

基于科学思维素养培育的 初中物理模型建构策略

张定而

【摘要】核心素养是课程育人价值的集中体现,2022年版义务教育物理课程标准明确提出“培养学生核心素养”。科学思维是核心素养的重要组成部分,而模型建构是科学思维的关键要素。在教学中,教师应通过精心的教学设计,使学生了解模型表象,体验建模过程,活化模型运用,让学生在理解物理知识的同时,领会科学思维方法,养成科学思维习惯,提升科学思维能力,从而促进学生核心素养的发展。

【关键词】科学思维;初中物理;模型建构;教学策略;核心素养

物理模型建构是科学思维的主要形式,是落实核心素养的重要途径。在物理教学中,应充分了解物理模型的内涵及类型,掌握模型建构的方法,以物理知识背景为基础,以图像、表格或文字等表征为媒介,抓住物理问题的主要特征,构建反映物理本质的模型,培养学生的建模能力,从而提高学生的科学思维素养。

一、初中物理基本模型分类

研究物理学问题时,常常要抓住主要因素,摒弃次要因素,这种方法建立的模型称为物理模型。在初中物理模型建构教学中,首先要让学生了解一些常见的物理基本模型。

(一)理想对象模型

物理概念比较抽象,其思维形式与过程相对复杂,为了研究方便,往往要将研究对象实体进行简化或理想化,这样构建的实体模型称为理想对象模型。比如,“液片”是初中物理中一个重要的理想对象模型,是为研究问题方便而选取的一个极薄的液体薄片。其特征是不计体积和质量,但有面积,其形状与内装液体或气体的容器的横截面相同。它可以静止,也可以做匀速直线运动或做变速直线运动,它可以受平衡力的作用,也可以受非平衡力的作用。“液片”在研究液体或气体问题中有着广泛的应用,研究连通器原理就应用到了“液片”。如图1所示,连通器内装同种液体,当液体静止时,在U型管下部正中取一个液片AB,液片两侧受到的液体压强相等,根据液体压强公式 $p=\rho gh$,可知 $h_{左}=h_{右}$,即容器中左右两侧液体的深度相同。初中物理中的理想对象模型还有点光源、杠杆、平面镜、薄透镜、均匀介质等。

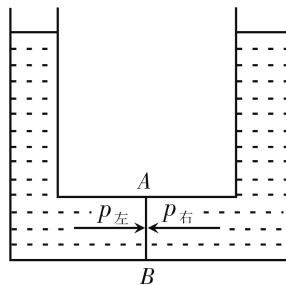


图1 连通器原理图

(二)理想条件模型

将研究对象所处的条件进行理想化处理而构建的模型称为理想条件模型。它是人为塑造的一种模型,在实际生活中并不存在,只是为了简化处理问题而引入的。如“光滑表面”就是典型的理想条件模型,研究问题时通常可以不考虑因摩擦阻力带来的影响。图2所示是伽利略的理想实验模型,通过实验发现,一个钢珠从左侧光滑斜面的某一高度处静止滚下,无论右侧光滑斜面的坡度如何,由于斜面表面光滑没有摩擦阻力产生的能量损耗,钢珠必定到达与下落点几乎相同高度的地方;如果把右侧光滑斜面变成光滑的水平表面,钢珠就会一直运动下去。伽利略的理想实验推翻了亚里士多德“力是维持物体运动的原因”的错误观点,在实验的基础上进行科学推理,为得出牛顿第一定律奠定了坚实的基础。理

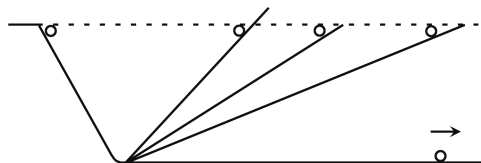


图2 伽利略理想实验模型图

想条件模型还有“轻杆”“轻绳”等,研究问题时通常可以不考虑它们的质量,再比如“均匀介质”“忽略温度对电阻的影响”等,就是将物理条件理想化,从而有助于揭示事物的本质。

(三)理想过程模型

影响物理过程的因素一般不止一个,往往涉及多种因素共同作用,研究物理过程时只考虑主要因素,忽略次要因素,构建的过程模型称为理想过程模型。例如,匀速直线运动,物体运动过程中排除了空气阻力等干扰因素,不考虑物体本身受力,物体将做速度大小保持不变的直线运动,它在现实生活中是不可能存在的,但有些物体的运动很接近匀速直线运动,可近似看成匀速直线运动。还有自由落体运动、稳恒电流等都是理想过程模型。

二、在物理概念教学中构建模型

在初中物理概念教学中,让学生经历建模过程,理解模型本质,对启发学生思维、正确理解物理概念将会起到很好的桥梁作用。

(一)类比模型

类比模型是指借用类似现象或过程构建的模型。通过类比,实现模型建构迁移,使人们对日常生活事例有更直观、形象的认识,从而建立新的物理概念。例如,在“功率”概念的教学中,可以与速度概念进行类比。速度是表征物体运动快慢的物理量,比较物体运动的快慢有两种方法,一是相同的路程比较时间,二是相同的时间比较路程。在物理学中,比较物体运动的快慢一般用相同的时间比较路程。如果两个物体运动的路程和所用的时间都不相同,可以通过路程与时间的比值反映物体运动的快慢,我们把路程与时间的比值叫作速度。同样,功率是表征物体做功快慢的物理量,通过类比“速度”概念,构建“功率”概念形成过程模型:列举做功相同所花时间不同或者时间相同做功不同的做功事例,让学生比较物体做功的快慢,在物理学中,比较物体做功快慢一般用相同的时间比较做功的多少,如果物体做功和做功所花时间都不相同,可以通过功与时间的比值反映物体做功的快慢,我们把功与时间的比值叫作功率。还有物质密度、压强、热值等,这些概念的形成过程应用了类比模型,同样有助于加深学生对新概念的建立和理解。

(二)等效模型

在确保某种效果一样的条件下,为方便研究,把复杂的物理问题或过程等效转化为简单的物理问题或过程,这种方法构建的模型称为等效模型。例如,在“重心”概念教学中,我们可以把物体各部分受到的重力等效认为集中作用在物体的一个点上,这个

点就叫作物体的重心。又如,在“平均速度”概念教学中,物体在一段路程内做变速直线运动,在这段路程内,我们可以等效认为物体做匀速直线运动,求出的速度就是物体通过这段路程的平均速度,它能粗略描述物体在这段路程的运动快慢。还有在“总电阻”“合力与分力”概念教学中,同样可以运用等效替代的方法,构建等效模型,这样可以简化物理概念建立,使问题由繁变简,降低学习坡度,有利于达成教学目标。

(三)图像模型

物理图像模型可以用来定量描述物理概念,它既可以将物理量之间的关系形象、直观地呈现出来,又能揭示物理概念的形成过程,有助于深刻理解物理概念。例如,“密度”概念比较抽象,学生不容易理解,“密度”教学中,可让学生根据实验得到的不同种物质的若干组质量与体积,作出质量 m 随体积 V 变化的关系图像,并引导学生从图像中获取信息。通过分析发现,对于同种物质,质量与体积的比值相同;不同种物质,质量与体积的比值一般不同。可见,质量与体积的比是由物质种类决定的物理量,它反映了物质的一种特性,这个特性叫作密度。这样,学生通过实验,并借助构建的直观图像,在教师的启发引导下自主建立密度概念,印象是深刻的,理解是牢固的。另外,在“伏安法”测电阻的教学中,同样也可以根据实验测得的几组电阻器工作时的电压值和对应的电流值,作出 $I-U$ 关系图像,通过分析图像,进一步理解电阻是导体本身的一种性质。

(四)虚拟模型

为了形象、直观地描述客观存在的物质或现象,有时需要引入一些虚拟的模型来描述物质或现象的某些性质或特征,虽然客观存在的物质或现象是真实的,但所建立的物理模型是对实际物质或现象的模拟,因而不是不真实的,建立起来的模型是虚拟模型。虚拟模型不是用来发现新的物理规律,其目的是让学生更容易理解原有的物理概念。例如,在“磁感线”教学中,为了形象地描述磁场人为地引入磁感线,即在磁场中画出一些有方向的闭合曲线,它不是实际存在的,只是一种虚拟模型,但它能反映磁场的一些特征和性质。还有光线、力的图示等也都是人为虚拟建构的,它们同样可以描述物理现象的某些特征,有助于进一步理解物理概念。

三、在物理规律教学中构建模型

在初中物理规律或原理教学中,通过引领学生构建实物模型、仿真模型和数理模型等,让学生在构建模型的过程中揭示物理规律或物理原理,从而提高学生的建模能力,促进学生科学思维发展。

(一) 实物模型

为了让学生更好地理解物理规律或原理,在平常教学中,教师要引领学生实验探究,向他们展示实物、图片等,以便构建直观、形象的实物模型,提升学生的建模能力。例如,探究“光的反射规律”,用激光束沿光屏从某点入射到平面镜上的 O 点,可以观察到反射光线。接着,改变激光源的位置,分别让激光入射到镜面上的 O 点,观察反射现象,并把3组不同的入射光线、反射光线用红、绿、蓝3色竹签插在泡沫上,直观展示光的反射模型。由实验现象结合实物模型可以得出:反射光和入射光分居在法线两侧;反射光线与入射光线在垂直镜面的同一平面内,且关于过入射点垂直于镜面的直线对称,这条直线用虚线表示,引出法线概念;反射光线和入射光线与法线的夹角相等,引出反射角和入射角。将有反射光线的右半部分光屏向后折,光屏上看不到反射光,这说明反射光线、入射光线与法线在同一平面内。图3是实验过程的实际情境,图4是从实际情境中构建的实物模型,能直观反映物理问题的本质,不仅能帮助学生深刻理解物理规律,还能促进学生核心素养的发展。

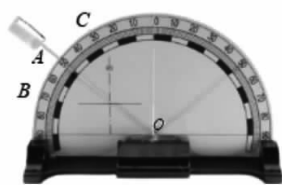


图3 光的反射实验光路图

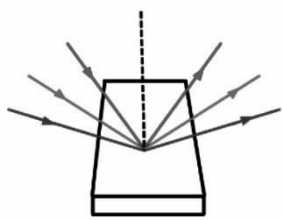


图4 光的反射实验实物模型图

(二) 仿真模型

在初中物理规律教学中,学生通过实验探究后,为深化知识理解,教师可以运用PPT、Flash或希沃软件,整合多种媒体资源,将声音、动画、颜色等元素搭配起来,制作仿真实验视频,通过播放仿真实验视频重现物理实验探究过程,呈现形象、直观的动画片段,让物理过程缩放自如。比如,在凸透镜成像规律、串并联电路的电流规律、机械能守恒定律、力的相互作用规律等,都可以制作仿真实验视频模拟物理规律的动态变化过程,利用按钮随停随放,让学生能够更加准确、深刻地理解物理规律。课堂教学呈

现仿真模型画面,它可以化枯燥为生动,吸引学生的注意力,激发学习兴趣,促进学生由形象思维向抽象思维过渡,从而提高学生的科学思维素养。

(三) 数理模型

数学作为物理学的基础工具,对促进物理学的建立和发展有着非常重要的价值和作用。在物理规律或原理教学中,数学的数型结合思想、方程思想、函数思想、解析方法等都可以使具体的物理对象找到它的数理逻辑联系。对实际物理问题进行抽象,用数学形式表达物理规律或原理而建立的模型称为数理模型。建立数理模型,有助于描述物理现象或物理过程的本质特征,深刻领会物理规律或原理。例如,在“阿基米德原理”教学中,通过学生实验探究,收集并分析实验数据,让学生用语言表述实验现象蕴含的数理逻辑联系,再通过学习评价,不断纠正、补充和完善,最终教师与学生共同总结得出阿基米德原理。由此可见,学好物理必须要具备基本的数理能力,能根据实验现象蕴含的数量关系,实现物理问题到数学问题的转换,正确运用数理语言准确表述物理规律,从而实现数理模型的有效构建。构建数理模型,不但培养了学生的数理能力,而且也培养了学生运用数理语言准确表述的逻辑思维能力。

中学物理模型建构的类型与方法还有许多,它是由课程内容和课程类型决定的。除了上述介绍的课型外,实验课、复习课、习题课等采用的模型和方法也不尽相同,教师要有针对性地选用最合适的物理方法让学生体验物理模型建构过程,从而揭示物理学科本质,训练学生科学思维,发展学生核心素养。

参考文献:

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2]卢义刚.抓“两线”,激思维,显“味道”——基于“光的反射”的教学设计及反思[J].物理教师,2019,40(6):36-39.
- [3]董博清,彭前程.核心素养视域下科学思维的内涵及其实现路径[J].课程·教材·教法,2019,39(4):84-90.

【作者简介】张定而(1966—),男,永泰县教师进修学校,中学高级教师,主要从事中学物理教学研究(福建 福州 350700)。

【原文出处】《物理教学探讨》(重庆),2023.4.15~17,20

【基金项目】福州市教育科学研究“十四五”规划2021年度课题“基于科学思维素养培育的初中物理教学策略研究”(FZ2021-CH152)。