

培养学生物理模型建构能力的课堂教学策略

杨磊

邯郸市第四中学 河北 邯郸 056500

摘要: 物理模型建构是连接现象与规律的核心纽带,也是培养学生科学思维的关键。当前中学物理教学里,学生建模存在动机不足、思路不清、应用僵化等问题。本文基于建构主义理论与认知规律,界定物理模型建构能力内涵,提出情境化导入、搭建认知支架、协作探究、变式训练、动态评价五大教学策略。以匀变速直线运动等典型案例呈现实施路径,通过量化测试、质性访谈和长期追踪验证效果。结果显示,该策略能激发学生建模主动性,提升规范性与灵活性,为科学思维落地提供参考。

关键词: 物理模型建构;科学思维;教学策略;认知支架;动态评价

引言:在核心素养导向的物理教学改革中,模型建构能力被置于科学思维培养的首要位置。物理学科的抽象性与系统性,决定了学生需通过模型将复杂现实问题简化、本质化,这一能力直接影响其对物理知识的深层理解与应用能力。然而,实际教学调研显示,多数学生仅能被动接受教材中的现成模型,自主建模时往往无从下手,难以实现从现象到模型的转化。传统教学重知识灌输、轻思维过程的弊端日益凸显。基于此,本文立足学生认知发展特点,构建物理模型建构能力的理论框架,设计针对性课堂教学策略,结合具体教学案例阐明实施方法,并通过多元评价验证效果,为解决物理教学中建模能力培养困境提供可行方案。

1 物理模型建构能力的理论框架

1.1 核心概念界定

物理模型建构能力是学生在认知活动中,依据物理问题特征,通过观察、分析、抽象等思维操作,剔除次要因素、保留本质属性,构建具有代表性的物理结构、过程或系统的综合能力。其核心要素包括:对物理现象的精准观察与特征提取能力,将具体问题抽象为物理符号、公式或图形的转化能力,模型构建后的检验、修正与优化能力,以及模型在新情境中迁移应用的能力。这一能力并非单一技能,而是融合了观察力、抽象思维、逻辑推理与创新思维的复合型能力,是物理核心素养中“科学思维”的具象化体现,也是学生从“学会物理”走向“会学物理”的关键标志。

1.2 认知发展机制

物理模型建构的认知过程遵循“现象感知—本质抽象—模型生成—检验应用”的递进路径,其发展机制契合建构主义学习理论。在感知阶段,学生通过实验操作、生活实例等获取物理现象的感性材料,激活原有认知结

构中的相关知识;抽象阶段是核心环节,需借助比较、归纳等思维方法,区分现象中的主要与次要因素,如研究“汽车刹车”问题时,忽略车身形变等无关因素,聚焦速度、加速度等核心物理量;模型生成阶段将抽象出的本质属性转化为符号、图像等具象化表达;检验应用则通过解决实际问题验证模型合理性,实现认知结构的重构与升华。这一过程中,学生的元认知能力发挥调控作用,帮助其监控建模思路、修正偏差。

1.3 能力发展阶段模型

结合皮亚杰认知发展理论与物理学习实际,学生物理模型建构能力可划分为三个递进阶段。萌芽阶段(初中低年级):学生依赖具体形象思维,需在教师引导下识别简单模型,如将“小球”等同于“质点”,对模型的理解停留在表面符号层面。发展阶段(初中高年级至高中低年级):抽象思维初步形成,能自主参与简单模型的建构过程,如根据实验数据构建匀变速直线运动模型,但在复杂情境中易受次要因素干扰^[1]。成熟阶段(高中高年级):可独立完成复杂模型的建构与迁移,如将电场线模型迁移至磁场分析,能主动检验模型适用性并进行优化,实现从“被动接受”到“主动建构”的转变,各阶段能力特征为教学策略设计提供精准依据。

2 课堂教学策略设计

2.1 策略1:情境化导入——激发建模动机

情境化导入通过创设贴近生活或科研实际的问题情境,将抽象的建模任务与学生已有经验关联,激发其探究与建模需求。教学中可采用生活实例、实验悬念或科技前沿素材构建情境:如引入“高铁刹车距离计算”问题,让学生思考“为何计算时无需考虑车厢细节?”,引发对“忽略次要因素”的建模核心思想的关注;或通过“纸片与硬币同时下落”的对比实验,制造认知冲突,促

使学生主动思考“如何构建理想化运动模型”。情境设计需兼顾趣味性与启发性,明确情境中蕴含的物理矛盾,引导学生聚焦核心问题,使建模成为解决实际问题的自然需求,而非被动任务。

2.2 策略2: 认知支架搭建——降低建模难度

针对学生建模过程中的思维障碍,通过搭建阶梯式认知支架,逐步引导学生完成建模任务。常用支架包括问题链、方法模板与可视化工具:问题链如在“平抛运动模型”建构中,设计“平抛运动可分解为哪两种简单运动?”“如何验证分解的合理性?”等递进问题,引导思维方向;方法模板提供“现象分析—因素筛选—符号表征—规律关联”的建模步骤,帮助学生建立规范思路;可视化工具如利用思维导图梳理物理现象与模型要素的关联,或通过动画演示抽象模型的形成过程。支架搭建需遵循“最近发展区”原则,在学生能力提升后逐步撤去支架,培养其自主建模能力^[2]。

2.3 策略3: 协作式探究——深化模型理解

协作式探究通过小组合作的形式,让学生在交流讨论中互补思维短板,深化对模型本质的理解。教学中可设置“建模任务单”,明确小组内不同角色的职责,如记录员、分析员、发言人等,围绕“模型构建依据”“次要因素剔除理由”“模型适用范围”等核心问题展开讨论。以“理想气体模型”建构为例,小组内可分工分析温度、压强、体积等因素的影响,通过辩论明确“忽略分子体积与相互作用力”的建模假设,在思想碰撞中纠正对模型的片面认知。教师需作为引导者,及时介入解决讨论中的争议点,总结提炼建模思路,使协作过程成为深化模型理解的有效载体。

2.4 策略4: 变式训练——拓展模型应用

变式训练通过改变模型的非本质属性,保留核心特征,帮助学生突破模型应用的僵化思维。变式设计可从情境、条件与任务三个维度展开:情境变式如将“汽车过拱桥”模型迁移至“卫星绕地球运动”;条件变式如在“牛顿第二定律应用”中,设置水平面、斜面、粗糙面等不同受力环境;任务变式如从“根据情境建构模型”转变为“根据模型设计实验”。训练中需引导学生对比不同变式与原型模型的关联,总结模型应用的本质规律,如“轻杆”模型在不同受力方向下的特点,使学生能灵活运用模型解决多样化物理问题,实现从“模型应用”到“应用模型”的转变。

2.5 策略5: 动态评价——反馈调整建模过程

动态评价聚焦建模全过程,通过即时反馈帮助学生调整思维方向,提升建模的准确性。评价内容包括建模

思路的逻辑性、因素分析的全面性、模型表达的规范性及应用的灵活性。评价方式采用“教师评价+小组互评+自我反思”相结合:教师通过课堂观察实时点评学生的建模步骤,如指出“忽略空气阻力时未说明适用条件”的问题;小组互评围绕“建模合理性”展开打分与建议;自我反思则要求学生填写“建模过程记录表”,梳理思维误区。评价结果需以具体问题为导向,避免笼统评价,如“你的模型未体现匀变速运动的加速度不变特征,可补充 $v-t$ 图像验证”,使评价成为促进建模能力提升的有效反馈机制^[3]。

3 教学实践案例分析

3.1 案例1: 匀变速直线运动模型的建构

在“匀变速直线运动”教学中,采用“情境导入—支架引导—协作建模—变式应用”的流程实施策略。首先以“高铁启动过程”为情境,播放视频并提出问题“如何描述高铁速度变化的规律?”激发动机。随后搭建问题链支架:“如何测量速度与时间数据?”“数据呈现采用何种形式更直观?”引导学生通过打点计时器实验获取数据,绘制 $v-t$ 图像。小组协作分析图像特征,讨论“为何可将高铁运动抽象为匀变速模型”,明确“忽略启动阶段的微小速度波动”的建模依据。最后通过“汽车刹车”“自由落体”变式训练,让学生应用模型解决问题,动态评价聚焦“图像分析与公式推导的关联”,帮助学生扎实掌握模型建构的完整流程。

3.2 案例2: 电场线模型的深度学习

电场线模型的抽象性易导致学生理解困难,教学中以“认知支架+动态评价”为核心设计策略。导入环节通过“头发屑在电场中的排列”实验,让学生直观感知电场分布;搭建“类比支架”,将电场线与“磁感线”对比,梳理模型构建的共性思路。协作探究中,小组分工绘制正点电荷、负点电荷及等量同种、异种电荷的电场线,讨论“电场线切线方向与电场方向的关系”“疏密表示的物理意义”。动态评价时,教师针对“电场线相交”等常见错误即时纠正,通过“根据电场线判断电场强度大小与方向”的变式题强理解。该案例通过实验直观化、类比迁移等方式,帮助学生突破抽象模型的认识障碍,深化对模型本质的把握。

3.3 案例3: 能量守恒模型的跨学科迁移

能量守恒模型的跨学科特征为建模能力迁移提供了良好载体,教学中聚焦“模型本质提取—跨情境应用”。导入环节结合物理中的“小球摆动”与化学中的“化学反应放热”情境,提出“不同现象中能量变化的共性规律”引发思考。搭建“要素分析支架”,引导学生识别

各情境中的能量形式、转化路径,抽象出“能量既不会凭空产生,也不会凭空消失”的核心模型。协作探究中,小组分别从物理、化学、生物学科举例验证模型,如分析“光合作用中光能转化为化学能”的过程。动态评价关注“能量转化方向与守恒条件的表述”,通过“设计一款能量转化装置”的任务拓展应用^[4]。案例实现了物理模型的跨学科迁移,提升学生的系统思维与建模迁移能力。

4 教学策略实施效果验证

4.1 量化评价

选取高一年级两个平行班作为研究对象,实验班采用本文提出的教学策略,对照班采用传统教学模式,实验周期为一学期。量化评价通过“物理模型建构能力测试卷”开展,试卷涵盖模型识别(20分)、模型建构(30分)、模型应用(30分)与模型迁移(20分)四个维度。前测显示两班成绩无显著差异($P > 0.05$);后测中,实验班平均得分82.3分,对照班68.7分,差异显著($P < 0.01$)。其中实验班在“模型建构”与“迁移”维度得分提升最为明显,分别较对照班高12.5分与9.8分,表明策略能有效提升学生的主动建模与灵活应用能力。

4.2 质性评价

质性评价通过课堂观察、小组访谈与学生作品分析开展。课堂观察显示,实验班学生主动提问次数较对照班提升60%,建模过程中能自主运用“因素筛选”“符号表征”等方法的学生占比达85%,远超对照班的42%。小组访谈中,80%的实验班学生认为“情境导入让建模更有意义”“协作讨论帮助自己理清思路”。学生作品分析发现,实验班的物理模型报告中,对“建模假设”“适用范围”的表述完整性达90%,对照班仅为53%。质性结果表明,策略能有效激发学生建模主动性,规范建模过程,深化对模型的理解^[5]。

4.3 长期影响追踪

对实验班学生进行为期一年的长期影响追踪,通过

后续“电磁感应”“动量守恒”等章节的学习表现及期末综合测试进行评估。结果显示,实验班在涉及复杂建模的知识点测试中,平均得分始终高于年级平均水平10-15分。在期末综合测试的“综合应用题”部分,实验班学生能自主建构模型解决问题的占比达78%,较同年级其他班级高出23%。追踪访谈发现,65%的学生表示“掌握建模方法后,学习物理的思路更清晰,能快速抓住问题本质”。长期追踪表明,本文提出的教学策略对学生物理模型建构能力的提升具有持续促进作用。

结束语

培养学生物理模型建构能力,是落实物理核心素养、提升科学思维的关键。本文提出的“情境化导入—认知支架—协作探究—变式训练—动态评价”五位一体教学策略,契合学生认知规律,贯穿课堂教学全程。经实践与多元评价验证,该策略可有效激发学生建模动机,提升其建构与应用能力。教学中要关注个体差异,灵活调整策略,实现“教—学—评”融合。未来可探索信息技术与建模教学深度结合,以虚拟仿真等创设情境,拓展能力培养空间。

参考文献

- [1]王立华.探究如何培养高中生的物理模型建构能力[J].试题与研究,2024(13):61-63.
- [2]钱秋燕.基于模型建构的物理教学策略——以“竖直面内非匀速圆周运动”为例[J].中学理科园地,2023,19(4):77-79.
- [3]何静.初中物理教学发展学生科学思维的策略探析[J].北京教育,2023(13):88-89.
- [4]郜易梁.利用3D动画技术培养学生物理模型建构能力——以《向心力的实例分析》为例[J].物理教学探讨,2022,40(10):63-66.
- [5]刘苏.大单元教学模式下学生物理模型建构能力的培养[J].北京教育,2025(7):58-59.