

创新应用导向的¹大学物理实验教学改革与实践

——混合式“三阶八环”教学模式

王雅萍 丁志鹏* 方莲 吕楠

(合肥工业大学宣城校区, 安徽宣城 242000)

摘要: 紧密围绕创新应用导向的人才培养目标, 充分利用课前、课中、课后三个阶段, 针对大学物理实验课程设计了线上线下混合式“三阶”闭环教学法; 参考北美教学模型, 重新构建了“PBOPPPSE”八环教学模式; 并以学科竞赛为载体, 创新创业项目为目标, 针对不同专业学生的课程优势, 结合物理实验项目的具体应用, 设计布置个性化创新实验项目; 充分考虑到不同学生的需求, 提出了开放三类物理实验室的举措; 结合创新教学模式和方法, 引入了多元化的考核方式, 强化过程性评价。将教与学, 学与用, 进行紧密结合, 极大提高了学生学习的主动性和自主研学热情, 有效加强学生的逻辑思维、表达能力以及学以致用的动手实践和协作创新能力。

关键词: 创新应用人才培养; 大学物理实验; 教学改革; 混合式教学; BOPPPS 教学模型

中图分类号: G642.423

文献标识码: A

引言

创新是一个民族进步的灵魂, 是引领国家发展的第一动力。习近平总书记在全国教育大会中更是强调, 要提升教育服务经济社会发展能力, 积极投身实施创新驱动发展战略, 着重培养创新型、复合型、应用型人才^[1]。因此, 广大高校教育工作者更应紧跟国家政策与发展形势, 对学科教育进行改革以适应新时代的发展。

大学物理实验课程作为理工科本科教育的重要基础课程, 承担着培养学生系统实验方法与综合实践能力的核心任务。该课程通过多元化实验手段, 在严谨治学态度、创新意识、团队协作及理论应用能力培养方面具有独特作用^[2]。然而传统教学模式存在显著弊端: 以课堂为中心的单向知识传递模式忽视课前预习与课后拓展; 以教师为中心的示范-模仿流程抑制学生互动参与; 以书本为中心的机械操作削弱知识创新应用; 以考试为中心的评价体系难以激发学习主动性^[3]。这种模式易导致学生知识碎片化、实践能力薄弱、创新意识受限。针对上述问题, 课程组构建了“三阶八环”混合式教学模式。该模式以学生发展为中心, 以创新应用为导向, 通过重构教学环节、整合数字资源、强化过程评价, 形成课前-课中-课后的闭环培养体系。通过优化实验设计、引入项目式学习、建立动态评价机制等举措, 有效提升学生的实践创新能力, 为培养交叉复合型科技人才探索新路径。

一、革新教学理念

理念革新是教学改革的核心驱动力。针对传统教学模式的结构性矛盾, 课程组提出从教师与学生双向思维变革入手, 重构教学范式。在教师层面, 通过系统培训与实践探索, 实现三大转变: 从“教师主导”转向“学生主体”, 将单向知识灌输升级为“传道-悟道”的互动教学模式; 从“结果导向”转向“过程+结果”双轨评价, 建立课内课外结合的动态考核体系; 从“学科本位”转向“能力本位”, 将学术研究导向转变为创新实践能力培养。这一转变使教师从知识传授者转型为学习引导者, 为教学改革提供理念支撑。在学生层面, 通过首课专题教育构建新认知体系: 打破被动依赖, 建立“课前自主探究-课中深度参与-课后拓展实践”的主动学习模式; 突破书本局限, 构建“教材+数字资源+小组研讨”的混合学习生态; 转变分数观念, 形成“操作考核+创新实践+互动参与”的多维评价机制。通过师生双向理念革新, 构建“双主体”协同育人机制, 有效提升学生创新实践能力与综合素质, 为培养适应未来挑战的复合型人才培养奠定基础。

二、设计线上线下混合式“三阶”闭环教学法

传统实验教学重视书本知识和课内实践, 但2021年底教育部高等教育司司长吴岩提出要“让慕课与在线教学助力中国高等教育在新时代实现高质量发展”。因此, 在教学方法的设计上, 我们充

分挖掘新时代线上智慧教育资源, 以培养创新型人才为目标, 设计了课内、外相结合的线上线下混合式“三阶”闭环教学法, 使学生在三个阶段的知识层次和综合能力逐级提高。

三阶: 指的是“课前、课中、课后”三个阶段, 摒弃传统课堂教学为主要的理念, 充分利用学生的课前与课后时间, 对知识进行提前预习与课后巩固拓展并发散, 既培养了学生的自主学习能力, 也锻炼了学生的实践应用能力。

1. 课前

课前教师录制实验仪器操作微视频, 整理预习问题和资料, 查找慕课资源, 并将其整合到预习PPT中。通过雨课堂提前一周发布预习任务, 学生可线上观看视频和资料, 同时开放实验室, 避免预习与实验脱节。这种任务驱动教学法使学生从被动学习转为主动预习, 培养了学习兴趣和自主学习能力。

2. 课中

课中, 教师利用PPT展示图片、动画和视频, 结合讲授、互动提问、讨论辩论和动手操作等情境教学法, 将枯燥的课堂变得有趣且充满活力。在教师引导下, 学生完成知识凝练, 提高了参与度, 培养了语言表达和逻辑分析能力。

3. 课后

课后, 教师引导学生结合文献和实验室装置提出改进想法, 布置课程总结和创新实验题, 开放创新实验室。学生组队设计、搭建装置, 完成实验改进与探究。这不仅实现了知识的综合创新应用, 还提升了学生的动手实践和协作创新能力, 打造了有成果的课堂教学。

三、构建PBOPPPSE“八环”教学模式

为改变传统以教师为中心的课堂教学方式, 课程组学习参考了加拿大等北美高校教师技能培训过程中推崇的BOPPPS教学模型, 它将教学过程划分为引入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participation learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)6个环节, 强调以教学目标为导向、以学生为中心, 对课堂教学进行模块化分解, 有效地激发学生兴趣, 提高学生的主观能动性。但该教学模式对课前和课后两个重要的阶段没有强调, 难以考查学生对知识的自主学习和应用创新能力。因此课程组将BOPPPS六环教学模式与线上线下混合式“三阶”教学法相结合, 应用到大学物理实验课程中, 构建了PBOPPPSE八个环节的教学模式, 并融入了课程思政和课外实践, 具体如下:

(1) 课前预习(Preview): 充分利用学生的课前时间, 依托雨课堂及线上慕课资源发布预习内容、预习思考题和实验仪器操作微视频, 让学生带着问题观看慕课视频, 提前熟悉所要学习的

实验内容和实验仪器,并完成预习报告书写。同时为提高学生的探究和创新能力,在预习内容中加入相关文献,让感兴趣的同学通过文献研读,进一步了解该实验的优缺点,获得进一步改进创新的灵感。

(2) 课程导入 (Bridge-in): 为防止教学内容与现实脱节,激发学生的学习兴趣,在课上充分挖掘时代热点,紧跟科学前沿,并融入课程思政,选择与本实验相关的科学前沿问题、与实验内容契合的实际应用等,通过图片、动画、视频、提问或者辩论活动等引入本次实验的目的。

(3) 明确目标 (Objectives): 向学生传达本次实验的学习目标,包括知识目标、能力目标以及情感与价值观的目标,让学生明确学习方向。

(4) 前测 (Pre-assessment): 为了了解学生的预习成效,在理论讲解前,通过雨课堂设置针对预习内容的选择题,系统会对学生的答题结果进行自动评判和实时数据统计分析,对学生的预习成效形成一个评价反馈机制,而且便于教师实时掌握学生对知识点的掌握情况,及时调整后续的授课重点,并对学生错误答案予以针对性的讲解。

(5) 参与式学习 (Participatory learning): 在课堂中,以学生为中心,老师为辅助,通过讲师讲解、师生互动提问、生生讨论辩论,最后总结概括等形式,提高学生参与度,让学生掌握实验的原理与内容,分析出实验的注意事项以及该实验与生产生活的关系等,并进一步完成实验操作。

(6) 后测 (Post-assessment): 根据实验教学特征,课堂理论教学结束后学生需进一步完成实验操作,教师可实时观察检测学生动手实践能力,完成该实验项目的操作考核;同时适时的引导不会操作的学生,及时改进实践过程。此外,学生需要记录原始数据,书写实验报告,可用以测试学生对本次实验理论知识的掌握程度。

(7) 总结 (Summary): 引导学生自己归纳、总结和提炼知识点,反思实验内容与实验过程中遇到的问题等,进一步巩固知识学习。

(8) 拓展 (Extension): 为实现课程的挑战度和高阶性,教师会以物理学科竞赛题目为案例,结合学生的专业特点,布置个性化创新实验题作为课后拓展,以此引导学生自己查找相关文献和资料,课下分组讨论并协作创新实践,最后进行小组汇报成果。或者借助于课前预习时布置的相关文献研读,引导学生以小组合作形式自主对现有的实验装置及相关的实验原理进行改进和创新,设计新的实验装置,探究出新的实验项目。教师可根据学生的实践成果指导学生申请大学生创新创业项目,参加互联网+、挑战杯等赛事,进而实现成果的应用和孵化,形成教-学-用一体化的教学效果。

四、设计个性化创新实验题目

为了培养学生的综合应用能力和协作创新意识,课程组以物理学科竞赛和创新创业项目为导向,结合学生的专业优势,设计了个性化创新物理实验题作为课后拓展。例如,2021年全国大学生物理实验竞赛中的“测量液体的粘滞系数”题目,与城建、环境工程和新能源专业密切相关。在课堂上,教师引导学生思考不同于传统落球法的测量方法,或改进仪器以提高测量精度。城建专业学生结合流体力学知识,提出流量法方案,通过求解斯托克斯方程的特殊解,推导出液体流量与粘滞系数的关系,最终获得测量结果。该小组成果申请了省级大创项目,并在此基础上完善装置,申请了一项发明专利且已获授权。此外,2021年物理学术竞赛中的“吉他弦”题目要求设计实验装置,探究吉他弦在共振频率附近的运动。针对擅长机械设计和程序编写的机械工程与计算机专业的学生布置了这个课后拓展题,其中机械工程专业的一组学生成功设计了一个标准化的智能实验装置,可精确测量弦拉力与距离,并通过显示屏实时显示实验参数。该小组成果也成功

申请了一项省级大创项目。这些结合学科竞赛和专业特点的个性化创新实验项目,不仅提升了课程挑战度,还引导学生自主学习、自我管理和协作创新。学生的实验成果可用于申请大学生创新创业项目,进一步完善并实现孵化应用,有效提高了学生的实践与创新能力。

五、开放实验室

在传统实验教学中,学生在课程开始前大多未接触过物理实验室,对实验仪器陌生,预习时也难以结合实际操作,导致兴趣缺失。课程结束后,实验室关闭,学生复习时只能依赖书本,难以全面复习仪器操作。为此,课程组提出了开放实验室的举措,具体包括三类实验室:一是演示物理实验室。在课程开始前一周开放,学生预约后可通过机器向导体验力、热、光、电、磁等演示实验仪器,培养兴趣,激发探索欲望。二是课程开放实验室。针对不同学生需求,每个实验项目配备1-2台仪器,课程期间及结束后两周开放。学生可申请进入,完成未完成的实验项目、熟悉仪器完成预习任务或复习操作细节。三是创新实验室。为支持课后拓展题的实验需求,设立物理创新实验室,常年开放,学生可登记使用场地和仪器,为创新实验项目做准备。开放实验室的举措,不仅培养了学生对物理实验的兴趣,还为不同层次的学生提供了便利,有助于学生更好地掌握知识并进行创新应用。

六、优化课程考核方式

传统的实验教学考核方式基本按照“实验操作+实验报告+考试”的形式,难以真实反映学生对知识的学习和应用情况。所以课程组教师依据创新教学模式提出了“预习测试+课堂互动+实验报告+总结报告+拓展创新+操作考核+理论考试”的七维考核形式。从多角度综合考查学生课前预习情况、课中参与情况、课后创新实践与知识应用情况。

同时,课程采用多维考核模式:预习测试通过雨课堂完成并实时反馈成绩;课堂互动包括师生提问、生生讨论,教师记录表现;实验报告由学生独立完成实验数据处理与分析;总结报告要求学生结合课程学习、专业特点和未来规划撰写;拓展创新是设计个性化实验项目,小组完成并提交报告;操作考核记录学生实验操作表现;理论考试通过笔试考察基础知识。这种模式促使学生认真对待每个学习环节,提升知识掌握和综合应用创新能力。

七、结束语

创新应用导向的物理学实验的改革紧密围绕以学生为中心,采用线上线下混合式“三阶”闭环教学法,构建PBOPPPSE“八环”教学模式。结合学科竞赛和创新创业项目,针对不同专业学生的优势,设计个性化创新实验项目,并开放三类物理实验室,实现教、学、用紧密结合。这极大地提高了学生的学习兴趣 and 主动性,培养了逻辑思维、表达能力、动手实践能力和协作创新能力。同时,引入多元化考核方式,强化过程性评价,激发学生自主学习热情。这种开放式、自主式的创新应用导向教学改革为培养高素质、具有创新创业能力的人才提供了有效路径。

参考文献:

- [1] 吴岩. 抓好新基建迈向高质量—大力推动慕课与在线教学创新发展 [EB/OL]. https://news.eol.cn/yaowen/202111/t20211127_2179986.shtml, 2021/11/21.
- [2] 魏薇, 谭佐军, 刘泉等, 虚实结合的大学物理实验 BOPPPS 教学模式改革与实践 [J]. 物理实验, 2022, 42(3): 47-51.
- [3] 白士刚, 张宇亮, 冯放. 基于信息化技术的大学物理实验 BOPPPS 教学模式 [J]. 大学教育, 2020(6): 88-90.

基金项目: 安徽省省级质量工程教育教学改革研究项目 (2023jyxm0048)

作者简介: 王雅萍 (1988—), 女, 安徽巢湖人, 博士, 副教授; 丁志鹏 (1990—), 男, 江苏如皋人, 硕士, 助理研究员。