“大单元教学”视角下中学物理概念教学设计与反思

董友军
(广州市教育研究院东部分院,广东 广州 510700)

摘 要:首先介绍单元、大单元、大单元教学相关内容,并指出大单元教学思想主要表现为知识结构化、能力体验化、学习建构化、素养进阶化.接着在大单元教学视角下,以“动量”为案例,对中学物理概念教学进行具体设计.然后在大单元教学视角下,对“动量”教学实践过程进行反思,总结出 6 个意识:整体意识——纵向化和横向化;情境意识——生活化和问题化;主体意识——体验化和互动化;进阶意识——本质化和创新化;思政意识——素材化和潜移化;方法意识——显性化和中心化.

关键词:大单元教学;物理概念;核心素养

物理概念是观察、实验、思维相结合的产物,它是物理学科重要内容.[1]中学物理概念教学富有科学性、方法性、思想性,主要包含物理概念形成的基础(感知活动、观察实验、经验事实)、物理概念形成的方法(问题解决、科学方法、观察证实)、物理概念形成的形式(概念结构、数学结构、知识结构).在中学物理概念教学中,引导学生观察自然现象、分析生活问题,是培养学生物理学科核心素养的重要方式.2022 年《义务教育课程方案》在“课程实施”中明确提出,“探索大单元教学,促进学生举一反三、融会贯通,加强知识间的内在关联,促进知识结构化”.[2]由此可以看出,“大单元教学”就是通过知识结构化、加强知识间的内在联系,实现深度教学,从而促进学生举一反三、融会贯通,发展学生物理学科核心素养、提升学生解决实际问题能力.本文在大单元教学视角下,以人教版高中物理选择性必修 1“动量”[3]为案例,对中学物理概念教学进行具体设计与深刻反思.

1 大单元教学概述

从生活视角解释,单元为“整体中自成段落、系统,自为一组的单元”,其主要特征是“单独而完整,不可再分的个体或集合体”,如单元房,包括客厅、厨房、卧室等配套设备的单独住房.从教学视角解释,单元就是根据教学实际需要,按照某个主题整合教学内容、教学任务、教学活动、教学资源、教学方法等而形成的一个完整而独立的教学单位,如“动量守恒定律”单元,都是围绕动量守恒定律相关内容而展开.

华东师大崔允漷教授指出:大单元是一种学习单元,一个大单元就是一个学习事件、一个完整的学习故事、一个独立的微型课程.[4]以前教学只是把一片树叶或一枝树丫看作一个单元,而大单元如同一棵树,树叶与树枝、树枝与树干、树干与树根以及树叶与空气、树根与土壤等相互关联,共同构成一棵完整的树,这棵完整的树就是一个大单元.大单元基本要素包括内容、实施、目标、评价(如图 1 所示),其构成一个完整的学习事件:内容体现学习素材,实施体现学习过程,目标体现学习方向,评价体现学习结果,即学习“内容”通过具体“实施”而达成学习“目标”,再对整个学习过程进行“评价”,从而优化教学过程,提高教学效率.新课程理念下,大单元可以是教材中呈现的单元,也可以是对教材重组形成的新单元.大单元不是知识点简单相加,而是最小课程单元,能够满足不同学生素养发展需求,它是落实核心素养、实现学科育人的基本单位.大单元之大,不是指大数量,而是指大格局、大内容、大架构、大视野等,从而实现课堂教学的整体性、系统性、关联性、拓展性等.

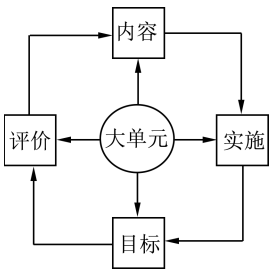


图 1 大单元要素

大单元教学是以大单元为学习单位,依据课程方案,聚焦学科核心素养,围绕某一主题或某一活动,对课堂教学内容进行整体思考、设计、实施的教学,从而实现“整体大于部分之和”,提升教学效益,落实课程育人目标,培养学生核心素养.大

基金项目:本文系广州市教育科学规划 2024 年度重点课题“学习进步理论指导下高中物理教学设计研究”(课题编号:202315835)的研究成果.

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

单元教学是基于培育核心素养和整合学科教材，从中提炼出大概念(大主题)，由大概念得到大任务、由大任务得到大问题、由大问题得到大情境，从而实现大教育，其教学思想主要表现为：零碎知识只有经过结构化组织才能转化为系统性的认知表征，即知识结构化；迁移能力只有在真实体验任务中才能有效形成，即能力体验化；意义学习必须在元认知参与下才能实现主体性建构，即学习建构化；形成素养需要经历一个由浅到深、由具体到抽象的进阶式探究历程，即素养进阶化. 大单元教学不等于不要一节的教学设计，基本的教学单位还是一节一节来实现，但是教师在思考每一节的教学目标、教学方法时，是从单元整体出发，避免将教学内容分割成一节一节，零散杂乱. 在大单元教学活动中，教师不只盯着知识点、考试点，还要“左顾右盼、上挂下连”，从课内到课外、从校内到校外，视野从学习领域扩大至生活领域，真正实现“学习即生活”.

2 大单元教学视角下中学物理概念教学设计

教学设计是指教师为了优化教学过程，提高教学质量，以认知学习理论、教育传播理论和系统科学理论为基础，根据学生的学习特点和自身的教学风格，对教学过程的各环节、各要素预先进行科学计划、合理安排，制订出整体教学运行方案的过程. 本文基于大单元教学视角，对“动量”进行中学物理概念教学设计.

2.1 大单元视角

人教版高中物理选择性必修第 1 册第 1 章为“动量守恒定律”，总计有 6 节：第 1 节“动量”；第 2 节“动量定理”；第 3 节“动量守恒定律”；第 4 节“实验：验证动量守恒定律”；第 5 节“弹性碰撞和非弹性碰撞”；第 6 节“反冲现象 火箭”. 分析本章内容，都是围绕“动量守恒定律”展开，因此把本章全部内容作为一个大单元，则“动量守恒定律”属于该大单元的核心概念，“动量”“冲量”“动量定理”属于该大单元的重要概念.

从力学体系视角，动量在其中的关系如图 2 所示：力学的基本物理量为质量 m、长度 x、时间 t；长度与时间构成速度 v；质量与速度构成动量 p 和动能 E_k，时间与速度构成加速度 a；质量与加速度构成力 F；位移与力构成功 W，时间与力构成冲量 I，速度与力构成功率 P. 从图 2 可以清晰看出，动量在力学体系中具有承上启下作用，上承质量、位移、时间，下启力、冲量，是核心概念“动量守恒定律”的基础.

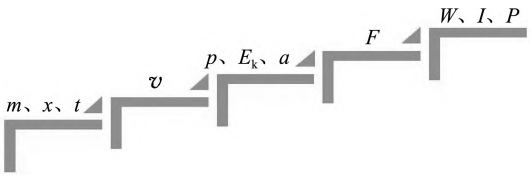


图 2 动量在力学体系中的关系

2.2 课时视角

教材首先创设真实情境(两个完全相同的钢球发生碰撞)，让学生观察情境现象并提出问题(为何被碰钢球升到主碰钢球同样高度). 从而引导学生提出猜想(碰撞前后两球速度之和不变)，并创设真实实验(把原主碰钢球换成质量大于被碰钢球质量)，定性说明猜想不正确. 接着创设真实实验(两辆小车在光滑轨道上碰撞后粘在一起)，寻找碰撞中不变量(判断碰撞前后两辆小车的动能之和、质量与速度乘积之和是否不变)，并找到碰撞中的不变量为质量与速度的乘积之和. 随后把寻找到的不变量命名为动量，并得出动量的公式、单位、方向. 最后通过例题、做一做、练习与应用，对动量进行应用、体验、巩固.

根据大单元教学理念，从知识整体出发，创设真实情境，突出学生主体，对动量进行教学重构，从而发展学生物理学科素养，提升学生分析问题解决问题能力，其教学流程如图 3 所示.

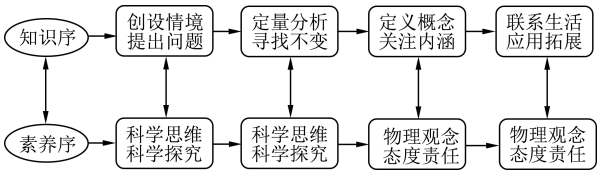


图 3 动量教学流程

2.3 教学过程

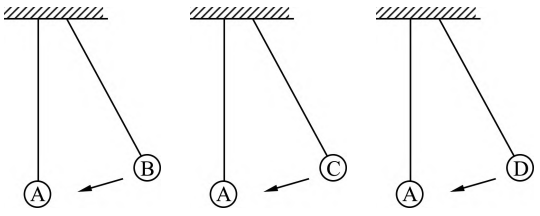
教学过程是指师生在共同实现教学任务中的流程，它由相互依存的教和学两方面构成，其发展动力是教师提出的教学任务与学生已有的实际水平之间的矛盾. 本文主要从师生活动、设计意图对教学过程加以说明.

(1) 创设情境，提出问题.

活动 1. 教师准备好演示实验装置，如图 4(a)所示，已知 $m_A = m_B$. 首先让学生猜测：拉起钢球 B，然后静止释放，钢球 B 与钢球 A 碰撞后会产生什么现象？学生猜测：碰撞后钢球 B 静止、钢球 A 摆起的高度等于钢球 B 释放的高度. 接着教师进行实验，实验现象与学生猜测结果相同. 然后教师追问：钢球 A 摆起的高度等于钢球 B 释放的高度，反映什么物理规律吗？学生回答：根据机械能守

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

恒定律可得,钢球 A 碰撞后的速度等于钢球 B 碰撞前的速度,这意味着碰撞前后,两个钢球速度之和是不变的.



$m_A=m_B$ (a)　　$m_A<m_C$ (b)　　$m_A>m_D$ (c)

图 4　演示实验示意图

活动 2. 教师准备好演示实验装置,如图 4(b)所示,已知 $m_A<m_C$. 首先让学生猜测:拉起钢球 C,然后静止释放,钢球 C 与钢球 A 碰撞后会产生什么现象? 学生猜测:碰撞后钢球 C 继续向左运动、钢球 A 摆起的高度小于钢球 C 释放的高度. 接着教师进行实验,实验现象与学生猜测结果不同:钢球 A 摆起的高度大于钢球 C 释放的高度. 然后教师追问:碰撞后钢球 A 摆起的高度大于钢球 C 释放的高度,反映什么物理规律? 学生回答:根据机械能守恒定律可得,钢球 A 碰撞后的速度大于钢球 C 碰撞前的速度,这意味着碰撞前后,两个钢球速度之和是变大的.

活动 3. 教师准备好演示实验装置,如图 4(c)所示,已知 $m_A>m_D$. 首先让学生猜测:拉起钢球 D,然后静止释放,钢球 D 与钢球 A 碰撞后会产生什么现象? 学生猜测:碰撞后钢球 D 反弹、钢球 A 摆起的高度小于钢球 D 释放的高度. 接着教师进行实验,实验现象与学生猜测结果基本吻合. 然后教师追问:钢球 A 摆起的高度小于钢球 D 释放的高度,反映什么物理规律? 学生回答:根据机械能守恒定律可得,钢球 A 碰撞后的速度小于钢球 D 碰撞前的速度,这意味着碰撞前后,两个钢球速度之和是变小的.

通过以上 3 个活动,说明两个钢球碰撞后的速度与两个钢球的质量有关,教师鼓励学生大胆提出问题:两个物体碰撞前后,质量与速度的乘积之和是否不变呢?

设计意图:创设真实情境(两个钢球碰撞),先让学生猜测,后进行实验演示,既可以体现物理概念源于生活,也可以激发学生学习物理兴趣. 同时教师采用问题驱动教学方式,引导学生用机械能守恒定律去分析问题,有利于培养学生科学思维、科学探究等物理学科核心素养.

(2) 定量分析,寻找不变.

师生活动:教师创设碰撞实验(如图 5 所示),两辆小车放在光滑轨道上,用一辆运动的黄色小车 A 碰撞一辆静止的红色小车 B,且保持小车 A 的质量不变.

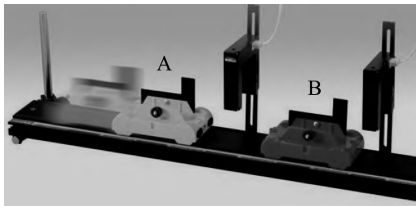


图 5　碰撞实验

用电子秤测得小车 A、B 的质量为 m_1、m_2,用光电门测得小车 A、B 碰撞前的速度为 v_1、v_2,用光电门测得小车 A、B 碰撞后的速度为 v_1'、v_2',设小车 A 初速度方向为正方向,则与初速度同向为正值、反向为负值. 学生进行分组实验,并填写表 1.

表 1　碰撞实验测量数据

次数	m_1/kg	m_2/kg	v_1/m·s^{-1}	v_2/m·s^{-1}	v_1'/m·s^{-1}	v_2'/m·s^{-1}	$m_1v_1+m_2v_2$	$m_1v_1'+m_2v_2'$
1	0.4	0.4	1.0	0	0	1.0	0.4	0.4
2	0.4	0.3	0.6	0	0.3	0.4	0.24	0.24
3	0.4	0.6	0.8	0	−0.1	0.6	0.32	0.32
4	0.4	0.6	0.5	0	0.2	0.2	0.2	0.2

通过学生定量实验,验证了学生提出的问题是正确的,从而寻找到碰撞过程中隐藏着不变量:两个物体碰撞前后,质量与速度的乘积之和不变.

设计意图:要验证学生提出的问题,就必须进行定量分析. 为了方便测量速度,把单摆的钢球碰撞转化为光滑轨道上的小车碰撞,同时为了简化计算,采用控制变量法,让小车 A 的质量保持不变,小车 B 碰撞之前保持不动. 通过以上处理,建立碰撞模型,突出研究重点,培养学生模型建构等科学思维. 让学生基于观察,提出物理问题,再经历实验操作过程,验证提出问题的正确性,从而有利于培养学生问题、证据等科学探究.

(3) 定义概念,关注内涵.

师生活动:教师鼓励学生用自己的语言概括动量相关知识,并请学生填写表 2,让学生了解动量内涵. 教师又设置例题,先让学生独自解答,再引导学生相互讨论,后教师进行点评,从而促进学生对动量的理解.

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

表 2　动量内涵

意义	表示物体机械运动传递的本领
定义	物体质量与速度的乘积
公式	$p=mv$
单位	kg·m/s
方向	与速度的方向相同
图像	动量为状态量，不是过程量，在 $m-v$ 图像中，每个点对应一个动量，而不是图像上横纵轴包围的面积等于动量的大小

例 1. 如图 6 所示，中国女篮队员把一个篮球从距离地面 1.25 m高处静止释放，遇到地面竖直反弹的高度为 0.8 m，不计空气阻力，取 $g=10\ \mathrm{m/s^2}$. 求：



图 6　静止释放篮球

① 篮球下落刚接触地面和反弹刚离开地面时的动量？

② 篮球从下落刚接触地面到反弹刚离开地面过程中动量变化？

③ 篮球从下落刚接触地面到反弹刚离开地面过程中动能变化？

设计意图：让学生自己概括出动量相关知识，既有利于新知识的内化，也有利于培养学生概括能力、表达能力，体现学生主体，从而发展学生物理观念. 设置例题，让学生区分动量与动量变化、动量与动能. 且选用真实性情境设置例题，变解答习题为解决问题，有利于培养学生用物理知识解决实际问题的能力. 同时渗透物理课程思政理念，刻意选择中国女篮队员图片，有利于培养学生家国情怀，增强国家自信心、民族自豪感等科学态度与责任.

(4) 联系生活，应用拓展.

师生活动：教师展示生活图片，并提出问题.

问题 1：如图 7 所示，足球与飞鸟质量差不多，为何运动员顶球后，其头完好无损，而当飞行的飞机撞上飞鸟时，机头会被撞个大窟窿？


图 7　顶球与飞机撞鸟

问题 2：如图 8 所示，实心球与铅球的落地速度大小差不多，为何实心球砸出的坑比较浅，而铅球砸出的坑比较深？

问题 3：如图 9 所示，用铁锤击打钉子，如何把钉子快速敲入木板？


图 8　投实心球和铅球

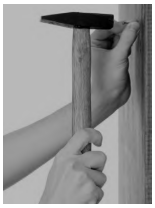


图 9　铁锤击打钉子

学生对教师提出的问题进行思考、讨论，并作出相应回答.

回答 1：足球与飞鸟质量差不多，但足球运动速度小，顶球后，足球动量变化较小，因此运动员顶球后，其头完好无损. 而飞机运动速度大，鸟撞飞机后，鸟动量变化大，因此机头被撞个大窟窿.

回答 2：实心球与铅球落地速度大小差不多，但实心球质量比较小，落地后，实心球动量变化较小，因此实心球砸出的坑比较浅. 而铅球质量比较大，落地后，铅球动量变化较大，因此铅球砸出的坑比较深.

回答 3：要把钉子快速敲入木板，根据生活经验，有两种方式：其一是增大铁锤运动的速度，则铁锤接触钉子时的速度较大，铁锤敲击钉子后动量变化较大，因此可以把钉子快速敲入木板；其二是换用质量较大的铁锤，则铁锤敲击钉子后动量变化较大，因此也可以把钉子快速敲入木板.

设计意图：设置几个生活情境，引导学生用动量去分析，有利于培养学生用物理知识解决生活实际问题的能力，培养学生物理观念. 且选择的生活情境，既有利用动量的情境，也有防止动量的情境，体现事物的两面性，从而把物理教学上升到哲学的高度；同时还刻意选择 2022 年女足获得亚洲杯冠军的比赛图片，有利于培养学生家国情怀，增强国家认同感、自豪感，培养学生科学态度与责任.

3　大单元教学视角下中学物理概念教学反思

教学反思是教师对教学活动整个过程进行全面、深入、冷静的思考和总结，并对课堂教学活动中所做出的行为决策以及产生的现实结果进行客观、公正、准确的分析和概括. 通过“动量”教学实践，从大单元教学视角下进行教学反思，总结出 6 个意识.

3.1　整体意识——纵向化和横向化

整体是指一个由有内在关系的部分所组成的

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

体系对象. 这种内在关系,可以是功能互补、利益共同、协调行动等. 杨振宁教授说:研究物理学如同观看一幅很大的画,需要近、中、远 3 种距离观看. 远处观看,就是整体意识. 课标明确提出:树立教学整体观,培养学生物理观念. 纵向化,是指纵向贯通,即指出本知识点与其他知识点之间的逻辑关系,可以用知识结构图去呈现,如图 2 所示. 横向化,是指横向关联,即指出本知识点内部各个部分的逻辑关系,可以用课时流程图去呈现,如图 3 所示.

3.2 情境意识——生活化和问题化

情境是指一定时间内各种情况与境地. 教学情境引入应该遵循“由实及虚”的原则,即能够演示就不用视频,能够视频就不用动画,能够动画就不用图片,能够图片就不用文字. 创设情境进行教学,对培养学生物理学科核心素养具有关键作用. 生活化,是指生活可见,即学生身边的事例,学生比较熟悉,没有陌生畏惧感. 问题化,是指提出问题,即情境需要引起学生认知冲突,并能够激发学生好奇心,从而促进学生提出物理问题. 情境若不能提出问题,这个情境就是无效情境. 情境若远离学生生活,这样的情境就会增加学生认知困难. 学生在学习物理概念之前,基于生活经验形成了大量的经验性常识,要在此基础上建构物理概念,必须对所观察的现象重新加工,在诸多客观情境中概括事物的共同属性,抽象事物的本质特征,完成从经验性常识向物理概念的转变,因此建立物理概念需要创设情境,如图 4. 应用物理概念解决具体问题应结合具体的实际情境,因为运用物理概念解决实际问题能力的高低,往往取决于学生将情境与知识相联系的水平,如图 6～9 所示.

3.3 主体意识——体验化和互动化

主体指学生主体,在教学活动中,学生具有自主性、主动性、创造性.[5] 课程方案在课程实施中明确指出:创设以学习者为中心的学习环境,凸显学生的学习主体地位,开展差异化教学,加强个别化指导,满足学生多样化学习需求. 习近平总书记在主持召开学校教师座谈会指出,要加大对学生认知规律和接受特点的研究,发挥学生主体性作用. 体验化是指让学生可以在课堂进行体验,即学生参与到课堂教学活动中,在用中学、做中学、创中学,体验知识形成过程,如图 5 所示. 互动化是指师生互动,即教师激发学生思考,引导学生探究,形成师生互动局面,促进学生深度学习. 课程标准在教学建议中指出:处理好教师指导与学生自主的关系,既要有教师的合理指导,确保活动循序渐进,又要有学生自主实践、独立思考、大胆设计,如图 7、8 所示.

3.4 进阶意识——本质化和创新化

进阶是指学习进阶,即学生在学习时所遵循连贯、深入的思维路径,也是学生在学习时所遵循连贯、典型的学习路径,[6] 它由进阶起点、进阶水平、进阶终点、进阶变量、测评工具等 5 个要素构成. 进阶起点、进阶水平、进阶终点,构成中学物理教学主线,并通过进阶变量引领、测评工具修正,把零散的知识个体整合为关联的知识结构,从而让每一节物理教学,既发展学生关键能力,又发展学生核心素养. 本质化是指找出现象背后隐含的物理本质. 现象是本质的外显,迁移性弱,而本质是现象的内隐,迁移性强. 教师要引导学生,从现象到本质,养成挖掘现象的本质习惯,如图 5 所示,探究不变量——动量之和不变. 创新化是指用所学的物理知识去创新,培养学生的创新意识、创新能力,这是学习的最高价值,也是思维的高阶层次. 习近平总书记在全国教育大会上强调,“遵循教育规律,坚持改革创新”. 物理课程标准在前言中指出,“培养学生社会责任感、创新精神、实践能力”,在课程性质也指出,“引导学生经历科学探究过程,体会科学研究方法,养成科学思维习惯,增强创新意识和实践能力”,如图 7～9 所示.

3.5 思政意识——素材化和潜移化

物理课程思政是指以物理知识为载体,融入思想政治教育内容,有意识地培养学生思想政治素质的教学理念.[7] 素材化是指课堂教学素材. 通过精选教学素材,能够有效落实物理课程思政,实现全过程、全学员、全方位育人. 潜移化是指潜伏转移. 心理学指出,中学生有较强的逆反心理,对正面宣传有强烈的不认同、不信任的反向思考.[8] 为了不激发学生这个心理特征,潜移默化是落实物理课程思政的关键. 2016 年 12 月 7 日,习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出,“好的思想政治工作应该像盐,但不能光吃盐,最好的方式是将盐溶解到各种食物中自然而然吸收”,如图 6、7 所示,就体现了思政意识.

3.6 方法意识——显性化和中心化

方法是指科学方法,即是人们在认识和改造世界中遵循并符合科学原则的各种途径或手段,包括在科学活动中采用的思路、程序、规则、技巧和模式. 科学方法可以分为思维方法和学科方法(如图 10 所示):学科方法包括获得知识的方法和

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

应用知识的方法，属于强认知方法，体现学科特点，可迁移性弱；思维方法包括逻辑思维方法和非逻辑思维方法，属于弱认知方法，贯穿各门学科，可迁移性强.[9]

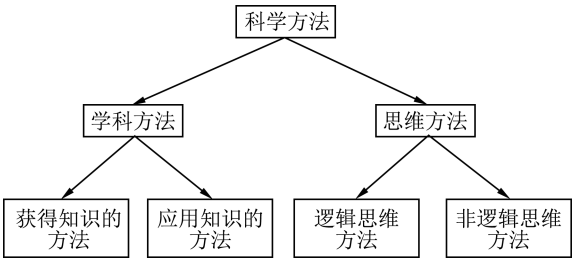


图 10　科学方法分类

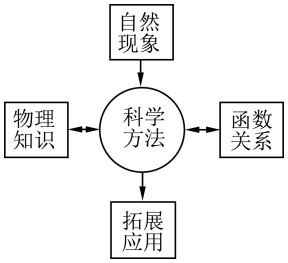


图 11　科学方法中心化

显性化是指明确呈现，即明确指出教学方法，如为了简化计算，图 7 实验过程，采用控制变量法，让小车 A 的质量保持不变和小车 B 碰撞之前保持不动. 中心化是指处于中心位置，如图 11 所示，自然现象通过科学方法得到物理知识，物理知识通过科学方法得到函数关系，函数关系通过科学方法得到拓展应用，科学方法把自然现象、科学知识、函数关系、拓展应用联结起来.[10] 科学方法是科学现象通达科学知识的必经之路，学生只有掌握了科学方法，才能快捷地获取科学知识，如图 7，学生通过实验探究法，寻找到碰撞过程中隐藏着不变量：两个物体碰撞前后，质量与速度的乘积之和不变.

4　结束语

“大单元教学”是新课程方案中明确提出的教学建议，目前已经成为中学一线教师的实践热点. 广州市黄埔区中学物理学科教师，积极主动探究“大单元教学”，在黄埔区中学物理教研员的引领下，已经推动 1 年，先后上了 12 节研讨课，包括 4 节物理概念课、4 节物理规律课、4 节物理专题课，既促进了教师专业成长，也促进了学生素养发展. 本文是对 12 节研讨课的总结与提炼，希望可以为探索“大单元教学”提供有益支持，为基础教育改革发展贡献绵薄力量.

参考文献：

1　阎金铎，郭玉英. 中学物理教学概论[M]. 北京：高等教育出版社，2019.
2　中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022 年版)[M]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
3　人民教育出版社，课程教材研究所. 物理选择性必修第 1 册[M]. 北京：人民教育出版社，2020.
4　崔允漷. 如何开展指向学科核心素养的大单元设计[J]. 北京教育(普教版)，2019(2)：11－15.
5　顾明远. 再论教师的主导作用和学生的主体作用的辩证关系[J]. 华东师范大学学报(教育科学版)，1991(2)：69－73.
6　刘晟，刘恩山. 学习进阶：关注学生认知发展和生活经验[J]. 教育学报，2012，8(2)：81－87.
7　董友军. 基于“课程思政”理念的高中物理教学设计与反思[J]. 教学月刊(中学版)，2021(12)：17－21.
8　张静. 论青少年对思想道德教育的逆反心理[J]. 广州：青年探索，2006(1)：54－56.
9　邢红军. 物理教学论 1 版[M]. 北京：北京大学出版社，2015.
10　董友军，李碧武. 学习进阶理论指导下的高中物理概念教学[J]. 中学物理教学参考，2023(13)：6－11.
11　邓治国，董友军. 基于科学思维水平进阶的问题情境设计[J]. 物理教师，2023，44(7)：21－24，30.
12　董友军，马北河，翟春城. 赏析“加速度”测法 反思“高效性”教学以“8 省联考”力学实验题为例[J]. 物理教师，2021，42(6)：76－81.
13　董友军，马北河，朱建平. 落实“物理核心素养”的教学策略[J]. 物理教师，2019，40(3)：30－32.

(收稿日期：2023－08－10)

(上接第 30 页)

4　Nordine，Jeffrey，L Okhee. Crosscutting concepts：Strengthening science and engineering learning[M]. National Science Teaching Association，2021.
5　陈巍，肖化. 基于 STEM 教育理念的初中物理教学设计——以“平面镜成像”为例[J]. 物理通报，2022(S1)：76－79，83.
6　张卓财. 任务驱动教学法在初中数学课堂中的应用[J]. 考试周刊，2021(36)：87－88.
7　李治，谢丽. STEM 教育融入我国中学物理教育研究的现状——基于 5 种中学物理教育专业期刊的分析[J]. 物理教师，2023，44(3)：2－5.
8　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，2023，44(3)：44－48，52.
9　许瀚匀，吴锡理，姚建欣. 项目式教学视角下的跨学科实践教学设计——以初中物理光学单元为例[J]. 物理教师，2023，44(9)：34－37，48.

(收稿日期：2023－10－25)

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