

基于“实验释疑”促进学生深度学习的探究

闫 峰 (江苏省镇江第一中学 江苏 212000)

摘 要 物理学是基于实验的一门基础学科。教师在教学过程中应该充分发挥实验的作用,不仅仅通过实验来建立概念、探究验证规律,更可以用实验来解决学生对习题的疑惑,深层次理解和应用物理规律。通过一道习题的实验化操作,培养学生的自主动手能力和批判思维能力,提高了学生的学习兴趣,丰富了学生的感性认识,并通过实验现象与理论分析的结合,使得深度学习得以发生。在释疑过程中,促进学生自主学习,培养了学生的高阶思维,使物理学科核心素养生根发芽落在每一个环节。

关键词 实验释疑 情境 深度学习

文章编号 1002-0748(2023)3-0031

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

深度学习是区别于碎片化、浅层化学习的基于理解的、触及心灵的学习方式。那么一线教师应如何引导学生进行深度学习呢?既设法让学生在实验情境中萌发科学问题,提升批判思维,在探究中逐步深化学习,同时也能提高课堂的教学质量。中学物理《课程标准》中规定了21个必做实验,为教师的教和学生的学提供了基本的实验情境,它是最基本的要求,也是物理实验教学的最低标准。除此之外,教师应积极创设实验为培养学生的探究能力、促进深度学习积累丰富的素材。我们身边有很多具有一定探究价值的问题,其中,习题是一个丰富的实验素材来源。习题教学的作用不仅仅是为了得到答案,究其根本是要解决学生的疑惑,将疑惑问题实验化,重现物理现象,对于概念、规律的深度理解有着重要的推动作用。

下面尝试以一道常见而容易产生疑惑的习题为例,将其实验化,充分挖掘习题的潜在价值,将学生引入深度学习中。

1 习题情境

例题 利用牛顿第三定律,有人设计了一种交通工具,如图1所示,在平板车上装了一个电风扇,风扇转动时吹出的风全部打到竖直固定的小车中间的风帆上,靠风帆受力而向前运动。对这种设计,下列分析中正确的是()



图1 风扇吹帆船

(A) 根据牛顿第二定律,这种设计能使小车运行

(B) 根据牛顿第三定律,这种设计能使小车运行

(C) 这种设计不能使小车运行,因为它违反了牛顿第二定律

(D) 这种设计不能使小车运行,因为它违反了牛顿第三定律

此习题的情境新颖,题干简单,模型熟悉易懂。我们不去关注待选答案,只针对习题的情境,那么,这种平板车到底会不会运动呢?我们不能凭借固有的思维方式想当然地认为动或不动,更不能回避实际情境问题而分析选项的合理性(排除法),这样就会降低题目的能力要求,浪费了一个极好的实验素材。

2 习题情境实验化的前期准备

2.1 情境分析

习题的题干中交代的信息很少,关于风扇的风力、地面的阻力以及帆的材质、大小和形状等问题都没有进行说明,不确定因素非常多。当然,正因为这些不确定因素才为我们的探究提供了广阔的空间。改变不同的因素,是否能够出现不同的现象,在进行实验前应该要分析到位。

2.2 实验器具的制作

平板车受到的阻力可能比较大,不容易控制,为方便起见,我们采用水中的小船进行实验。

小船:泡沫箱的盖子,见图2;电风扇:便携手持小风扇,三个挡位:1.3 W~4.7 W,见图3。

水池:放置实验物品用的大方盘;船帆:不同形状的帆若干个,见图 4。



图 2 泡沫板小船



图 3 小风扇

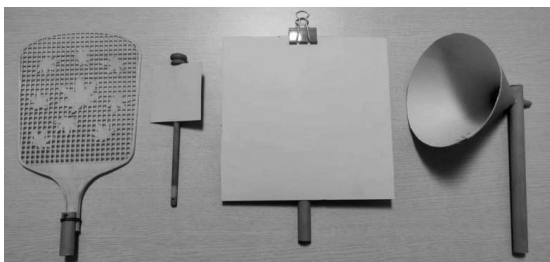


图 4 不同形状的船帆

3 教师引导学生自主探究,为深度学习奠基

环节 1 引导学生对题目信息进行分析。

教师引入 同学们,我们仔细地审审题干,分析一下题干条件的完整性,看看是否有什么交代得不够详尽透彻、需要我们控制的因素。

学生分析 水有一定的阻力;风扇的风力可能不够强;船帆的形状也没有具体说明。

教师补充 同学们分析得很好。除了上述因素,严格来说我们还应该考虑到船帆的材料,比如说它的透气性;还有风扇与船帆的距离等等。当然,我们也可以改变一些因素,例如船帆的大小。情况比较复杂,我们主要考虑几种主要情形,能够用来验证我们的猜想即可。

环节 2 学生自主探究观察现象。

教师引入 同学们,小船到底动不动,相信大家心里也有一定的想法。这里是老师制作的实验器材,你们可以按照自己的想法进行组合,甚至可以选用材料来制作一个船帆,观察一下会有什么现象。

学生自主探究,充分展现学生的动手能力和观察能力,深度体验实验论证的过程,培养学生的科学批判思维。

教师提问 通过自己亲身的实验,你们发现了什么现象? 这些现象结果是否验证了你当初的想法?

学生回答 小船没有运动;小船运动了;小船不

前进而是转动等等。

由于不同的实验组合和船帆摆放的问题,学生实验的现象涵盖了几种情况,教师对此要有充分的准备,允许多种实验现象的出现,并具备对实验现象做出让人信服的解释能力。

4 深度总结分析,验证实验现象

环节 3 教师收集学生的实验方案及现象结果,为重新实验及分析做准备。

教师提问 风扇吹帆船的问题,我们要用到什么知识来进行解释呢?

绝大多数学生猜测从力的角度进行分析,这是学生惯用的思维角度,也是高中物理解决问题的三大思路之一。

教师提示 风扇吹出的风可以看作一系列的小球,小球和扇叶、船帆发生碰撞,这个碰撞的过程可以看做动量守恒,我们灵活采用分析方法解决问题。

环节 4 师生共同研究实验现象的成因。

4.1 网状船帆

4.1.1 实验演示,重现学生实验现象

网状帆就地取材,用苍蝇拍来代替,实物如图 5 所示。开启风扇第二挡,小船向右运动,运动速度较快,现象明显。



图 5 网状帆小船

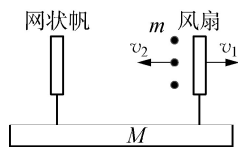


图 6 装置示意图

4.1.2 理论分析

如果没有船帆,风扇启动后,扇叶对小球产生一个向左的力,根据牛顿第三定律小球对扇叶产生一个向右的力,这个过程动量守恒。 $Mv_1 - mv_2 = 0$, $v_1 = \frac{m}{M}v_2$, 可以看到小船向右运动。换成网状帆,如图 6 所示,少数小球会打在网格上,绝大多数小球仍能穿过网状帆向左运动,与没有船帆类似,动量仍守恒,小船向右运动。

4.2 小硬纸板船帆

4.2.1 实验演示,重现学生实验现象

小硬纸板帆小船实物如图 7 所示,现象同网状帆类似,由于帆比较小,小船向右运动的现象比较明显。



图 7 (小)硬纸板帆小船

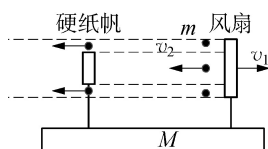


图 8 装置示意图

4.2.2 理论分析

如图 8 所示,船帆的面积小于风扇吹出风的截面,作用在扇叶上的小球比作用在硬纸板上小球要多,对扇叶产生的向右的力要比对帆产生的向左的力要大,所以小船向右运动。从动量守恒的角度分析,系统初动量为零, $Mv_1 - mv_2 = 0$, $v_1 = \frac{m}{M}v_2$, 小球的总动量向左,小船的动量就应该向右,即向右运动。

4.3 大硬纸板船帆

4.3.1 实验演示,重现学生实验现象

大硬纸板帆小船模型如图 9 所示,船帆比较大,能够挡住风扇吹来的风。船帆摆放影响比较大,小船容易旋转,所以要不断调试才能看到小船向左运动。

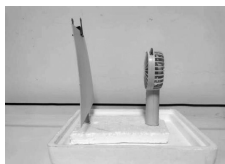


图 9 (大)硬纸板帆小船

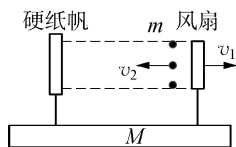


图 10 示意图

4.3.2 理论分析

如图 10 所示,船帆的面积大于风扇吹出风的截面,没有漏风现象,相较于前面的情况更为复杂,需要考虑的因素更多。小球与船帆的碰撞,可以分为完全非弹性碰撞,非弹性碰撞和弹性碰撞三种情况。

(1) 完全非弹性碰撞

小球撞击到船帆上时粘在船帆上(实际情况不容易发生),系统动量守恒。

小球与风扇: $Mv_1 - mv_2 = 0$;

小球与船帆: $Mv_1 - mv_2 = (M + m)v = 0$; 得 $v = 0$, 小船静止不动。

(2) 弹性碰撞

根据动量守恒定律,小球与风扇: $Mv_1 - mv_2 = 0$; 小球与船帆: $Mv_1 - mv_2 = Mv'_1 + mv'_2 = 0$; 得 $v'_1 = -\frac{m}{M}v'_2$, 可见,小船也是可以运动的。

实际的情况,小球与船帆的作用是非弹性碰撞,碰撞过程动能有所损失,情况与上面类似,只不过速度有所减小,但小船还是可以运动的。

4.4 硬纸板船帆倾斜

4.4.1 实验演示,重现学生实验现象

将大硬纸板帆转过一个角度,如图 11 所示,小船在水面上转动,现象非常明显。

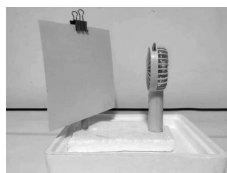


图 11 倾斜帆小船

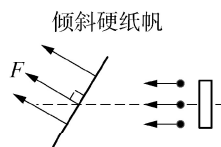


图 12 示意图

4.4.2 理论分析

如图 12 所示(模型的俯视图),当船帆平面与风向不垂直时,从受力的角度看,小球撞到帆面上会对船帆产生力的作用,这个力垂直帆面,与船身不在一条线上,这个力会产生一个力矩,小船就转动起来。

4.5 凹形船帆(见图 13)

4.5.1 实验演示,重现学生实验现象



图 13 凹形帆小船

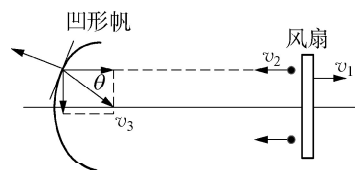


图 14 示意图

4.5.2 理论分析

如图 14 俯视图所示,水平方向动量守恒,小球与风扇: $Mv_1 - mv_2 = 0$ 。

小球与船帆: $Mv_1 - mv_2 = Mv + mv_{3x} = 0$, 得 $v = -\frac{m}{M}v_{3x}$, 小船运动。此时小船不会转动,因为凹形船帆关于船的轴线有对称性,竖直方向的动量相互抵消。

教师总结 经过不同情况的实验和相应的理论分析,我们可以直观地看到,小船在不同条件下,运动或静止都是有可能的。当然,我们的实验器材比较简陋,器材的制作与固定不是那么严谨,而分析过程又比较理想化,还有一些因素没有考虑进来,导致个别现象不够明显。不过我们现阶段不求“高大全”,抓住主要矛盾忽略次要矛盾,能够证实我们的猜想,解决我们的问题就足够了。

通过以上自主探究实验和共同的分类总结分析,一个复杂的学生存疑的问题已迎刃而解。在一系列的操作分析过程中,学生不仅解决了疑惑,更在

(下转第 6 页)

创新性思维是一种开创性的探索未知事物的高级复杂的思维,是一种有自己的特点、具有创见性的思维,高阶思维具有不可见性,因此解决问题的思路 and 想法在心理上并不“可见”,在这里我们引导学生用正确的方法和思维活动方式,寻找匀速圆周运动和简谐振动的之间关系,而采用投影和相位则是打破惯常的解决问题的方式和过去套公式解题的经验,学生站在更高的层次、更新的视角给问题以新的解答,也就在无形中培养了学生的创造性思维。

3 结束语

在新课改背景下,课堂教学以发展学生的核心素养为终极目标,推动指向生活价值的“新学习”,推进素养本位的大单元教学,以促进提高学生运用所学知识分析和解决生活世界实际问题的高阶思维能力。上述“周期运动”单元教学中培养学生的综合性思维、逻辑性思维、批判性思维、创新性思维等高阶思维的做法只是一种探索与尝试,实际上“高阶思维的形成不是一蹴而就的,学生的知识和能力的发展

(上接第 33 页)

解决问题的过程中提高了思维能力,巩固了对规律的理解和应用,培养了核心素养。其实,在自主实验和师生共研的过程中,深度学习已悄然发生、达成。

5 反 思

5.1 习题实验化的情境选择策略

习题实验化的目的是让学生在实验探究中达成深度学习,在解决疑惑的过程中思考方法策略,因此,习题的情境是能否达成目标的重要因素。(1)习题情境要有较强的探究意义,筛选一些典型的与核心知识联系紧密的模型,也可以把验证性实验改成探究性实验,让学生在实验中体验探究的乐趣及成功的喜悦。(2)习题情境要适合实验探究。可以创设一些生活化的生动有趣的物理情境,加强学生对模型的熟悉度,让学生在“熟而不知、知而不透、透而不全”的感觉中步步深化实验探究,最终达到释疑的目的。(3)习题实验现象要明显、可视度高,能够让学生恍然大悟,产生“原来如此”的认知感受。

5.2 实验要“真地做、做得真”

实验的目的是实际检验。教师在发现素材、实验设计、器材选择、实验操作、归纳总结的过程中要有高度的责任心,从心里端正态度,严格定位,实验不是作秀,避免浅尝辄止,“雷声大雨点小”。实验现

象必然经历一个从低层次到高层次循序渐进、螺旋上升的过程”^[5]。培养高阶思维没有固定的模式,也没有永恒不变的策略和方法,需要我们教师站在“以素养为中心”视角不断审视设计课堂和其他学习环境,要融入真实情境,要有问题引领,还需要以进阶的思路来构建符合高阶思维发展的学习路径,只有把这些教学目标、学习路径、教学策略和课堂环境有意识地结合起来进行实践,才有可能真正做到促进学生思维和素养的高质量发展。

参考文献

- [1] 孙宏安. 高阶思维能力及其培养[J]. 大连教育学院学报, 2018(6).
- [2] 秦娟. 高阶思维教学的关键技术[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2020.
- [3] R·布鲁斯·威廉姆斯. 高阶思维培养有门道[M]. 刘静, 译. 北京: 教育科学出版社, 2021.
- [4] 刘徽. 大概念教学: 素养导向的单元整体设计[M]. 北京: 教育科学出版社, 2022.
- [5] 雷浩, 李雪. 素养本位的大单元教学设计与实施[J]. 全球教育展望, 2022(5).

象更要正确、明显、直观、可视化强,以真实的实验结果面对真实的学生。

5.3 设置驱动性问题,促进实验释疑

深度学习指向高阶思维,面对真实的实验现象,必须步步为营,层层引导,以问题促使其思维火花的迸发,层层深化而升华。无“问题”的实验只会让学习浮于表面,不能促进知识、信息的理解和长期保持。

习题实验化以人为本,以学生为主体,从学生实际出发,可以从根本上解决学生的疑惑,让学生长时间处于深度学习状态。一线教师要善于发现学生问题,勤于创设实验,乐于操作实验,为培养学生的探究能力,提高学生批判思维,达成物理学科核心素养尽一份“真”力。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 许湘苗. 巧设物理情境 助推深度学习——以“光电效应”教学为例[J]. 物理教学, 2021(12): 18—21.
- [3] 张杰, 魏骏泉. 基于深度学习的物理“情景化”教学[J]. 物理教学, 2019(7): 17—18.
- [4] 黄正玉. 谈物理习题实验化教学的设计原则[J]. 物理教师, 2018(4): 78—81.
- [5] 闫峰. 还原物理情景 突破理解“顽疾”——基于实验分析的物理学习进阶的探究[J]. 物理教学, 2019(7): 14—16.