

【教学设计】

基于 SOLO 分类理论的 层次化教学设计研究

——以“牛顿第一定律”一课为例

张 红

【摘要】基于 SOLO 分类理论,提出在高中物理教学设计过程中采用层次化的设计,通过教学目标的确定、教学内容的设计和教学效能的评估三个环节的研究,以期在新课标实施背景下,优化教学设计,变革课堂教学方法,有效提升课堂教学实践的针对性和实效性。

【关键词】SOLO 分类理论;层次化;教学设计

一、研究的理论基础

(一) SOLO 分类理论

SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) 分类评价理论是比格斯 (J. B. Biggs) 提出的一种学生学业评价方法,该评价方法以等级描述为特征。SOLO 分类理论不仅有完整的知识体系,而且有坚实的实践基础。该理论认为,一个人的总体认知结构是一个纯理论性的概念,是不可检测的,比格斯称之为“设定的认知结构”;而一个人回答某个问题时所表现出来的思维结构却是可以检测到的,比格斯称之为“可观察的学习成果结构”^[1]。

(二) 高中物理课堂教学的 SOLO 层次划分标准

大量的研究表明,学生的认知思维发展在总体

上和在具体事件的执行中都具有阶段性,且具备在过程中升华进阶的特征,这种特征可以在具体事件的执行中被检测和观察到^[2]。SOLO 分类理论则对这种特征的复杂性做了一种有效的描述,为判断课堂教学效能提供了一种方法,并促使教师对学生相应的反馈信息进行收集和分析,之后再采取适切的策略和路径,最终实现“展开学习,发生学习,深度学习”的目标。基于《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》中提出的学科核心素养和课程实施建议,研究组认为教学的设计与实施应该是以核心素养为主线,逐步构建物理学科体系,使学生对物理学科的认知不断得到提升的教学过程。基于一线的教学实践,研究组针对高中物理课堂教学,设计了 SOLO 层次划分表(如表 1)。

表 1 高中物理课堂教学的 SOLO 层次划分表

层次	结构水平	思维认知水平表征
层次 1	前结构	知道零散知识点,对其认识模糊,有正确也有错误,对其本质完全不了解,思维逻辑混乱,缺乏论据支撑,基本无法理解和解决物理问题
层次 2	单点结构	了解单个知识点,但只局限于记忆性简单识别,没有体系化的认识。解题思路套路化、单一化,不能脱离例题,不能对论据是否充分做出明晰的判断
层次 3	多点结构	知道几个知识点的意义,但不能正确做出完整的解释说明,无法在具体的情景中将知识有机整合起来,无法生成正确的情景,不能构建恰当的物理模型,物理思考过程呈一种离散且混乱的状态
层次 4	关联结构	能够在大部分或全部知识点之间建立联系,能够不依靠例题解决问题,解决问题的思路呈开放状态,并且能找出这些不同思路的联系和区别
层次 5	抽象拓展结构	能跳出形象和直观的约束,形成系统的知识体系,进行抽象的概括,灵活地实现迁移性应用,拓展当下问题的意义,并进行科学分析

(三) 基于 SOLO 分类理论的高中物理层次化教学设计“三步式”流程

基于 SOLO 分类理论进行高中物理层次化教学设计时, 研究组采取了“三步式”流程: 教学目标的确定、教学内容的设计和教学效能的评估(如图 1)。

1. 在教学目标的确定环节, 研究组基于 SOLO 分类理论, 基于新课标的行为动词分类标准以及教学具体内容建议与要求, 将教学目标界定为两类: 体验性目标和结果性目标。

2. 在教学内容的设计环节, 研究组基于 SOLO 分类理论的思维结构特点, 将新课标教学建议和对核心素养的培养要求进行融合与分类。

3. 在教学效能的评估环节, 研究组基于 SOLO 分类理论制订标准, 通过观察的方式对学生的思维水平和学习成效两个方面进行评估。

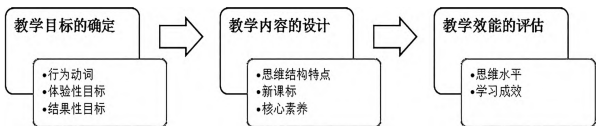


图 1 高中物理层次化教学设计的“三步式”流程图

二、教学目标的确定

(一) 教学目标的分类

新课标提到, 教学目标应该要基于物理观念、科学思维、科学探究和科学态度与责任四个维度来确定; 同时, 研究组借鉴《义务教育物理课程标准(2011 年版)》附录中“行为动词”的“了解、认识和理解”, 尝试使用 SOLO 分类理论来划分教学目标的层次^[3](如表 2)。

表 2 高中物理课堂教学的行为动词
SOLO 层次水平划分表

行为动词	行为动词描述	SOLO 结构	层次水平
了解	了解、知道、描述	前结构	水平 1
	说出、列举、举例说明、说明	单点结构	水平 2
认识	认识	多点结构	水平 3
理解	解释、计算	关联结构	水平 4
	理解	抽象拓展结构	水平 5

研究组根据 SOLO 分类理论的思维结构特点和新课标对核心素养的要求, 认为属于体验性目标的有科学探究和科学态度与责任; 属于结果性目标的有物理观念和科学思维。

(二) 教材与学情分析

1. 教学内容分析: 人教版高中物理必修一教材

中“牛顿第一定律”处在“运动学”内容之后, “动力学”内容之前, 是把“运动”知识和“力”知识关联起来的关键纽带, 具有非常关键的承上启下的意义, 对学生建立起相互作用观、运动观以及透过现象看本质的科学抽象思维有着积极意义。

2. 学生学情分析: 在之前的“匀变速直线运动”的学习中, 学生已经知道物体运动状态的变化以及如何对这种变化进行定量分析; 特别地, 还知道了描述运动状态变化需要使用加速度这个物理量, 但是并不知道产生加速度的根源是什么。

(三) 基于 SOLO 分类理论的教学目标的确定

在“牛顿第一定律”的学习中, 教师应该帮助学生辨析和打破原有的错误“潜概念”, 并且建构科学的、有逻辑性的认知体系。让学生通过物理概念的“力”和“惯性”的建构过程, 体会和感悟物理概念的形成; 通过科学探究的活动及数据的建模、处理、分析和规律发现的过程, 着重体会两种科学思维方法——“理想实验”和“逻辑推理”。

据此, 研究组对“牛顿第一定律”这一课的教学目标的 SOLO 结构层次进行划分(如下页表 3 所示)。

三、教学内容的设计

教材在这一课教学内容的设置上, 从引导学生思考开始, 基于有关牛顿第一定律的科学探索与发现过程, 以及亚里士多德、伽利略在研究运动和力的关系中先后不同观点提出和逐步修正的过程, 既厘清了科学发现之旅, 同时又彰显了科学思维和研究方法在科学探究过程中的重要性。

教材在“理想实验的魅力”板块中, 介绍了伽利略设计和进行的斜坡理想实验, 强调了“逻辑推理”和“理想实验”的重要性, 进而介绍了牛顿是如何“踩在巨人的肩膀上”提出牛顿第一定律的。

教材在“惯性与质量”板块中, 分别通过“思考与讨论”和“实例分析”进一步帮助学生理解惯性, 促使学生加深对质量概念的理解和提高对此概念的应用能力。

教材为了进一步拓展学生的视野, 设置了“拓展学习”板块来介绍各种惯性参考系的选择和设定。

据此, 研究组基于 SOLO 分类理论的思维结构特点, 结合新课标的教学建议和对核心素养的培养要求, 梳理出了“牛顿第一定律”教学内容的 SOLO 层次水平划分表(如下页表 4 所示)。

“牛顿第一定律”教学内容设计的 12 个环节的 SOLO 层次水平划分情况统计如 39 页图 2 所示, 层次水平 3 占比 41.7%, 层次水平 4 占比 33.3%, 合计 75.0%, 符合新课标的要求。

表 3 “牛顿第一定律”教学目标的 SOLO 结构划分表

教学目标	目标分解	SOLO 结构	层次水平
(1) 了解“理想实验”和“逻辑推理”在伽利略理想实验中的使用	①了解伽利略早期对运动和力的关系的初步认识	单点结构	水平 2
	②了解“理想实验”和相应的推理过程	单点结构	水平 2
	③领会“实验加推理”的科学研究方法	多点结构	水平 3
	④体会并能表述理想斜面实验	多点结构	水平 3
(2) 知道牛顿第一定律无法用实验直接验证,但是可以用“理想实验”来进行逻辑推理	①能准确叙述牛顿第一定律的内容	单点结构	水平 2
	②能对该定律所揭示的运动和力的关系问题有较深刻的理解	关联结构	水平 4
(3) 了解惯性概念的含义;知道惯性大小的量度是质量,与速度无关	①明确惯性是一种物理属性,是由于质量存在而存在的	单点结构	水平 2
	②能通过大量实例和现象来理解影响惯性大小的只有质量	多点结构	水平 3
(4) 会应用牛顿第一定律分析和解决实际问题	①能在真实情景中应用牛顿第一定律进行分析	关联结构	水平 4
	②能应用牛顿第一定律解决生活、社会中的实际问题	抽象拓展结构	水平 5
(5) 感悟和学习物理学家的科学态度和质疑创新精神	①通过亚里士多德观点的发展历程体会在真理追求过程中的曲折	多点结构	水平 3
	②通过运动和力关系的研究,体会伽利略、笛卡尔、牛顿等科学家的思想魅力和实事求是的精神	关联结构	水平 4

表 4 “牛顿第一定律”教学内容的 SOLO 层次水平划分表

教学环节	教学内容	教学方法	SOLO 结构	层次水平
新课引入	情景引入:实验演示“手推桌子”——推就动,不推不动。学生形成初步观点:“物体要想运动,必须受到力的作用。”这样的结论亚里士多德在两千多年前就提出来了,但是,这个结论正确吗	情景演示	前结构	水平 1
自主探究	①把毛巾铺在桌子上,放上小车,推小车就动,不推小车就不动	实验探究	单点结构	水平 2
	②用玻璃板替换毛巾,重复以上实验,发现小车运动一段时间才停下来		多点结构	水平 3
分组探究	①桌子上铺好毛巾,让小车从斜坡上自由滑下,标出小车停止的位置; ②拿掉毛巾,让小车从斜坡上同一位置自由滑下,标出小车停止的位置; ③在桌面铺上玻璃,重复以上实验	实验探究	多点结构	水平 3
	④通过实验现象的分析、论证,得出结论:接触面越光滑,小车运动的距离越大	小组讨论	关联结构	水平 4
介绍伽利略的理想实验	视频:《伽利略的理想实验》 提出问题:你如何认识伽利略的实验及其过程	小组讨论	多点结构	水平 3
实验探究	优化实验设计:选用气垫导轨和光电门,测出在不同位置时小车的速度。学生记录、处理和分析数据后进行比较,验证伽利略理论的正确性	分组实验	多点结构	水平 3
阅读教材,了解物理学史	让学生阅读课本找出: 伽利略→笛卡尔→牛顿 对于力和运动的关系,谁的观点更科学	自主思考	多点结构	水平 3
问题设疑	既然牛顿的观点更加完善,那么能否用实验直接来验证牛顿第一定律?为什么	分组讨论	关联结构	水平 4
实验演示	将一块木块竖立在小车上,推动小车在光滑桌面上运动。当小车遇到障碍物时,小车停下,而木块却向前倾倒,请解释这个现象	自主思考	关联结构	水平 4
问题交流	高速路上的限速,大车与小车的最大限速不一样,这里的科学依据是什么	分组讨论	关联结构	水平 4
	对于伽利略理想实验,爱因斯坦的评价是:“伽利略的发现以及他所用的科学推理方法,是人类思想史上最伟大的成就之一,而且标志着物理学的真正开端。”请你谈谈对此的认识	自主思考,单独发言	抽象拓展结构	水平 5

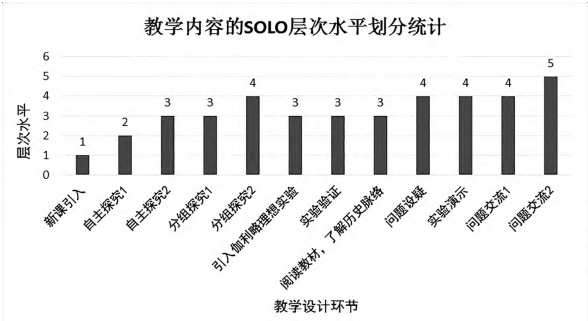


图2 教学内容设计 SOLO 层次水平划分情况统计
四、教学效能的评估

研究组基于 SOLO 试题的编制原则,精心选择和设计一组学习效能测试题(数量视具体情况而定),对学生进行课堂检测,根据反馈结果,判断学生的思维水平是否得到提高,诊断学生的 SOLO 层次^[4]。

评估测试题:如图3所示,这是某一仪器中设计的电路,M是一个较大质量的金属块,两端用安全弹簧连接,现将其整体固定在汽车上。请思考:(1)当汽车启动时,哪个灯亮?请说明判断的理由;(2)当汽车刹车时,哪个灯亮?请说明判断的理由。

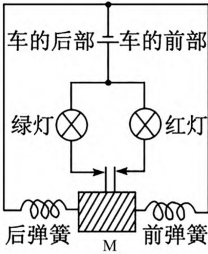


图3 某一仪器中设计的电路

接着,根据学生对以上测试题的作答情况,利用教学效能评估的 SOLO 层次水平划分表来进行评估(如表5所示)。

在此基础上,也可以对多种情况进行赋值,制订基于 SOLO 分类理论的评估量规,进一步深入进行量化研究,并据此反过来对教学设计和教学行为进行干预和修正,促进教学设计和教学实践的优化。

五、研究结论

基于 SOLO 分类理论的层次化教学设计,可以将以学生为中心的新课标理念充分彰显出来,充分正视和尊重学生的思维水平与个性特征。使用 SOLO 分类理论来对建构思维水平诊断工具进行指导,并将其用于教学设计研究的实践,既是对学生个性特征的凸显,又是对学生思维水平的尊重,更是对促进学生高阶思维及物理学科核心素养的发展这一本质目标的聚焦。从实现学生远景规划和达成学生科学

表5 教学效能评估的 SOLO 层次水平划分表

问题序号	作答情况	SOLO 结构	层次水平
(1)	未作答	前结构	水平 1
	红灯	单点结构	水平 2
	绿灯	多点结构	水平 3
	不能解释为什么		
	能解释为什么	关联结构	水平 4
(2)	未作答	前结构	水平 1
	绿灯	单点结构	水平 2
	红灯	多点结构	水平 3
	不能解释为什么		
	能解释为什么	关联结构	水平 4
(1)和(2)	全部能独立解决	抽象拓展结构	水平 5

素养全面发展的角度来看,在新课标学科核心素养培养的要求下,利用 SOLO 层次分类理论和策略进行教学实践,既能诊断学生在学科思维能力和层次上所处的水平,又能探寻出可以培养和全面提升学生学科思维能力的策略和路径,在教学实践、判断和干预下,帮助学生实现从低阶思维过渡到高阶思维。本研究发现,使用 SOLO 分类理论在高中物理中进行层次化教学设计具有非常必要的实践意义,而且对实际教学效能的评估与改进也有积极的指导意义。

参考文献:

[1]唐成晨. 基于 SOLO 分类理论的中学物理教学设计研究[D]. 苏州:苏州大学,2020.
[2]徐将二. 基于 SOLO 分类理论的模型建构的认知层次及案例[J]. 物理教师,2021,42(7):32-36.
[3]张静,朱巧萍,叶巧婷. SOLO 分类理论在教学设计中的应用:以“摩擦力”教学为例[J]. 物理通报,2022(1):83-88.
[4]李晶晶,潘苏东. 高二学生物理问题解决过程中的批判性思维水平分层研究:基于 SOLO 分类评价理论[J]. 物理教师,2018,39(3):2-6.

【作者简介】张红(1966-),女,江苏省南京市雨花台区教师发展中心。

【原文出处】《教育界》(南宁),2023.1.26~31

原标题:基于 SOLO 分类理论的层次化教学设计研究——以人教版高中物理必修一“牛顿第一定律”一课的教学设计为例