

“七维一体”进阶式理论-实验混合式教学设计 ——以“大学物理与实验课程”为例

张诗按¹ 吴平颐² 邓莉¹ 王文华² 齐贵超² 景培书¹
(华东师范大学¹物理与电子科学学院;²教师发展中心,上海 200241)

摘要 基于华东师范大学高校定位与环境生态工程的新工科人才培养目标,有机融合物理理论、生活实验、演示实验、虚拟仿真、基础实验、拓展实验、创新实验,形成进阶式理论-实验课程系列;高度重塑线上线下教学资源,采用分层教学理念与多维度过程性评价方式,深度融合线上线下学习活动,引导学生自主学习、自主实验、开放展示和自我反思,实现自主学习能力的全面提升;通过学生人格、学识、能力的协同培养,使学生获得专业认同感和职业价值感;实现思政教育全方位沁润,树立家国情怀,形成责任担当。课程评教整体良好,以学生为主导的科创成果显著。

关键词 混合式教学;进阶式;分层教学;过程性评价;思政教育

“SEVEN DIMENSIONS IN ONE” ADVANCED THEORY EXPERIMENT HYBRID TEACHING DESIGN —TAKING “COLLEGE PHYSICS AND EXPERIMENT COURSE” AS AN EXAMPLE

ZHANG Shian¹ WU Pingyi² DENG Li¹ WANG Wenhua² QI Guichao² JING Peishu¹

(¹ School of Physics and Electronic Science; ² Academic Affairs Office, East China Normal University, Shanghai 200241)

Abstract Based on the orientation of East China Normal University and the training goal of new engineering talents of environmental ecological engineering, a series of advanced theory-experiment courses have been formed efficiently by integrating physical theory, life experiment, demonstration experiment, virtual simulation, basic experiment, expansion experiment and innovation experiment. These courses highly reshape online and offline teaching resources, adopt layered teaching concept and multi-dimensional process evaluation method, deeply integrate online and offline learning activities, guide students' autonomous learning, autonomous experiment, open display and self-examination, and realize the overall improvement of autonomous learning ability. Through the collaborative cultivation of students' personality, knowledge and ability, students can obtain a sense of professional identity and professional value. These course realize ideological and political education in an all-round way,

收稿日期: 2021-10-28; 修回日期: 2022-02-12

基金项目: 2021 年度教育部高等学校教学教研项目(DWJZW202125hd); 2020 年度华东师范大学教学改革与研究项目(综合改革类)(HDS2020010)。

作者简介: 张诗按,男,研究员,主要从事物理教学科研工作,主要研究方向为先进光学成像。

通讯作者: 邓莉,女,副教授,主要从事物理教学科研工作,研究方向为超快激光与微纳加工,ldeng@phy.ecnu.edu.cn。

引文格式: 张诗按,吴平颐,邓莉,等. “七维一体”进阶式理论-实验混合式教学设计——以“大学物理与实验课程”为例[J]. 物理与工程, 2022, 32(6): 57-65.

Cite this article: ZHANG S A, WU P Y, DENG L, et al. “Seven dimensions in one” advanced theory experiment hybrid teaching design—Taking “College Physics and Experiment Course” as an example[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(6): 57-65. (in Chinese)

establish the students' family and country feelings, and form their responsibility. The overall curriculum evaluation is good, and the scientific and technological innovation results led by students are remarkable.

Key words hybrid teaching; advanced teaching; hierarchical teaching; process evaluation; ideological and political education

以新技术、新产业、新业态为特征的全球新经济已经出现,为国家人才培养提出了战略性的新要求。为了主动应对新一轮科技革命与产业变革,支撑未来创新发展,2017年,教育部提出建设“新工科”对应新兴产业,为中国未来科技和智能时代的持续发展提供源动力。新工科建设包含的“建设人才培养的新模式”要求培养理工科基础实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才的目标。大学人才培养,课程是教育的最微观环节,但却是解决教育根本问题的最重要环节。2019年,国家发布了《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》,提出五大“金课”建设。其中,线上线下混合式课程,将颠覆传统课堂教学流程,以教师“教”为中心转为以学生“学”为中心,实现翻转课堂,深入推进信息技术与教育教学深度融合、推进教学模式与教学方法改革。

大学物理与实验是理工科专业的一门重要基础课程,为学生学习专业课程提供必需的物理学基础知识与实验基本技能。传统的授课方式是以“老师讲、学生听、跟着做”的模式为主,以知识的习得为主要目的。教学内容统一安排,忽视学生的知识起点和能力差异;课堂缺乏体验和实践,学生学习主动性不高;课程评价方式单一,注重期末考试轻视学习过程,难以激发学生持久的学习动力和学习参与度。澳大利亚心理学家约翰·彼格斯和凯文·科利斯教授的SOLO分类理论^[1]与美国教育学家布鲁姆等人提出的教育目标分类学^[2],根据学生现有的知识、能力、思维水平等因素将水平相近的学生分在一起,分析课程教学目标,明确学习任务,设计教学顺序,选择合适的教学方法进行针对性的教学,使不同水平层次的学生在分层策略和相适应的环境下最大限度地得到最好的发展,以满足学生不同层次的学习需求^[2]。我们基于学生培养目标与专业背景,以学生为中心进行分层教学、分层实验、分层评价,采用“七维一体”的进阶式理论-实验教学设计,循序渐进地完成学生从基础知识掌握、基本实验操作的训

练到自主学习习惯、高阶的思维与创新实践能力的培养,思政教育贯穿教学始终,使学生获得专业认同感和职业价值感,树立了家国情怀与责任担当。

1 学情分析与混合式教学目标

《大学物理与实验C》是华东师范大学设立的面向非物理专业的一门基础理论与实验课程,为学生学习专业课程提供必备的物理学基础知识与实验基本技能。本课程的授课对象是环境工程与环境生态工程专业二年级学生,第一学期开设72学时的《大学物理C》,第二学期开设36学时的《大学物理实验C》。华东师范大学对于环境工程与环境生态工程专业的培养目标是:培养具有可持续发展理念、扎实理工科基础、实践能力强、创新能力强的复合型卓越工程应用型人才。基于华东师范大学的人才培养目标与新工科背景下的国家人才需求,我们《大学物理与实验》进行了课程与学情分析,拟采用混合式教学解决目前教学中存在的关键问题,进一步明确了混合式教学课程目标。

1.1 课程与学情分析

我们通过访谈、问卷调研学情,发现环境工程与环境生态工程专业的学生具有以下三个特点:

(1) 数学、物理基础普遍较好,学习态度端正;对物理学习兴趣浓厚,具备一定动手实践能力,活动参与意识强;

(2) 乐于接受新事物,思维活跃,喜爱社交网络;竞争意识较强,自我要求高;

(3) 现代化信息素养高,掌握电子设备和线上学习平台快速,查找网上资源精准,对混合式学习具有一定兴趣和较高适应度。

1.2 混合式教学拟解决的关键问题

基于国家新工科人才培养目标、华东师范大学高校定位与学情调研结果,我们采用分层式混合式教学,拟解决以下三个问题:

(1) 如何在理工科课程中实现学生人格、学识、能力的协同培养,树立家国情怀,形成责任担当,是教师应当思考的问题;

(2) 如何基于学生个体情况,通过分层教学实现因材施教,启发学生的科学思维与拓展创新能力,是教师应该关注的问题;

(3) 如何通过更加科学的评价激发学生持久的学习动力和学习参与度,是教师应该解决的问题。

1.3 混合式教学课程目标

我们从知识传授、能力培养、价值塑造三个维度,设立了混合式教学课程目标:

(1) 知识传授层面:通过本课程的学习,全面、系统地理解物理学涵盖的内容与学科结构,学生能自主梳理、构建知识体系;

(2) 能力培养层面:通过学习与操作验证性、综合性、创新性的物理实验,使学生能利用理论设计实验,能通过实验总结理论,能自主开展拓展项目研究;

(3) 价值塑造层面:树立科学思想、掌握实验的科学方法,运用知识服务于社会,形成坚定的理想信念、勇于探索的创新精神和社会责任担当。

本课程将以学生为中心进行分层教学、分层实验、分层评价,采用“七维一体”的进阶式理论-实验教学,循序渐进地完成学生从基础知识掌握、基本实验操作的训练到自主学习习惯、高阶的思维与创新实践能力的培养,思政教育贯穿教

学始终,使学生获得专业认同感和职业价值感,树立家国情怀与责任担当。

2 “七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式的构建与实施

我们构建了“七维一体”进阶式理论-实验混合式的教学模式,将线上线下学习活动深度融合,理论与生活实验、演示实验、虚拟仿真实验、基础实验、拓展实验、创新实验环环相扣、层层递进;多维度过程性评价激发学生参与度,思想政治教育全方位沁润,形成学生认知、实践、拓展、创新的一体化的培养模式,实施后效果显著。图1展示了“七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式的整体构架,充分体现了线上线下教学资源高度重塑、教学任务分层设计、线上线下学习活动深度融合、多维度过程性评价的特点。

2.1 线上线下教学资源高度重塑

本课程目前已经积累了丰富的线上和线下资源。线上资源不仅包括华东师范大学国家级一流精品课程《波动光学》、西安交通大学和清华大学的国家级精品慕课《大学物理》、华东师范大学《大学物理实验I》、虚拟仿真实验、演示视频、调查问卷、题库文献等;线下资源包括演示实验仪器、实验仪器、软件(Python、C#、Matlab、Phyphox等)和本实验室自行编写的教材和自制实验教学视频。基于环境工程与环境生态工程的专业特点,在

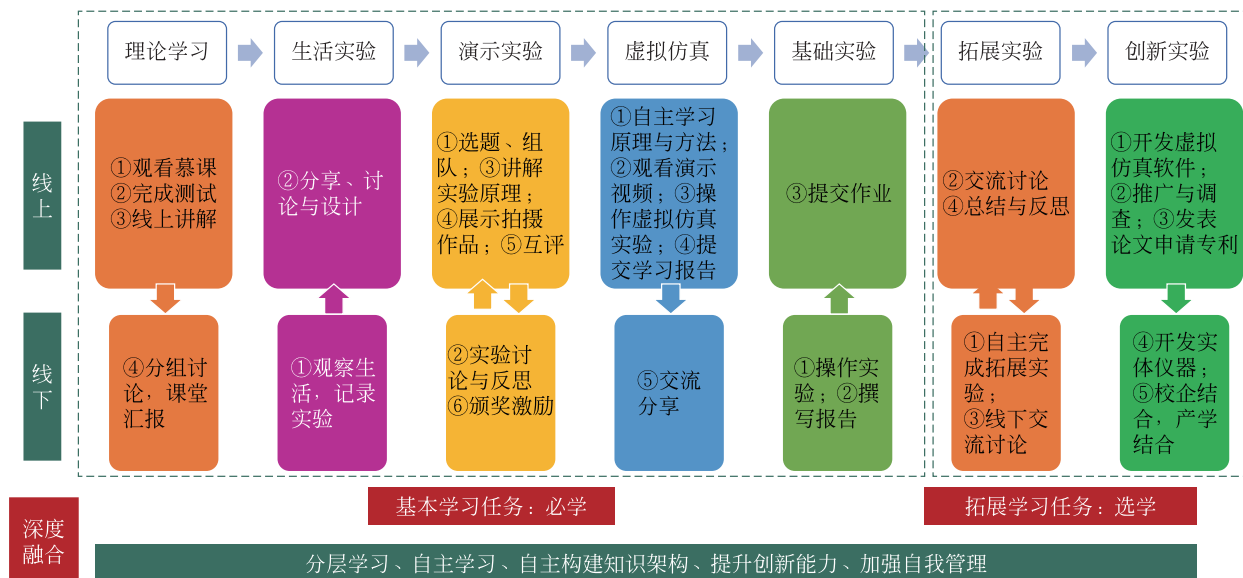


图1 “七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式

线上线下资源建设中,我们加强了《大学物理》其他专业课程如《物理化学》《环境监测》的联系,体现物理基础知识在其专业领域的重要应用。图2展示了在“七维一体”进阶混合式教学过程中高度重塑线上线下教学资源。物理理论环节,将线上精品慕课与线下教材密切结合,慕课作为课前学习与课后拓展的资源;生活实验中,学生在网络上广泛寻找实验素材,结合生活中的常见材料自制实验并自拍视频,视频上传至网上学习平台可以作为学习的网络素材;演示实验中,学生通过网上学习平台的演示实验视频了解演示实验原理与操作,实地到演示实验厅做演示实验并拍摄演示实验视频上传网上相互分享;虚拟仿真实验,学生借助云虚拟仿真实验平台操作,达到辅助理论与实验课的预习与复习效果,借助线下软件模拟实验结果,上传网上学习平台作为线上学习素材;基础实验,学生通过网上实验慕课,充分了解实验内容,到实验室有目的地操作实验仪器,课后复习慕课加深对实验的理解;拓展实验,学生利用数据库查阅文献,自行设计拓展实验,撰写实验报告进行网上分享;创新实验,学生基于基础实验、拓展实验的训练,进行仪器研发,发表论文,论文又称为网上学习的素材。线上、线下资源开放互动,线上资源辅助学生学习,学生自制线下素材成为线上资源,拓展了学习的广度与深度。

2.2 教学任务分层设计

课前,调研学生学习知识、能力、思维水平,将理论学习与实践学习分别进行分层设计,整个分层模式如图3所示。首先将理论学习任务分为必学与选学,学生以小组为单位完成学习任务,通过课前线上学习,课堂汇报讨论,课后线上线下反思拓展,线上开放展示;实践学习分层设计中,生活实验、演示实验、基础实验为必学内容,以学生的虚拟仿真实验操作与实验报告作为分层依据,在充分尊重学生意愿的前提下引导部分学生进行拓展实验与创新实验,通过发表论文与研发实验仪器实现学生的高阶思维与实践训练。

目前,光学检测技术已经成为环境保护的有效手段,原国家环境保护总局与中国科学院合肥物质科学研究院已经联合建立了国家环境保护环境光学监测技术重点实验室。我们基于学生的专业特点,将光学理论与实验进行了精心分层设计,将光学理论基础与实验技能拓展到环境光学检测技术的原理与应用。理论部分,光的干涉、衍射说明了光具有波动性,干涉是两个点光源发出子波的相干叠加、光的衍射是连续波面相干叠加的结果,光的偏振则进一步说明光波的横波特性;基础实验与拓展实验部分,牛顿环是等厚干涉,迈克尔逊干涉仪包含等厚干涉与等倾干涉,光栅是集合单缝衍射与多缝干涉的应用广泛的光学器件,利

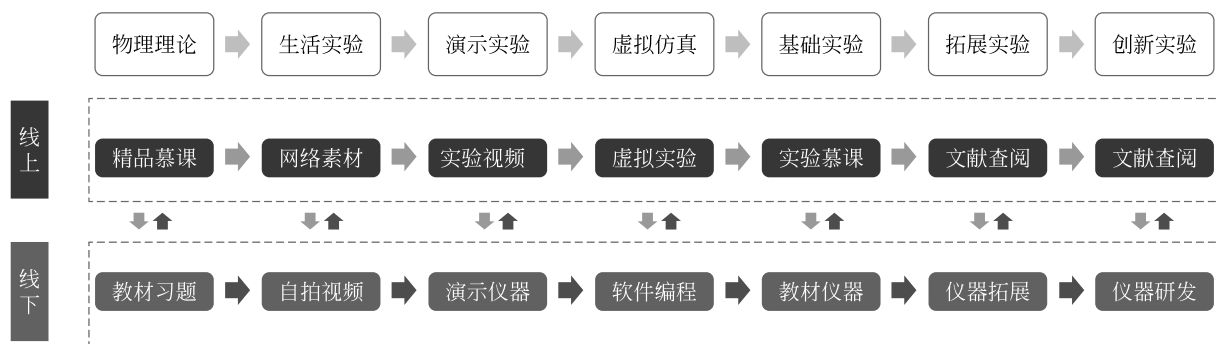


图2 “七维一体”进阶混合式教学高度重塑线上线下教学资源

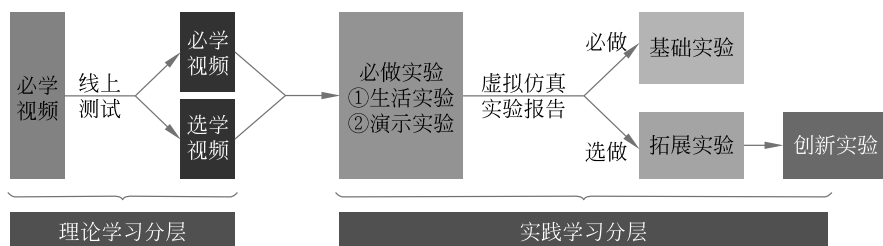


图3 分层教学设计

用起偏器、检偏器、四分之一波片、二分之一波片可以产生、验证不同偏振光;光的干涉、衍射、偏振均在环境光学检测技术中有很重要的应用,如紫外-可见光谱水质检测仪、重金属粒子光学检测仪等。理论教学分层环节,教师在华东师范大学大夏学堂在线课程平台提供国家级一流精品慕课华东师范大学《光学》和西安交通大学《大学物理》光学理论部分。前者以波动理论介绍光的干涉、衍射与偏振,难度较高,为选学内容;后者侧重从实验现象出发,结合光学相干理论深入浅出地说明光的干涉、衍射等现象,学习难度较低,为必学内容;分层设计课前学习的测试题目,掌握学生自主学习情况;根据学生反馈的难点疑点问题,教师在腾讯课堂进行有针对性的讲解,并形成录像上传大夏学堂在线课程平台,学生可以随时回放观看反复学习,帮助学生打好理论基础,顺利达成基本目标;依据难度分层设置讨论题目,学生课前分组讨论课堂汇报,实现课堂翻转。实验教学分层环节,生活实验、演示实验、虚拟仿真实验为每位学生必做实验,教师通过学生提交的虚拟仿真实验结果了解学生对实验原理与操作方法的掌握程度,依据不同程度将学生分为两个大组;所有同学完成必做实验《牛顿环》《单缝衍射与光栅常数测量》训练实际动手操作能力与数据分析能力,程度好的同学完成选做拓展实验《迈克尔逊干涉仪》《偏振光的观察与研究》,撰写小论文,培养实验拓展创新与科技论文写作能力;基于拓展实验,增加难度、广度、综合度,程度更高的同学自主设计实施创新实验“水质光学检测仪”,申请科创项目、发表论文、撰写专利,进一步形成产品,实现校企合作。

2.3 线上线下学习活动深度融合

本课程学习活动形式丰富,线上线下深度融合,所有学习活动环节衔接紧密,难度逐步递进,通过小组协作、汇报讨论、反思分享、拓展研发激发学生参与热情,循序渐进培养学生高阶思维与创新实践能力。

1) 物理理论

课前学生自主学习线上精品慕课与讲解视频,完成网上测试。课堂上,学生根据自己的课前知识储备情况,自由选择不同难度等级的问题任务,以小组为单位在课上完成讨论并汇报解决方

法,教师现场答疑和点评以纠正自主学习过程中的认知偏差,并对自主学习情况进行打分。学生基于专业背景与公众关注的热点问题,根据实验内容充分挖掘思政元素。如世界水日时,学生结合中小学拓展课程,在自己建立的微信公众号上积极撰写文章、录制微课,科普水质检测与保护知识。在此过程中,树立家国情怀,形成社会责任担当。

在拓展实验的线上讨论环节,学生深度关注光学领域诺贝尔奖得主的故事并制作成海报在线展示。通过走近科学家,了解科研故事,培养学生勇于创新、攀登科学高峰的锲而不舍精神,增强专业认同感和职业价值感。

2) 生活实验

观察生活中的光学现象,利用所学知识进行解释;查阅线上文献资料,利用身边的物品,与同学一起设计有趣的光学小实验,观察记录实验现象,上传至大夏学堂在线课程平台,大家互相观摩,一起讨论。教师根据学生提交情况打分。

3) 演示实验

华东师范大学物理演示中心隶属上海市市级实验教学示范中心,拥有 240m^2 的演示实验厅,近 300 套演示仪器,学生随时可以操作演示实验,体会实验原理。教师在线上提供实验选题,学生 5 人一组,选择一个实验题目进行准备。教师同时提供线上任务清单,告知每个实验需要重点观察和思考的问题,让学生带着问题做实验以提高实验效率。学生在做好充分准备后,已经对实验心中有数,来到实验室,在教师的指导下分组合作开展实验,观察记录实验现象,思考物理现象背后的原理。实验后,学生回到课堂,分组汇报实验中观察到的有趣现象,反思与评价光学演示仪器的巧妙构思与设计,并将汇报与反思上传大夏学堂形成学习档案。课后,学生可以在大夏学堂上自主回看教师上传的针对实验原理进一步讲解的视频,加深对实验的理解。实验后的课后作业为:学生展示实验中拍摄到的物理现象,以微视频的形式上传至大夏学堂在线课程平台,形成演示实验视频资料库,并根据量表开展同伴互评。学生可以互相观摩,取长补短,自我改进。

4) 虚拟仿真实验

中国慕课网上物理实验 I、II 为我们自行设

计、录制的慕课,包含虚拟仿真实验的原理讲解与操作方法,虚拟仿真系统内有线上虚拟仿真实验的操作演示,可以供学生随时线上观看学习。学生借助虚拟仿真实验熟悉仪器使用与数据采集分析方法,突破空间时间局限,随时随地进行线上训练;学生利用虚拟仿真实验系统模拟实验,了解实验仪器的使用技巧与物理参数的测量方法,训练实际动手操作能力与数据分析能力。利用虚拟仿真系统做实验后,学生线上提交实验报告,教师线上批阅并反馈指导意见,解答自主学习中的疑惑。教师根据学生提交的实验报告,掌握不同学生的学习效果。来到课堂上,学生交流分享实验过程中的问题,聆听其他组所做实验的结果与技巧,突破个人学习的局限,增加学习的广度与深度。

5) 基础实验

教师录制基础实验的原理讲解与实验操作预习视频,放在大夏学堂上,供学生课前学习、课中参考、课后复习。学生真正走入实验室,操作实体仪器,在老师的指导下测量物理参数。学生记录数据、分析数据,完成纸质实验报告并拍照上传大夏学堂,教师批改并形成文字反馈。基础实验训练了学生的实际动手操作能力与数据采集分析能力。

6) 拓展实验

开设拓展实验旨在为基础较好、学有余力的同学提供学习补充,不作为课程必须完成的目标。拓展实验的理论更难,操作也更复杂。学生可以根据自身情况,自主选择是否参与拓展实验。拓展实验学生可以自主设计实施实验,在此基础上又可以衍生出更多的实验项目,实验的广度与深度增加,可以培养学生综合运用与实践能力,实现课程的高阶目标。

部分拓展项目具有创新性,达到了创新实验

的程度。拓展实验后学生回到课堂,分组讨论与汇报,总结和反思实验中遇到的问题,讨论如何利用虚拟仿真实验辅助拓展真实实验等问题。课下,学生可以登录大夏学堂在线学习平台,根据教师提供的文献资料,进一步理解拓展实验的前沿应用,体现了课程的先进性和前沿性。

理论与实验课结束后,学生利用思维导图梳理光学知识,自主构建知识体系,完成知识内化,利用线上平台进行课程反思,通过学习、实践与反思,实现学生能力与思维的全面提升,整个学习过程如图4所示。

7) 创新实验

学生基于自身专业背景,利用牛顿环、迈克尔逊干涉仪等实验方法测量液体折射率以检测水质。进一步结合液体的力学与电学特性,开发了用于水质物理检测的DIS虚拟仿真软件,实现水质的综合判断。学生利用Python语言编程,融合DIS数据采集模式,实现了利用软件演示实验的设想。虚拟仿真软件完成后,在环境工程与环境生态工程专业的学生中进行推广,并进行了满意度问卷调查,调研结果表明使用者满意度较高。该软件综合利用大学物理实验相关知识,充分训练学生的创新思维与编程能力。该软件来源于教学,反哺于教学,在疫情期间作为大学物理实验的课前自主学习和课后复习的线上实验学习系统。该成果发表在《物理实验》杂志上^[5,6]。学生团队还获得了校级大夏杯奖励,目前正在优化虚拟仿真软件,从二维到三维、从展示到操作,从分散到集约,进一步提升其可视性、功能性与可操作性。目前,以学生为主导开发水质物理检测演示仪器,已经获得校级实验技术研究项目的支持,下一步商讨校企合作,希望将学生的创新实验成果转化产品,从而培养学生的创新思维。

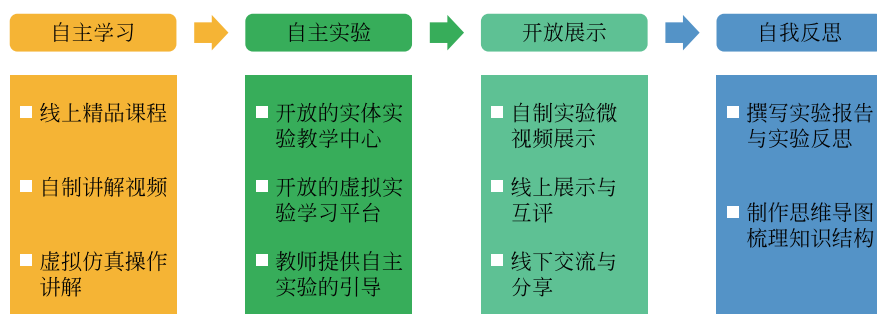


图4 分层学习资源,开放实验平台、丰富的展示活动,实现学生自主学习能力的全面提升

2.4 现代信息化技术的综合运用

“七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式的实施,依托华东师范大学大夏学堂在线平台、雨课堂、中国慕课网,好大学在线、腾讯课堂、腾讯会议、微信公众号、虚拟仿真云上实验室等信息技术与学习支持在线凭条,采用分层教学、翻转课堂、虚拟仿真沉浸式法等线上线下混合式教学模式,创建“七维一体”进阶式理论-实验有机融合的混合式教学模式,并基于专业背景全方位融入思政元素,实现学生人格、学识、能力的协同培养,并树立家国情怀,形成责任担当。

2.5 多维度过程性评价激发学生学习主动性

本课程的考核以学生为中心,分层评价,提升学生学习主动性和参与性。评价种类多样,包含测试、教师打分、学生互评、小组互评、项目、论文、比赛等方式,每一种评价方式都有评价量规,量规清晰明确,易于学生打分,使评价更加科学有效。

(1) 物理理论:慕课测试(5%);课堂汇报教师打分(5%);

(2) 生活实验:数据上传大夏学堂,教师打分(2%);

(3) 演示实验:拍摄视频制作 PPT,大夏学堂展示与学生互评(10%);

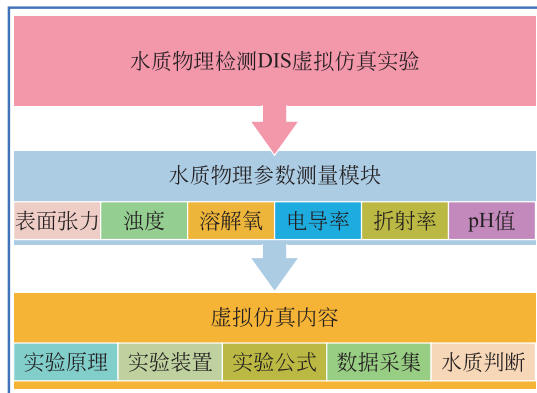
(4) 虚拟仿真:线上提交自主学习报告,教师打分(5%);

(5) 基础实验:提交纸质版实验报告,教师打分(60%);

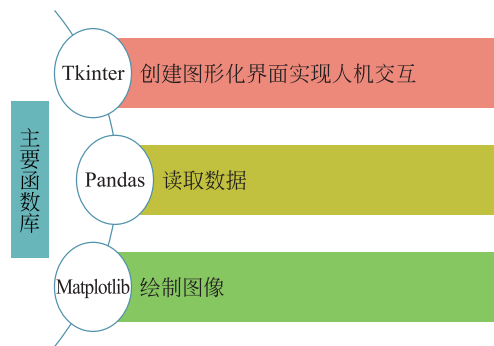
(6) 拓展实验:课堂讨论拍摄现象,小组互评(10%);

(7) 创新实验:申请科创项目;撰写论文发表;申请专利;参加比赛;形成产品(3%)。

在“七维一体”进阶式课程设计中,采用过程性评价方式,评价种类多样,渗透到学生学习的各个环节(如图 6 所示),有效激发了学生的学习主动性。



(a)



(b)

题目	问题
1	我觉得通过虚拟仿真实验科普物理知识比传统科普形式(展览、讲座等)更有优势。
2	我觉得使用该软件能提升我对水质物理检测的认识。
3	我觉得该软件介绍的水质物理检测原理很清晰。
4	我觉得该软件中DIS采集数据的过程形象、直观。
5	通过该软件,我能够通过物理参数判断日常水质了。
6	使用该软件后,我对折射率、电导率等物理测量的应用有了新的认识。
7	我觉得该软件操作简单。
8	我对该软件介绍的水质检测科普内容感到满意。
9	使用该软件后,我确实对水质物理检测有了更深入的了解。
10	我觉得该软件值得推广。

(c)



(d)

图 5 创新实验学生自主研发“水质物理测量虚拟仿真实验软件”

(a) 虚拟仿真实验涵盖六个液体物理参数测量; (b) Python 实现虚拟仿真实验功能; (c) 用户使用满意度调查量表;

(d) 虚拟仿真实验软件所获得的奖项

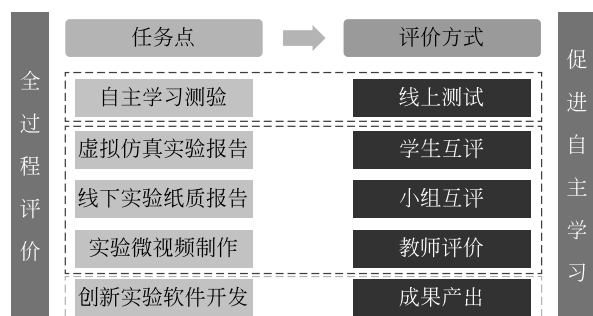


图6 多维度过程性评价渗透于各个教学环节

3 “七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式的应用与反馈

3.1 应用情况介绍

自2019年开始,《大学物理与理论C》采用“七维一体”进阶式理论-实验混合式教学模式,通过分层学习与翻转课堂,因材施教,深度挖掘学生创新能力;将理论与实验密切结合,充分体现物理的实验科学的特点;根据学生专业背景,个性化剪裁理论与实验资源;通过丰富多彩的线上线下学习活动,激发学生的参与热情,多维度过程性评价,督促学生重视每一个学习过程。在教学过程中,我们积极调研学情,采纳学生反馈,以学生为中心,动态调整教学模式,实现教学相长;师生共同讨论,不断探索物理学科在研究成果、先进理

念、前沿技术中的应用,保持课程新鲜度与先进性,通过持续革新实现不断进步(图7)。学生积极参与教学的每个环节,多维度过程性评价,循序渐进完成人才从基础理论实验的能力训练到高阶思维能力的培养。

3.2 学习效果分析

学生通过必看视频后的线上测试决定是否学习难度更高的理论知识,通过虚拟仿真实验确定是否能参与高阶实验;教师提供分层的学习资源,开放的实验平台、丰富的展示活动引导学生自主学习、自主实验、开放展示和自我反思,分层教学实现了教师因材施教与学生自主学习能力的全面提升。多维度过程性评价方式渗透到学生学习的各个环节中,提高了学生的学习热情和参与度,促进自主学习习惯的养成。通过挖掘诺奖故事,引导学生制作诺奖得主展板,拓展实验、创新实验及其应用,学生获得专业认同感和职业价值感,树立家国情怀,形成责任担当,实现学生人格、学识、能力的协同培养。学生通过线上线下及时反馈教学效果,教师积极互动调整,课程评教整体良好,学生主导的科创成果显著,已形成三项学生科创项目,一项实验技术项目,发表了文章。

未来,课程将不断丰富线上线下资源,拓展课堂活动内容的深度与广度;更精准分层教学、明晰

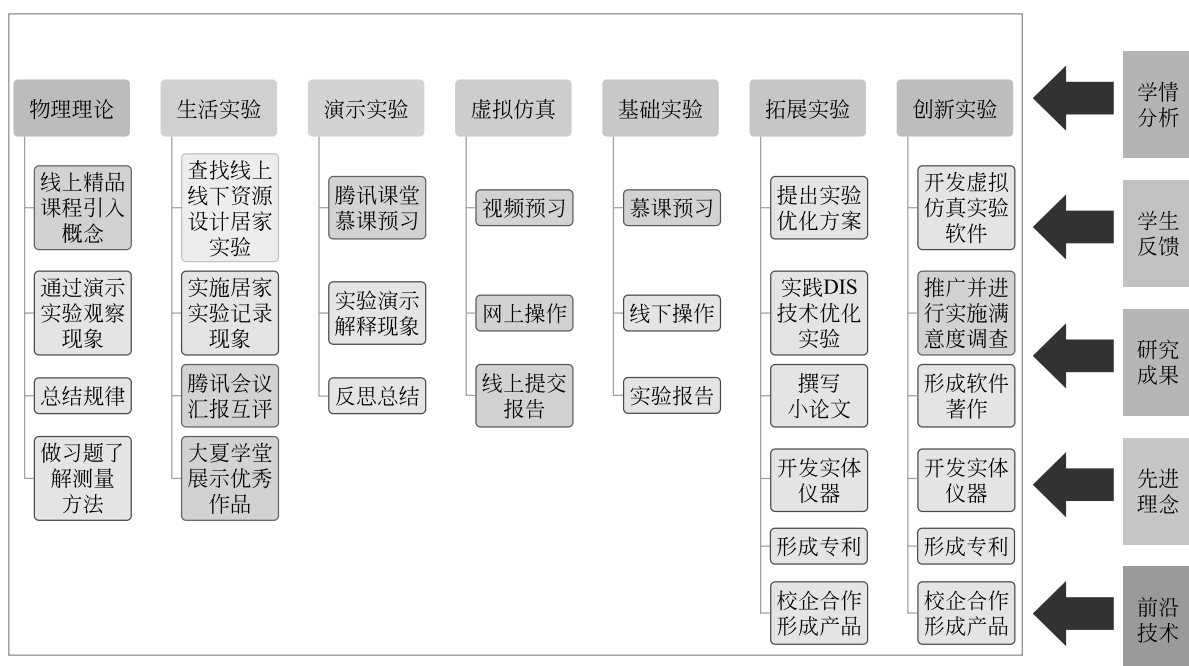


图7 以“学生为中心”动态调整教学模式示意图

评价量规,形成更加合理的分层教学与过程性评价体系;充分应用信息技术,实现课前学习、课堂研讨和课后拓展的深度融合,促进学生自主学习和创新能力训练。

4 结语

基于华东师范大学高校定位与环境生态工程的新工科人才培养目标,采用“七维一体”进阶式理论-实验混合式课程体系,理念先进、创新;通过分层教学理念、翻转课堂、多维度过程性评价方式,有效地激发了学生的学习兴趣与参与积极性;通过线上、线下学习活动的深度融合,科创项目的参与,全面提升学生自主学习与创新实践能力,形成高阶思维;以学生为中心,动态调整教学模式,教学相长,不断引入研究成果、先进理念、前沿技术,持续革新,保持课程新鲜度与先进性;基于学生专业背景,充分挖掘思政元素,使思政教育全方位沁润专业知识教学过程,实现学生人格、学识、能力的协同培养,使学生获得专业认同感和职业价值感。

参 考 文 献

- [1] 彼格斯,科利斯. 学习质量评价:SOLO 分类理论(可观察的学习成果结构)[M]. 北京:人民教育出版社,2010.
- [2] 布鲁姆 B S. 教育目标分类学:认知领域[M]. 上海:华东师范大学出版社,1986.
- [3] 龚亚群. 分层教学的必要性及其理论依据[J]. 科学大众(科学教育),2009(11):116-117.
- GONG Y Q. The necessity and theoretical basis of layered teaching[J]. Popular Science, 2009(11):116-117. (in Chinese)
- [4] 何光宏,韩忠,杨骏骏,等. 大学物理实验分类分层实验体系建设[J]. 物理与工程:2017(8):168-171.
- HE G H, HAN Z, YANG J J, et al. Construction of stratified system in college physics experiment[J]. Physics and Engineering, 2017, 27(1): 168-171. (in Chinese)
- [5] 周科卫,邓莉,忻静,等. 水质物理参量测量 DIS 演示虚拟仿真实验[J]. 物理实验,2020,40(9):37-43.
- ZHOU K W, DENG L, XIN J, et al. Dis demonstration virtual simulation experiment of water quality physical parameter measurement [J]. Physical Experiment, 2020, 40(9): 37-43. (in Chinese)
- [6] 忻静,孙可,邓莉,等. 基于 STEM 的水质光学综合测量虚拟仿真实验[J]. 物理实验,2022,42(1):50-56.
- XIN J, SUN K, DENG L, et al. Virtual simulation experiment of water quality optical comprehensive measurement based on STEM[J]. Physical Experiment, 2022, 42(1): 50-56. (in Chinese)
- [1] 彼格斯,科利斯. 学习质量评价:SOLO 分类理论(可观察的
- (上接第 56 页)
- [24] 杨丽萍,辛涛. 人工智能辅助能力测量:写作自动化评分研究的核心问题[J]. 现代远程教育研究,2021,33(4): 51-62.
- YANG L P, XIN T. Aided ability measurement by artificial intelligence: The core problems of automatic writing scoring research[J]. Modern Distance Education Research, 2021,33(4): 51-62. (in Chinese)
- [25] SÜZEN N, GORBAN A N, LEVESLEY J, et al. Automatic short answer grading and feedback using text mining methods[J]. Procedia Computer Science, 2020(169): 726-743
- [26] BURROWS S, GUREVYCH I, STEIN B. The eras and trends of automatic short answer grading[J]. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2015; 25(1): 60-117.
- [27] LEACOCK C, CHODOROW M. C-rater: Automated scoring of short-answer questions[J]. Computers and the Humanities, 2003; 37(4), 389-405.
- [28] LI B, LU J, YAO J M, et al. Automated essay scoring using the knn algorithm[C]. In Computer science and software engineering, 2008 international conference, 2008 (volume 1): 735-738.
- [29] KAKKONEN T, SUTINEN M N, TIMONEN J. Comparison of dimension reduction methods for automated essay grading[J]. Journal of Educational Technology & Society, 2008; 11(3), 275.
- [30] NOORBEHBAHANI F, KARDAN A A. The automatic assessment of free text answers using a modified bleu algorithm[J]. Computers & Education, 2011; 56(2), 337-345.
- [31] ISLAM M M, HOQUE A L. Automated essay scoring using generalized latent semantic analysis[C]. In Computer and information technology (ICCIT), 2010 13th international conference. 2010; 358-363.