

物理化学实验思政改革的探索与实践

樊友军^{1,*}, 蔡丹丹², 陈卫¹, 邱建华¹

¹广西师范大学化学与药学院, 化学国家级实验教学示范中心(广西师范大学), 广西 桂林 541004

²中山大学化学工程与技术学院, 广东 珠海 519082

摘要: 针对当前物理化学实验课程思政与实验教学脱节和融合不畅的问题, 通过培养教师课程思政的意识和能力、修订物理化学实验教学目标、优化教学内容、完善教学手段和考核方式等方面的探索, 将课程思政元素“润物细无声”地融合到实验教学中, 使学生“亲其师, 信其道”, 品尝到含有思政元素“盐”的“美味佳肴”。

关键词: 物理化学实验; 课程思政改革; 探索; 实践

中图分类号: G64; O6; O6-33

Exploration and Practice of Ideological and Political Education Reform in Physical Chemistry Experiment

Youjun Fan^{1,*}, Dandan Cai², Wei Chen¹, Jianhua Qiu¹

¹ National Experimental Chemistry Teaching Center, School of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, Guangxi Province, China.

² School of Chemical Engineering and Technology, Sun Yat-Sen University, Zhuhai 519082, Guangdong Province, China.

Abstract: In order to address the current issue of the disconnection and poor integration between ideological and political education and experimental teaching in physical chemistry experiment courses, we have undertaken an exploration to seamlessly integrate the ideological and political elements into the teaching process. This exploration involves cultivating teachers' awareness and ability in integrating ideological and political education into their curriculum, revising the teaching objectives of physical chemistry experiment, optimizing the teaching content, refining the teaching methods, and improving the assessment methods. The goal is to enable students to develop a close relationship with their teachers and have faith in their teachings, while also experiencing the enriching taste of ideological and political elements in their learning journey.

Key Words: Physical chemistry experiment; Ideological and political education reform; Exploration; Practice

习近平总书记指出,“除了思想政治理论课,其他各门课都要守好一段渠,种好责任田,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应^[1]。”教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》中明确指出,全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的战略举措,也是全面提高人才培养质量的重要任务^[2]。课程思政是指在专业课程教学中重视价值引领作用,与思政课形成同频共振的教育理念。

物理化学实验作为一门理论性、实践性和综合性很强的化学专业基础实验课,在基础化学实验

收稿: 2023-10-31; 录用: 2024-01-09; 网络发表: 2024-01-25

*通讯作者, Email: youjunfan@mailbox.gxnu.edu.cn

基金资助: 广西高等教育本科教学改革工程项目(2020JGA127); 广西师范大学第五批课程思政示范课程建设项目(2022kcsz63)

以及后续的化工原理实验和其他专业实验课程之间起承上启下作用。在我校，物理化学实验是国家一流本科专业——化学专业的本科生在大二开始学习的专业必修基础课，该课程内容具有很强的综合性，不仅涉及较难的数学、物理和化学等课程的理论知识基础，同时也是一门实践性和技术性很强的课程。通过该课程的学习，学生不仅可以巩固、加深对物理化学基本理论和基本概念的理解，学习物理化学实验的基本方法和实验技术，还可以发展和锻炼查阅资料、实践、观测、记录、数据处理和分析等综合能力。然而，在传统的物理化学实验教学中，一般遵循的是教师讲解实验原理、演示实验过程、学生动手操作和书写实验报告等实验流程，教师注重的只是实验技能的提升，没有重视对学生进行思想道德教育和价值引领方面的培养。

目前，我们已经对物理化学实验进行了一些教育教学方面的改革实践^[3-5]，初步形成了自己的特色，主要包括：(1) 将学科前沿知识融入到课堂教学；(2) 物理化学实验教学中创新型人才培养的思考与实践；(3) 积极对课程教学方法进行改革，由“知识传授型”向“能力导向型”的转变。但是在双一流建设背景下，对高校中实践性和探索性的实验教学提出了更高的要求，需要将培养学生科学方法、科学思维、科学精神、严谨的科学作风和创新意识与学生的实验操作技能结合起来。“课程思政”是一个需要长期坚持的系统工程，目前存在“课时短、知识点多、思政元素较杂”等问题，需要及时归纳总结、借鉴别人的成功经验，结合自身特点，形成适合本门课程的完整教学体系^[6-8]。近年来，我们从师资队伍建设和、修订大纲、优化教学内容和教材建设、举办公开课和微课以及考核评价方法等几个方面，开展物理化学实验思政教学改革，深入挖掘课程中蕴含的思政元素(具体实施方案如图1所示)，使其在教学中如盐溶汤、润物无声，并能适度拓展、延伸，激发学生的参与热情，达到引发共鸣的效果。

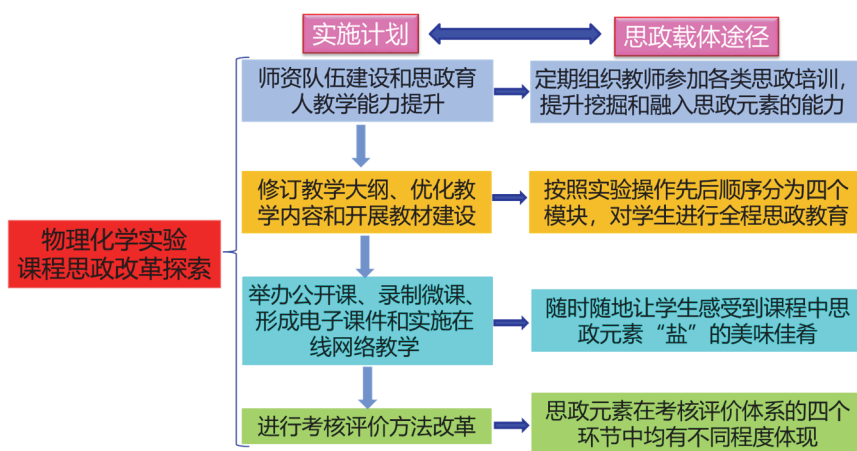


图1 物理化学实验课程思政改革实施方案

1 师资队伍建设和思政育人教学能力提升

实施课程思政的关键是教师，仍然需要强化“以教师为中心”的传统理念。这需要教师本人首先要转变观念，提高自身的思政水平，充分发挥教师们的积极性和主动性，坚持“教师为主导，学生为主体”的思想，不仅重视知识传授，更注重学生的德育教育。为了提升物理化学实验教学团队教师的思政育人水平，将课程思政落到实处，要求教师积极参加学校和学院组织的各类课程思政培训，比如北京卓越国培教育科技发展中心举办的“全国高校课程思政内涵建设与教师课程思政教学能力提升研修班”，深入学习体会思政建设的基本思想，进而转变观念，深入挖掘物理化学实验项目中的思政元素。授课教师将物理化学实验项目与习近平新时代中国特色社会主义的“四个自信”(道路自信、理论自信、制度自信、文化自信)、学科前沿、科学家事迹、物理化学研究方法和现代应用联系起来，建设成为一支强有力的师资队伍。

2 大纲修订、教学内容优化和教材建设

根据双一流建设和课程思政的基本要求,进一步完善物理化学专业人才培养方案,修订物理化学实验教学大纲、优化教学内容并开展教材建设,使之达到反映本学科课程思政有效融合的目标。本课程共开设12个实验项目,结合教学团队成员的科研和教学优势,将各个实验项目落实到人,精心设计、制作教案和课件,梳理各实验项目对应的思政元素,细化课程思政工作,实验教学各项目中引入的典型思政元素如表1所示。教材建设方面,我们编写、出版了广西普通高等教育“十一五”重点规划教材、新世纪基础化学实验系列教材一部——《物理化学实验》^[9]。该教材构建了基础性实验-综合性实验-开放研究性实验三位一体的多层次实验教学体系,不仅可以满足通识和专业基本知识及技能的教育,还有利于培养学生的科学思维 and 创新能力。此外,教学过程中团队还定期组织集体备课和针对性磨课活动,优化实验教学案例,探索课程思政在物理化学实验教学中的具体实施方法和载体途径。

表1 物理化学实验教学中引入的思政元素

序号	实验项目	思政结合点	思政目标
1	固体燃烧热的测定	引入古代的保温器和《论衡》中的热学知识,增强学生的民族自豪感和文化自信	传统文化和民族自信
2	二组分金属相图的绘制	融入灿烂的青铜器文化,司母戊鼎等,让学生感受相图在冶金、文物保护中的应用	传统文化和民族自信、理论联系实际
3	原电池电动势的测定及应用	讲解改变世界的锂离子电池和2019年诺贝尔化学奖获得者Goodenough的事迹;“双碳”背景下,我国新能源汽车的未来及面临的国际竞争和机遇	科学精神与社会责任;国际视野,时事热点
4	纯液体饱和蒸汽压的测定	引入克劳修斯-克拉贝龙等科学家轶事以及克-克方程的建立	科学家的传承与发展、科学的世界观和方法论
5	双液系气-液平衡相图	阐述精馏塔的重要性及其发展历史	工匠精神、家国情怀
6	凝固点降低法测定物质的摩尔质量	拓展到融雪剂化雪的原理,以及车窗除冰剂和防冻玻璃水等;同时强调融雪剂对环境有害,寻找环保融雪剂的重要性;结合2008年众志成城抗击冰雪灾害的事例,让学生体会党的坚强领导和人民群众攻坚克难的精神	理论联系实际、绿色化学、爱国情怀、社会使命感和责任感
7	粘度法测定水溶性高聚物的摩尔质量	通过观察高聚物流出时间和实验报告的书写培养学生实践出真知的意识和理论联系实际的能力	严谨求实的科研态度
8	配合物磁化率的测定	强调学生取用样品时,要装样干净,测完磁化率之后,再回收利用,但是注意样品之间不要相互污染等,清洗药品的废液不能随意倒入水槽而是倒入废液桶,培养学生的节约和环保意识	绿色化学、节约和环保意识
9	Fe(OH) ₃ 胶体电动电位的测定——界面电泳	引入气溶胶-雾霾的形成机制以及我国胶体科学的主要奠基人傅鹰先生的事迹	绿色化学、环保意识、民族自豪感、社会使命感和责任感
10	旋光法测定蔗糖水解反应速率常数	展示两种型号的旋光仪,让学生感受不同仪器使用的优缺点,体验科技创新带来的实验便利,紧接着让学生思考有无替代旋光仪的便携式仪器,如血糖仪	科技创新能力、实践是检验真理的唯一标准
11	分光光度法测定丙酮碘化反应的速率方程	利用孤立法计算反应级数,引导学生掌握孤立法的要点;实验结果与所学知识进行对比,培养学生理论联系实际的能力	科学思维与科研能力提升
12	最大泡压法测定溶液的表面张力	介绍表面活性剂的发展和应用	科技创新意识

针对每一个物理化学实验项目，我们按照操作的先后顺序将其分为四个模块：(1) 实验准备，安全教育；(2) 实验原理，思政融合；(3) 实验操作，理论联系实际；(4) 实验报告，数据处理和分析。各模块之间尽可能整体化，突出重点和难点。学生在实验准备阶段，必须结合教师设计的问题进行充分的预习和文献调研。通过查阅相关书籍和文献资料，了解相应学科的背景和发展历史，体会辩证唯物主义理念和科学的发展观。同时，通过给学生讲解实验安全以及实验耗材使用和处理的注意事项，增强学生的安全、节约意识和感恩之心。在实验原理讲解环节，将实验原理和思政元素相结合，有机融入科学家逸闻趣事，并结合社会主义核心价值观和中国优秀传统文化教育，培养学生树立正确的价值观和顽强拼搏脚踏实地的精神以及文化自信、民族自信、家国情怀、社会使命感和责任感、工匠精神、国际视野和科学的世界观与方法论等。在实验操作环节，培养学生的科学思维和实践动手与科研探究的能力，让学生体验实践是检验真理的唯一标准、强化其团队协作精神、绿色化学和环保意识等。在实验报告撰写环节，通过实验数据记录、处理和分析过程，培养学生实事求是、诚实守信、科学严谨的工作作风。物理化学实验中思政元素融入的设计思路如图2所示。

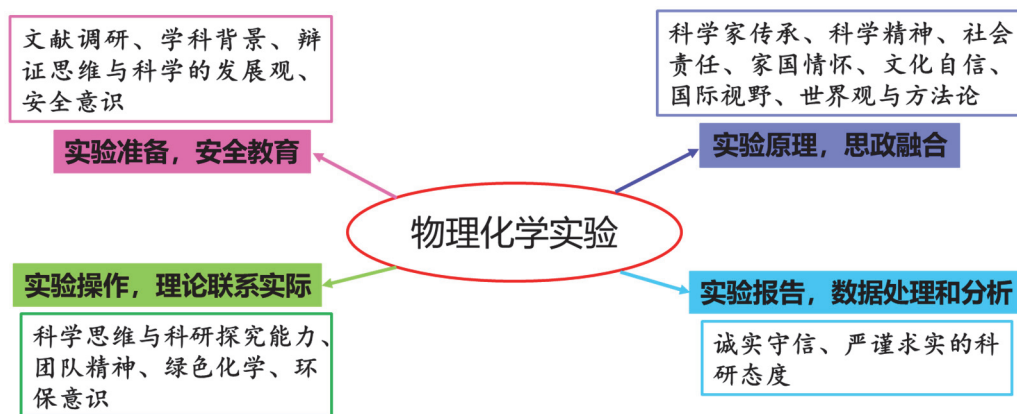


图2 物理化学实验中思政融合的设计思路

下面结合2个具体的实验案例，简要叙述物理化学实验教学中思政元素的融合策略。

【案例一】金属在酸性溶液中的钝化行为。

本实验的目的是通过电化学阳极极化曲线测量金属在酸性溶液中的钝化行为。实验准备阶段教师设计了如下问题：研究金属腐蚀与防护理论有何重要意义？采用何种电化学技术研究金属的腐蚀行为？研究金属的阳极行为有什么实际意义？学生通过查阅相关书籍和文献资料，了解到每年钢铁因腐蚀而造成的惊人损失，从而加深了对金属腐蚀与防护理论及相关防腐技术研究重要性的认识。本实验的原理主要是通过电化学阳极极化曲线技术来描述金属的阳极过程，教师介绍我国著名物理化学家田昭武先生对电化学学科发展的杰出贡献，介绍田先生是科技源头创新及学科交叉的提倡者和实践者，他始终站在本学科的最前沿，通过多学科交叉，拓宽了电化学研究的方法和视野，做出了许多开创性的工作。学生在实验操作过程中，发现铁在氯离子存在的条件下出现电化学振荡现象，且不同浓度氯离子对电化学振荡的影响不同，教师抓住机会向学生介绍对电化学振荡的研究是非线性动力学研究领域的一个重要方向，至今仍有许多需要深入研究的地方，并鼓励学生在充分调研文献的基础上开展系统探究，所取得的实验结果已在《腐蚀科学与防护技术》杂志上发表论文一篇^[10]。本实验完成后的实验报告撰写环节，需要用作图法处理数据，教师建议学生学习并使用Origin软件规范作图，引导学生提高自主学习能力，养成科学严谨的工作作风。

【案例二】凝固点降低法测定物质的摩尔质量。

本实验是一个经典的物理化学实验，其目的是用凝固点降低法测定物质的相对摩尔质量。通过

此实验的学习与操作，学生可以验证稀溶液的依数性理论，也可以探究物质在溶液中的解离、缔合等行为。我校历年来针对该实验的仪器设备有两种：采用压缩机制冷的SWC-LGe自冷式凝固点测定仪和采用半导体制冷的FPD-4A型凝固点降低实验装置。在教学过程中，根据学生的反馈信息和实验操作情况，发现这两种型号的仪器设备均表现出了一些缺陷，如耗时较长、降温速率难以控制、温度测量重复性差等。课程团队教师趁机引导学生，能否针对这些缺点想办法对现有实验装置进行改进和创新呢？这激发了学生浓厚的兴趣和探究热情。在教师的引导下，学生组建了研究小组，从查阅文献、图纸设计、仪器加工制造和组装、样品测试、数据处理和分析等方面做好分工，合作完成研究任务。目前，该项研究已经取得了圆满的成功，研究成果在2022年“微瑞杯”第三届全国大学生化学实验创新设计大赛总决赛中荣获特等奖，并在《大学化学》杂志上发表论文一篇^[1]。通过该项训练，不仅培养了学生的创新思维和科研能力，他们分工合作的团队精神也得到了明显提升。事实上，课程团队教师引导学生对现有物理化学实验装置进行改进和创新的工作仍在持续进行之中，学生针对 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体电动电位的测定——界面电泳实验装置的改进和创新成果在2023年“微瑞杯”第四届全国大学生化学实验创新设计大赛总决赛中再次荣获特等奖的好成绩。

3 举办公开课、录制微课、形成电子课件和实施在线网络教学

每学期物理化学实验教学团队都会定期组织举办公开课，由学院教学办统一发通知给全院每位教师，邀请有经验有资历的教师来现场指导，达到“以老带新，传帮带”的目的。同时，要求团队教师都要参与听课评课，并鼓励学院其他教师也积极参与该教研活动，集思广益，进一步探索、改进实验项目和培养学生的方式。此外，随着现代先进网络信息技术的飞速发展，慕课、虚拟仿真、微课、雨课堂等新形态教学模式应运而生，也为实验教学课程思政的实施提供了崭新的、行之有效的途径。尽管我们投入使用的物理化学实验虚拟仿真平台可以让学生随时随地学习和讨论，然而，“真人版”教师讲解和演示更能引起学生的兴趣和情感共鸣，让学生对实验原理和内容理解更深刻，因此我们计划组织对各实验项目录制微课视频，构建物理化学实验线上教学平台，并将授课的教案形成电子课件，实施在线网络教学，这样能够方便学生即使在疫情防控的条件下也能达到学习的目的。

4 进行考核评价方法改革

学生成绩的考核评价主要采取形成性评价办法，有效结合客观定量评价与主观定性评价，重视对学生认知、情感、价值观等内容的考核，实现多维度和多方位考核，有利于培养学生运用所理论知识发现和解决实际问题的能力，促进课程思政浸润式融入物理化学实验的课堂和考核中。物理化学实验课程考核评价体系可以分为如下四个环节：实验预习、实验操作、实验报告和实验素养。思政元素的融合在这四个评价环节中均有不同程度的体现，其赋分标准如表2所示。实验预习环节主要考核学习态度，包括课前内容预习、视频观看、教师布置任务完成情况等。实验操作环节主要考核科学思维与实验动手能力以及团队协作和环保意识，包括实验操作规范程度、现象观察和数据记录、对实验中问题的反映和处理方式、小组成员分工合作情况、实验试剂的使用和处理等。实验报告撰写环节主要考核诚实守信和严谨求实的科研态度，包括实验数据的处理分析、图表规范程度及对实验结果的分析讨论能力。值得特别指出的是，我们设置了含有思政板块的实验报告内容，让学生按照实验合作分组，根据教师在课堂上讲解的实验内容、通过实验操作、数据处理和分析以及查阅文献等环节分析讨论本实验项目给自己在思政价值观和强化理论知识学习方面带来的思考，要求字数不少于300字。此外，教师还可以通过学生的实验报告，了解学生的思想发展动态和对实验项目的掌握程度，以便优化课程教学内容。实验素养环节则主要考核学生的实验安全意识和卫生习惯，包括实验室安全规范和应急措施、实验室常见的安全问题，以及实验台面、地面的整洁程度等。

表2 物理化学实验课程考核评价体系

评价环节	评价内容	分值
实验预习	预习报告(50%)、视频观看(20%)、教师布置任务完成情况(30%)	15
实验操作	实验操作规范程度(40%)、现象观察和数据记录(30%)、对实验中问题的反映和处理方式(10%)、小组成员分工合作情况(10%)、实验试剂的使用和处理(10%)	30
实验报告	实验数据的处理分析(40%)、图表规范程度(15%)、对实验结果的分析讨论能力(30%)、思政板块(15%)	45
实验素养	实验室安全规范和应急措施(50%)、实验室常见的安全问题(30%)、实验台面、地面的整洁程度(20%)	10

5 结语

实践证明,基于师资队伍建设、教学大纲修订、教学内容优化、录制微课和考核评价方式探索等方面在广西师范大学进行的物理化学实验课程思政改革是成功的,并初步形成了自己的特色,比如:(1)结合团队教师的科研方向,责任到人深入挖掘思政元素;(2)按照实验操作的先后顺序进行模块化思政融合设计,对学生进行全程思政教育;(3)思政目标在形成性考核评价体系的四个环节均有不同程度体现。通过思政的有效融合,增强了学生的民族自豪感、责任感和使命感,同时,学生的学习积极性、主动性、创新思维和科研探究能力也得到了明显提升。然而,对标双一流建设的要求,我们的课程思政仍然任重道远,需要继续积极探索,并广泛吸取其他院校的成功经验,切实提升实验课程育人效果,最终实现“三全育人”的格局。

参 考 文 献

- [1] 习近平. 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. 人民日报, 2016-12-09 (1).
- [2] 高宁, 王喜忠. 中国大学教学, 2020, No. 9, 17.
- [3] 蔡丹丹, 樊友军, 董家新. 广东化工, 2018, 45 (3), 185.
- [4] 樊友军, 曾建强, 陈卫. 广东化工, 2021, 48 (9), 284.
- [5] 杨秀林, 石路岩. 广州化工, 2022, 50 (3), 162.
- [6] 何乐芹, 师程程, 郝勇静, 韩帅, 孟晓彩, 杨甲甲, 康莲薇. 大学化学, 2021, 36 (7), 2102015.
- [7] 孙越, 杨钻. 大学化学, 2021, 36 (8), 2103054.
- [8] 沈海云, 朱莉娜, 王海媛, 邱丽娟, 邵松雪. 大学化学, 2022, 37 (10), 2112047.
- [9] 樊友军, 侯若冰, 主编. 物理化学实验. 桂林: 广西师范大学出版社, 2014.
- [10] 钟静萍, 樊友军, 曾建强. 腐蚀科学与防护技术, 2011, 23 (6), 1.
- [11] 黄钟明, 梁沁睿, 黄宛鸿, 荣勤丰, 董家新. 大学化学, 2023, 38 (4), 13.