

课程思政理念下BOPPPS教学模式在物理化学教学中的应用 ——以“表面张力”为例

孙博*, 周晖, 刘瑞卿, 李美星, 陆峰, 范曲立

南京邮电大学材料科学与工程学院, 南京 210023

摘要: 高等教育不仅要传授专业知识, 也要注重学生的思想政治教育。本文以“表面张力”一节为例, 依托BOPPPS教学模式, 从教学目标、教学设计和教学评价等方面进行课程思政教学改革。将课程中的思政要点融入到BOPPPS教学模式的各个环节, 丰富科学内涵, 进而实现知识传授和价值引领的同向而行, 为物理化学课程教学改革的实施提供建议和思路。

关键词: 物理化学; 课程思政; BOPPPS; 表面张力

中图分类号: G64; O6

Application of the BOPPPS Teaching Model in Physical Chemistry Teaching under the Concept of Ideological and Political Education: A Case Study of “Surface Tension”

Bo Sun*, Hui Zhou, Ruiqing Liu, Meixing Li, Feng Lu, Quli Fan

School of Materials Science and Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China.

Abstract: Higher education should not only focus on imparting specialized knowledge but also emphasize the importance of students' ideological and political education. This paper uses “Surface Tension” as a case study to explore the reform of ideological and political education within the curriculum, employing the BOPPPS teaching model. The study examines various aspects of this reform, including teaching objectives, teaching design, and teaching evaluation. By integrating ideological and political elements throughout the BOPPPS framework, the scientific content is enhanced. This approach aligns the transmission of knowledge with the guidance of ideological values, offering recommendations and strategies for the reform of physical chemistry education.

Key Words: Physical chemistry; Ideological and political education; BOPPPS; Surface tension

物理化学是一门以物理的原理和实验技术为基础, 研究化学体系的性质和行为, 发现并建立化学体系中特殊规律的学科。作为“四大化学”之一, 物理化学课程是我校高分子、材料类专业二年级下学期和三年级上学期本科生最重要的一门基础专业课之一, 完成本课程的学习之后, 学生即将开始专业基础课的学习。物理化学在构建化学、材料学专业人才的知识结构和能力结构方面起到学科基石的作用^[1]。另外, 作为一门核心课程, 物理化学受众面广, 同时课程内容背后也蕴藏着大量的思政元素。为了更好地落实高校立德树人的根本任务, 这就要求教师要深入挖掘课程中的思政元素, 充分发挥课程的思政功能。因此, 物理化学课程自然也承担起了思政教育载体的作用^[2]。然而,

收稿: 2024-04-10; 录用: 2024-05-27; 网络发表: 2024-07-25

*通讯作者, Email: iambosun@njupt.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金青年基金(52303187); 南京邮电大学教学改革研究项目(JG03019JX27)

在物理化学课程的教学中, 长期存在一些实际问题: 首先, 在教学模式上, 许多教师仍会采用“以教师讲授为中心”的灌输式教学方法, 这种方法缺少教学互动, 使得学生的学习态度被动, 缺乏学习的积极性和主动性; 其次, 关于思政教育的融入, 有时会显得过于生硬或过度, 这使得思政教育与专业教学不能有效结合, 没有产生协同效应; 最后, 在评价标准方面, 通常采用考试、作业等单一化的评价标准, 忽视学生在学习周期中的表现, 评价过程缺乏学生的参与性^[3,4]。

针对以上问题, 团队教师进行了蕴含课程思政理念的物理化学BOPPPS教学模式的改革探究, 从教学目标、教学设计、教学评价等多方面进行改革创新, 取得了良好的教学效果, 为新时期物理化学课程教学改革提供了一个可操作案例。本文以“表面张力”一节为例, 详述课程思政理念下BOPPPS教学模式在物理化学课程中的教学实践

1 BOPPPS教学模式

BOPPPS是一种以教学目标为导向、以学生为中心, 充分激发学生课堂参与积极性和主动性的教学模式。BOPPPS教学模式可实践性强, 适用于不同类型的课程, 经由加拿大传入我国后, 已有越来越多的教师把BOPPPS教学模式引入到课堂教学中。BOPPPS模型将课堂分为导入(Bridge-in)、学习目标(Learning Objective)、前测(Pre-test)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)六个阶段(图1), 与传统的教学模式注重教师教了什么不同, BOPPPS教学模式以教学目标为导向, 把以“教师讲授为中心”的教学理念转变为“以学生为中心”, 鼓励教师通过丰富的教学设计、形式多样的教学手段来实现学生全方位的参与式学习, 提升学生的学习效果^[5-8]。

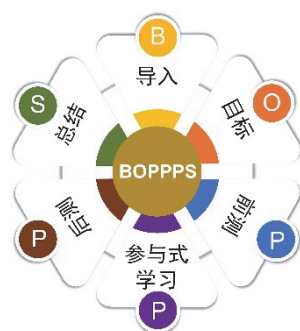


图1 传统的BOPPPS教学模式

教育的目的不仅是要实现知识的传递, 同时也要帮助学生树立正确的价值观, 最终实现全方位育人。在课程思政理念下, 我们团队教师依托BOPPPS教学模式开展了一系列教学改革。一方面, 重构课程的教学内容, 深入挖掘课程背后的思政要点, 实现教学内容与思政要点的深度融合; 另一方面, 将思政要点融入到BOPPPS教学模式的各个环节, 实现课程思政理念与BOPPPS教学模式充分融合。最终, 学生在专业课学习的同时, 也实现了情感的浸润, 进而实现知识传授与思想价值引领的同向同行。本节课设计的思政融入案例如表1所示。

2 课程思政理念下BOPPPS教学模式的具体实践

传统的BOPPPS教学模式主要应用于课堂教学环节, 在实际的教学实践过程中, 课程团队对BOPPPS教学模式进行了改进, 增加了课前先导和课后延伸两个环节(图2)。先导环节中, 教师在课前把学习资料通过雨课堂发送给学生, 学生在课下自主预习。教师通过对学生自主预习情况的分析, 掌握学生的课前学情, 进而根据学情对课堂教学进行有针对性的设计和调整。课后延伸环节中, 一方面, 教师可以通过布置作业、组织学生观看教学视频等手段加强学生对课堂教学知识的掌握; 另一方面, 由于化学是一门以实验为基础的学科, 课后组织学生进入实验室, 引领学生参与到具体的

实验和仪器操作中，巩固和加深学生基础理论知识的同时，培养学生的科学思维和科学素养。

通过对BOPPPS教学模式的改进，一方面教师可以实现对学生学情情况“课前-课中-课后”的全程掌握，及时调整教学设计；另一方面，教师可以实现对学生“课前-课中-课后”的全程评价。教学过程以学生的参与式学习为中心，突破了传统灌输式教学方法的局限性，促进了教师与学生的互动，极大提升了学生的学习效果。

表1 思政融入案例

序号	知识点	思政融入点
1	太空课堂“水膜实验”	增强学生的民族自豪感
2	唐代诗人韦应物《咏露珠》	让学生感受古诗词的优美，增强文化自信
3	使用“假说演绎法”确定表面张力的方向	培养学生的科学思维
4	自由液滴或气泡呈完美球形	引导学生感受科学的唯美特性
5	人工降雨技术出口	引导学生领悟技术创新的重要性，培养学生的民族自信心
6	我国科学家在表面化学领域发表的最新科技论文	培养学生献身科学和报效祖国的使命感



图2 改进的BOPPPS教学模式

2.1 先导

课前，教师将关于本节课知识点的学习资源和测试题目发送至雨课堂班级群(图3)。学习资源包括本节课的PPT和我国女航天员王亚平天宫课堂上做的“水膜实验”。引导学生利用雨课堂平台进行相关学习资源的预习并完成线上测试。通过自主预习，学生对本节课的基本概念和重点、难点会有初步的了解；同时，教师也可以通过后台收集学生们对于测试题的回答情况，了解同学们的预习效果。

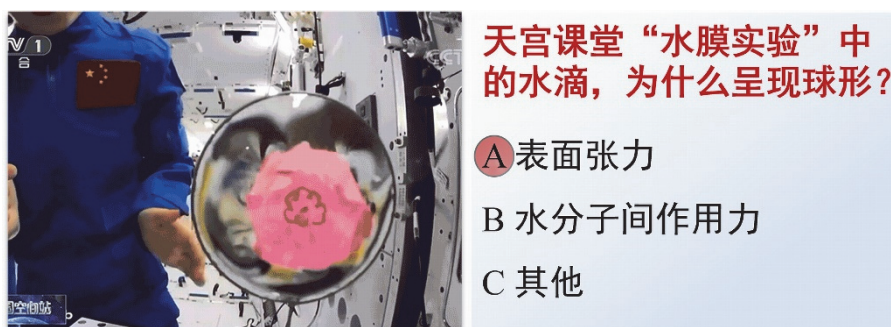


图3 课前先导环节

2.2 导入

本部分的主要目的是通过日常生活中熟悉的事例引发同学们兴趣和思考的同时引出本节课的主要学习内容。在本节课中，向同学们展示肥皂泡、露珠(图4)，引导他们思考为什么肥皂泡和叶子上

的露珠呈现球形，进而引出本节课的第一个基本概念——表面张力。古诗词的引入(图4)，可以引导学生感受中国优秀的传统文化，使学生们坚定文化自信自强。

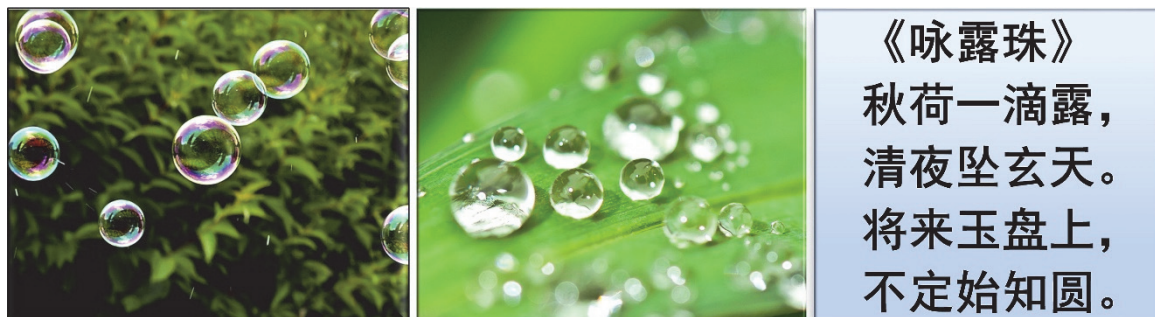


图4 肥皂泡、露珠和古诗《咏露珠》

2.3 目标

导入环节之后，教师以简洁的语言向学生们阐明本节课的学习目标，同时以PPT的形式向学生展示。学习目标的明确有助于学生了解课程的重点、难点，明确学习的方向，提高学习效率。在“课程思政”建设旨在将价值塑造、能力培养、知识传授三者一体化推进这一背景下，我们对原有的教学目标进行了优化，从知识、能力和思政素养三个方面对教学目标进行了明确，具体而言，本节课的教学目标如下：

(1) 知识目标：理解并掌握表面张力及其影响因素；明确弯曲液面上附加压力产生的原因。

(2) 能力目标：理解Young-Laplace方程和Kelvin公式的推导过程，掌握应用Young-Laplace方程和Kelvin公式解决问题的能力。

(3) 思政素养目标：培养学生的科学思维能力，帮助学生树立热爱科学、文化自信、科技自立自强等价值观。

2.4 前测

本环节是教师对学生开展的针对上次课后复习和本次课前预习情况的摸底调查，通常可以采用问卷、小测验、课堂提问、讨论等方式进行。通过前测，教师会准确把握学生的知识基础以及课前预习效果。在此基础上，教师可以迅速调整后续教学内容的深度及进度，以便使学生能够顺利地对待学内容和已学内容进行衔接，为本节课学习目标的达成打下牢固的基础。

在本节课中，教师利用雨课堂平台完成前测。教师在雨课堂平台中发布了一道选择题：将一根毛细管插入装满水的烧杯中时，你会发现毛细管内的水位高于烧杯中的水位。这是为什么呢？雨课堂后台数据显示，经过前面的环节，大部分同学可以给出正确的解释——表面张力。然而，还有部分同学没有做出正确的回答，教师可以从雨课堂后台导出这部分学生名单，在后续的课堂教学中密切关注这部分同学的学习情况。

2.5 参与式学习

这一部分为课堂教学的主体环节。教师要采用多样化的教学手段和教学资源，激发学生的学习兴趣，鼓励学生主动参与到课堂教学的环节中，帮助学生提高学习效率，进而实现教学目标。

在本节课中，通过课前预习和前测环节，大部分同学能够认识到水膜实验中的水滴和荷叶上的露珠在表面张力的作用下呈球形。接下来要引导学生思考表面张力的方向问题，即确认球形的形成是由于表面张力对于水滴的一个收缩还是扩张的作用。为了解决这个问题，我们采用了现代科学研究中常用的一种研究方法——假说演绎法。具体的研究方法如下：提出问题(表面张力的作用使液体表面收缩还是向外扩张？)—作出假设(表面张力使液体尽可能收缩)—演绎推理(液膜实验中可滑动的

金属丝松开，液膜将自动收缩，图5)–实验检验(课堂展示液膜实验，实验结果验证了演绎推导的结论)–得出结论(在表面张力的作用下液体表面自动收缩)。实验结果证实了在表面张力的作用下，液体表面趋向于收缩。

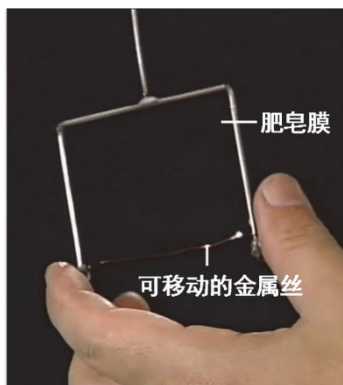
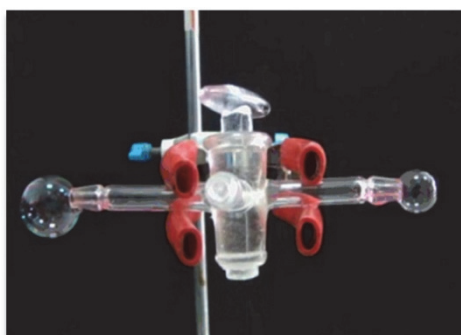


图5 课堂展示液膜实验示意图

接下来，教师讲授表面张力的定义和物理意义。液膜实验中，液体的表面是水平的。然而，液面并不总是水平的，对于滴定管中的水面呈向下的凹形，而滴定管中的水银面是向上弯曲的。通过实际案例玻璃管两端一大一小两个肥皂泡在活塞打开后的变化，启发学生分析曲面液体的受力情况，组织学生分组讨论，通过雨课堂收集学生答案，并选出代表回答问题(图6)。接下来，教师通过现场演示实验或者播放此实验视频向同学们展示实验结果。



打开中间的活塞后，两个肥皂泡的大小会发生什么变化？

- A 大的肥皂泡继续变大，小的继续变小
- B 大的肥皂泡变小，小的肥皂泡变大
- C 两个肥皂泡的大小不变

图6 课堂展示实验

老师带领学生一起分析曲面液体表面(凹液面和凸液面)的受力情况。引导学生思考附加压力产生的原因及方向。之后用板书的形式对Young-Laplace方程进行推导，通过作图加深学生对于附加压力方向的理解。设计互动话题，引导学生利用Young-Laplace方程解决实际问题：(1) 为什么自由液滴和气泡通常呈球形；(2) 毛细现象产生的原因。引导学生感受科学唯美特性的同时，帮助学生认识到理论知识在日常生活中的重要作用，从而使学生能够更深刻地理解理论知识。

曲面施于液体的附加压力随曲率而变，不同曲率的曲面所包围的液体状态并不相同。平面液体和曲面液体的蒸气压不相同，和学生一起推导描述曲面液体的蒸气压和曲率半径关系的基本公式——Kelvin公式。利用Kelvin公式可以解释人工降雨的基本原理，教师可以进一步进行思政拓展，我国人工降雨技术已出口到越来越多的国家，引导学生感悟科技创新的重要性，培养学生的民族自豪感。

2.6 后测

本环节引入一个思政思考题：在表面张力的作用下，露珠呈现球形，天宫课堂水膜实验中的水

滴也呈球形，这两个球形有什么区别？教师引导学生分组讨论，教师进一步总结：在太空失重环境下，水膜实验中的水滴呈现完美球形，而露珠在地球上重力的作用下，呈现的是椭圆形。在太空失重的环境下可以完成许多在地球上无法完成的实验，这背后的原因也体现了我们国家科技自立自强的民族精神，进一步培养学生的民族自豪感。

2.7 总结

这一部分主要是由教师对本节课的教学内容和重点、难点进行梳理，帮助学生进一步明确学习目标；布置课后作业；引出下节课的教学内容。同时教师也可以对本节课的课程目标达成情况做出简要的分析。

2.8 延伸

结合本节课程内容及我们专业的特色，请同学们撰写一份分析报告，详细阐述如何通过使用高分子、新材料等手段改变液体的表面张力，以实现特定应用的具体案例(举例：在新冠疫情期间，医护人员佩戴的护目镜镜片很容易因呼吸产生的热气而起雾，阻挡视线，从而影响工作效率。可以在镜片表面喷涂一层高分子防雾剂，降低水的表面张力，使得凝结的水蒸气不是形成小液滴，而是形成一层均匀的薄膜，从而减少光线散射，保持镜片的高透明度)；课后在雨课堂发布我国科学家在表面化学领域最新研究成果的文献，让同学们直观感受科学原理在日常生活和科学研究中的实际应用，培养学生的科学精神，提升他们的科学素养。

3 教学评价

教学评价是整个教学过程中非常重要的组成部分，承担着检测教学效果、诊断教学问题、反馈教学信息、指导教学改革等重要职责。传统教学模式中，教学评价重结果轻过程，教师往往采用考试、作业等手段对学生的学习效果进行评价。这种终结性评价更关注学生学习效果的达成度，缺乏对学生整个学习过程的评估和跟踪。在改进的BOPPPS教学模式中，教师借助于雨课堂，增加了前测、后测和课堂讨论等过程性评价，实现了对课前、课中、课后整个教学过程的多环节、全周期的全程监管，弥补了传统的终结性评价模式对学生学习过程的忽视，学生的学习兴趣和积极主动性大幅度提高。具体的评价体系如图7所示。过程性评价的增加，一方面，教师可以了解学生学习中的薄弱环节而及时采取干预措施，帮助学生优化学习策略；另一方面，学生也可以及时认识到自身的问题而加以针对性的自我调整。另外，为了更好地发挥专业课课程思政的作用，在教学评价的标准中，增加了思政评价部分，如在期中、期末考试中，融入体现思政元素的考题，考核形式主要以主观题为主，考核思政教育的成效。这也推动了专业教育与思政教育更紧密的融合。

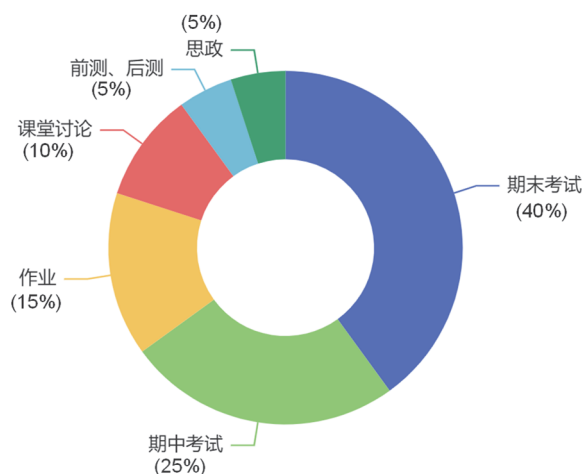


图7 物理化学课程评价体系

4 考试成绩分析

为了更全面地评价这种教学模式的有效性,我们随机选取了两个平行班级进行不同教学模式的对照,实验组的班级采用改进的教学模式进行教学,而对照组则采取传统的教学方法教学,学期结束后,两个班级使用同一套试卷进行期末考试,课题组老师集体阅卷。两个班级的期末考试成绩见表2。由表2可以看出,两个班级人数基本一致,但是实验组班级的平均分远远高于对照组,高出近8分。在70分以上的各分数段中,实验班的人数均高于对照组班级的人数,另外,对照组班级有2位同学出现不及格,而实验班的全体同学都在60分以上。通过对实验组和对照组两个班级期末考试成绩的分析,我们采用这种基于BOPPPS的改进的教学模式能够切实有效地提高学生们的对物理化学知识的理解、吸收和应用。

表2 实验班和对照表期末考试成绩对比

对照班			实验班		
分数段	人数	百分比	分数段	人数	百分比
90-100	5	18.52%	90-100	8	28.57%
80-89	8	29.63%	80-89	9	32.14%
70-79	7	25.93%	70-79	9	32.14%
60-69	5	18.52%	60-69	2	10.4%
不及格	2	7.4%	不及格	0	0
平均分75.85	考试人数: 27	标准差: 18.63	平均分: 83.48	考试人数: 28	标准差: 9.58

5 结语

本文以“表面张力”一节为例,详细介绍了课程思政理念下BOPPPS教学模式在物理化学课程教学中的具体实践。在教学过程中,重构了教学内容,深入挖掘课程背后的思政要点,在实现教学内容与思政要点充分融合的同时,也实现了思政理念与BOPPPS教学模式的充分融合。切实提高了学生的学习效果,充分发挥了物理化学课程思政的作用,实现了思政教育与专业教育的同向而行,该教学模式对高校理工科其他课程的改革也具有一定的参考价值。

参 考 文 献

- [1] 纪敏,王新葵,孙延波,王旭珍,王新平. 大学化学, 2021, 36 (1), 2007041.
- [2] 刘万强,刘鑫微,张崇华. 大学化学, 2022, 37 (10), 2205064.
- [3] 贺国旭,吴华涛,张秋霞,周延彪,刘丹丹. 大学化学, 2023, 38 (1), 34.
- [4] 赵红梅,陆自强,李崧,李兴玉,字成庭,樊兴丽,秦向东. 大学化学, 2024, 39 (3), 210.
- [5] 王丹琴,王瑛,谢威,刘双科,郑春满. 高等教育研究学报, 2019, 42 (4), 99.
- [6] 董桂伟,赵国群,管延锦,王娟. 高等工程教育研究, 2020, No. 5, 176.
- [7] 王宇超,王志兵,石金静,杨国程. 大学化学, 2022, 37 (1), 2104012.
- [8] 于乐,郭维斯,李明. 广东化工, 2023, 50, 197.