



弘教系列教材



HUAXUE JIAOXUELUN SHIYAN ZHIDAO

化学教学论 实验指导

 复旦大学出版社

张婉佳 张小兰 高兆芬 董洪霞 编著

弘教系列教材

化学教学论 实验指导

张婉佳 张小兰 高兆芬 董洪霞 编著

图书在版编目(CIP)数据

化学教学论实验指导/张婉佳等编著. —上海: 复旦大学出版社, 2017. 6
弘教系列教材

ISBN 978-7-309-12993-9

I. 化… II. 张… III. 化学实验-教学研究-中学-高等学校-教材 IV. G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 126147 号

化学教学论实验指导

张婉佳 等编著

责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编: 200433

网址: fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售: 86-21-65642857 团体订购: 86-21-65118853

外埠邮购: 86-21-65109143 出版部电话: 86-21-65642845

杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开本 787 × 960 1/16 印张 11.25 字数 186 千

2017 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-12993-9/G · 1720

定价: 25.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司出版部调换。

版权所有 侵权必究

“弘教系列教材”编委会

主 任 詹世友

副主任 郑大贵 徐惠平

委 员 (按姓氏笔画排列)

于秀军 马江山 王艾平 李永明 吴 波

余龙生 余国林 张 灵 张志荣 陈 平

徐艳萍 曹南洋 盛世明 谢国豪

顾 问 刘子馨

化学学习离不开实验,因为化学实验是化学学科赖以形成和发展的基础。从人类学会使用和控制火开始,就在燃烧、蒸发、煅烧、蒸馏和升华的实践中不断积累化学知识与技能,促进了原始化学形态的逐渐形成。到了近代,许多化学家为了所需的信息,利用化学实验再现各种物质的性质,并在详实而丰富的信息资料中寻找物质发生化学变化的规律,建立了化学的一些基本概念,确立了化学研究的一般方法,使化学真正成为一门独立的科学。在现代化学研究中,人们同样需要用化学实验来验证化学理论的真伪、探索新物质的组成、创造性能特别的新材料(如特种金属功能材料、生物医用材料、纳米材料等),可见化学学习与研究都离不开化学实验,都要通过化学实验技术来完成。

今天,在化学实验技术的帮助下,化合物总数量不断递增,化学测量及分析技术也空前提高。化学家不仅通过实验研究地球重力场作用下的化学反应,还利用实验系统地研究物质在磁场、电场和光能、力能和声能作用下的化学反应,并且还将目光投向了太空失重和强辐射下的化学实验过程。总之,化学实验技术正在引导人类进入崭新的物质世界。

高等师范院校化学专业的学生必须具备一定的化学实验技能,毕业后才能胜任化学教师职务,因为化学教师常常需要在化学实验演示中展现物质的性质及变化的事实,以帮助学生认识和理解具体的化学知识,了解化学实验操作的基本方法,或引导学生在实验现象的观察、分析、推理中形成化学基本概念,探索物质的变化规律。实验可以使化学教学直观而豁然、生动且有趣,因此,为了充分发挥实验在化学教学中的辅助作用,保证每一次演示实验都能达到预期的教学结果,我们需要研究中学化

学教材中一些经典的课堂演示实验,或操作上有一定难度的实验;结合当前教学改革的要求,还应增加一些综合的探究性实验来拓展视野。学生在这些实验的操作、研究和创新中掌握演示化学实验的基本技能和技巧、提高化学实验的教研能力,练就独立从事中学化学教学必备的基本功。

《化学教学论实验指导》一书主要包括两部分内容。

第一篇为中学化学实验研究概述。依据中学化学课程标准,阐明了中学化学实验教学的目的和要求;结合中学化学教科书以及教育心理学等,论述了实验在中学化学教学中的重要功能;从化学教育研究的角度,提出了中学化学演示实验研究的基本策略与方法。

第二篇为中学化学实验研究选编。共选编 20 个实验。选择了中学化学教材中一些经典的演示实验,让学生从研究者的角度在解决简单的实验问题中训练化学实验教学的技能、技巧,探索实验成败的关键因素。教材还设计了一些应用型、趣味性的实验,以帮助师范生学习引导学习者参与化学教学活动的能力;对于易产生有毒物质或存在安全隐患的实验进行了微型化实验研究;对中学化学教材中长期以来难以达到课堂演示效果的实验进行了探究与创新。另外,分别从实验的教学功能和实验的化学原理切入,提出实验研究的思路,对实验的装置、实验操作的步骤、实验注意的事项及问题思考等都进行了不同程度的研究。

全书由张婉佳老师主编,确定编写思路、内容框架体系,并修改、定稿,在张小兰、高兆芬、董洪霞等老师的共同努力下完成。书中参考和引用了许多专家、学者的研究成果,在此谨表谢意!

由于作者的水平和视野有限,书中会存在问题或不足,敬请广大教师和学生批评指正。

张婉佳

2017 年 3 月

目 录

第一篇 中学化学实验研究概述

第一章 中学化学实验教学目的和要求	3
第一节 了解中学化学实验教学的类别和内容	3
第二节 掌握中学化学实验教学的基本技能	6
第三节 把握化学演示实验成功的关键	17
第四节 化学演示实验的创新	20
第二章 中学化学演示实验的教学功能	23
第一节 化学演示实验的概念及分类	23
第二节 中学化学演示实验的教学功能	24
第三章 化学演示实验研究的策略与方法	34
第一节 发现问题	34
第二节 分析问题	37
第三节 设计解决实验问题的方案	43
第四节 实验验证和结果分析	46

第二篇 中学化学实验研究选编

实验一 玻璃管的简单加工和常用实验装置的装配	55
------------------------------	----

实验二	实验室制氧气演示实验的研究	61
实验三	氧气性质演示实验的研究	66
实验四	电解水演示实验的研究	72
实验五	氢气的制取和性质演示实验的研究	77
实验六	碳的性质演示实验的研究	87
实验七	制备氢氧化亚铁演示实验的研究	92
实验八	氨的催化氧化演示实验的研究	97
实验九	铝及其化合物性质演示实验的研究	103
实验十	甲烷的制备和性质演示实验的研究	110
实验十一	乙醇性质演示实验的研究	117
实验十二	代用酸碱指示剂的提取及其变色范围的测定	123
实验十三	饮用水的净化实验研究	128
实验十四	氯气的制取及其性质实验微型化的研究	135
实验十五	测定“阿伏伽德罗常数”实验的研究	142
实验十六	检测海带和碘盐中碘实验的研究	146
实验十七	制备硫酸亚铁铵实验的研究	151
实验十八	趣味化学实验的研究	158
实验十九	利用传感技术进行化学平衡移动及平衡常数的测定	163
实验二十	中学化学实验创新实践	169
主要参考文献		171

中学化学实验教学目标和要求

第一篇

中学化学实验研究概述

化学科学的发展离不开实验,化学教育特别是高中化学教育,需要综合运用实验与理论知识,使学生掌握化学知识,培养学生的实验能力,提高学生的科学素养。中学化学实验研究概述,是高中化学教育的重要组成部分,也是高中化学教育的重要内容。通过本章的学习,使学生了解中学化学实验研究的意义和价值,掌握中学化学实验研究的基本方法和技能,提高学生的实验能力,培养学生的科学素养。本章主要介绍中学化学实验研究的意义和价值,掌握中学化学实验研究的基本方法和技能,提高学生的实验能力,培养学生的科学素养。本章主要介绍中学化学实验研究的意义和价值,掌握中学化学实验研究的基本方法和技能,提高学生的实验能力,培养学生的科学素养。

第一节 了解中学化学实验研究的意义和价值

中学化学实验研究的意义和价值,主要体现在以下几个方面:首先,通过实验研究,可以使学生掌握化学知识,培养学生的实验能力,提高学生的科学素养。其次,通过实验研究,可以使学生了解化学实验研究的基本方法和技能,提高学生的实验能力,培养学生的科学素养。最后,通过实验研究,可以使学生了解化学实验研究的意义和价值,提高学生的实验能力,培养学生的科学素养。

第二节 了解中学化学实验研究的基本方法和技能

- (1) 能进行药品的取用,简单仪器的使用和基本操作,能进行基本的实验操作。
- (2) 能在教师指导下进行实验目的选择,药品量取,实验安全操作。



第一章

中学化学实验教学目的和要求



化学科学的发展离不开实验,化学教育特别是基础化学教育,常常要运用实验描述与推理化学知识,运用定量或定性的实证来进行教与学。可见,化学教育也离不开实验。高等师范院校化学专业的学生是中学化学教师的后备军,为了适应将来的化学教育工作,必须掌握化学实验技能,具备在课堂教学中熟练演示实验、顺利完成各种实验任务的能力,同时还能科学地解说或推理实验过程和现象,对难以满足辅助教学功能的实验予以改进或创新。这就要求高等师范院校化学专业的学生了解中学化学实验的类别和内容,系统地训练化学实验的基本操作;培养独立准备实验和再现中学化学教学中常见元素及其化合物的重要性质和化学变化的能力;培养制备重要的化合物及,分离、鉴定或检测某些物质的能力;培养对实验现象进行整理、归纳、综合或数据处理,并用语言表达实验结果的能力;培养实验研究和实验创新的能力。为此,提出本课程的学习要求。

第一节 了解中学化学实验教学的类别和内容

为了更好地运用实验激发学生学习化学的兴趣、认识丰富多彩的化学世界、探索化学科学的奥秘,化学专业的师范生只有了解中学化学实验基本技能的教学类别和主要实验内容,才能有针对性地训练相应的实验技能。

1. 化学课程标准对初中生的化学实验技能提出的要求

- (1) 能进行药品的取用,简单仪器的使用 and 连接、加热等基本的实验操作。
- (2) 能在教师指导下根据实验目的选择实验药品和仪器,并能安全操作。

- (3) 初步学会配制一定溶质质量分数的溶液。
- (4) 初步学会用酸、碱指示剂或 pH 试纸检验溶液的酸碱性。
- (5) 初步学会根据某些性质检验和区分一些常见的物质。
- (6) 初步学会使用过滤、蒸发的方法分离混合物。
- (7) 初步学会运用简单的装置和方法制取某些气体。

为了使初中生初步学会上述各种实验基本技能,人教版初中化学教材安排了相应的学生实验内容。

实验活动 1 氧气的实验室制取与性质 内容包含了药品的取用、仪器的连接和使用、加热、运用实验装置和操作方法制取气体等多种实验技能和方法。

实验活动 2 二氧化碳的实验室制取与性质 不但强化了活动 1 的各种实验技能,还要根据实验目的选择实验药品和仪器,知道反应物的状态不同,仪器的选用和连接的方式以及操作的方法也不同。

实验活动 3 金属的物理性质和某些化学性质 在前两个实验技能运用的基础上学习根据某些化学现象和性质,检验和区分一些常见的物质。

实验活动 4 一定溶质质量分数的氯化钠溶液的配制 使初中生运用所学实验技能,初步学会配制一定溶质质量分数的溶液。

实验活动 5 溶液酸碱性的检验 让学生初步学会用酸碱指示剂检验溶液的酸碱性,用 pH 试纸测定溶液的酸碱度。

实验活动 6 粗盐中难溶性杂质的去除 让初中生学习使用过滤、蒸发的方法分离混合物。

其他实验活动则是运用上述不同的实验技能,体验或探索所学习的知识内容,加深对所学知识的理解。

2. 化学课程标准对高中化学必修课和选修课提出的实验要求

化学课程标准对高中化学必修课和选修课提出了不同层次的实验要求。

(1) 化学课程标准对高中化学必修课提出的实验要求

必修课是所有学生都必须学习的课程,其实验活动的功能主要是保证化学基础知识的学习及对化学概念的理解,在运用实验基本技能解决简单化学问题的过程中进一步学习一些重要的化学研究方法,逐渐提高高中生的实验探究能力并形成绿色化学理念。为此,课程标准对化学必修课程提出了系列的实验活动内容要求。

实验活动 1 收集不同的水样,测定其 pH 值,并用图表和数据等表示实

实验结果 目的是让学生学会用图表或数据表示实验结果,体验科学探究要用事实来论证,实验是研究化学的重要方法。

实验活动 2 粗盐的提纯 在初中化学溶解、过滤和蒸发的实验基础上,提出实验所得到的食盐,还含有其他可溶性杂质,需要进一步的分离,引出两种重要的分离混合物的方法——蒸馏和萃取,进一步学习物质的检验、分离、提纯等实验技能。

实验活动 3 实验探究配制一定浓度的溶液,比较不同浓度溶液的某些性质差异 通过实验告诉学生如何准确配制不同浓度的溶液,理解物质的量浓度与溶液质量分数概念的区别或差异,同时学习容量瓶的使用方法。

实验活动 4 设计实验探究市售食盐中是否含有碘元素 让学生了解什么是实验设计,如何控制实验条件,怎样进行数据处理,培养学生独立或与他人合作完成实验任务、记录实验现象或数据、书写实验报告、与同学交流等实验探究能力。

实验活动 5 铝盐和铁盐的净水作用、氯气的漂白性 通过实验了解常见的金属与非金属及其化合物的主要性质,认识它们在生活、生产中的应用及对生态环境的影响。

实验活动 6 实验探究碱金属、卤族元素的性质递变规律 能结合元素原子的电子层数和原子最外层电子数及有关实验事实,认识元素性质随着原子核外电子数的改变发生周期性变化的规律,理解原子的结构与元素性质的关系。

实验活动 7 实验探究温度、催化剂对过氧化氢分解反应速率的影响 在实验中认识化学反应的速率和化学反应的限度,了解控制反应的温度、浓度、压强和催化剂在生产和科学研究中的作用,能定量表示化学反应速率。

实验活动 8 实验探究乙烯、乙醇、乙酸的主要化学性质 在实验中认识乙烯、乙醇、乙酸的组成、结构和主要性质,了解它们在日常生活中的应用,也为糖类、油脂、蛋白质等有机物的学习打好基础。

(2) 化学课程标准对高中化学选修课提出的实验要求

化学选修课是满足学生对化学学科的兴趣、向理工类专业发展的需要而设置的多种化学课程模块。其实验内容强调学生在实验情景下的实验探究及问题解决能力的培养,侧重于揭示化学反应的规律,使学生在实验中认识和理解一些化学实际问题,并在问题解决中学会物质的分离、物质性质的检验、物质的检测以及物质的制备等,促进学生实验技能的不断提高,为培养化学及其相关专业的人才做好基础知识与技能的准备。

实验活动 1 《化学与生活》中的实验探究：鲜果中维生素 C 的还原性

通过实验了解人体必需的维生素的主要来源和摄入途径，认识维生素对人体健康的作用。学习用数液滴滴数的半定量滴定分析方法。

实验活动 2 《化学与技术》中的实验：用碳酸氢铵和氯化钠制备碳酸钠，

检验产品 学生在制备碳酸钠的实验中，了解我国基本化工生产情况及化学原理，认识化学科学发展对自然资源利用的作用，同时学习对产品碳酸钠的提纯和检测。

实验活动 3 《物质结构与性质》中的实验探究：明矾或铬钾矾的生长条件

体验晶格能的应用，根据离子键的强弱或离子化合物的结构特征解释某些物质的性质，进一步理解物质的微观结构与物质宏观性质的关系。

实验活动 4 《化学反应原理》中的实验：温度、浓度对溴离子与铜离子配

位平衡的影响 通过实验探究温度、浓度等条件对化学平衡的影响，揭示化学平衡移动的一般规律，知道如何运用反应条件控制化学反应的快慢。认识化学平衡的调控在生活、生产及科学研究领域的作用。

实验活动 5 《有机化学基础》中的实验：乙醇的酯化、醛基的检验、乙酸

乙酯的水解 这些实验过程及现象分析可以帮助学生认识醇、醛、羧酸、酯等典型代表物的组成和结构特点，了解它们之间相互转化的关系和有机化学反应的简单规律，是糖类、氨基酸、蛋白质及合成高分子化合物学习的重要台阶。

实验活动 6 《实验化学》中的设计实验：硫酸亚铁铵的制备及纯度测定

在指导学生设计制备硫酸亚铁铵的可行性实验方案中，培养学生解决化学问题的实验思维能力；在实验操作中学会实验技能的灵活运用；在实验信息获取和加工处理中，运用比较、归纳、分析、综合等方法对实验现象做出合理的解释；在产物的纯度检测中学习限量分析方法。

第二节 掌握中学化学实验教学的基本技能

从中学化学实验的内容可知，中学化学实验的基本技能主要包括加热，药品的取用、称量、溶解、过滤、蒸发、结晶和重结晶，溶液的配制、萃取和分液，中和滴定，气体的制取和收集，物质的检测等。学生的这些实验技能，一般是通过观察教师的演示实验、学生亲自动手的实验操作、实验探究等教学形式来掌握。为了完成各种形式的实验教学任务，化学教师必须做好充分的实验物质准备，能进行

安全规范的实验操作,有目标地引导学生观察实验现象并对现象进行分析和解说,得出科学的结论。对于学生实验课,则要组织好学生的课前实验预习及课堂的实验操作示范与指导。这些都是中学化学教师必须掌握的基本实验教学技能,也是本课程学习的主要内容。

1. 化学实验教学前的物质准备和预备实验

化学实验教学前的物质准备主要是实验装置的准备和实验药品及其他实验用具的准备,为了保证课堂实验教学顺利展开,还必须做预备实验。

(1) 实验装置的加工与组装

实验装置主要有气体发生和收集装置,如固-固加热反应制取难溶于水的气体实验装置(见图1-1)、液-固加热反应制取密度大于空气的气体实验装置(见图1-2);混合物分离装置,如蒸馏装置(见图1-3)、过滤装置(见图1-4)等。



图1-1 固-固加热制取难溶于水的气体实验装置

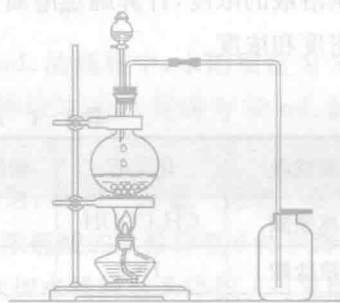


图1-2 液-固加热制取比空气密度大的气体实验装置

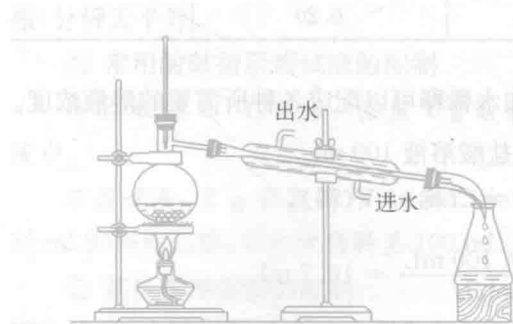


图1-3 一般蒸馏装置



图1-4 过滤操作图示

在加工和组装时,为了保证实验现象达到预期的观察教学效果,所选用的各种仪器规格要比例协调;使用的玻璃管粗细要一致,弯管的角度及长度应适合实验的操作要求,使用方便;整套密闭性装置,各种仪器之间的连接要严密,气密性要好;凡是尾气有毒的实验一定要采用尾气吸收或处理装置。对易污染环境的实验要尽可能采用微型化装置。

(2) 一般常用药品的配制或预处理

中学化学实验常用药品的配制主要指不同浓度酸、碱、盐的溶液配制,而药品的预处理主要指的是固态反应物在实验前的处理。例如,常用的 3 mol/L 硫酸溶液的配制、酸碱指示剂试液的配制、氢气吹肥皂泡的肥皂水配制、碳还原氧化铜的碳粉与氧化铜的处理等。

① 常见酸、碱、盐溶液的配制

配制酸、碱、盐溶液需要了解原酸、碱、盐的浓度和密度,然后才能根据所要配制溶液的浓度,计算确定溶质、溶剂的量,然后配制。表 1-1 是几种常见酸碱的密度和浓度。

表 1-1 几种常见酸、碱的密度和浓度

酸或碱	化学式	密度/(g/mL)	溶质质量分数	浓度/(mol/L)
冰醋酸	CH_3COOH	1.05	0.995	17
浓盐酸	HCl	1.18	0.36	12
浓硝酸	HNO_3	1.42	0.72	16
浓硫酸	H_2SO_4	1.84	0.96	18
浓氨水	NH_4OH	0.90	$0.28\sim 0.30(\text{NH}_3)$	15
稀氢氧化钠	NaOH	1.22	0.20	6

从表中数据可知,由市售浓溶液加水稀释可以配成各种所需要的溶液浓度。

例① 用浓盐酸配制 2 mol/L 的稀盐酸溶液 100 mL 。

计算: $C(\text{浓}) \cdot V(\text{浓}) = C(\text{稀}) \cdot V(\text{稀})$,

$$V(\text{浓}) = \frac{2\text{ mol/L} \times 100\text{ mL}}{12\text{ mol/L}} = 16.7\text{ mL}.$$

配制: 用量筒量取约 16.7 mL 的浓盐酸,倒入 100 mL 的烧杯中,加入水至 100 mL 刻度线,用玻璃棒搅拌溶解均匀,注入规格为 100 mL 的试剂瓶中,贴好

标签。

例2 用固体氢氧化钠配制 50 mL 质量分数为 20% 的溶液(ω 表示溶质的质量分数)。

计算: $\omega = m(\text{氢氧化钠})/m(\text{溶液}) \times 100\%$,

$$m(\text{氢氧化钠}) = 50 \text{ mL} \times 1.22 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 20\% = 12.2 \text{ g}$$

配制: 用 50 mL 的烧杯放在托盘天平的左盘, 称好质量, 然后再加砝码与游码共 12.2 g, 定量称氢氧化钠固体 12.2 g, 取下烧杯, 注入少量水搅拌溶解后再加水至 50 mL 的刻度线, 用玻璃棒搅拌溶解均匀, 注入规格为 50 mL 的试剂瓶中, 贴好标签。

例3 配制 40 g 质量分数为 5% 的 NaCl 溶液。

计算: $\omega = m(\text{NaCl})/m(\text{溶液}) \times 100\%$,

$$m(\text{NaCl}) = 40 \text{ g} \times 5\% = 2 \text{ g}.$$

配制: 用托盘天平称取 NaCl 2 g, 放入 50 mL 的烧杯中, 水的质量为 38 g (40 g - 2 g), 用量筒量取 38 mL 水倒入烧杯, 搅拌均匀, 注入规格为 50 mL 的试剂瓶中, 贴好标签。

从上述配制过程可知, 溶液配制的一般步骤为: 计算—称量—溶解—装瓶。

要配制 3 mol/L 硫酸溶液, 可以将 1 体积的浓硫酸加水稀释至 6 体积即可。要配制 3 mol/L 氨水溶液, 则将 1 体积的浓氨水加水稀释至 5 体积。可见酸碱溶液稀释可以用溶液溶质质量分数的计算方法或物质的量浓度的计算方法, 再按计算所得浓溶液与水的量配制, 也可以用简单的体积比兑水稀释而成。这里介绍的是粗略的配制方法, 若要准确配制, 需用精确的称量器具, 如移液管、容量瓶、分析天平等。

② 常用酸碱指示剂试液的配制

酚酞(ω 为 0.01) 试液: 溶解 1 g 酚酞于 90 mL 酒精与 10 mL 水的混合液中。

石蕊试液: 2 g 石蕊溶于 50 mL 水中, 静置一昼夜后过滤, 在溶液中加入 30 mL 95% 的乙醇, 再加水稀释至 100 mL。

③ 其他两种溶液的配制

淀粉(ω 为 0.002) 溶液: 将 0.2 g 可溶性淀粉和少量冷水调成糊状, 倒入 100 mL 沸水中, 煮沸后冷却即可。