

情景化实验在物理概念教学中的应用

梁沛林

(深圳市西乡中学 广东 深圳 510102)

(收稿日期:2018-07-05)

摘要:情景化实验指以学生接触概念时第一时间联想到的概念“原型”为起点,设计出的联通“原型”与物理概念之间的实验,根据认知负荷理论(cognitive load theory)^[1],概念的构建应遵守逻辑至简的原则,直接从物理概念的原型出发,设计以概念原型为起点的情景化实验,能帮助学生快速建立从“原型”到概念的逻辑链。

关键词:情景化实验 概念教学 概念原型

1 概念教学的意义及存在的问题

物理概念是物理学的细胞,也是物理观念的主要内容.物理概念的学习涉及建模、推理、论证等科学思维过程,因此概念教学是培养学生的物理核心素养的关键环节.物理概念的建立是从自然事物或现象的感性认识中抽象出事物的本质特征的思维过

程.然而,目前不少教师为了应对高考,不断压缩学生对概念的认知过程,甚至直接以已有的概念为起点,通过公式推导和逻辑推理直接得到新的概念.根据认知负荷理论,“工作记忆的容量是相当有限的,在工作记忆系统内信息的保持时间较为短暂.”^[1]这样建立的概念虽然逻辑上很严密,跟原有的概念系统也能够自洽,但从已知的概念推导新概念的逻

热敏电阻的热和电阻之间的关系,要通过改变什么的不同?(热的不同),热在物理上指的是?(温度).

实验演示过程:如图9所示,现同时用不同的温度对3个热敏电阻进行加热,可以观察到,装置1置于常温中时,风扇不会转动,装置2用火焰的内焰加热时,风扇开始转动了,装置3用火焰的外焰加热时,风扇开始转动了,并且风扇转动得比装置2更快.

引导学生把“热敏风车装置”与“无线同屏器”组合起来——“无线同屏温度传感器”,如图10所示.用温度传感器测热敏电阻的阻值,用万用表测热敏电阻的温度,记录数据,总结.

效果分析:设计3台热敏风车装置,用不同的温度去加热,形成鲜明的对比,可以明显地看到3个风扇的转速不同,控制了实验变量只有温度一个;用类比法,很好地将旧知识迁移到了新知识上;万用表和热传感器显示屏上的数值可以直接看出热敏电阻随温度的变化情况;用实验数据总结得出结论,而不是硬生生地让学生死记硬背.

程.然而,目前不少教师为了应对高考,不断压缩学生对概念的认知过程,甚至直接以已有的概念为起点,通过公式推导和逻辑推理直接得到新的概念.根据认知负荷理论,“工作记忆的容量是相当有限的,在工作记忆系统内信息的保持时间较为短暂.”^[1]这样建立的概念虽然逻辑上很严密,跟原有的概念系统也能够自洽,但从已知的概念推导新概念的逻

4 总结

通过课堂优化,实验拓展设计及“无线同屏传感器”的优越性,让学生了解非电学量转化为电学量的技术意义.在刚学了光敏电阻特性的基础上,利用“自制热敏风扇装置”,引导学生用类比光敏电阻的方法对热敏电阻的特性进行实验探究,这样的设计力求做到环环相扣,突破教学重难点,大大提升教学效果,同时期望培养学生的探究能力,努力做到以培养学生的核心素养为目标.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中课程方案(2017年版).北京:人民教育出版社,2018
- 2 彭征.人教版普通高中物理课程标准实验教科书选修3-2的编写思想.中学物理教学参考,2007(6):5~7
- 3 杨喜军.拨云望月有奇效优化体验是精品——取生活素材促物理实验改进的策略研究.物理教师,2017(1):36~38
- 4 张大昌.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-2.北京:人民教育出版社,2010.52~54

辑链往往太长,加上缺乏感性材料的支撑,这样建立的概念显得晦涩难懂.例如介绍圆周运动的角速度时,不少教师直接告诉学生公式 $\omega = \frac{v}{r}$,再通过几何关系证明其物理关系自洽.学生只知道角速度的运算方式,至于为什么有这个概念,这个概念有什么物理意义则非常模糊.加上并非直接建立在感性认识的基础上,逻辑链太长,很容易就被遗忘.

另一个极端就是通过大量的现象列举代替物理实验,让学生通过列举的现象中直接抽象出物理概念.由于定性体验不足,学生往往只能看到事物的表象,无法准确理解概念.亚里士多德就是通过生活中的大量现象和经验总结得到“力是物体运动的原因”这个错误的结论.由于缺乏定性或定量的实验的体验,学生很难自主从现象中抽象出概念的准确特征.

2 物理概念的构建

2.1 物理概念的构建的起点——概念原型

人们听到一个概念的时候往往在大脑中形成的并不是概念的全部特征,而是某个最能代表概念的典型的事物或情景,我们称之为概念的原型^[2].每个人对同一个概念的感觉不一样,其原型也会有差异.当听到某个概念时,概念的原型就像一幅生动的画展现在脑海中,人们再根据原型的特征来描述、界定和分辨概念.

例如听到水果这个概念时,人们脑海中出现的可能是一个红彤彤的苹果,也可能是一把香蕉或者甘甜的西瓜.如果没有经过专门的训练,根据原型提取出的概念的特征往往是不准确的或者是以偏概全的.例如以苹果为原型,那么可能把水果的特征描述为:红色的或者绿色的、长在树上、有籽、果肉甜的……显然,不经过加工地用某种特定水果的特征建立的水果概念是不准确的.但是在这些特征的基础上经过抽象、概括和总结便能够得到水果的概念,而头脑中第一时间浮现出的苹果、香蕉或西瓜等就是水果这一概念的“概念原型”.

物理概念也同样具有生活中的原型,听到平抛运动这个概念时,人们头脑中会出现物体抛出的情景(这个情景可能是抛出去的篮球,也可能是被风吹

落的树叶……),然后再通过这些生动的情景(原型)理解和判断平抛运动的特征.因此物理概念的“原型”就是这个生活中的典型事物或者情景,而概念教学的任务是带领学生重现从物理原型出发,经过理性分析和探究实验抽象出概念的本质特性的过程(图1).概念的原型是相对稳定且形象的,不需要有意识地记忆,这能够大大地缩短概念建立的逻辑链,从而降低认知负荷,提高学习效率.



图1 概念教学过程

2.2 链接概念原型和物理概念的阶梯——情景化实验

概念原型往往是情景化的,就像一幅幅生动的画面挂在学生脑海中.如何利用这些情景化的画面帮助学生建立概念呢?显然,留给学生自己归纳是行不通的.以学习平抛运动的概念为例,学生能够从平抛运动的原型中自主归纳出平抛运动的轨迹的大概形状,但学生是很难定量地研究平抛运动的运动特征的.由于缺乏定性的体验,学生根据生活经验很容易归纳出“物体抛出速度越大,飞行时间越长”的错误结论.我们需要给学生引导,就像给他们一把梯子,从原型(情景)出发通往概念特征,这把梯子就是情景化实验.

情景化实验就是从生活中的概念原型出发,通过设计物理实验,把原型中的本质特征显化,并通过定性或定量的方式研究概念的关键属性,从而帮助学生理解概念.情景化实验首先要找到对象概念在大多数学生头脑中的原型(情景),以平抛运动为例,学生听到平抛运动这一概念,往往会想到抛出去的篮球,这是他们常常见到的情景,在头脑中印象深刻.平抛出去的篮球就是平抛运动情景化实验的一个很好的实验载体.通过设计平抛运动与水平方向的匀速直线运动、平抛运动与竖直方向的自由落体运动两组对照实验研究平抛运动的关键特征,再根

据总结出的平抛运动的特征检验其他平抛运动是否具有同样的特性.此时可以从篮球平抛抽象到钢珠平抛,经过定量实验进一步完善平抛运动的概念及特性.

抽象概念同样有其原型,只是这个原型可能是另一个概念,或者是根据概念描述而形成的一个情景.例如矢量,其在学生头脑中的概念原型为力.学生往往通过力的特征来界定矢量的,例如力满足平行四边形法则,所以矢量应该满足平行四边形法则,矢量的运算法则也可以通过力的运算作为切入点,设计实验对矢量的运算特征进行研究.

因此一般的物理概念构建方式如图2所示,从学生熟悉的物理情景或者物理现象出发,通过情景化实验帮助学生从定性和定量两方面了解概念的特征,从而建立物理概念.然后再利用物理概念检验概念范畴中的其他对象,从而完善概念的内涵和外延.

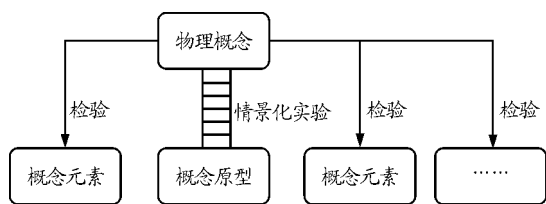


图2 物理概念构建方式

3 基于情景化实验的概念教学的启发和建议

学生在理解物理概念时,常常是从情景出发的,而教师往往从理性出发帮助学生建立物理概念,这样的教学效率是不高.加上公式推导和逻辑分析过程无形中增加了学生的认知负荷,造成许多学生感觉到物理难学.

情景化实验是在日常教学中总结出的有效的概念教学手段,具体就是从生活中的概念原型出发,通过设计物理实验,把原型中的本质特征显化,并通过定性或定量的方式研究概念的关键属性,从而帮助学生理解概念.实际上不少物理教师也会无意中使情景化的物理实验进行教学.例如讲惯性这一概念时,不少教师都会使用汽车运动时突然刹车,乘客会向前倒,这一情景来帮助学生理解惯性.实际上这就是一个情景化实验.情景化实验在概念教学中应

用非常广泛,而且效果显著.下列是教学中总结出的一些情景化实验的教学建议.

(1) 情景化实验必须取材于学生生活中熟悉的事物或情景,方便学生代入情景中,建立清晰的情景画面.例如力的合成可以选取晾衣服、推桌子、用水桶提水等.

(2) 情景化实验的内容应有针对性,尤其是针对学生常见的错误的物理前概念进行设计.例如平抛运动中,由于生活中的抛体运动大多数是斜抛运动,于是学生头脑中会形成“抛出速度越大,物体飞行时间越长”的前概念.在设计情景化实验时必须有针对性地转化物理前概念,可以设计两个小球在同等高度同时出发,一个做平抛运动,另一个做自由落体,让学生从实验观察中发现不管平抛的小球抛出速度多大,其落地时间跟自由落体的时间是相同的.从而通过情景化实验转变物理前概念.

(3) 情景化实验应该以定性实验为主,兼顾定量实验.定性实验是学生建立正确物理观念的核心环节,也是学生界定概念的有效手段.定性实验往往结果明显,而且不需要进行繁琐的数据处理,能够大大地降低认知负荷,更容易被学生接受.但是遇到概念的关键性特征,单从定性判断是不够的,需要定量实验介入.以反作用力为例,学生对作用力和反作用力的等大、反向和同步等特性是有感官基础的,但是是否严格相等却是不清楚的,这时候可以通过DIS(数字化信息)实验,通过传感器实时监测作用力和反作用力的大小方向等关系从而建立清晰的且正确的作用力和反作用力关系.

(4) 情景化实验的过程应该简洁且现象明显.情景化实验的目的是为了让学生在概念原型的基础上直接建立概念,缩短逻辑链从而降低认知负荷.如果实验本身逻辑复杂且过程繁琐,那情景化实验的价值便会大打折扣.

参考文献

- 1 Baddeley, A. D. Working memory. *Science*, 1992, 255 (5 044): 556 ~ 559
- 2 李荣党,何红华,白红艳,等.高中物理概念教学方法策略与案例研究.广州:广东高等教育出版社,2016