,洗净所用的仪器并整齐地摆放到实验柜内,清洁实验台面。
- (9) 实验后,学生轮流值日,负责打扫和整理实验室,检查水龙头是否关紧、电源是否切断,关闭窗口。
- (10) 不得做规定以外的实验。如实验过程发生意外事故,需保持镇静,勿惊慌失措。遇有烫伤、烧伤、割伤等应立即报告教师,以便得到急救和治疗。

2.2 化学实验室安全规则

做化学实验时经常使用玻璃仪器,化学药品中很多是易燃、易爆、有毒和腐蚀性的。因此必须掌握安全知识,加强安全防范意识,严格遵守实验室的安全规则。

- (1) 在实验室内禁止饮食、吸烟,禁止携带食具。实验结束后应洗手。
- (2) 禁止用湿润的手、物接触电源。水、电、煤气使用完毕立即关闭。点燃的火柴用后立即熄灭,切勿乱扔。
- (3) 不得随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(4) 使用浓 HNO_3 、浓 HCl 、浓 H_2SO_4 ，以及反应中产生有毒或腐蚀性气体如 Cl_2 、 H_2S 等的实验必须在通风橱内进行。

(5) 试管加热时，切记不可将试管口对着自己或他人，也不要俯视正在加热的液体，以防液体溅出被烫伤。

(6) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅到皮肤和衣服上，以免腐蚀致伤。

(7) 一些有机溶剂如乙醚、乙醇、丙酮等极易引燃，使用时必须远离明火，使用完毕立即盖紧瓶塞。

(8) 嗅闻气体时，不要俯向容器口，而是用手将少量的气体轻轻地扇向自己的鼻孔。

(9) 有毒药品如重铬酸钾、铅盐、钡盐、汞盐和氰化物，用过后切勿倒入下水道，要集中处理。银氨溶液不能留存，因久置后会变成氮化银而爆炸。

(10) 实验室所有的药品禁止带出实验室，所剩的有毒药品实验结束后必须交还给教师。

2.3 化学实验室事故的处理

1. 创伤、玻璃划伤

若被玻璃划伤，应先把伤口处的玻璃挑出来。轻伤用双氧水、硼酸洗净伤口，涂上紫药水、碘酒或红汞，必要时撒上消炎粉或敷些消炎膏，用绷带包扎。伤势严重，流血不止时，用纱布在伤口上部约 10cm 处扎紧，压迫止血，随即送到医院。

2. 酸腐伤

先用大量的水冲洗，然后用饱和 Na_2CO_3 溶液、稀氨水或肥皂水冲洗，最后再用水冲洗。如酸溅到眼睛中，立即用大量水冲洗，再送到医院。

3. 碱腐伤

先用大量的水冲洗，再用 2% 乙酸溶液或饱和硼酸溶液冲洗，最后再用水冲洗。如碱溅到眼睛中，立即用大量水冲洗，再用硼酸冲洗。

4. 溴腐伤

用苯或甘油洗涤伤口，再用水冲洗。

5. 烫伤

不要用冷水冲洗。轻伤者涂以鞣酸油膏，重伤者涂以烫伤油膏后送往医院。

6. 磷灼伤

用1%的 AgNO_3 、5%的 CuSO_4 或浓的 KMnO_4 溶液洗涤伤口,然后用浸过 CuSO_4 的绷带包扎。

7. 吸入刺激性或有毒气体

吸入 Cl_2 、 HCl 气体时,可吸入少量乙醇和乙醚的混合蒸气来解毒。吸入 H_2S 、 CO 气体感到不适时,应马上到室外呼吸新鲜空气以解毒。

8. 毒物入口

毒物尚未咽下,应立即吐出来,用大量水冲洗口腔;如已咽下,内服稀 CuSO_4 溶液,用手指伸入咽喉催吐后,立即送往医院。

9. 触电

立即切断电源。必要时再进行人工呼吸。

10. 起火

起火后,为防止火势蔓延,要立即切断电源、移走易燃药品。同时针对起火原因立即采取措施灭火。火势小时采用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物即灭火;火势大时,可使用泡沫灭火器灭火。电器设备引起的火灾,先切断电源,然后用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。衣服着火时,切勿奔跑,应立即倒在地上打滚,或赶快脱下衣服,用石棉布覆盖着火处。

2.4 化学实验室“三废”的处理

实验室经常会产生有毒气体、液体和固体,这些有毒气体、液体和固体如果不经处理就直接排放到空气中或下水道,不仅污染环境,还威胁人体健康。因此必须对实验室产生的有毒有害物质进行相应处理。

1. 废气的处理

实验产生及使用少量有毒气体的实验必须在通风橱中进行,通过排风设备将少量的有毒气体排放到室外。若涉及大量毒气的实验则必须备有吸收或处理装置,如 H_2S 、 Cl_2 、 NO_2 等可用导管通入碱液中,经吸收后再排出。一些可燃的有毒气体可通过点燃方法转变成无毒气体,如 CO 经点燃转化成 CO_2 。

2. 废液的处理

普通实验的废液多为废酸,废酸需倒入废液缸中。废液缸中的废酸先用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤,滤液用碱中和,调溶液的 pH 为 6~8 后就可以排放,少量的滤渣埋在地下。

大量的废铬酸洗液用高锰酸钾氧化法使其再生后继续使用。少量的废铬酸洗液可加入废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,再将沉淀废渣埋在地下。

含有重金属离子的废液需加入碱或 Na_2S ,使其与重金属离子反应生成难溶性的氢氧化物或硫化物,再过滤分离,少量残渣埋在地下。

少量的含氰化物的废液,先用强碱调至溶液的 $\text{pH}>10$,再加入少量高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。大量的含氰化物的废液则用碱性氯化法处理,先用碱调至溶液的 $\text{pH}>10$,再加入次氯酸钠使 CN^- 氧化成氰酸盐,最终分解为 CO_2 和 N_2 。

3. 废渣的处理

处理废渣主要采取掩埋法。有毒的废渣必须先进行化学处理后,按规定深埋在指定地点。无毒废渣可直接掩埋,掩埋地点应有记录以作备案。

第3章 实验基本操作训练

实验一 常用化学实验仪器简介




一、实验目的

- (1) 熟悉化学实验常用仪器,熟悉其名称、规格、用途,了解其使用注意事项。
- (2) 领取普通化学实验所需要的仪器。

二、常用化学实验仪器

化学实验常用到玻璃、瓷质、金属类等器皿,见表3-1。按用途可分为容器类、量器类和其他器皿类;按能否受热分为加热类和不宜加热类。量器类的器皿是不能加热的。

表3-1 常用化学实验仪器简介

仪器名称	规格	用途	使用注意事项
 试管	规格以容量(mL)表示	盛放液体、作反应器、用于加热物质等	加热前试管壁要擦干,加热时勿将管口对人,不能骤冷
 离心管	规格以容量(mL)表示	用于分离少量沉淀	可用水浴加热,不能用明火直接加热
 试管夹	由木料、钢丝或塑料制成	夹持试管用	防止烧损或锈蚀

续表

仪器名称	规格	用途	使用注意事项
 试管架	木质、铝质和塑料质等，有大小不同、形状各异等多种规格	盛放试管用	
 烧杯	玻璃质，规格以容量(mL)表示	用作反应物量较多时的反应容器，也用作配制溶液时的容器，或简便水浴的盛水器	加热时烧杯外壁不能有水，要放在石棉网上，先放溶液后加热，加热后不可放在湿物上
 量筒	玻璃质，规格以最大容量(mL)表示。上口大，下端小的称为量杯	用于粗略量取一定体积的溶液	不能加热，不能量热的液体，不能用作反应容器
 锥形瓶	玻璃质，规格以容量(mL)表示	用作反应容器，振荡方便，适用于滴定操作	加热时锥形瓶外壁不能有水，要放在石棉网上加热
 药匙	牛角、塑料或铁质	取固体(粉末或小颗粒)药品	用前洗净擦干
 酒精灯		用于加热	加热时要用外焰，熄灭时要用盖盖灭，不能吹灭
 蒸发皿	瓷质、石英和铂质，规格以容量(mL)表示	用于蒸发溶剂或浓缩溶液	可直接加热，但不能骤冷。蒸发溶剂时不可加得太满，液面应距边缘1cm以上
 表面皿	玻璃质，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