

高中物理问题化学习策略的设计与实践

吴春先

(浙江杭州学军中学 浙江杭州 310012)

摘 要:探讨高中物理问题化学习策略的有效实施及其对学生物理核心素养与高阶思维能力提升的促进作用。通过设计与课程内容相关的问题引导学生主动探究,研究发现问题化学习策略不仅能够激发学生的学习兴趣,加深学生对物理概念与物理规律的理解,更重要的是能够提高他们发现问题和解决问题的能力。基于实践结果,提出高中物理教学实施问题化学习的具体策略和建议。

关键词:问题化学习;核心素养;高阶思维;教学策略

文章编号:1002-218X(2024)08-0009-04

中图分类号:G632.41

文献标识码:A

一、问题化学习的缘起与提出

1. 研究背景与动机

随着我国基础教育改革的深入推进,传统教学模式已难以满足培养创新人才的需求。教育界呼吁从知识传授向能力培养转变,特别是在物理学科教学中,强调培养学生发现问题与解决问题的能力,促进学生物理核心素养形成和高阶思维发展。

2. 物理教学现状的分析与反思

当前物理教学常见问题包括学生学习主动性弱、深度思考能力欠缺及创新能力不足。为了应对这些挑战,问题化学习作为一种激发学生主动性和积极性的教学策略,被提出并逐渐引起教育工作者的关注。通过设计与课程内容紧密相关的问题,问题化学习不仅能够引发学生的思考和探究,能有效促进学生对物理概念的理解和应用,更能培养学生的深度思考能力和发散思维能力,真正实现教学方式的创新。

二、问题化学习策略的实践

为了有效实施问题化学习策略,笔者在教学中设计了一系列问题与探究活动,旨在通过问题驱动的方式激发学生的学习动力,促进学生思维发展和能力提升。通过整合项目化学习、研究性学习、深度学习等教学方法,旨在实现知识的有效迁移和连续构建,推动学习方式变革与课堂教学转型。通常

的教学实施设计按照图1开展。

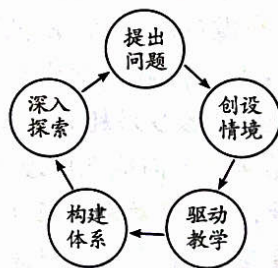


图1

1. 创设探究问题情境,激发学习兴趣

在实施问题化学习策略的首要步骤中,创设合适的问题情境至关重要。基于物理学科兼顾理论与实验的特点,教师应将课程内容与学生日常生活中的物理现象相结合,利用实验、图片、视频或动画等多种方式呈现问题,以此激发学生的好奇心和求知欲,同时有助于学生在解决实际问题的过程中加深对物理概念的理解。生动的问题情境有助于课堂教学趋于动态发展,有助于改变学生低效的学习方式,让学生充分利用感性认识进行学习与探究。

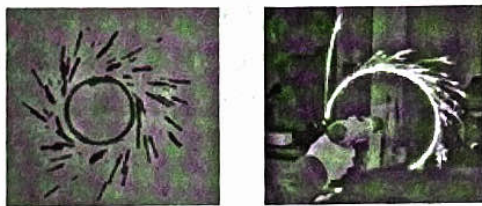
案例1 实验引入:曲线运动的方向的探究。

人教社2019版高中物理教材必修第一册主要研究直线运动规律,必修第二册第一节讲曲线运动,如何做好直线运动到曲线运动的衔接是关键。从定义上直接看曲线运动非常简单:运动轨迹是曲线的运动(相对于某一参考系)。但从物理规律寻

找、判断、应用的视角出发,物体从一维运动过渡到二维做平面运动,对很多学生而言是有困难的。因此,可以通过一些触手可及的实验活动引导学生进入曲线运动,如学习曲线运动速度方向时,除了教材中提到的砂轮飞火星现象外,可以增加让学生自己动手的两个小实验:

(1)陀螺龙卷风:让陀螺固定在白纸上旋转,然后在陀螺上慢慢滴红墨水,观察现象,如图2(a)。

(2)转动点燃的仙女棒烟花:实际生活中的手持式小烟花,点燃、转动、观察现象,如图2(b)。



(a)

(b)

图 2

设计意图 在探索曲线运动方向的教学中,增加这两个简单、易做的小实验,使抽象的物理概念变得生动、直观,不仅拉近了学生与物理规律的距离,还激发了学生的学习兴趣 and 求知欲,有效促进学生对曲线运动速度方向概念的理解和应用。

2. 巧妙设计问题,驱动概念规律深度学习

在高中物理教学中,众多的概念、公式、定律和物理模型,再加上复杂的数学运算,容易让学生把时间耗费在零散的知识当中,而无暇感受背后的物理规律和逻辑。因此,教学中应注重物理模型的建构,帮助学生搭建逻辑缜密知识体系,引导学生对复杂多变的物理现象和问题形成系统、科学的认识正确进行模型建构。在此过程中,应鼓励学生深入思考模型的建构条件及外延的相应问题,通过具有一定深度的物理思维和逻辑训练,实现教学内容物理本质的澄清。

案例2 动量守恒定律的碰撞模型分析。

碰撞是指两个物体间相互作用力极大而时间极短的作用过程,它们相互作用的冲量不可忽略,因此两个物体的动量都要发生变化。在它们相互作用的极短时间里,重力、摩擦力(特别大的力除外)等一般可忽略不计,近似认为在一切碰撞过程中,相互作用的物体组成的系统总动量守恒。在这个模型概念的教学中,笔者为了让学生对碰撞模型

有感性认识,从比较简单的多体碰撞情境出发,设计如下具体问题:

例1 在质量为 M 的小车中挂有一单摆,摆球的质量为 m_0 ,小车和单摆以恒定的速度 v 沿光滑水平地面运动,与位于正对面的质量为 m 的静止木块发生碰撞,碰撞时间极短。在此碰撞过程中,下列哪些情况是可能发生的 ()

A. 小车、木块、摆球的速度都发生变化,分别为 v_1 、 v_2 、 v_3 ,满足 $(M+m_0)v = Mv_1 + mv_2 + m_0v_3$

B. 摆球的速度不变,小车和木块的速度变为 v_1 、 v_2 ,满足 $Mv = Mv_1 + mv_2$

C. 摆球的速度不变,小车和木块的速度都变为 v_1 ,满足 $Mv = (M+m)v_1$

D. 小车和摆球的速度都变为 v_1 ,木块的速度为 v_2 ,满足 $(M+m_0)v = (M+m_0)v_1 + mv_2$

设计意图 该情境中发生碰撞的对象是谁?发生碰撞的类型有哪些?

分析 该问题没有给出图像,也没有其他信息,若学生对碰撞概念理解不到位,很容易无从下手。但题中特别指明碰撞时间极短,说明碰撞过程中摆绳对摆球来不及发生作用,摆球运动状态不变,即只有木块和小车发生碰撞,摆球不参与碰撞。然而,木块和小车间的碰撞情况我们不知道,可能碰后一起运动,也可能碰后速度不同,因此答案应为BC。此问题设计意图就是要说明碰撞的基本特点,即作用时间极短。我们从该题中对多体碰撞模型的情境有了初步认识。

通过精心设计的问题情境,坚持问题驱动,教师可以根据学生的学习情况把教学内容转化为教学问题,再结合教学情境把问题转化为活动,并引导学生深入探究物理概念和物理规律,以此促进学生主动学习和深度思考。这种教学方法不仅能增强学生的问题意识和解决问题的能力,还有助于学生加深知识理解并深化思维,进一步实现教学目标。

3. 加强问题整合,构建知识体系,发展高阶思维

对于具体的物理概念或规律学习与应用,学生可能会出现诸多问题,如何整合并利用这些问题是教学的重点与难点。教师需筛选出与课题相关、合理的问题,指导学生识别核心问题,并围绕核心问题引发更多讨论,以此探索解决问题的途径。教师

应通过问题引导教学,指导学生思考、探索 and 解决问题,最终达到培养学生解决问题能力的目标。

案例3 电磁感应的综合情境中安培力做功的问题解决。

在高三的专题复习教学中,电磁感应现象及其综合应用属于重难点,涉及的物理规律较多,对学生的思维水平要求也较高。教学难点是安培力做功的计算,安培力做功与对应的能量关系。笔者以如下题目为例,对“物理规律功与能之安培力做功”展开探究。

例2 浙江省2019年4月物理选考第22题
如图3所示,倾角 $\theta=37^\circ$ 、间距 $L=0.1\text{ m}$ 的足够长金属导轨底端接有阻值 $R=0.1\ \Omega$ 的电阻,质量 $m=0.1\text{ kg}$ 的金属棒 ab 垂直导轨放置,与导轨间的动摩擦因数 $\mu=0.45$ 。建立原点位于底端、方向沿导轨向上的坐标轴 x ,在 $0.2\text{ m}\leq x\leq 0.8\text{ m}$ 区间有垂直导轨平面向上的匀强磁场。从 $t=0$ 时刻起,棒 ab 在沿 x 轴正方向的外力 F 作用下,从 $x=0$ 处由静止开始沿斜面向上运动,其速度 v 与位移 x 满足 $v=kx$ (可导出 $a=kv$), $k=5\text{ s}^{-1}$ 。当棒 ab 运动至 $x_1=0.2\text{ m}$ 处时,电阻 R 消耗的电功率 $P=0.12\text{ W}$,运动至 $x_2=0.8\text{ m}$ 处时撤去外力 F ,此后棒 ab 将继续运动,最终返回至 $x=0$ 处。棒 ab 始终保持与导轨垂直,不计其他电阻,求(提示:可以用 $F-x$ 图像下的“面积”代表力 F 做的功, $\sin 37^\circ=0.6$):

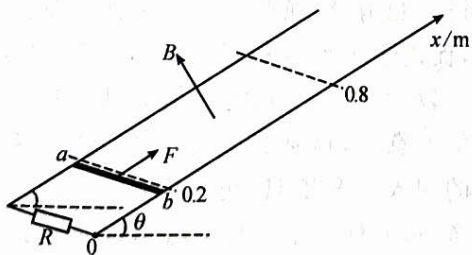


图3

- (1)磁感应强度 B 的大小。
- (2)外力 F 随位移 x 变化的关系式。
- (3)在棒 ab 整个运动过程中,电阻 R 产生的焦耳热 Q 。

分析 该题以经典的电磁感应“轨道+杆”模型为情境素材,综合考查学生对力与运动、能量分析的理解和掌握情况。题目基于“轨道+杆”情境,设置了无磁场区域和有磁场区域中杆的变加速运动状态,但是对于后续杆的运动情况并没有交代,

而是需要学生对受力分析、构建运动模型并加以推理计算才能得到结论。一个看似简单的模型,却对学生的猜想、推理、论证、质疑等思维能力提出了较高的要求。以下对该题的深度剖析与探究。

问题1 此题第(2)问, ab 杆向上运动穿过磁场区域时是什么运动状态? ab 杆所受的安培力是什么特点?这样的安培力做功如何计算?

模型建构 该情境中 ab 杆的运动是变加速直线运动,安培力方向不变,且大小与位移 x 呈线性关系,该安培力的功可以用对应位移中的平均力与位移的乘积,或者用 $F-x$ 图像下的“面积”代表安培力做的功。

问题2 ab 杆向上运动穿出磁场后又返回磁场区域时是什么运动状态? ab 杆所受的安培力有什么特点?这样的安培力做功如何计算?这实际上就是此题的难点所在。

模型建构 题中对 ab 杆穿出磁场后的运动状态没有任何描述,需要我们对 ab 杆进行受力分析,以判断杆出磁场后杆向上匀减速再返回向下匀加速,通过运动学公式或动能定理计算发现 ab 杆向下进磁场时的速度,从而判断出 ab 杆匀速向下通过磁场。因此,此过程中的安培力是大小、方向都不变的恒力,可用恒力功的计算方法求解。此处运用了猜想与推理、论证等思维方法。

问题3 在刚才例题基础上稍作变化,把平行直轨道变成圆弧轨道。如图4所示,两根半径为 $r=0.5\text{ m}$ 的四分之一光滑圆弧轨道,间距为 $L=1\text{ m}$,轨道电阻不计。在其上端连有一阻值为 $R=2\ \Omega$ 的电阻,圆弧轨道处于辐向磁场中,所在处的磁感应强度大小均为 $B_1=1\text{ T}$,其顶端 A 、 B 与圆心处等高。将金属棒 mn 从轨道顶端 AB 处由外力 F 拉着匀速率滑过光滑圆弧轨道,此过程 mn 杆受到的安培力有何特点?这样的安培力做功怎样计算?

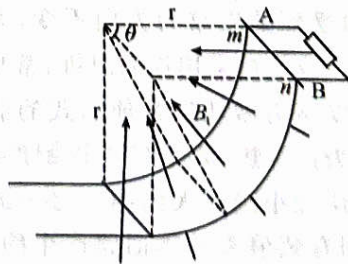


图4

模型建构 该情境是改变直线轨道为圆弧轨

教 法 学 法

道,运动模型从直线运动转为圆周运动,此时的安培力是大小不变而方向时刻与运动方向相反的变力,对匀速率的圆弧运动无限细分,那么在每一段时间足够短的运动中可以把曲线运动看成是匀速直线运动,则这极短时间内的直线运动中当然可以把安培力看成是恒力,则该 Δt_1 内的安培力做功为 $F_{\text{安}} \Delta x_1$, Δt_2 内的安培力做功为 $F_{\text{安}} \Delta x_2$, Δt_3 内的安培力做功为 $F_{\text{安}} \Delta x_3 \cdots$ 而功是标量,因此在整个四分之一圆弧轨道上匀速率运动时,安培力做功的计算就可以转化成安培力的大小乘以路程(即四分之一的弧长)。该变力功的求法采用化曲为直、微元求和的思想,属于高阶思维。

问题4 如图5所示,两根半径为 $r=0.5\text{ m}$ 的四分之一光滑圆弧轨道,间距为 $L=1\text{ m}$,轨道电阻不计。在其上端连有一阻值为 $R=2\ \Omega$ 的电阻,圆弧轨道处于竖直向上的匀强磁场中,所处的磁感应强度大小为 $B_1=1\text{ T}$,其顶端 A 、 B 与圆心处等高。将金属棒 mn 从轨道顶端 AB 处由外力 F 拉着匀速率滑过光滑圆弧轨道,此过程 mn 杆受到的安培力有何特点? 这样的安培力做功怎样计算?

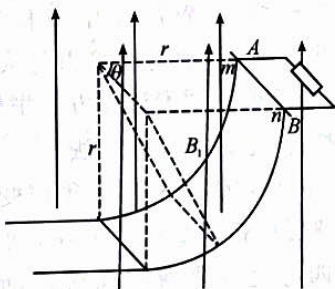


图5

模型构建 这里只是把问题3中的辐向磁场换成竖直向上的匀强磁场, MN 棒匀速率通过圆弧轨道,仔细辨析金属棒 mn 运动速度与匀强磁场的方向关系,发现金属棒 mn 切割产生的电动势变化服从正弦规律,所以回路中的电流变化也服从正弦规律,金属棒受到的安培力方向不变,大小变化服从正弦规律。我们可采用逆向思维,常见的情形是金属棒克服安培力做功把其他形式的能转化为感应电能转化为焦耳热,而此情境中由于运动中产生的是刚好为从最小到最大的四分之一的正弦式交流电,那么用有效值来计算回路产生的焦耳热,再利用功能关系得到安培力的功。这里的逆向思维也是高阶思维。

问题5(双杆问题) 在匀强磁场中,相同的金属杆1和2在足够长的光滑水平轨道上,金属杆1静止在轨道上,金属杆2以初速度 v_0 向右滑过,达到稳定,此过程中金属杆1和2受到的安培力做功如何? 此过程涉及的功能关系又如何?

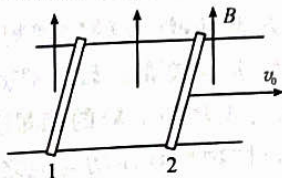


图6

模型构建 这是基本的双杆模型,磁场对金属杆1的安培力做正功,磁场对金属杆2的安培力做负功,这一对安培力做的总功为负功,做功的过程使系统的机械能转化为回路中的感应电能并以焦耳热呈现。

通过上述一系列关于电磁感应综合问题的设置,可以解决复杂的安培力做功、安培力做功与焦耳热的转换关系问题。在备考复习中,确定好专题要解决的核心重难点内容,就可以围绕核心设计系列问题引导复习教学,指导学生思考、探索和问题解决,最终达到培养学生解决问题能力的教学目标。

三、结语

探讨在高中物理教学中的问题化学习策略的具体实施,构建以学生为中心的问题化学习环境,通过创设问题情境、强调问题驱动及加强思维整合与构建,促进学生深度思考、主动学习及高阶思维的发展。教学实践证明,问题化学习能够激发学生的主动学习意愿,增强其学习能力,通过将问题作为学习的切入点和工具,可以激励学生积极探索、独立思考,从而促进个性化学习路径的形成。在实践操作中,通过引入问题化学习来激活思维导向的课堂,打破传统教学模式的局限,将课堂转变为学生智慧成长、核心素养提升的平台,获得学生的广泛认可。实施问题化学习策略后,学生发现问题、探索问题和解决问题的能力得到了明显提升。

参考文献

- [1] 周昌鲜. 高中物理科学思维与方法的培养[M]. 成都: 四川大学出版社, 2022: 6-8.
- [2] 张静, 郭玉英. 物理建模教学的理论与实践简介[J]. 大学物理, 2013(2): 24-32.

(本文编辑: 杨博闻)