

虚拟仿真技术在物理实验中的合理应用

孙金芳, 张侃, 韩玉龙

(安徽信息工程学院 通识教育与外国语学院, 安徽 芜湖 241000)

[摘要]为解决传统物理实验教学存在的教学模式较为单一、实验内容缺乏创新性、学生对物理实验态度消极、物理实验设备不完善等问题,该文建议在物理实验中引入虚拟仿真技术,通过构建专业的实验教学管理团队、构建和完善虚拟仿真实验平台、加强与大型技术型企业的合作等方式,充分发挥虚拟仿真技术的辅助作用,对无法在现实中开展的物理实验进行模拟仿真,降低物理实验操作的危险,减小对昂贵实验仪器的损失;以智能化、动态化、数字化的新型教学模式,创设直观的教学情境,提升物理实验教学的有效性,弥补传统实验教学中的缺陷和不足。

[关键词]虚拟仿真技术;物理实验;教学实践

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2022.01.020

[中图分类号]G434;G633.7 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1673-9477(2022)01-125-05

物理学是一门以实验为基础的学科,对于学生而言,实验是学生进行自主探究、实践的平台,学生可以将课堂中学习的理论知识应用到实践操作中,加深自己对知识的理解,提高应用能力。对于教师而言,开展物理实验教学是培养学生创新思维、实践能力的有效途径。随着现代科学技术的发展,物理实验教学已经不再局限于基础实验操作,信息技术为学生的学习带来了全新的体验,学生获取知识的途径变得更加多元化。目前,教育信息化已经成为各个院校教育改革的目标之一,信息技术的应用不能局限于PPT、视频、音频教学,学生也不再满足于演示实验^[1]。虚拟仿真技术具有介入性、交互性和互动性,教师可以根据需求,在传统物理实验教学中注入新的活力,引导学生根据自己的兴趣开展虚拟实验,提高物理实验教学的有效性,培养学生的创新思维和实践能力,调动学生的学习积极性,实现教育信息化发展,以适应快速发展的社会对高质量人才的需求。

一、传统物理实验教学模式的缺陷

受到升学考试制度和传统教育观念的影响,多数物理教师注重于对理论知识的传授,忽视了实验在物理教学中的重要作用,导致学生的创新思维和综合能力有限。甚至部分学校的实验课只是为考试服务的,学生对实验原理、实验注意事项等的理解较为浅显,只会以教师给出的步骤为标准机械地操作

仪器,降低了学生对物理实验的兴趣。

(一) 教学模式较为单一

由于学校对物理实验重视程度较低,导致物理实验教学模式较为单一,几乎所有的物理实验都是预习、操作、处理实验数据、撰写实验报告几个基本流程。开展实验课程之前,学生必须预习与实验相关的知识,了解实验目的、具体操作步骤和方法,是提高实验成功率的重要因素^[2]。但实际的实验预习中,学生并没有以具体实验设备为参照,只是反复研究教材中给出的枯燥、抽象的实验原理,导致学生对物理实验出现畏惧情绪,以敷衍的态度完成实验预习工作,并没有理解和掌握实验相关的真正的原理,在实际操作过程中留下诸多隐患,降低了实验的成功率与准确率。实验课堂中,教师会为学生讲解并演示具体实验步骤,学生只需要复制操作步骤即可完成实验,操作过程中学生不会主动思考该步骤实施的意义与目的,更不会对实验进行创新。实验结束后,学生只需根据教材给出的公式代入实验数据,便可完成对实验数据的处理,撰写的实验报告是统一的模板,学生对实验报告的态度敷衍,对数据处理的能力和对实验原理的理解不佳,难以将所学知识真正运用到实践。

(二) 实验内容缺乏创新性

多数学生和教师都觉得物理实验非常乏味、枯燥,具有非常明显的程序性,完成实验难以带给学生

[投稿日期]2021-09-26

[基金项目]2019年度安徽省高等学校省级质量工程项目(编号:2019xfxm87);2019年度安徽高校自然科学基金项目(编号:KJ2019A1298)

[作者简介]孙金芳(1985-),女,湖北襄阳人,博士,副教授,研究方向:凝聚态物理和大学物理实验教学。

成就感,出现这些问题的根本原因是物理实验内容缺乏创新性与设计性。其一,学生使用的实验教材需要长期的积累与编撰,且同一版教材会使用许多年,要反映出物理知识的连续性,但与科技前沿联系较少,缺乏创新性,导致教师需要年复一年地将相同的教学内容教授给不同的学生,使其在常年教学工作中逐渐出现疲劳感^[3],且每一届学生学习的物理实验都是相同的,学生还未进行实验就已经得知实验结果,对物理实验失去兴趣。其二,现阶段,物理实验多为验证性实验,缺少设计性、探究性实验。课堂教学的每一个实验都有明确的实验目标、实验步骤和数据处理方式,使用的实验设备、器材、数量等已经为学生提前备好,限制了学生的创新思维,学生没有机会自主设计并完成实验。此外,学生如果不根据教师给出的步骤操作实验设备,可能会出现实验安全问题、导致实验设备出现故障,限制了学生对未知事物探索的能力。

(三) 学生对物理实验态度消极

受到应试教育的影响,学生对实验课程的重视程度低于基础的理论课程,学校会缩减物理实验课时,教师需要在非常短的课时内为学生演示实验、介绍实验设备和仪器的使用方法、注意事项,并引导学生根据实验内容完成操作,学生必须紧跟教师步伐才能完成实验,几乎没有独立思考、分析问题的时间,更没有机会设计实验,导致物理实验课程教学效率低下。因此,多数学生参加物理实验课程仅是满足教学要求,对实验的态度非常消极,没有严格按照教师要求操作,导致得出的实验数据和结论精确度降低,对实验设备造成损伤。为了帮助学生掌握实验原理和仪器基本操作方法,教师可能会选择班级中学习能力较强的学生进行指导,然后由这些优秀学生利用课余时间向其他人讲解实验原理、操作步骤等,便于学生沟通和学习,但学生彼此讲解实验相关内容时,没有对应的实验仪器可以操作,抽象的理论知识难以激发学生的学习兴趣,教学效果依旧难以达到预期^[4]。

(四) 物理实验设备不完善

与理论课程相比,开展实验课程需要投入大量资金,学校对实验教学的重视程度相对较低,常常学生数量和实验仪器的比例不合适,学生只能通过小组合作的形式完成实验,且不是每个学生都有机会进行实验操作。难度较大或需要昂贵的仪器才能完成的实验一般由教师演示完成,学生只能通过观察

获取相关的知识,不能亲自动手操作,导致学生实践能力较弱,学生对物理的探究兴趣和创新意识会逐渐减少。此外,有的学校专业的物理实验教师数量有限,对于实验器材、设备的维护存在滞后性,且实验室中的部分仪器过于陈旧,学校没有及时更新设备,学生使用多次维修的设备得出的实验数据精确度较低,影响了学生对实验原理和实验结论的理解和认识。

二、虚拟仿真技术应用于物理实验的优势

随着互联网和现代信息技术的发展,教育信息化逐渐成为现代教育改革的主要内容之一,虚拟仿真技术在物理教学中的应用越来越广泛。虚拟仿真技术也被称为虚拟现实技术,是一种由传感技术、人工智能、计算机技术、多媒体技术等结合形成的一种具有视觉、触觉、听觉等多重感知的高度仿真虚拟环境。目前,多数高等院校会设立专门的虚拟仿真多媒体机房,以供学生操作实验难度较大、危险性较大、实验现象不明显或所需仪器昂贵的物理实验,帮助学生与虚拟环境中的事物产生交流、互动,使其产生身临其境的感觉,增加学生动手实践的机会,提高物理教学效率,培养学生的实践能力和创新思维^[5]。

(一) 创设直观的教学情境

与传统物理实验教学模式相比,虚拟仿真技术可以帮助学生创设更为直观、具体的实验学习情境,帮助学生获得更好的操作体验。根据学生的学习特点和物理学科特点,教师可以利用虚拟仿真技术为学生营造出与实验内容相适应的教学情境,例如以音频、动画、游戏等方式将物理实验原理呈现给学生,活跃课堂气氛,吸引学生的注意力,提升学生的课堂参与度,培养学生对物理实验的学习兴趣和学习动力,使学生形成对实验原理、实验步骤、实验注意事项等的长期记忆。将虚拟仿真技术应用于物理实验教学中,不仅可以营造生动的教学情境,还可以增加学生获取相关物理知识的渠道,主动融入实验情境中获取知识,自主探究分析实验中遇到的问题,逐步形成自己的知识体系^[6]。例如,教师可以使用虚拟仿真技术模拟家庭电路短路现象,引导学生回忆自己生活中是否遇到过类似的问题,分析家庭停电现象产生的原因,以及生活中解决此类问题的方法,引入电路探究实验。

(二) 突破实验的时空限制

教师将虚拟仿真技术和物理实验联系起来,利

用多媒体计算机将实验室移动到教室中,突破现实中开展物理实验的时空限制,学生和教师可以在任何时间、任何地点,登录校园建设的虚拟仿真实验平台,根据自己的兴趣和学习中的薄弱环节开展虚拟仿真物理实验,拓宽物理实验的覆盖范围,降低了有限的教学课时对物理实验教学效率的影响。就实验操作空间而言,虚拟仿真技术突破了现实中客观因素或实验难度的限制,物理实验的可操作性进一步增强,学生不仅可以通过虚拟仿真实验室了解宇宙星体的奥秘,还可以观察原子的内部结构。就开展实验的时间而言,在虚拟仿真实验平台可以追溯古今,了解过去物理学家开展实验的精神和态度,且可以充分利用碎片时间,通过大数据、计算机数据模拟等技术迅速获得实验现象和数据处理结果,得出正确的实验结论^[7]。例如,开展凸透镜成像实验,利用虚拟仿真实验创建两个相交的球形,相交部分作为凸透镜,通过调整该部分的位置和大小,模拟出凸透镜成像的实验结果。

(三) 减少实验仪器损坏率

受到传统教育理念和升学考试压力的影响,一些偏远地区的教育资金投入不足,基础教学、实验设备相对落后,部分价值昂贵的实验设备较少出现在地区院校,导致传统实验教学难以进行,与新课程标准要求脱节。此外,有些学校师资力量不足,实验教学和理论教学一般会由同一个教师完成,缺少专业的物理实验教师和实验室管理人员,实验室的维护和管理需要消耗大量的时间和精力,导致许多学校物理实验教学内容不丰富,限制了学生对物理知识的认识和对知识体系的建构。利用虚拟仿真技术进行难度较大的物理实验,能够有效减少对实验设备、器材等的消耗,避免实验过程中由于仪器故障或操作不当引起的安全事故,学生可以根据学习内容和兴趣大胆进行实验,培养和提升自身的探究意识和创新思维。

三、虚拟仿真技术应用于物理实验的原则

虚拟仿真技术应用于物理实验必须与物理课程特点和学生的学习特点相结合,充分发挥虚拟仿真技术的优势,以学生为教学主体,选取难度适中、具有典型性、探究性的物理实验,帮助学生加深对理论知识和实验原理的理解,提高学生的学习效率,培养学生的实践能力和创新思维。

(一) 学生为主体的原则

现阶段,教学已经由“以教师为主体”转变为“以

学生为主体”,认为教学过程中所有的教学活动都应该围绕学生展开,减少传统教学中单一的演示实验的比例。虚拟仿真技术的应用,能够帮助学生更深入地理解物理知识,掌握物理规律和原理。开展虚拟仿真物理实验前教师需要详细了解学生对物理知识的掌握程度、认知水平,对实验内容、实验原理的理解程度,学生自主实验过程中可能出现的错误或疑问,设计具有针对性的物理实验教学课程和与学生认知能力相适应的教学模式,充分发挥虚拟仿真技术在物理实验教学中的辅助作用,帮助学生更好地突破学习过程中的难点,掌握学习中的重点内容,学会利用物理知识解决实际问题的技巧和方法^[8]。

(二) 实验典型性的原则

物理学科知识较为复杂,学习难度较大,实验内容也相对较多,完成部分实验时需要学生具备一定的实验基础,对实验目的、实验原理、实验步骤、数据处理方法等有较为完整的理解和认识。现阶段,物理实验课时较少,专业实验教学和实验室管理教师短缺,实验教学需要教师投入大量时间和精力备课、设计。因此,使用虚拟仿真技术进行物理实验教学时应当将学生的学习能力和认知水平置于首位,提取出实验教学内容中较为抽象、学习难度较大的实验,引导学生进行虚拟仿真实验,理解相关的理论知识,对于实验原理简单、操作步骤易于理解的验证型实验,可以让学生根据自己的兴趣在课余时间自主完成^[9]。利用虚拟仿真技术帮助学生完成物理教学中具有典型性的实验,将抽象的概念具体化,培养学生“举一反三”的学习方法和能力,提高实验教学的有效性与针对性。

(三) 自主探究学习原则

开展物理实验课程的目的是培养和提升学生的实践能力、分析和解决问题的能力以及自主学习能力,虚拟仿真技术引导下的物理实验教学应当围绕实验课程教学目标,适当减少演示实验比例,提升学生的课堂参与度和操作实验的体验感,鼓励学生向他人展示自己,选取优秀的学生代表设计实验,并利用虚拟仿真技术向其他人展示实验现象和实验操作过程,将自己实验中总结出的知识、规律和注意事项讲解给同学,教师及时进行纠正与补充。此外,教师可以将虚拟仿真物理实验平台账号留给学生,使其利用课后时间反复练习基础的物理实验操作,复习所学知识,或者根据自己已有认识水平和兴趣,设计不同类型的物理实验,自行组成学习小组,开展探究

实验,形成自主学习、思考的习惯,培养学生自主探究能力。

四、提升虚拟仿真物理实验教学效率的方法

虚拟仿真技术的发展为物理实验教学带来了新的机遇,高危、不可逆、高耗能、高成本、大型实验都可以利用虚拟仿真技术实现,通过虚拟仿真技术开展的事物具有立体、逼真、生动、高效的特点,让传统实验模式中难以进行的实验获得可操作性,使学生在实验过程中理解理论知识、实验原理和规律^[10]。因此,政府要大力支持虚拟仿真技术在各院校的普及,建设专业的实验教学团队,加强对虚拟仿真物理实验平台的建设,与大型企业建立合作,为学生提供更好的实验学习环境,为国家和社会培养出创新型、实践型高素质人才。

(一) 发挥虚拟仿真技术的辅助作用

将虚拟仿真技术应用于物理实验教学,不仅可以引导学生完成现实中无法完成的实验,还能够为真实的物理实验做资源、数据补充,将现实实验与虚拟实验资源结合,发挥虚拟仿真技术对实验教学的辅助作用,完善物理实验教学体系,节约实验教学成本,提升实验教学的有效性。学生可以充分利用自己的碎片时间在虚拟的实验环境中反复练习基础实验操作步骤,了解实验操作中的注意事项、实验目的和数据处理方法等内容,增加实际操作实验时的成功率,减少实验资源不足的阻碍。教师可在虚拟实验环境中设置与实验内容相关的问题和交流互助任务,及时检查学生的学习效果,纠正学生进行仿真实验时存在的错误,提升学生的学习效率。例如,教师讲解“伏安法测小灯泡电功率”的实验时,教材中要求实际电压不能高于额定电压的1.2倍,实际操作时如果超过1.2倍,则容易烧毁实验器材,造成资源浪费,而使用物理虚拟实验平台可以模拟实验,为学生演示错位实验方法,加深学生对知识的理解。

(二) 构建专业的实验教学管理团队

虚拟仿真物理实验对教师的综合能力要求较高,教师需要花费一定的时间学习虚拟仿真技术,学校也应当构建专业的实验教学和管理团队,将虚拟仿真技术真正运用到物理实验教学中。因此,虚拟仿真技术在物理实验实施初期,学校必须加强师资队伍的建设,引入跨学科教师,使物理学科教师在虚拟仿真技术普及过程中,逐渐掌握技术的应用方法,了解和领悟先进的技术在提升实验教学效率中的优

势作用,精心设计具有探究性、实践性、创新性的虚拟仿真物理实验课题。此外,虚拟仿真技术在教师团队的普及过程中,可以适当引进对现代教学技术感兴趣的学生,达到对虚拟仿真技术的宣传作用。虚拟仿真技术在教学中的应用越来越广泛,所以必须加强对虚拟仿真技术及其在实验教学应用的宣传,建设专业的虚拟仿真物理实验教学管理团队,使更多师生了解虚拟仿真技术辅助物理实验教学的优势,加强对虚拟实验室的管理和维护,使虚拟仿真技术在物理实验教学中得到长远发展。

(三) 构建和完善虚拟仿真实验平台

利用虚拟仿真技术开展的物理实验项目必须以满足实验教学内容 and 教学要求为主,实验原理必须具有高度准确性,实验教学内容安排要合理、难度适宜,实验时长合理,综合多种实验教学方法,将线上实验、线下交流互动等相结合,提升虚拟仿真物理实验项目的有效性、可靠性和吸引力。学生在虚拟仿真实验平台进行实验时,不仅要能够独立完成物理实验,还要确保数据等信息安全。由于虚拟仿真实验室建设难度较大,管理费用也较为昂贵,学校构建和完善虚拟仿真实验平台时必须综合考虑多方面因素,使其满足不同水平、不同层次、不同区域学生的学习需求,实现教育资源共享,平台必须具有高度的兼容性、开放性、扩展性和前瞻性。例如,NOBOOK物理实验平台就是一款突破教材、实验室局限的虚拟物理实验室,该平台通过虚拟现实技术,由数位优秀教师和学生自主设计DIY、模拟出215个初中物理实验和255个高中物理实验,学生和教师只需要注册平台账号,就可以完成常规物理实验。

(四) 加强与大型技术型企业的合作

加强与大型技术型企业的合作是培养高素质人才的有效途径,充分利用大型企业的技术和研发实力,将先进技术、物理实验、社会工程等有机结合。学校建设虚拟仿真物理实验室初期需要资金与技术支持,和大型企业建立长期合作关系,利用企业的技术资源降低虚拟仿真物理实验室的建设难度。在校企合作开发和建设虚拟仿真物理实验室的过程中,教师需要向企业技术人员提供合适的实验教学内容,还应当积极与企业技术人员探究虚拟仿真技术相关的问题,学习先进信息技术的同时,确定装备、技术和相关实验内容的匹配度,确保构建的实验平台能够更高效、更稳定地帮助学生完成各类物理实验,为虚拟仿真物理实验室的发展奠定基础。例

如,厦门海洋职业技术学院开展了“虚拟现实走进高校,校企合作共育人才”的讲座,与十一维度(厦门)网络科技有限公司签约,构建“VR 实习实训基地”,校企双方能合作培养 VR/AR 方面的高素质技术技能人才,促进虚拟仿真技术在教学中的应用。

建设和普及虚拟仿真物理实验室是现代教育信息化发展的必然趋势,是物理实验教学改革的有効方法。虚拟仿真技术和物理实验教学的结合,必须以教学理念和信息化技术为基础,致力于培养和提升学生的创新思维、实践能力,提升物理实验教学效率和教学质量,以现代先进技术助力物理实验教学快速发展。

参考文献

- [1] 张勇,贾洪声,刘惠莲,等.示范性虚拟仿真实验教学一流课程的建设与应用[J].物理实验,2021(06):41-45.
- [2] 冯靓,刘高福.传统物理实验与虚拟仿真实验的比较研究[J].科教文汇(中旬刊),2020(07):79-80.
- [3] 郑珂,李新晖.基于VR的初中物理仿真实验案例设计与研究[J].中国教育技术装备,2020(15):111-114.
- [4] 欧阳建伟.虚拟仿真软件在中学物理教学中的应用[J].西部素质教育,2019(20):118.
- [5] 吴金栋,任光辉,黄东键,等.基于虚拟仿真技术开展实践教学改革的研究与实践[J].实验室研究与探索,2018(05):240-244.
- [6] 李伟,蔡燃,宋伟,等.少数民族地区中学物理虚拟实验教学模式的探究[J].中国教育信息化,2021(08):47-51.
- [7] 杨东泉.信息技术与高中物理实验教学的有效整合[J].科技资讯,2021(09):157-159.
- [8] 赵青林,成诚,谢丰,刘金军.虚拟仿真实验教学建设中现存问题及改进建议[J].汉江师范学院学报,2019(06):95-99.
- [9] 郝军华,王云峰,王士福,等.基于虚拟仪器构建新型物理虚实结合教学模式[J].物理与工程,2021(03):78-84.
- [10] 康莉.信息技术环境下高中物理实验探究教学模式研究[J].科技资讯,2021(09):154-156.

[责任编辑 李瑞萍]

Reasonable Application of Virtual Simulation Technology in Physical Experiments

SUN Jinfang, ZHANG Kan, HAN Yulong

(School of General Education and Foreign Languages, Anhui Institute of Information Engineering, Wuhu, Anhui 241000, China)

Abstract: In order to solve the problems existing in traditional physical experiment teaching, such as the monotonous teaching mode, the lack of innovation in the experimental content, students' negative attitudes towards the physical experiments, and the imperfect condition of equipments, it is suggested that the virtual simulation technology should be introduced into the teaching of physical experiment. The auxiliary role of virtual simulation technology can be brought into full play through the construction of professional experimental teaching management team, the construction and improvement of virtual simulation experiment platform, and the strengthening of cooperation with large technology-based enterprises. The simulation of the physical experiments unperformable in reality can reduce the operation risk and the consumption of expensive instruments. With the new intelligent, dynamic and digital teaching mode, this paper creates an intuitive teaching situation, thereby enhancing the teaching effectiveness of physical experiment and making up for the shortcomings and deficiencies in traditional experiment teaching.

Key Words: virtual simulation technology; physical experiment; teaching practice