

教学案例设计与分析

如何培养高中生的创新思维能力

——以安培力和洛伦兹力教学为例

刘 畅

(北京市广渠门中学 北京 100062)

(收稿日期:2020-03-07)

摘 要:创新思维能力是物理学科核心素养中科学思维能力的根本要求和集中体现,是创造性地思考问题和解决问题的能力,在物理教学过程中实施创造性思维能力的培养很有必要.在安培力和洛伦兹力教学设计中,可以从 4 个方面设计教学环节,培养学生的创新思维能力.

关键词:创新思维能力 安培力教学 洛伦兹力教学

物理学科核心素养包括 4 个维度:物理观念、科学思维、实验探究、科学态度与责任.新版高中物理课程标准明确指出:能够基于经验事实建构理想模型,能运用科学思维方法,从定性和定量两个方面对相关问题进行科学推理,找出规律,形成结论,具有批判性思维意识,能从不同角度思考问题,追求科技创新.

创新思维能力是科学思维能力的根本要求和集中体现,是创造性地思考问题和解决问题的能力,在物理教学过程中实施创造性思维能力的培养很有必要.中学生创新思维,要求学生具有创新意识:敢想、敢问、敢做,有不同寻常的解决问题的态度和意愿;具有创新思路:能提出新问题,设计新的物理实验,做出新的物理解释;具有创新做法:能多角度、多层次思考问题,对问题给出合理的解释或解决.

在安培力和洛伦兹力教学设计中,可以通过激发创新、感染创新、训练创新和实践创新来培养学生的创新思维能力.

激发创新:进行有新意、有强度、有对比的兴趣触发和好奇心、求知欲的激发.

感染创新:通过介绍物理学史和科技创新成果

熏陶、感染学生进行科学探索和创新.

训练创新:引导学生设计实验,自行探究,训练学生思维的广阔性、灵活性、怀疑性和批判性;采取自学生疑,教师设疑的手段,训练问题意识和创新意识.

实践创新:开展课内制作活动,培养发散思维;引导学生思考,进行知识迁移.

1 激发创新

兴趣是思维的触发剂,激发好奇心和求知欲是培养创新意识,提高创新思维能力的推动力,尽可能满足 3 个特点:

第一,有新意,创设认知冲突,设置思维的障碍,激发探究新知的好奇心.

第二,有强度,心理学表明,作用于感官的刺激物必须达到一定的程度,才能被客体感知.在不引起学生消极情绪的情况下,现象越强,感知越深刻.

第三,有对比,把两种对应的事物对照比较,更能启发人由现象进入本质的思考.

案例 1:在安培力教学中,用小女孩荡秋千魔术引入安培力的概念,如图 1 所示.

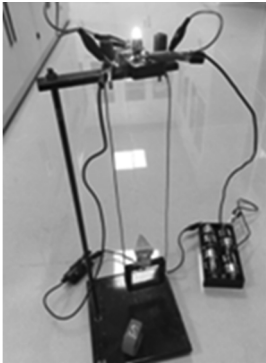


图1 “荡秋千”引入安培力

师:线圈上有个小孩想要荡秋千,老师能隔空让她荡起来,你们信不信?

生:不信.
师:我要发功了.(用手掌隔空推小孩)
师:没荡起来,合上开关,再观察.
师:对比两次荡秋千的区别是什么?
生:第一次没通电,第二次通电了.
师:怎么判断第二次通电了?

生:与线圈并联的小灯泡发光了.
师:小灯泡发光说明有电流通过,有电流通过线圈秋千就一定能荡起来吗?

生:不能,老师手里有一块磁铁.
师:观察能力非常强,老师并不是武林高手,这是知识的力量,这就是这节课要学习的内容——磁场对通电导线的作用力,这个力最初是法国物理学家安培发现的,我们把它命名为安培力.

在此教学过程中,学生表现出极大的兴趣和好奇心,目不转睛得观察,聚精会神得思考,注意力被最大程度吸引过来,学习的积极性被激发,在一步一步的追问下,思维被启发,最后成功得到了安培力的概念.

案例2:在“洛伦兹力的应用”教学环节中,引导学生解释“移动的小球”的原理,如图2和图3所示,进而介绍科技创新成果磁流体推进器,如图4所示.教学过程中,学生带着强烈的好奇心观察巧妙的实验,分析解释原理,学以致用.通过了解前沿科技信息,萌生了远大志向,学生学习物理知识的热情和从事科技创新工作的愿望被激发.

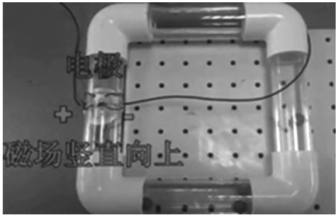


图2 “移动的小球”实验 a

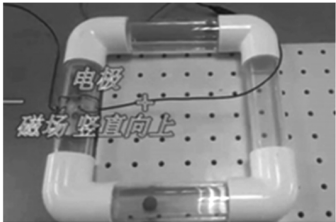


图3 “移动的小球”实验 b



图4 磁流体推进器

用自制教具介绍、演示电视机显像管成像原理,如图5所示,引导学生思考电视机显像管为什么要用磁偏转,不用电偏转.

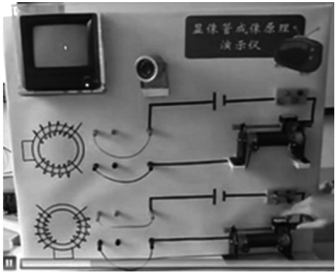


图5 显像管成像原理演示仪

学生眼前一亮,带着好奇心分析仪器设计原理,思考问题,学习兴趣被激发,积极性得到提升,创新思维得到升华.

2 感染创新

通过介绍奥斯特发现电流磁效应的历史背景,学生了解到自然界各种运动形式之间存在着必然的相互联系的思想在哲学界和科学界逐步形成,寻找电和磁的联系,正是在这种哲学信念支配下的有意识的探索活动;通过介绍人类的科技创新成果,分析其工作原理,介绍其地位和价值.例如电磁轨道炮、东方超环、磁流体推进器,不仅体现物理教育的文化

功能,更熏陶和感染了学生进行科学探索和创新,激励学生从事科学创新研究.

3 训练创新

(1) 设计实验,自行探究是学生自我创造的过程,教学过程中充分发挥学生的主体作用,调动学生的主观能动性,引导学生自主设计实验步骤、探究实验结论、发表讨论意见、完善实验结论,逐步训练学生思维的广阔性、灵活性、怀疑性和批判性.

案例 3:引导学生用锡箔纸天桥实验探究安培力的方向,如图 6 所示.

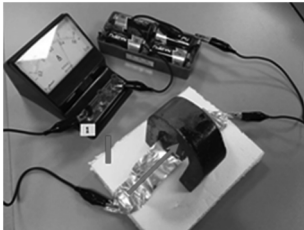


图 6 “锡箔纸天桥”实验器材

师:力可以改变物体的运动状态,也可以使物体发生形变,如何让锡箔纸做的天桥发生形变呢?

生:连接电路,通电之后加磁场.
师:如果天桥向上凸起,说明受安培力向上,如果让它受向下的安培力,应该怎么办呢?

生:改变电流方向或者改变磁场方向.
师:也就是说,学生认为安培力的方向与电流方向和磁场方向有关,具体成什么样的关系呢?我们不妨来做实验探究一下.一共需要探究几种情况呢?分别是哪几种?

生:4 种(如图 7 所示).

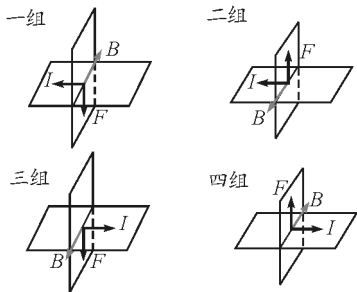


图 7 安培力方向探究实验的 4 种情况

引导学生用 3 根不同颜色的吸管和 1 块泡沫记录方向,之后请每组派一名代表到黑板前来展示模型,试着通过旋转摆放成第一个模型的方向,如图 8 所示.通过模型的一致性得到三者关系的确定性,从模型的不方便随身携带,引出普遍使用的方法:左手

定则.

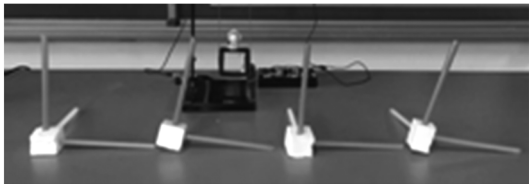


图 8 模型的一致性

学生在教师的引导下,成功得到影响安培力方向的相关因素,并连接电路进行 4 种情况下的实验探究,得到安培力的方向.通过制作模型使三者的空间关系呈现得更加形象,学生顺利突破了思维障碍,学生的空间思维能力得到了锻炼.

案例 4:在探究安培力大小时,缠绕线圈时每缠 20 匝引出一个抽头.

师:如何利用数字测力计,带抽头的线圈,正对的磁铁等器材探究在 B 与 I 垂直时, F 的大小与 I 的关系呢?

生:将带抽头的线圈与电源、开关、滑动变阻器、电流表串联,线圈固定在数字测力计下,线圈放在磁场中,如图 9 所示,探究 F 与 I 的关系,不改变磁场和所接线圈的抽头,改变电源电压或移动滑动变阻器的滑片来改变电路中的电流.



图 9 带抽头的线圈

师:需要记录哪些数据呢?
生:记录 6 组因变量 F 和自变量 I 的大小.
师:如何探究 F 与 L 的关系呢?

生:将线圈的不同抽头接入电路,同时移动滑动变阻器的滑片使电流表示数不变.
师:需要记录哪些数据呢?

生:记录 6 组因变量 F 和自变量 L 的大小,可将 L 分别记录成 $L, 2L, 3L, 4L, 5L, 6L$.

学生记录数据并在坐标纸上画出 $F-I$ 和 $F-L$ 图线,得到正比关系: $F = KIL$, 进一步得到 $F = BIL$.

以上教学过程中,学生经历了小组实验和探究过程,培养了探究能力,感悟到物理学的研究方法,促进其科学观念的形成和科学素养的提高,同时,通过科学体验培养了学生尊重事实、严谨的科学态度和做事认真的良好习惯。

(2) 教育心理学家认为,敢于提问、善于提问是创新的起点,敢于质疑、敢于探索是创新的关键,鼓励学生求新求异,采取自学生疑,教师设疑的手段(提问或追问),巧妙设疑,调动学生的思维,训练了问题意识和创新意识,有助于学生创造性思维能力的培养。

案例 5:用电子束演示器和蹄形磁铁探究洛伦兹力的方向时,进行提问,“用左手定则判断洛伦兹力方向,有没有存在什么问题?”进而引导学生从安培力的方向判定方法(左手定则)进行知识迁移,完善左手定则,引导学生完善左手定则。

师:探究洛伦兹力方向实验过程中存在什么问题?

生:不能保证电子运动方向与磁场方向垂直,不能保证磁场是匀强磁场。

师:我们可以对实验器材进行改进,将电子束演示仪放入亥姆霍兹线圈(可产生近似匀强的磁场)中,如图 10 所示,转动线圈,由 B 、 v 垂直转到平行,观察偏转角度发生的变化,你能分析得到 f 大小的特点和 f 方向的判断方法吗?

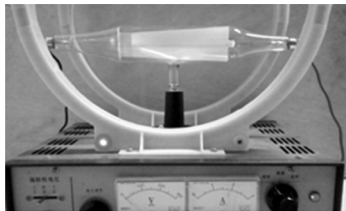


图 10 电子束演示仪在亥姆霍兹线圈中

生: B 与 v 平行时, $f=0$; B 与 v 垂直时, f 最大;方向用左手定则判断, f 与 B 、 v 都垂直。

在此教学过程中,构建有助于学生发生知识迁移的情境,学生自主探究发现了规律.通过线圈的转动,学生直观、清晰地观察到了在 B 与 v 所成任何角度下, f 的特点.通过质疑、思考问题和实验创新,提高了创新思维能力。

案例 6:从安培力出发,发现并研究了洛伦兹力的方向和大小后,提出问题。

师:有没有需要完善的地方?

生:洛伦兹力大小的推理,需要实验验证。

师:如何验证呢?

生: $f_{洛} = qvB$ 涉及的两个量都是微观量,比较难直接验证,用洛伦兹力演示仪来间接验证。

师:电子只受洛伦兹力,如果我们关于洛伦兹力的方向(总是与速度方向垂直)是正确的,电子将做什么运动?

生:带电粒子做圆周运动。

师:如果我们关于洛伦兹力的大小推理也正确,你能知道电子做圆周运动的半径跟哪些因素有关?

生:由 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$,可知 $r = \frac{mv}{qB}$, r 与 v 、 B 有关。

师:你能设计一个可行方案验证上述两个推论吗?设计间接验证的结论是什么?

生:当 B 、 q 、 m 一定, v 越大, r 越大。

此教学过程中,学生的思维被充分调动起来,学会了实验探究与理论推导相结合,敢于探索多种探究方法,提高了问题意识和创新意识。

(3) 高中阶段的学生思维活跃,想象能力丰富,对很多新奇事物都充满了探究欲望,在教学过程中,引导学生联想洛伦兹力和安培力的关系、磁场和电场的关系、电荷与电场磁场间的关系、洛伦兹力和电场力的关系.学生进行了知识间的联想和迁移,提高了想象能力,激发了对新奇事物的探究欲望,主动创新思维能力的发展得到刺激。

4 实践创新

培养发散思维是发展创造性思维能力的重要方面,通过布置作业的形式开展课内制作活动,鼓励学生用磁铁、漆包线、电池、导线制成多种简易电动机,鼓励学生不依常规,寻求变异,探索多种答案,学生的发散思维得到培养;通过引导学生思考洛伦兹力方向的判断方法,进行左手定则的知识迁移,通过思考安培力和洛伦兹力的关系,建立知识间的联系,学生的发散思维和知识迁移能力得到提高。

总之,培养学生的创新意识、创新精神,训练学生的创新思维,开发学生的创新能力是每一位物理教师的责任,而能力的形成不是一蹴而就的,能力的培养更要循序渐进,教师在教学中要不断实践,深入探索,精心设计教学过程,坚持不懈地培养学生创新思维,提高学生的创新能力。