



原始物理问题教学

——发展学生核心素养的新途径

臧富华 邢红军

(首都师范大学教师教育学院 北京 100048)

(收稿日期:2018-10-18)

摘要:通过深入剖析物理学科核心素养的建构意义,依据爱因斯坦的科学思维过程理论、西蒙的科学发现规范理论以及原始物理问题的表征理论,结合原始物理问题的独特品质,阐释了运用原始物理问题发展学生核心素养的適切性,并提出了一些教学建议,这就为在中学物理教学中更好地落实物理核心素养、促进物理教育改革提供了一种新的思路。

关键词:原始物理问题 核心素养 表征理论 物理教学

1 物理学科核心素养的建构意义

1.1 体现物理学科内涵 发展以学生为本的教育

物理学作为最先建立起来的一门自然科学,研究物质的基本结构、相互作用和运动规律,以观察和实验为基础,依靠模型建构和数学运算,通过科学推理和论证,形成系统的研究方法和理论体系。物理学的这一学科特点,决定了物理课程在人才培养与素质提升等方面不可或缺的作用。

面对如此重要的一门学科,开展真正体现物理学科内涵的教育是物理教育工作者追求的目标,而物理学科核心素养正是凸显物理学科本质的规范要求,与之前的三维课程目标相比,物理核心素养更加强调从学科知识本位到以学生为本的教育观念的渗透和转变,更加凸显物理课程的育人功能,这将促进物理教师思考物理学究竟是什么,物理课程对学生的真正意义是什么,这就对物理教师不断创新物理教学,促进学生物理学科素养的发展提出了更高的要求^[1]。

1.2 顺承核心素养总纲领 促进人的全面发展

中国学生发展核心素养,以全面发展的人为核心,分为文化基础、自主发展、社会参与3个方面,综合表现为人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新六大素养。可以看出,物理学科素养所包含的物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任都在彰显学科本质要求的基础上又很好地顺承了核心素养的总纲领,指向培养全面发展的人的总目标。物质观、运动观、相互作用观等基本物理观念的形成,将帮助学生更好地认识世界,为解决实际问题打下良好的基础,主要服务于科学精神的培养;模型构建、科学推理、科学论证、质疑创新等科学思维的培养,则帮助学生形成从物理学角度解释客观事物的本质属性、内在规律和相互关系的能力,主要服务于实践创新素养的培养;科学探究能力的培养让学生具备发现问题、根据特定情境制定解决问题的合理方案并亲自落实到行动中去的实践创新能力,主要服务于科学精神和实践创新素养的培养;科学态度与责任的养成则让学生在认识科学本质的

作者简介:臧富华(1993-),女,在读硕士研究生,研究方向为物理课程与教学论。

指导教师:邢红军(1960-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事物理课程与教学论研究。

基础上,形成探索自然的内在动力和严谨认真的科学态度,增强社会责任感,主要服务于科学与社会责任担当素养的培养.需要强调的是,物理学科核心素养的4个要素对应发展学生的核心素养虽各有侧重但并不是割裂开来的,而是相辅相成、互相促进,共同服务于实现学生全面发展所需要的必备品格和关键能力的培养.

2 原始物理问题教学发展学生核心素养的适切性

2.1 原始物理问题的概念界定及特征

原始物理问题指的是在自然界及社会生活、生产中客观存在且未被加工的物理现象和事实,其表述形式是采用文字叙述的方式来呈现物理现象^[2].

2.2 原始物理问题教学发展学生核心素养的适切性

2.2.1 原始物理问题教学能够促进学生创造性思维的发展

物理核心素养的维度之一是科学思维,原始物理问题作为一种真实情境下的问题,其解决过程需要逻辑思维和非逻辑思维的共同参与,而习题的解决只有逻辑思维的参与,因此,我们认为,原始物理问题教学能更好地训练学生的科学思维.爱因斯坦在科学思维过程理论中,对逻辑思维和非逻辑思维在科学创造中的作用作了明确的阐述,如图2所示.

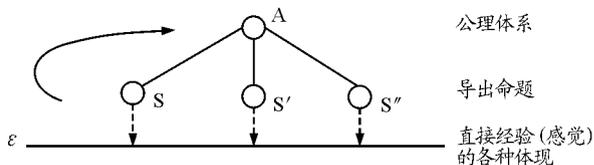


图2 逻辑思维和非逻辑思维在科学创造中的作用

爱因斯坦对图2作了如下说明:

- (1) ϵ (直接经验)是已知的.
- (2)A是假设或者公理.由A推出一定的结论

原始物理问题有别于传统的物理习题,它是未经抽象加工的在生活中存在的原汁原味的真实而有价值的问题,没有明确的已知量和未知量,解决问题所需的条件需要学生自己提取或设定,比如:人在骑自行车转弯时需要倾斜一定的角度,问角度多大时才能使人既能转过弯又不摔倒?请推导出一个表达式进行解释.显然,情境性、真实性、结构不良、难度较大、应用性、综合性等是原始物理问题的特征,它和传统习题的关系如图1所示.杨振宁教授曾经说过,物理学最重要的部分一定是与现象有关的,绝大部分物理学是从现象中来的,现象是物理学的根源,而原始物理问题恰是一种与物理现象对应的具备可操作性的物理教育方式.

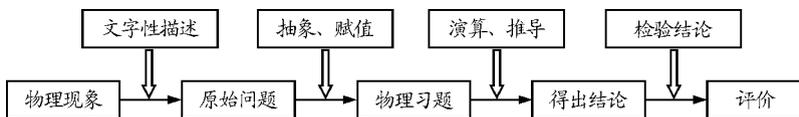


图1 原始物理问题与传统物理习题的关系

来.从心理状态方面来说,A是以 ϵ 为基础的.但是在A同 ϵ 之间是不存在必然逻辑联系的,而只有一个非必然的直觉的(心理的)联系.

(3)由A通过一些逻辑道路推导出各个个别的结论S.

(4)S可以同 ϵ 联系起来(用实验来验证).这一步骤实际上也是非逻辑的(直觉的),因为S中出现的概念同直接经验 ϵ 之间并不存在必然的逻辑联系^[3].

从爱因斯坦的科学思维过程理论可以看出,科学思维的开始和终结都是超逻辑思维,只有中间过程是逻辑思维.爱因斯坦曾经说过,单纯的逻辑思维不能给我们任何关于经验世界的知识;一切关于实在的知识,都是从经验开始又终结于经验的,这足以看出超逻辑思维的重要性.值得注意的是,传统的习题教学是一种“掐头去尾烧中段”的模式,只侧重中间环节(演算、推导),这就导致许多学生只会用已知条件去解题,在实际问题面前却无从下手.由于原始问题是对现象的描述,当学生面临原始问题的“头”

时,只能调动自己头脑中的经验和已知理论,运用相似、类比、外推、猜测、不连续、不完整和非逻辑的方法对原始问题的本质形成适应性、启发性的领悟,这种科学抽象思维就带有大幅度跳跃式提取和加工信息的特点,这种跳过个别证明细节,战略式地认识事物本质的方式,是人类认识事物的重要方式.而当学生面临原始问题的“尾”时,同样需要借助于物理直觉和经验,来判断结论的正确性与合理性.显然,这样的思维训练比传统习题更有助于发展学生的创造性思维.

通过在教学中逐渐融入原始物理问题,给学生提供真实的物理情境,久而久之,学生就会产生一种对问题的敏感性,学生的逻辑思维和非逻辑思维也在解决问题的过程中得到了训练,由此促进了他们创造性思维的发展,进而发展物理学科核心素养.

2.2.2 原始物理问题教学能够促进学生认知方式的转变

心理学家西蒙提出了科学发现规范理论,其中提到科学发现是一种创造性的问题解决,是受目标指引的认知操作序列,解决问题,实际上就是要找到一种能把初始状态转变为目标状态的操作序列.西蒙归结了两类科学发现的途径:一类是数据驱动,即科学家先要大量地收集数据,然后对这些数据进行分析,找出规律性的东西,再解释这些规律,是一种表征水平相对较低的认知操作模式;另一类是理论驱动,即科学家先要提出假设性理论,然后做出预测,并根据事实来检验理论,这是一种相对较高的认知操作模式.习题往往在形式上与物理现象相联系,其实对现象作了高度的抽象,且提供了详实的数据,学生在长期、大量的习题训练中对数据产生了很强的依赖,从而形成了数据驱动的认知操作模式.与习题相比较,原始问题只有现象,没有“抽象”,只有描述,没有“数据”.学生要依据现象,通过假设、抽象等方法自己定义,因此,原始物理问题的解决模式就成为一个理论驱动模式,进一步,根据皮亚杰的认知发展阶段理论,学生解决物理习题实际上主要对应具体运算水平,而解决原始物理问题对应形式运算水

平,所以实现从习题教学到原始物理问题教学的转变,不仅能促进学生的认知方式从数据驱动加工到理论驱动加工的转化,而且也有利于学生物理认知水平的提高.

2.2.3 原始物理问题教学能够促进学生物理思维能力的发展

物理问题解决的表征理论,经历了麦克德莫特(McDermott)、拉金(Larkin)和邓铸等人的探索,邢红军教授以协同学理论为基础,采用生态心理学的研究取向,将原始物理问题作为研究对象,提出了一种具有更高生态解释效度的理论——原始物理问题解决的自组织表征理论.这一理论认为:问题解决是一个连续与突变相结合、独立与关联相结合、控制与自发相结合、协同与竞争相结合、必然与偶然相结合的过程^[4].并进一步给出了原始物理问题的表征层次,分别为抽象表征、图像表征、赋值表征、物理表征、方法表征和数学表征,如图3所示.

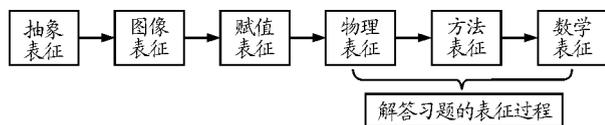


图3 原始问题的表征层次

这一理论使得物理问题解决从信息加工心理学进入了生态心理学的新阶段,使问题解决更符合其本源意义.研究表明,原始物理问题每一个表征的背后都对应着相应的思维形式,如表1所示.

表1 表征层次与思维形式的对应关系

表征层次	思维形式	含义解释
抽象	抽象	把生活中的原型抽象为模型
图像	形象	绘制辅助理解的物理图像
赋值	假设	根据解题的需要,自行设置有关的物理量
物理	判断	选取与解决问题相关的物理概念、规律及公式
方法	分析	运用科学方法分析问题
数学	推理	对问题进行演算、推导

由表1可知,原始物理问题的解决过程即学生思维活动的过程,如此,运用原始物理问题教学不仅

可以使学生会如何进行抽象表征、图像表征、赋值表征、物理表征、方法表征和数学表征,而且还能够训练学生综合运用抽象、形象、假设、判断、分析和推理等思维形式去解决问题.这就表明,原始物理问题不仅能促进学生物理问题表征能力的发展,而且能促进物理思维能力的发展,从而能更好地发展学生的物理学科素养.

3 发展学生核心素养的教学建议

3.1 在课堂教学中渗透原始物理问题

早在1983年,北京大学的赵凯华先生就建议将原始物理问题引入教学^[5],这可以认为是原始物理问题走入物理教学的发端.近年来,物理教育界逐渐形成共识,认为教育从“知识核心时代”走向“核心素养时代”的变革已经到来.开展原始物理问题教学,正是顺应这一伟大变革的应然之举^[6].课堂作为物理教学的主阵地,发展学生的核心素养,就要在课堂教学中逐渐渗透原始物理问题.由于原始物理问题具有生态性的特点,所以学生解决问题过程中的思维活跃,这就要求教师在进行原始物理问题教学前,要做好充分的准备,具有明确的教学思路,并对突发情况做好预设.渗透原始物理问题的教学步骤大致可以分为给出原始物理问题情境、激发学生的解题动机、学生思考并分组讨论、学生陈述解题思路、师生共同还原问题情境、分析讲解原始物理问题、问题变式巩固练习、布置原始物理问题作业.要注意的是,由于课堂教学时间有限,原始物理问题教学要耗费一定的时间和精力成本,所以教师要合理制定教学计划,把握好原始物理问题渗透的度.

3.2 在课外活动中渗透原始物理问题

由于原始物理问题本身具有生态性、趣味性和应用性的特点,且课堂教学时间有限,故在课外活动中渗透原始物理问题是一个重要途径.在某些时候,课外活动能提供更真实的物理情境,更易激发学生的兴趣和积极性,能够达到课堂教学达不到的教学效果.譬如,在科普活动、知识竞赛、专题讲座等课外活动中渗透原始物理问题.科普活动往往会提供一

种轻松的环境,科普内容与日常生活息息相关.把抽象难懂的原理用简单明了的例子讲解清楚,可以提高学生的学习能力和效率,拓宽学生的科学视野,提升学生的科学素养和社会责任意识,增强学生用科学解决问题的动力;知识竞赛可以起到考查学生解决问题的能力 and 锻炼学生心理素质的双重效果,提高学生的参与度,调动学习的热情;专题讲座渗透原始物理问题可以在短时间内拓展学生的知识面,培养学生分析问题和解决问题的能力.可以说,不同的渗透方式各有特点,重要的是,要充分了解学生的需求,在原始物理问题渗透的整个过程中,注意发散学生的思维,锻炼学生思维的灵活性,从而提高学生的科学素养.

3.3 在中高考命题中渗透原始物理问题

“题海战术”现象在我国物理教育中根深蒂固,至今尚未得到很好的解决.其实,高考物理命题委员会对原始物理问题已经有所认识.对于这类问题,高考物理命题委员会认为:“这类试题可以测试出学生较高层次的能力水平,如想象能力、独立分析和解决问题的能力、数学能力、语言表达能力等,对学生的学习潜质有较好的预测作用,有利于选拔学生.但如果用的不恰当,则会带来一些困难.与这种试题类似的题目在高考中应用要十分慎重.到底怎么做才恰当?很值得进一步探讨和研究.”^[7]

不难发现,对于如何利用原始物理问题,高考物理命题委员会一方面肯定原始物理问题可以测出学生较高层次的能力水平,有利于选拔学生,另一方面又担心造成学生平均成绩下降,对中学物理教学现状造成冲击.一项运用原始物理问题考查中学生物理能力的研究发现,中学生对学到的物理知识能应用于实际问题上表现出浓浓的喜悦和自豪之情^[8].因此我们认为,中高考物理命题改革的方向就是要逐渐在试题中渗透原始物理问题,这不仅能考查学生的真实能力,发挥中高考对中学物理教学的引领作用,而且能促进原始物理问题在日常教学中的渗透,从而真正转变题海战术现象,发展学生的物理核心素养.



学科融合教学与跨学科联合教研的探索与尝试

——基于核心素养导向的校本课程设计

谷业龙

(保定市第一中学 河北 保定 071000)

(收稿日期:2018-12-10)

为了提高学生学习物理的兴趣,拓宽学生的视野,发展核心素养,使课堂教学更加高效,笔者在保定市第一中学联合各科教师开展了物理与英语、物理与化学学科融合教学校本课程,随着教学尝试的深入,逐步完善并形成了学科融合教学与跨学科联合教研的教学、教研模式.课程实施以来,学生的学习品质有了较好的改善,取得了一定成效.

1 课程背景介绍

融合课程(fused curriculum)是把有着内在联系的不同学科合并为一门新学科.通常是把同一学科领域的某些学科加以合并.最早见于英国哲学家怀特海的倡议.1912年,怀特海曾主张将现代历史与数学结合起来,称为“统计社会分析”.到20世纪30年代以后,在欧美的大中小学课程中,融合课程已较普遍.

美国明尼苏达州制订的“初等学校数学和科学教学方案”便是一例.由植物学、动物学、生理学和解剖学融合而成的“生物学”也成为美国中学普通

教育的一个学科.在欧美的一些大专院校,有“数学社会学”“社会中的计算机”等新学科.在当代大学的融合课程中,最引人注目的是由生物学和物理学合并而成的“生物物理学”.20世纪70年代中期开始出现“社会生物学”.相对而言,融合课程的综合范围比相关课程宽,但比广域课程窄.

在新课程标准背景下,物理核心素养落实的根本就在课堂,物理观念、科学思维、科学探究能力的培养过程本质就是课堂知识的内化过程,要在课堂中层层深入,通过多种途径实现.那么新的课程理念应该如何落实,如何通过开展校本课程,丰富课程内容,来达到核心素养的真正落实?我们开展了物理与多学科的融合课程与联合教研,对此进行初步探索与尝试.

2 学科融合教学的开展

2.1 物理与英语的学科融合教学尝试

在开课之初,我们首先购买了美国高中物理教材《Physics-Principles and Problems》《Motion,

参考文献

- 1 廖伯琴.以学生发展为本改进普通高中物理课程——《普通高中物理课程标准(2017年版)》解读.人民教育,2018(10):43~46
- 2 邢红军,陈清梅.论原始物理问题的教育价值及其启示.课程·教材·教法,2005,25(1):56~61
- 3 Feynman R P. Surely You're Joking, Mr. Feynman. New York: W. W. Norton & Co. 1985. 223
- 4 邢红军.自组织表征理论:一种物理问题解决的新理论.课程·教材·教法,2009(4):60~64

- 5 赵凯华.物理教育与科学素质培养.大学物理,1995(8):2~6
- 6 陈彬.基于原始物理问题的试题设计:原则与策略——以一条中考题的命制为例.教育科学论坛,2016(11):47~49
- 7 教育部考试中心.高考物理能力考查与题型设计.北京:高等教育出版社,1997.91
- 8 邢红军.原始物理问题教学研究.北京:北京师范大学出版社,2017.209