



# 创设先行组织者 突破教学疑难点<sup>\*</sup>

汤家合

(南京师范大学附属扬子中学 江苏 南京 210048)

(收稿日期:2018-07-03)

**摘要:**物理教学中疑难点的广泛存在,导致了高中物理难学.造成疑难的主要原因是学生难以在新旧知识之间建立有效的联系,若能在新知识学习之前,提供对新旧知识起桥梁作用的材料,即“先行组织者”,则能很好地帮助学生学习.在分析高中物理学习中疑难点成因的基础上,给出了创设“先行组织者”的几个策略和原则.

**关键词:**先行组织者 物理疑难点 创设策略 基本原则

## 1 问题的提出

所谓疑难点,是指那些让学生觉得抽象、复杂、不易理解和应用的内容.教学实践表明,高中物理学习中疑难点形成的原因主要有三:一是源于新知识本身,它可能是学生较陌生的内容,且较为抽象和复杂,学生原有的经验系统中缺少对应的上位知识对其进行同化;二是源于旧知识本身,即新知识学生较为熟悉,经验系统中有对应的内容,但原有的认知不牢固、理解不深刻,没法成为新知识的牢固附着点;三是源于教师的教学,即由于教师教法不当、媒体使用不适、课堂组织混乱、讲解不够清晰,或是目标不够明确、重点不够突出等原因,造成学生理解新知识困难.无论哪种原因,学习中的疑难点都表现为学生难以在新旧知识之间建立有效的联系.

奥苏伯尔认为,有意义学习必须以学习者原有的认知结构为基础,没有一定知识基础的意义学习是不存在的.影响认知结构对新知识获得和保持的变量有三:(1)认知结构中对新知识起固定作用的旧知识的可利用性;(2)新知识与同化它的原有旧知识之间的可辨别程度;(3)认知结构中起固定作用的旧知识的稳定性和清晰程度.为提高学习效果,发挥认知结构中3个变量在新知识学习中的积极作

用,促进学习的有效迁移,奥苏伯尔提出了“先行组织者”的教学策略,这种策略也是促进学习迁移的一种有效策略.所谓“先行组织者”就是在向学生传授新知识之前,给学生呈现一个短暂的具有概括性和引导性的说明.其目的在于为新知识的学习提供可利用的固定点,为说明新旧知识间的本质区别,增强新旧知识之间的可辨别性.

因此,教师若能帮学生架设起新旧知识间的“桥梁”,使旧知识成为固定新知识的“锚”,即教学中能合理创设“先行组织者”,则可以为新知识的学习和理解做好铺垫,提供支架,降低难度,是突破高中物理教学中疑难点的有效方法.

## 2 “先行组织者”的创设策略

### 2.1 用游戏创设“先行组织者”

好动是年青人的天性,课堂教学中若能设计一些让学生亲身参与的游戏,使学生在游戏中领悟现实、发现思路、习得新知,则可以使教学过程生动活泼,有利于学生主动性的发挥,能使他们在掌握知识的过程中克服困难、建构知识.

例如,在学习“机械波的形成”时,笔者挑选了班里身高基本相当的14位同学,在教室前面排成一排,面向其他同学.从左边的第一位同学开始,周期

<sup>\*</sup> 江苏省教育科学“十二五”规划重点自筹课题“用PCK理论优化高中物理难点内容教学的研究”研究成果,课题编号:B-b/2015/02/070;江苏省教育科学“十三五”规划重点资助课题“PCK视域下高中物理核心内容教学优化的研究”研究成果,课题编号:B-a/2018/02/12

性地下蹲、起立。第二位同学、第三位同学……重复他的动作,只是后边的一位同学比前边的一位同学稍迟一点点。这样就会看到凹凸相间的“波”沿着队伍传播开来,而每位同学都未平移。通过这个游戏,学生在兴趣盎然、欢声笑语中理解了波的形成和传播规律,学习也变得轻松有趣。

## 2.2 用故事创设“先行组织者”

教学中,教师可以选取与新知识相关的生活化故事,将抽象、复杂、难懂的新知识与学生原有的经验系统联系起来,使之变得具体、简单、易懂。这种用讲故事的方式设计“先行组织者”,不仅为新知识的学习提供了“桥梁”,而且也是学生喜欢的一种形式。

例如,在学习“机械波的传播”时笔者讲了这样一个故事:“老师小时候在乡下,玩耍时不小心把足球踢到了池塘里,我们就在岸边拍水,激起的水波一圈一圈地转向足球并穿过足球传向对岸。我们当时就是不明白,为什么足球不会‘随波逐流’到对岸呢?”学生听了这个故事后深受启发,也讲了一个假想的故事:“若我在水库里划船,不小心掉到水里,又不会游泳,就在水里瞎扑腾,水波离我而去,我也能‘随波逐流’到达岸边。若如是,每年暑期还要那么多游泳培训班干吗?”这两个故事都有效地连接了学生的生活经验和本节要学习的新知识,很容易使学生理解介质中的各点并不随波的传播而迁移的规律。

## 2.3 用实验创设“先行组织者”

物理是以观察和实验为基础、概念和规律为依据、数学和推理为工具,逻辑体系严密的学科。实验和观察也是理解新知识的基础,已故苏州大学物理教育家朱正元教授说过“千言万语说不清,一看实验就分明。”所以,实验也是创设“先行组织者”的一种有效方式。

例如,在进行“牛顿第三定律”的学习时,教师可以先行组织以下几组演示实验:(1)把一只容积约250 mL的空矿泉水瓶底部钻一小孔,向空瓶内注入约5 mL的纯酒精,摇匀,置于铁架台制成的发射台上;把从废弃煤气灶上拆下的电子打火机对准矿泉水瓶底部的小孔;启动电子打火装置,空瓶被发射出约2~3 m的高度;(2)打开固定在可乐瓶上的小电扇,空可乐瓶升了起来;(3)薄板下排放几个试

管,让玩具电动小车在薄板上运动,薄板后退;(4)把挂在弹簧测力计下的重物没入水中,弹簧测力计的示数变小;(5)通电导体棒在磁场中受力,悬线倾斜。教师再组织学生列举生活实例:人提水桶,人和水桶之间发生了相互作用;用手压尺子,尺子变弯,同时手也有变形;穿着旱冰鞋推墙,自己往后退,说明人用力推墙,自己也受墙的力;吹气球,松手后气球飞走,说明气球把气体压出来时,气体也给气球作用力;磁铁和磁铁靠得比较近时,会相互靠拢,说明磁铁的作用也是相互的;地球吸引苹果,苹果往下落,苹果应该也吸引地球,不过可能力太小,而地球质量太大了,所以地球不动。学生从这些实例中,通过思维的加工、分析、归纳,最后总结出适合自己记忆、理解的规律,这符合学生的认知规律,体现了“以物悟理”的学习方法。

## 2.4 用体验创设“先行组织者”

教师还可以把学生的体验作为“先行组织者”,从物理在实际生活中的应用入手进行说明和引导。这样做既可以让学生体会到学习的重要性,有助于学生用所学的知识解决实际问题,又能促进学生创新思维和能力的发展。

比如,在进行“力矩”概念的教学时,笔者给每位同学发一根橡皮筋,组织学生进行体验。体验一,要求每位同学沿相同方向(比如水平方向),用大小相同的力(使橡皮筋的伸长量相同),在笔上不同的点用橡皮筋拉被另一只手轻按在纸上的钢笔,观察在哪一点用力容易使笔尖在纸上滑动?体验二,在笔上同一作用点,用相同大小的力,沿不同方向拉橡皮筋,观察沿哪个方向用力容易使笔尖滑动?在体验的基础上,再组织讨论,得出力的转动效果与力的大小和力臂的大小有关。虽然体验的结果和学生已有的经验判断相一致,但这对学生从司空见惯的现象提出富有思考性的问题,从而激发学生的好奇心,促使学生带着问题开展小组讨论与交流,对所见的日常现象进行理论提升,更加深刻地理解所学内容,都起到很好的作用。

## 2.5 用史料创设“先行组织者”

培根曾说过:“读史使人明智,读诗使人灵秀,数学使人周密,物理使人深刻,伦理使人庄重,逻辑与

修辞使人善辩。”在物理及人类科技史上,在许多方面都曾经有过“火热的思考”,正是这些思考,给人类认识世界留下了宝贵的思想方法.教师如果能将这些内容介绍给学生,将在新知识的学习、学生思维能力的培养等方面起到很好的效果.

例如,在学习“匀变速直线运动的位移”一节时,由于学生对微积分的思想比较陌生,这时笔者将一张报纸先对折两次,用剪刀从直角边剪出一个等腰直角三角形,然后打开,观察图形为正方形;再恢复为原来的等腰直角三角形,将此三角形对折后从边缘再剪一刀,打开后为正八边形,……如此下去,打开的图形逐渐接近于圆形,也就是说直线逐渐向曲线过渡.之后,再向学生讲解这是我国三国时期数学家刘徽为计算圆的周长而使用的方法,他在《九章算术》一书中说道:“割之弥细,所失弥少,割之又割以至于不可割,则与圆合体而无所失矣”,这是“以直代曲”的思想方法.曲和直本来是相互对立的两种事物,但在无限次的分割之后,则可以以直线代替曲线,这说明相互对立的事物在一定的条件下也可以相互统一.教学中介绍我国古代数学家的思想,不仅为解决新问题打下了基础,也很好地培养了学生的民族自豪感,激发了学生的爱国热情,有效地落实了“情感、态度与价值观”的教学目标.

## 2.6 用类比创设“先行组织者”

当要学习的新知识与学生的经验系统中的某些内容有相似之处时,即学生的认知结构中已经具有了同化新知识的适当观念时,这时如果将这些已习得的内容作为“先行组织者”加以呈现,并与要学习的新材料加以比较或类比,则学习的方式不仅显得自然、和谐,并且往往这种学习还带有一定的深刻性.

例如,可以用类比法形成“电容”的概念.(1)类比:将电容器与柱形水容器进行类比;电荷量 $Q$ 类比于水的体积 $V$ ,电势差 $U$ 类比于水的深度 $h$ ;对于同一电容器, $U$ 越大, $Q$ 越大,对于同一柱形水容器, $h$ 越大, $V$ 越大.(2)猜测:对于给定的柱形水容器而言, $V$ 与 $h$ 的比值为常量;对于一个给定的电容器而言, $Q$ 与 $U$ 的比值也应该是一个常量.(3)实验:用放电法实验,得出 $Q \propto U$ ,即 $Q$ 与 $U$ 的比值为常量.(4)

结论:定义 $S = \frac{V}{h}$ ,即柱形水容器的截面积表示了柱

形容器容水的能力;定义 $C = \frac{Q}{U}$ 表示了电容器容纳电荷的本领.(5)延伸:无论水容器是否装入水,给定的容器横截面积都不变;电容器无论是否带电其电容都不发生变化,对于给定电容器,其电容应由电容器本身结构决定.物理教学中,可以广泛地使用类比的方法创设“先行组织者”,比如可以把库仑定律与万有引力定律、电场与重力场、磁场与电场、电流与水流、核外电子的运动和天体的运动等进行类比.

## 2.7 用设问创设“先行组织者”

没有问题就没有思考,没有思考也就没有学习.在学习新知识之前,通过低起点、小台阶、循序渐进、逐步深入、极富逻辑性的系列设问,不仅可以引发学生的思考,还可以让学生从熟悉的知识出发,逐步理解新知识,使设问变成新旧知识间的“桥梁”.

例如,为使学生理解“回旋加速器”的原理,教师可设计以下系列问题,(1)怎样使带电粒子获得 $10^9$  eV以上的能量? 学生:对粒子进行加速;(2)用电场还是磁场? 学生:电场;(3)用电场一次加速可以吗? 学生:原理上可以,但技术上不行,因为这样的电场会很大而把空间击穿;(4)采用多次直线加速可以吗? 学生:可以,但这样会使空间范围很大;(5)能不能想办法把空间范围缩小一些? 学生:可利用磁场,因为带电粒子在磁场中做偏转运动可缩小空间;(6)怎样实现这一目的呢? 学生:将电场和磁场结合起来使用;(7)那么怎样结合呢? ……这样,通过一系列穷追不舍的问题,把学生引导到新知识学习的目标上,也理解了回旋加速器的原理.

## 2.8 用生活实例创设“先行组织者”

物理源于生活中一些司空见惯的现象,对这些现象的正确解读,形成了科学观念.教学中可以选择一些和新知识高度关联的生活实例,帮助学生建构和理解新知识.这也体现了“从生活走向物理,从物理走向社会”的新课程理念.

例如,在“加速度”概念的教学中,教师播放一组视频并提供相应的数据:(1)万吨货轮起航,10 s内速度增加到0.2 m/s;(2)火箭发射时,10 s内速

度增加到 100 m/s; (3) 以 8 m/s 的速度飞行的蜻蜓, 能在 0.7 s 内停下来; (4) 以 8 m/s 的速度行驶的汽车, 急刹车时能在 2.5 s 内停下来. 请同学就此思考: 各物体都在做直线运动, 其运动的速度都在发生变化, 但速度变化的快慢不同, 你打算怎样比较速度随时间变化的快慢呢? 有的在加速, 有的在减速, 你打算怎样表示加速和减速呢? 通过这组生活实例, 不仅引起了学生的探究兴趣, 也使加速度概念来的自然而鲜活, 同时也培养了学生的分析归纳能力.

## 2.9 用认知冲突创设“先行组织者”

以学生的认知冲突为“先行组织者”, 其主要是从学生新、旧知识的联系点出发, 设置一些按照学生已有认知结构可能会出错的问题情境, 促使学生产生疑问, 引导学生学习并建立新的认知结构.

例如, 在“光的全反射”的教学中, 可以先组织以下教学事件供学生讨论. 教学事件(1): 光从某种介质射入空气, 当入射角  $\theta_1 = 30^\circ$  时, 折射角  $\theta_2 = 60^\circ$ , 则该介质的折射率  $n$  为多少? 当入射角  $\theta_1 = 60^\circ$ , 折射角  $\theta_2$  是多少? 教学事件(2): 出示弯曲的光导纤维管, 用激光从其一端射入, 发现光从另一端射出, 无论怎样弯曲纤维管激光总能从另一端射出. 探究始于问题, 问题源于质疑, 质疑往往出现在新、旧认知发生冲突之时. 在事件(1)中学生求出  $n = \sqrt{3}$ ,  $\sin \theta_2 = 1.5 > 1$ , 出现了和数学常识相悖的情况; 事件(2)中的实验结果则与学生已形成的光的直线传播的生活经验相悖. 这些都让学生大为不解, 引发了认知冲突, 激起了探究欲.

## 3 创设“先行组织者”应遵循的原则

### 3.1 易接受原则

创设“先行组织者”的目的是为了帮助学生理解新知识, 如果“先行组织者”对学生来说是很陌生的内容, 甚至比新知识更难以理解, 则会人为增加学习的难度. 所以, 创设“先行组织者”时必须考虑到学生的可接受性, 要在充分了解学生的学习基础和已经具备的经验后进行设计, 让学生在轻松了解和接受“先行组织者”后, 再有效地学习新内容.

### 3.2 联结性原则

“先行组织者”在学生学习中应起到承前启后

的作用, 是为了使旧知识能成为新知识学习的“锚”, 不能仅为了教学的好看与新奇而随意创设, 使教学偏离目标. 教学中既要研究学生, 研究学生的知识基础、思维方式、认知风格, 做到以学定教; 也要研究教材, 研究教材对应的课标要求、知识组织顺序、重点和难点, 做到大胆调整与取舍. 并依据以上两方面的分析来设计适合大多数学生的“先行组织者”.

### 3.3 逻辑性原则

“先行组织者”的效果如何, 还与其设计的逻辑性有很大的关系. 如果“先行组织者”内容组织的逻辑性较强, 则学习者易于从中受益; 反之, 不但不能促进有时甚至还会阻碍学生的学习. 若能把“先行组织者”按合理的呈现顺序进行递进性的设计, 那就可以产生环环相扣、层层推进的效果. 这样的“先行组织者”可以引发学生的兴趣, 提高学生参与的积极性, 将会对新知识的学习产生明显地促进作用.

### 3.4 组合性原则

“先行组织者”的呈现对学生的起到了导向作用, 有助于实现“为迁移而教”的目标, 同时也引发了学生的探究欲和好奇心. 在教学中, 教师应根据教学需要, 不失时机地采用不同的策略创设“先行组织者”, 或多种策略一起使用, 以取得最佳的教学效果. 具体教学中选择何种策略为宜, 应根据学生的情况、新知识的特点和教师拥有的资源等情况来做决定.

### 3.5 合理性原则

“先行组织者”的创设一定要合理, 不能为了创设而创设, 甚至牵强附会地创设, 以至于给新知识的理解带来许多歧义. 教师要研究“先行组织者”和新知识之间的相似性并对其进行合理性分析, 在两者之间进行合理对比和科学迁移, 并辅以适当地讲解和正误的辨析, 从而对新知识能有科学全面的理解.

### 3.6 启发性原则

“先行组织者”的创设要有启发性, 要在“先行组织者”和新知识之间保持适当的“难度距离”, 使之处于新知识的“最近发展区”内, 这样学生就很容易受“先行组织者”的启发而理解新知识. “先行组织者”的呈现也要讲究时机, 要在学生“心里想求通而又未通, 想说又不知道怎么说”的时候适时给出最为合适.

(下转第 125 页)

表2 电阻测量的相关量

电阻测量档 / $\Omega$	最小单位 / $\Omega$	仪器显示值 / $\Omega$	$\Delta_{\text{仪}, R}$ 的计算公式 / $\Omega$	$\Delta_{\text{仪}, R} / \Omega$	测量值 / $\Omega$
200	0.1	99.8	读数 $\times 0.8\% + 5 \times 0.1$	1	$100 \pm 1$
2k	1	1.504k	读数 $\times 0.8\% + 3 \times 1$	0.02k	$(1.50 \pm 0.02)\text{k}$
20k	10	5.99k	读数 $\times 0.8\% + 3 \times 10$	0.08k	$(5.99 \pm 0.08)\text{k}$

数字仪表的仪器误差限有以下两种表示形式(以数字万用表电压测量为例)

$$\Delta_{\text{仪}} = \alpha\%U_x + b\%U_m$$

$$\Delta_{\text{仪}} = \alpha\%U_x + n$$

式中,  $\alpha$  是误差的相对项系数, 即数字仪表的准确度等级;  $b$  是误差的绝对项系数 ( $\alpha, b, n$  由仪器说明书给出);  $U_x$  是测量指示值;  $U_m$  是满刻度值;  $n$  代表仪器固定项误差, 是最小量化单位的整数倍, 只取数字 1, 2,  $\dots$ .

数字式仪表显示值位数多于测量值, 示值末位不一定为误差位, 仪器经计算后的常高于最小量化单位. 这与指针式仪表不同.

### 3 结束语

对于刻度连续变化仪表测量值的读数要准确读到分度值, 估读位由  $\Delta_{\text{仪}}$  决定,  $\Delta_{\text{仪}} \leq$  仪器分度值; 对于非连续变化仪表测量值, 仪器示值无法估读, 估读位由经计算后  $\Delta_{\text{仪}}$  决定,  $\Delta_{\text{仪}} \geq$  最小量化单位. 即仪器示值与测量值有区别.

这是由仪器的灵敏阈引起的. 仪器的灵敏阈是指足以引起仪器示值可察觉到变化的被测量的最小

(上接第 111 页)

### 4 结束语

“先行组织者”之组织者可以分为陈述性组织者和比较性组织者两种. 陈述性组织者的作用在于为新知识的学习提供适当的、起固定作用的旧知识, 提高有关旧知识的可利用性, 比如前述的“游戏策略”“故事策略”“实验策略”“体验策略”“生活实例策略”等. 比较性组织者的作用在于比较新旧知识的区别与联系, 增强似是而非的新旧知识间的可辨别性, 比如前述的“史料策略”“类比策略”“设问策略”“认知冲突策略”等. 不管哪种策略, 只要“先行组织者”设置合理、使用适切, 都能有利于保持学习

变化量值. 被侧量改变小于这个阈值, 仪器没有反映, 一般说来数字仪表最末一位数所代表的量, 就是仪表的灵敏阈. 对于指针式仪表, 一般认为人能感觉到的最小改变量是 0.2 分度值, 所以把 0.2 分度值所代表的量作为指针式仪器的灵敏阈. 灵敏阈越小, 说明仪器的灵敏度越高. 仪器的灵敏阈与仪器的示值误差有一定关系, 一般说来, 仪器的灵敏阈小于示值误差, 而示值误差限应小于仪器的最小分度值.

所以读数时, 先搞清仪器类型, 准确记录仪器级别、仪器误差和仪器误差计算公式, 准确读数, 有利于测量结果的计算和不确定度的评定.

### 参考文献

- 1 杨述武. 普通物理实验. 北京: 高等教育出版社, 2000
- 2 江美福, 方建兴. 大学物理实验教程. 北京: 科学教育出版社, 2009
- 3 周殿清. 基础物理实验. 北京: 科学教育出版社, 2009
- 4 张书敏. 普通物理实验. 北京: 科学出版社, 2011
- 5 刘惠莲. 大学物理实验. 北京: 科学出版社, 2013
- 6 王青狮. 大学物理实验学. 北京: 科学出版社, 2011
- 7 施家添. 万用表电阻档测量误差分析. 广西物理, 2002, 23(4): 42 ~ 44
- 8 孔繁荣. 万用表电阻的误差估计. 工业计量, 1994(4): 37 ~ 38

的迁移, 达到举一反三的效果, 为提高物理教学的有效性, 突破教学疑难点提供很好的保障.

### 参考文献

- 1 宋文评. 运用先行组织者化解化学教学难点. 中学化学教学参考, 2004(4): 19 ~ 20
- 2 马亚鹏. “司南版”《物理 3-1》中的“先行组织者”设计研究. 中学物理教学参考, 2014(5): 12 ~ 15
- 3 黄文俊. “先行组织者”教学策略下的高中物理教学案例研究. 物理教师, 2016(4): 13 ~ 17
- 4 冯忠良, 伍新春, 姚梅林, 等. 教育心理学. 北京: 人民教育出版社, 2010. 120
- 5 汤家合. 一节匀变速直线运动课的探究式教学设计. 物理通报, 2011(05): 52 ~ 54, 69