

The practical application of learning progression thinking in high school physics model teaching

Qiaorong Shen

East China Normal University Second Affiliated Middle School, Shanghai, 200126, China

Abstract

Learning advanced thinking in high school physics model teaching can break through the limitations of traditional teaching of “knowledge imparting”, and promote the spiral development of students’ scientific thinking based on hierarchical cognitive activities. This article takes the “spring oscillator” as a case study, combined with real physical phenomena, to construct a gradient situational chain and problem chain, guiding students to gradually transition from intuitive perception to higher-order abstraction. In teaching implementation, teachers promote students’ thinking advancement through analogical transfer. Model based teaching based on advanced learning can enhance students’ reasoning and comprehensive analysis abilities, cultivate their scientific essence view, and provide practical paths for the implementation of physics core literacy.

Keywords

learning advanced thinking; High school physics; Model teaching; Problem chain

学习进阶思维在高中物理模型教学中的实践应用

沈巧蓉

华东师范大学第二附属中学, 中国 · 上海 200126

摘要

学习进阶思维在高中物理模型教学中能够突破传统教学中“知识灌输”的局限, 基于层级递进的认知活动促进学生科学思维的螺旋式发展。本文以“弹簧振子”为案例, 结合真实物理现象, 构建梯度化情境链与问题链, 引导学生从直观感知逐步过渡到高阶抽象。教学实施中, 教师在类比迁移中推动学生思维进阶。基于学习进阶的模型教学能提升学生的推理能力与综合分析能力, 培养学生科学本质观, 为物理核心素养的落地提供实践路径。

关键词

学习进阶思维; 高中物理; 模型教学; 问题链

1 引言

物理模型教学是高中物理课程教学的重要形式之一, 当前主要采取直接传授式的教学方式。教师在实践中, 使用直白简洁的语言, 教学知识整合不足, 难以有效培养学生的思维能力^[1]。物理模型构建中, 学生开展思维、归纳、总结等学习活动, 能够有效培养学生的科学思维。高中学生思维呈现螺旋式上升的特征, 因此物理模型构建过程中, 基于思维进阶设计教学任务。教师运用导引式方法, 结合学生的学习情况, 培养主动建模能力, 为此设计相关的学习任务, 引导学生主动参与物理模型的理解之中, 完成学习任务^[2]。

2 学习进阶思维

物理学模型建构是科学思维的核心能力, 建模能力在

分析、抽象、概括等思维活动中实现。在思维抽象训练中, 教师引导学生区分主要矛盾与次要细节, 构建“舍次求主”的思维。教师坚持从“简化抽象”到“多级思维进阶”, 引导学生在抛体运动、带电粒子偏转等情景中区分主要矛盾与次要细节, 遵循简化性与准确性原则构建模型。理想气体模型虽忽略分子间作用力, 但能准确反映宏观热力学规律。

物理规律的思维具有多级性, 因此教师利用有梯度性的问题链设计逐级深化。初级情境设计匀变速直线运动等简单模型, 促进学生掌握基础分析框架。高级情境中, 教师设计电磁感应中的多体问题, 要求学生综合运用能量守恒、牛顿定律等规律检验模型。学生利用已知模型类比新问题, 培养模型迁移意识, 如用牛顿定律等物理规律检验模型, 分析平抛运动模型中的空气阻力^[3]。

弹簧振子是物理学中最典型的简谐运动模型之一, 教师从真实情境出发, 逐步引导学生构建“弹簧振子”模型, 归纳理论知识, 与实际生活相结合, 促进学生对“弹簧振子”各项特征有深入理解。

【作者简介】沈巧蓉(1993-), 女, 中国浙江宁波人, 硕士, 中学二级教师, 从事高中物理研究。

3 指向思维进阶的“弹簧振子”模型教学实施

3.1 创设情境，激疑引思

在高中物理“弹簧振子”教学中，教师运用图示、图片、视频等方式展示问题，以直观思维引发学生的思考。在教师问题的引发之下，学生有目的地发现问题，将单点思维转变为多点的发散思维^[4]。

教师引导学生设计实验，提供器材：轻质弹簧、砝码、固定支架、刻度尺、秒表，引导学生拆解弹簧秤的弹簧替代专用弹簧。作为机械振动章节的开篇内容，弹簧振子是学习简谐运动的理想模型，为单摆复杂振动的学习奠定基础。在此基础上，学生通过改变砝码质量、弹簧劲度系数，测量周期探究振动规律，理解周期的影响因素，体会控制变量法，掌握数据分析时化曲为直的处理方法。

3.2 任务驱动，建构模型

在思维进阶的背景之下，设计教学任务，驱动学生学习，促进学生思维进阶。学习任务设置适宜的难度，使学习者获得满足感。结合思维发展过程，教师对学生设计层级型、开放型、自助型等不同层级的任务，促进学生思维向高阶层面发展。在任务型学习过程中，教师引导学生主动思考，完成学生任务。在参与过程中认真思考，获取良好的体验。在阶段目标的指导之下，学生享受快乐学习的过程。在问题的驱动之下，学生思维不断深化，向着深度思维的方向转变^[5]。

3.2.1 联系生活，挖掘问题

(1) 教师播放海浪发电“南鲲号”情境，与自由落体运动、圆周运动、抛体运动相结合，进行初级阶段的启发与引导，引导学生思索不同运动形式的差异。结合生活情景设计问题：

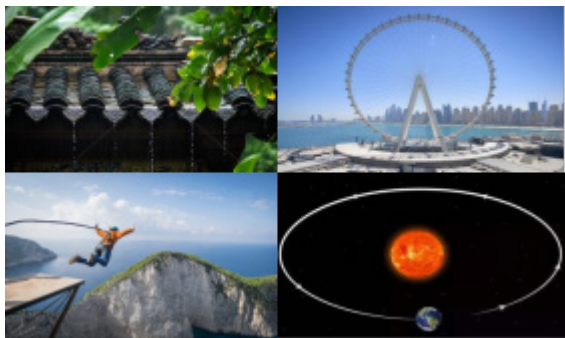


图1 生活中的情景

教师：同学们，在生活中，蜜蜂翅膀拍动、音叉振动、古筝琴弦振动有什么运动特点呢？是否有相似的特征？

学生：这些运动往往围绕某一位置做往复运动。

(2) 在我们的生活中，还有哪些物体的运动有以上的特点呢？

学生结合自身的感受与体会，回答到：荡秋千、钟摆运动、心脏跳动、声带颤动……

3.2.2 充分思考，建构模型

学生观察，运用关键词语描述上述运动特征，表述为“反复”、“围绕中心位置”、“来回”、“往复”等。教师结合回答提出定义：物体在某一位置附近开展的往复运动即机械振动，此位置即平衡位置。教师展示不同物体运动，如U型场地滑雪、乒乓球自由下落、卫星环绕地球运行等，学生在这些运动中思索是不是机械振动，对机械振动形成初步的理解。



图2 直线运动与曲线运动

教师总结：在运动过程中，乒乓球沿着竖直方向落下之后，弹跳过程中，高度减小，始终重复往复运动。在U型场地滑雪中，运动员操纵雪板沿着U型场地弧壁进行滑行运动，借助于重力、推力等力，不断上下滑动。运动员具有往复特征，但主要为运动员主动操作完成的，属于复杂力学系统中的非线性运动，并不是简单的机械振动。在宇宙空间中，卫星围绕地球做圆周运动，也并非机械振动。

设计意图：结合学生能理解的常规运动，引导对比三种较为常见的运动模型，由此判断学生对机械振动的定义是否清晰。

为了让机械振动简化，从最简单的振动开始。弹簧振子装置设置过程中，分析运动轨迹与受力情况，构建水平弹簧振子模型，运动简化见图4。

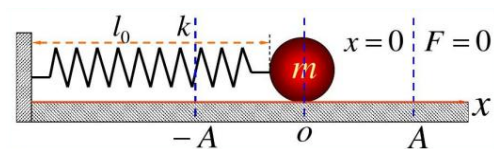


图4 水平弹簧振子

问题1：有什么物体在气垫导轨上进行运动？（答案：滑块、弹簧。）

问题2：物块、弹簧的运动怎么记录较为方便？

(答案: 弹簧不方便, 因为运动过程中各部分速度情况不一致, 因此将物块视为平动, 看做质点)

问题 3: 请问怎么忽略弹簧运动? (答案: 弹簧质量、滑块相比可忽略不计, 因此, 在研究中选择轻质弹簧。

为了研究受力情况与能量变化情况, 设计以下问题。

问题 4: 在弹力作用下, 滑块振动, 但振动一会即停下来, 为什么? (答案: 滑块受到阻力。)

问题 5: 在什么情况下, 可以忽略滑块受到的阻力? (答案: 以气垫导轨, 能够很大程度上减少空气阻力。)

问题 6: 物块在振动时不断往复, 运动具有周期性, 猜想周期可能与哪些因素有关? 如何通过科学探究的方式验证猜想?

在以上问题分析过程中, 学生感受到“弹簧振子”是一个理想运动装置, 在运动过程中可以忽略弹簧质量, 不考虑阻力因素, 物体可视为质点。

教师引导学生改变砝码质量(振子质量 m) 和弹簧劲度系数 (k), 测量振动周期 T 。自变量为砝码质量 m (利用增减钩码实现)、弹簧劲度系数 k (更换不同弹簧); 因变量为振动周期 T (利用计时器测量全振动时间)。

教师引导学生分析 T 与 m 关系时, 固定弹簧 k 值, 仅改变砝码质量; 探讨 T 与 k 关系时, 使用相同砝码, 更换不同 k 值的弹簧。构建理想模型与理论公式, 理想弹簧振子周期公式为:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

学生在教师的启发之下, 得出周期公式。在具体研究过程中, 可以将实际问题进行抽象分析, 体现抓住主要因素, 适当忽略次要因素, 由此建立物理模型。在建模过程中体现了从初阶到思维抽象的高阶过程, 促进学生完成思维转化。

3.3 实现思维进阶的路径模型

在高阶思维引领下对的高中物理教学注重过程设计, 教师对学生设计任务递进、创新实践、情境变换、问题探究等途径, 将课程知识内容与日常生活相结合, 引发学生的思考。学生基于生活经验, 发展高阶思维。教师在针对性教学设计过程中, 有效培养学生的推理能力、理解能力与分析综合能力。在模型教学过程中, 教师充分突出学生思维发展主线, 在现代教育理论的支撑下, 不断探索, 完成高中物理课

程教学的目标。

从四个阶段分析弹簧振子的运动, 其中一个阶段如振子由平衡位置运动到最远处, 学生基于受力与运动情况, 制作弹簧振子的运动情况, 进行记录分析。概括弹力的方向, 引入回复力概念。回复力由一个力或几个力提供, 是一种效果力, 总是指向平衡位置, 学生对此进行思考与总结。

水平弹簧振子运动过程中, 以 x 表示小球与平衡位置的距离, 回复力大小即: $F = kx$ 。结合图形运动情况观察回复力的方向, 可以得出回复力方向始终与与位移方向相反, 因此, 引入方向之后, 可以看出表达式为 $F = -kx$ 。在教师的启发之下, 学生思考简谐运动中, 回复力大小和位移大小为正比关系, 方向与位移方向相反的运动即为简谐运动。

在以上研究之后, 教师带动学生思考, 机械振动是一种新的运动, 从运动轨迹看, 机械振动的位置一直随时间而变化, 在实际运动过程中, 力的出现能够改变物体的运动状态, 由此引导学生感受物体运动过程中的位移、速度、加速度、受力情况等。

4 结语

学习进阶思维在高中物理模型教学中的实践, 在知识传递过程中能够实现思维进阶。模型构建过程中, 教师设计多维情境与实验任务驱动, 学生逐步构建舍次求主的抽象思维, 理解物理模型。教学过程体现了高中生具象到抽象的认知规律, 在问题链设计中渗透批判性思维与创新迁移能力^[5]。

参考文献

- [1] 王利萍. 基于学习进阶理论的高中物理解题教学研究——以“竖直面内的圆周运动”为例[J]. 数理天地(高中版), 2025, (08): 56-57.
- [2] 蔡新如. 基于学习进阶理论的高中物理单元作业设计——以“匀变速直线运动的研究”为例[J]. 数理化题研究, 2025, (09): 71-73.
- [3] 田长军. 基于学习进阶理论的高中物理教材二次开发实践——以人教必修1“共点力的平衡”为例[J]. 数理天地(高中版), 2024, (12): 4-5.
- [4] 留晶晶. 基于学习进阶理论开展高中物理规律教学——以“自由落体运动模型及规律”教学设计为例[J]. 福建教育, 2023, (50): 55-58.
- [5] 张一驰, 龚冠铭, 周启勇. 基于学习进阶理论的高中物理强基课程概念教学模式探索——以“角动量”学习进阶为例[J]. 湖南中学物理, 2024, 39(10): 6-9+25.