

基于学习路径 优化高中物理概念教学策略

游海女

(浙江省临海回浦中学 浙江台州 317000)

(收稿日期:2018-09-24)

摘要:在高中物理概念教学中,只有通过研究学生的概念学习路径,才能促进学生概念的形成或转变,使概念教学课堂变得更有效.因此,本文提出以学生已有的概念表征为起点,以学生概念学习的思维过程为主线,以优化概念表征为目的的三位一体的概念教学策略,以此优化概念教学和学生概念的学习.

关键词:学习路径 概念教学策略 概念表征

高中物理概念是构成高中物理的基本内容,又是科学规律和理论的基础,更是思维过程的核心内容之一.在概念教学中,只有通过研究学生的概念学习路径,才能促进学生概念的形成或转变,使概念教学课堂变得更有效.只有充分了解物理概念的历史及学生原有的知识水平、思维过程和表征方式,才能为教师优化教学路径提供依据,才能优化概念的学习路径,促进学生概念的形成或转变.因此,物理概念的教学,提出以学生已有的概念表征为起点,以学生概念学习的思维过程为主线,以优化概念表征为目的的三位一体策略,不仅优化概念教学路径,而且优化学生概念的形成和转化,帮助学生形成正确而科学的概念体系,从而提升物理学习力.

1 以学生已有的概念表征为起点

美国著名的教育心理学家奥苏贝尔在他最有影响力的著作《教育心理学:认知观点》中写道:“如果我不得不把教育心理学的所有内容简约成一条原理的话,我会说:影响学习的最重要的因素是学生已知的内容.弄清了这一点以后进行相应的教学.”^[1]因此,学生已有的概念表征是学生概念学习的起点和基础.奥苏贝尔还指出有意义学习就是所学习的新命题与学生的原有认知结构中的命题建立具有本质联系的过程.新旧命题之间存在上位关系、下位关系及并列组合关系.根据这些关系,他提出上位学习、下位学习和并列组合学习这3个学习模式.

(1) 利用原有上位概念同化新概念

奥苏贝尔认为,促进学习和防止干扰的最有效

的策略,是利用适当相关的和包摄性较广的、最清晰和最稳定的引导性材料,这种引导性材料就是所谓的组织者^[2].因此,教师在学生学习新概念的知识之前,有必要将这些组织者呈现给学生,则可以促进新命题与学生原有认知结构中的命题之间产生相互作用.

比如,在力学当中,其中力就是上位概念,而重力、弹力、摩擦力等即为下位概念.在学习弹力这一新概念之前,学生原有认知结构中力的概念即力是物体与物体之间的相互作用.因此弹力的定义就是发生弹性形变的物体,由于恢复原状,对与它接触的物体产生力的作用.在对弹力定义的同时,也明确了弹力产生的原因.接着进一步从力的三要素学习弹力的大小、方向及其作用点.

(2) 利用原有相似概念形成新概念

在物理新概念学习时,若原有认知结构中的概念与新概念之间有着相同或相似的关系,那么教学中可采用类比的方法,实现新旧概念的正迁移,更容易突破难点,从而建立对新概念的认知.

比如,形成磁感应强度这一抽象概念需要与之相似概念作为先行组织者,那就是电场和电场强度.可以通过问题引入:磁场的基本性质是什么?用不同磁体吸引相同的铁块,现象相同吗,这说明什么?进一步引导学生认识到磁场与电场一样都是一种特殊的物质,具有力的性质和强弱之分.

再次思考:通过与电场对比分析,怎样认识和描述磁场的方向与强弱?

类比分析如图1所示.

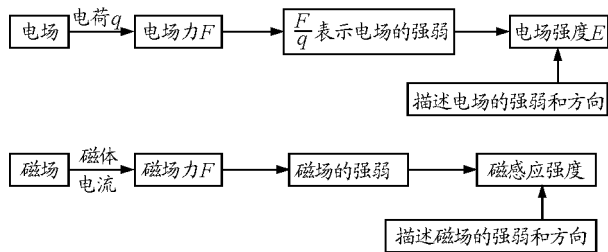


图1 电场和磁场类比分析

由上述类比分析可知:电场的性质是对放入其中的点电荷有力的作用,并且同一点电荷在不同位置所受的电场力不同.这说明电场的不同位置存在强弱的不同.再利用不同的试探电荷 q 放在同一位置受到的电场力 F 不同,但 $\frac{F}{q}$ 是一个不变的量.进一步利用比值方法定义了电场强度 $E = \frac{F}{q}$ 来描述

电场的强弱.通过类比分析得到磁场的性质可以从研究电流在磁场中受到的磁场力着手,寻找用来表示磁场强弱的物理量——磁感应强度,然后利用与电场类比采用比值方法定义磁感应强度.正因为磁场与电场的这些相似性,采用类比的方法引入“磁感应强度”这一物理量,大大降低了学生学习这一抽象概念的难度,更加易于理解.再通过比较法对相似概念之间加以比较和区别,理解将更深刻.

(3) 创设情境主动探究生成新概念

物理概念的形成过程,就是学生通过对物理现象、物理实验和物理事实的观察和分析,进一步分析归纳、概括总结、科学抽象,从而习得新概念的过程.这里的物理现象、物理实验和物理事实即是所创设的情境,旨在重新提取学生头脑中原有的概念表象表征,以激发学生思维,从而将学生的认知引向新概念的生成.创设情境的目的就是引起学生的注意和兴趣,还可以是引起学生对现有概念的不满,本质上是为了揭示事物之间的矛盾或引起学生认知上的冲突,使学生原有认知结构的平衡状态被打破,从而激活学生的思维,激发其学习新知的内驱力,达到自觉地学习新概念的目的.

比如,在“折射率”的学习中,就可利用演示实验创设真实情境.

演示实验 1:在两个完全相同的玻璃烧杯中分别倒入体积相同的水和食用油,在每个杯中斜插入一根金属细棒,从杯子的侧面以相同的方向分别透过水和食用油观察细棒,你将看到什么现象?这个

现象说明什么?

先让学生进行猜测,再演示实验.从实验中可以看到,浸在杯中的两根金属细棒在液面处的断裂程度不同.并对这一实验现象进行分析说明.

演示实验 2:激光以相同的入射角分别从空气射入水和食用油,观察折射光线的偏折程度.

实验现象如图 2 所示,从空气以相同的入射角射入水和食用油,发现食用油中光的偏折程度更大.

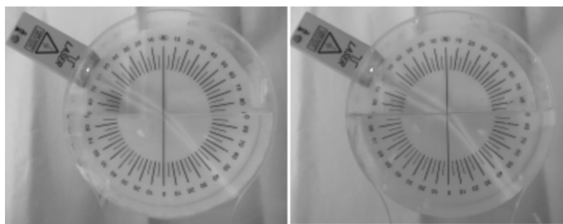


图2 光在水中与食用油中的折射实验

点评:以上两组实验是为学习折射率创设了问题情境.通过现象的对比,发现不同的介质对光的偏折程度不同,能刺激学生的感官,直观地看到水和食用油对光的传播情况不同,从而激发学生强烈的求知欲望.

2 以学生概念学习的思维过程为主线

物理概念的形成通常要经历对大量的实验和事实进行观察和分析的过程,然后对这些物理现象和过程的共同特征进行归纳、概括和抽象,还可能需要进行实验验证,甚至进行科学推理,最终确定其最本质的特征,形成概念的表征.所以,物理概念的形成过程就是学生通过归纳概括某一概念关键属性的思维过程.因此,教学过程要注重体现学生科学思维的发展,以优化概念学习的路径,使学生的自主学习能力和科学探究能力得到提高.

(1) 依据概念学习路径确定教学过程

优化教学过程就要以学生的认知水平为基础,以学生概念学习思维路径为主线.按照概念的不同分类,概念学习的路径也必将有所不同,因此依据概念学习路径确定的教学过程也是不同的.

若将概念按照关系来分,可分成上位概念、下位概念和并列概念.根据概念之间的这些关系进行学习,常常会使抽象难理解的概念变得容易习得.当学生具有下位概念时,学习上位概念就更容易理解.比如,学习了机械波和光波这些下位概念之后,再学习上位概念波动就比较容易,同时也进一步促进下位

概念的理解,使认知结构更加完善.当学生具有上位概念时,学习下位概念就可以通过回顾上位概念的本质属性习得.若呈现的是并列概念,则可采用类比的方法习得新概念.图3所示为依据新旧概念之间的关系学习新概念的学习路径.

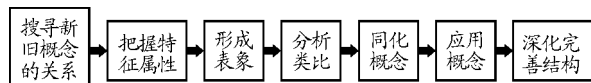


图3 依据新旧概念间的关系学习新概念的学习路径

针对这类新概念的教学,教师可以通过创设情境,为学生提供与新概念相关的概念,让学生陈述原有概念的本质属性,分析类比与新概念的关系,明确概念表象,利用这些关系同化新概念,在习得概念的基础上进一步应用新概念,使学生能在新情境中迁移应用新概念解决问题,从而深化和完善认知结构.

依据概念的物质属性和性质,可将概念分成定性和定量两类.图4所示为定性概念的学习路径.

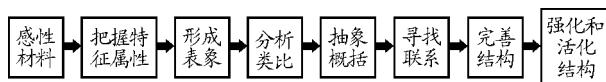


图4 定性概念的学习路径

这类概念具有内涵深刻且富有哲理的特点,但是比较抽象,直接从概念的定义上很难深刻理解,比如质量、能量、电场、磁场、波粒二象性等.因此,针对这类概念学习教学过程可以是首先由教师提供丰富的物理现象、实验或陈述性事实等感性材料,使学生全方位地获得感性的认识.通过让学生观察和分析提取事物共同的特征属性,形成概念的表象.教师组织学生通过不同的方式,可以是合作学习,也可以是探究学习,深入分析和比较,师生或生生共同归纳和概括,最后抽象出概念,最终形成新概念.将习得的新概念顺应到原有的认知结构中,以达到新的平衡.若利用习得的概念去回答或解决问题,概念及认知结构将更加完善.

图5所示为定量概念的学习路径.



图5 定量概念的学习路径

这类概念能反映物质或物质运动的快慢及其特性,通常采用比值方法定义,比如密度、加速度、电场强度、电容等概念.这些概念在数值上同与之关联的物理量无关,是反映概念本身属性的物理量,比值定义式只是提供了一种计算大小的方法.

下面以“电容器与电容”为例,依据学习电容器和电容的路径确定教学路径,完整的教学路径如图6所示.

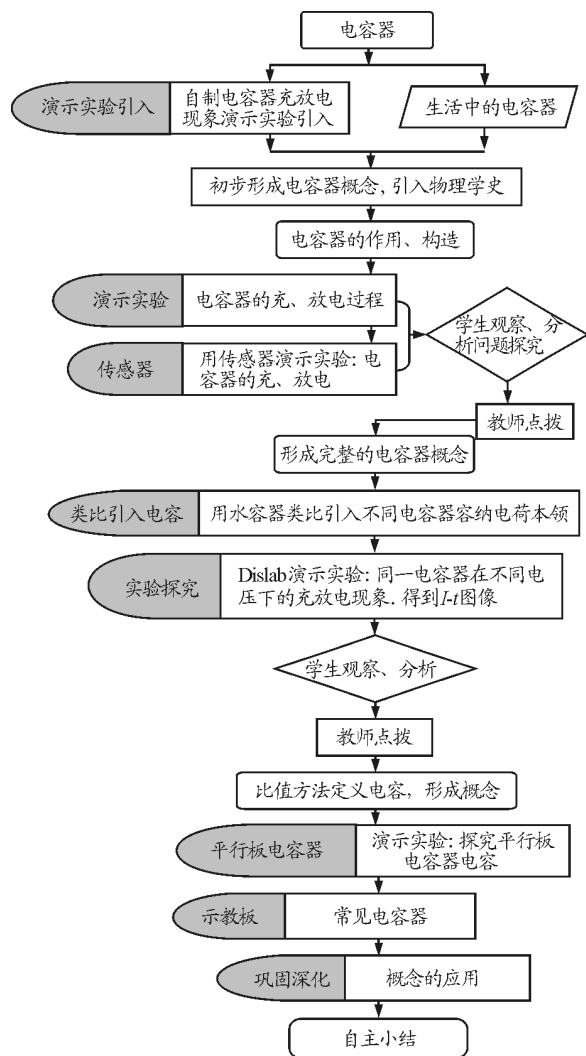


图6 “电容器与电容”教学路径图

(2) 根据概念学习的思维难度搭建教学支架

当新概念比较抽象难理解时,需要教师为学生搭建思维的支架,帮助学生构建新概念.比如教师可以创设阶梯式的问题或实验探究情境,引导学生搜寻认知结构中已有的概念和知识,通过演绎推理主动探究,以此激发、深化学生思维,再进一步引导学生进行多层次、多维度的交流、合作探究,降低思维的难度,从而理解掌握概念的内涵和外延.

思维定势使学生原有认知结构可能阻碍或干扰新知识和概念的学习,则会形成一种负迁移.那么在教学过程中则可以创设情境引发认知冲突,为思维搭建支架,以突破学习思维定势的负面影响.

比如,在学习静摩擦力的方向之前,学生常常会碰到思维上的障碍.有不少学生想当然地认为“静摩

摩擦力的方向与运动方向相反”“静摩擦力一定阻碍物体的运动”。教师可以提出一系列的问题,之后让学生体验结合多媒体动画突破这个难点。

问题 1:人在平直的公路上行走时,人所受的摩擦力方向如何?

问题 2:当人向前走路时,突然脚踩到一块香蕉皮,结果会出现什么情况?此时摩擦力的方向如何?

问题 3:当人向前走路时,为什么后脚没有像踩到香蕉皮那样打滑呢?

问题 4:当人向前走路时,若前脚向前着地时,刚好踩到一块香蕉皮,前脚会出现什么情况?此时摩擦力的方向如何?

通过问题 1,暴露学生对静摩擦力方向的认识误区。多数学生想当然地认为“摩擦力应该是阻碍人向前的运动,其方向应该与运动方向相反,因此判定摩擦力的方向应该向后”;当然另一部分学生则认为“人走路时,人之所以会前进,是因为摩擦力是动力,所以摩擦力的方向应该向前”。这是一个与学生的生活紧密联系的问题,虽然走路是习以为常的,但却仅仅是停留在表象上的认识,由于思维定势,没有认真分析本质原因,想当然地认为摩擦力是阻力或动力。为了深入分析本质原因,进一步创设问题 2,3,4 情境,引导学生进行更深入地思考。

问题 2 呈现的是学生比较熟悉的情景,结果出现后脚会向后打滑,由于惯性人向前倾倒的现象,学生根据后脚向后打滑,意识到后脚受到向前的摩擦力。

问题 3 引导学生思考认识到后脚没有踩香蕉皮时,虽然没有向后打滑,但是有向后打滑的趋势。因此后脚受到向前的静摩擦力,阻碍了后脚向后打滑的趋势。

问题 4 学生会根据生活经验得出前脚向前打滑,由于惯性人向后倾倒的现象。最后分析总结发现前脚在没有踩香蕉皮时有向前打滑的趋势,因此前脚受到向后的静摩擦力,阻碍了前脚向前打滑的趋势。

综合以上 4 个问题的深入讨论,得出结论:“人走路时,后脚受到向前的静摩擦力,阻碍了后脚向后打滑的趋势。前脚受到向后的静摩擦力,阻碍了前脚向前打滑的趋势”。进一步得出结论:“静摩擦力方向总是与相对运动趋势的方向相反。”

3 以优化概念表征为目的

物理概念表征的主要形式有表象、概念、命题及

图示。物理概念的表征是否正确直接影响到物理认知结构是否完善。学习困难的学生常常是因为物理知识表征不科学、不完善,反映出对概念认识不深刻,在解决问题环节常会出现问题。

(1) 强化概念表象表征

反映学生物理能力高低的一个重要标志就是看他认知结构中的物理图景表象表征是否足够丰富、足够清晰。而缺少表象表征的学生,由于在学习物理的过程中没有形成清晰、正确的物理图景,影响了概念习得的效果。因此,在教学过程中,教师要提供丰富的感性材料,强化概念表象表征,能够在头脑中形成正确的物理图景,这也是概念教学的第一步,也是学生后续获得概念的重要条件和基础。

比如,在学习“弹力”概念中,教师提供丰富的感性素材有实验和多媒体课件所展示的利用弹力的生活场景视频:运动员撑杆跳高、跳水运动员在跳板上的起跳、拉弓射箭等。学生通过观察、归纳得出弹力产生的两个定义特征:直接接触和发生弹性形变。

(2) 优化概念命题表征

物理概念的学习就是完成一个个命题的学习,以形成命题网络为表征的知识。因此,在物理概念的命题学习时,若对提供的材料或命题进行深加工,命题表征就会越深刻,在问题解决时也就越容易提取。

比如,图 7 反映了高中阶段加速度这一概念命题表征的多种形式。加速度概念的命题表征随着学习的深入而不断得到优化和完善。

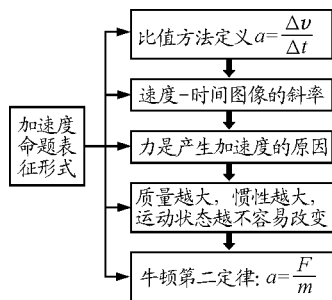


图 7 加速度的命题表征

高中阶段对加速度最初的认识是描述速度变化快慢的物理量,采用比值方法定义概念的命题表征,获得了计算加速度的方法。在匀变速运动一章,用速度-时间图像的斜率表征加速度。在牛顿第一定律中习得力产生加速度的原因和质量越大,惯性越大,运动状态越不容易改变,即加速度越小。最后通过实验

探究得到牛顿第二定律,即加速度的决定因素力和质量,利用数学表达式进行表征.

(3) 利用概念图式建立概念联系

物理概念的表征方式除了命题表征之外,还可以用图示表征方式.若学生将学习过的几个相关的不同级别的概念图式或命题组成一个网络,就形成一个概念图.至于其中的新概念,由于不同概念之间的关系得以明确显示,使新概念的涵义更加丰富,这非常有助于学生运用已知概念来学习新的概念,进而强化了新概念的表征.

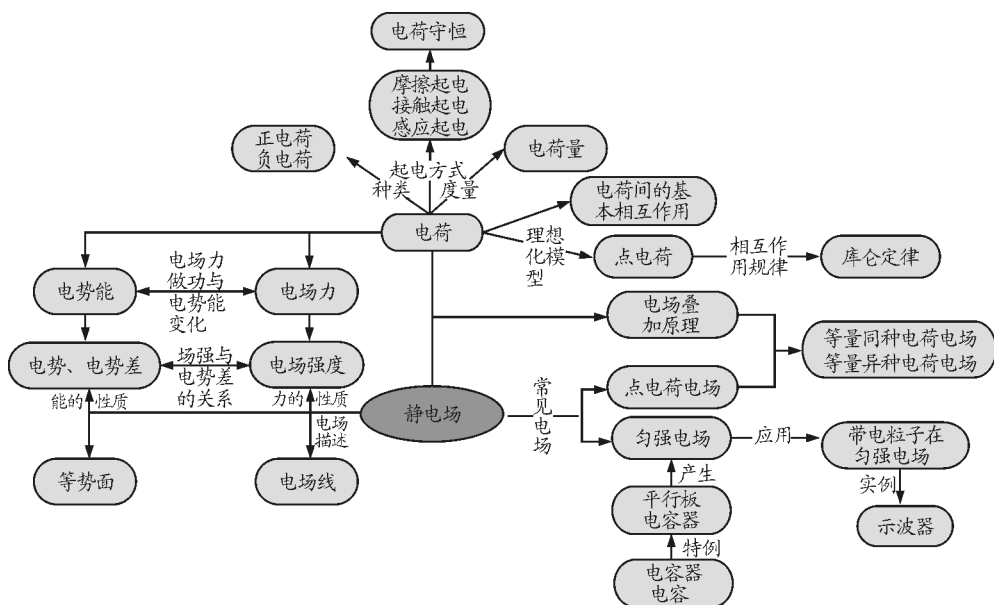


图8 静电场概念图

(4) 通过概念运用优化概念表征

当学生面对新问题情境时,能应用所学的物理新概念进行解决,则物理新概念得到进一步巩固而同化到原有的认知结构中.若面对新问题情境所呈现的物理过程或现象是学生用新概念知识无法解决的,那么学生便会重新审视所学的新概念,且对物理新概念进行再次修正和完善以使认知结构重新达到平衡.在应用物理新概念解决实际问题中,有效地拓展了物理新概念的涵义和外延,也进一步巩固和深化对物理新概念的表征.

比如,学习“机械振动”这一章节时,学生在综合了机械振动的表象表征、命题表征等陈述性知识形成了机械振动的概念图式.教师利用具体的弹簧振子实验让学生对其过程做进一步观察和分析,这一环节就是用习得的机械振动的概念图式对弹簧振子的运动进行同化或顺应,使学生对机械振动的理解得到进一步巩固和深化.明确了机械振动不仅有

因此,学生在学习新概念时,若仅对概念进行孤立、零散的记忆存储,不利于信息的加工和提取.因此,可以有意识地将要学习的关键概念与自己头脑中已有的其他概念进行联系,形成以概念图式或命题相联结的概念图,真正的学习才会发生,知识的建构才能实现.

比如,图8为静电场的概念图式,这个概念图能够清晰地呈现静电场中不同级别概念之间的联系.帮助学生在头脑中形成完整的知识网络体系,有助于信息加工时知识的记忆和提取.

一个平衡位置和具有往复性,而且回复力的作用是机械振动具有往复性的这一本质特征的原因.再对弹簧振子做进一步的研究,学生还能认识到这是机械振动中最简单的运动方式——简谐运动.同时还能获得简谐运动的图示表征即回复力与位移的定量关系,以及描述机械振动相应的位移和时间图像的表象表征,进一步深化机械振动概念图示表征,完善了认知结构.

参考文献

- (美)奥苏贝尔.教育心理学:一种认知观.余星南,宋钧,译.北京:人民教育出版社,1994
- 李婷婷.奥苏贝尔认知同化学习理论在高中物理概念学习中的应用.考试周刊,2009(48):195~196
- 傅雪平.从概念的定义谈概念教学.物理教学探讨,2006(23):17~19
- 郑志湖.高中物理高效课堂教学策略.杭州:浙江科学技术出版社,2013