

思维型课堂视域下的逆向设计与策略实施

——以人教版(新教材)“简谐振动的描述”备课为例

潘海宁

(东莞市东华高级中学 广东 东莞 523007)

(收稿日期:2022-01-22)

摘要:以人教版(新教材)“简谐振动的描述”一节进行基于思维型课堂模式的逆向教学设计与实施,旨在提高学生思维能力和数理结合能力,提出通过创设情境引出研究主题,通过数理结合分析理解知识本质,通过设计实作任务和练习促进灵活迁移的策略。

关键词:思维型课堂 逆向设计 实施策略 数理结合 简谐振动

1 思维型课堂的内涵和原理

思维型课堂教学^[1]强调课堂教学中师生活动的核心是“思维活动”,通过引发学生积极思考、主动探究来加速认知过程。思维型课堂的基本原理包括意义构建、应用迁移、思维监控。

意义构建:课堂中可通过激励和引导学生自主将知识进行内化,构建属于个体的认知体系,也可通过在学生的“最近发展区”创设“情境”,形成认知阶梯,促进学生思维向前发展。

应用迁移:课堂中可设计问题情境,学生应用知识解决问题,提高知识迁移的能力。

思维监控:引导学生对自己的学习活动进行有意识的反思、诊断检查自己的思维过程。

总的来说思维课堂不仅仅关注教会学生知识,更多关注学生思维能力的培养,更符合新时代对人

才培养的要求^[1]。

2 基于思维课堂的逆向教学设计

“逆向教学设计”强调“以终为始”,进行结果导向的教学模式。它分为“预期结果”“评估证据”“学习体验和教学计划”3个阶段^[2]。基于思维课堂的逆向教学设计的预期结果偏向发展学生思维能力,学习计划更注重设计情境问题引起积极思考,引导学生主动将知识进行内化,实现知识的自主构建,评估证据也强调知识的迁移应用^[1]。总的来说思维课堂视域下的逆向教学设计是为了更好落实思维型课堂模式,探索一种新的教学设计方式。

3 思维型课堂视域下的逆向教学设计

以“简谐振动的描述”为例,该节课的逆向教学设计如表1所示^[2]。

表1 “简谐振动的描述”逆向教学设计

阶段1 预期结果	
所确定的目标:	
1. 利用DIS系统研究做简谐运动的弹簧振子的运动情况,得出简谐运动振子的位移-时间函数表达式。	
2. 通过数理结合分析简谐运动的位移函数表达式,理解振幅、周期、频率、相位的物理意义。	
3. 能用简谐运动的表达式描述水平弹簧振子的某一振动过程。	
4. 通过“测量竖直弹簧振子的周期”的实验探究,掌握测量小球振动周期的方法	
学生将理解	基本问题
1. 简谐运动表达式及式中各物理量的意义。	1. 弹簧振子位移与运动时间的函数表达式是怎样的? 表达式中各个物理量与简谐运动有什么关联?
2. 类比圆周运动理解物理量:周期、频率及圆频率。	2. 简谐运动最大的特点是什么? 与何种运动类似?
3. 振子模型结合数学知识理解相位的含义	3. 什么是一次全振动?
	4. 如何描述简谐振动的强弱、快慢、初始状态?
	5. 振幅和位移、路程有哪些区别?

续表 1

阶段 1 预期结果	
学生将会知道 1. 知道描述简谐运动的物理量有哪些? 2. 什么是一次全振动?	学生学会的能力 1. 能结合数学知识从弹簧振子模型的运动情况提炼出振幅、周期、相位物理量. 2. 能区分振幅和位移、路程. 3. 能运用全振动、周期的知识设计测量竖直谐振子的振动周期的实验方案. 5. 能根据给定条件写出描述简谐运动的表达式
阶段 2 评估证据	
表现型评估 能独立设计并完成测量竖直弹簧振子的振动周期小实验,并小组合作提出改进方案	其他评估 1. 完成课堂练习的选择题和计算题. 2. 完成书本“课后练习”. 3. 反思说一说学完本节后的领悟
阶段 3 学习计划	
学习活动 1. 呈现 DIS 系统把竖直弹簧振子的简谐振动拟合成函数的过程,得出数学表达式 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$. 2. 联系振动范围与数学表达式 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ 的范围得出振幅概念,及进一步区别振幅和位移、路程. 3. 类比圆周运动的往复性,引出全振动的概念并提出描述简谐运动快慢的周期、频率两个物理量,并结合数学正弦函数的周期性,推导出圆频率 ω 的表达式. 4. 课堂实验展示两个竖直弹簧振子振动的相同、不同步调,引出相位和初相位概念,结合数学正弦函数图像理解相位及相位的超前和滞后. 5. 学生独立设计并完成测量竖直弹簧振子的振动周期实验,小组合作提出改进方案. 6. 应用简谐运动的表达式描述水平弹簧振子的某一振动过程. 7. 让学生谈谈本节课的收获有哪些? 从知识、观念和方法层面进行阐述	

4 逆向设计教学实施策略

4.1 经历探究过程 理解研究对象

学习需要将新知识纳入原有认知范畴,而新知识的纳入不应该是教师硬将知识塞给学生,而应该通过问题的引导,让学生对问题进行思考并提出个人见解,教师再提供探究问题解决的过程.学生经历探究过程,能更好地实现知识的构建和内化,从而提高对新知识的理解程度.

教学片段 1:

按新教材的逻辑,在教学开始时设置问题:弹簧振子位移随时间是怎样变化的? 如何找到位移与时间的关系? 学生回答:记录简谐运动不同时刻的位移数据,拟合成函数.

经历探究过程:上节课我们在学习简谐运动时通过“频闪照相机记录水平弹簧振子运动”“沙摆”两个实验,大致看出位移随时间成正弦规律变化. DIS 系统是一个能实时记录物体运动状态和过程信

息的数据工具,能真实呈现简谐运动的运动数据.现在观看利用 DIS 系统定量研究简谐运动视频,得出简谐运动位移-时间的函数关系式.

教师播放视频^[4]:把重物拉到位移基准位置释放,重物左右做简谐运动,振动稳定后点击“开始”,可以观察到重物在平衡位置两侧来回运动,运用传感器系统进行数据采集,简谐运动的运动过程用数据呈现出来,计算机屏幕上可以看出“位移随时间周期性变化”最后应用计算机软件数据分析拟合函数得到位移-时间的函数表达式

$$x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$$

4.2 数学分析与物理模型结合 建立内在关联
教学片段 2:

师:弹簧振子位移与运动时间的函数表达式为 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$,表达式中各个物理量与简谐运动有什么关联? 分别代表什么物理意义?

物理模型分析:不同位置释放的水平弹簧振子的振动范围一样吗? 请写出振动范围.并说出振动

范围大小与函数表达式中哪个量有关?

让学生观察对比同一水平弹簧振子在不同位置释放, 振子左右做简谐运动的范围, 体悟振动幅度大小的不同, 在分析理解弹簧振子的运动范围与释放位置有关, 这属于自主构建总结. 振动范围为背离平衡位置的左最大位移到右最大位移, 以平衡位置为坐标原点, 向右为正方向建立一维坐标, 振动范围可表达为 $-x_m \leq x \leq x_m$.

数学分析: 正弦函数 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ 的范围为 $-A \leq x \leq A$.

内在关联: 函数中的 A 可确定为背离平衡位置的最大距离, 物理上把这个物理量命名为振幅.

自主构建: 小组讨论从大小、标矢性等角度探究振幅、位移、路程的关系. 学生经过讨论可以发现三者的区别与联系, 可更进一步加深对振幅的理解.

结论: 振幅为最大位移的数值, 对于一个振动的位移时刻改变, 振幅不变. 位移是矢量, 振幅是标量, 完成一次全振动的路程为 4 个振幅.

教学片段 3:

物理模型分析: 列举并分析生活中一些简谐运动, 音叉振动、钟摆、竖直弹簧振子.

提问: 简谐振动最大的特点是什么? 与以往学过的哪种运动相似? 除了速度, 还可以引入什么物理量描述简谐运动的快慢? 与函数表达式中哪些量对应?

引导学生得出简谐振动最大的特点: 往复性; 与圆周运动相似. 可引入周期、频率、角速度描述简谐运动的快慢.

一次完整圆周运动的往复过程就是匀速圆周运动, 周期为完成一次完整圆周运动所用时间. 类比圆周运动, 简谐运动也是某一过程的不断往复: 一次全振动. 通过问题引导学生思考, 若从振子经过某点起, 经过怎样的运动才叫完成一次全振动? 学生对问题讨论和充分思考后可得出: 一次全振动应具备振子重新回到原点, 且速度与开始的方向相同等特征.

教师总结: 一次全振动即振动物体连续两次以相同速度经过同一位置所经历的过程; 简谐运动的周期为完成一次全振动所用时间. 水平弹簧振子在一个周期内经历一次全振动, 可以把振动范围内的

位置循环一次, 即位移的可能值也循环了一次.

数学分析: 函数 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ 当 $(\omega t + \varphi_0)$ 改变 2π , 正弦函数的值循环变化一次, 位移 x 的可能值也循环变化一次, 所需要时间对应简谐运动的一个周期 T , 所以当时间改变一个周期时, $\nabla\varphi = [\omega(t + T) + \varphi_0] - (\omega t + \varphi_0) = 2\pi$, 可得 $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

内在关联: 函数中的 $\omega = \frac{2\pi}{T}$, 对应简谐运动中的角速度, 物理上把这个物理量命名为圆频率, 可以描述简谐振动的快慢.

教学片段 4:

物理模型: 教师准备两个相同的竖直弹簧和钩码, 拉到同一位置同时、先后释放展现相同步调和不同步调的振动.

提问: 对于同一位置释放, 步调不同的两个简谐运动相同点有什么?

学生观察分析后得出: 同一位置先后释放的弹簧振子做的简谐运动的振幅、周期均相同.

进一步提问: 如何区别不同步调的简谐振动?

学生观察分析后得出: 不同步调的两个简谐运动在同一时刻运动状态(位移、速度、加速度)不同.

数学分析: 不同步调的两个弹簧振子的位移时间函数 $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ 中 A 和 ω 相同, 由于同一时刻位移 x 不同, 根据函数易看出 φ_0 不同, 结合数学知识可得出 $-\pi \leq \varphi_0 \leq \pi$.

内在关联: φ_0 决定弹簧振子的初始状态, 物理上把这个物理量叫初相位, $\omega t + \varphi_0$ 决定弹簧振子不同时刻的状态, 物理上把这个物理量叫相位. 相位差即某一时刻的相位之差. 两个具有相同圆频率 ω 的简谐运动, 设其初相分别为 φ_1 和 φ_2 , 其相位差 $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1) = \varphi_2 - \varphi_1$, 若 $\varphi_2 > \varphi_1$, 振子 2 比振子 1 的运动状态超前, 物理上称振子 2 相位比振子 1 相位超前 $\nabla\varphi$ 或振子 1 相位比振子 2 相位滞后 $\nabla\varphi$.

4.3 知识迁移应用 完成实作任务

逆向设计认为, 实作任务是评价学生是否达到持久性理解、灵活应用的恰当证据. 实作任务强调, 在真实的情境中解决问题, 进行过程性与结果性双重评价, 培养模型建构、问题解决、学习迁移、科学论证等思维能力. 因此, 本节课设置了实作任务和练习, 实作任务具体内容如表 2 所示.

表 2 实作任务

实作任务:测量竖直弹簧振子的周期
器材:铁架台,弹簧,挂钩,秒表
设计实验方案:一个竖直方向振动的弹簧振子, O 为静止时的位置,当把振子拉到下方的 B 位置后,从静止释放,振子将在 AB 之间做简谐运动,如何利用一个秒表测出振子的振动周期 T ? 把振幅减少为原来的一半,用同样的方法测量振动的周期
减小测量误差策略:(1) 累积法测振子的振动周期 T ,即用秒表测出发生 n 次全振动所用的总时间 t ,可得周期为 $T = \frac{t}{n}$;(2) 计时起点宜选平衡点.

综合练习:

弹簧振子的平衡位置为 O 点,在 B 与 C 两点之间做简谐运动. B 和 C 相距 20 cm. 小球经过 B 点时开始计时,经过 0.5 s 首次到达 C 点.

- (1) 画出小球在第一个周期内的 $x-t$ 图像.
- (2) 求 5 s 内小球通过的路程及 5 s 末小球的位置.

思考: 振子的振幅为多大? 振子的周期为多大? 振子的圆频率为多少? 振子的初相是多大?

5 备课反思

以思维型课堂模式为基础,在物理教学中进行逆向教学设计,让学生经历自主构建过程,理解简谐振动函数表达式,数学分析与物理模型结合,建立两者的内在关联,目的是从弹簧振子模型的运动情况提炼出振幅、周期、相位物理量. 最后通过实作任务

和综合练习实现知识迁移应用. 整个备课我们首先关注预期学习结果,再设计合适的教学阶段实现学生思维的发展,但是思维的发展不是千篇一律的^[1]. 思维型课堂视域下的逆向设计研究为思维的发展提供了一种可借鉴的途径,以期得出更适合的教学行为.

参 考 文 献

1 李俊永,王长江. 思维型课堂中物理概念教学的深度备课——以“静摩擦力”备课为例[J]. 中学物理,2019(5): 12 ~ 15

2 谈马平. 核心素养视角下促进理解的逆向教学设计与实施——以人教版“平抛运动”为例[J]. 物理教师, 2021(10):36 ~ 39

3 任虎虎. 指向物理观念的逆向设计与实施策略——以新教材必修 1“超重和失重”教学为例[J]. 物理教师, 2021(7):23 ~ 26

4 谢含冰,唐强. 利用 DIS 系统研究简谐运动[J]. 中学物理,2021(17):42 ~ 43

Reverse Design and Strategy Implementation from the Perspective of Thinking – Type Class

——Taking the Lesson Preparation of *Description of Simple Harmonic Vibration* of People's Education Press (New Textbook) as an Example

Pan Haining

(Donghua High School of Dongguan City,Dongguan,Guangdong 523007)

Abstract:The reverse teaching design and implementation based on the thinking – type class mode is carried out in the lesson of "Description of Simple Harmonic Vibration" of People's Education Press (new textbook), aiming to improve students' thinking ability and combining ability of mathematics and physics. Propose these strategies that introducing the research theme by creating a situation,understanding the essence of knowledge through analyzing with combination of mathematics and physics, facilitating flexible migration through the design and implementation of tasks and exercises.

Key words:thinking – type class;reverse design;implementation strategy;combination of mathematics and physics;simple harmonic vibration