

中学化学实验研究

主 编 姚林娜

副主编 梁 谦 索 南



科学出版社

中学化学实验研究

主 编 姚林娜

副主编 梁 谦 索 南

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以中学化学实验为基础,依据新课程改革的基本理念,结合 2011 年版课程标准,根据中学化学课程和实验教学改革的变化与趋势以及师范生培养的需要,精心选择内容。教材中的实验内容涵盖了现阶段初、高中化学课程中主要的重点、难点实验,并且增加了综合性实验、探究性实验、创新性实验。全书共分为中学化学实验概述、中学化学实验基础知识、中学化学基础实验与改进实验、中学化学探究实验与创新实验四个专题,书末有附录。

本书可作为高等师范院校化学专业本科生的教材,也适合从事化学教育研究和中学化学教学的相关人员使用,还可作为中学化学教师的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

中学化学实验研究/姚林娜主编. —北京:科学出版社,2013.9

ISBN 978-7-03-038526-0

I. ①中… II. ①姚… III. ①化学实验-教学研究-中学 IV. ①G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 206777 号

责任编辑:丁 里 / 责任校对:包志虹

责任印制:阎 磊 / 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>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 9 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2013 年 9 月第一次印刷 印张:11

字数:220 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

化学学科是科学家族中重要的成员之一。随着人类对自然与自身认识的不断深化,化学在科学中的基础与中心地位日益突出。对于基础教育,可以说在学生科学素养的培养中,化学学科所扮演的角色不容取代。化学实验是化学学科产生与发展的基本方法,化学实验在中学化学教学的基础地位在化学教育界早已达成共识。但是如何充分发挥化学实验的教学功能,怎样才能更有效地提高化学实验教学质量等问题一直是化学教育工作者关注的重点,也是历次化学课程改革的热点。化学学科和化学实验教学的特征决定了新课程目标和新课程理念的有效落实均离不开化学实验教学。

化学课程改革使中学化学教学理念与内容不断更新和发展,实验教学作为中学化学教学的基本内容,在理念、内容与教学方式上均需有新的研究与变化。为适应基础教育化学课程改革的需要,高等师范院校化学专业师范生实验教学能力也要进行相应的提升。高等师范院校开设“中学化学实验研究”(或称“中学化学教学论实验”等)课程的目的是使师范生在已有的教育教学知识和化学专业知识的基础上,根据中学化学实验教学的要求,初步掌握中学化学实验教学的技能,培养独立从事中学化学实验教学的初步能力。虽然一些学校为了适应新课程改革的新要求,对教学内容进行了调整,但是到目前为止该课程的教材建设比较落后,相对封闭的内容体系,一方面使得关于中学实验研究的最新成果不能在教学内容中体现,另一方面也使得教学内容难以切合中学教学实际。为了培养具有创新能力的中学化学教师,高等师范院校“中学化学实验研究”的教学应顺应基础教育化学课程改革的要求,在与中学化学课程改革的相互作用中不断发展和创新。不仅要培养师范生的实验操作能力,还要培养其设计、演示实验的能力、指导学生实验的能力等。

由姚林娜主编的《中学化学实验研究》依据新的化学课程理念,紧密结合新的中学化学课程设置,根据师范生培养的需要,精心选择实验内容,体现实验教学改革的变化与趋势。在实验选择和开发时紧扣生活实际,体现了化学与生活、材料、环境、能源以及科技等方面的密切关系。增加了大量综合性实验、探究性实验和创新性实验,加强了实验教学的有效性和可操作性,使学生在实验过程中深入理解化学的核心知识,体会化学知识、技能的社会价值,同时引导学生关注身边的事物和问题,培养学生的问题意识和科学生活的态度。该书在训练学生从事实验教学和

探究性实验设计的基本技能,培养他们指导中学生开展化学综合实践活动和进行专题研究的能力等方面进行了大胆尝试。作为年轻教师,在化学教学研究领域积极尝试,勇于合作,这种精神是值得赞扬的。希望该书能够获得化学教育同行的关注,让编者与中学化学实验教学研究共同成长。

周 青

2013 年 7 月于陕西师范大学

前 言

在新课程改革的理念下,中学化学实验的教学作用在传统意义上发生了变化。实验教学在培养师范生教学创新、实践和能力多元化方面具有重要的作用,但到目前为止,有关实验教学的教材建设比较落后,教学论理论方面的书籍多,有关中学化学实验教学的理论和实践培养的教材少,不能满足对师范生教学能力培养的需要。

为满足 21 世纪国内基础教育课程教学改革对于中学师资的新要求,本书依据新课程改革的理念,结合 2011 年版课程标准,精选初中和高中化学实验,使师范生了解化学实验教学内容,掌握实验操作技能,能够进行实验改进与创新,能够设计探究性实验,具备从事中学化学实验教学的基本素养,从而达到培养高质量中学化学教师的目的。

全书共分为中学化学实验概述、中学化学实验基础知识、中学化学基础实验与改进实验、中学化学探究实验与创新实验四个专题。实验的操作规范性、实验的研究和改进、详尽的文献资料是每一个实验内容的重点。全书的重点是训练未来的中学化学教师从事实验教学和进行实验设计的基本技能,同时加强实验教学的有效性和可操作性,提高学生的实验教学能力,培养他们指导中学生开展化学综合实践活动和进行专题研究的能力。

本书由曲靖师范学院组织编写,参加编写工作的主要有:曲靖师范学院姚林娜、侯能邦、席玉梅、王琪、伏霞、王爱芳、刘国静、夏春梅、朱海燕、李虹、蔡玉、苟大利、秦艳、李慧;广西师范大学梁谦;青海师范大学索南;陕西师范大学陈丽、符娜、郭天野、杨晓聪、王清、代飞、闫春根、丁士华、王君华、黄秋燕、彭涛、赵舒昱、高苗、王婷婷、刘丽亚;陕西教育学院倪俊超;云南省曲靖市麒麟区第三中学庄宇;云南省曲靖市麒麟区第八中学白楷;云南省曲靖市第一中学马建波、罗小艳;云南省曲靖市第二中学缪祥平;云南省宣威市第五中学惠兴社;云南省普洱市第一中学谢瑞琨、柳富强;云南省会泽县茆旺高级中学周颖;河南省鹤壁市实验学校牛海涛;新疆生产建设兵团农五师中学赵佩莉;河北省张家口市宣化区第一中学薛桂凤;河北省张家口市教育科学研究所袁东霞;东北师范大学化学学院张宇帆;天津大港区油田实验中学李学军。

在本书编写过程中得到了陕西师范大学周青教授的悉心指导,在此表示无尽的感激和由衷的感谢。

在本书编写过程中参阅了国内外同行大量的文献资料,也引用了他们的一些

研究成果和数据资料,在此表示深深的谢意。

在本书编写过程中得到了曲靖师范学院化学化工学院的全面支持,在此向曲靖师范学院化学化工学院的领导和同事表示衷心的感谢。

本书是“曲靖师范学院教师教育师资队伍‘职前职后一体化’建设”资助项目,在此向曲靖师范学院继续教育学院的领导和工作人员表示衷心的感谢。

本书是曲靖师范学院“云南省普通高等学校‘十二五’规划教材”资助项目和曲靖师范学院实验教学研究项目(综合性、设计性实验)“中学化学探究性实验设计研究”阶段性研究成果,在此向曲靖师范学院教务处的领导和工作人员表示衷心的感谢。

本书是曲靖师范学院教育科研创新团队建设项目“教师专业标准理论与实践研究创新团队”阶段性研究成果,在此向曲靖师范学院教师专业发展研究院的领导和工作人员表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请各位同行和读者批评指正,以便今后修订完善。

编 者

2013年6月9日于曲靖

目 录

序

前言

第一章 中学化学实验概述	1
第一节 中学化学实验的地位与作用.....	1
第二节 中学化学实验内容体系	11
第三节 中学化学实验的要求	37
第二章 中学化学实验基础知识	45
第一节 中学化学实验基本仪器	45
第二节 中学化学实验基本技能	57
第三节 中学化学实验室安全管理	66
第三章 中学化学基础实验与改进实验	76
实验一 氧气的制取与性质	76
实验二 二氧化碳的制取与性质	79
实验三 氢气的制取与性质	82
实验四 物质的分离与提纯	86
实验五 常见金属及其化合物的性质	90
实验六 电解水及饱和食盐水	99
实验七 纤维素的水解.....	101
实验八 氯气的制取与性质.....	102
实验九 浓度、温度、催化剂对化学反应速率的影响.....	105
实验十 浓度、温度对化学平衡的影响	108
实验十一 测定酸碱滴定曲线.....	109
实验十二 中和反应反应热的测定.....	112
实验十三 肥皂的制备.....	114
实验十四 喷泉实验设计.....	116
实验十五 胶体的制备及电泳.....	118
实验十六 乙酸乙酯的制备与反应条件探究.....	122
实验十七 阿伏伽德罗常数的测定.....	124
实验十八 硫酸亚铁铵的制备.....	128
第四章 中学化学探究实验与创新实验	132
案例一 探究燃烧及发生的条件.....	132

案例二	探究波义耳定律·····	133
案例三	探究过氧化氢的氧化还原性·····	135
案例四	探究化学反应的量的关系·····	137
案例五	探究混合物的分离·····	139
案例六	探究金属的离子化倾向·····	141
案例七	气体溶解度随温度和压强变化实验创新设计·····	143
案例八	分子和原子化学实验的微型化创新设计·····	144
案例九	铜与浓、稀硝酸反应的微型化实验创新设计·····	145
案例十	铁与水蒸气反应制备氢气实验创新设计·····	147
案例十一	酒精与水混合体积小于两体积之和实验创新设计·····	148
案例十二	“多功能”化学实验装置创新设计·····	149
案例十三	二氧化碳与过氧化钠反应定量实验创新设计·····	151
案例十四	氯水性质检验实验创新设计·····	153
案例十五	粉尘爆炸实验创新设计·····	155
案例十六	木炭的吸附性实验创新设计·····	156
案例十七	巧用粉笔进行实验创新设计·····	157
参考文献	·····	161
附录	·····	161
附录一	常见酸、碱的浓度·····	161
附录二	常见酸、碱溶液的配制·····	161
附录三	主要干燥剂可用来干燥的气体·····	162
附录四	可燃气体的燃点和爆炸范围·····	162
附录五	常用试纸的制备·····	163
附录六	常用酸碱指示剂的配制·····	163
附录七	玻璃仪器的洗涤·····	164
附录八	洗液的种类和配制方法·····	165

第一章 中学化学实验概述

化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其应用的一门基础自然科学,其特征是研究分子和创造分子。以实验为基础是化学学科的基本特征。从新元素的发现、新化合物的合成、化学反应规律的研究到新理论、新假设的证实,都离不开实验的方法。实验是化学科学中研究问题的最重要、最基本的方法之一。它可以借助科学仪器设备所创造的条件,排除各种偶然、次要因素的干扰,使要研究的问题更加简化明了,还可以造就自然界中无法直接控制而在生产过程中难以实现的特殊条件(如超高温、超低温、超高压、超高真空、超强磁场等),按照人们的设想,能动地控制研究体系,获取生产实践中不易或不可能得到的新发现。化学史表明,近代化学科学的重大发现,一般不是直接来自生产实践,而往往是来自实验环节。因此,化学实验教学不仅是传授知识,验证、巩固和扩大课堂上学过的知识,掌握一些实验操作的基本技能,培养学习兴趣;而且,在化学实验过程中,可以培养学生创造性的思维能力以及进行科学研究和发明创造的基本方法,为学生今后的化学学习与研究打下基础,为学生在化学学习中分析问题和解决问题提供更多的思路和途径。

化学科学与化学教育是互相促进发展的。化学教育的内容是已发展的化学科学知识与技术,通过化学教育,提高人的化学科学素质,培养新一代从事化学研究的人才,从而促进化学科学的发展。化学教育包括化学理论知识的教学和化学实验教学,化学实验教学是化学教育的重要组成部分。通过化学实验教学,培养学生发现化学问题、探究化学问题和解决化学问题的能力,培养学生的实践与创新能力。

作为化学专业师范生或中学化学教师,必须了解化学实验在中学化学教学中的功能和作用,掌握中学化学实验研究的一般方法,规范、熟练地演示中学化学教学中的基本实验,具备改进和创新设计实验的能力,并能充分挖掘实验的教育功能,满足不断变化的教学需求。

总之,研究如何通过化学实验促进中学化学教学,培养学生的科学素养,提高教学效果,是我国新课程改革中的一个重要议题。

第一节 中学化学实验的地位与作用

一、中学化学实验教学的理念

我国现阶段的义务教育阶段和高中阶段的化学课程是以提高学生的科学素养为主旨,通过激发学生学习化学的兴趣,帮助学生了解科学探究的基本过程和方

法,培养学生的科学探究能力,使学生获得进一步学习和发展所需要的化学基础知识和基本技能,培养学生的创新意识、探究能力和科学素养。现行的《义务教育化学课程标准(2011年版)》及《普通高中化学课程标准(实验)》更加重视培养学生的科学素养,突出科学探究在化学实验教学中的作用,期望学生通过实验学习化学,加深对化学的理解。

培养学生的科学素养是使学生理解科学的关键概念和原理,熟悉自然且认识自然的多样性和统一性,并为个人和社会目的而使用科学知识和思维的科学方法。

资料卡片

科学素养的主要内容包括:①科学知识;②科学技能;③科学方法和思维方法;④价值观;⑤解决社会及日常问题的决策;⑥创新精神;⑦科学、技术、社会以及其相互关系;⑧科学精神;⑨科学态度;⑩科学伦理和情感。

中学化学的科学探究指的是学生构建知识,形成科学观念,领悟科学研究方法的各种活动,其本质与科学家的科学探究活动有很多相似之处。

“培养学生的科学素养,突出科学探究在实验教学中的作用”作为中学化学实验教学的新理念,是我国课程改革中的一个重要转变,需要对其进行深入的认识和理解。

可从以下途径来实现中学化学实验教学的新理念。

(一) 通过实验培养学生的科学素养

化学学科学习是构建科学素养的一条重要途径。化学作为一门探索物质组成、性质、用途的学科,与人们的生活生产联系紧密,其与社会、技术、自然环境的密切关系,凸显出了科学的巨大价值,也显示了科学所具有的破坏力,因此化学学习是进行科学价值观、科学伦理观、科学情感教育的重要途径。

另外,化学是一门以实验为基础的自然科学,化学的诞生和发展都离不开化学实验。化学实验通过观察、操作、思考、解释、做出结论进而形成理论,展现了科学研究的一整套程序,显示了科学家在追求真理的过程中所付出的艰辛,彰显了科学家脚踏实地、以事实为依据、不迷信权威的科学精神。因此,化学实验是从事科学探究,学习科学知识和科学方法,培养科学技能和科学精神的绝佳的认识过程。

化学实验集中体现科学精神和态度,具有非常丰富的教育价值和内容。实验通过清晰、生动和直观的化学实验现象,激发学生的学习兴趣,创设科学探究情景,引导学生发现和解决问题,促进学生知识和技能的提升以及良好思想品德的形成。因此,做好实验教学是全面提高学生科学素养的基本途径。

（二）在实验中激发学生兴趣，培养科学的思维和方法

在化学课堂教学中既要培养学生的思维方法，又要培养学生用运动、变化、联系等观点看待事物的辩证思维能力，而化学实验恰恰是通过辩证的思维研究、揭示化学变化规律的直观教学手段。在中学化学实验中，演示实验是为阐明化学概念和理论、揭示物质性质、研究化学变化规律而精心设计的，具有较严密的逻辑思维。

化学实验中的奇特现象，使学生感到“惊奇”，同时也会使学生对化学产生浓厚的学习兴趣，有了这种兴趣，学生就会全神贯注于课堂的演示实验，积极思考。教师可以充分利用学生对化学实验产生的惊奇感，培养和发展学生的学习兴趣，通过设计直观“趣味化”的实验，强化学生对知识的感知和理解，使枯燥的知识变得活泼有趣。

（三）强化实验教学，培养学生的实践能力和创新精神

学生不仅能从实验中认识事物，而且可以通过实验培养创新精神和实践能力。任何一个学生实验都必须由学生亲自完成，在一个完整的实验过程中，学生可以利用已有的化学知识，获取关于探究的直接经验，增强解决问题的能力。

在《义务教育化学课程标准(2011年版)》和《普通高中化学课程标准(实验)》中设计的实验十分注重对学生发现问题和解决问题能力的培养，许多化学实验本身对学生具有较强的启发性，鼓励学生对有疑问的现象和结果进行质疑，从而培养学生的创新能力。另外，化学作为自然科学中思维性极强的一门基础学科，在培养学生的创新思维方面有着得天独厚的条件。新课程中的化学实验十分注重通过化学实验及其教学鼓励和引导学生独立思考，勇于提出自己的见解，培养学生不迷信课本，敢于用科学方法进行创新的精神，激活创新意识，进而达到培养学生创新精神的目的。

（四）在化学实验中进行情感态度与价值观教育

科学的情感和态度是科学素养教育中的人格要素，没有高尚的科学情感和态度的人是无法对人类作出贡献的。化学实验是化学教学中德育和美育教育的重要途径和方法，通过化学实验让学生了解内因与外因、量变与质变、对立统一等辩证唯物主义观点。化学实验不但有变幻莫测、引人入胜的魅力，同时也存在一定的危险性，没有严格认真的科学态度是难以顺利完成的。

化学实验是使学生获得直接的感性经验和事实材料的根本途径和重要手段，是检验和发展假说的实践基础，是使化学科学知识达到真理标准的基本方法。学生在化学实验的过程中，通过对实验原理的学习和实验现象的观察，形成真实的、科学的理性认识，养成实事求是的科学态度。

另外,实验的生活化、绿色化可以从各个方面对学生的情感、态度进行科学教育,引导学生在设计化学实验时,要注意节约药品,减少污染,降低药品浓度,提高实验效果,尽可能在密闭条件下进行实验,减少对环境的负面影响,同时循环使用、并充分利用反应产物等,以此让学生关注环境保护,提升其对科学与社会的了解和认识。

(五) 借助实验进行科学方法教育

科学方法是获得科学知识的主要手段和重要工具。实验教学是一种重要的感性认识方法,在教学中实验分为验证性实验和探究性实验。验证性实验是对化学假设进行检验的一种实验,主要是通过“问题—化学假设—实验验证—结论—应用”的过程完成。探究性实验是学生在实验和观察的基础上通过科学抽象获得结论的一种实验,主要通过“问题—实验事实—科学抽象—结论—应用”这一过程体现。学生在教师引导下的实验设计激发了学生实验探究的积极性。

对于每一个化学实验,要求学生严格按照规范进行操作,在实验的过程中培养和发展学生的比较、分析能力,使其逐步掌握比较、归纳、推进等科学方法。总之,无论采取哪种实验教学方法,其中都蕴含着科学认识过程和方法,使学生在认识化学知识的过程中,掌握科学方法,提升科学素质。

二、中学化学实验的功能

(一) 化学实验的认识论功能

化学认识论主要研究的是关于化学认识的辩证运动和化学认识过程的本质规律等一系列问题,即化学知识的产生和积累、化学理论的形成和发展、化学研究的方式和方法等。按照化学实验论的观点,化学实验具有以下认识论功能:一是化学实验是引发化学教学问题,提出化学教学认识问题的重要途径之一;二是化学实验能够克服人的生理限制,提高人自身的感觉能力和分辨能力,能够在严格控制外界条件下改变物质的变化过程,从而丰富人的感性认识内容;三是化学实验能够超越生产实践的局限性,走在生产实践的前面,直接推动化学科学理论的研究,是化学理论赖以产生的基础,又是化学理论运用于实践的桥梁和中介;四是化学实验具有客观性、普遍性和直接现实性,能够为检验化学理论、验证化学假说提供化学实验事实,是检验化学科学知识真理性的标准。

由化学实验构成的实验化学课程除同样具有上述认识论功能外,更强调其作为一门课程所具有的独特的认识论功能。一是帮助学生形成关于人类了解和研究物质世界过程的认识。实验化学的内容编排按照“分离、提纯(获取纯净的物质)→物质组成的研究→物质性质和应用的研究→物质的制备与合成的研究”的顺序展开,这也是人们通常认识和研究物质的过程。通过对物质定性、定量两方面的研

究,实现对研究对象系统而深刻的认识。二是化学实验是解决化学问题的重要途径。实现化学以课题为组成单元,每一个课题即是一个任务,通过任务分析、方案设计、实验实施等解决给定的化学问题。

◇ 案例 1

学生在学习铁及其化合物知识时,最重要的知识点就是铁的不同价态之间的转化。其中有一个实验“铜与氯化铁溶液的反应”,经常用到并容易被学生与其他反应混淆,因此,在此处补充一个试管实验,让学生观察铜与氯化铁的反应。

实验:用试管取少量氯化铁溶液,向其中加入一束铜丝,放置一段时间后,要求学生观察现象。几分钟后,溶液中出现了非常奇特的现象,黄色的溶液逐渐分层,上层变为黄绿色,而下层变为蓝色。学生由实验现象非常直观地判断出反应的产物,上层黄绿色的是氯化亚铁溶液,下层蓝色的是氯化铜溶液。反应方程式为



这个实验虽然简单,但这个反应体现了氧化还原反应的一个非常重要的规律:强氧化剂+强还原剂=弱还原剂+弱氧化剂,其中强氧化剂被还原为弱还原剂,而强还原剂被氧化为弱氧化剂,两种物质的氧化性和还原性相差越大,反应越容易发生。这个反应只能正向进行,由反应进行的方向也可以判断氧化剂、还原剂的相对强弱。通过这个实验,我们知道氯化亚铁也有较强的还原性,但它的还原性弱于铁;氯化铁和氯化铜都有氧化性,但三价铁离子的氧化性强于铜离子。根据这个规律或事实,可以将学过的很多氧化剂、还原剂的相对强弱进行比较。

◇ 案例 2

在高二有机化学“苯酚”的教学中,教师给学生设计了一组实验,用于讨论苯酚的酸性。

首先是苯酚和氢氧化钠溶液的反应。通过实验观察到白色的苯酚浊液变澄清,发生了类似于酸碱中和的反应,生成了可溶于水的类似于盐的物质——苯酚钠。

为了证明苯酚的弱酸性,根据强酸可制得弱酸的理论,接下来向苯酚钠溶液中通入二氧化碳气体,发现澄清的溶液又变浑浊,显然,苯酚钠、二氧化碳和水又发生反应生成了苯酚,那么除苯酚之外的另一种产物是什么呢?是碳酸钠还是碳酸氢钠?这时学生的意见就会出现分歧,有些学生认为还是与通入二氧化碳的多少有关。

第三个实验,向得到的苯酚浊液中加入碳酸钠溶液,观察现象。结果发现又得到了澄清透明的溶液,显然苯酚又被转化为苯酚钠。

这样,学生从实验现象获得了非常直观的结论。苯酚可以与碳酸钠反应,所以它们不可能同时出现在一个反应的产物中,即使出现了,也会继续发生反应。从实验获得直观的化学事实,然后再给出碳酸、苯酚和碳酸氢根电离程度的强弱,引导学生从阴离子结合氢离子的难易程度判断反应的产物。

此外,化学实验还是丰富感性认识的有效手段。化学实验能够克服人的生理限制,提高人自身的感觉能力和分辨本领,使人获得更加丰富的感性知识和规律性的认识。这可以从以下几点来理解:

(1) 化学实验手段能够扩大和改善人感官的感觉能力。化学实验的过程,是实验者、实验对象和实验手段三个基本要素结合在一起,构成一个整体,并发生作用的过程,它是实验者根据一定的研究或教学目的,借助于一定实验手段(实验仪器、装置、设备和工具等物质手段),在人为干预和控制的条件下,使实验对象发生预定变化的过程,如能延长人的感觉器官,克服感官的局限性,扩大接收信息能力的实验仪器和设备;能延长人的效应器官,加强人对物质的作用,提高人对物质的干预和改造能力的实验仪器和设备等。

(2) 化学实验能在严格控制条件下变革物质的变化过程,为人们提供更加丰富的认识内容。马克思说过,物理学家是在自然过程表现得最确实、最少受干扰的地方考察自然过程的;或者,如有可能,是在保证过程以其纯粹形态进行的条件下从事实验的。这就是说,人的研究工作需要在一种特殊的、人为严格控制的条件下进行,而不是在受到各种复杂因素干扰的情况下进行研究。这对于化学科学工作者或化学教学中学生的认识同样是适用的。我们要认识的任何一种物质总是处于与其他物质的相互联系中,为了达到认识某物质的目的,需要把各种外在的干扰加以排除,使研究对象以“纯粹”的状态从众多因素中“孤立”和“抽取”出来。

◆ 案例 3

稀有气体(除氦外)存在于空气中,要认识每一种稀有气体的性质,就需要把它们从空气中分离出来,分别进行研究,以排除氮、氧、二氧化碳等物质可能产生的干扰。为了使稀有气体从空气中分离出来,就需要使空气液化,使空气液化的条件是低温、高压。这里所谈到的高压、低温都是为了研究和认识上的需要人为创造的条件,在这种条件下,人们才有可能实现对稀有气体的认识。

(二) 化学实验的方法论功能

化学方法论是科学方法论的一个重要分支,主要研究化学科学常用的研究方法及其产生、发展的过程等。化学研究方法有很多种,如化学符号语言系统、化学

观察与实验、化学假说、化学模型、化学推理等。其中化学实验方法最具化学研究方法的个性特点,是最基本、最重要的化学研究方法。

学科知识模块中的化学实验,学生在学习知识的同时也会学到一些基本的实验技能,如蒸馏、过滤、萃取以及各种元素化合物的检验等。但这些技能的学习是零散的,缺乏内在联系,很难有系统性的提高;而且多是操作层次上的实验技能,较少含有理性思维的方法。相比之下,实验化学模块的编排具有自己独特的、整体的方法论功能。

一是构建完整的实验技能和能力培养的课程体系,将基本实验方法系统化。课程中的实验编排遵从科学家开发和研究物质世界的逻辑顺序,将物质的分离和提纯方法、物质的性质研究方法、物质的检验与鉴别方法、反应条件的控制方法(包括物质的定量分析方法)和物质的制备、合成方法等系统地介绍给学生。根据学生实验能力发展的规律,又将实验按照基本实验操作、实验探究和综合实验活动三个主题由简单到复杂的顺序进行组织,最终培养学生的综合实验能力。各实验间有内在的相互联系,其中的每一个实验都是该课程系统学习和训练链条中的一环。因此,实验化学除单个实验应有的功能和作用外,还具有课程系统学习、训练上所承载的整体的功能和价值。

二是重视理论方法与经验方法的相互转化,强调实验方法论对化学实验的指导作用。感性的实验方法只有上升到理论高度,才能更好地揭示化学运动的规律,也才具有更高的迁移、指导价值。实验化学在重视基本实验操作方法的同时,更重视对这些方法的归纳、概括,使其上升为解决同类化学问题的一般思路和方法。例如,通过对各类混合物的分离和提纯的实验教学,概括出物质提纯和分离的原则、常用方法及适用范围,反过来再指导物质分离、提纯的实验方案设计。与化学实验重视培养学生的实验操作技能相比,实验化学更偏重于实验方案设计的原则和方法、实验探究的程序和方法的学习,而将实验基本操作技能融合到实验探究活动的过程中。例如,根据实验原理设计科学可行的实验方案,通过控制实验条件来探究某个因素的影响等。这一点也体现在两种化学实验的教学活动的编排模式上,以鲁科版(山东科学技术出版社版本)为例,学科知识模块中的化学实验编排模式为:实验目的→实验原理→实验装置→实验步骤→实验记录和结论;实验化学模块中的化学实验编排模式为:活动背景→活动任务→设计实验方案→实施实验方案。

三是关注现代科学技术在化学实验研究中的应用,如现代仪器分析技术在物质结构研究方面的应用,现代合成技术在有机合成方面的应用,手持技术、信息技术在化学实验中的应用等。由此可知,实验化学更重视基本技能的系统化、实验方法的理论化和实验技术的现代化。

(三) 化学实验的教学论功能

化学实验和实验化学模块同样具有以下教学论功能,但由于受在课程中地位的限制,知识性模块中的化学实验很难充分实现这些教学功能。而作为一门独立课程的实验化学,其内容选取上的丰富性,组织、结构上的完整性、系统性,以实验活动为主的学习方式等课程特征,决定了其能够在更深的层次、更高的水平上实现化学实验的教学论功能。

化学实验能够激发学生的化学学习兴趣。知识模块中的化学实验,更多的是培养学生的感知兴趣和操作兴趣,虽然新课程中通常将部分化学实验冠以“探究”的名称,但由于教材编写的原因和实际教学的需要,多数都是在教材或教师给出原理和实验方案、甚至在已经知道实验结果的情况下,进行的演示实验或学生实验,仍然停留在感知和操作层面的兴趣上,缺少真正意义的以问题解决、实验探究为主要课堂活动方式的探究实验化学模块,很多实验只提出活动任务,要求学生能够运用正确的实验原理并独立完成实验方案的设计,而有些综合性实验还要求学生能够运用所学的知识、实验技能创造性地解决问题。因此,实验化学更有利于培养学生的探究兴趣、创造兴趣,激发学生内在的学习动机。

资料卡片

学习兴趣是学习动机中最现实、最活跃的成分,是促进学生探究物质及其变化规律性的一种重要的内在动力。根据化学实验激发学生兴趣的方式和水平高低不同,化学实验的兴趣功能可划分为感知兴趣、操作兴趣、探究兴趣和创造兴趣。感知兴趣是指通过观察教师演示实验现象和各种实验仪器装置产生的兴趣,属于一种浅层次的实验兴趣;操作兴趣是指学生通过实验操作产生的实验兴趣,也属于直接兴趣;探究兴趣是指学生通过实验的方法探究物质及其变化产生的原因而形成的一种兴趣,是间接兴趣,水平更高,具有稳定、持久的特点;创造兴趣是指学生在运用所学知识、技能和方法进行创造性活动中形成的一种兴趣,是学习兴趣的最高水平。

化学实验能够创设生动活泼的化学教学情景。情景创设是现代化学教学设计的重要内容之一,对于促进有效性学习有着十分重要的作用。情景创设的方法很多,如化学实验、化学问题、科学事实等,而通过化学实验创设的教学情景具有直观、生动的特征,是化学教学中最常用的一种形式。其他模块的化学实验往往只限于通过一个实验情景引入教学,为学生提供一个知识产生的背景。实验化学则更重视驱动性问题的创设,所创设的情景具有驱动性、参与性和生成性。实验化学以课题任务的形式驱动学生提出假设、设计方案、进行实验探究。将问题情景与实验