

挖掘元认知潜能, 提升大学物理实验育人功能

冯文侠¹ 徐健^{1,2} 崔守鑫¹

1 聊城大学

2 曹县王集镇中学

DOI:10.32629/mef.v9i7.21421

[摘要] 大学物理实验作为理论知识与实践操作的纽带,是大学阶段实践课程的重要起点.课程在培养学生的科学素养、激发创新思维以及提升解决问题能力方面是其他课程不可替代的.本文基于大学生认知特点,结合元认知理论,剖析了大学物理实验课程在育人方面的内在优势.课程通过开展元认知训练,激发学生的元认知意识、增强学习内驱力、培养主动学习能力,实现知识、能力与素质的协同发展,从而全面发挥大学物理实验课程的育人价值。

[关键词] 元认知; 大学物理实验; 内驱力; 主动学习; 育人功能

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

Developing metacognitive potential, Enhancing the educational function of college physics experiment

Wenxia Feng¹ Jian Xu^{1,2} Shouxin Cui¹

1 Liaocheng University,

2 Caoxian Wangji Town Middle School

[Abstract] College physics experiment serve as a bridge between theoretical knowledge and hands-on practice, forming a critical starting point for undergraduates' experimental training. Their role in cultivating scientific literacy, stimulating innovative thinking, and enhancing problem-solving skills is irreplaceable by other subjects. Drawing on students' cognitive characteristics and metacognitive theory, this paper examines the inherent educational strengths of these courses. Through metacognitive training—raising students' metacognitive awareness, strengthening intrinsic motivation, and fostering active learning—the courses enable the coordinated development of knowledge, skills, and overall competence, thereby fully realizing their educational value.

[Key words] metacognition; college physics experiments; intrinsic motivation; active learning; educational function

教育凭借对青年思想的塑造力,成为推动社会变革、构筑美好未来的关键力量,合格的大学生应具备自我设定目标、反思行为、勇于担责的内在动力,形成改造社会、塑造美好未来所必需的知识体系、技能和品格,成长为我国现阶段提倡培养的面向未来的多元化、创新型工程人才^[1]。为此,在教学实践中务必激发并最大化利用学生学习的内在能动性,唤醒学生的内驱力^[2],教学要围绕学生的主动探索、自我驱动学习模式进行设计,让学生学会自我管控,成为学习的主人,使主动学习成为提升教育质量与促进学生全面发展的核心源泉。

1 理论依据和基础

1.1 元认知理论

元认知指向学习者自身的认知活动系统,指导自我认知过程中选择有效认知策略、控制执行过程,实现人对认知活动的自

我意识、自我监控和自我调节^[3]。教育心理学家加涅指出学习是学习者的内部信息加工过程,教师根据学生的需求做出相应教学安排,学习是学习主体的心理活动过程,完成信息加工的每一步都要求学习者进行自我调控与管理,发挥主观能动性。学生通过自己认知活动的调节和管理,自我体验、感悟和理解,实现有意义和有目的的学习^[4]。心理学家皮亚杰认为学习是学习者基于原有的知识经验生成意义、建构理解的过程,强调学习者的积极性和主动性^[5],学习绝不只依赖教师的传授,而是主体主动地进行知识建构和内化。成果导向和问题导向教学的教学模式无不是强调学生综合技能的培养,都要通过激活学生高层次思维,能够主动分析和解决真实、复杂的问题来实现^[6,7],主动建构过程较之被动接受,在学业表现与动机持续性上均具有显著优势。

1.2 大学物理实验育人功能

大学阶段,学生对教师的依赖性逐渐减弱,主体性地位凸显,自我管理意识增强,对自主调节学习能力提出了更高要求,大学生需具备对自身认知活动的深度觉察与有效调控能力,涵盖对学习状态的自知、学习进程的监控,以及学习策略的制定与动态调整。大学物理实验通过闭环探究式循环训练,在实践中锤炼学生的元认知能力。课程通过基础性、综合性到设计性实验的梯度化安排,形成了一条渐进式的认知能力进阶路径,能够有效激发并发展学生的自我认知与调控潜能,强化自主学习意识,提升学习效率,促进深度学习的发生,实现知识传授与能力培养的双重教学目标,显著增强课程的育人实效与教学赋能。

2 学生元认知现状分析

当今,大学生更加凸显对自我价值追求,认知特征呈现质的飞跃,将个人完善、能力发展置于首位。首先,学生的认知思维转变为知识接受向知识创造,中学生的认知活动多依赖外部驱动,思维模式呈现出具象化特征,倾向于追求问题的确定解,进入大学后,认知动力逐渐为以自我增强为主的内在驱动,思维趋于抽象化与批判性,能够接纳多元视角与认知模糊性,对不确定性表现出更高的包容度;其次,自我意识从自我探索向自我建构深化,中学生常表现出较强的自我中心倾向,自我评价体系较为单一,大学阶段则逐步形成稳定的自我认同,能够主动接纳并整合自我的不同方面,自我评价标准亦趋于多元与复杂;再有,大学生独立性与责任感增强,从以往被管理的角色转变为能够主动进行自我管理与责任担当,其社会责任感也逐步增强,体现出更为成熟的公民意识。

从中学到大学,学生的思维方式从接受走向批判,自我意识从混乱走向整合,情感世界逐步稳定,社会角色逐渐走向独立,为最终成为一个成熟的、负责任的成年人奠定了内在的需求基础。

3 大学物理实验的育人策略

实验课程超越了单纯的知识传授,将元认知训练、内在动机激发和创新意识培育有机融入课程体系与教学文化中,通过构建自主性、反思性与实践性的学习生态系统,有效满足学生认知发展的内在需求。

3.1 开展元认知训练

物理实验是将内在思维活动外显化的天然平台,提供思维过程的可视化与可控场景。首先,课程强化过程监控与调节,设计强制性的思维外显化环节。如要求学生课前查阅相关文献资料、撰写预测报告、推行实验日志,实验报告的分析与反思部分要列出产生误差原因及类别,并提供证据进行分析和排除,培养学生学会像科学家一样思考和工作。其次,课程深化对不确定性的理解,让学生解读计算结果的物理意义和认知意义。再有,课程设计时设置强化内驱力训练的内容,如在验证性实验中也要强化反思环节,对开放式探究项目要求学生自主选题、设计并完成全实验流程,组织失败实验研讨会,通过剖析失败案例、复盘研究思维,营造求真务实的科学文化氛围。最后,课程评价要

注重实验过程的严谨性与思维的深度,容忍甚至鼓励有价值的失败。

实验过程通过对操作环节的系统性监控与动态调节,构筑了元认知能力高效培育的实践场域,对不确定度的量化计算与深度反思,实现认识论层面的思维范式升华,既锤炼了批判性思维,又增强了对知识确定性的辩证认知。

3.2 强化内驱力作用

物理实验构建了理论与实践的深刻联结,激发探索欲望,能有效满足学生自主作业的内在心理需求。首先,课程打造梯度化的学习空间:学生在完成基础实验时,自行选择探究某个因素对结果不确定度的影响或尝试提出改进测量精度的方法并进行测试。数据处理时允许学生选择不同的工具或拟合方法;半开放性的项目式实验,学生需要自行查阅资料,设计实验方案,选择仪器,论证方案的优劣;完全开放的探究式项目,学生可以以小组形式,提出感兴趣的科学问题,完成从立项、设计、实施到成果展示的全过程,这是自主感的最高体现,将学习彻底转化为内部兴趣驱动。其次,构建清晰的进步阶梯与即时反馈:教师引导学生思考,不是直接指出错误;一个设计巧妙但因难以预料的因素而未能达到理想结果的实验,只要其过程严谨、反思深刻,同样应获得高分;广泛应用传感器和实时数据采集系统,让学生立刻看到自己操作所带来的数据变化和图形结果;引入数据模拟软件,让学生先在虚拟环境中测试自己的设计方案,预演可能的结果,增强信心。第三,引入科技史中的著名实验,让学生重走科学探索之路,体会科学家面临的困境和突破的喜悦,理解知识的建构过程;建立与真实世界和科学前沿的联结,将实验置于解决实际问题的背景下;明确指出实验现象在日常生活、工程技术、生命科学乃至宇宙学中的体现;以学术海报或小型研讨会的形式展示自己的开放性项目成果,接受老师和同学的提问,模拟真实科研环节,让学生感到自己的工作是被关注的,极大增强学生的获得感。

实验过程将抽象的物理理论转化为可观测的现象和数据,这种体验,带来最直接的学习反馈和成就感,会产生强大的内在驱动力;将枯燥的理论知识置于生动、真实的探索情境中,学生能亲眼见证物理规律如何支配着实践活动,理解其在前沿科技中的应用,有效增强了学习以致用的意义感;课程梯度进阶,增加了学生的自主权,学习由外部任务驱动转化为内部兴趣和问题驱动。

3.3 培养主动学习能力

物理实验课程模拟了完整的科学探究闭环,使学生实现了科学家的角色体验。首先,课程构建了科学素养的进阶之路:在基础技能与范式学习阶段重在培养严谨的数据记录习惯和初步的不确定度分析能力;半开放探究实验训练学生提出问题和设计解决方案的能力,允许并鼓励在实验过程中调整、优化甚至推翻重来;全开放研究实验完成从提出问题到成果展示的完整科研闭环,学生自主解决了自己感兴趣的物理问题,这是替代传统实验报告的最佳方式。其次,教学文化营造了安全试错的生态环

境:撰写实验失败分析报告,包括问题诊断、提出新的改进方案。教师不追求标准答案,而是引导学生思考。第三,能力培养嵌入跨学科的系统思维训练:课程初期,开设短暂的强制或可选实验培训,教授必备的跨学科技能;设置一些涉及多学科知识的项目选题,在项目评估标准中,明确加入多学科知识整合能力的要求。最后,按照真实科学研究的评价标准,评估实验的规范性、提出问题的质量、方案的创新性和逻辑严密性、对研究全局的把握以及应对质疑的能力、沟通能力。

课程高阶设计完美实现了从接受知识到创造知识的认知飞跃,学生的学习从被动验证到主动探究的范式转变。在不断的试错过程中,学生意识到失败是常态,物理实验课程不仅教会学生成功的路径,更让学生懂得如何从失败中提取信息、调整优化方案,这种在受控环境中对失败的脱敏和积极利用,塑造了学生勇于挑战、坚韧不拔的科学精神,培养了跨学科的系统思维与解决问题的能力。

4 结论

教育心理学家约翰·M·凯勒提出教育动机理论的核心构成是:引起注意力→促进相关性→树立信心→产生满足,动机是驱动学生学习活动的一股巨大动力,而动机水平的高低与学生的自我认知和调控能力密切相关。大学物理实验课程正是利用课程内在优势,通过开展元认知训练、强化内驱力作用、培养主动学习能力,使大学生逐步建立学习的高度自觉性,能够主动地反思自己的学习,培养强烈成功的愿望。因此,大学物理实验课程远非简单的技能训练,它是一个集元认知训练、内在动机激发和

科研创新能力培养于一体的、不可替代的综合教育平台。课程以其独特的实践性、探究性和真实性,完美呼应了大学生的心理发展需求,有力地推动他们完成从“学习者”到“探索者”的身份转变,为成为终身学习者和未来创新者奠定坚实基础。

[参考文献]

[1]吴海鹏.融合、开放、自适应的地方院校新工科体系建设思考[J].经济研究导刊,2018,(33):145-146.

[2]李晓欣,屈秀云.唤醒学生学习内驱力的教学实践与探索[J].大学物理,2024,43(12):41-56.

[3]王双维,王振.元认知理论对物理实验教学研究的启示[J].物理实验,2000,20(8):29.

[4]王进喜,展惠英,冯志刚,等.大学生元认知能力提升与课堂强化的教改实践[J].高教学刊,2022,8(14):122.

[5]郑兰琴,李欣,陈凤英.大学生自我调节学习能力培养策略的实证研究[J].中国远程教育,2016,12:30.

[6]程德胜,张辉,史博,等.基于OBE理念的大学物理实验课堂教学实践——以“示波器的使用”为例[J].物理实验,2024,44(5):42.

[7]孙燕云,徐利华,郝莉.PBL教学法在普通大班大学物理的教学实践[J].大学物理,2025,44(2):61.

作者简介:

冯文侠(1977--),女,山东聊城人,聊城大学物理科学与信息工程学院,副教授,硕士,主要从事凝聚态物理及物理学科教学研究