DOI:10.19789/j.1004-9398.2023.05.017
文献引用:黄欣,袁雪."碳中和"背景下大学化学课程与绿色化学理念融合探索[J].首都师范大学学报(自然科学版),2023,44(5):114-120.
HUANG X, YUAN X. Integration of College Chemistry course and green chemistry concept under the background of "carbon neutrality"[J]. Journal of Capital Normal University(Natural Science Edition),2023,44(5):114-120.

"碳中和"背景下大学化学课程与绿色化学理念融合探索*

黄 欣**, 袁 雪

(中国地质大学(北京)数理学院, 北京 100083)

摘要:大学化学是理工类本科生的重要基础课程,在"碳中和"背景和绿色可持续发展新形势下,传统灌输式的教学模式已经无法满足现代化教育要求,亟需建立符合时代要求的大学化学课程体系。碳中和内涵与绿色化学理念高度契合,本文通过绿色化学典型案例启发,将现代信息技术教学和思政元素结合设计,对大学化学课程与绿色化学理念融合进行了探讨。实现了课程专业知识中绿色化学理念的渗透并融入课程思政,在学生成长的关键时期强化其绿色环保意识,提高了课程的教学质量和学生的综合素养。

关键词:绿色化学;大学化学;碳中和;教学研究
中图分类号:O64 **文献标识码**:A

Integration of College Chemistry course and green chemistry concept under the background of "carbon neutrality"*

HUANG Xin**, YUAN Xue

(School of Science, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: College Chemistry is an important basic course for science and engineering undergraduates, under the background of "carbon neutrality" and the new situation of green and sustainable development, the traditional infusing teaching mode can no longer meet the requirements of modern education, and it is urgent to establish a College Chemistry course system that meets the requirements of the times. The connotation of carbon neutrality is highly compatible with the concept of green chemistry, and this paper discusses the integration of College Chemistry course and green chemistry concepts through the inspiration of typical cases of green chemistry, modern information technology teaching, and the combination of ideological and political elements. This exploration realized the infiltration of the green chemistry concept into the curriculum professional knowledge and the integration into the curriculum ideological and political elements, strengthened students' awareness of green environmental protection in the critical period of their growth, and improved the teaching quality of the course and the comprehensive literacy of students.

Keywords: green chemistry; college chemistry; carbon neutral; teaching research
CLC: O64 **DC**: A

收稿日期:2023-03-22
* 中央高校基本科研业务费新教师基本科研能力提升项目(2-9-2021-009)
** 通信作者:huangxin@cugb.edu.cn

0　引　言

“碳达峰、碳中和”目标是我国应对全球气候变化,促进经济社会绿色可持续发展的重大举措,以习近平同志为核心的党中央作出了一系列关于推动绿色低碳发展、实现“双碳”目标的重大决策部署,对我国经济社会发展和生态环境保护产生了深远影响[1-3]。碳中和的核心目标与绿色化学理念高度契合,即为绿色永续发展和构建人类命运共同体。二者相辅相成,碳中和为加快绿色化学的发展绘制人才蓝图,绿色化学为碳中和的实现提供了理论支撑和行动路径。实现碳达峰、碳中和,是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,对加强新时代各类人才培养提出了新要求。2022年4月,教育部印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》[4],明确指出要深入贯彻新时代人才强国战略部署,面向碳达峰、碳中和目标,加强绿色低碳教育,将绿色低碳理念纳入教育教学体系。作为高校教师,要做到与新时代浪潮同行,将中国特色社会主义建设,绿色低碳理念和核心价值观融入到课堂教学中,培育新时代社会主义的建设者和接班人。目前许多高校教师已经意识到绿色化学理念与学科建设相结合的重要性,并在教学实践中开展了相关探索,贯彻和落实绿色化学理念在现代化教育教学体系的融入。如:杨占会和许家喜[5]以有机化学课程中的5个重要知识点为例,在教学案例中融入习近平绿色发展理念,对课程思政进行了探索;邢肖肖等[6]在绿色化学理念的指引下,对无机化学实验室进行了绿色化探索;吴彦东等[7]将绿色化学理念引入本科生基础化学实验课程中,提升了学生的研究兴趣;鄢维和李渊[8]开展了“一理念四路径”课程实施,将绿色理念融入油田化学课程进行探索;陈珍珍[9]在大学化学课堂中对绿色化学教育进行有效渗透。

大学化学是中国地质大学(北京)面向地质类、能源类和水资源类等理工科专业的大一新生开设的一门重要基础课程。该课程包含的知识内容较为繁杂,而学生的化学基础参差不齐并且课程学时有限,因而传统教学的重点是讲述化学学科的基本理论知识,培养学生掌握课程所蕴含的化学知识内涵和科学思维方法,弱化了与国家战略部署和社会技术改革的结合,在绿色低碳教育方面存在一定欠缺,从而导致:(1)学生对该课程的学习兴趣不足,缺乏学习主动性;(2)教学方法单一,学生创新能力受到限制,影响大学化学课程的教学效果;(3)忽略对学生的价值导向引领,绿色可持续发展理念薄弱,难以培养具有正确世界观和价值观的高素质人才。在碳中和背景下,将绿色低碳理念纳入大学化学课程体系,加强绿色低碳教育已势在必行。本研究尝试对传统灌输式的教学模式进行改革,就绿色化学理念在大学化学教学中的有机融入进行了探索。以碳中和目标为切入点,注重知识讲解与价值引领的有机结合,将绿色化学理念贯穿于课堂教学全过程。通过典型案例启发,激发学生的学习兴趣,结合数字化专业知识教学,对知识进行深度挖掘,并自然地结合思政元素,使学生深刻理解和掌握绿色化学理念,培养具有家国情怀的高素质人才。

1　理念介绍

1.1　碳中和

随着经济和社会的快速发展,煤炭、石油和天然气三大核心化石燃料在为人类生产生活提供赖以为生的能源的同时,也不可避免地影响了自然界的碳循环[10]。碳排放总量呈逐年增加,气候变化已成为全球不可忽视的重点问题,碳中和理念应运而生。这一概念来源于国际上广泛使用的“净零”(net zero)术语,最早由政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在2018年提出净零CO_2排放量[11]:当一定时间内通过人为CO_2移除使得全球人为CO_2排放量达到平衡时,可实现净零CO_2排放。2020年9月,习近平主席在第75届联合国大会上提出,中国将采取更有力的政策和措施,CO_2排放力争于2030年前达到峰值,争取在2060年前实现碳中和[1]。自此,碳中和理念被正式提出并引起了国内外社会的高度关注。

碳中和即为碳足迹净零,意指在一定时间内,通过绿色途径实现人为产生的碳排放量的正负抵消,达到CO_2“零排放”。扩大到广义层面上理解,碳中和不仅仅为CO_2中和,还包括CH_4、O_3、氢氟碳化物(HFCs)等温室气体中和、气候中和等,可以理解为是净零一系列概念的统称,而通过绿色可持续的方法,实现CO_2减排和吸收,达到CO_2中和是实现碳中和目标的核心问题[12]。在我国“双碳”目标的大背景下,绿色化学已成为当今时代研究和发展的主题,培养学生绿色化学理念是实现我国社会可持续发展的必然要求。

1.2 绿色化学

绿色化学又称可持续化学,绿色化学注重在化工生产中,减少或者消除有害化学物质的使用[13-14]。绿色化学的研究重点是原料、反应和产品三位一体的绿色(图1),从源头上减少了污染物的产生和排放,这与传统化工行业先污染后治理的治理方式不同。绿色化学所遵循的12条基本原则[15]在很大程度上与碳中和倡导的节能减排理念不谋而合。例如:零排放原则,在化学产品生产过程中尽可能减少废弃物的产生;低能耗原则,在化学产品生产中将能源的消耗降低到最低限度;可再生原则,在原料使用上充分考虑成本和对环境的影响,实现资源利用最大化;经济性原则,基于原子经济型化学反应理论,保证反应过程中每个原子都能被充分利用,提高生产反应效率等[16]。这些原则都以节能减排为目标,从各个维度为实现该目标打下良好的基础。

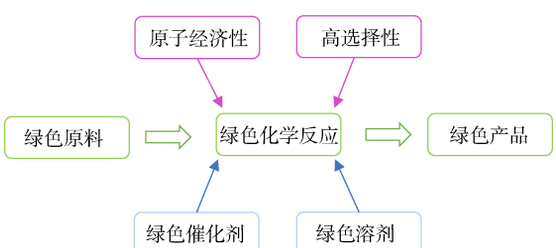


图1 绿色化学研究重点

绿色化学并非新型的研究理念,相关研究可追溯到20世纪90年代。工业革命以来,随着科技社会的快速进步和人口急速增长,人类面临着日益严重的能源和生态危机,在社会发展与环境保护矛盾逐级增长之时,绿色化学的理念经历了不断发展,到现在已成为了化学科学、材料科学、能源和生物等学科交叉融合的研究领域[17-18]。绿色化学在环境保护方面提出了更高的要求,在当前工业生产废弃物排放污染环境的背景下,从源头上减少或者消除污染,实现资源的合理利用和优化配置,对实现人与自然和谐共处,推动社会可持续发展具有重要作用。将大学化学课程与绿色化学理念融合,教师通过在课堂化学基础知识教学中贯穿绿色化学思想,并结合课程思政理念,对培养学生的绿色环保意识和创新精神,树立正确的价值取向和崇高的理想信念具有重要意义。

习近平在全国高校思想政治工作会议上强调要把思想政治工作贯穿教育教学全过程[19],当前课程思政改革和探索已经成为高等教育发展的重点。绿色化学涉及的学科范围和应用领域十分广泛,将绿色化学理念所包含的原理、技术路线、思维方式融入大学化学这门基础课程,不仅符合碳中和背景下社会发展的需求,同时又能在课程中润物细无声地结合思政教育[20]。将社会主义核心价值观与大学化学学科教育和建设有机结合起来,不仅能够提升教师的综合教学水平,还能通过全方位教学对学生进行综合素质培养[21]。在碳中和背景下,绿色发展理念在大学化学课程体系中的融入有助于进一步培养和巩固学生的绿色环保思维,树立正确的价值取向和高尚的家国情怀。绿色环保理念也体现了马克思主义的唯物史观,只有以人为主体,实现人与自然的和谐共处,才能实现社会的可持续性发展。

2 绿色化学理念融合教学设计

2.1 教学内容分析

大学化学是一门现代化导论课程,以化学平衡和物质结构理论为主线,知识框架包含化学热力学、化学反应基本原理、水溶液化学、电化学、物质结构基础、高分子化合物和仪器分析基础等,运用辩证唯物主义观点阐明化学规律并联系社会生产实践,意在培养学生掌握大学化学课程所蕴含的知识内涵和科学思维方法。目前该课程面向中国地质大学(北京)8个理工类相关专业的大一新生开设,总授课班级为30个,上课学生人数接近1 000人。大部分学生的专业基础知识比较薄弱,对物质结构基础和化学平衡相关知识有畏难情绪和一定的理解障碍。此外,学生对当前环境现状和绿色可持续发展理念认识不足,对国家重大战略部署和发展规划缺乏了解,在课程学习中难以调动学习热情和培养家国情怀。

绿色化学是随着经济社会发展而兴起的一门交叉学科,目前已成为化学化工和环境科学等专业的必修课程,内容涉及绿色化学中的基本概念和原理、循环经济和环境现状、新的化学工艺和方法、先进研究热点及前景等,紧密联系社会生产实际的同时蕴含了广泛的课程思政资源。分析大学化学的课程特点和绿色化学理念的交叉融合,通过绿色化学典型案例启发,运用现代信息技术教学和思政元素结合设计,激发学生的学习热情,在掌握知识的

基础上培养学生的科学研究思维方式,树立家国情怀和可持续发展理念。

2.2　教改设计及方法

针对大学生刚刚接触到大学化学专业知识,并且绿色意识相对淡薄的问题,如何在课程教学中有机融入绿色化学理念,引导学生深入思考并践行绿色环保理念显得尤为重要。基于此,本文通过典型案例启发、现代信息技术数字化专业知识教学和课程思政教学融入3条线路相辅相成(图2),进行了碳中和背景下大学化学课程与绿色化学理念融合探索和研究。在课堂教学中,教师要做到全局把握大学化学课程涉及到的知识点,梳理和分析每节课要讲授的知识点,设计绿色化学典型案例启发,激发学生的学习兴趣;之后利用现代信息技术教学,循序渐进地引导学生克服畏难情绪,掌握专业知识和科学研究方法;深度挖掘思政元素,合理设计思政元素融入教材内容,培养具有家国情怀、科学精神和绿色低碳理念的高素质人才。

3　绿色化学理念融合教学实践

3.1　典型案例启发,发挥学生主观能动性

随着经济社会的快速发展,能源和环境问题日益严峻,尤其是面临着化石能源日益短缺的困境,通过一些典型案例教学,紧密联系学生的生活实践,从实际生活经验出发,吸引学生对国家政策或身边息息相关事情的关注度,激发学生对化学学科探索的兴趣度,以便发挥其在后续大学化学学习中的主观能动性。

(1)西瓜皮——超级电容器储能。生物质是理想的可替代化石能源的可再生资源,具有储量丰富、成本低廉、绿色环保等优点,其在化工生产、农业和交通等领域有着广泛的应用前景[22],有利于实现碳中和目标。超级电容器因其高功率密度和极长的循环寿命(>10万倍)而受到越来越多的关注,生活中常见的农林废弃物(如香蕉皮、秸秆、玉米芯及西瓜皮等)有作为原料制备超级电容器的潜力。Zhang等[23]利用西瓜皮作为前驱体,制备了氮氧共掺杂三维多孔碳作为超级电容器的电极材料,其表现了优秀的循环稳定性和高比电容。此案例的引入让学生了解生物质转化的前沿热点,拓宽了学生的知识面,同时也使学生意识到生活中处处是可利用的生物质“宝藏”,理解通过增值利用可以将垃圾变成“香饽饽”,培养了学生的创新能力和绿色化学理念。

(2)CO_2——可口可乐包装原料。实现碳中和目标,一方面要减少CO_2排放,另一方面增加CO_2的吸收和转化。2022年8月,可口可乐欧洲太平洋(Coca-Cola Europacific Partners plc,CCEP)公司与加州大学伯克利分校(University of California,Berkeley,UCB)合作,宣布共同研发将捕获的CO_2转化为包装原料的技术[24]。这项将温室气体“凭空”转化为工业产品的技术以CO_2转化为糖为基础,预计不仅能够实现碳减排,还能够缓解对石油基塑料产品的依赖,降低能源消耗和原料成本。在授课过程中,CO_2转化制备精细化学品在日常实际生活的应用,引导学生认识改变传统发展对石油基原料和传统化石能源结构的依赖,不断开发绿色可持续技术,帮助学生树立绿色化学观和生态文明观。通过典型案例深入贯彻绿色化学的理念,培养绿色化学类人才,促进绿色化学化工的发展。

3.2　现代信息技术教学

现代信息技术在专业课教学中的应用主要包括计算机多媒体技术和现代通信网络技术。其中多媒体技术包括传统的多媒体教学,即PPT的展示,还包括Flash演示和动态模拟。现代通信网络技术主要包括在线课堂平台(如慕课)、APP平台(如

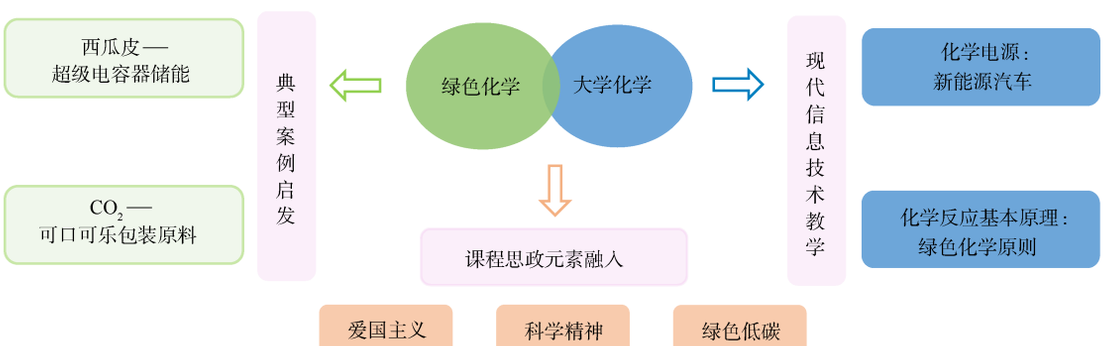


图2　大学化学融合绿色化学课程探索

学习通、腾讯会议等)和网络资源平台库等。合理且恰当的现代信息技术应用,可以帮助学生精准理解和掌握专业知识。

(1)多媒体技术讲解化学电源。以近些年比较热门的新能源汽车作为教学引入,通过Flash动画演示和多媒体技术动态模拟演示,进行化学电源部分专业知识的介绍。电池分为一次电池、二次电池和连续电池3类,目前已市场化的新能源汽车涉及到的是锂离子电池,生活中常称之为锂电池,是典型的二次电池。通过Flash动画演示其电芯结构,包括正极、负极、电解液和隔膜4个部分,其中负极通常采用锂与碳的层间化合物,如Li_xC_6;正极通常采用含锂的金属化合物,如$LiCoO_2$和$LiNiO_2$等。典型的锂离子电池系统为

(−)Li_xC_6|含锂离子的电解质|$LiCoO_2$(+)。

采用多媒体动态模拟演示锂离子电池的充放电过程,形象生动展示电池的二级变化情况,由此延伸出反应原理,加深学生对知识的记忆。

充电过程中,电极发生反应为:

正极反应:$LiCoO_2 = Li_{1-x}CoO_2 + xLi^+ + xe^-$,

负极反应:$6C + xLi^+ + xe^- = Li_xC_6$,

电池总反应:$LiCoO_2 + 6C = Li_{1-x}CoO_2 + Li_xC_6$。

放电过程中,负极中的锂失电子,通过在电解液中的定向移动将得到的Li^+汇集到正极,并在正极进一步得到电子,从而嵌入正极。锂离子在整个充放电过程中是在正负极之间来回运动的,所以也就有了“摇椅电池”之称[25]。理解了锂离子电池的结构组成及其基本原理,学生就不难理解与传统电池相比,锂离子电池几乎不含有毒有害物质,贯彻了绿色化学的思想,对环境的污染比较小。

(2)现代通信网络技术讲解化学反应原理。课前,通过学习通布置预习作业,让学生查找工业中生产环氧乙烷的技术和装置。课堂,讲解化学反应原理部分知识时,引导学生从绿色化学的角度深度学习和理解化学反应基本原理。以生产重要有机中间体环氧乙烷为例,通过学习通APP随机点名,随机选择学生分享课前搜集到的成果。通过讨论,经典氯醇法生产环氧乙烷需要经历两步反应,原子利用率仅为25%,而改进实验方法后,可通过银催化乙烯直接氧化法,一步反应直接得到目标产物,原子利用率可提高到100%,理论上在反应过程中没有生成废弃物[26]。在改进的催化方法中,Ag催化剂在提高原子利用率和反应产率方面起到了重要的作用。在保证反应可行性的基础上,设计不产生或者少产生污染的化学反应过程,将原料分子中的原子全部转化为目标产物,从而实现废弃物的零排放,符合绿色化学所遵循的12项原则中的经济性原则,是绿色化学与化工生产实际和大学课程结合的典范。在课程中继续深入讲解化学反应速率专业知识,进一步引出反应的活化能以及催化剂的概念,学生通过深入理解化学反应基本原理,进而学会从绿色化学的角度,以环保和可持续发展的目标设计反应过程。课后,学生完成在线课堂和学习通任务点,并通过搜索网络资源,撰写1篇与绿色化学相关的期中论文,通过腾讯会议答辩对论文进行汇总和评级,计入课程评价体系。

3.3 思政元素结合探索

在课堂教学中,结合课程思政元素能够将知识内容和价值引领统一起来。大学化学课程章节知识点分布明确且具有逻辑性,可针对章节主题结合国家战略部署、科学前沿、生态环境形势等,将社会主义核心价值观和绿色化学理念贯彻到教学过程中,实现立德树人根本任务。大学化学课程内容与思政元素结合的具体内容列于表1。

(1)爱国主义、民族自豪感。反应热是化学热力学的重要内容,主要涉及标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓和盖斯定律等重要理论概念。在讲述本节内容时,通过神舟十四号载人飞船发射圆满成功作为情境导入,引出火箭发射所需的燃料燃烧中反应热的测量和计算问题,引导学生积极参与课堂教学并主动思考。以我国航天事业的不断超越和自主创新为例,激发学生强烈的民族自豪感和爱国主义精神。

(2)科学精神、创新能力培养。在学习原子结构理论的内容时,通过原子结构模型的提出和发展,从道尔顿、汤姆森、卢瑟福和玻尔等科学家提出的原子模型,再到现代科学家提出的电子云模型,

表1 大学化学结合思政元素教学内容探索

知识点	思政融入点	思政元素结合点
反应热	神舟十四号载人飞船发射圆满成功、工业废热、煤改气政策	爱国主义教学、民族自豪感、民族责任感
原子结构	原子结构理论的发展概况、徐光宪先生提出的$(n+0.7l)$近似规律	科学精神教学、探索精神、严谨务实
电解池原理	电催化还原CO_2科研前沿、电解水制氢技术	绿色可持续发展观、科学精神、科技报国

学习科学家不断探索、秉持科学精神进行严谨探究的态度。引导学生后期在知识学习和实践中,用辩证的观点看待问题,在解决问题的过程中不畏艰难并严谨务实,帮助提高学生的创新精神,推动学生以探索创新精神勇攀知识高峰。

(3)绿色低碳理念、科技报国。在学习电化学内容时,涉及到电解池的原理时,可以与当前的科研热点内容,将电催化还原CO_2转化研究结合起来。通过对催化剂、电解液和电解装置的精巧设计,可以将CO_2高效转化成CO、HCOOH和C_2H_4等具有经济效益的高附加值产品,实现CO_2中和。当前,电催化还原CO_2转化研究中,CO_2转化为多碳产物的选择性较低,还需不断突破研究难点,掌握核心技术。从民族使命感出发,鼓励学生不断探索和创新,实现科技报国。

4　教学效果

对大学化学课程与绿色化学理念融合探索的效果进行评价是教学改革的重要组成部分。在日常教学过程中,在学习通中发起“绿色化学知多少”话题讨论,通过话题引导学生踊跃发言并积极讨论,内容涉及衣、食、住、行等方面,可以发现学生在关心科学前沿和社会新闻的同时,能够以绿色化学、可持续发展的角度看待和分析问题。

在教学结束后,选取3个班级共96位学生进行问卷调查,主要进行学习主动性、课程知识内容掌握、绿色低碳理念和思政元素融合效果等内容的调查。有效收回问卷93份,结果显示:99%的学生认为在大学化学课程中融入绿色化学理念能够帮助自己提高绿色低碳意识和树立可持续发展观;97%的学生认为在教学中通过绿色化学典型案例启发,能够扩充自己的知识面,激发学习兴趣;93%的学生认为在课程中融合思政元素能够帮助自己践行社会主义核心价值观;96%的学生认为在课堂中贯彻绿色化学理念优于传统灌输式教学,具体表现为知识点记忆更加牢固,对知识的原理和联系生活实际均有深层次的思考;91%的学生认为大学化学与绿色化学理念融合并结合思政元素的教学模式合理。

教改课程之后,教师可以明显感受到学生在课堂中的参与度更强,课后作业准确度更高,对知识的掌握有提升;学生提交的课程期中小论文中,有50%以上的学生选择了与绿色化学相关的主题;此外,学生非常积极申报与绿色化学有关的大学生创业创新训练项目。

5　结束语

在“双碳”目标的大背景下,培养学生绿色化学理念是实现社会可持续发展的必然要求。本文通过分析绿色化学理念在大学化学课程中的应用案例,提出了将绿色化学理念融入课程教学中的具体策略。通过典型案例启发,吸引学生兴趣并充分发挥主观能动性,在专业知识教学中润物细无声地融入思政元素,有助于贯彻立德树人教育理念,培养高素质和创新人才,实现立德树人根本任务。

参 考 文 献

[1] 习近平.在第七十五届联合国大会一般性辩论上的重要讲话[N].人民日报,2020-09-23.

[2] 邓旭,谢俊,滕飞.何谓“碳中和”?[J].气候变化研究进展,2021,17(1):107-113.

[3] 陈迎.碳中和概念再辨析[J].中国人口·资源与环境,2022,32(4):1-12.

[4] 教育部.加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案[EB/OL].(2022-04-24)[2022-11-20].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506_625229.html.

[5] 杨占会,许家喜.有机化学课程中的绿色发展理念[J].大学化学,2020,35(7):99-103.

[6] 邢肖肖,邱丽娟,安颖,等.无机化学实验室绿色化探索[J].实验室科学,2022,25(4):196-199.

[7] 吴彦东,郑晔,王崔颖,等.将绿色化学理念引入基础化学实验的设计与实践[J].广州化工,2022,50(11):158-160.

[8] 鄢维,李渊.双碳背景下绿色理念融入高职石油课程建设的途径[J].湖北开放大学学报,2022,42(3):44-47+64.

[9] 陈珍珍.大学化学教学中绿色化学教育的渗透途径探微[J].语文课内外,2021(4):347.

[10] 刘臻,次东辉,方薪晖,等.基于含碳废弃物与煤共气化的碳循环概念及碳减排潜力分析[J].洁净煤技术,2022,28(2):130-136.

[11] IPCC. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) special report on global warming of 1.5 ℃[EB/OL].(2018-10-08)[2023-04-10].https://www.ipcc.ch/sr15/.

[12] 田原宇,乔英云,张永宁.碳中和约束下绿色减排体系的构建[J].化工进展,2022,41(2):1078-1084.

[13] 阎松,孙小平.绿色化学理念在化学化工教学改革中的

应用[J].实验技术与管理,2017,34(12):200-202+209.
[14] 牟涛,郝丽杰,汪建江.绿色化学[M].天津:天津科学技术出版社,2018.
[15] ANASTAS P T, WARNER J C. Green chemistry: theory and practice[M]. New York: Oxford University Press, 1998.
[16] 周磊.绿色化学的若干衡量指标[J].大学化学,2021,36(6):63-70.
[17] 李娜娜,莫尊理.近十年我国绿色化学教育研究热点可视化分析[J].化学教与学,2021(3):2-8.
[18] 纪红兵,佘远斌.绿色化学化工基本问题的发展与研究[J].化工进展,2007(5):605-614.
[19] 佚名.习近平在全国高校思想政治工作会议上的强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程,开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1).
[20] 别福升,丁洪晓,刘雪静.《绿色化学》课程思政的教学初探[J].广州化工,2022,50(17):245-246+252.
[21] 黄潇楠,常华,刘婧媛,等.师范院校高分子化学课程思政的教学探索[J].首都师范大学学报(自然科学版),2021,42(6):84-88.
[22] 邹俊,陈应泉,杨海平,等.生物质高值化利用研究综述[J].华中科技大学学报(自然科学版),2022,50(7):79-88.
[23] ZHANG P, MU J, GUO Z, et al. Watermelon peel-derived heteroatom-doped hierarchical porous carbon as a high-performance electrode material for supercapacitors[J]. ChemElectroChem,2021,8(6):1196-1203.
[24] ZHANG E.一面减碳一面缺碳,二氧化碳与食品行业为何"相爱相杀"?[EB/OL].(2022-09-05)[2023-04-10]. https://m.163.com/dy/article/HGG41BAE0514HDQI.html.
[25] 徐端钧,方文军,聂晶晶,等.普通化学[M].7版.北京:高等教育出版社,2020.
[26] 倪琳.银催化乙烯制备环氧乙烷研究进展[J].辽宁化工,2020,49(9):1151-1152+1154.

(责任编辑:王 媛)

(上接第113页)

[4] 张天杰,李雪飞,张伟,等.生理学课程思政的探索与实践[J].湘南学院学报(医学版),2021,23(2):64-66.
[5] 林宇涵,于洋,李垚,等.生理学课程思政案例的建设与实践探索[J].卫生职业教育,2021,39(6):39-40.
[6] 邱爱珠,徐晔青,欧阳翌国."三全育人"视域下"123"课程思政模式构建:以"生理学"课程思政改革为例[J].教育教学论坛,2023(2):181-184.
[7] 罗自强,冯丹丹.基于"雅医在途"公众号开展生理学课程思政教育[J].基础医学教育,2020,22(12):915-917.
[8] 刘宣宣,吴瑕,韩莹.生理学课程思政教学的实践研究[J].教育教学论坛,2020(52):57-58.
[9] 邓小艳."课程思政"背景下大学英语教师专业发展探析[J].湖北科技学院学报,2022,42(3):132-136+147.
[10] 杨先永,田现旺.高校"思政课程"与"课程思政"协同育人的行动路向探究[J].齐鲁师范学院学报,2022,37(6):1-10.
[11] 杨春婧,邸立明.高校专业课程思政建设良性迭代机制:辅导员协同专业课程思政的终身成才教育[J].高教学刊,2023,9(6):180-184+188.
[12] 许淑琴,邱晖,孟惊雷.高校本科课程思政建设路径与机制[J].高教学刊,2021(11):193-196.
[13] 王丹,陆秋萍,盛清.依托科研,生物技术专业实施本科生导师制的探索与实践[J].中国校外教育,2012(36):128-129.
[14] 张文平,陆秋萍,李司,等.导师制+学团制:生物科学人才培养模式探讨[J].浙江理工大学学报,2014,32(4):166-168+174.
[15] 王丹,代琦,陈贵钱,等.生物类专业生理学课程融入思政教育的实施路径探讨[J].首都师范大学学报(自然科学版),2021,42(4):75-80.
[16] 王纱纱.地方文化融入古代文学课程思政"一核心三联动"教学模式探索:以泰山学院为例[J].教育观察,2021,10(38):87-89.
[17] 成瑶.高校第二课堂人才培养模式研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2010:42.
[18] 章鸣,王舒,王宝.高校第二课堂课程思政实施的必要性和可行性初探[J].中国共青团,2020(17):70-71.
[19] 程涛,徐燕.第一课堂和第二课堂协同思政育人的实践[J].文教资料,2021(14):105-107.
[20] 王丹,代琦,吕正兵,等.生物类专业人体解剖学绘图作品展的实践意义探讨[J].解剖学杂志,2021,44(4):368-369.
[21] 付思,宗立新,关宁.基于"互联网+"的多元混合ESP教学研究[J].创新创业理论研究与实践,2022,5(1):22-25.
[22] 韩筠.在线课程推动高等教育教学创新[J].教育研究,2020,41(8):22-26.
[23] 高雁,牛智温.高校课程思政线上线下一体化教学模式研究[J].吉林工程技术师范学院学报,2022,38(12):34-37.
[24] 王庭槐.生理学[M].9版.北京:人民卫生出版社,2018.

(责任编辑:王 媛)