

基于 U 型过程促进高中物理深度学习

——以“单摆”教学为例

孙春成

(江阴市青阳中学, 江苏 江阴 214400)

摘 要: U 型学习过程包括还原与下沉、体验与探究、反思与迁移三个环节. U 型过程有助于突出主体地位、理解学科本质、发展高阶思维. 创设问题情景、设置挑战任务、进行关联整合是实现 U 型学习的有效策略, 本文以“单摆”教学为例进行具体阐述.

关键词: U 型过程; 深度学习; 高阶思维; 大概念

1 什么是 U 型过程和深度学习

1.1 U 型过程的内涵

U 型过程是郭元祥教授对著名教育学家杜威的经验教学过程理论的概括. 杜威认为: 书本知识不能直接进行传授, 而需要让学习者经历一个复杂的过程, 即还原与下沉、体验与探究、反思与迁移的过程, 这一学习过程恰似个“U 型”. 学生首先要将书本知识还原与稀释, 还原的过程即知识的“下沉”过程. U 型的底部是学生对知识进行体验、对话与探究的过程, 最后经过反思和迁移是将符号知识进行个人意义的升华和表达.

笔者认为 U 型过程是对知识进行再情景化、再背景化、再条件化的过程; 是对知识的发生、发展与形成进行重演的过程; 是对符号化知识进行超越走向意义建构的过程.

1.2 深度学习的内涵

深度学习是对学习状态的质性描述, 强调对知识本质的理解和对学习内容的批判性吸收与利用, 追求有效的学习迁移和真实问题的解决, 属于以高阶思维为主要认知活动的高投入学习.

笔者认为: 深度学习是触及心灵深处的对话式学习; 深度学习是深入学科本质的反思性学习; 深度学习是促进学科融合的整合式学习; 深度学习是追寻意义价值的理解性学习; 深度学习是指向核心素养的发展性学习.

2 为什么 U 型学习过程能促进深度学习

2.1 U 型过程能突出主体地位

学生的主体地位是在活动和思考的过程中体现的, 学生在获得知识技能的过程中, 只有亲身参

与教师精心设计的教学活动, 才能在思维品质、问题解决和情感态度方面得到发展, 而 U 型过程的三个环节都能促进学生高度投入和积极参与.

2.2 U 型过程能理解学科本质

还原与下沉的就是还原物理概念的发生与发展过程, 稀释物理抽象概念, 为学生提供一些学习支架, 让知识变得可体验、可探究. 在体验与探究的基础上进行自我反思, 内化物理概念和规律, 生成意义系统, 形成学科大概念.

2.3 U 型过程能发展高阶思维

高阶思维是在知识学习的过程中获得的, U 型学习过程为高阶思维的培养提供了肥沃的土壤和机会. 还原与下沉有助于培养分析思维能力, 体验与探究有助于培养综合思维能力, 反思与上浮有助于培养评价、创造思维能力.

3 如何基于 U 型过程促进深度学习

基于 U 型过程的促进深度的教学需要创设问题情景, 促进还原与下沉; 设置挑战任务, 促进体验与探究; 进行关联整合, 促进反思与迁移.

3.1 创设问题情景, 促进还原与下沉

问题情景是实现知识还原与下沉的有效途径, 将知识的形成过程浓缩在具体的情景中, 让学生与知识的本真面貌相遇, 在问题情景探索的过程中感受知识发展的脉络. 由于时间和空间的限制, 可以模拟真实性情境. 另外也可以创设让学生参与的实验情境, 在体验的基础上引发深度思考.

在“单摆”的引入阶段可以应用如图 1 所示的模拟荡秋千情境: 一个结实的绳子一端连接一质量较大的铁球, 另一端固定在天花板上. 一学生紧

基金项目: 本文系江苏省教科院“十三五”规划重点课题“指向深度学习的高中物理思维型课堂构建的研究”(课题编号: C-b/2018/02/43); 无锡市教科院“十三五”规划课题“物理探究性实验培养学生高阶思维的研究”(课题编号: A/D/2020/47)的阶段性能成果.

靠墙站立,将铁球拉到紧靠鼻尖处,接下来让该学生放手,让其他学生观察铁球的运动情况。

实验观察到:铁球来回摆动,每次回来时基本刚好能接触到该学生鼻尖。

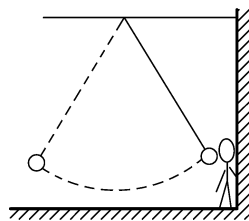


图 1 摆球实验

这个情境在机械能守恒定律和圆周的教学中也有应用,但本节课研究的角度不同,通过这个情境帮助学生建立单摆的模型。如果忽略空气阻力和重物的大小,一根轻绳吊着质点在单一平面内的来回摆动就称为单摆。

为引导学生进一步探究,可以给每一小组提供细线、钢球、米尺和铁架台,让学生自己动手组装一个单摆。在组装的过程中一方面可以加深对单摆模型的认识,另一方面会引发新的探究问题(如此时摆长如何计算?摆动过程中有什么规律?)。

3.2 设置挑战任务,促进体验与探究

让学生带着真实性、挑战性任务在体验、合作和探究中学习,完成挑战性任务就是经历学习实践活动过程,这有助于理解知识的本质和内涵,实现知识的意义化自主建构。

挑战性任务 1:1582 年,伽利略在教室里观察到,晃动的吊灯来回摆动的时间总是相等的,不同振幅的单摆具有同样的周期。

伽利略的上述结论是否正确呢?接下来请同学们借助自己组装的单摆进行探究。

子任务 1:猜想单摆的周期可能与哪些因素有关?采用什么样的方法进行研究。

学生提出:单摆的周期可能和摆长、振幅和小球的质量有关。周期和多个因素有关需要借助控制变量法进行研究。

子任务 2:实验探究:周期与摆长、振幅和小球的质量的定量关系。

3 个小组探究:摆长和振幅不变时,周期和小球质量的关系,如表 1 进行实验数据记录。

表 1 单摆周期和小球质量的关系

质量/g	20	30	60
20 个周期的时间/s			
单摆的周期/s			

学生探究后得出结论:单摆的周期与小球质量无关。

3 个小组探究:摆长和小球质量不变时,周期和振幅的关系,如表 2 进行实验数据记录。

表 2 单摆周期和振幅的关系

振幅/cm			
20 个周期的时间/s			
单摆的周期/s			

学生探究后得出结论:当振幅比较小时,单摆的周期与振幅无关。当振幅比较大时,单摆的周期与振幅有关,并且振幅越大,周期越大。

综上,伽利略的结论不完善,当振幅或摆角比较小时周期才与振幅无关。

最后 3 个小组探究:小球质量和振幅不变时,周期和摆长的关系,如表 3 进行实验数据记录,可以得到 9 组周期和摆长的数据。

表 3 单摆周期和摆长的关系

摆长/cm			
20 个周期的时间/s			
单摆的周期/s			

学生探究后得出结论:单摆的周期与摆长有关,摆长越大,周期越大,但不成正比。

接下来通过作图法进一步研究单摆周期 T 和摆长 l 的定量关系,发现周期 T 与 \sqrt{l} 成正比。

挑战性任务 2:确定单摆的运动性质。

子任务 1:借助 DIS 实验平台的位移传感器观察单摆的位移—时间关系,装置如图 2。将位移传感器的反射和接受装置分别固定在两个铁架台上,发射端固定在铁质重锤上,一起做小角度摆动,得到如图 3 所示的图像。



图 2 实验装置

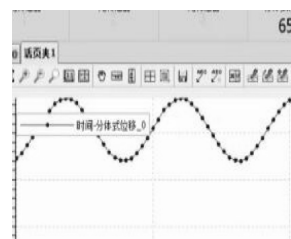


图 3 位移—时间图像

初步得出结论:单摆应该属于简谐运动。

子任务 2:理论探讨,单摆运动的受力分析,如图 4 所示,沿着细绳方向的合力提供向心力,所以需要重力分解。沿着切线方向的分力为 $F = mg \sin \theta$,当角度比较小时, $\sin \theta \approx \frac{x}{l}$,其中 x 为偏离平衡位置的位移大小, l 为摆长。不难发现位移的方向与切向分力的方向相反,再令 $k = \frac{mg}{l}$,就可以

得到 $F = -kx$, 提供回复力. 所以单摆是一种典型的简谐运动.

3.3 进行关联整合, 实现反思与上浮

在学校有限的学习时间里, 学生不可能学习所有的知识点, 可以在学习部分知识后进行反思概括和关联拓展, 形成结构化的知识, 进行拓展迁移. 提供待解决的真实问题, 鼓励学生综合运用多种方法进行解决, 促进对所学知识 with 思想方法进行反思升华与迁移应用.

在明确单摆的运动性质后, 借助简谐运动的周期公式理论推导出单摆的周期公式.

简谐运动的周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, 单摆运动中的 $k = \frac{mg}{l}$, 带入即可得到单摆周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, 这与实验探究的结果一致. 从而实现了新、旧知识的关联和结构化. 这里, 为了进一步帮助学生理解单摆周期和重力加速度的关系, 可以在图 2 的铁质重锤正下方放置一块大磁铁, 这样等效的重力加速度变大. 让重锤摆动起来, 用位移传感器再次测其周期, 发现周期明显变小.

结构图是实现知识关联整合和结构化的有效途径. 在单摆学习后, 可以建立如图 5 所示的知识结构图, 帮助学生总结和理解.

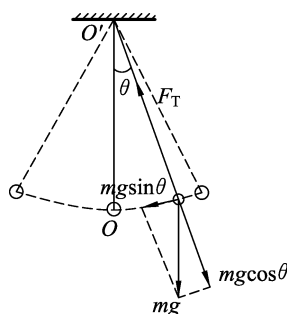


图 4 理论分析图

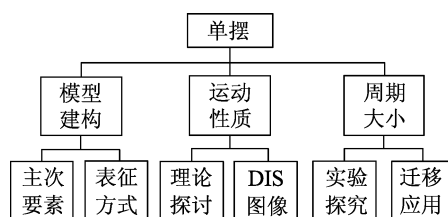


图 5 单摆知识结构图

还可以将单摆模型和机械能守恒和圆周运动等知识结合起来, 从运动与相互作用观、能量观两个角度进行分析, 综合解决一些问题, 并在问题解决的过程中实现知识的结构化.

真实问题情景: 小红家从黑龙江搬到海南去, 搬家时把家中一直很准的一个大摆钟也完好的带到了海南. 这个摆钟到海南后是否还准时? 若不准, 是偏慢还是偏快? 请通过查阅资料, 提供具体方案帮助小红进行校准.

参考文献:

- 郭元祥. 论学生课程履历及其规约[J]. 课程·教材·教法, 2012(2): 17-23.
- 郭元祥, 伍远岳. 学习的实践属性及其意义向度[J]. 教育研究, 2012(2): 102-109.
- 郭元祥, 吴宏. 论课程知识的本质属性及其教学表达[J]. 课程·教材·教法, 2018(8): 43-49.
- 郭元祥. 论深度学习: 源起、基础与理念[J]. 教育研究与实验, 2017(6): 1-11.
- 任虎虎. 指向深度学习的任务驱动教学研究——以人教版“力的分解”为例[J]. 物理教师, 2020(07): 28-30.

(收稿日期: 2020-11-21)

(上接第 14 页)

根据图像的斜率, 求出加速度 $a = 9.76 \text{ m/s}^2$, 对比图 3 中 $h-t^2$ 关系图像所求加速度值, 误差减小, 与当地重力加速度实际值接近.

2.4.2 逐差法计算结果

用表 2 中数据, 根据逐差法计算纸带的加速度 $a = \frac{(h_8 - h_4) - h_4}{(4T)^2} = 9.70 \text{ m/s}^2$, 显然, 剔除误差较大的第一段位移后, 逐差法求出的加速度的误差也减小了.

重物下落过程中存在空气阻力和打点计时器对纸带的阻力的作用, 使实验必然存在系统误差; 实验中距离测量的偶然误差对实验的影响也不小; 时间测量方面, 打点计时器频率不稳定也会引入误差. 但利用图像处理数据, 不仅更加简洁直观的反映了纸带的运动情况, 还可以剔除误差较大

的点, 在计算加速度的时候综合考虑每一个数据, 大大的减小了实验误差.

3 结束语

在探究自由落体运动中, 通过有效融合信息技术, 简化数据处理过程, 把探究的重心放在实验方案设计、证据收集与分析、科学论证与交流等方面, 学生真实地经历这样的探究过程, 在深度体验中发现问题、在深度分析中提出问题、在深度思维中解决问题, 实现深度学习, 提升学生核心素养.

参考文献:

- 中华人民共和国教育部编制. 普通高中物理课程标准 (2017 版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- 吴存华. 向虚假的科学探究说“不”[J]. 全球教育展望, 2008(8): 90-93.
- 郭元祥. 深度学习: 本质与理念[J]. 新教师, 2017(7): 11-14.

(收稿日期: 2020-10-20)