

高中物理拓展性实验教学的实践研究^{*}

孙春成 于路军

(江阴市青阳中学 江苏 无锡 214401)

(收稿日期:2017-03-11)

摘要:分析了高中物理拓展性实验教学研究背景和基本内涵,解读了高中物理拓展性实验教学的目标和建构策略,重点介绍了高中物理拓展性实验课程的建设实践。

关键词:高中物理 拓展性实验 课程建设

1 高中物理拓展性实验教学研究背景

杜威在《民主主义与教育》中所提出的“做中学”这一宝贵思想至今依然有着重要的现实意义。新课标指出,实验是物理教学的一种重要手段,是培养学生物理学科核心素养的重要途径,在教学中发挥着举足轻重的作用。探究性教学,强调学生运用所学知识和技能亲自探索“新”规律、发现“新”现象。在当前的物理实验教学过程中,教师们往往从实验原理、步骤、注意事项,甚至连实验结果都面面俱到地进行讲解,然后由学生按部就班地操作,实验教学流于形式,完全不能发挥培养学生物理学科核心素养的作用,从而失去了实验教学的意义。

我们在教学实践中也深刻地感受到:给学生创设具体的实验情境,让学生亲身经历实验探究的全过程,是培养学生物理学科核心素养的最佳途径。

2 高中物理拓展性实验教学的基本内涵

高中物理拓展性实验是对“做实验不如看实验,看实验不如讲实验”现象的反思的基础上,在近几年的教学实践中不断完善、发展、创新的一种教学范式。

拓展性实验,是指以高中物理中的演示实验、学生实验以及自主实验等为基础和起点,教师根据学生的认知结构以及物理实验的特点,通过对实验目的、实验平台、实验领域、实验评价等进行拓展而形成的系列实验。

拓展性实验探究教学,要求学生能够在新情境

下逐步做到主动设计实验、亲身经历实验、深入反思实验等。这样的教学方式,实现了实验教学目的拓展,实验课程从封闭性的、验证性的实验向开放性的、探究性的实验课程转变;实现了实验平台的拓展,实验探究教学以我们“江苏省高中物理拓展性实验课程基地”为依托,为学生提供数字化实验室、虚拟实验室、大学先修实验室、创新物理实验室等丰富的平台;实现了实验领域的拓展,在课程标准规定的实验之外,通过开发新技术应用型探究课程、生活体验型物理实验课程、学术探究型物理实验课程、问题解决型物理实验课程等,拓展高中物理的实验领域;实现了学生评价方式的拓展,对学生的评价从传统的笔试评价转化为对实验过程中的操作能力、创新能力等进行的综合评价。

3 高中物理拓展性实验教学目标解读

(1) 回归教育本质 追寻科学真谛

物理课程是建立在人类对世界本质认识基础上的,全面提高学生的物理学科素养是物理课程教学的核心。物理学的事实和理论是在人类不断探索的过程中逐步发展起来的,实验探究便是这一过程中最有效的方法之一。我们以国标课程的主干知识为载体,依托实验室设备,通过提供一系列的拓展性实验课程,以及物理教师和物理科学研究人士的专业引领,引领学生主动参与探究,养成动手实验、动脑思考的认知习惯,培养在实践体验中认识事物、独立分析和获取新知识的意识和能力。

(2) 关注生活实践 增强社会责任

^{*} 系江苏省教育科学研究所“十三五”规划重点课题“运用拓展性实验培养学生物理学科核心素养的实践研究”的研究成果。

物理科学与人类的日常生活、经济活动、环境保护等方面密切相关,我们创设的拓展性实验项目和提供实验研究的内容相当部分来自于学生身边的生活实际,通过亲历拓展性物理实验的研究过程,不仅引导学生养成严谨、务实的科学精神,还提升了学生勇于面对困难、善于进行团队协作的人文精神,丰富了学生的情感体验,增强了学生对他人包容能力和社会的责任感。

(3) 拓展成长空间 培养特色人才

我们的拓展性实验活动开拓了教师的视野,为物理教师的专业成长开辟了新的空间。同时,拓展性实验项目的不断丰富,使得物理教学更加贴近了学生的生活,最大限度地满足了学生对科学类课程的不同学习需求。这类有个性特色的拓展性物理实验活动,帮助学生了解了未来可供选择的高校物理、工程、数学类专业以及未来职业的相关内容,为学生兴趣、爱好、特长、职业和事业融为一体的人生未来奠定了基础,培养了社会所需的特色人才。

(4) 彰显学校特色 发挥辐射效能

我们结合国家课程每年开发了5门以上适合的拓展性物理实验选修课,以及一定数量的学生自主实验项目。通过课内向课外的延伸、校内向校外的延伸、书内向书外的延伸;物理学科向工程、技术、数学、信息等的拓展,彰显了学校特色。同时,借助于领衔人的核心力和影响力,展示探究成果,展示研究过程,推广项目价值,扩大专业引领的影响,助推教师的专业成长,强化了骨干教师孵化器的作用。

4 高中物理拓展性实验教学的建构策略

(1) 凝练物理学科观念 生成实验探究主题

我们研读物理学科标准,明确了各个学期学生通过哪些知识的学习要实现哪些物理学科的核心素养,并思考如何通过实验探究来帮助学生实现物理学科素养的发展。我们研读物理教材,优化高中物理的课程体系,实现学生知识体系的模块化和能力体系的结构化。我们凝练物理学科的大观念,生成了系列实验探究的主题。

(2) 创设真实探究情境 导入物理学科问题

“情境”是新一轮高中课程改革最核心的概念,将物理学习内容与真实情境结合,在情境问题的解决过程中实现知识的获得与物理学科素养的发展一

直是我们思考的重点,我们的实验探究主题都是根据学生在学习和生活中可能会碰到的问题来设置,例如“长度的测量”。设置的主题也是围绕教学目标中要解决的核心问题,整个探究过程在本质上就是一个问题解决过程,每一个问题,都能明确指向物理学科核心素养的发展要求。

(3) 采用师生协作方式 亲身经历探究过程

我们通过组建不同类型的物理探究实验小组来进行协作学习,各小组配备不同个性特色的指导教师,通过实验实践来培养师生合作探究的意识和能力,充分调动与发挥了学生的主体性和创造性,增强了学生的主体力量、彰显了生命价值,发挥了学科的人文素养作用。

5 高中物理拓展性实验教学的课程建设

我们以拓展性物理实验探究为抓手、以建设物理实验中心为依托、以开发多元探究性课程为载体进行课程建设。具体而言,我们通过建设4个实验中心,开发了4个拓展性物理实验系列课程。

(1) 建设DIS数字实验中心,开发新技术应用型拓展性物理实验课程。DIS数字实验能够有效地与传统实验方式实现优势互补,DIS数字实验能够形象展示动态过程并具有强大的数字处理能力,有助于帮助学生接触到新技术,深入理解物理概念和分析物理过程,提高实验效率,将节省出来的时间更多地用于物理规律的探讨,信息技术与实验的整合有助于培养学生的自主学习和合作学习的能力,且新材料新技术的使用有助于催生学生的创新思维因子。我们面向全体学生,要求学生亲自动手,充分运用DIS数字实验的多样性,广泛开展实验探究活动,实现核心知识全覆盖。我们建设了DIS数字实验中心,包括一个力学DIS数字实验室、一个电学DIS数字实验室、一个热学DIS数字实验室。

与之对应,我们开发了新技术应用型探究课程,具体包括以下2个方面。

1) 数字化拓展性物理实验探究

筛选人教版高中物理教材中所有的物理实验,挑选出常规实验无法完成或实验效果不明显的实验,例如电容器的充放电过程、气体的几种状态变化、通电自感和断电自感现象等,借助用数字化信息采集系统,将难于观察的物理现象“可视化”,加深学

生对物理现象的认识和理解.同时借助校本课程进行物理专题探究,对物理教学没有时间去研究的问题和现实中学生感兴趣的问题进行深入的专题探究.针对一些具体的问题让学生提出设计方案,思考并提出数字化实验可能被扩展应用的各种想法,设计出实现以上各种想法的物理思想和可行性方案思考并提出应用DIS进行测量各种物理参数的操作方案.

2) 虚拟实验室拓展性物理实验探究

中学物理虚拟实验室是充分利用 Authorware, 3DMAX, Photoshop 等多媒体软件设计实现的.它利用 3DMAX 软件按照物理实验器材真实建模,虚拟出真实物理实验场景;利用 Authorware 软件合理的组合编程,达到充分合理的人机交互功能,便于学生使用.它汇集视频、动画、文字讲解,结合模拟实验操作,辅以阶段测试,通过实践与检测等多种环节来提高学生对实验内容的理解与掌握程度.内容丰富,重点突出,为广大中学生提供更实用、更便捷的学习物理实验的机会.可利用虚拟实验室进行实验探究的有两类;一类是基于仪器和元器件,如,游标卡尺、螺旋测微器、示波器、模拟电路、电子电路、分光仪等;另一类是部分无法通过实际实验观察的实验,如,经典理想实验、近代物理原子实验和部分DIY实验.

(2) 建设趣味物理实验中心 开发生活体验型拓展性物理实验课程

探究性趣味物理实验与学生的日常生活密切相关,直观、形象、充满趣味性,能够极大地调动学生的兴趣,能使学生产生强烈的好奇心,激发他们的学习和动手操作的积极性.这样的开放性实验成本不高,以因陋就简、构思巧妙见长,面向全体学生,因此参与面更广,由学生亲自动手制作和体验,能够充分满足和发挥学生的探究性欲望及能力,对教师和学生,都蕴藏着极高的设计智慧和教育价值.

与之对应,我们开发了生活体验型拓展性物理实验课程,具体包括以下3个方面.

1) 玩具类趣味实验开发拓展

将趣味实验分别与人教版物理教材必修1,必修2,选修3-1,3-2,3-3,3-4中的物理知识相对应.例如学生动手完成“浮沉子”、“滚动的胶囊”、“饮水鸟”、“变幻无穷的肥皂膜”、“恶作剧地震玩具”、

“硬币的游戏”等有趣好玩的玩具,这些玩具类趣味性探究实验不但能激发学生的学习的好奇心和积极性,而且能让学生理解消化物理知识,学以致用,提升学习成就感.

2) 常用物品类趣味实验开发拓展

“从生活走进物理,从物理走向社会”是物理新课程的基本理念.利用身边有很多小物件可以作为物理实验资源,可以开发很多趣味实验.如,“调皮的直尺、瓶子对抗赛、打球压瘪易拉罐、吹不掉的乒乓球、灯泡中的风车、神气的镜子、天花板上的“彩虹”、水龙头下的实验等.学生通过身边的材料制作趣味实验,既能提高学生观察生活的能力,又能锻炼动手能力,丰富物理知识.

3) 生活中趣味实验课题研究拓展

课题研究属于研究性学习,同学在老师指导下,从自身生活和社会生活的体验中选择和确定研究专题,学生从趣味实验内容为切入进行课题研究,进行初步尝试.常见的有玩具中的课题研究,例如悠悠球的闪光现象分析,睡眠空转现象分析等;家庭生活的传感器研究,例如鼠标、电熨斗、电饭煲、声控熊猫玩具等.

(3) 建设大学物理先修实验中心 开发学术探究型拓展性物理实验课程

我们将部分大学物理实验引入高中,引导优秀学生开展这些实验,这能弥补当前高中教材基础性有余而先进性不足的缺点,满足部分学生的创新欲望和攻关欲望,深层次地促进他们对有关物理知识理解,同时,能极大地拓宽学生和教师的视野,有效促进学生和教师对实验教学进行更深入的思考.

与之相应,我们开发了学术探究型拓展性物理实验课程,具体包括以下4个方面.

1) 长度测量的拓展性实验课程

在高中利用直尺、游标卡尺、螺旋测微器等测量方法的基础上,拓展下列的一些方法:千分表、用光杠杆法测量长度、用霍尔传感器法测量位移变化量、动态共振法测量杨氏模量实验、用声速法测量长度、热学方法测量长度、用电磁学方法测量位移变化量、用光衍射法测量位移变化量、光偏振法测定薄膜的厚度、全息干涉计量测微小位移等一系列与长度测量有关的物理知识和方法.

2) 中学物理常用常数测定的拓展性实验课程

中学物理中常见物理量的常数都是由教材直接给出,学生对这些常数的测得方法存在好奇心理,通过此课程让学生动手操作测出这些常数,对学生知识的获取、方法的指导、能力的培养起到很大的帮助.以下常数可以通过实验测出:重力加速度的测定、金属弹性模量的测定、空气密度的测定、空气中声速的测定、密立根油滴实验测元电荷、霍尔元件测量磁场、直流电桥测量电阻、用掠入射法测定透明介质的折射率、用双棱镜测光波波长、普朗克常量的测定.

3) 奇妙的光学世界的拓展性实验课程

光学与生活 and 现代科技息息相关,几何光学和物理光学的探究是学生感兴趣的课题,通过此课程将学生带入奇妙的光学世界.可以在高中阶段让学生接触到的光学实验有:薄透镜焦距的测定、显微镜和望远镜、衍射光栅的研究、牛顿环与劈尖干涉、偏振现象的观察与分析、液晶的电光效应与显示原理、全息照相.

4) 重现经典物理实验拓展性实验课程

2002年评选出的十大经典物理实验的核心是抓住了物理学家眼中最美丽的科学之魂:用简单的仪器和设备,发现了最根本、最单纯的科学概念.学生在重温这些经典实验时,既体验物理学的美,又了解了近代物理学的发展史.部分实验高中已经涉及,在实验时要从更高要求、深度研究,提升学生的综合科学素养.

(4) 建设创新设计实验中心,开发问题解决型拓展性物理实验课程

我们建设了创新设计实验中心.该中心是一个聚焦在创新、设计、技术、工程交叉领域的开放性实验室平台,具有交流、跨学科、共享的特征.借鉴STEM教育理念,创新设计实验中心通过创设引人入胜且具有适度挑战性的问题情境,让学生持续投入各类体现其个性特点的科学探究活动,亲身经历设计研究实验、从事科学观察、基于证据形成理论假设等典型科学探究过程;通过提供真实的、与生活密切联系的技术问题情境,让学生持续投入富有想象力的技术设计活动,发展技术意识和操作能力.

与之相应,我们开发了问题解决型拓展性物理实验课程,具体包括以下3个方面.

1) 技术工程的体验拓展

高中物理教材中,注重渗透 STS 教育,在物理

知识的技术应用上与生活科技联系紧密,尤其是人教版侧重于物理学技术应用的选修2系列高中教材,该教材某些章节内容完全是技术应用,如2-1第三章第3节,2-2第二章第2节等.但是教材中对技术的介绍(包括选修3系列)完全是从理论的角度出发的,没有学生的体验实践、完成工程或技术项目的活动.本课程从完善教材的角度出发,让学生体验实践,可以开展的项目有:必修1中设计跳台跳水的水深,设计手提式弹簧测力计,自制简易的加速度测量计,必修2中利用极限速度设计谷物清洁装置、设计玩具小火车轨道.选修系列中制作伏打电池、自制小发电机、制作无线话筒等.

2) “头脑风暴法”科学设计

“头脑风暴法”是一种培养学生创新思维能力的方法,在科技节活动中让不同类型的学生构成小组围绕某一问题进行自主探究.小组成员思维高度活跃,打破常规,产生大量创造性设想,利用常规器材进行科学设计.可以让学生进行科学设计的有:“保护鸡蛋”、“制作船模型”、“起重机模型制作”、“螺丝模型制作”、“桥梁模型制作”、“纸塔模型制作”等.

3) 创新实验教具的改进与制作

针对目前教材当中的演示实验与学生实验观察现象不明显、误差比较大、引出规律理由不充分等弊端,指导学生以解决这些实际存在的问题为目的来重新设计实验教具,鼓励学生或对常规的实验仪器加以改造、或选用日常生活物品、或自制仪器,从而提高学生在知识学习、技能训练、科学素养养成、学科兴趣培养等方面的效率.例如,“探究功与速度的变化关系”、“探究法拉第电磁感应定律”、“测量动摩擦因数”、“探究泊松亮斑”、“探究平抛运动”、“探究简谐运动的表达式”、“非纯电阻电路中电功与电热的关系”等实验教具的改进.

总之,高中物理拓展性实验教学研究,让教师们摒弃了物理课堂教学“教师讲授、学生静听”的传统模式,促使了教师革新课程教学观念,积极反思课程教学过程,形成了明确的课程意识.具有课程意识的教师以自己课程的独特理解为基础,从目标、课程、教学、评价等维度来整体规划教育实践活动,从而成为课程教学的组织者、建构者、创生者与研究者,在提升学生生命品质的同时,也提升着教师的生命品质.