



## 利用原始物理问题促进学生学习方式的转变

王 强 周晓林 帅晓红

(四川师范大学物理与电子工程学院 四川 成都 610068)

(收稿日期:2016-09-08)

**摘 要:**从“理论世界”到“心智世界”的直接学习方式,使得学生物理学习效果低下.根据卡尔·波普尔的“三个世界”理论及科学知识增长论,对“客体世界”中的原始物理问题进行分析,发现原始物理问题是连接“理论世界”与“心智世界”的有效途径,进而提出以“原始物理问题”促进学习方式转变的一般策略.

**关键词:**原始物理问题 学习方式转变 核心素养

2016年5月18日《中国学生发展核心素养》(征求意见稿)<sup>[1]</sup>出炉,意见稿中提出,学生发展核心素养综合表现在社会责任、国家认同、国际理解、人文底蕴、科学精神、审美情趣、身心健康、学会学习、实践创新等9大方面,尤其强调了实践创新能力.在知识革新日新月异、互动合作无处不在的今天,实践创新能力作为社会发展的驱动力,本质上是解决复杂实际问题的能力.

在物理教学中,正是通过设置真实的问题情境,让学生亲历复杂问题的解决过程,进而促成学生实践创新能力的发展,因此,原始物理问题的解决是培养思维、解决复杂实际问题的有效途径.那么,如何理解原始物理问题在“理论世界”和“心智世界”之间的作用?又该如何将原始物理问题转化为可探究的科学问题?最后,又如何达成学生在处理原始物理问题时学习方式的转变?对这些问题的回答将有利于学生的学习与发展.本文将就这些问题做一些探讨.

### 1 从卡尔·波普尔的“三个世界”中认识物理学习中的原始问题

卡尔·波普尔在《客观知识》一书中系统地论述了“三个世界”理论.“世界1”指物质实体及其存在状态的客体世界,如动植物、电磁场、能量和各种

自然规律等;“世界2”指包括心理、意志和精神在内的心智世界,如思想、价值观、情感等;“世界3”指人类思想产物的客观理论世界,如诗歌、语言和小说故事等,特别强调科学理论体系<sup>[2]</sup>.

物理学习有别于物理研究.物理研究最终是为了修正和发展“理论世界”,而物理学习,其起点在于学生对“客体世界”的好奇和疑惑,主观上表现为对未知的探求欲望,并以“原始问题”的形式表现出来.在物理学科中,所谓“原始问题”是指自然界及社会生活、生产中未被抽象加工的且能反映物理观念的典型物理现象和物理问题<sup>[3]</sup>.

比如,为什么冰冻的猪肉在水中比在同温度的空气中解冻快?天然气炉的喷气嘴侧面有几个与外界连通的小孔,然而火焰为什么并不会从侧面的小孔喷出?当先前经验或理论无法解决这样的原始物理问题时,学生便开始探求解决问题的办法,并学习“理论世界”中的科学理论,从而建构“心智世界”的思维结构,并把能有效解决原始物理问题看作是物理学习成功的标志.比如通过学习物质的传热性能和伯努利原理,便可知:冰冻的猪肉在水中比在同温度的空气中解冻快,是因为水的传热性能比空气好;而天然气炉的火焰并不会从侧面的小孔喷出是由于喷嘴处气流速度大压强小,侧面孔外的大气压强大.由此可见,物理学习是以学习“理论世界”中的理论

作者简介:王强(1989-),男,硕士研究生,研究方向为课程与教学论(物理),2013—2014年在阿坝州茂县扶贫支教.

通讯作者:帅晓红(1972-),女,副教授,硕士研究生导师,主要研究方向为课程与教学论.

来解决“客体世界”中的原始物理问题为出发点,以学生“心智世界”中的认知改变和思维过程的提升为目标.学生解决问题的过程就是理论内化的过程.

因此,原始物理问题是物理学习的关键,是连接物理理论与学生能力发展的枢纽.

## 2 原始物理问题促成学生学习方式转变的分析

“客体世界”有其固定的客观规律,它不受人类意识和信念的影响,比如有些元素天然地具有放射性特性,无论我们是否发现这种特性,它都存在.在科学研究的过程中,人有不断追求客观规律的强烈愿望,并通过多次观察、重复实验,归纳总结出科学结论,法拉第就是在这种模式下发现电磁感应定律的.但因自身的易错性和仪器的局限性,通常得出来的结论会因人思维的发展和仪器精确度的提高而得到修正,所以任何理论都不是终极不变的理论,都永远处于非线性的发展之中.因此,在物理学习中我们不能将“唯一性”作为学习的唯一追求,而要有大胆怀疑、不断探索的问题意识.

### 2.1 学习方式由“理论世界”直接到“心智世界”的弊端

但在实际的学习过程中,很多原始物理问题都是在学生还没有准备的情况下,由教师加工后提出来,然后通过教师将教材中的知识“讲出来”,再引导学生解决课前的“原始物理问题”,如果学生不会,教师通常会再“讲”,直到学生“会”为止.课后再通过大量的习题练习,让学生加深巩固.这种重复的练习在短期内能够增加熟练度,获得知识,但却不利于学生长期的理解和迁移.过段时间后,当再次遇到老师讲过的规律和做过的练习时,仍然不会.即使学生能用学过的理论做习题,却很难解决自然现象中的原始问题.

教师讲了很多知识点、符号公式和概念规律,付出了很大的心血,却“事倍功半”,学生也常“叫苦连天”.这便直接导致学生学习方式上的3个突出问题.

一是“粗犷”,学生学习了知识点,却只知知识的表层,而不知隐藏在表层后的内涵和本源.比如学生知道在冬天用手去捂形状大小一样的铁块和木块时,木块容易“捂热”,便理所当然地得出“木块传热快”的结论.

二是“狭窄”,学生可以用课堂中学习的知识和理论解答习题,却不善于迁移,更不清楚如何用学到的知识去解决生活中的问题,便出现理论与实践相脱离的情况.比如水龙头放水时,附近的水管偶尔会发生嗡嗡的响声,学生很少能判断出这是放水时水管共振造成的.

三是“刻板”,认为老师讲的和教课书上的就是“真知”,解决问题的方式单一,思维僵化,依赖性强,缺乏批判和质疑.例如在解答“驴拉磨”类型的习题时,学生知道怎样解答,却并不明白背后重要的思想方法——“微元法”.

正是学生学习方式上的这些问题,致使学生一味地追求“标准答案”,严重限制了学生“心智世界”的发展.

### 2.2 以“原始物理问题”为核心改变学生的学习方式

时代赋予教育的价值在于教会学生会学,培养学生的创新思维和社会责任意识.其实,教育不在于告诉学生一个确定无疑的真理,而在于教会学生如何去发现真理<sup>[4]</sup>.原始物理问题作为连接“理论世界”和“心智世界”的纽带,将会极大地改变学生的学习方式,这主要表现在以下方面.

第一,突破“真知”.摒弃以往单纯地追求“标准答案”式的学习观念,而是以学科思想方法为重,改观单纯模仿,提倡多元化的尝试,在尝试中不断靠近“真知”.

第二,提倡“质疑”.对“未知”的世界不统统肯定和统统否定,让“猜想-确证”成为主要的学习方式,明白解决原始物理问题的能力比硬记书本知识更重要.

第三,增长“见识”.在互动合作中以求互长,变以往单一接受信息为多角度思考多渠道获取,提倡原始创新.

第四,尊重“差异”.让学生尊重自己的天资和兴趣特长,让学生选择适合自己的学习方式,不盲从,不攀比,在差异的基础上发展自己的核心素养.

原始物理问题从物理学的根源出发,并与生态学理论相结合,具有很强的生态效应<sup>[5]</sup>.这种生态性,使得学生在联系经验材料与物理理论时,会找它们之间的相似性,同时伴有思维的参与,所以学生的思维能力和科学素养在原始物理问题的解决过程中

得到训练和优化<sup>[6,7]</sup>. 这种学习方式的转变不再以书本为起始点, 并且能有效克服传统抽象呆板的学习模式.

### 3 原始物理问题促进学习方式转变的一般策略

#### 3.1 找准问题情境: 坚持问题设置的引领性

在平常生活中, 学生喜欢从“整体”的角度去感知生活中的各种物理现象, 并用头脑中已有的思维来加以解释, 他们一般不会深究. 例如, 飞行中的飞机, 是由空气浮力、万有引力和牵引力共同作用而沿固定路线航行, 并且容易受到气流的影响. 学生知道飞机航行需要力, 这是他们依据经验从整体上来判断的, 而他们一般不会深究飞机航行时, 力是谁提供的, 更不会思考背后的飞行原理.

因此, 激发学生学习兴趣便是第一要务. 从“功利”的角度来看, 只有让学生获得能够帮助他们解决困惑的内容或措施时, 才会引起学生的好奇心和求知欲. 而物理理论, 不仅是解决困惑的知识保证, 也是问题创设的理论背景, 所以“理论世界”中的理论能够解决学生的困惑, 但这种解决最初极难以直接作用的方式出现, 它必须以“客体世界”中的原始物理问题作为中介, 因而原始物理问题是学习的开始.

每一个科学理论所能解决的问题是有限的, 所以在设立原始物理问题情境时: 一是坚持统领性, 以相关的科学理论为指导; 二是体现趣味性, 观察自然现象, 呈现“原汁原味”的生活事实; 三是遵循启发性, 找准问题的关键, 引发学生的困惑和探究欲望. 例如, 为什么标准体格的男人与女人相比, 女人更容易漂浮在水面上? 该问题的设置是以重心、浮力和二力平衡等为其理论指导, 并且在游泳场所就可以观察到该现象, 而学生短时间内又很难解答, 所以又带有启发性.

#### 3.2 引发学生思考: 实现经验问题的科学化转变

学生在感知到问题场域后, 会提出各种问题. 通过学生在互动交流中将这些问题中有价值的问题挑选出来, 并转化为学生可探讨和检验的科学问题, 这一过程就是原始物理问题的科学化过程.

一碗水会浮起一个铁桶吗?

首先需要将其转化为可分析的问题: 20 N 的水能产生 200 N 的浮力吗? 其次, 学生经过思考后, 鼓

励其将思考的过程和结果说出来或书写出来. 有的学生会根据阿基米德原理得出不可能产生 200 N 的力, 因为水本身就只有 20 N, 但另一些学生会觉得可以产生 200 N 的力. 最后, 学生可能会心生疑惑——哪种说法对呢? 这就需要学生在与理论相联系的基础上进一步追问: 阿基米德原理该如何理解? 其实, 浮力的大小等于被浸没在液体中的物体排开的液体的重力 ( $F_{浮} = G_{排}$ ), 显然此处的 20 N 的水并不是指排开液体的重力. 产生浮力的大小与液体的多少无关, 只与液体的密度和排开液体的体积有关 ( $F_{浮} = \rho g V_{排}$ ). 所以, 一碗水能浮起一个铁桶.

在原始物理问题的转化过程中, 可按 3 个步骤进行操作: 第一步, 将原始物理问题中的日常用语转化为学科语言, 如“金属对电流的阻碍作用”变为“电阻”; 第二步, 将原始物理问题转化为科学问题, 如“金属丝的密度是决定其电阻大小的因素吗?”“金属丝的横截面积是决定电阻大小的因素吗?”; 第三步, 将科学问题具体化, 如“金属丝的密度越大, 金属丝的电阻越大吗?”“金属丝的横截面积越大, 金属丝的电阻越大吗?”<sup>[8]</sup>

这种学习方式既基于问题又基于理论, 随着原始物理问题的非线性生长, 学生逐步将“理论世界”中的理论慢慢转化为“心智世界”中稳定的心理特征和行为方式. 基于学科思维的特殊性, 并通过对原始物理问题一步一步的分析, 使得学生对学科学习变得主动和有效.

#### 3.3 问题模式研究: 猜想到确证的循环探究

波普尔在《客观知识》中提出了著名的知识增长论<sup>[2]</sup>:  $P1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P2$  (问题  $P1 \rightarrow$  试探性假说  $\rightarrow$  排除错误的确证  $\rightarrow$  问题  $P2$ ). 其中,  $P1$  代表科学问题; 为了解决  $P1$  就需要猜想 ( $TT$ ), 这一过程是对未知假说的自由创造, 需要个人的灵感和理论基础; 接着就是对猜想的确证或证伪 ( $EE$ ), 确证不是证实, 它是对不合理的猜想进行排除, 最后形成理论; 而任何一个理论并不是确定无疑的, 都有其局限性, 是不断发展的, 随着发展的进一步深化, 就会产生新的问题  $P2$ . 由此开始了循环确证, 而循环确证的核心是: “猜想—确证”.

在进行科学理论的学习时, 对原始物理问题的解决, 首先就要鼓励其大胆猜想. 比如在“自由落体运动”的探究中, 设置原始物理问题: 在 100 层高的

大楼上扔下1元硬币会砸死人吗?学生会根据运动学公式得出,硬币从100层楼扔下,落地时的速度会很大,所以他们猜想:会砸死人,考虑到有空气阻力的影响,他们又会猜想:不会砸死人,但他们又不能利用已有的理论来加以解释.当猜想与掌握的理论有冲突时,学生就会去找新的理论或方法来确证自己的猜想,这个时候学生的认知便得到了初步发展,也是创新实践思维发展的关键一步.

其次,在猜想的基础上进行确证,并将其转化为可探究的科学问题客观化:1元硬币的质量约为6.3 g,直径 $d$ 约为25 mm,空气密度 $\rho$ 为 $1.2 \text{ kg/m}^3$ ,认为恒定.阻力系数 $C_d$ 在硬币的圆面水平下落时为1.15,求其下落过程中的最大速度.下落过程中,当硬币受力平衡时,有 $f_{\text{阻}} = mg$ ,再结合阻力公式 $f_{\text{阻}} = \frac{1}{2}\rho C_d A v^2$ (其中 $\rho$ 为空气的密度; $C_d$ 为阻力系数,它非常依赖于物体的形状; $A$ 为物体的横截面积; $v$ 是物体相对于空气的速度),并代入上述具体数值就可求出速度的最大值 $v_{\text{max}} = 45.4 \text{ m/s}$ .硬币对人体皮肤作用的时间约为10 ms量级,因此皮肤受到的 $F \approx 29 \text{ N}$ ,则人体受到的压强为 $p \approx 7.2 \text{ MPa}$ ,人体皮肤所能承受的压强 $p = (20.89 \pm 4.11) \text{ MPa}$ ,由此可知,在100层高的大楼上扔下1元硬币不会砸死人.而美国的Louis Bloomfield教授曾经做过实验来确证高层落下的硬币并不那么危险<sup>[9]</sup>.

在一个原始物理问题中的猜想通过探究得到新的理论确证后,学生的知识也就增长了.科学学习中的理性思维正是通过“猜想—确证”而对既定思维方式的超越.

当学生基于原始物理问题而进行开创性探究时,会主动建立批判思维、真实生活及未来可能之间的联系,进而激发学生原有的经验和理论知识,其实

践创新的火花就会自行点燃.学生学习的方式也将由线性的一环扣一环向创造性的多维发散演变.在“核心素养时代”下,学生是核心素养培养的中心,教学的任务不再是简单的知识“灌输”,而是发展学生的核心素养,而学生学习方式的转变正是发展核心素养的必然要求.我国核心素养的指标体系正处于研究制定和征求意见阶段,尚未形成有针对性的教学实践模式,各种有助于学生核心素养发展的学习方式也未完全成型,仍处于起步探索阶段,所以,如何深化学习方式的转变就显得格外重要,而本文仅做了“粗浅”的尝试,还需各位教育工作者进行更加深入的研究.

#### 参 考 文 献

- 1 中国学生发展核心素养(征求意见稿). 中国教育报, 2016-05-18(9)
- 2 卡尔·波普尔. 客观知识:一个进化论的研究. 舒炜光, 卓如飞, 周柏乔, 等译. 上海:上海译文出版社, 2005. 123 ~ 138, 137
- 3 邢红军. 原始问题教学:物理教育改革的新视域. 课程·教材·教法, 2007(5):53
- 4 卢梭. 爱弥儿. 李平沅译. 北京:商务印书馆, 1978. 256 ~ 269
- 5 张抗抗, 胡扬洋. 我国理科教学走出“题海战术”的思想之路. 教育理论与实践, 2016(2):58
- 6 卞志荣, 方洪. 加强原始问题教学 提升学生思维品质. 物理教师, 2016(4):9
- 7 杜明荣. 利用原始问题培养学生的科学素养. 中学物理教学参考, 2007(1~2):27
- 8 秦晓文. 科学探究中提出问题的教学策略. 课程·教材·教法, 2016(5):120
- 9 physicsfan. 摩天大楼上掉下的硬币会砸死人吗?[EB/OL]. (2012-05-31)[2016-06-01]. <http://www.guokr.com/article/205957/>

## Promoting the Transformation of Students' Studying Pattern Using the Original Physics Questions

**Abstract:** The direct studying pattern from “theoretical world” to “mental world” makes student's Physical learning effect is low. According to Carl Popper's three world the theory and the increasing theory of scientific knowledge, at the same time analyzing the primal problem about “object world”, finding that it is a effective way to connect “theoretical world” and “mental world”, further put forward “primal physical problem” as the general strategy of the changing studying pattern.

**Key words:** original physics question; transformation of studying pattern; key competencies