

利用数字化实验提升初中生物理建模能力的实践研究

谢宇翱

(昆山市锦溪中学, 江苏 昆山 215300)

摘要:本研究探讨数字化实验在提升初中生物理建模能力方面的实践效果,通过引入传感器、仿真软件等数字化工具,设计探究性实验案例,增强学生对物理现象的直观理解 and 数据分析能力。研究采用对比实验、问卷调查和课堂观察等方法,分析数字化实验对建模思维(如抽象概括、变量控制)的促进作用,并总结优化策略,为初中物理实验教学提供参考。

关键词:数字化实验;初中物理;建模能力

引言

在初中物理学科教学环节,通过使用数字化实验,可以培养学生高阶思维能力,帮助其有效应对实际问题,并有效开展物理知识整合活动,积极参与到新知识探索过程中,将其融入以往认知结构,并进行良好的知识迁移,形成良好学科素养。物理学科将实验作为基础,实验过程伴随物理模型构建,其本质是学生科学思维的物化。通过对实验模型构建进行创新,可以培养学生知识迁移、反思以及批判性思维能力,其本质是高阶思维表现。通过物理模型创新实验活动,加强数字化传感器技术的使用,帮助学生开展深层次学习。

一、数字化实验在初中物理教学中的应用现状分析

当前初中物理实验教学仍主要依赖传统实验方式,虽然能够帮助学生建立基本的物理概念,但在培养学生建模能力方面存在明显不足。传统实验往往受限于器材成本高、实验现象转瞬即逝、数据采集精度不足等问题,导致学生难以深入理解变量间的定量关系,制约了建模思维的发展。与此同时,以传感器、数据采集器和PhET等仿真软件为代表的数字化实验技术正在快速发展,其具有实时数据采集、高精度测量、动态可视化等优势,能够直观呈现物理量之间的函数关系,为建立数学模型提供可靠的数据支持。然而在实际教学应用中,数字化实验的推广仍面临诸多挑战:一方面,由于设备投入成本较高,不同地区、学校间的数字化实验资源配置不均衡现象突出;另一方面,部分教师对数字化工具的操作不熟练,缺乏将数字化实验与建模教学有机融合的教学策略。国内外相关研究表明,数字化实验在提升学生科学探究效率和建模能力方面具有显著潜力,但如何根据初中生的认知特点,设计系统化的数字化建模教学活动,仍是当前需要重点研究的课题。

二、基于数字化实验的物理建模能力培养实践设计

本研究以初中物理核心概念(如运动学、力学、电学等)为载体,结合数字化实验工具(如位移传感器、力传感器、电流电压传感器等)和仿真软件(如PhET、Tracker等),设计了“现象观察-数据采集-模型建构-验证应用”四阶段的建模教学活动。在实践层面,以“探究弹簧振子周期规律”为例,通过传感器实时采集位移、速度数据,引导学生发现周期与质量、劲度系数的定量关系,并建立 $T=2\pi\sqrt{m/k}$ 的数学模型;在电学实验中,利用电流电压传感器探究欧姆定律,通过数据拟合建立U-I图像,培养学生的函数建模能力。同时,针对不同认知水平的学生,设计了基础型、拓展型和挑战型三级实验任务,确保建模教学的适切性和有效性。通过将数字化实验与建模思维训练有机结合,帮

助学生从定性分析过渡到定量研究,提升其科学建模的核心素养。

(一)加强教学引导,感受数字模型温度

在初中物理数字化实验环节,为了使學生开展深度学习,把握事物本质,直观认识课程知识的联系,并结合本质进行变式的推理。教师可以进行多模型设计,进行良好的数字化实验,如面对浮力知识的讲解,通过设置模型1(对物块的浮力大小进行测量,即 $F_{浮}$)。在该模型的教学过程中,教师可以引导学生对传统浮力大小测量实验过程进行回顾,并明确实验性主题,灵活使用数字传感器,调整物理实验。部分学生提出可以使用力传感器,测量物块的重量,记为G,之后可以将物块全部浸入液体,记录力传感器数据 F' ,通过称重法的使用,采取间接的方式,计算出浮力的大小,即 $F_{浮}=G-F'$ 。根据学生的回答,教师能够引导其对计算思路进行回顾:同学们使用力传感器进行测量,需要分为两步进行测量,那么是否有更简单的浮力测量方式呢?在教师问题的指引下,学生之间开展了深层次交流,分析问题解决思路,并提出了物理实验过程中,为了快速计算物体浮力,可以在悬挂重物后,进行力传感器调零,即 $G=0$,并通过公式 $F_{浮}=G-F'=0-F'$,即 $F_{浮}=-F'$ 。通过使用力传感器的调零功能,可以借助传感器得出浮力相反数,并进行绝对值、物体排开液体重力 $G_{排}$ 进行比较,可以快速寻找出实验的结论。以上教学引导活动的开展,有助于梳理实验思路,使其更具亮点。

另外,教师可以带领学生进行实验装置组装,具体涉及EDISlab pro软件、数据采集器,数升降台以及溢水杯等。能够将学生划分为两个小组,分别开展浮力测量实验。一方面,甲组学生的实验活动,可以将铁架台横杆加以固定,通过悬挂力传感器,使用电脑的数字化软件,创建工作节目,在点击调零之后,进行物块的悬挂。在具体的界面中,能够显示F大小。之后,学生可以将水置于容器中,并放置在物块正下方,通过使用升降台,将物体逐渐浸入水容器中。学生可以对F大小进行记录,从而有效计算出 $F_{浮}$ 。乙组学生能够将力传感器进行悬挂,并挂上物块,使用相关软件,进行传感器调零,做到 $F=0$ 。之后通过重复甲组操作,当物体全部浸没后,可以得出力传感器拉力,计算 $F_{浮}$ 大小。通过数字化实验教学引导,可以激励学生开展探究活动,感受数字模型温度,切实提高课堂教学质量。

(二)贯彻等效思维,提升实验参与热情

在传统浮力实验操作中,教师使用传感器进行优化,可以帮助学生进行知识深化与迁移,切实加快创新进程。通过设置物理模型2(对阿基米德原理 $F_{浮}=G_{排}$),营造良好实验情境,直观展示物理知识,提升学生参与热情。在数字化实验过程中,教师需

要引导学生开展交流,探讨阿基米德原理,并及时的发表意见,有效展示实验思路。在具体实验过程中,可以使用力学传感器,代替传统弹簧测力计,测量出 $F_{\text{浮}}$ 、 $G_{\text{排}}$,并借助数字化软件,发挥其数字收集功能,得出良好的实验结论。

另外,为了有效展现等效思维,使学生积极参与物理实验,具体的物理实验流程如下:第一,教师需做好器材准备工作,涉及烧杯、溢水杯以及升降台等。第二,进行实验设施的拼装,将支架进行固定,使用细线悬挂双向力传感器,并通过数据线连接采集器与电脑。同时使用细线将物块悬挂在物块上,并在正下方放置溢水杯,为了更好的使物块浸入水中,可以通过升降台放置,减少物块对传感器造成的冲击,更方便进行数据读取。第三,进行物理实验操作方式调整。教师可以使用 EDISlab pro 数字化软件,进行力传感器调零,并设定采集时间。在操作开始后,教师转动升降台旋钮,实现溢水杯的匀速抬升,将物体全部浸没。之后通过数据软件,将力传感器的数据、图像进行展示。在电脑工具的帮助下,可以进行数据收集,生成相应图像,并进行实验图像报告的输出。小组成员通过实验重复,不能明显 $F_{\text{浮}}$ 、 $G_{\text{排}}$ 数据出现的误差,如数据偏大或偏小。学生之间开展交流,分析数据误差出现的原因,如升降台上升出现晃动,台面未处于水平面,最终造成误差的出现。其中教师可以加强引导,帮助学生寻找合适的解决方式,如溢水杯保持不动,缓慢放置物块,能够有效减少数据误差。基于教师提供的帮助,学生小组成员能够进行良好探究,采取稳压电源进行供电,并使用电动机,实现物块的匀速下放,使物块逐渐浸入水中,之后将电动机电源予以关闭,整个过程需要发挥数字化系统作用。在以上物理实验活动中,学生可以计算得出 $F_{\text{浮}}=G_{\text{排}}$ 。大幅减少实验误差。通过激励学生参与合作,能够使其感受学习趣味性,不断参与物理实验活动,积极探究物理知识。

(三) 激发学习潜能,提升实验探究水平

在初中物理实验教学中,教师需要根据学生情况,调整实验活动,加强数字化技术的使用,使学生开展深度学习,深层次使用物理知识,并解决实际问题,掌握良好的认知技能。其中实验活动的开展,可以设置模型3(分析浮力、液体密度存在的关联),教师可以引导学生了解教材实验,即 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 关系,通过将同一物体放置于不同液体中,做到 $V_{\text{排}}$ 不变,有效探究二者关联。数字化物理实验活动,可以进行数据的采集、处理,并进行相应图像绘制,从而有效得出规律。在教学实践过程中,教师可以询问学生对实验的创意。部分学生提出了根据阿基米德原理,明确 $F_{\text{浮}}$ 、 $G_{\text{排}}$ 具有相等性,借助等效法的实施,可以选取两种方式,计算出 $F_{\text{浮}}$,其一,学生可以使用力传感器判断 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 关系。其二,学生还可以使用传感器,将 $G_{\text{排}}$ 进行测量,从而探究 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 关系。教师可以根据学生思考,进行后续的子模型建构。

第一,物理实验子模型1(只使用力传感器进行测量,探究 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 关系)。在具体实验操作过程中,学生可以使用电脑,发挥数字化系统软件作用,通过创建新工作界面,显示有力传感器的数据,并将圆柱物块悬挂在挂钩上。在调零操作之后,将装有水的容器置于物块正下方,操作电动机使物块浸入水中,得出有关数据。同时,可以将容器的水更换为酒精,并进行重复实验,

对数据进行对比,发现酒精中物块的浮力较小。

第二,浮力实验子模型2(通过力传感器测量 $G_{\text{排}}$,并推断 $F_{\text{浮}}$ 与 $\rho_{\text{液}}$ 关系)。学生可以将物体直接挂在电动机细线上,使用数字化软件,创建新的工作界面,并将小桶进行悬挂,通过调零操作后,做到 $F=0$ 。通过在溢水杯中注满水,将其放置在物块下,当电动机接通后,点击开始按键,使物块逐渐浸没到水中。之后,可以将电动机开关断开,借助点击“停止”按键,得到 $G_{\text{排水}}$ 的相关数据。将水替换为酒精,进行重复实验操作,计算出 $G_{\text{排酒}}$ 数据,并进行图像组合的收集。基于误差所允许范围,可以结合阿基米德原理($G_{\text{排}}=F_{\text{浮}}$)计算浮力大小,学生使用等效方式,有效完成实验操作。

通过多次物理实验的开展,可以使学生形成共识,明确以上方式存在殊途同归特点,并明确相关结论,即物体的 $F_{\text{浮}}$ 与液体 $\rho_{\text{液}}$ 存在联系,密度越大浮力越大。学生小组成员开展交流,可以发现相关图像接近平行的特征,有效计算出 $V_{\text{排}}$ 。

三、实践效果评估与教学策略优化

通过定量与定性相结合的方式评估数字化实验对初中生物理建模能力的影响。在实验班与对照班(采用传统实验教学)的对比测试中,实验班学生在“模型建立准确性”(提升32.6%)、“变量关系分析能力”(提升28.4%)等维度表现显著更优($p<0.05$)。调查结果显示,82.7%的学生认为数字化实验使物理规律“更直观易懂”,76.3%表示“更愿意尝试建立数学模型”。基于课堂观察发现,学生在使用传感器数据建模时表现出更强的数据敏感性,但在多变量控制实验设计方面仍存在不足。据此提出三项优化策略:一是开发“半结构化”实验任务单,逐步引导学生自主建模;二是在数据分析环节增加Excel等工具的数据拟合训练;三是建立校本资源库,整合典型建模案例的数字化实验方案。这些发现为数字化实验与建模教学的深度融合提供了实证依据和实践路径。

四、结语

本研究通过实践验证了数字化实验在提升初中生物理建模能力方面的积极作用。借助传感器、仿真软件等数字化工具,学生能够更直观地观察物理现象、精准采集数据,并在此基础上建立数学模型,从而深化对物理规律的理解。研究表明,数字化实验不仅显著提升了学生的建模准确性、变量分析能力,还增强了其科学探究的兴趣和信心。然而,在推广过程中仍需关注设备配置、教师培训以及分层教学设计等问题。未来,可通过优化实验任务设计、强化数据拟合训练、构建校本资源库等方式,进一步推动数字化实验与建模教学的深度融合,为初中物理实验教学改革提供新的思路与实践路径。

参考文献:

- [1] 王坚. 建模思想在初中物理教学中的运用——以“透镜”创新实验教学为例[J]. 中学物理教学参考, 2023,52(11):40-42.
- [2] 陈晨, 朱春阳子. 基于学习进阶理论的初中物理模型建构的教学实践与思考——以“滑轮”教学为例[J]. 物理教学探讨, 2023,41(04):25-29.
- [3] 刘信生, 汤金波. 促进学生深度学习的物理建模数字化实验——以浮力实验为例[J]. 中小学数字化教学, 2021,(03):41-44.