

# 物理观念及其形成与发展的教学策略

曾志旺

(玉环县楚门中学 浙江台州 317605)

(收稿日期:2016-05-09)

**摘要:**通过具体物理知识的学习凝练而成的物理观点、思想和方法即物理观念能植根于学生头脑中而被长时间保留,成为他们的思维习惯和行为习惯.因此,中学物理教学应重视学生物理观念的形成与发展,所以主要论述物理观念及其形成与发展的教学策略.

**关键词:**物理观念 教学策略 思想 方法

遗忘是不可抗拒的规律,尤其在知识大爆炸时代.当知识被遗忘以后,在学生头脑中留下的痕迹才是教育价值的体现.德国物理学诺奖得主劳厄说:“教育给予人们的无非是当一切已学过的东西都忘记后所剩下的东西.”随着岁月的流逝,物理学研究的事实和结论被学生忘记了,但通过具体物理知识的学习凝练而成的物理观点、思想和方法即物理观念却植根于学生头脑中而被长时间保留,成为他们的思维习惯和行为习惯.因此,中学物理教学应重视学生物理观念的形成与发展.

## 1 物理观念

物理观念是指学生通过物理学习,在深入理解物理学科特征的基础上所获得的对物理的概括性认识,具体表现为主动地运用物理思想、方法和观点,认识身边事物和处理问题的自觉意识或思维习惯.譬如,一个具备物质观的学生,当他觉察到某种新物质时,会自觉地观察和思考这种物质的基本性质是什么,比如导电性、硬度、导热性、密度、熔点……

物理教学中,物理观念主要来自3个方面:一方面来自于学生对物理学科具体性知识的反思和概括,形成知识类物理观念,如力的观点、运动的观点、能量的观点等;另一方面来自于学生对物理探究过程、学习方法的反思,形成方法类的物理观念,如类

比方法、等效方法、模型思想;再一方面来自于对物理在社会生活中的价值的认识和反思,形成的情意类的物理观念,如物理价值观.这3方面观念相互影响、共同作用构成物理观念这一有机整体,如图1所示.



图1 构成物理观念体系的3个方面

物理观念作为一种认识成果,其完善程度、层次等级是和学习者的认知水平和知识经验相适应的.随着学习活动的深入,形成的物理观念具有层次性特点.体现在两个方面:第一方面指在不同学习阶段学生形成的观念是不同的;第二方面指同一物理观念在不同的学习阶段,由于学生所拥有的知识经验的不同,其内涵的丰富程度也是不同的.物理观念还有能动性特点,最主要表现为能够为新物理认识指明思维方向.诚如爱因斯坦所说:“在建立一个物理学理论时,基本观念起了最主要的作用,物理书上充满了复杂的数学公式,但是所有的物理学理论都是起源于思维与观念,而不是公式”.学生在面对新问题、新情景时基于已有观念的主导不会被纷繁复杂的物理表象迷惑,而是主动地利用物理观点、思想和

方法处理遇到的新问题,对新现象作出科学解释.比如,学生在初中学习中形成的比值定义法思想可广泛迁移运用在高中物理量定义(摩擦因数 $\mu$ ,加速度 $a$ ,电阻 $R$ ,电场强度 $E$ ,电势能 $\epsilon$ ,磁感应强度 $B$ 等)等等.

## 2 物理观念的教学策略

为了实现物理科学观念的形成和发展,教师在选择教学策略时需要考虑以下几方面因素:

第一,学习内容支撑哪些物理观念的形成与发展,这些内容与物理观念的关系如何;

第二,学生已有的物理观念、态度(或相关的)及其达到的水平;

第三,分析学生物理观念形成和发展的智力要求;

第四,考虑能有利于物理观念形成和发展的各种可能的策略.

我们认为,以下一些策略在学生物理观念形成和发展中是比较有效的.

### 2.1 引发学生的认知冲突 实现错误前观念的转化

认知冲突的引发是指,当原有观念与新经验之间出现对立性矛盾时而感受到的疑惑、紧张和不适的状态.建构主义认为,学生的学习是基于原有经验,并通过不断地与新信息进行交流、“撞击”的相互作用中,在学生的头脑中建构出的新的认知模式,即生长出新知识.在这一过程中,学生原有经验的激发及与新知识的交互作用是建构认知模式的关键.认知冲突是在积极的认知活动中产生的,学习者在真实情境面前联想起原有的知识经验,而且试图对新、旧经验进行对照、整合,并试图找到新的平衡,即认知冲突的解决过程.

处在适度认知冲突的氛围中,行动最有动力,解决认知冲突有不同的途径,研究表明,原有观念在遇到新观念时,学生对新观念的处理方式通常有3种情况:

- (1) 径直地拒绝了新观念;
- (2) 通过机械记忆,新观念取代旧观念;
- (3) 对新旧观念进行整合,接纳新观念.

具体的物理教学中要实现原有观念的转变则需要满足3个条件:

(1) 原有观念跟物理事实存在矛盾;

(2) 新观念比旧观念更易于解释物理事实,即新观念具有可理解性和合理性;

(3) 新观念的有效性.

因此,在教学过程中创设有效的问题情境时需要考虑这3个条件,当然除了能引发认知冲突外,还得易于对认知冲突的处理与解决,只有这样,才能顺利实现对错误观念的转变,生成正确的物理观念.

### 2.2 铺设“绿色通道” 发展、拓宽学生的物理观念

此策略建立在学生的现有物理观念基础上,是对原有的观念加以拓宽和深化,即在前观念与新观念之间铺设一条“绿色通道”.铺设这样一条通道通常得有以下几个步骤:第一,创设问题情境,暴露学生的前观念;第二,继续创设学生通过直觉就容易相近的问题情境;第三,引导学生自主进行相关观念的类比,寻求新观念与旧观念之间的整合点;第四,教师帮助学生完成物理观念的发展和拓宽.

例如,在进行“电场力做功和电势能转化的关系”的教学时,就可以借助类比的方法.因为此前学生已建立了功是能量转化的量度及重力做功与重力势能转化关系等观点.故而在教学中,让学生研究升降机中的物体在升降过程中重力做功与重力势能转化的关系;再次,让学生自主探究电场力做功时能量如何转化;最后得出电场力做功与势能转化这个能量守恒关系.实践表明,借用类比是发展和拓宽学生物理观念的“绿色通道”,它能有效地使学生的认知在原有的基础上得到与科学观念相一致的发展.

### 2.3 引导学生体验评价 反思概括 促进物理观念形成和发展

传统的教学小结是针对具体性知识进行的.观念构建导向的做法应该是,为学生搭建体验、评价、交流的平台,提供概括反思的方向和线索.如,引导学生反思对核心概念理解得如何,解决问题的思路和方法是怎样的,对基本理解的认识有哪些提升,和相关相近知识有何联系等.同时,还注重对学生学习活动中的表现做出及时恰当评价,不断调整和优化学习策略.另外,还可以通过课后习题和访谈等途径

获取学生观念建构的有关信息,以此为依据帮助学生进一步修正、完善、丰富观念体系。

例如,“单摆”课题学习后,仅引导学生回顾“单摆”的定义、周期公式、回复力定义式是不够的,应引导学生概括和反思。

(1) 建立“单摆”模型的理想化方法. 这种方法在物理研究和学习中的使用是非常普遍,如质点、点电荷、点电源、光线、自由落体运动、匀强电场等;

(2) 研究振动周期时使用的“控制变量法”. 这种方法更是人类思考和研究多因素问题的一种普遍方法. 物理中应用如学习牛顿第二定律时探究  $F, m, a$  的关系,学习电阻定律时探究  $R, \rho, L, S$  的关系等;

(3) 动力学分析方法. 研究分析圆弧切线方向的受力;

(4) 概括单摆的本质特征:沿圆弧运动,受到一个始终指向圆心的力,另一垂直向下的恒力. 如果学生形成了如此“单摆”观,那么在碰到求如图 2 所示问题中周期时将异常方便。

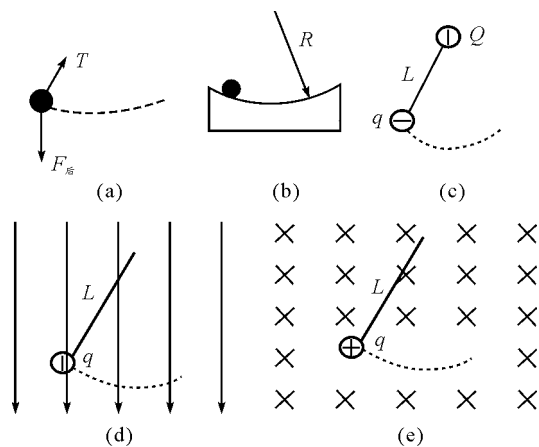


图 2 几种情形概括成“单摆”

## 2.4 还原“真实”的科学研究历史

写在教科书上的科学结论固然重要,但它背后的孕育发展,由潜到显的转化历程则更富启迪. 因此,观念建构导向的物理概念、规律教学,可以借助物理学发展史,为学生创设真实的情境,然后带领学生乘坐“思维之舟”穿越时空,荡漾于科学发现的曲折物理学历程,领略涌现出的著名事件、现象、物理学观点、思想和方法及其对后世的影响,使学生真真切切地受到体验和熏陶,从而有利于物理观念的形

成与发展。

比如,动量概念教学. 先带领学生回忆击球、炮弹出膛、火箭升空的情景,当学生意识到用已有的知识无法解决问题时,然后教师指出:“原则上,我们可以用牛顿定律解决所有力学问题,但是,像上述情形受力比较复杂的实际问题,直接用牛顿定律解决就非常困难,需要引入新的概念.”接着带领学生回顾历史上动量概念建立过程及科学家的思考和所做的工作……如何通过研究碰撞等复杂的力学问题,建立动量概念的思想和方法,思考运动的量度与追寻守恒量的关系、思考自然界的对称性和物理守恒定律间的关系等. 这种基于真实史实的教法,使学生受到了大量物理思想、方法和物理观念的熏陶,逐渐认识“每一种守恒定律,必定有其伴随的物理对称性”这样的物理观念等。

## 2.5 挖掘实验探究功能 促进物理观念构建

物理观念是隐藏于具体性知识背后的概括性观点和思想方法,物理观念只有在学生本人亲自经历知识的探索发现过程,对具体物理知识进行深入分析和挖掘才能展开出来,并在与他人的交流讨论与具体应用中获得日渐清晰的认识. 因此,在课堂教学中创设实验探究情境,让学生亲身体验物理知识的发现过程,感悟物理知识中蕴含的思想、观点和方法,使学生通过高水平的思维活动,深刻理解和掌握物理知识,并通过不断的反思、概括、提升,从而促进物理观念的构建。

比如,“牛顿第二定律”课题教学. 在教师的适当引导下,学生开始认为物体的加速度与所受的外力及物体的质量有关,并且外力越大,加速度越大;质量越大,加速度越小. 如何研究它们之间具体的数值关系呢? 学生答:可以用实验方法来探索. 使用控制变量法,先确定  $m$  不变,研究  $a$  与  $F$  关系;再确定  $F$  不变,研究  $a$  与  $m$  的关系. 然后要求设计实验测量不同情况下物体的加速度(提示:物体可放在气垫导轨上,以减小摩擦,用光电管和计时器记录时间). 学生设计的装置图如图 3 所示,分别测出通过两只光电门(宽度  $d$ ) 时所需的时间  $t_1$  和  $t_2$ ,两光电门间距  $s$ ,则物体运动的加速度

$$a = \frac{\left(\frac{d^2}{t_2^2} - \frac{d^2}{t_1^2}\right)}{2s}$$

学生通过实验,得出

$$a \propto F \quad a \propto \frac{1}{m}$$

最后得出牛顿第二定律.

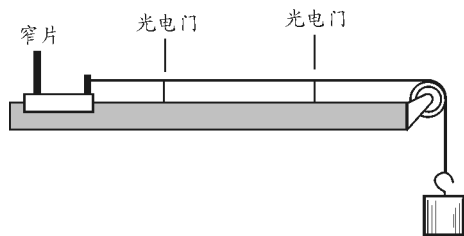


图3 学生设计的实验装置

上述实验探究教学中,学生迁移相关物理观点、思想和方法到新的问题情景中,并作出创新性应用.如猜测加速度与什么因素有关且可能是什么关系,采用控制变量法设计方案,通过逻辑推理得出加速度算式等.因此是非常有利于物理观念构建的.

## 2.6 在原始物理问题情景中实现观念的创新应用

“原始”物理问题是指,自然界及社会生活、生产中客观存在且未被加工的物理问题,其教学如图4所示.

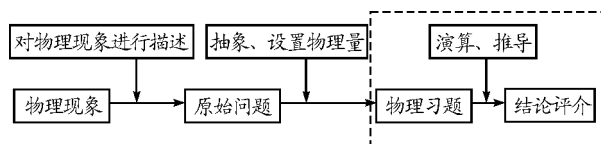


图4 原始物理问题教学

当学生面临原始物理问题的“头”时,由于原始问题只暴露了现象的某些特征,难以对它作出有效的判断,只能根据某些事实或已知理论,运用类比、外推、猜测、不连续和非逻辑的方法形成适应性的领悟,提炼“物理图像”从而走出认识的关键一步.当学生面临原始问题的“尾”时,同样需要借助于物理直觉来判断结论的合理性.因此,教学中创设“原始”物理问题情境,同时为学生提供探索的空间.在学生独立地尝试运用各种物理观点、思想方法研究问题的过程中,可有效地实现物理观念的创新应用.

比如,《中国青年报》1990.12.25报道了我国前往南极的科学考察船“极地号”上发来的专电——“极地号启动减摇装置慢速航行”.报道称:“随着西风带的离去,船体摆动愈发剧烈,船体横摇已达 $15^\circ$ ,最高达 $27^\circ$ ……为了减小船体摇动,船上已采取

了新的减摇措施,为此航速已减至10节.”为什么通过减速能实现减摇?(波浪冲击力的频率接近轮船摇摆的固有频率时,轮船摇摆幅度最大.)

怎样来解决这样一个原始物理问题?先看两种特殊情况:

(1) 船的速度方向和波浪传播的方向在同一直线上;

(2) 船的速度和波浪传播的方向垂直.

**解析:**(1) 设船的速度为  $u$ ,波浪的速度为  $v$ ,则波浪相对船的速度  $v' = v - u$ ,式中  $u$  正方向与  $v$  相同.波长相对运动着的船不变,即  $\lambda' = \lambda$ ,波浪相对船的频率

$$f' = \frac{v'}{\lambda'} = \frac{v - u}{\lambda} = f - \frac{u}{\lambda}$$

(2) 此时波浪相对船的速度  $v' = v$ ,波速是波的传播速度,在垂直其传播方向上观察,观察者的运动不影响结果.故  $\lambda' = \lambda$ ,波浪相对船的频率

$$f' = \frac{v'}{\lambda'} = \frac{v}{\lambda} = f$$

任意方向的速度分解成上述两种情况,则可以得到一般结果,当船以速度  $u$  与波浪传播方向成  $\theta$  角航行时,波浪冲击力的频率为

$$f' = f - \frac{u \cos \theta}{\lambda} \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

为了避免  $f'$  与  $f$  的接近,人们往往通过改变轮船的航向和速度以达到两者远离的目的.

上述原始物理问题解决过程中,不难发现运用了物理模型的方法.而在物理模型建立中,又使用了归纳推理的方法.因此,通过对原始问题的不断了解、积累,能使学生形成一种借助于科学方法研究问题的心理定势,有效地提升物理观念.

## 参考文献

- 1 朱海英. 高中学生物理观念形成和发展的心理因素分析及有效策略研究. 物理教师, 2006(7)
- 2 冯华. 以物理观念统领物理教学. 课程·教材·教法, 2014(8)
- 3 赵立新. 物理观念及其教学. 牡丹江师范学院学报, 1999(1)
- 4 邢红军. 论原始物理问题的教育价值及其启示. 课程·教材·教法, 2005(1)