基于“教—学—评”一致性理念的迷思概念转变教学分析

刘金梅[1] 钟薛娟[2] 王琳溢[3]
(1. 华东师范大学物理与电子科学学院,上海 200241; 2. 华东师范大学教师教育学院,上海 200063;
3. 上海市松江二中,上海 201699)

摘 要:“教—学—评”一致是物理学科的重要课程理念之一.落实转变迷思概念“教—学—评”一体化有助于学生理解科学概念、促进核心素养发展,有助于教师树立“教—学—评”整体育人观念.基于“教—学—评”一致性理念,提出以诊断迷思概念为基础、以转变迷思概念为目标、以持续性评价为关键的迷思概念转变教学方案设计原则,以“牛顿运动定律”为例,探索中学物理迷思概念转变教学路径,倡导“诊断迷思概念,明确教学目标——创建认知冲突情境场,设计问题链,让学生对迷思概念不满——提供‘脚手架’,引导迷思概念转变——依据概念转变条件设计课堂教学评价量表,边学边评、边评边教”教学路径.

关键词:“教—学—评”一致;迷思概念转变;牛顿运动定律

《普通高中物理课程标准》(2017 年版 2020 年修订)突出课程、教学和评价的一致性,尤为重视对物理学科核心素养的“教—学—评”一体化实施.[1]“教—学—评”一体化教育实践是促进学生科学理解物理概念,形成物理观念,训练科学思维,培养科学探究能力、科学态度与责任的有效途径.随着《普通高中物理课程标准》(2020 年修订版)的实施,一线教师开始探究基于“教—学—评”一体化的教学实践.在学校系统课堂教学前,许多学生已经通过日常经验、观察等零散化学习对科学概念形成了一定的认识.这些认识有的有别于目前科学家公认的想法,研究者称其为迷思概念.[2]迷思概念大多异常顽固且不易改变,对科学概念教学产生巨大却不易察觉的影响.[3]当前,亟须基于“教—学—评”一致性理念诊断学生迷思概念、设计“教—学—评”一体化教学方案以促使迷思概念转变为科学概念,促进学生核心素养发展.

1 转变迷思概念的“教—学—评”一体化教学方案设计原则

要实现转变学生在接受科学教育前形成的迷思概念,需要设计“教—学—评”一体化的教学方案,从源头把握方向,确保教师的教、学生的学、师生对教学的评价都围绕同一目标展开,[4]引导学生科学理解物理概念,促进学生核心素养发展.基于“教—学—评”一致性理念设计转变迷思概念教学方案,应以转变迷思概念、促进学生科学理解物理概念为教学目标,基于迷思概念诊断结果明确教学重难点,根据概念转变模型设计评价课堂教学量表,在课堂教学中嵌入评价,实现边学边评,依据评价结果调整教学活动,实现边评边教,引导学生科学理解物理概念,促进学生核心素养发展.

1.1 以诊断迷思概念为基础,实现“教—学”一致

建构主义学习理论强调,学生不是空着脑袋进教室的,他们在日常生活中根据以往的经验已经形成了丰富的知识,教师要将学生现有的知识经验作为新知识的生长点,引导学生从原有的知识经验中“生长”出新的知识经验,以实现知识经验的重新组织、转换和改造.[5]但学生现有的知识经验可能是科学的知识理解,也可能是根深蒂固的迷思概念.要想通过课堂教学实现转变学生迷思概念,教师首先要以诊断学生迷思概念为起点,充分了解学生现有的知识经验了解学生本节课概念理解的类型及其迷思知识点,并基于对学生概念理解情况和认知水平的充分了解设计教学方案,实现教师所教即学生所需,所需即所学,达到“教—学”一致.

1.2 以转变迷思概念为目标,实现“学—评”一致

目标是“教—学—评”一体化实施的核心,在整个教学过程中有“导学、导教、导评”的作用.[6]《普通高中物理课程标准》(2017 年版 2020 年修订)指出物理学科核心素养是物理学科育人价值的集中体现,是学生通过物理学科学习而逐步形成的正确价值观、必备品格和关键能力,教师应坚持核心素养导向,发挥评价的育人功能,实施符合

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“教、学、评”一致性的教学实践.[1]要想实现通过课堂教学转变学生迷思概念效果,教师应确立转变某一具体的迷思概念为教学目标,并根据核心素养要求确定核心目标,以核心素养目标为导向设计教学活动与学生学习评价量表,在具体教学活动和评价中厘清核心素养目标的具体内涵,实现“学—评”一致.

1.3 以持续性评价为关键,实现“教—评”一致

持续性评价是“教—学—评”一体化实施的关键.教师要将评价贯穿于课堂教与学的全过程,进行持续性评价,坚持以评促学、以评促教.[7]在具体课堂教学中,教师应当围绕学生掌握知识的情况、与教学目标之间的差距进行持续性的评价,根据评价结果调整和改进教学活动,从而了解教与学的效度,实现所教即所学,所评即所教,实现“教—评”一致.要想通过课堂教学实现转变学生迷思概念教学效果,教师必须依据概念转变模型设计概念转变进程评价量表,使用各种方法收集学生产生迷思概念原因及确定其转变进程的证据,对学生概念理解水平与迷思概念转变进程进行持续性评价,根据评价结果调整概念转变教学活动,切实引导学生正确理解科学概念,转变迷思概念.

2 高中物理迷思概念诊断及其转变教学路径研究——以“牛顿运动定律”为例

物理学科教学采用螺旋式教学法,[8]重视物理基本概念和原理的连续性,注重学科知识的螺旋式特征.基于物理课程设置螺旋式上升的内在要求,高中物理教材内容是初中学段知识的进一步拓广与深化.[9]高中物理教师在设计教学方案时应充分了解学生在初中阶段的知识理解水平,诊断学生迷思概念以明确教学目标与教学重难点,针对性地设计教学活动,创设情境场、设计问题链,让学生对迷思概念产生不满,提供认知同化与顺应的“脚手架”,引导学生转变迷思概念、正确理解科学概念,同时依据概念转变模型提出的概念转变条件设计教与学评价量表,将评价贯穿教与学全过程,实现所教即所学,所学即所评,达到“教—学—评”一致.

“牛顿运动定律”在人教版高中物理教材中位于必修 1 第 4 章,是联结第 1、2 章“运动”概念和第 3 章“力”概念的关键,是初中教材的拓广和深化,是学生在高中阶段学习的第一个“运动和相互作用”一级主题的具体知识载体,是培养学生初步形成“运动与相互作用是有规律的”物理观念的起点,也是学生构建力学知识大厦的地基.以“牛顿运动定律”为例论述中学物理迷思概念诊断及其转变教学路径是典型的,具有广泛意义的.[10]本课例结合人教版高中物理必修 1“牛顿运动定律”章节内容,在诊断学生迷思概念的基础上,依据课程标准明确教学目标,根据目标设计课堂教学活动和教学评价量表,引导学生转变迷思概念.

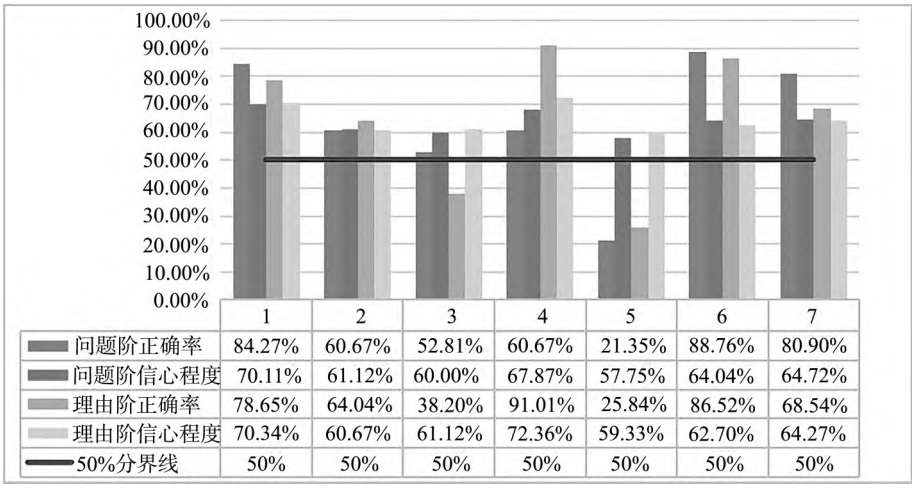
2.1 诊断迷思概念,明确教学目标

迷思概念诊断研究方法,常见的有二阶诊断测试、三阶诊断测试和四阶诊断测试.[11]本文基于四阶诊断测试,采用 Hermita[12]迷思概念四阶诊断量表诊断学生牛顿运动定律迷思概念.测试卷由四阶构成,第一阶(问题阶)探查学生运用概念解题情况;第二阶(问题信心阶)要求学生对问题阶答题情况做出确定性评价;第三阶(理由阶)要求学生选择问题阶选项的理由,探测学生运用概念解释问题情况;第四阶(理由信心段)要求学生对理由阶答题情况做出确定性评价.具体四阶测试卷内容分布如表 1 所示.通过分析回收问卷的正确率与置信等级(如图 1 所示),对照迷思概念诊断量表,得到学生“牛顿第三定律”概念理解普遍迷思结论,具体体现在学生认为“作用力和反作用力作用在同一物体上,共同影响着该物体的运动状态”,即“平衡力”与“作用力和反作用力”概念混淆.

表 1 四阶测试卷探测内容分布

内容	科学概念	相应迷思概念	题序
牛顿第一定律	力是改变物体运动的原因 惯性是物体的一种性质	力是维持物体运动的原因 惯性是一种力	1、4
牛顿第二定律	加速度大小与合外力大小成正比 加速度方向与合外力方向相同	速度大小与合外力大小成正比 加速度方向与速度方向相同	2 7
牛顿第三定律	作用力和反作用力作用在两个物体上 作用力和反作用力大小相等 作用力和反作用力的同时产生、同时变化、同时消失	作用力和反作用力作用在同一物体上 作用力和反作用力大小关系与运动相关 作用力先于反作用力产生、变化与消失	3 5 6

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



	1	2	3	4	5	6	7
问题阶正确率	84.27%	60.67%	52.81%	60.67%	21.35%	88.76%	80.90%
问题阶信心程度	70.11%	61.12%	60.00%	67.87%	57.75%	64.04%	64.72%
理由阶正确率	78.65%	64.04%	38.20%	91.01%	25.84%	86.52%	68.54%
理由阶信心程度	70.34%	60.67%	61.12%	72.36%	59.33%	62.70%	64.27%
50%分界线	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

图 1　四阶测试卷正确率与置信等级图

物理学科核心素养包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4 个方面.[1]依据高中物理课程标准要求,转变学生“牛顿第三定律”迷思概念教学目标在于在理解作用力与反作用力概念、理解牛顿第三定律的性质、理解作用力和反作用力与平衡力之间的异同,增加形成“运动与相互作用观”物理观念的核心构成成分,引导学生遵循实验归纳途径、运用求同法、演绎推理等逻辑推理方法设计实验探究作用力和反作用力的关系,提升科学推理能力,形成科学思维,体会理性、实事求是的科学态度.依据迷思概念诊断结果,本课例教学重点在于引导学生设计实验探究作用力和反作用力的关系,理解牛顿第三定律的性质,而教学难点在于引导学生区分平衡力与作用力和反作用力,转变迷思概念.

2.2　创建认知冲突情境场,设计问题链,让学生对迷思概念不满

基于迷思概念诊断确立的教学目标设计教学方案:演绎归纳教材“手用力拉弹簧,弹簧也用力拉手”“用力推另一只船时,自己的船也会受到力的作用”实验现象,顺应学生认知规律运用求同法总结“力的作用是相互的”结论,建立作用力与反作用力概念;提出“作用力与反作用力的大小之间、方向之间有什么样的关系?”问题,引导学生遵循实验归纳途径设计实验方案,运用求同法、演绎推理等逻辑推理方法归纳作用力和反作用力的关系,理解牛顿第三定律的性质;回顾初中“平衡力”概念,运用列表法对比相互作用力与平衡力,理解平衡力与作用力和反作用力的异同.

针对本课例教学难点“理解平衡力与作用力和反作用力的异同”,教师可以创设“轿车推动抛锚的货车在光滑地面运动”的情境,设计问题链:“在货车匀速运动的过程中,轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力有什么样的大小关系?”“在货车加速运动的过程中,轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力又存在什么样的大小关系?”教师引导学生将此情境抽象为“一个带有压力传感器的小车推动另一带有压力传感器的小车在光滑地面运动”物理模型,遵循实验归纳途径设计实验探究轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力的关系,分析实验数据得到“不论货车的运动状态如何变化,轿车对货车向前的推力等于货车对轿车向后的推力”结论.但若学生坚持“轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力作用在同一物体上”,将得到货车匀速运动的过程中,轿车对货车向前的推力等于货车对轿车向后的推力,而货车加速运动的过程中,轿车对货车向前的推力大于货车对轿车向后的推力结论,与实验现象不符.此时,学生无法应用现有的概念解释实验现象,便会对当前的概念产生不满.

2.3　提供“脚手架”,促使迷思概念转变

当学生认识到自己现有的某个概念失去了作用,才有可能放弃原概念,寻求新的概念解释实验现象.当捕捉到学生对迷思概念产生不满时,教师应及时引导学生认识到科学概念的可理解性、合理性与有效性,为学生提供认知同化与顺应的“脚手架”,促使迷思概念转变为科学概念.

针对本课例,教师可以设计问题链:“轿车对货车向前的推力施力物体是什么?受力物体是什么?”“货车对轿车向后的推力施力物体是什么?受力物体是什么?”“轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力大小、方向之间有什么关

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

系?”“轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力是相互作用力还是平衡力?”通过一系列的提问,启发学生运用作用力和反作用力概念解释实验现象,认识到新概念的可理解性;继续提出问题:“货车受到哪些力的作用?轿车受到哪些力的作用?”“依据牛顿第二定律,货车的加速度为多少?”“轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力与货车运动状态有关吗?”启发学生从受力分析角度解释货车运动状态的变化原因,理解作用力和反作用力大小关系与货车的运动状态无关,引导学生认识到新概念的合理性,强化学生对平衡力与作用力和反作用力区别的理解;而后创设多个应用“作用力和反作用力作用在两个物体上”解释实验现象的具体情景,促使学生认识到新概念的有效性,切实转变“作用力和反作用力作用在同一物体上,共同影响着该物体的运动状态”迷思概念.

2.4 依据概念转变条件设计课堂教学评价量表,边学边评、边评边教

概念转变模型基于皮亚杰认知建构主义理论提出概念转变的条件:学习者对当前的概念产生不满、新概念的可理解性、新概念的合理性、新概念的有效性.[13]依据概念转变条件设计课堂教学评价量表(如表 2 所示),并根据评价量表对教师教学与学生学习进行持续性评价,根据评价结果判断学生迷思概念转变进程并进一步调整和改进教学活动,实现边学边评、边评边教.

针对本课例,依据概念转变条件设计的课堂教学评价量表如表 3 所示.依据课堂教学评价量表评价教师教学活动和学生学习活动,教师应使用各种方法收集学生产生迷思概念原因及确定其转变进程的证据,并依据评价结果判断学生概念转变阶段并进一步调整和改进教学活动.

表 2 迷思概念转变课堂教学评价量表

阶段	目标	教师活动	学生活动	教师评价	学生自评
一	对当前概念产生不满	创设认知冲突情境,提出问题	思考问题,运用现有概念解释实验现象		
二	新概念的可理解性	引导学生从原有的知识经验中“生长”出新的知识经验	认识新概念的可理解性		
三	新概念的合理性	设计问题链,引导学生运用新概念解释实验现象	运用新概念解释实验现象,认识新概念的合理性		
四	新概念的有效性	创设多个新概念的具体应用情境	应用新概念解释问题,认识新概念的有效性		

表 3 “牛顿第三定律”迷思概念转变课堂教学评价量表

阶段	目标	教师活动	学生活动	教师评价	学生自评
一	对当前概念产生不满	创设轿车推动抛锚的货车在光滑地面运动情境,提出问题:在货车匀速或加速运动过程中,轿车对货车向前的推力与货车对轿车向后的推力有什么样的大小关系?引导学生通过抽象化模型设计实验探究问题,并总结结论	思考问题,用现有概念解释问题,对当前概念产生不满		
二	新概念的可理解性	引导学生思考轿车对货车向前的推力、货车对轿车向后的推力的施力物体、受力物体及相互间的大小、方向关系,启发学生运用作用力和反作用力概念解释实验现象	认识新概念的可理解性		
三	新概念的合理性	引导学生从受力分析角度解释货车运动状态的变化原因,理解作用力和反作用力大小关系与货车的运动状态无关	认识新概念的合理性		
四	新概念的有效性	创设多个应用“作用力和反作用力作用在两个物体上”解释实验现象的具体情景	认识新概念的有效性		

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

总之，基于“教－学－评”一致性理念的学科实践既是转变学生迷思概念的有效途径，也是促进学生核心素养发展的有效途径.教师应以诊断迷思概念为基础、以转变迷思概念为目标、以持续性评价为关键设计“教－学－评”一体化教学方案；通过创设认知冲突情境场诱发学生对迷思概念产生不满，引导学生认识到新概念的可理解性、合理性与有效性；提供“脚手架”，引导学生转变迷思概念；依据概念转变条件设计课堂教学评价量表，对课堂教与学进行持续性评价，边学边评、边评边教.

参考文献：

1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版 2020 年修订)[S]. 北京：人民教育出版社，2020.

2 刘增泽，潘苏东. 指向物理核心素养的思维外显型概念教学探索[J]. 天津师范大学学报(基础教育版)，2023，24(5)：26－32.

3 郭芳侠，赵倩. 基于三阶测试诊断高中生机械波迷思概念[J]. 物理教师，2018，39(1)：15－18.

4 练彩云. 基于“教—学—评”一致性的初中英语听说教学实践与思考[J]. 教学与管理，2023(34)：33－36.

5 毛新勇. 建构主义学习理论在教学中的应用[J]. 课程·教材·教法，1999(9)：19－23.

6 涂晓锋. “教学评一致性”的含义及实践程序[J]. 课程教材教学研究(教育研究)，2023(Z5)：32.

7 Nunan D. Second Language Teaching & Learning[M]. Boston：Heinle & Heinle，1999.

8 布鲁纳. 教育过程[M]. 邵瑞珍 译.北京：文化教育出版社，1982.

9 夏良英. 构建螺旋上升式高中物理教学体系的探讨[J]. 物理教师，2014，35(9)：19－21.

10 李娟. 基于概念转变的教学活动设计和实践——以“牛顿运动定律”为例[J]. 物理教师，2021，42(4)：7－10.

11 刘婉莹，李高峰. 高中生生物学迷思概念的诊断方法研究[J]. 中学生物教学，2023(23)：13－15.

12 Hermita N，Suhandi A，Syaodih E，et al. Constructing and implementing a four tier test about static electricity to diagnose pre-service elementary school teacher′ misconceptions[J]. Journal of Physics：Conference Series，2017，895 (1)：012167.

13 Addido J，Burrows A，Slater T.The effect of the conceptual change model on conceptual understanding for electrostatics [J]. Education Sciences，2022，12 (10)：696.

(收稿日期：2023－12－24)

(上接第 21 页)

表 3 物理知识点与“胶体”概念

知识点	概念	疑难点	涉及化学知识
布朗运动	悬浮在液(气)体中的固体小颗粒的无规则运动	固体小颗粒有多大，肉眼是否可见？	胶体(溶液、胶体、浊液)颗粒大小
光的散射	光线通过不均匀介质时一部分光偏离原方向传播的现象	天空为何是蓝色？	通过胶体颗粒大小与可见光波长比较，理解反射、折射、干涉及衍射条件
光的全反射	光射到两种介质的界面时，全部被反射而不发生折射的现象	为何在介质中能显示出一条光路？	胶体的丁达尔效应(溶液、浊液则不可以)
静电除尘	带电尘埃在静电力作用下，趋向阳极表面放电而沉积的现象	多大颗粒的尘埃容易被清除？	胶体电泳

生活中的一些常见现象，也需要物理、化学知识来联合解决.如不同防晒霜的防晒原理，有的涉及物理效应，即防晒霜在皮肤的表层形成保护膜，通过阻挡、反射、散射紫外线来减少紫外线对皮肤的伤害；有的则涉及化学反应，即防晒霜中包含的化学物质能在紫外线照射下发生光解，同时吸收特定波段的紫外线.

参考文献：

1 邓人忠.物理学基本概念探讨[M]. 北京：气象出版社，2010.

2 罗国忠. 基于有意义学习的电动势教学诊断与改进[J]. 物理教师，2022(7)：31－34.

3 母小勇. “还原”物理课程的跨学科实践逻辑[J]. 物理教师，2022(9)：2－8.

4 杨杰，郭晨跃，冯秀梅. 跨学科实践中驱动问题的设计方法与实施策略[J]. 物理教师，2023(3)：40－48.

(收稿日期：2023－11－02)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net