

基于“科学探究”素养的物理课堂实验教学设计

夏 泳

(杭州市余杭中学 浙江 杭州 311121)

(收稿日期:2019-12-10)

摘要:基于“科学探究”素养的物理课堂实验教学设计要求教师要做到“心中有学生”,按现象、证据、思辨三部分来实施教学.本文以“牛顿第一定律”中的两个课堂实验活动为例,来具体阐述如何让学生经历创设现象诱发问题、寻找证据佐证猜想、思辨交流形成结论的过程,在实验的活动中让学生潜移默化地收获核心素养.

关键词:科学探究 课堂实验 教学设计 牛顿第一定律

浙江省物理教研员、中学物理特级教师梁旭老师曾指出:“物理课堂教学中,教师要达成心中有学生,脑中有结构,手中有方法3个要求.”结合自身的课堂教学实践,笔者深刻地体会到这3个要求是分层级的,其中“手中有方法”是课堂教学的基础性要求,“脑中有结构”是课堂教学的系统性要求,“心中有学生”是课堂教学的本质性要求.

在物理课堂实验教学中,“心中有学生”同样应放在最本质的位置,不能将课堂实验作为教师的一项展示、表演活动,错误地认为学生只要看了实验,或做了实验,就能明白其中的物理原理,就获得核心素养了.

如何才能课堂实验中落实好“心中有学生”这个教学的本质要求,笔者基于物理学科核心素养,

个综合实践活动课程用到了信息技术、实验创新、解释了生活,同时还熟悉了测量工具的使用等等,更重要的是通过此基于物理学科的综合实践活动让学生们喜欢上设计、创新实验,感受到了成功的喜悦.

“活动与体验”是深度学习的核心^[3],活动与体验是在教师指导下的有目的、有计划的自主学习和实践活动,这也正是综合实践活动的主旨,应该注意的是,学生综合实践活动不能脱离教师的指导,比如在本次活动中教师就引导学生利用假期学习如何制作频闪照片的实践任务.在拍摄频闪照片研究物理问题时也离不开教师的引导,研究有特殊意义的运动,比如匀变速直线运动、匀变速曲线运动、匀速直线运动等.

综合实践活动促进学生向纵深学习,激励学生勇于探究,积极创新,乐于实验,敢于创想,这也正是高中物理学科素养的核心.通过近一年的实践活动让学生们走上科研实践的道路,并且越走越远.更可

喜的是选物理学科的学生明显增加了.在2020年元旦前样本学校做了第一次的模拟,2019年入学新高一的在读河北学籍学生4个班,共计132人,初步计划选物理的人在53人,天津学籍两个班在读学生76人,计划选物理学科的41人.远远超过2018年入学的在读高二的学生.

有了第一期的综合实践活动课程经验,之后希望更多的物理教师还会结合物理相关章节的知识展开新一轮的课程,促使物理学科在高中阶段发挥自身优势,促使更多学生提升学习物理的兴趣.

参考文献

- 1 李剑,么娜.警惕综合实践活动的学科化倾向[J].中小学管理,2011(8):13~14
- 2 中华人民共和国教育部.中小学综合实践活动课程指导纲要[M].北京:北京师范大学出版社,2017(11):1~2
- 3 郭华.深度学习及其意义[J].课程·教材·教法,2016,36(11):25~32

在实验的教学设计上做了初步的实践和反思,获得了一些启示.笔者认为,物理课堂实验教学设计应基于物理学科核心素养中“科学探究”的几个关键要素来设计,笔者将其归纳为“现象,证据,思辨”三部分.

具体来说:现象是指教师创设直观、稳定的物理实验情境,诱发学生提出问题,形成猜想或假设;证据是指学生为验证自己的猜想或假设,去设计新实验、改造原实验,通过已学的手段或老师帮助下的手段,获取和处理信息,形成有力的证据;思辨是指学生通过独立思考或合作交流对获取的证据进行分析论证,证实、完善或推翻自己原有的猜想、假设,形成结论,甚至诱发新的探究.

课堂实验中,如果能沿着现象、证据、思辨这条线索,设计好符合实验知识序、学生认知序的教学脚本,就能让学生在课堂实验的探究中进入深度思考,无形中获取物理学科的核心素养,达成学为中心的教学要求.

下面,笔者以“牛顿第一定律”中的几个课堂实验为例,具体阐述如何开展基于“科学探究”素养的物理课堂实验教学设计.

1 伽利略的理想斜面实验

1.1 现象诱发问题

教师用绳子拉桌面上的小物块,一拉,物块移动,停止拉,物块马上也停下,反复几次.

师:物块的运动是否需要力来维持?说说你的理由?

(学生猜想:有的认为需要,理由是基于对实验的观察;有的认为不需要,理由是因为桌面摩擦力对物块的影响,物块才停下来,如果没有摩擦力,物块不会停下来.)

教师肯定学生们的各种猜想和解释,并介绍亚里士多德在2500年前,也是基于观察提出了运动需要力来维持的观点.

1.2 寻找各类证据

(1) 经验和理论证据

师:认为物体的运动不需要力来维持(因为摩擦

力影响了它的运动)的同学,请你们寻找一些证据,来证明自己的观点.

学生提出的证据:1)科幻电影中,宇航员一旦有一个速度离开空间站,就会一直沿速度方向运动下去.2)如果减小摩擦力,比如冰壶或滑冰运动,冰壶和滑冰运动员只要有一个较小的初速度就能滑得很远.3)月球没有力推它,但一直在绕着地球转……

师补充:400多年前,科学家伽利略也提出了自己的证据,他认为,在不考虑其他因素的影响下,小球滚下斜面是加速,滚上斜面是减速,所以在水平面上,小球既不加速,也不减速,可以一直按原有的速度运动下去.

(2) 实验证据

师:和亚里士多德的证据一样,我们提出的这些证据都只是我们对日常生活的观察和分析得到的,并不是真正的实验证据.我们能设计一个实验方案,找到更有力的证据吗?

学生设计的实验方案:设计一个很长很长的摩擦力可忽略不计的轨道(比如气垫导轨),给滑块一个很小的初速度,滑块可以在轨道上一直运动下去.

师追问:轨道要多长才够长?气垫导轨真的没有摩擦力或阻力吗?现实实验条件中,能实现吗?

生:轨道要无限长,气垫导轨也还是存在对滑块的阻力的,现实条件下,这个实验是做不到的.

师追问:无限长和无阻力,在现实条件下确实是做不到的,那我们能否用严密的逻辑对自己的实验做一定的推理呢?

生:设计一个10~20m的大型直轨道,让一个小球以相同的初速度从轨道一端出发,多次实验,逐渐减小摩擦力,可以发现小球越滚越远.可以推理出,摩擦力无限小时,小球能沿着轨道一直运动下去,不停下来.

师追问:这个推理依据对比的思想,非常科学,但还有两个问题要解决.一是小球每次相同的初速度如何获得?二是10~20m的直轨道够不够长?同时,这么大的轨道在教室里实验也很不方便.有解决方法吗?

生:相同的初速度可以通过弹射器,用相同的压缩距离来弹射获得,或者让小球从斜面的同一高度滚下来获得。(轨道的长度问题不一定想得到解决方案。)

师补充:大家的实验方案都充满了智慧,让我们来看看400多年前,伽利略用了什么方法来设计这个实验的。

教师拿出伽利略的双斜面实验仪器,一边演示一边讲解。

师:伽利略也采用了让小球从斜面的同一高度下滑的方法来获得相同的初速度。但在解决直轨道的问题上,伽利略巧妙地设计了一个对接的双斜面轨道结构,如图1和图2所示,当小球从左侧轨道的一端某一高度滚下时,通过对比实验,可以推理得到,在完全没有阻力的情况下,小球能到达右侧斜面的相同高度处。在此基础上,如果减小右侧斜面的倾角,小球还是能到达右侧斜面的相同高度处,但向前运动的距离比之前远了,依次类推,如果继续减小右侧斜面的倾角,小球会运动得更远,那么可以推理得,如果将右侧斜面倾角减为零(即水平),小球会不断向右运动下去。

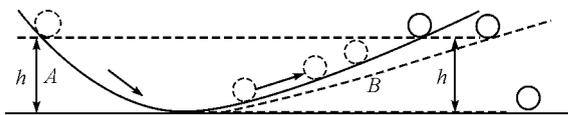


图1 伽利略双斜面实验示意图



图2 伽利略双斜面实验实物图

1.3 思辨形成结论

师:伽利略的实验你们怎么评价?是否合理?是否可信?

生:伽利略的实验有一部分是实际条件下能做出来的,还有一部分是推理的。从逻辑上来说,推理部分符合初中学的能量守恒的观点,也符合逻辑关

系,虽然不能真正看到完全无阻力的情况下,小球一直滚下去的情景,但对结论的推理可信度很高。

师补充:伽利略的这种研究方法我们可以归纳为“实验研究+科学推理”,我们可以在以后的科学研究中应用这样的方法。

师:基于以上讨论,你现在的结论是什么?

生:物体的运动不需要力来维持。

1.4 案例小结

在现象、证据、思辨的实验教学设计中,教师的每一个问题都要基于学生的认知诉求,不能跳跃,要给学生认知链的生成创造空间和连接点,同时,还可以将物理学家的研究思路融入其中,让学生经历或重演大师们的实验研究过程。证据的寻找是整个实验教学设计的关键,在这个案例中,证据可分为理论经验证据和实验证据两类,都要让学生充分地去经历,不能省略。

2 惯性的应用系列实验——以“如何从羽毛球筒内取出羽毛球”为例

2.1 现象诱发问题

教师拿出一筒羽毛球,打开两端的盖子,筒里面只放了一个羽毛球,如图3所示。教师假装用手伸进筒里去拿羽毛球,但球在筒的中间,教师的手又太大,拿不到羽毛球。



图3 羽毛球筒

师:请问大家,有什么办法可以将羽毛球从球筒的中间拿出来,但不要损坏这个球筒?并简单说说你采用这个方法的理由。

学生提出很多方法:(1)用力甩一下球筒,理由是“甩力”、离心力。(2)竖直拿球筒,上下震动,或者水平拿球筒,左右震动,理由是羽毛球的惯性。(3)

一手握住球筒,另一只手用力多次拍打球筒的其中一个盖口,理由是羽毛球的惯性或者打羽毛球时的经验。(4)沿筒的方向快速移动筒,突然停止,反复几次,理由是羽毛球的惯性。

2.2 寻找事实证据

(1) 表象的证据

师:大家的方法都不错,但究竟不可行,你们的理由是否正确,我们要如何验证呢?

生:拿羽毛球筒和羽毛球试一下就知道了。

教师同意学生的想法,让学生用各自的方法动手实验。结果,有的学生成功了,有的学生多次尝试,都失败了。

(2) 本质的证据

师:有的同学成功,有的同学失败,但你们知道自己成功或失败的真正原因吗?你们之前的理由是否科学,能验证吗?

生:还是没有找到真正的原因。

师:既然如此,你能设计一个实验方案,来发现方法背后的原理吗?

学生思考,提出方案:将羽毛球筒做成透明的,这样,就能观察到羽毛球在里面的运动情况了。

教师肯定学生的方案,拿出透明的羽毛球筒,如图4所示,再次让学生们实验、观察。

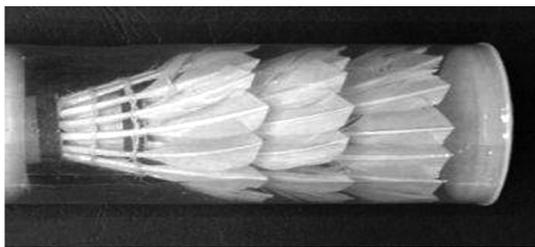


图4 透明的羽毛球筒

2.3 思辨形成结论

师生讨论,分析得出几种方法的可行性和原理:

(1)用力甩一下球筒,这个方法可行,属于离心现象,学生还没学过,但生活中有离心运动的经验,能大致理解,不再多加解释,等以后学了圆周运动再来具体分析。

(2)竖直拿球筒,上下震动,或者水平拿球筒,左右震动,这个方法不可行,因为羽毛球在上下或左

右震动的过程中,虽然由于惯性,相对球筒有运动趋势或有微小的运动,但因为往复的频率太快,这种相对运动趋势或运动被抵消,羽毛球几乎在原位置不动。

(3)一手握住球筒,另一只手用力多次拍打球筒的其中一个盖口,这个方法也可行,因为在拍打球筒盖口的时候,球筒产生一个沿拍打方向的速度,而羽毛球由于惯性,仍保持不动,所以球就相对于筒向拍打的那个盖口方向运动了一段距离,这样多次拍打后,球就从拍打的盖口出来了。

(4)沿筒的方向快速移动筒,突然停止,反复几次,这个方法也可行,因为移动筒时,羽毛球跟着筒一起运动,筒突然停下时,羽毛球由于惯性要保持原有的速度运动,因此还会继续相对于筒向筒口运动一段距离,反复几次后,羽毛球就可以出来了。

师:通过研究,我们在解决这个问题时,主要利用了什么?

生:羽毛球的惯性。

师补充:不错,我们利用了多种运动形式,让羽毛球的惯性发挥作用。

2.4 案例小结

这是一个基于问题解决的实验教学设计,寻找的证据分为表象证据和本质证据,这也是很多学生在实验研究中特别容易忽视的问题,学生往往在找到表象证据后,就认为问题已经解决,得出了粗浅的结论,其实这离问题的本质还有一段距离,需要进一步寻找证据,才能真正认清原理,这也是教师在实验教学设计中要特别关注的。

综合上述两个案例,笔者认为,基于“现象、证据、思辨”的物理课堂实验教学设计总是站在学生的角度去思考和设计的,有利于培养学生深度思考、主动参与、敢于创新的科学品质,也值得教师在教学实践中去进一步探索和尝试。

参考文献

- 1 梁旭. 基于核心素养教学的基本特征[J]. 中学物理, 2019,37(07):2~6
- 2 孔启宏,梁旭. 基于核心素养的教学设计——牛顿第一运动定律[J]. 中学物理,2019,36(19):57~59