

高中化学实验单元教学的实践与探索

王朝晖¹,张经朝²

(1.福建省厦门第六中学;2.福建省屏南县第一中学)

摘要:依据新课标,开发基于大概念统领的高中化学实验课程《高中化学实验项目式学习》。采用“大单元”组织教学内容;开发基于真实情境的实验项目;以大概念统领实验内容;设计一系列基于真实情境的项目式实验教学活动,从而有效提升学生化学实验素养,实现创新人才的培养。

关键词:高中化学;学科大概念;校本实验;项目式教学

1 课程变革呼唤实验教学的创新

实验是化学学科的基石,实验教学不仅是教师传授知识的重要途径,也是培养学生科学思维的重要载体,还是化学学科育人的重要渠道。《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》明确指出:实验教学作为教学内容的重要组成部分,是实现创新人才培养的重要途径^[1]。在高中化学课标(修订版)中明确要求教师在教学活动中要开展多种形式的实验探究活动,设计的实验教学活动要能贴近生活与社会实际。设计的实验教学活动要能够充分调动学生学习化学的热情,激发学生主动参与学习,帮助学生实现学习方式的转变,在教学中有效促进学生创新精神和实践能力的提升,实现核心素养的培养目标^[2]。

目前高中化学实验教学中存在的问题有:(1)没有真正重视化学实验的育人价值。在认知层面上,绝大多数化学教师对实验教学的重要性都是认可的,但在教学实践层面,很多教师就“知行不一”了,存在用“看实验视频”、“讲实验题”代替“做实验”,学生缺乏亲身体验实验的经历,使得学生无法有效地通过实验获取知识,培养能力。(2)教材中的实验侧重于对知识的建构。由于教材编写的系统性和完整性,使得教材中化学实验更多是服务于教材对知识体系的总体要求,导致教材中的实验缺乏对实验内容、学生的实验能力进行系统规划,从而导致学生缺乏系统实验训练,无法形成完整的实验能力。(3)学生缺乏解决真实问题的体验。教材实验是穿插在知识的认识中,存在分布零散、综合程度不足,操作比较单一的问题,对于提升学生的创新思维和实践能力显然是不足的^[3]。

解决以上高中化学实验教学中存在的问题,实现新课标提出的“探索大单元教学,积极开展主题化、项目式学习的综

合性教学活动”的要求,同时兼顾课时矛盾,减轻教师压力和学生的课业负担,我们经过多年实践提出建设基于学科大概念的项目式实验课程体系,编写了《高中化学实验项目式学习》做为现行出版教材的重要补充。《高中化学实验项目式学习》充分发挥实验教学的育人功能,实现学科核心素养的落地,力求建设成高中阶段能有效培养学生实验素养的一门特色课程。

2 《高中化学实验项目式学习》课程体系的建构

2.1 采用“大单元”组织教学内容

以学科大概念为核心使化学知识结构化是学生化学学科核心素养形成和发展的重要途径。课题组在进行实证案例研究时,发现“大单元、大概念、整体式”的实验教学设计更有利于学生实验思维的建构与培育。我们以高中化学课标(修订版)的《实验化学》模块的4个主题为基础构建四个大单元。分别为“基础实验”“化学原理探究”“化工生产过程模拟”“STSE(科学·技术·社会·环境)综合实验”。主要包括以下几个方面内容:“基础实验”侧重培养学生化学实验研究方法和重要操作。实验内容包括掌握重要的无机物和有机物的制备方法,熟悉物质的分离与提纯、物质的检测,通过实验认识解决这些类型的实验任务的一般思路和常用方法,掌握必需的实验操作技能;“化学原理探究”是从化学核心概念或基本原理中挖掘值得探究的问题,侧重探究化学反应变化的规律和条件。通过实验加深学生对化学概念、原理的学科理解,使学生掌握化学实验设计的一般思路和方法;“化工生产过程模拟”是对经典的化工生产过程进行模拟,培养学生学会从多角度思考问题,在实验中体会“绿色化学”的重要性,学会从工程的视角系统思考问题,关注人与自然的可持续发展;“STSE(科学·技术·社会·环境)综合实验”是围绕社会热点和身边的化学开展综合实验项目,旨在培养学生从多学科视角综合分析解决实际问题的能力,实现跨学科融合。上述内容在发展学生动手能力同时突出对学生实验探究能力的培养,在学生掌握科学探究的一般过程与方法的基础上,建立解决真实、复杂情境下的实验问题的角度、思路与方法,促进学生高阶思维能力的发展。

基于上述思考,课题组精选实验项目整合成了四个单

福建省2021年度中青年教育科研项目(基础教育研究专项)课题:学科大概念视域下的化学实验单元整体教学研究(JSZJ21044)研究成果

元,编排的实验内容符合学科内在逻辑,也符合学生“循序渐进”的认知顺序。每一单元下包含若干实验项目(表 1)。

表 1 《高中化学实验项目式学习》内容体系

序号	主题名称	实验项目
单元 1	基础实验	项目 1 硫酸亚铁铵晶体的制备
		项目 2 制备乙酸乙酯实验的优化
		项目 3 含碘盐的检验
		项目 4 硫酸铜结晶水含量测定
单元 2	化学原理探究	项目 5 利用手持技术探究温度对溶液 pH 的影响
		项目 6 化学反应速率的测定
		项目 7 硫酸铜与氢氧化钠反应条件的探究
		项目 8 自制燃料电池
单元 3	化工生产过程模拟	项目 9 肥皂的制备及其原理
		项目 10 纯碱的制备及其原理
		项目 11 电解法制备及其原理
单元 4	STSE 综合实验	项目 12 硫代硫酸钠的制备及其原理
		项目 13 水中溶解氧的测定
		项目 14 揭秘鱼浮灵
		项目 15 补铁剂中含铁量的测定
		项目 16 茶叶中咖啡因的提取

2.2 开发基于真实情境的实验项目

为使“素养为本”教学理念真正落实在课堂,最有效的教学策略是创设真实情境和设计驱动性问题。目前,项目式教学是公认的最具有核心素养融合发展效力的教学方式,教师可以通过开发真实而有意义的实验素材,充分发掘真实情境的作用,让学生在真实情境中运用化学学科思维进行思考和学习,培养他们的科学思想和思维方法;进而促进学生学习方式转变和化学实验素养的提升;利用任务驱动,创设问题让学生有更多自主面对和解决真实问题的机会,培养他们的探究精神和创新意识,锻炼学生高阶思维能力。依照这个思路在课程标准的引领下,《高中化学实验项目式学习》中的实验项目取材于真实的生产、生活情境。通过围绕若干主题的一系列基于真实情境的实验微项目的研究和开发,重点突出课程内容和学习方式的优化,将“通过实验学化学”的思想贯穿其中,体现化学实验在学科育人中的重要地位。有指向生产、生活中常见物质的制备,如肥皂的制备、硫酸亚铁铵晶体的制备;有的与环境检测有关,如水中溶解氧的测定;有的与人体健康有关,如含碘盐的检验、补铁剂中含铁量的测定。通

过这些具体的学习任务的设定,旨在培养学生“通过实验解决实际问题”的意识和能力。

2.3 以学科大概念统领实验内容

大概念作为学科的核心概念,对学科概念起着统摄作用。大概念可以进一步分解成次级大概念、子概念,并与其它学科概念间共同形成网络结构,目前普遍认为围绕学科大概念组织教学有助于促进学生对学科知识的深层理解与迁移^[4]。实验教学中如何抓住实验体系三要素的核心——化学体系,对其中包含的核心概念进行解构,运用单元教学的方法发展学生的实验素养是值得研究的。实践中我们对每个实验项目通过对其所蕴含的学科大概念及知识层级解构,使得知识结构化,通过典型的实验现象启迪学生的思维,引导学生推理和归纳加深对化学原理的理解,避免学生实验时“照方抓药”的现象。如“肥皂的制备”的实验中对“实验三要素”和“物质组成决定物质性质”的两个核心概念进行解构(详见图 1),有利于加深学生的学科理解。同时每个实验项目设有拓展实验作为教学中学生自主选择的内容,是该实验项目的基本原理与设计思路在新实验中的拓展与延伸,可供学生进一步运用本项目的研究思路和方法去解决新的实验问题,培养学生的迁移应用能力和发散思维。将化学实验素养的培养贯通于各个主题中,编写中遵循学生的认知发展规律,切实发挥实验在化学学科育人中的重要作用。

3 具体实践案例

如何在具体的实验项目设计中渗透上述构思,实现学生实验素养的提升,下面以“化工生产过程模拟”单元中的“肥皂的制备及其原理”为例展开介绍^[5]。

3.1 项目开发的依据

在高中化学课标(修订版)“烃及其衍生物的性质与应用”的教学活动建议中要求,对“油脂的皂化反应与肥皂的洗涤作用”进行实验探究。肥皂在日常生活中应用广泛,如何制备以及去污原理的探究易激发学生的学习热情,自己动手制得肥皂有助于满足学生的体验性和获得感,对制备过程及去污效果的探究可以增强学生的学习积极性和学科理解,基于此开发了实验项目。

3.2 肥皂的制备

“肥皂的制备”所蕴含的学科大概念及知识层级解构(见图 1)

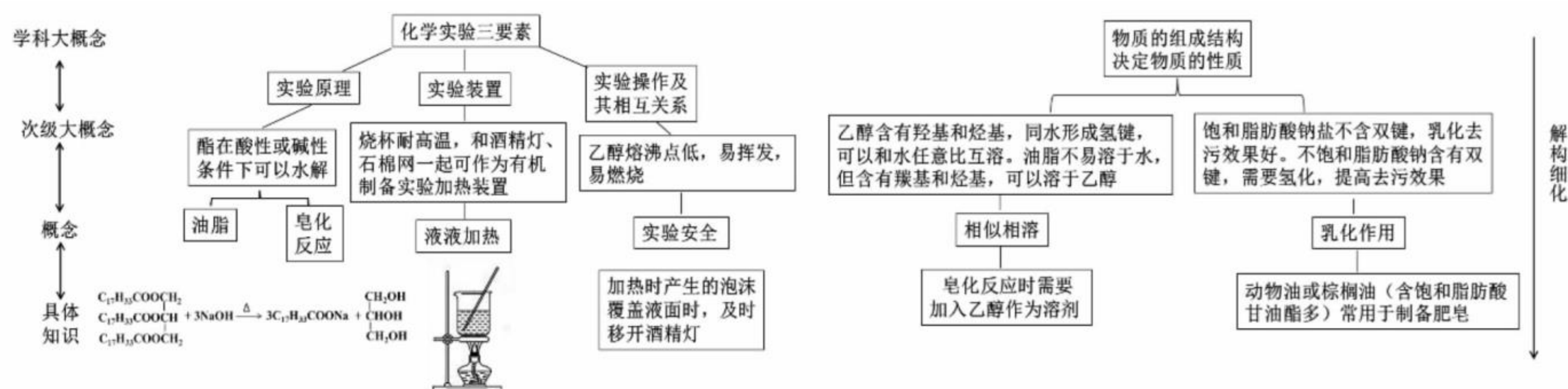


图 1 “肥皂的制备”所蕴含的学科大概念及知识层级结构图

在“化学实验体系三要素”大概念统领下,通过对“肥皂的制备”蕴含的实验三要素的解构,使得具体的实验原理、实验操作结构化,具体的知识、操作和注意事项有机融合,教学过程中教师教学目标更加清晰,使学生每步操作知其然更知其所以然,这样更加有利于教学评价。同样在“物质的组成结构决定物质的性质”化学学科大概念统领下,对本节涉及的有机物知识进行解构,引导学生从微观结构视角分析乙醇、食盐的作用和棕榈油和花生油的结构,探寻肥皂去污的基本原理,培养学生学会透过具体的实验现象,分析、揭示、归纳化学现象、原理背后的客观规律。以学科大概念为统领来学习化学实验内容,有利于突出化学知识的整体性,将碎片化知识结构化、系统化、具体化,有利于学生更加深入理解学科本质,有利于实验教学评价。

3.3 肥皂的制备及其原理

“肥皂的制备及其原理”教学学生思维能力的进阶(见图2)

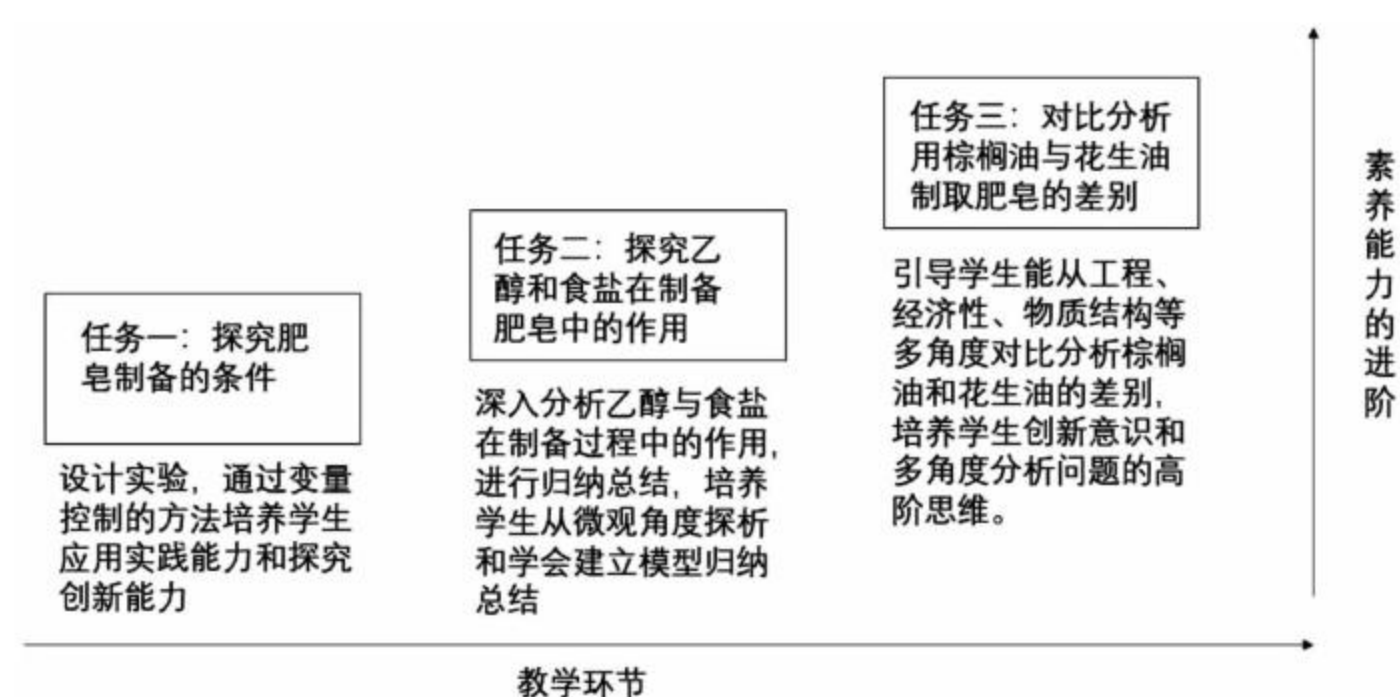


图2 学生思维能力的进阶

教学过程中通过3个相对独立但又递进的活动任务实现对学生实验能力的养成和素养的提升。任务一基于理想条件下通过油脂水解条件的探究培养学生实验设计能力和变量控制的思想。任务二通过实际制备中乙醇及食盐的作用,

引导学生深入分析物质溶解性和氢键的关系,学会从微观结构更为本质地理解物质的用途,进而学会推广应用到其它物质制备过程中,这过程中培养学生应用实践能力和微观探析和模型认知素养。任务三通过基于真实情境中的工业制备,引导学生多角度思考分析实际问题,发展学生的高阶思维能力,同时提升学生分析预测和归纳论证能力,提升创新意识。

3 小结

《高中化学实验项目式学习》课程的开发和使用达到了以下的效果:(1)增强了学生的体验性,学生在真实的实验情境中,体验问题解决过程。(2)培养了学生的动手能力,带领学生回到实验室进行实操性训练,增强学生的动手能力。(3)增进学生的学科理解,通过大概念统领教学内容,探究化学反应变化的规律,加深学生对化学学科的理解。(4)提升学生的创新能力,通过真实情境下复杂问题的解决以及拓展实验,使得学生知识的迁移应用能力得以提升。实践过程中的部分案例以说播课和现场课的形式,在2021年中国化学会第十五届全国基础教育化学新课程实施成果交流大会上展示,得到大会专家同行的广泛好评。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见[Z]. 教基[2019]16号.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [3] 孙佳林,郑长龙. 中学化学实验教学发展历程回顾及启示(下)[J]. 化学教育,2018(15):44-48.
- [4] 金鑫. 科学大概念教学的缘起、价值及实践途径[J]. 教学与管理,2019(8):8-10.
- [5] 韩晓,王朝晖. 基于学科大概念的化学实验教学:以“肥皂制备”为例[J]. 中学理科园地,2022(6):27-29.

(上接第45页)

的机理探析,让学生掌握化学学科知识的同时,增强学生对化学科学本质的理解。学生在陌生的情境中应用已有化学知识分析问题,在和同伴不断地讨论和分析中,学生的认知角度发生了改变,推动了学生科学论证与推理等关键能力的落地。

通过含硫物质参与雾霾形成的机理讨论和探究,认识化学对可持续发展的重要意义,发展学生科学态度与社会责任的核心素养。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2022.
- [2] 江合佩,刘炯明,张贤金. “发展中的化学科学”项目式教学设计与实施:以“碳氮偶联合成尿素研究”为例[J]. 化学教学,2021(6):42-48.
- [3] Ling Liu et al. Unexpected quenching effect on new particle formation from the atmospheric reaction of methanol with SO_3 [J]. PNAS,2020(1):1-6.