

基于证据意识 促进深度学习

——以“机械能守恒定律”为例

周连鹏

(阜阳市第三中学 安徽 阜阳 236000)

(收稿日期:2022-05-16)

摘要:证据意识是学生发展核心素养应具备的科学精神,在物理教学中,基于证据意识使学生深刻思考,深度探究,促进学生深度学习.以“机械能守恒定律”为例,通过质疑、假设、求证和反思的学习过程,实现证据意识和深度学习这一形式和内容的统一.

关键词:证据意识;核心素养;深度学习

1 深度学习与证据意识

深度学习是学习者在理解掌握的基础上,通过批判性的分析,将新知识融入自己已有的认知结构,并把新知识迁移应用到新的问题情景中,有效地做出决策的一种学习方式^[1-2].深度学习有以下几个特征:

(1)深度学习注重批判建构,是一种批判性的、理解性的学习方式,学习者应具有较强的质疑精神和批判精神,通过批判性的吸收知识,建立起各知识之间的联系,加深对知识的理解,形成自己对知识的建构模式,比如概念图、逻辑线、思维导图等形式.

(2)深度学习强调信息整合,将新旧知识融入自己已有的认知结构,以达到对知识的深刻理解.

(3)深度学习注重迁移运用和问题解决,将已学的知识迁移应用到多种实际问题情景中去,锻炼其解决实际问题的能力,达到学以致用,触类旁通,举一反三的效果.

(4)深度学习注重反思,反思能从学习经验和学习过程中提取有价值的东西,有利于对知识的整体理解,是通向深度学习的必要条件,通过反思,学生能够发现并采取相应的策略修正认知过程存在的问题,从中习得复杂知识、问题解决的策略方法等,思维由低阶走向高阶,从而学会如何学习.

对于证据意识,目前学术界的界定大概有两种:其一,从心理活动的视角来看,大多数学者都认同证

据意识是一种心理觉悟或心理活动.其二,从科学视角来看,对证据意识有两种不同看法,一种认为证据意识是建立在科学的基础上,另一种认为其是一个科学论证过程,包含在科学素养之中.

本研究的证据意识是指:在高中物理教学中,学生通过对物理的学习,对科学探究中遇到的物理问题,经历一定的质疑、假设、求证和反思的心理过程.其中,“质疑”是证据意识培养的起始点,结合物理学科的性质与内容,教师应引导学生观察,鼓励学生提出疑问;“假设”是证据意识培养的着力点,在具体教学过程中,教师应引导学生回顾旧知识与经验,根据质疑提出科学的假设;“求证”是证据意识培养的生长点,通过设计科学实验方案,寻找科学解释和正确答案,在寻找的过程中收集、分析证据.“反思”是证据意识培养的增长点,此过程中要深刻思考证据的可靠性、验证证据的逻辑性.证据有多种展现形式,如物理实验器材、物理史实、实验数据、物理模型等.

实现深度学习可以从培育证据意识开始,即基于证据的探究学习使学习深度发生,可以认为证据意识是实现深度学习的路径和工具;无论知识建构还是问题解决,深度学习都离不开学生的求证和求真,在证据求证的过程中所获得的感悟与体会、实践与操作,可以深入知识内核、体现学习本质.可以把证据意识和深度学习理解为形式和内容的统一体:证据意识从形式上强调以何种方式完成教学内容,达成教学目标;深度学习从内容上指向学科核心素

养,指明育人内容、目标等,将两者紧密结合,可以实现形式与内容的统一,使学生在学习中逐步养成围绕研究问题,形成质疑、假设、求证和反思的习惯和能力,进一步实现深度学习. 证据意识的培育,有利于教师转变教学观念,自觉改进和优化课堂教学行为,引导学生在证据探究中达成深度学习. 本文以《普通高中物理课程标准(2017年版)2020年修订》必修课程必修2模块中“机械能及其守恒定律”主题下的“机械能守恒定律”一节为例,详细论述如何基于证据意识,促进深度学习.

2 基于证据意识的深度学习案例分析

以“机械能守恒定律”为例.

2.1 引入新课 提出质疑

先播放工地上用大铁锤拆除建筑物的视频,然后请两位学生上讲台体验“碰鼻子”的勇气挑战,第一次把铁球拉到贴近学生鼻子的书本处用力推动铁球,铁球回摆到原处打到书本,第二次把铁球拉到学生鼻子处由静止释放,铁球几乎回到原处碰到鼻子.

提出质疑:铁球第一次释放能够回到原处并且打到书本,为什么第二次释放铁球几乎到达原来的等高处呢?有没有碰到鼻子呢?

设计意图:先观察视频,让学生感受铁锤运动拆除建筑物的震撼过程,进而鼓励学生挑战“碰鼻子”的体验活动,形成认知冲突,提出质疑,激发学生学习本节课的兴趣. 质疑,作为证据意识培养的起始点,通过引导学生观察实验和体验活动,鼓励学生提出疑问,为接下来证据意识的着力点“假设”做好铺垫.

2.2 任务驱动 提出假设

本节课在科学思维的培养上着重提高学生功能关系思维和物理建模能力. 为此,学生必须参与到实际的教学活动中去,教师可以通过给学生布置任务的方式来促进学生的思考,由于任务在难度上的逐级增加,可以引发学生从低阶思维转向高阶思维的发展过程.

任务1:引导学生回顾伽利略理想斜面实验,伽利略研究摆动时,不仅发现了摆动的等时性,而且发现了摆动的等高性. 根据伽利略理想斜面实验,小球从光滑斜面滑下,可以滚上另外一个斜面的等高处,看起来小球好像“记得”自己起始的高度,能不能用

你学过的知识解释描述呢? 对于摆球装置,小球也可以“记得”自己起始的高度,这一事实又如何解释呢?(学生思考,并引导提出“能量”的概念)

任务2:能量概念的提出是前人在追寻守恒量的过程中提出的,前几节课我们也学习了几种形式的能量:重力势能、弹性势能和动能. 接下来引导学生从生活情境出发,并进行模型建构进一步分析重力势能、弹性势能和动能的关系.

情景1:荡秋千

模型建构:单摆

情景2:拉弓射箭

模型建构:水平方向弹簧振子

情景3:蹦极

模型建构:竖直方向弹簧振子

提出问题:请思考小球在运动过程中,有什么力在做功,有哪些能量在转化? 你还能举出生活中重力势能、弹性势能与动能相互转化的实例吗?(引导学生将新旧知识融入自己已有的认知结构,以达到对知识的深刻理解)

任务3:教师引导学生对上述3个情景中的小球运动过程进一步分析,动能和重力势能、弹性势能相互转化的过程有什么能量保持不变,即哪个物理量守恒? 请结合经验与分析进行科学猜想.(引导学生批判质疑,提出科学猜想)

设计意图:通过任务驱动,逐步理解重力势能、弹性势能和动能可以相互转化. 将实际问题抽象为物理模型进行研究,提升建构模型的能力,发展科学思维的物理核心素养,通过生活实例,提升观察能力和深入分析问题的能力,并强化在观察和实验中发现问题、批判质疑,提出合理猜想与假设的能力. 通过已经学习的动能、重力势能和弹性势能的知识进行信息整合,将新旧知识融入自己已有的认知结构,以达到对知识的深刻理解和长久保持的目的.

2.3 寻找证据 科学论证

理论推导和实验探究是科学研究的重要思想方法,接下来我们通过这两个方法去寻找证据. 先引导学生利用动能定理、以及重力做功与重力势能的关系推导验证学生的猜想是否正确. 进一步引导学生对于其他情境,比如自由落体运动,平抛运动,光滑斜面和曲面上运动的小球,进行理论推导. 接下来通过问题链的方式进行理论分析,最后再通过实验的

方式进行科学探究.

2.3.1 基于问题链,提升演绎推理能力

以摆球模型为例,如图1所示.

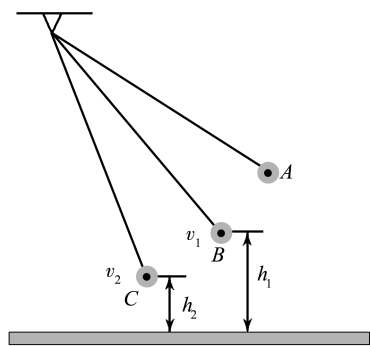


图1 摆球运动示意图

问题1:小球受力情况和这些力做功情况如何?

问题2:小球从B处到C处的过程中请利用动能定理列出相应等式.

问题3:小球从B处到C处的过程中重力做功与重力势能的关系式.

问题4:小球在B处和C处的机械能关系.

设计意图:将实际问题中的对象和过程转换成物理模型,基于已学内容进行演绎推理,得出机械能守恒的关系,培养科学推理和科学论证素养.对于其他情境,比如自由落体运动,平抛运动,光滑斜面和曲面上运动的小球,引导学生分组讨论参照上述问题链的方式进一步分析,将原有的知识迁移到多种问题情境中去,并解决实际问题,达到触类旁通,举一反三的效果.

2.3.2 基于实验探究,提升实验求证能力

实验验证的方案很多,这里介绍一种软件——Tracker 视频跟踪分析和建模工具软件.如图2所示,通过 Tracker 获取摆锤运动过程中的位置、速度等物理量,然后建立 Excel 表格,通过获得的实验数据进行分析.引导学生分析表格中动能和重力势能的数据,进一步分析机械能的变化情况;机械能略微有些减小,这是空气阻力带来的影响,可以认为如果没有空气阻力的影响,那么小球的机械能保持不变.

设计意图:指导学生使用 Tracker 软件收集数据,并对数据进行整理分析,让学生通过定量探究的方式进一步验证机械能守恒这一猜想的正确性,提高从不同方式获取证据的能力,实现在证据探究中达成深度学习.



图2 Tracker 演示

2.4 总结反思 深化规律

通过理论推理和实验探究两种不同方式的探究证据的过程,进一步引导学生得出:在只有重力做功的系统内,动能与重力势能可以相互转化,而总的机械能保持不变.同理,在只有弹力做功的系统内,动能与弹性势能可以相互转化,而总的机械能保持不变.即在只有重力或弹力做功的物体系统内,物体的动能和势能可以相互转化,而总的机械能保持不变,这叫做机械能守恒定律.表达式: $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 或 $\Delta E_k = -\Delta E_p$. 守恒条件:只发生动能和势能间的相互转化.

为了深刻思考证据的可靠性、验证证据的逻辑性,进一步引导学生思考.

如图3所示,一个小球在真空中自由下落和另一个同样的小球在黏性较大的液体中由静止下落,它们都由高为 h_1 的地方下落到高为 h_2 的地方.

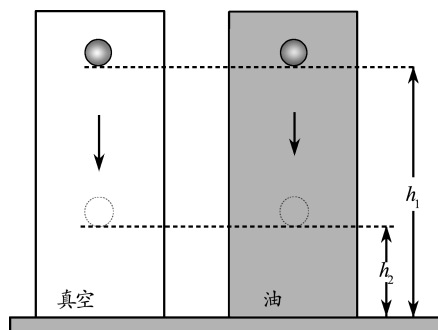


图3 小球在真空和油中下落

问题1:重力做的功相等吗?

问题2:重力势能的变化相等吗?

问题3:动能的变化相等吗?

问题4:重力势能各转化成什么形式的能?

引导学生思考并回答问题,并进一步分析前者机械能守恒,后者机械能尽管不守恒,但能量的总量却也是保持不变的.从而使学生领悟到机械能既不可能凭空产生,也不会无缘无故消失,机械能的增减

是除了重力和弹力以外的其他力做功的必然结果。

问题5:学完本节课,学生们有哪些收获?

设计意图:通过思考与讨论强化学生对机械能守恒定律条件的理解,促进了物理观念的提升;通过对物理学科研究方法的反思和提炼,提高了科学思维和科学探究素养;通过对守恒思想的进一步总结概括,认识寻求“守恒量”已经成为物理学研究的一种重要思想方法,培养学生实事求是的客观精神、学以致用知的探索精神。在反思总结过程中,从学习经验和学习过程中提取有价值的东西,有利于对知识的整体理解,这是通向深度学习的必要条件。

2.5 问题解决 学以致用

对于“机械能守恒定律”一节的学习,学生经历了质疑、假设、求证和反思的学习过程,已经初步掌握了机械能守恒定律的内容。然而深度学习面向问题解决,学以致用是学习的主要目的,强调学习者具备把知识应用到实际生活中去,锻炼其解决实际问题的能力,因而本节课又设计了几个具有梯度的课堂检测,采取多元评价方式对学生深度学习过程进行评价。

【例1】跳伞员利用降落伞在空中匀速下落;用绳拉着一个物体沿着光滑的斜面匀速上升;光滑水平面上运动的小球,把弹簧压缩后又被弹回来;抛出的篮球在空中运动。实例中哪些情况机械能是守恒的?

设计意图:结合生活情境,通过实例分析,掌握从做功和能量两个角度判断机械能守恒。

【例2】一蹦极运动员身系弹性蹦极绳从水面上方的高台下落,到最低点时距水面还有数米距离。假定空气阻力可忽略,运动员可视为质点,下列说法正确的是()

- A. 运动员到达最低点前重力势能始终减小
- B. 蹦极绳张紧后的下落过程中,弹力做负功,弹性势能增加
- C. 蹦极过程中,运动员、地球和蹦极绳所组成的系统机械能守恒
- D. 蹦极过程中,重力势能的改变量与重力势能零点的选取有关

拓展:对于蹦极运动的生活情境,如果忽略空气阻力,可以抽象为什么模型呢?请设计实验求出重物从弹簧原长静止释放运动到最低点时弹簧的弹性势能。

设计意图:通过蹦极的生活实例,进一步学会通

过做功和能量两个角度定性判断机械能守恒。对于拓展问题,结合生活实例和所学知识,养成从物理学的视角认识身边的事物和现象的习惯,提升运用物理知识解决实际问题的能力。

【例3】把一个小球用细线悬挂起来,就成为一个摆(图4),摆长为 l ,最大偏角为 θ 。如果阻力可以忽略,小球运动到最低位置时的速度大小是多少?

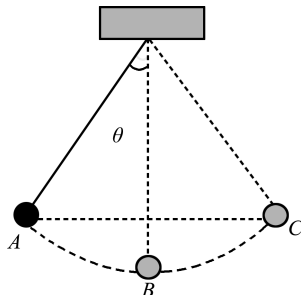


图4 摆球模型

设计意图:采用不同方法进行解题,进而初步体会牛顿运动定律、动能定理和机械能守恒定律解题思路的异同,更好地理解机械能守恒定律。同时学以致用,回扣导入情景解决实际问题。

【例4】一根轻绳绕过光滑的定滑轮,两端分别系住质量为 M 和 m 的长方形物块,且 $M > m$,开始时用手握住 M ,使系统处于如图5所示状态。求:当 M 由静止释放下落 h 高度时的速度(M 下降 h 时没触地,不考虑空气阻力)。

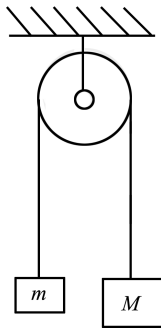


图5 两物块组成的系统

设计意图:学以致用,培养学生应用所学知识解决物理问题的能力;通过机械能守恒定律不同的表达式解题,更好地理解机械能守恒定律,并再次深刻领悟用机械能守恒定律解决问题的优越性,进一步促进对机械能守恒定律的深度学习与理解。

参考文献

- [1] 李岳军. 基于证据意识培养的物理课堂教学设计研究——以“自由落体运动”为例[J]. 中学物理教学参考, 2021, 50(6): 34-35.
- [2] 关亚琴. 中学物理深度学习的研究进展述评[J]. 物理教师, 2021, 42(5): 2-6.