

教学案例设计与分析

基于物理学科核心素养的课堂渗透*

——以 PBL 导向下“牛顿第三定律”的教学为例

周后升

[北京师范大学(珠海)附属高级中学 广东 珠海 519000]

(收稿日期:2017-05-08)

摘要:遵循以问题为导向(PBL)的课堂教学设计思路进行“牛顿第三定律”的教学,从知识层面、认识层面和育人层面进行一些实践性的探索和思考,把物理学科核心素养的教育渗透进常规物理课堂。

关键词:核心素养 PBL 牛顿第三定律

笔者尝试在 PBL 导向下进行物理学科核心素养的课堂渗透,并以“牛顿第三定律”的教学为例进行一些实践性的探索和思考。

1 物理学科核心素养的认识

1.1 物理学科核心素养的构成

物理核心素养是学生在接受物理教育过程中逐步形成的适应个人终身发展和社会需要的必备品格和关键能力,是学生通过物理学习内化的带有物理学科特性的品质,是学生科学素养的重要构成。物理核心素养主要由“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个方面构成^[1]。

1.2 物理学科核心素养的内容建构关系

物理学科核心素养的内容建构关系如图1所示。

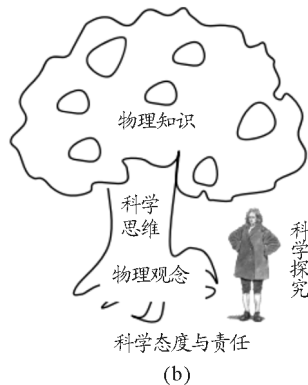
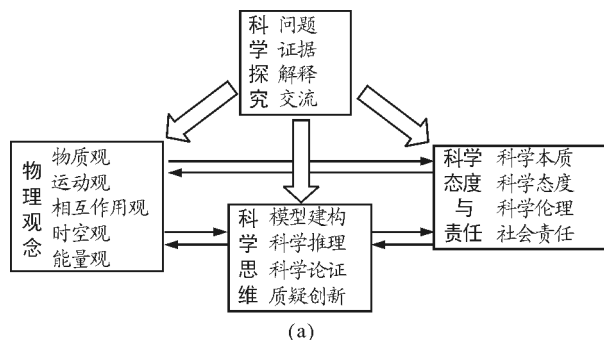


图1 物理学科核心素养的内容建构关系

这里把物理教育活动比作“培植一颗苹果树”:浓密的树叶下挂满的苹果,如我们教育活动的结果获得大量的“物理知识”一样;岂知丰硕果实需要粗大的树干支撑,它就如教育活动中的“科学思维”——物理思想方法是获得物理知识的必由之路;树根是树的根基,树干的延续,树苗能够长成参天大树的基础,正如我们进行“物理观念”的教育要从根本抓起,物理观念是科学思维的凝结,位于科学思维教育的上位;大树生长需要水分和养料,它不构成大树本身,但却是大树生长不可或缺的营养,就如缺少了“科学态度与责任”的教育活动是不可能成功的;我们在辛劳培植这棵苹果树的过程中正像教育活动中进行了一番“科学探究”!通过“核心素养树”的类比,我们认识到核心素养内容构成既相互关联又相互依存,层层递进,呈逐步升华的样态^[2]。



(a)

* 广东省教育研究院重点课题“高中生物理学科核心素养养成研究与实践”阶段研究成果,项目编号:GDJY-2015-A-a057

作者简介:周后升(1974-),男,中教高级,主要从事物理教学与研究工。

2 了解“PBL”

2.1 什么是“PBL”

PBL即 Problem-Based Learning 的缩写,是以问题为导向的教学方法,是基于现实情景的以“学生”为中心的教育方式.与传统的以学科为基础的教学法有很大不同,PBL 强调以学生的主动学习为主,而不是传统教学中的以教师讲授为主;PBL 将学习与任务或问题挂钩,使学生投入问题中;它通过设计真实性任务,强调把学习设置到复杂的、有意义的问题情境中,通过学生的自主探究和合作来解决问题,从而学习隐含在问题背后的科学知识,形成解决问题的技能和自主学习的能力.

2.2 PBL 导向下的课堂教学设计思路

PBL 导向下的课堂教学设计思路如图 2 所示.

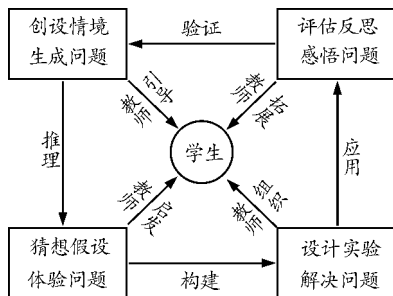


图 2 课堂教学设计思路图示

3 PBL 导向下基于物理学科核心素养在课堂教学中的渗透

BPL 导向下“牛顿第三定律”的教学设计^[3] 如表 1 所示.

表 1 牛顿第三定律教学设计

教学流程	教学内容 (知识层面)	教学环节 (认识层面)	核心素养 (育人层面)
生成问题	引入新课:感受“力的作用是相互的” (定性研究)	<p>教师</p> <p>1. 构建情境,如“鼓掌”,设计悬念,激发学生兴趣; 2. 鼓励学生利用身边器材验证并感受初中学过的“力的作用是相互的”; 3. 引导学生把兴趣和注意力转移到本节课的教学目标上.</p> <p>学生</p> <p>1. 思考、设计实验; 2. 通过实验感受,自主完成生活中“力的作用是相互的”形象展示.</p> <p>教师引导,学生自主设计简易实验并感受结果,激发对这个概念的求知欲,逐渐明确学习任务.</p> <p>感性认识</p> <p>感受</p> <p>关键词</p>	<p>1. 物理观念:</p> <p>相互作用观及“作用力与反作用力”概念的形成.</p> <p>2. 科学思维和科学探究:</p> <p>利用“鼓掌”和身边器材进行开放性实验,培养动手操作能力;让学生体验感受,培养其判断力及探索精神</p>
体验问题	猜想假设:一对相互作用力的关系可能有哪些 (定性研究)	<p>教师</p> <p>1. 调动学生寻找眼前的物品作实验器材,或直接提供器材; 2. 结合学生实验设置逐步深入的问题情境,让学生知道在实验中如何展示物体间的相互作用; 3. 引导猜想“一对相互作用力的关系”可能有哪些.</p> <p>学生</p> <p>1. 自主分组实验并猜想; 2. 利用分组实验在组内、组间进行分析、讨论并互相补充猜想.</p> <p>教师启发学生从切身体验入手,经历从形象到抽象、从感性认识(如 ① 作用力与反作用力是相互的; ② 作用力与反作用力存在两个物体间; ③ 作用力与反作用力同时产生或消失)到理性认识(如 ④ 大小是否相等; ⑤ 方向是否相反,且是否共线; ⑥ 性质是否相同)的认知过程,逐步深化对作用力与反作用力的理解,并最终自然聚焦探究主题——“牛顿第三定律”.</p> <p>(感性)理性认识</p> <p>猜想</p> <p>关键词</p>	<p>1. 物理观念:</p> <p>物质观,如一对相互作用力存在两个物体间.</p> <p>2. 科学思维:</p> <p>经历抽象概括,在“猜想阶段学会科学定量描述“作用力与反作用力”的大小和方向.</p> <p>3. 科学探究:</p> <p>通过不成熟不完整的猜想和假设,从感性和理性、定性或定量层面学会整理归纳.</p> <p>4. 科学态度与责任:</p> <p>强调以实验(践)为基础的猜想,而不盲目臆想</p>

续表 1

教学流程	教学内容 (知识层面)	教学环节 (认识层面)	核心素养 (育人层面)
解决问题	验证猜想:得出牛顿第三定律(定量研究)	<p>教师</p> <p>↓</p> <p>学生</p> <p>↓</p> <p>理性认识</p> <p>↓</p> <p>关键词</p> <p>验证</p> <p>1. 组织学生研讨科学合理的实验方案(如设计与猜想内容对照、能全面分析各种性质力的相互作用、方便实验数据的采集及处理的各种方案);2. 适时参与小组讨论,对探究方案进行评析与完善;3. 带领学生选择合适的实验器材,鼓励学生大胆演示自己设计的实验;4. 巡视观察各组实验情况,指导、发现、纠正学生可能出现的问题。</p> <p>1. 思考设计分组实验方案;2. 根据方案选择器材(如弹簧测力计还是力传感器等)进行实验;3. 获取数据并运用各种方法(如表格法、图像法等)处理数据,分析误差,得到结论。</p> <p>依据力的三要素,从力和运动的角度总结认识出牛顿第三定律中涉及等大、反向、共线 3 个方面的规律,并为与平衡力的对比研究打下基础。</p>	<p>1. 物理观念: 运动观和时空观,如分别在静止、匀速和加速过程中采集传感器的数据,体现了运动观;牛顿第三定律只适用于牛顿绝对时空,对有电磁相互作用参与的情况并不适用,体现了时空观。</p> <p>2. 科学思维和科学探究: 学生结合模型构建、设计实施探究方案,基于方案进行实验,并在协同合作中完成实验,观察思考,收集数据,准确表述出牛顿第三定律。</p> <p>3. 科学态度与责任 尊重客观数据,实事求是</p>
感悟问题	评估反思:牛顿第三定律理解运用(综合实践)	<p>教师</p> <p>↓</p> <p>学生</p> <p>↓</p> <p>升华构建</p> <p>↓</p> <p>关键词</p> <p>理解应用</p> <p>1. 教师引导学生利用牛顿第三定律分析生活中的实例(如观看“天宫二号”的发射视频,组织几个学生课堂现场演示拔河比赛等);2. 给定情景,引出相互作用力与平衡力关系的对比,并引导学生自我归纳、讨论、总结二者的异同点。</p> <p>1. 边观看多媒体资料边体会生活中的相互作用并积极思考;2. 将物理知识应用于生活和生产实践;3. 运用科学语言对物理规律进行对比、概括和总结。</p> <p>使用多媒体展示生活实例,拓展学生的视野,让学生体会到牛顿第三定律的应用,培养学生认清问题的本质及概括、总结、归纳的能力。</p>	<p>1. 物理观念: 相互作用观,如释放气球和火箭发射。</p> <p>2. 科学思维: 运用类比或对比法,如比较相互作用力与平衡力的异同。</p> <p>3. 科学探究: 运用科学语言进行概括总结,进行成果交流。</p> <p>4. 科学态度与责任 通过观看“天宫二号”的发射视频激发学生探索兴趣及爱国热情</p>

4 “PBL 导向下基于物理学科核心素养的课堂渗透”的几点思考

4.1 生成和体验问题阶段要重视课堂问题的情境化和生活化

问题是教学中最有价值的资源。杜威指出,“学生应该从生活中学习,源于生活的学习可以无处不在。”因此课堂教学要从学生生活体验出发,创设学生所熟知的生活化问题情境,激活学生原有知识、观念及认知经验,激发学生的学习兴趣。如“牛顿第三

定律”一课中,设计“鼓掌”“鸡蛋碰石头”等生活中常见的情景,让学生感受力的作用是相互的,并在体验中猜想相互作用力的大小关系。

4.2 猜想假设阶段要培养学生课堂敢于猜想和勇于探究的“科学探究”意识和水平

从语义上讲,“探究(inquiry)”在《牛津英语辞典》中是指“求索知识或信息,特别是求真的活动;是搜寻、研究、调查、检验的活动;是提问和质疑的活动”。“科学探究”作为一种认知活动,要经历一定的活动程序或阶段:生成问题 → 猜想假设 → 制定方

案 → 进行实验 → 检验假设 → 交流分享等。

如“牛顿第三定律”一课中,针对“一对相互作用力的关系可能有哪些”的猜想,教师要机警地从学生“七嘴八舌”的讨论或“窃窃私语”中“插嘴”,引导学生设计实验并大胆演示,启发学生完善实验方案,设计如图3(a)所示的用“置于活动纸板上的遥控汽车的运动使纸板后退”,图3(b)所示的用“安培力使线圈移动的同时U形磁铁也反向运动”等实验验证“作用力和反作用力”的性质是否相同的猜想,设计如图3(c)所示的“通过测量物体的重力与视重的差值求得水对物体的浮力,通过测量盛水烧杯对台秤压力的变化求得物体对水的压力”这种转换测量的间接实验,以及用如图3(d)和图3(e)所示的“弹簧测力计或传感器在静止和加速状态下的对拉”等直接实验定量探究“作用力与反作用力”的“大小是否相同”的猜想。这样将学生学习的关注点自然聚焦到探究主题——牛顿第三定律。

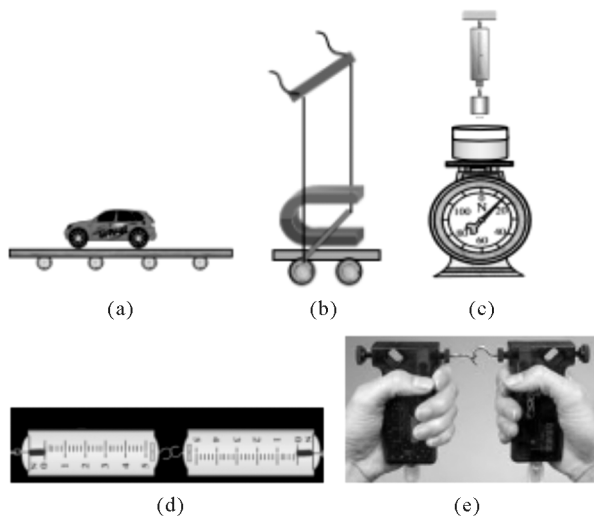


图3 牛顿第三定律实验设计

4.3 解决问题阶段要注重学生课堂“科学思维”方法的训练

科学思维方法,是人类在开辟知识新领域活动中,取得成功的有力武器。爱因斯坦说,“成功是艰苦劳动加正确方法……”。常态课堂中的“科学思维”训练要求教师应有计划地结合教材介绍科学家丰富多采的思维方法和研究方法,并将各种方法作为工具贯彻于课堂教学的各个环节,使学生逐步了解和

掌握科学思维方法。

如“牛顿第三定律”一课中,用“感受观察法”通过“鼓掌”“挤压两个气球”等让学生形成“作用力和反作用力”这一重要概念;用“猜想假设法、实验法、转换法、物理模型法、归纳法”等建立对“牛顿第三定律”规律的认识,如用图3(c)的间接实验转换法,以及图3(a)、3(b)和图3(d)、3(e)的直接实验定量探究“作用力与反作用力”的大小关系,从而顺理成章归纳出牛顿第三定律。此外本节课还用到对比研究法,如把一对“相互作用力”与一对“平衡力”进行比较研究,发现二者的异同,从而更好地理解“牛顿第三定律”的规律。

4.4 感悟问题阶段要启迪学生课堂质疑创新且培养其创造性思维

物理不仰仗权威而需要证据。质疑创新就是要要有批判性思维的意识,进而提出创造性见解。课堂教学中要培养学生凡事都要问“何事?为何?何故?(what? why? how?)”,而不仅仅停留在“何人?何时?何处?(who? when? where?)”。

“牛顿第三定律”一课中学生的“质疑思维”典型体现为:

(1)用如图4所示的图像说明其方向总保持相反,其实纵坐标的正负是人为选取的结果,不能说明方向每时每刻相反^[4]。

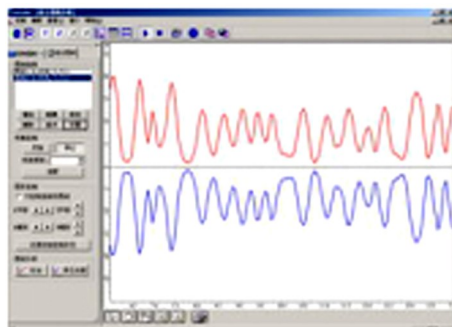


图4 作用力与反作用力方向相反

(2)DIS实验中用力传感器或弹簧测力计定量探究“作用力与反作用力”的大小关系时,隐含内在逻辑上的循环论证。理由是对“平衡状态”的两测力计使用整体法受力分析,可得两外力大小相等方向

相反.再对各测力计使用隔离法可得一个挂钩压力与另一个对应外力的平衡方程,联立可推导两挂钩间压力“ $F = -F'$ ”的表达式.因此,用弹簧测力计(或力传感器)来验证牛顿第三定律是不合适的.

(3)“牛顿第三定律”的数学表达“ $F = -F'$ ”和文字表述“两个物体之间的作用力和反作用力‘总是’大小相等、方向相反,作用在同一条直线上”,很多学生质疑:“牛顿第三定律”的正确表达应该为矢量式 $F = -F'$;“总是”难道定律没有适用条件和范围吗?事实上,“牛顿第三定律”只有在“相互作用的物体的速度远小于传递相互作用的速度(如光速)”才成立^[5].

(4)如图5所示的“拔河比赛”的胜负不能简单用牛顿第三定律和地面对人的摩擦来解释,它需要考虑绳的质量的有无,更是一项靠体力、毅力与协作来取胜的体育项目.



图5 拔河比赛

4.5 问题链条解决的整个过程中应渗透“物理观念”“科学态度与责任”的教育

物理观念的更新记录着人类对客观世界认识发展的历史.爱因斯坦指出,“在建立一个物理学理论时,基本观念起了最主要的作用……”.我们在平时的常态教学中除强调科学知识、技能与方法外,“科学态度与责任”的育人教育应与时俱进,重视与科学·技术·社会·环境(STSE)的密切联系.

如“牛顿第三定律”一课中,“物理观念”的教学贯穿始终.由于本节课研究的就是力的相互作用规律,自然体现了“相互作用观”;而“力”这个核心

概念又绕不开物质,所以也体现了物质观念;分析说明牛顿第三定律在各种不同运动情况和时空成立条件的过程,充分体现了运动观和时空观等等.本节课在“科学态度与责任”的教育方面也是不遗余力,引导学生猜想“作用力和反作用力”的各种关系的同时不忘实践(验)检验,不盲目“瞎猜臆想”;并尊重客观实验数据,实事求是.在展示“天宫二号”发射升空的视频说明牛顿第三定律的应用时,激发学生探索太空的兴趣及爱国热情.演示“拔河比赛”时强调团结协作的力量也是决定输赢的重要条件.

5 结束语

高中物理的课堂教学内容非常丰富,教师要从纷杂的概念、规律或定理、公式中挣脱出来,用更高远的视野,抓住物理学科的核心知识——核心概念、规律,体验并感悟重要实验和思想方法;提升核心能力——理解、推理能力,分析、综合能力,利用数学工具解决物理问题的能力和实验能力;端正科学态度——如学生的情感、态度、价值观及科学精神、兴趣和合作意识等教育,全方位进行物理学科核心素养的培养.落实到学生层面,让学生不仅获得了信息(what),而且得到了证据(why),同时也学会了方法(how),甚至更新了自我(who)^[6].

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.物理课程标准(征求意见稿).普通高中课程标准修订组,2016.9
- 2 邢红军.论物理思想的教育价值及其启示.教育科学研究,2016(8):64~65
- 3 周后升.“问题驱动法”构建探究式物理课堂——“楞次定律”教学案例剖析.物理教学,2016(12):18~20
- 4 白晶.指向深度学习培养核心素养.中学物理教学参考,2016(3):3~4
- 5 胡扬洋.物理教材“牛顿第三定律”编写存在的三个疑难问题.课程教学研究,2014(1):76~77
- 6 王高.物理核心素养培养浅探.物理教师,2016(12):18