

情境教学模式下大中衔接化学实验教学的探索与实践

林佳羽, 朱奕臻, 张远垚, 李万梅, 徐伟明*

杭州师范大学材料与化学化工学院, 杭州 311121

摘要: 化学实验是化学学科形成和发展的基石, 是培养学生创新能力的重要途径。现阶段高中教学在高考指挥棒的引导下, 特别重视理论教学, 忽视了学生动手能力的培养。如何有效提取与拓展高中知识并运用于大学化学实验, 开展衔接式化学实验教学, 提升学生综合化学能力, 培养创新型科技人才已成为亟待解决的问题。本文基于真实问题情境, 以“芹菜元素探析”“暖贴的揭秘”“鲜花手工皂的制备”为案例, 探索大中衔接化学实验教学的有效途径, 综合发展学生化学学科核心素养, 力争为培养创新型人才奠定坚实基础。

关键词: 化学实验; 大中衔接; 情境教学

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Situational Teaching Mode in Bridging Chemistry Experiment Teaching from High School to University

Jiayu Lin, Yizhen Zhu, Yuanyao Zhang, Wanmei Li, Weiming Xu *

College of Material, Chemistry and Chemical Engineering, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China.

Abstract: Chemical experiments are fundamental to the formation and advancement of the chemistry discipline and crucial for fostering students' innovative abilities. Currently, high school education, guided by the requirements of college entrance examinations, emphasizes theoretical teaching while often neglecting practical skills development among students. Addressing this challenge involves effectively integrating and expanding high school knowledge into university-level chemistry experiments through bridging teaching methods. This approach aims to enhance students' comprehensive chemistry skills and cultivate innovative talents urgently needed in science and technology fields. This study explores effective strategies for bridging high school and university chemistry experiment teaching using real-world scenarios such as Analysis of Celery Elements, Unveiling the Mystery of Warm Patches, and Production of Flower Handmade Soap. By adopting situational teaching methods, we aim to comprehensively develop students' core competencies in chemistry, laying a solid foundation for nurturing future innovators.

Key Words: Chemical experiment; Bridging teaching; Situational teaching

1 引言

实验乃化学之本, 化学实验教学是化学学习的基础, 也是培养学生创新实践能力的重要途径。离开化学实验教学, 化学教学如同无源之水、无本之木。正如我国著名化学家傅鹰先生强调的: 只有实验才是化学的“最高法庭”。化学实验教学不仅有助于学生理解和掌握理论知识, 而且能够促进学生化学学科核心素养的全方面发展, 充分发挥化学课程的整体育人功能。因此, 为了有效做好

收稿: 2024-05-13; 录用: 2024-07-03; 网络发表: 2024-11-14

*通讯作者, Email: wxu@zju.edu.cn

基金资助: 杭州师范大学课程教改项目(化学类专业大中衔接教育探索研究); 国家级大学生创新创业训练计划(2021213102056)

大中化学实验教学的衔接, 实验教师需要厘清各学段化学教育教学的联系与进阶, 使两个阶段的化学(实验)教学能够有效联动、有机融合, 消除学生在大中阶段转变中的不适感, 发展学生学科核心素养, 育创新型人才。

2 大中衔接化学实验教学存在的问题

2.1 教学方式的隔阂: 理论与实验的天平失衡

受到我国教育评价方式的影响, 高中教学主要是围绕纸笔测验所能够考查的内容进行重点学习, 容易忽视对化学实验操作技能水平的提升^[1]。另外, 为了提高教学效率, 教师多采用讲授法来教学, 用“讲实验”代替“做实验”, 形成“教师讲, 学生听”以教定学的教学模式。在此教学模式下, 学生的解题技能虽会得到迅速提高, 但长此以往, 学生易被训练成解题机器; 同时, 教师教授时通常会详细讲解实验原理、实验步骤、实验注意事项, 细致入微的讲授环节削弱了学生自主探究能力, 使学生对教师产生过多的依赖心理。而大学化学实验教学的一个重要目的是培养学生独立探究实践能力, 通过实验能够发现、分析、解决问题。这种差异为化学实验的大中衔接造成了一定的障碍, 习惯于中学教学方式的学生, 难以从高中实验课的惯性思维模式上转变。

2.2 教学对象的多样: 知识与技能的层次落差

在新高考模式下, 由于全国各地高考选考制度不同, 课程设置有一定差异, 使得选课不同的学生在化学实验技能上存在显著差异^[2]。对于非选考化学而进入大学需要接触化学的学生来说, 在化学知识的理解深度、实验动手能力、课堂听讲效率上都与选修化学的学生存在一定的差距。而化学实验是考察学生综合化学能力的一门课程, 学生既需要掌握化学实验原理, 又需要实践操作完成实验。因此, 对于这类学生, 在面对陌生教学环境时, 容易望而生畏, 丧失对化学(实验)甚至化学类专业的兴趣, 不利于化学实验教学的高质量开展。化学实验课程若忽视生源的多样性及课程设置的灵活性, 一味强调化学专业性的培养, 轻视学生对化学学情的把握, 容易适得其反, 使学生心生厌恶。

3 探索大中衔接化学实验教学的意义

3.1 强化探究实验, 涵养创新氛围

维果斯基的最近发展区理论指出^[3], 教师通过发现学生现有的知识水平, 挖掘学生学习的潜能, 可实现最近发展区的跨越, 从而达到更高层次的水平。对于化学专业的学生来说, 实验是进行探索创新与化学学习的重要手段。只有实现学生在化学实验上的顺利过渡, 跨越阶段转换的阵痛期, 才能让学生在循序渐进中不断完善、提升自我。教学衔接在其中就起着枢纽的作用, 通过落实好中学与大学化学实验的衔接工作, 提升教学质量和效率, 帮助学生跨越最近发展区, 可以帮助学生在化学之路上走宽、走远。化学实验强调对学生创新探究思维能力的培养, 学生思维的建构要具有连续性、逻辑性。衔接好化学实验大中教学之中的转折, 有助于激发学生创新探究思维, 在环环相扣、层层递进之中提升问题解决能力。化学实验的大中衔接起到了架设思维桥梁的作用, 它引导学生深入探索化学实验, 从而在学习研究过程中逐步培养创新探究和未来导向的意识。

3.2 构造趣味实验, 点燃探索火花

对于高考非选修化学的学生来说, 化学基础较为薄弱。因此, 化学实验课程的设计应当以一种引人入胜的方式呈现出化学的奥秘与实用性, 通过精心设计的教学内容和生动的实验演示, 让学生深刻体验到化学的奇妙之处和其在日常生活及科技进步中的关键角色, 在潜移默化中达到教学的目的^[4]。这样的课程旨在激发学生对化学的热情, 塑造他们对化学实验的积极认知, 即使对于非选修化学专业的学生, 也能播下科学思维的种子, 并有助于培养具有广泛知识和创新精神的时代复合型人才, 为社会的发展注入源源不断的动力和智慧的养分。

4 真实情境下大中衔接化学实验教学设计思路

情境教学法是指在教学过程中,教师有目的地引入(创设)具有一定情绪色彩的、以形象为主体的生动具体场景,以引起学生一定的态度体验,从而帮助学生理解教材,并使学生的心理机能得到发展的教学方法。真实情境教学模式倡导真实问题情境的创设,开展多种探究活动,重视教学内容的结构化设计。真实问题情境在教师、学生以及教学活动之间起到载体的作用,可涵盖基础与进阶的两部分知识内容,可帮助学生实现知识在时间上的跨越,做到高中与大学知识的衔接。为了弥补中学阶段过于重视理论教学,而忽视实验操作技能的问题,大学化学实验教学应侧重于增强学生的探究性,基于情境探究实验现象、原理、关系,加强对科学本质的实验研究,注重全面培养学生的科学作风、实验技能以及分析、发现和解决问题的综合能力,强化主体意识,培养学生科学素养。教师在教学中应选择高中与大学相同或相似的实验主题作为真实问题情境实验素材,提取两个阶段相互关联的实验技术和实验主题,同时重视结构化的实验活动,以求引导学生“像科学家一样思考”,形成解决真实问题的思路方法。

在培养学生化学兴趣方面,可以从日常生活的化学现象入手,结合生活实例设计实验,让学生体验化学的魅力所在。如通过制作实物,让学生在动手过程中理解化学原理,深入浅出地学习化学知识,将单一乏味的化学概念变得生动有趣。教师通过设计创新性的实验,采用寓教于乐的教学方式,让学生在轻松愉快的课堂氛围中进行沉浸式学习,从而激发他们的化学智慧。

无论是探究性或趣味性化学实验,都应该做到大中衔接^[5],凝练大中化学实验相似性内容,由浅及深、由易到难地安排实验内容,加强学段知识的兼容性、契合性,有机融合,避免化学内容结构的碎片化,建立完整体系化的化学实验教学。

5 化学实验教学中的大中衔接案例

本文试图基于芹菜中化学元素的分析、暖保贴中奥秘的揭示到鲜花肥皂的制作进行循序渐进式真实情境实验教学,可以让学生体验化学这门科目与日常生活息息相关,提升学生的动手操作能力,并认识到抽象的化学概念在日常生活中可见、可感的转变,从而唤醒学生探究化学的热情和兴趣,促进学生从纯粹的化学实验内容学习跨越到现实生活中的问题解决。

5.1 探析芹菜中的元素,激发实验兴趣热忱

在大一无机及分析化学实验教学中,学生需熟练掌握包括分光光度法和氧化还原滴定在内的多种精密分析技术。其中,邻二氮菲法测定样品中铁含量的分析化学实验就是基于朗伯-比尔定律,阐述溶液吸光度与待测物质浓度及光程长度之间的线性关系。在显色前,可用盐酸羟胺将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,邻二氮菲试剂能够与 Fe^{2+} 生成稳定的橙红色络合物 $\text{Fe}(\text{Phen})_3^{2+}$,该络合物在波长510 nm处有最大吸收,其吸光度A与铁含量成正比,由此可计算得出样品中微量铁的含量。因此,理解并掌握分光光度计的工作原理、构造及其应用非常有利于大学生的综合能力培养。本项目选择芹菜作为核心研究对象,在高中阶段的“检测食品中铁元素”实验基础上,深入探讨并结合分光光度法与氧化还原滴定法,设计一套系统的方法来分别测定芹菜茎和叶中铁元素以及草酸含量(图1)。

实验过程中教师带领学生通过查阅相关资料,判断芹菜中铁的存在形式,寻找合适的方法手段,将铁元素转移到溶液中,在学生掌握氧化还原滴定定性验证铁元素存在基础实验技能后,教师可通过视频、动画和实物演示,深入讲解分光光度计的工作原理及其操作,让学生能熟练运用该设备进行铁元素的定量分析,实现了从使用稀硝酸、KSCN溶液定性验证铁元素的存在到使用邻二氮菲分光法定量测定芹菜中铁元素含量的实验过渡。针对芹菜中的草酸含量测定,教师可设置驱动性问题,引导学生思考如何减少芹菜中有机色素的干扰。学生根据问题,选取合适的吸附材料,以减少干扰因素。由于草酸具有还原性,选用合适的标准液如 KMnO_4 溶液,并根据标准液的性质选择合适的滴定管对草酸进行氧化还原滴定。根据所消耗的溶液量,数据计算得出草酸含量。

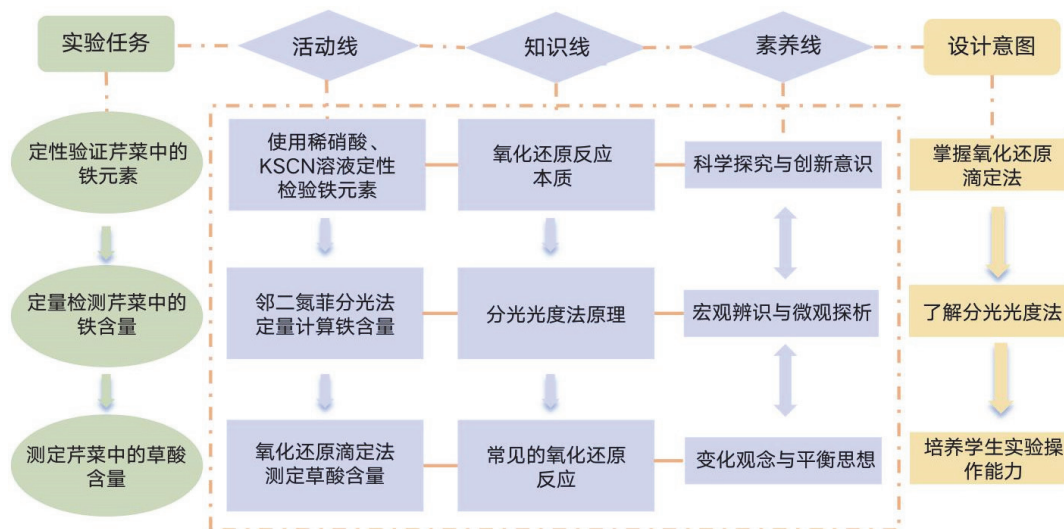


图1 “芹菜元素探析”教学思路

从化学在生活中的实际应用出发,学生深入探究了芹菜的元素组成,在制备标准溶液时,重温高中阶段的基本实验操作:减量法称量、移液、定容,由此过渡到未曾涉猎的分光光度测量法,实现大中衔接。在第三部分测定芹菜中的草酸含量中,氧化还原滴定法作为高中和大学都需掌握的化学分析方法,能够有效帮助学生建立起高中与大学实验之间的桥梁,回顾滴定实验的核心操作:检漏并洗涤、装液排气泡、调液面读取初体积、量取待测液、滴定后读取溶液末体积。这一实验设计将氧化还原理论、分光光度理论以及元素化合物性质融入日常生活实践中,以分析检测食品中的元素为核心任务,使学生在复习旧有知识的同时,拓展新的认知领域,为原本可能显得单调乏味的分析化学实验注入了新的趣味。实验内容紧密贴合学生的思维方式、学习需求及日常生活,充分展现了化学知识的实用价值和意义,有效激发了学生的求知欲和探索欲。通过这一实验,学生不仅能够加深对化学理论知识的理解,还能够提升实验技能,培养科学探索精神,为未来的学习和研究奠定坚实的基础。

5.2 揭开暖贴奥秘,探究电化学原理

氧化还原反应-电催化-电池贯穿整个大学化学,从高中电化学到大学物理化学中的电化学涉及了从基本理论到实际应用、从表象到本质、从定性到定量逐渐过渡的过程。在大学“原电池电动势的测定及其应用”实验过程中,学生需要全面理解并熟练掌握电极电势与可逆电核的核心理论知识,包括电极电势的定义、影响因素及其在电池反应中的关键作用。学生需要具备自主设计和构建基本原电池实验装置,检验电极材料、电解质溶液浓度等因素对电极电动势的影响。这些知识不仅贯穿了整个大学化学学习过程,从浅显逐步深入,而且其学习难度呈螺旋式上升发展。而暖贴的发热原理正好涉及到化学反应的热力学、化学平衡、金属的电化学腐蚀和原电池的构造等。因此,可基于情境教学模式设计“暖贴的揭秘”实验项目。通过研究暖贴的放热速度,将电化学调控化学反应速率融入教学,分析原电池电动势的影响因素,并进一步将电动势 E^\ominus 与电池反应的平衡常数 K^\ominus 联系起来。结合Nernst方程定量计算化学反应能否自发进行,将电化学与热力学联系起来,以由浅入深的方式促进学生的学习,并培养其探究思考能力(图2)。

在正式实验之前,教师发挥主导作用,采用驱动性问题,带领学生对暖贴成分表进行观察,利用电化学知识解析暖贴中主要成分(铁粉、活性炭和食盐)的发热机制。学生通过宏观辨识暖贴的成分,进一步需微观探析暖贴中微粒的变化和运动状态,并根据暖贴的成分抽象出微小原电池,建立相关模型。

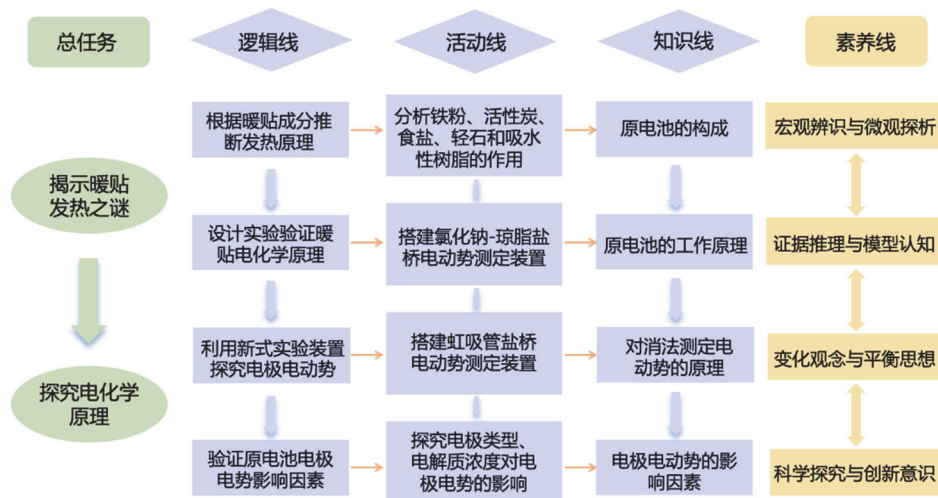


图2 “暖贴的揭秘”教学思路图

在高中“化学反应原理”的学习过程中，判断阴阳离子的放电顺序是一个既重要又困难的问题。在讲解过程中，通常提及阳离子(除了 H^+ 之外)的放电顺序与金属活动性顺序基本一致的概念。学生通过记忆放电顺序表，在做题的过程中较容易作出判断。但若按此顺序进行离子放电顺序的判断，在实际的实验过程中可能出现与之不符或难以解释的现象。本质上，阴阳离子的放电顺序须通过比较其电极电势的大小来确定。在教学实践中，教师可将暖贴中的蛭石这一成分作为切入点，蛭石作为一种硅酸盐矿物，有着促进离子交换的功能，同时高温膨胀时内部能形成细小的空气隔层，起到保温作用，而盐桥有着提高能量转换率、隔离电解质溶液的作用。因此，可引入“氯化钠-琼脂盐桥电动势测定装置”中盐桥这一概念(图3)。通过“虹吸管盐桥电动势测定装置”^[6]，学生可以直接测量不同离子的电极电势，从而准确确定它们的放电顺序(图4)。同时，教师讲解对消法测定电池电动势的基本原理，以及数字式电子电位差计的正确使用方法，指导学生组装新仪器，并利用Nernst方程式来解释实验现象。这种实验设计既能够提升学生对电化学原理的理解，也能够培养他们实验设计和数据分析的能力。在引入电极电势概念后，为加强实验的探究性，达到承上启下的目的，在深入探究环节，学生需利用电动势测定装置探究电极类型、电解质浓度对电极电势的影响。在进一步实验中，教师引导学生将热力学知识与电化学知识结合起来，以促进他们对化学反应的深入理解。通过实验，学生将学会如何运用Nernst方程，将电动势 E^{\ominus} 与电池反应的平衡常数 K^{\ominus} 相关联，从而定量地评估化学反应的自发性。在这一实验中，学生将学习如何使用Nernst方程来计算电池反应的平衡常数 K^{\ominus} ，进而评估化学反应是否趋向于自发进行。通过数据分析，学生将逐渐建立起对化学反应动力学和热力学的整体认识，培养其探究思考和问题解决能力。

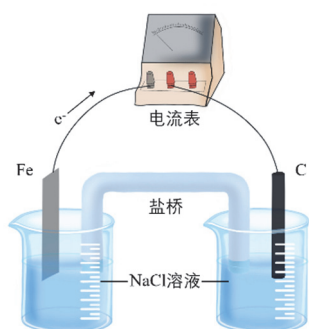


图3 氯化钠-琼脂盐桥电动势测定装置

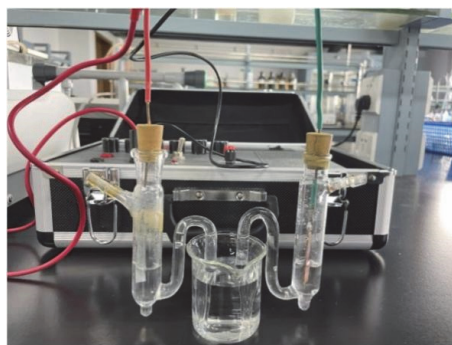


图4 虹吸管盐桥电动势测定装置

在“暖贴的揭秘”项目实验中，以暖贴的成分和发热原理为线索，从而进行一系列基础和探究实验。在这个过程中，学生有机地将已有的知识与新的概念相结合，既深入了解了原电池电动势的测定及其应用，又拓展了相关实验知识和技能。教师需要充分利用学生在高中阶段学过的氧化还原反应中关于电子转移、化合价升降和原电池装配方面的知识，让他们自主设计氯化钠-琼脂盐桥测定装置，初步测定原电池的电极电势。随后，引导学生进一步探究阴、阳离子放电顺序的本质，并逐层深入，顺势引入电动势概念和虹吸管盐桥电动势测定装置，讲解对消法测定电池电动势，帮助学生理解不同因素对电极电势的影响，使高中的初步实验与大学阶段的进阶实验形成对照，加深学生对于电池电动势的理解。最后，为了拓展研究范围，加深学习难度，可将电化学与热化学相结合，使学生能够在已有的知识基础上更深入地理解这些概念，并扩大他们的实验经验。这一过程旨在促进学生的探究思维，提高他们的实验技能，并培养他们对化学学科的全面理解。

5.3 制作鲜花香皂，强化实验技能

综合探究性实验是培养创新性人才的重要手段，随着近代合成化学的蓬勃发展，分离提纯技术在化学领域的重要性日益凸显。对于化学相关专业的大学生而言，掌握各种分离提纯技术不仅是学术研究的必备技能，更是未来从事化学工作所必需的实践能力。当前，多数高校在化学实验教学中，均包含了植物色素(索氏提取)和植物精油(水蒸气蒸馏)的提取实验，同时皂化反应也被视为化学基础实验之一。鉴于此，教师可将这三个基础实验进行有机串联，设计一项名为“鲜花手工皂”的创新教学实验。利用玫瑰、薰衣草等植物作为实验材料^[7]，引导学生自主进行天然产物的色素提取、精油分离提纯和衍生化探究实验(图5)。

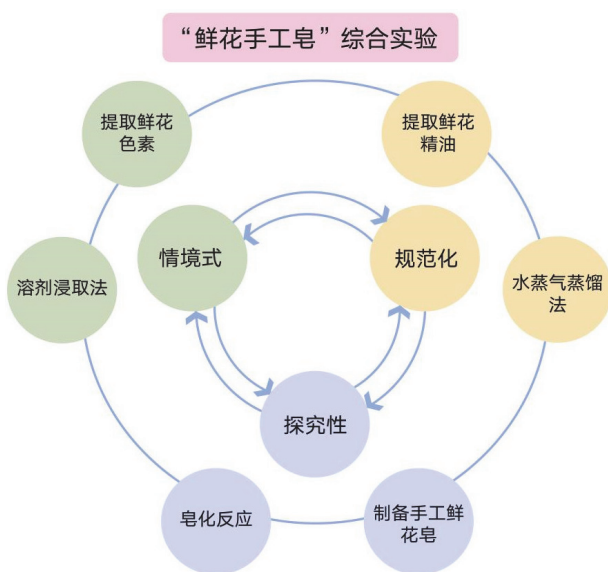


图5 “鲜花手工皂”教学思路

“鲜花手工皂”实验将“植物色素提取”“植物精油分离纯化”“手工皂制备”三者有机融合，实现了相互渗透，从而打破了传统单一实验教学的局限性，达到综合实验教学的目的。在鲜花色素的提取过程中，基于不同物质在不同溶剂中溶解性差异的原理，学生需要利用溶剂浸取法，选择适宜的溶剂，控制浸取时间，进而提取鲜花色素。为了去除多余溶剂的影响，学生还需熟练掌握旋蒸操作技术，从而得到色素浓缩液。对于鲜花精油则采用水蒸气蒸馏法，调节蒸馏温度与时间，利用水蒸气将精油从鲜花中蒸馏提取，利用油水互不相溶原理经分液操作将精油分离纯化。在色素、精油提取完毕后，根据油脂在氢氧化钠催化下的水解皂化反应，添加此前提取的色素、精油，制备“鲜花手工皂”，在过程中，学生需控制温度、反应时间等变量以及手工皂的成型技巧。通过

创设“鲜花手工皂”情境，设计环环相扣的实验，学生探究色素、精油的提取，以及手工皂的制备的同时，学习掌握多种分离提纯技术，实验操作技能得到规范与提升，实现了综合实验能力的提升。

学生在高中人教版化学选修3的第3章“自制肥皂”研究与实践中，已初步接触了生产肥皂的基本工艺流程，掌握了皂类和油脂碱性水解相关知识，具备了有机化学的基本实验操作技能。大学教师在实验教学的过程中应利用好高中阶段的良好知识基础，唤醒学生有关记忆，及时调取高中皂化反应相关知识，回顾肥皂的主要结构及相关反应方程式。在此基础上拓展延伸知识面，详细阐述水蒸气蒸馏法、溶剂浸取法的实验装置及操作方法，强调在实验过程中控制温度和反应时间的重要性，以确保酯化反应完全完成后再进行加热处理。

从简单的“自制肥皂”过渡到更为综合的“鲜花手工皂”的制备，不仅仅是实验难度上的提升，而且充分体现了实验的系统性、连贯性。利用大中化学实验的重叠部分，衔接起大中化学实验。从学生熟悉的皂化反应入手，增强实验的亲切感，步步分解，层层递进，逐步引导学生进行更为复杂的实验操作，激发了他们的学习积极性和探究欲望。这种情境模式下集趣味、操作规范和探究于一体的教学实践让学生通过实际操作体验到化学知识的应用和实用性，进一步提高了他们对实验探索的热情，培养了他们的综合实践探究能力。

6 结语

借实验之手，育时代新人，在情境中学习，在探索中思考。实验作为化学学科的四梁八柱，其阶段性衔接问题需予以重视。本文通过创设真实问题情境，将高中知识融入大学实验教学之中，让大学生在探究中提升问题解决能力，夯实实验操作技能；力争帮助学生建构自己的知识体系，激发化学智慧，提升化学学科综合素养。

参 考 文 献

- [1] 丁伟, 陆靖. 大学化学, **2014**, *29* (1), 11.
- [2] 范丽岩, 刘亚菲, 吴梅芬, 许新华. 大学化学, **2023**, *38* (8), 1.
- [3] 谭海坚. 新课程学习(中), **2015**, No. 1, 161.
- [4] 张水连, 刘博科, 张世勇. 化学教育(中英文), **2022**, *43* (9), 95.
- [5] 李晨瑶, 潘铖柠, 章鹏飞, 徐伟明. 大学化学, **2025**, *40* (1), 7.
- [6] 宋洁, 周守勇, 徐继明, 赵朴素, 皮武. 大学化学, **2023**, *38* (2), 15.
- [7] 马贤波, 李新汉, 张富琴, 陈名红, 叶艳青, 黄超. 大学化学, **2021**, *36* (8), 2009017.