



基于学科现象有效表征的学科认知策略

唐 洋

(上海市南洋模范中学 上海 200032)

(收稿日期:2022-01-05)

摘要:考量学科教学是否具有探究性的教学属性,关注与辨析其教学行为是否承载较为鲜明的“对学科认知行为由来进行具有学科认知意义的审视与解析”是十分重要的考量指标。为此,思辨与明晰认知学科问题或构建学科知识的认知思路或认知行为是如何形成的,是学科教学或学科教研必须正视的问题。结合对物理学科认知案例的分析,就基于学科现象有效表征的学科认知策略这一学科认知问题进行阐述,由此形成的教研观点对有效提升学科教学的有效性具有一定的借鉴价值。

关键词:学科现象 现象元素 现象特征 认知策略

1 物理学科现象及其表征

由物理学科所承载的学科认知意义可知,物理学科知识是人们对物理学科现象(即是什么)以及物理学科现象的成因(即为什么)以及物理学科现象所遵循的规律或物理学科现象所具有的属性或特征(即怎么样)所进行的概括性表述。比如说,“机械运动”学科知识是对千姿百态运动现象的概括性表述,而“变速直线运动”或“匀加速直线运动”学科知识则是对运动现象的某一特征所进行的表述;“速度”或“加速度”学科知识表征的是运动现象所具有的运动快慢或运动快慢变化的属性。再比如,“电磁感应现象”学科知识,即 $\Delta\Phi \rightarrow I_{\text{感}}$,是对磁生电学科现象成因的表述,而“楞次定律”与“法拉第电磁感应定律”学科知识则是对磁生电学科现象的学科属性的表征。

综观物理学科知识体系的建构,不难发现,物理学科知识可以被分为对学科现象进行描述类学科知识、表征学科现象的属性或特征类学科知识以及表征学科现象的规律或成因类学科知识。对学科知识进行以上的分类,能使我们对学科知识的学科意义有更为深刻的认识。

物理学科认知实践表明,对物理学科现象进行有效的表征是认知物理学科问题或是构建物理学科知识不可缺失的前提条件或首要环节。因为,这一认知环节对“生成物理学科问题、形成具有学科认知意

义的猜想或假设以及物理实验的设计”等物理学科认知行为具有举足轻重的影响。也就是说,以上认知行为的由来都离不开“对物理学科现象的构成元素及其具有的相互关系”的审视与辨析。

仔细思辨物理学科现象不难发现,物理学科现象通常是由若干个现象元素,并以一定的相互作用关系而构成。其中的现象元素指的是构成学科现象的基本对象,且每一现象元素都有其自身的一些属性。比如,构成单摆学科现象的现象元素为满足一定条件的小球与细绳,而现象元素间的相互作用关系表现为“小球通过细绳被悬挂以及偏离平衡位置一定距离后被释放”,由此呈现出的学科现象为具有固定悬点的小球围绕平衡位置做往返运动。再比如,牛顿第一定律所解析的学科现象主要由物体及其所处的运动环境等现象元素所构成,其现象元素的相互关系表现为运动环境以一定的方式作用于物体,其学科现象表现为不同的运动环境会对物体的运动产生不同的影响。

物理学科教学实践表明,能有效梳理出构成学科现象的现象元素以及能有效辨析出现象元素间所存在的依存关系,或现象元素间所表现出的相互作用关系,是有效感知或表征物理学科现象的重要考量指标。此外,对物理学科现象进行有效的表征还应表现在,能梳理并能表征出物理学科现象所具有的主要现象特征或学科现象所具有的学科属性。比如,单摆学科现象的主要现象特征表现为围绕平衡位置

做往复运动,其运动属性为变速曲线运动.再比如,牛顿第一定律学科现象的现象特征表现为不同的运动环境会对物体的运动产生不同的影响,其中的运动环境通常是以力的形式与物体发生相互作用.这种对物理学学科现象的现象特征及其属性的有效把握与表征是形成解析问题思路的重要认知切入点,而审视与梳理出构成物理学学科现象的现象元素所具有的属性以及辨析出物理学学科现象元素间所具有的因果关系,则是有效把握与表征物理学学科现象的现象特征及其属性不可缺失的认知环节.

2 基于物理学学科现象表征的学科认知策略

2.1 关于生成具有学科认知意义的学科问题的学科认知策略

面对物理学学科现象作出具有学科认知意义的认知反应,是实现物理学学科认知的重要前提,或者说,是物理学学科认知必须经历的重要环节.而这种认知反应的表征形式即为物理问题,也就是说,物理学学科的认知源于面对物理学学科现象所形成的认知疑惑,其中的认知疑惑主要包括:为什么会出这样的物理学学科现象?该物理学学科现象遵循怎么样的规律,或者说,该物理学学科现象具有怎么样的属性或特征.

比如,面对单摆这一学科现象,若从“为什么”的认知视角去思辨,就会形成“由摆球、细线组成的单摆,在偏离其平衡位置的某点释放时,为什么会做往复运动”的认知疑惑,而若从“怎么样”的认知视角去审视,就会形成“由摆球、细线组成的单摆,在偏离其平衡位置的某点释放时,其运动遵循怎样的规律”,或“由摆球、细线组成的单摆,在偏离其平衡位置的某点释放时即会做往复运动,那么这样的运动具有哪些运动属性,我们应该如何来表述其具有的运动属性”这样的认知疑惑.不难看出,以上学科问题是针对单摆学科现象从其成因或其所遵循的规律或其所具有的属性等视角提出的认知异议.而在经历一定的学科认知后,由此即可形成“回复力、简谐运动以及周期公式”等基于单摆学科现象的学科知识.由此可见,面对物理学学科现象从其现象的成因或现象所遵循的规律或现象所具有的属性等视角提出认知异议是生成物理学学科问题的认知切入点.

综观物理学学科的发展不难发现,有效梳理与认

知物理学学科问题的形成机理及其具有的认知属性,能使学科认知中的问题生成行为变得更为清晰,更具有指向性且更具有逻辑性.进一步分析,基于物理学学科视角的问题主要是针对物理学学科现象从某一认知视角提出的认知异议或认知疑惑,因此,“有效感知物理学学科现象”是生成具有学科认知意义的学科问题的重要前提或必须经历与必须把握的认知环节.也就是说,若要生成具有学科认知意义的物理学学科问题需要经历对构成学科现象的现象元素进行有效的梳理与辨析、对构成学科现象的现象元素之间可能存在的内在关系进行有效的审视与思辨,进而在此基础上,对学科现象从其成因或所遵循的规律或所具有的属性(特征)视角提出认知异议.比如,当我们面对“处于地球表面附近的物体在没有支撑的条件下都会下落,且其下落具有千姿百态的运动特征”的学科现象时,依据该学科现象所表现的因果关系,即可形成基于现象成因或现象特征的认知异议,就是“为什么处于地球表面附近的物体在没有支撑的条件下都会下落”,以及“物体的下落特征与其所处的下落环境之间存在怎样的内在关系”,或者说,“处于地球表面附近的物体其下落遵循怎样的运动规律”等学科问题.不难看出,以上学科问题包容了“物体、下落条件、下落环境”等构成下落现象的现象元素,且所形成的学科问题具有较为鲜明的“基于现象元素之间所存在的内在联系”的指向性特征.

需要指出的是,物理学学科问题与物理学学科认知问题具有不同的认知属性,前者承载的是学科的知识属性,而后者承载的是学科的认知属性.且两者的逻辑关系表现为,前者是我们要实现的认知目标,而后者则是实现认知目标所需经历或采取的认知手段或方法.

2.2 关于形成具有学科认知意义的“猜想或假设”的学科认知策略

由于物理学学科所要认知的学科问题通常还表现为,需要去认知或解析哪些学科元素会对某一学科现象的成因或规律或属性形成一定的影响.比如,面对“蒸发”学科现象,人们会提出要认知“有哪些因素会影响液体蒸发的快慢”这样的学科问题,同样,面对“机械运动”学科现象,人们会提出要认知“做

机械运动的物体其动能与哪些因素有关”的学科问题。

物理学科认知实践表明,面对这样的物理学科问题需经历“猜想、假设”的学科认知过程。而要实现这样的认知过程,则需要经历以下认知环节,即首先需要经历对构成物理学科现象的现象元素及其属性或特征进行梳理,然后,依据所梳理出来的现象元素及其具有的属性作为认知猜想或假设的切入点,以此提出可能影响物理学科现象的影响因子,进而在此基础上,再借助其他的学科认知方法对物理学科问题进行进一步的认知。具体来说,关于“影响液体蒸发快慢因素”的学科认知,通过对构成该学科现象的现象元素及其属性的梳理可以发现,“液体及液体所处的环境”是构成该学科现象的现象元素,而“不同性质的液体、液体的形态以及液体所处的温度、气流、气压环境”等是其现象元素所具有的一些属性。基于以上对该学科现象的梳理,就可形成如下的认知猜想或认知假设,即可视“ $\sigma_{液}, S_{液}, t, v_{空}$ ”等学科元素为影响液体蒸发快慢的因素。再比如,关于如何形成“做机械运动的物体其动能与哪些因素有关”的认知猜想,亦需经历以下认知环节:首先对构成该学科现象的现象元素的梳理,由于该学科现象是物体做机械运动,而构成该学科现象的现象元素为物体、运动。因此,若要认知“做机械运动的物体其动能与哪些因素有关”的学科问题,则基于以上对该学科现象的梳理,就可形成如下的认知猜想或认知假设,即做机械运动的物体其动能 E_k 可能与其自身的质量 M 以及其所处的运动状态即速度 v 等物理量有关。

同样,我们可以通过以下表述方式来阐述关于如何形成“导体电阻的大小与哪些因素有关”的认知猜想:

(1) 对学科现象的梳理

学科现象:不同的导体具有不同的载流属性。

现象元素:导体及其所处状态。

元素属性:导体的物质属性、导体的尺度、导体所处的电路状态。

由以上学科现象可生成的学科问题是:导体电阻的大小与哪些因素有关。

(2) 基于学科现象元素与属性的认知猜想

依据以上对学科现象元素及其具有的属性的审视与梳理,就可形成“导体的电阻可能与导体的属性 ρ 、导体的结构特征 S 和 l 以及由电流的热效应而引发的温度 t 有关”的认知猜想。

可见,要形成具有学科认知意义的猜想或假设,需要经历“对构成物理学科现象的现象元素及其所具有的属性进行有效的梳理、思辨与甄别”的认知思考,而由此梳理出来的“学科现象的现象元素及其具有的属性”即可被视为猜想或假设认知行为所期望得到的认知结果。

2.3 关于物理实验设计的学科认知策略

用实验的手段来认知物理学科问题,进而在此基础上建构出相应的物理学科知识是物理学科认知常用的途径或方法。为此,需要解决的学科认知问题是“如何建构能有效认知学科问题的实验装置”以及“如何利用已建构的实验装置来开展有效的实验认知”。

通过对物理学科现象与物理实验装置两者之间所存在的关系的审视与辨析不难发现,有关如何形成实验装置设计的认知思路亦离不开对学科现象的有效认知。这是因为,物理实验装置是再现物理学科现象的载体,因而,可以推论出:物理学科现象的现象元素即为物理实验装置的结构元素,而物理学科现象元素间所具有的某种相互关系则是物理实验装置的组合依据。也就是说,对构成物理学科现象的现象元素及元素间所具有的某种相互关系进行有效梳理与辨析,是完成具有学科认知意义的物理实验装置设计的重要认知切入点。比如,关于“研究磁场对电流的作用规律”的实验装置设计,由于该实验所面对的学科现象是磁场对处于磁场中的电流有力的作用,也就是说,该学科现象主要由磁场、电流以及作用力等现象元素所构成,且它们之间的关系表现为电流处于磁场中,以及磁场对电流有力的作用。通过对该学科现象的进一步审视与梳理发现,磁场与电流是构成该学科现象的两个基本元素,而作用力则是两个基本元素相互作用的表现形式。由此可见,若要认知“磁场对电流的作用遵循怎样的规律”的学科问题,其实验装置一定包含磁场与载流体两个基本实验构件。又由于学科现象元素之间存在“电流处于磁场中”的相互作用关系,所以,两个主要实验构件应该以“满足使电流处于磁场中并能被调控”

的实验条件进行组合,这样即可构建出如图1所示的能承载“认知磁场对电流的作用现象与规律”的实验系统。



图1 探究磁场对电流作用实验装置

需要指出的是,通过对这两个现象元素属性的进一步透视可知,它们都具有多元性的特征。具体来说,就磁场而言,我们既可以通过永磁的方法获得磁场,也可以通过电流磁效应的方法获得磁场。同样,就电流而言,其载体既可以是直导线,也可以是矩形线圈等。像这样辨析学科现象元素所具有的多元性属性特征,能有效拓展认知者的实验设计视野。

再比如,关于探究牛顿第二定律的实验装置的设计。由于该实验要认知的学科问题所基于的学科现象是在力的作用下物体的运动状态会发生改变,那么,构成该学科现象的现象元素则是物体、力、运动及运动状态的变化。其中,运动状态的变化是力与物体相互作用的表现形式。由此可见,若所要认知的学科问题是“物体运动状态的改变与物体及其作用在物体上的力有何关系”,则实验装置一定包含物体、作用在物体上的力、能承载物体运动的运行轨道以及能检测现象元素属性与运动特性的测量系统等基本实验构件。而基本实验构件的组合则应满足能呈现物体在力的作用下的运动状态,且能对相关现象元素的属性及运动状态进行检测,如图2所示。

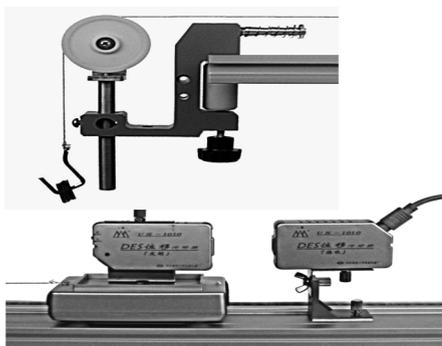


图2 探究牛顿第二定律实验装置

通过对学科现象的现象元素及其属性的有效梳理,以及对学科现象的现象元素间可能存在关系的思辨,就能形成具有学科认知意义的实验装置的构建或设计。

学科认知实践表明,为能有效提升认知者的实验装置设计能力,即面对实验装置设计的学科认知环节能形成有效的认知思路,在学科教学中我们可以通过引导认知者对以下学科认知问题的思考,即“为什么可以用这样的实验装置来探究该学科问题?”以及“还可以构建怎样的实验装置来探究该学科问题?”以此来实现“通过对‘为什么’的思辨,进而形成对‘如何做’的认知策略的把握”。

2.4 关于激活解析思路的学科认知策略

综观物理学科的发展不难发现,许多解析学科问题的认知思路都源于对学科现象所具有的现象特征或现象属性的有效思辨。比如,依据“大气压强”具有使“液态物质能被支撑”的现象特征,即可形成借助液态物质可被支撑的学科现象,以此形成测量大气压强的学科认知思路。再比如,正是由于处于不同倾角斜面上运动的物体都具有匀加速直线运动的现象特征或运动属性,才能形成以下具有学科认知意义的逻辑推理,即“自由落体运动”亦具有匀加速直线运动的运动属性。

有效梳理与思辨学科现象的这类现象特征或属性是形成解析物理学科问题的认知思路的重要认知切入点。比如,关于“楞次定律”学科知识的建构。由于“楞次定律”学科知识基于的是“电磁感应”学科现象,且该学科现象具有“因磁通量的增大或减小,而引发感应电流具有不同的方向”的现象特征,以及具有“由变化的磁通量而引发的磁→电转化”的现象属性。由此形成的学科问题是:电磁感应现象中感应电流的方向遵循怎么样的规律?

基于“电磁感应”学科现象具有以上现象特征与现象属性,即可形成以下认知脉络与认知行为。具体来说,由于对电磁感应现象的学科认知是源于实验的认知,因而对其学科属性的认知亦需经历“用实验的手段呈现学科现象→对实验现象的特征进行审视与思辨→用概括性的学科语言对学科问题进行表征”这样的学科认知轨迹,并由此应践行以下

系列认知行为:

(1) 关于实验系统的选择. 由于我们所要认知的学科问题包容在能引发 $\Delta\Phi$ 变化的一类电磁感应的现象中, 为此, 依据“简约化”的学科认知方法, 可以选择图3所示的实验装置作为认知其学科属性的实验认知平台.

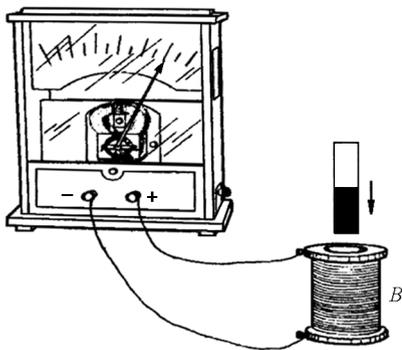


图3 探究电磁感应现象实验装置

(2) 关于实验步骤的策划. 由于该学科现象是由变化的磁通量而引发的磁电转化, 因而, “改变 Φ , 观察电流的变化” 是实验步骤必须包容的核心要素. 又由于 $\Delta\Phi$ 具有增大或减少的属性, 所以, 其实实验步骤可被分解为使磁通量增大或使磁通量减少, 此外, 又由于磁场具有“极性”的学科属性, 因而“以不同的方式(磁场方向)形成磁通量的增大或磁通量的减少”也是策划实验步骤必须关注的行为元素.

(3) 关于实验数据的采集. 依据实验步骤, 记录 $\Delta\Phi$ 增大或减小时的电流方向.

(4) 关于实验问题的诠释. 由于物理学科现象具有较为鲜明的因与果的现象特征, 为此即可践行“从现象因果关系”的视角来对学科现象的现象特征进行审视与梳理, 进而在此基础上用概括性的学科语言对其进行表征. 就本实验而言, 若对“果”的表征进行转换, 即依据电流磁效应, 将“电”转换成“磁”, 则该学科现象的现象特征即可被表征为“果对因的阻碍”.

有效梳理与思辨学科现象的现象特征或属性也是形成解析学科问题的认知思路的重要认知切入点.

3 物理学科现象表征的一般方式与核心特征

对物理学科现象进行有效表征是开展探究型学

习的前提, 据此发生的系列认知行为可抽象出一般的思维演绎流程模型, 且具有较为鲜明的“方向性、路线性与方法性”特征, 可逐层递进式地解构为:

(1) 基于对生活中一类现象的观察, 以物理学的专业术语提炼并阐述具有普遍意义的学科现象“是什么”(物理学科现象的概念界定).

(2) 通过对现象的审视, 梳理出构成现象的现象元素.

(3) 辨析现象元素的属性或特征以及现象成因, 提出学科知识性疑惑: “怎么样”(物理学科现象所遵循的规律)、“为什么”(物理学科现象的成因).

在明确了所要探究的学科知识性问题后, 紧接着可以提出学科认知性疑惑: 如何开展行为与目标清晰且有序的学科认知行为? 结合物理学科的认知特征, 生成如下认知方略:

(1) 基于现象元素的属性或特征以及现象成因提出猜想与假设.

(2) 根据现象元素及元素间可能的内在依存关系设计实验装置并开展实验探究.

(3) 依据现象元素特征或属性的有效思辨把脉认知的解析与结论的表述.

审视与明晰学科教学应承载的学科教学目标, 进而在此基础上, 去思辨学科教学应包容的学科认知方式及其具有的认知特性, 将对有效认知与激活学科教学的认知与教学意义具有重要的影响. 以探究型教学为例, 应当聚焦于学习者在学习后能否自主完成对新问题的研究, 即获得认知能力层面的举一反三, 这就需要对学科认知行为进行具有学科认知意义的审视与解析. 一个较为完整的问题解决过程, 离不开对认知行为由来的思辨, 其中包括学科问题是如何生成的、认知思路是如何形成、认知方案是如何谋划的以及实验应如何被运用、认知结论应如何被提炼与被表征等, 都是科学探究需要经历的认知环节, 而基于学科现象有效表征的学科认知策略提供了一种切实可行思维切入点, 对激活学科认知具有一定的价值.

参考文献

- 舒信隆. 浅谈物理实验的认知方式与特征[J]. 大学物理(教育专刊), 2011, 23(5)
- 唐洋. 基于问题解决的课堂教学改革探析[J]. 上海教育科研, 2021(10): 75 ~ 79