

BOPPPS教学模式在物理学专业“理论力学”课程中的实践

关魁文¹, 何雷¹, 赵一民¹, 谭淑娟², 张喜荣¹

¹保定学院物理系, 河北 保定

²保定市第三中学, 河北 保定

收稿日期: 2023年8月19日; 录用日期: 2023年10月3日; 发布日期: 2023年10月13日

摘要

目前地方师范院校《理论力学》课堂教学中存在学生参与度较低, 学生主动学习的积极性差等问题, 为有效缓解这些问题, 将BOPPPS教学模式运用于课堂教学实践中。以“变质量物体的运动”为例, 基于BOPPPS教学模式设计教学, 构建闭环教学流程, 转变学生的被动学习方式, 在牢固掌握基本知识的基础上, 培养学生科学的思维方式和严谨的科学认知态度, 潜移默化中实现课程思政教育。

关键词

BOPPPS教学模式, 《理论力学》, 课程思政, 线上线下教学

The Practice of BOPPPS Teaching Mode in “Theoretical Mechanics” Course of Physics Major

Kuiwen Guan¹, Lei He¹, Yimin Zhao¹, Shujuan Tan², Xirong Zhang¹

¹Department of Physics, Baoding University, Baoding Hebei

²Baoding No. 3 Middle School, Baoding Hebei

Received: Aug. 19th, 2023; accepted: Oct. 3rd, 2023; published: Oct. 13th, 2023

Abstract

At present, there are some problems in the classroom teaching of *Theoretical Mechanics* in local normal colleges, such as low participation of students and poor enthusiasm for students' active

文章引用: 关魁文, 何雷, 赵一民, 谭淑娟, 张喜荣. BOPPPS 教学模式在物理学专业“理论力学”课程中的实践[J]. 创新教育研究, 2023, 11(10): 3045-3051. DOI: 10.12677/ces.2023.1110449

learning. In order to effectively alleviate these problems, the BOPPPS teaching model is applied to classroom teaching practice. Taking “movement of objects with variable quality” as an example, this paper designs teaching based on the BOPPPS teaching mode, constructs a closed-loop teaching process, transforms students’ passive learning mode, and cultivates students’ scientific thinking mode and rigorous scientific cognitive attitude on the basis of a firm grasp of basic knowledge, thus realizing ideological and political education in curriculum imperceptible.

Keywords

BOPPPS Teaching Model, Theoretical Mechanics, Curriculum Ideological and Political, Online and Offline Teaching

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《理论力学》是物理学(师范类)专业的一门重要学科专业课和必修课,是普通物理力学的延续课,又是现代力学(量子力学)的基础,其基本概念、理论及方法具有较强的逻辑性、抽象性和实用性。通过本课程学习,掌握理论力学基本概念、理论和规律的同时,领会数学与物理间的紧密关系,能够运用数学工具解决具体物理问题,为后续相关课程尤其是其它理论物理课程的学习打下坚实基础,并培养一定的抽象思维能力与严密的逻辑推理能力,并为学生今后从事中学物理教学工作创造条件。

《理论力学》课程理论性强、学时有限、教学任务重,目前很多地方师范院校的教师主要关注知识的系统性,造成学习目标不明确,导致教学重点不突出、知识掌握不牢固,在解决实际问题存在困难;另外,“互联网+教育”蓬勃发展,《理论力学》依然以“灌输”式的传统讲授模式为主,致使学生参与课堂问题探究的时间不足,学生容易产生认知疲劳,只能被动式学习,成为知识“灌输”的器皿,逻辑思维能力和创新性思维能力得不到锻炼和加强,教师更不易得到及时反馈,持续改进教学方向不明确,这与“OBE”教育理念契合度不高。因此,有效提升学生知识掌握率,培养对力学的科研探究能力,是《理论力学》课程改革亟需解决的问题。数据显示,引入有效的教学模式对提升教学质量具有显著效果[1]。

为进一步落实“OBE”教育理念,突出以学生为中心,进一步提升地方师范院校《理论力学》课程教学质量,本文以“变质量物体的运动”为例,研究 BOPPPS 教学模式在《理论力学》课程教学中的实践。

2. BOPPPS 教学模式

BOPPPS 教学模式起源于北美,是一种以参与式学习为主导、能够准确聚焦教学目标达成的教学模式[2]。2014 年该模式传入我国,目前已在不同学段、不同学科教学领域开展实践[3] [4] [5] [6]。它运用导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory-learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary) 6 个模块构建闭环式教学体系。它着眼学生最近发展区,突出以学生发展为中心,注重科学思维培养,引导学生主动发现、探索、认知、理解新知,强调师生间互动和课后反思。六个模块组成闭环反馈模式,旨在打造高效课堂教学的同时,强化思政引领。

3. BOPPPS 教学模式实践

为确保和提升师范类毕业生培养质量, 聚焦“OBE”教育理念, 整合课程中思政元素[7] [8] [9], 以“变质量物体的运动”为例(表 1), 采用 BOPPPS 教学模式构建《理论力学》课程教学, 注重物理思想和方法传授, 加强学生的主动参与, 有效提升课堂教学质量, 高效达成课程教学目标。

Table 1. The elements of thought and politics in the teaching content of “movement of mass-changing objects”

表 1. “变质量物体的运动”教学内容中的思政元素

元素	目标	实施方式	环节
人文积累	了解我国航天发展史和相关科学家经历, 学生具有相关文化积累	课堂播放我国航天相关的影音资料	变质量物体运动引入/导入
辩证思维	理解辩证唯物主义思想。培养学生以辩证思维看待世界的能力	将辩证唯物主义与专业知识结合, 在分析变质量物体运动时引出蕴含的矛盾论思想	变质量物体运动分析/参与式学习
善于反思	培养学生反思的习惯和能力, 学会总结经验, 改善学习方法	总结学生易错点, 针对性重点讲解, 引导学生能够从思维方式和行为习惯上进行反思	前测、后测结果讲评
信息能力	锻炼学生信息检索、收集和分析整理能力, 能够有效运用现代化信息工具的能力	布置与中国航天发展相关的资料收集任务	前测、后测
审美能力	培养学生欣赏物理规律的简约美	引导学生推导变质量物体运动规律时, 带领学生领略其中的简约美	推导变质量运动的动力学方程/参与式学习
家国情怀	激发学生与祖国的情感共鸣	引入中国航天人及航天领域故事, 激发学生情感共鸣	变质量物体运动引入、讨论环节/导入及后测
解决问题	学生学会建模的方法, 能运用数学工具处理物理问题	引导学生学会数学工具的使用和模型建立的方法	推导变质量运动动力学方程/参与式学习和总结
知识运用	运用知识解释生活中的现象, 培养学生物理知识的综合运用能力	运用变质量物体运动的规律解释生活中现象	知识拓展及讨论环节/后测

基于超星学习通平台, 落实学生为中心理念, 聚焦教学目标, 以 BOPPPS 教学模式为指导, 《理论力学》课程采用线上线下相结合的教学方式, 实现教学活动的空间和时间延伸。

3.1. 目标(Objective)

学习目标是课堂教学的纲, 是课程教学目标的进一步细化, 直接影响课程目标达成。它的主要目的是让学生知晓通过本节课学习, 获取哪些知识, 掌握何种能力。因此, 学习目标的设立需要对接课程教学目标, 做到明确、可达成、可检测。

学习目标分为知识目标、能力目标及素质目标。本节课具体目标: 能够运用动量定理独立推导变质量问题的动力学方程, 体会其中蕴含的矛盾论思想, 锻炼严谨的逻辑思维能力; 能够运用现代化信息工具检索、收集和分析整理变质量物体运动的物理问题, 能够基于变质量物体的动力学知识进行初步解释。

课前, 学习目标、预习知识要求及相关学习资料通过超星学习通发布至每个学生, 使学生明确本节课的具体要求和基本学习内容。

3.2. 前测(Pre-Assessment)

前测的目的是了解学生的预习和先修知识掌握如何, 为课上参与式学习开展做好铺垫。前测的方法多种多样, 可以是问答题、选择题、判断题等。

本节课采用选择题方式开展，针对质点组的受力特点、质点组的动量定理、质心运动定律等内容进行考查。

3.3. 导入(Bridge-In)

通过导入引起学生关注，激发学习兴趣。课堂的开场如总是索然无味，学生对课程的兴趣逐渐消失，学习的积极性也会日渐消退，产生厌学情绪。为有效激发学生的学习兴趣，本节课采用视频方式播放我国航天巨变及介绍部分为我国航天事业做出突出贡献的科学家事迹，实现人文积累和家国情怀培养的同时，指出火箭升天过程是质量不断变化的运动，引出本节课学习任务，课程教学内容有效导入。

3.4. 参与式学习(Participatory-Learning)

3.4.1. 火箭运动分析

引导学生分析火箭运动：火箭发射点火后，燃烧燃料，随后把燃烧过的废气逐渐向外喷出，火箭本身质量随之变化来增加运动速度。

引导学生分析质心运动定理式(1)和质点组动量定理式(2)和式(3)的区别和联系：

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}_c}{dt} \quad (1)$$

$$\mathbf{F} = \frac{d(m\mathbf{v}_c)}{dt} \quad (2)$$

$$\mathbf{F}\Delta t = \mathbf{p}' - \mathbf{p} \quad (3)$$

其中 \mathbf{F} 为物体受到的外力矢量和， m 为物体总质量， \mathbf{v}_c 为质心速度， $m\mathbf{v}_c$ 为物体总动量， t 为时间， Δt 为变化时间间隔， \mathbf{p}' 和 \mathbf{p} 为物体始末动量。

学生分析结果：质心运动定理适用于质量恒定的物体运动，更具特殊性；质点组动量定理适用于任何物体，更具普遍性；因火箭质量随时间变化，因此采用质点组动量定理研究变质量物体的运动规律。

3.4.2. 推导变质量物体运动的动力学方程

设 t 时刻物体质量为 m ，受到外力矢量和为 \mathbf{F} ，速度为 \mathbf{v} ($v \ll$ 光速 c)，同时刻微小质量 Δm 运动速度为 \mathbf{u} ，在 Δt 时间间隔内与 m 合并，合并后共同速度为 $\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}$ ，学生根据式(3)自行推导变质量物体的动力学方程：

$$\mathbf{F}\Delta t = (m + \Delta m)(\mathbf{v} + \Delta\mathbf{v}) - (m\mathbf{v} + \Delta m\mathbf{u}) \quad (4)$$

考虑主要矛盾，忽略次要矛盾，即展开略去二阶微量 $\Delta m\Delta\mathbf{v}$ ，除以 Δt ，并使 $\Delta t \rightarrow 0$ ，

$$\mathbf{F} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v}) - \frac{dm}{dt}\mathbf{u} \quad (5)$$

此即变质量物体动力学方程。

学生自行推导的过程中，实现对辩证思维、解决问题、审美能力、知识运用等思政元素的培养。

3.4.3. 知识运用与拓展

知识运用(完成任务)：教师引导学生运用变质量的动力学方程得到火箭的运行速度。

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_r \ln \frac{m_0}{m} \quad (6)$$

其中 m_0 为火箭发射前质量， \mathbf{v}_r 为放出物质相对火箭的速度。

若 $m_0 = m_s + m'$ ， m_s 表示空火箭(包括仪器和外壳等)质量， m' 表示放出物质(燃料)总质量，燃料燃尽

时火箭具有速度:

$$v = 2.3v_r \lg \left(1 + \frac{m'}{m_s} \right) \quad (7)$$

知识拓展: 若 $v_r = 2 \text{ km/s}$, 火箭达到第一宇宙速度需 $\frac{m'}{m_s} \approx 100$, 考虑地球引力和空气阻力影响, 这个比值需更大, 因此采用多级火箭方案发射地球卫星等航天器, 即一级的燃料燃烧后就脱离火箭, 提升火箭速度, 目前多采用三级(或四级)技术[10]。

3.5. 总结(Summary)

围绕本节课学习目标, 引导学生回顾总结“变质量物体的运动”的知识内容, 帮助学生形成总体认识, 构建知识结构, 做到系统化、精炼化。同时, 反复强化学生探索问题的科学方法与思想, 提升分析和解决实际物理问题的能力。

3.6. 后测(Post-Assessment)

为了考查学生对课程知识掌握情况, 评价是否达成既定学习目标, 需设计一些针对性较强的测试题来测评。为确保课堂教学效率及教学效果, 课后通过线上方式开展。利用超星学习通以选择题、讨论题的方式来检查和判断。选择题以知识点考查为主, 讨论题以我国航天发展及航天巨匠的精神和功绩为主, 进一步加强信息检索、收集和分析整理能力的培养以及家国情怀的教育。

4. 实施效果分析

4.1. 突显学生学习主体地位

以 BOPPPS 教学模式为指导, 采用线上线下相结合的教学方式, 教师由“演员”转变为“导演”, 需要精心设计学习方案、引导学生课上均积极参与教学, 演变成提出问题、讨论问题的“演员”, 角色转变, 突显学生学习主体地位; 但这就要求教师不仅要熟识课程内容, 还要具备很强的课堂掌控能力。对于学生无论是自主学习能力、思辨能力, 还是提出、分析和解决问题的能力都有较明显的提高。

4.2. 教学模式实践确有成效

Table 2. Online and offline combined teaching recognition questionnaire under BOPPPS teaching mode
表 2. BOPPPS 教学模式下线上线下相结合教学认可度调查表

问题	2020 级 (92 人)	2021 级 (89 人)
与传统方式相比, 基于 BOPPPS 教学模式的线上线下相结合的混合式教学气氛活跃, 参与环节多学习注意力更易集中	73.9%	78.7%
基于 BOPPPS 教学模式的线上线下相结合的混合式教学, 提升了课程学习的主动性和积极性	76.1%	80.9%
课前课后讨论及测验增多, 提高了分析、解决问题的能力	70.7%	83.1%
培养了自主学习能力	69.6%	73.0%
参与式学习是不可或缺的环节, 对线上和线下讨论的满意度	77.2%	79.8%
对成绩评价的客观性、科学性、公正性等满意度调查	81.5%	85.4%
对基于 BOPPPS 教学模式的线上线下相结合的混合式教学的总认可度	71.8%	74.2%

表 2 是基于 BOPPPS 教学模式的线上线下相结合的混合式教学认可度调查表。采用不记名形式的网上问卷调查。从表 2 各项数据看出, BOPPPS 教学模式活跃课堂教学气氛, 提升学生课堂参与度, 提高学生分析、解决问题的能力等, 但基于 BOPPPS 教学模式的线上线下相结合的混合式教学认可度总认可度还只是 72% 左右, 说明还需改进提高。

4.3. 期末考试成绩提升

期末考试是检验课程学习质量的重要手段, 表 3 是 2019 级和 2020 级期末考试成绩对比, 其中 2019 级为未采用 BOPPPS 教学模式年级, 2020 级为采用 BOPPPS 教学模式年级。对比结果发现, 虽然期末考试平均分增长仅 2.67 分, 但 70 分以上学生比例增幅明显, 由 41.6% 增至 57.6%, 这说明基于 BOPPPS 教学模式的线上线下混合式教学实践明显促进了大部分同学期末考试成绩的提高。

Table 3. Comparison of final exam scores between 2019 and 2020 grades

表3. 2019级和2020级期末考试成绩对比

	2019 级	2020 级
人数	77	92
平均分	65.53	68.20
80~89	11 (14.63%)	15 (16.3%)
70~79	21 (27.3%)	38 (41.3%)
60~69	24 (31.2%)	21 (22.8%)
0~59	21 (27.3%)	18 (19.6%)

5. 结论

本文基于 BOPPPS 教学模式、采用线上与线下相结合的思路设计课堂教学, 并以“变质量物体的运动”为例将 BOPPPS 模式应用在课堂教学中. 通过研究和实践, BOPPPS 教学模式在实际教学中具有很强的操作性, 注重以学生为中心, 充分发挥学生主观能动性, 强调师生之间的良性互动, 强化学生解决问题、勇于创新、协作交流等方面的能力的培养, 在潜移默化中强化思政引领。同时, BOPPPS 教学模式只是一种构建课堂教学的基本框架, 在实际教学中, 根据教学现状、教学内容、教学资源、教学对象等因素对该框架做出适时调整和改进。教学质量的提高直接关系人才培养, 因此, 作为地方师范院校的高校教师, 要敢于尝试和创新, 做好经验总结, 逐渐完善, 向着打造适合地方师范院校的《理论力学》“金课”的方向努力。

基金项目

2020~2021 年度河北省高等教育教学改革研究与实践项目(2020GJJG358); 2023 年度河北省应用技术大学研究会课题立项(JY2023024); 保定市教学科学研究“十四五”规划课题(232015); 2022~2023 年度保定学院教育教学改革研究与实践项目(2022BYJG018)。

参考文献

- [1] 吕文明, 李晓端. BOPPPS 模型在大学物理课程中的实践探索[J]. 大学物理, 2022, 41(2): 53-57.
- [2] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196-200, 249.

-
- [3] 冯思宇. BOPPPS 教学模式下的高效课堂教学设计——以“密度”为例[J]. 物理教师, 2021, 42(8): 48-50, 54.
- [4] 梁娟娟. 基于 BOPPPS 模式的大学英语混合式教学设计[J]. 海外英语, 2022(12): 129-131.
- [5] 孙飞龙, 王雅静, 何琪钰. 基于 BOPPPS 教学法的生物制药工程线上有效教学策略与实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(12): 4808-4815.
- [6] 魏小平, 康文斌. BOPPPS 教学模式在大学物理课程教学中的探索——以静电场的环路定理为例[J]. 西部素质教育, 2019, 5(1): 135-138.
- [7] 刘玉斌. 物理学类专业课程思政的思考与实践——以理论力学课程为例[J]. 中国大学教学, 2020(8): 55-58.
- [8] 许钟华, 陈春燕, 吴超琼. 大学物理课程思政建设的探索[J]. 物理通报, 2021(11): 67-70.
- [9] 龙晓燕, 谢海燕, 吴实, 等. 大学物理课程思政设计与实践——以质点力学为例[J]. 大学物理, 2022, 41(1): 50-55.
- [10] 周衍柏. 理论力学[M]. 第 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2018.