

基于学科情境凸显高中物理科学思维的问题设计*

——以“牛顿第二定律”教学为例

沈正杰

(桐乡市教育局教研科研室 浙江 嘉兴 314500)

(收稿日期:2022-08-30)

摘要:运用物理知识解决实际问题能力的高低,往往取决于学生将情境与知识联系的水平,而科学思维是学生学习和运用物理知识和方法的过程中必备的思维能力.以“牛顿第二定律”教学片段为例,论述了基于学科情境凸显科学思维的问题设计方案,以培育学生科学思维素养.

关键词:学科情境;科学思维;问题设计

1 学科情境与科学思维

1.1 概念论述

学科情境指的是学科知识产生、提出、发展的条件、背景、过程或故事.从教学角度讲,它是对促进学生学习、理解、消化、建构学科知识的具有社会化色彩的学习环境的概括.从广义的角度讲,学科情境也

是学科知识的一个组成部分^[1].

高中物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个方面,每个方面含5级学业质量水平,部分内容如表1所示(注:表1仅呈现文章后续表述需涉及的水平划分内容)^[2].

表1 高中物理学科核心素养及质量水平划分(部分)

学科素养	内容描述				
物理观念	水平2:形成初步的物理观念,能从物理学的视角解释一些自然现象,能应用物理知识解决一些实际问题				
科学思维	内容	模型建构	科学推理	科学论证	质疑创新
	水平2	能在熟悉的问题情境中应用常见的物理模型	能对比较简单的物理现象进行分析和推理,获得结论	能使用简单和直接的证据表达自己的观点	具有质疑和创新的意识
	水平3	能在熟悉的问题情境中根据需要选用恰当的模型解决简单的物理问题	能对常见的物理现象进行分析和推理,获得结论并作出解释	能恰当使用证据表达自己的观点	能对已有观点提出质疑,从不同角度思考物理问题
	水平4	能将实际问题中的对象和过程转换成物理模型	能对综合性物理问题进行分析和推理,获得结论并作出解释	能恰当使用证据证明物理结论	能对已有结论提出有依据的质疑,采用不同方式分析解决物理问题
	水平5	能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成物理模型	能在新的情境中对综合性物理问题进行分析和推理,获得正确结论并作出解释	能考虑证据的可靠性,合理使用证据	能从多个视角审视检验结论,解决物理问题具有一定的新颖性
科学探究	水平4:能制定科学探究方案,选用合适的器材获得数据(证据)				

* 浙江省教育科学规划2022年度规划课题“‘三境’思维场:高中物理核心素养生长路径研究”阶段性研究成果,课题编号:2022SC244.

物理学学科核心素养中,“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品格。

“科学思维”是从认识方式和过程的角度对学生的关键能力做出说明,主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素^[3]。

1.2 情境与思维的关系

建构主义认为,学习是在一定情境下的意义建构过程,学习环境中的情境必须有利于学生对所学内容的意义建构。在积极的意义建构中,学生知道在什么样的情境中应用知识,知道在面对新的、真实世界的情境时如何调适、修正知识,在他们能够解释信息、创建模型、解决问题、建立与其他概念和学科及真实世界情境的关联从而形成理解世界的新方式时,体现其思维的理解性学习才真实发生了。

因此,学科认识活动的核心是学科思维,其认识过程本质上是一种学科学习的思维过程,是学科特有的理解问题和分析问题的思维方式。同时,学科思维是体现学科性质和特点的思维活动。它是探寻思考、解决和评价学科问题的有效方法的思维方式或模式,植根于学科内容之中,是学科的灵魂。我们常说某个问题很“活”,其“活”的本质之一在于情境的转化,能不能把问题中的实际情境转化成解决问题的物理情境,建立相应的物理模型,这是应用物理观念思考问题、应用物理知识分析解决问题的关键。

那么,如何结合学科情境设计物理问题,才有助于培育学生的科学思维能力呢?我们不妨先了解下面案例所呈现的问题。

2 案例呈现

在某次课堂教学观摩活动中,笔者听了一节2019版人教版教材《物理》(必修第一册)第四章“牛顿第二定律”的新课教学。上课教师向学生呈现了“8名小朋友用力拉整列磁悬浮列车”的真实情境视频片段,在如图1所示画面呈现时,教师结合画面提出问题:“8位小朋友能不能用140N(笔者注:视频

中单位没有清楚呈现)左右的拉力拉动130多吨重的磁悬浮列车呢?我们一起拭目以待。”然后继续播放视频,学生看到列车最终被拉动了。整个过程中,学生完全处于观看视频和被动式接受知识的状态。



图1 视频呈现拉力数值

从上述案例我们不难发现,除教师对情境信息梳理、分析,以及专业素养的影响以外,学生在学习过程中暴露出以下几方面的问题。

(1) 缺少生活体验。自身的生活体验不足,无法从视频中拉车的小朋友的表情(满脸通红)感受力的强度。

(2) 科学推理能力欠缺。学生无法将140 N等效为一个约14 kg重的物体(幼儿园小朋友的体重)进行分析。

(3) 质疑能力缺乏。由于受上述(1)(2)条目及日常学习习惯、思维方式等多种因素的影响,学生无法对“8个小朋友使劲拉,提供140 N的拉力”这一现象提出质疑,质疑能力缺乏。

总体而言,学生最大的困难在于面对真实的情境时,难于在内部思维框架的调节下获取外部信息,学生的“归纳思维”,以及“指向知识活动的推理”能力均显不足,科学思维能力缺乏且得不到提升。

3 措施与策略

问题解决是由一定的情境引起的,按照一定的目标,应用各种认知活动、技能等,经过一系列的思维操作,使问题得以解决的过程,如图2所示。

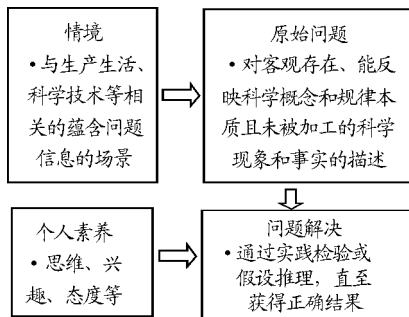


图2 基于情境的问题解决过程

结合本案例,我们以为可以从学科情境出发,以层级递进的问题设置形式培育和提升学生科学思维素养。

3.1 基于前认知从生活走向物理

每一位学生首先是一个“生活人”,学生在学习物理概念之前,基于生活经验形成了大量的经验性常识,而生活现象的背后往往蕴藏着事物发展的机理,典型的生活素材有利于引导学生在现象关注的过程中激励学生深挖事物本质,形成更多有价值的问题.该环节重点是通过问题引导学生形成原始物理问题.学生在完成从经验性常识向物理概念的转变过程中,教师应促进学生科学思维的发展。

上述案例中,在完整视频观看的基础上,可截取如图3、4、5所示的3个画面。

结合画面引导学生思考问题1、2、3,如表2所示.问题1设置的目的在于引导学生把情境经历转化为一个物理探究过程,从生活走向物理.在问题1的基础上设置问题2、3,目的在于引导学生从运动

学和动力学两方面思考,并尝试思考问题1和问题2之间的关联性。



图3 视频呈现的时间信息



图4 视频呈现的位移信息



图5 视频呈现的列车质量信息

表2 问题1、2、3设置与素养体现

问题表述	素养要求	素养内容与水平
问题1:这么重的列车为什么能动起来? (答案:力改变运动状态)	能从物理学的视角解释一些自然现象	运动与相互作用观 (物理观念-水平2)
问题2:根据图3和图4,我们是否可以获得加速度大小? (答案:可以.可以应用位移公式求解)	能应用物理知识解决一些实际问题	运动与相互作用观 (物理观念-水平2)
问题3:根据图1和图5,我们是否可以获得加速度大小? (答案:可以,可以根据牛顿第二定律求解)	能应用物理知识解决一些实际问题	运动与相互作用观 (物理观念-水平2)

3.2 基于学科本质从情境到模型

在将生活问题转变为物理问题的过程中,物理模型的建构是从实物到模型,从感性到理性的转变过程.在这个过程中,学科知识、思维方式得以巩固

和完善,学生的思维能力和思维品质不断提升.该阶段问题设置应在前述问题的基础上进一步深化,本案例可作如表3所示设置。

表3 问题4、5设置与素养体现

问题表述	素养要求	素养内容与水平
问题4:在问题2中,你认为列车做什么运动? (答案:初速为零的匀加速直线运动)	能在熟悉的问题情境中应用常见的物理模型	模型建构 (科学思维-水平2)
问题5:问题2和问题3得到的结论一致吗? (答案:不一致)	能使用简单和直接的证据表达自己的观点	科学论证 (科学思维-水平2)

3.3 基于学习理解的从现象到本质

用所学知识解释具体而真实的现象,其本质是物理问题解决的过程.在这个过程中,学生思维的

广度和深度得以提升,深刻体会物理观念在认识世界中的重要作用.本例可设置如表4所示问题6、7、8。

表4 问题6、7、8设置与素养体现

问题表述	素养要求	素养内容与水平
问题6:问题2和3的结论不一致,你认为问题在哪里? (答案:拉力太小了)	能对常见的物理现象进行分析和推理,获得结论并作出解释	科学推理 (科学思维-水平3)
问题7:我们可以从问题2中得到的加速度来获得拉力的大小吗? (答案:可以,利用得到的加速度和已知的质量,根据牛顿第二定律进行推算)	能对比较简单的物理现象进行分析和推理,获得结论	科学推理 (科学思维-水平2)
问题8:我们是否考虑过140 N是多大的一个力?我们可曾有所怀疑? (答案:近似与幼儿园小朋友体重相当)	能对已有观点提出质疑,从不同角度思考物理问题	质疑 (科学思维-水平3)

在上述问题分析的基础上,向学生呈现图6所示视频截图,提示学生视频中测力计显示的单位是“kg”。也就是说,拉动列车的拉力大小约为“140 kg重的物体相应的重力大小”。学生探究结论得以证实,学习的成就感和探究自然现象的乐趣得以激发和巩固。



图6 呈现单位为kg的拉力

3.4 基于项目学习的从理论走向实践

素养的获得需要深度学习的支撑,因为素养是“个体在与各种真实情境持续的社会性互动中,不断解决问题和创生意义的过程中形成的”^[4]。本阶段问题的设置应基于学生新的认知和素养,促使学生在学习走向物理的基础上,再次从物理走近生活。问题9如表5所示。

以上问题的设计,聚焦于情境,以问题的形式引导学生从情境中发现和提炼问题,把情境中需要完成的工作转化为相应的物理问题,让学生获得在实际情境中解决物理问题的大量经验,形成把情境与知识相关联的意识和能力。

表5 问题9设置与素养体现

问题表述	素养要求	素养内容与水平
问题9:某同学想制作一个“竖直加速度测量仪”,可以用来测量竖直上下电梯运行时的加速度,请你根据今天所学知识进行设计,画出装置的示意图,并说明它的构造。有条件的同学可尝试作出实物造型。 (说明:本题为开放性试题,主要在于引导学生结合牛顿第二定律解决实际问题。在学生设计的基础上,可结合人教版2019版高中教材《物理》必修第一册第106页A组第9题进行讨论和分析) ^[5]	能在新的问题情境中对综合性物理问题进行分析和推理,获得正确结论并作出解释	科学推理 (科学思维-水平5)
	能制定科学探究方案,选用合适的器材获得数据	证据 (科学探究-水平4)

4 问题综述

生产生活中具有很多能生成有价值的科学探究问题的学科情境。通过呈现问题情境,让学生在概念的基础上不断探究,像学科专家一样进行知识建构、问题解决和反思改进,从而实现概念的改变和知识的迁移,有助于学生把物理课程中所形成的物理观念和科学思维用于分析、解决生产生活中的问题,在解决问题中进一步提升科学思维能力和思维品质。

参考文献

- [1] 余文森. 核心素养导向的课堂教学[M]. 上海:上海教育出版社,2017:11.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [3] 郭玉英,姚建欣,张玉峰,等. 基于学生核心素养的物理学科能力研究[M]. 北京:北京师范大学出版社,2017.
- [4] 刘月霞,郭华. 深度学习:走向核心素养[M]. 北京:教育科学出版社,2018.
- [5] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书物理必修第一册[M]. 北京:人民教育出版社,2019.