

丰富实验探究 提升思维品质

——以自制教具“平面镜成像仪器”为例

沙琦波 (宁波市四眼碶中学 浙江 315000)

摘 要 鉴于实验教学对于提升学生思维品质的重要性,以“平面镜成像实验”为例,立足实验方法、实验材料、原理探寻、规律探究、疑难解决,自制平面镜成像仪器,通过可翻转反射面的对比实验、用 PC 板代替玻璃板探究、平面镜实验原理探究、可旋转三平面多角度探究、解决实际疑难问题的探究,阐述了如何利用自制教具丰富学生的实验探究,提升学生的思维品质。

关键词 物理 思维 自制教具 平面镜成像

文章编号 1002-0748(2022)3-0025

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

物理学是一门以实验为基础的学科,所有的物理概念、规律、定律大多是在实验的基础上建立起来的。初中物理教学面对的又是好奇心强、精力充沛的中学生,他们对实验有着强烈的兴趣,但是由于接触物理时间不长,科学方法和抽象思维能力都还没有形成。因此,教师在教学中要多开展以实验为主的探究活动,让学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,提升科学思维能力。初中教材中虽然有较多的实验,但并不能全覆盖,教师可以从学生熟知的生活现象、生活物品、学生的认知冲突中开发实验教学资源,自制简单有效的实验教具,改进和创新实验,弥补教学所需^[1]。本文以自制教具“平面镜成像仪器”为例,阐述如何利用自制教具丰富学生的实验探究,提升学生的思维品质。

1 教材中原有装置介绍

平面镜成像实验是华东师范大学版《科学》八年级下册第二章第一节“平面镜”一课的重要实验,学生在生活中有照镜子的经验,但是这与科学上对平面镜成像规律的探究有一定的距离,对平面镜成像的特点缺少理性的认识。教材中提供的器材如图 1 所示,分别是茶色玻璃、方格纸和圆形棋子,用来探究像的性质和像的位置,以茶色玻璃竖直放置在纸面上展开探究。学生利用此装置探究会产生这些疑问:(1)实验中为什么要用玻璃板代替平面镜?(2)像到镜面的距离真的等于物到镜面的距离吗?测量时又是以平面镜的哪个位置为基准呢?(3)像和物体的上下左右方向是否有颠倒?如何颠倒?

(4)生活中镜子有时候不是竖直放置的,比如小轿车的挡风玻璃,它的成像规律又是怎样的呢?(5)平面镜成像原理书中给出了作图,如图 2 所示,为什么会是这样的呢?(6)生活中有些问题,比如:镜子一分为二,水平拉开,像如何变化呢?“科学探究”是科学家们解决问题的基本方法。为了引导学生像科学家一样地解决问题,笔者通过改进原有装置,自制“平面镜成像仪器”帮助学生展开丰富的探究。

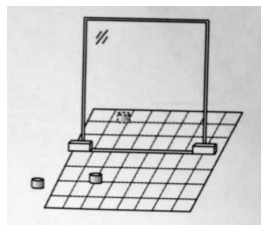


图 1 平面镜成像实验装置

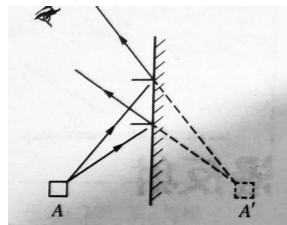


图 2 平面镜成像原理光路图

2 改进后的装置呈现

笔者运用组合法自制教具,如图 3 所示,由三个可以绕中间轴任意转动的平面组成,中间这个成像的反射平面,用上下两层可翻转的平面代替原来的玻璃平面。这上下两层平面一层为 PC 板加汽车贴膜平面,另一层为平面镜,另外两个放成像物体和替代像的物体的平面是贴有方格纸的塑料板。方格纸下有一层铁皮。在三个平面的侧面,用一个大量角器(240°角)把三个平面固定起来,便于测量两个平面之间夹角的大小,量角器中间镂空一圈弧形滑槽并加装蝶形螺钉用以固定三个平面的位置。自制 F

形塑料激光雕刻物体代替棋子作为探究的成像物体进行实验, F 形物体底部嵌有小磁体, 如图 4 所示, 因为两平面方格纸下有铁皮, 所以 F 形物体可以在上面任意移动和固定。上下左右都不一样的 F 形物体, 旨在精准探究像和物的形状关系。

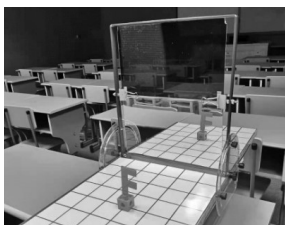


图 3 自制平面镜成像仪器

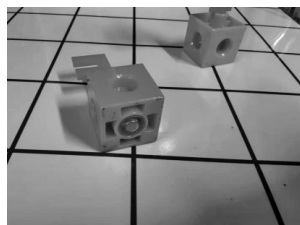


图 4 底部嵌有小磁体的 F 形物体

3 利用自制教具开展实验探究

3.1 可翻转反射面的对比实验, 提升思维的敏捷性

思维的敏捷性是指思维活动的速度呈现为一种正确而迅速的特征, 它反映了智力的敏锐程度^[2]。在平面镜成像规律的探究中, 如何启发学生快速地思考用玻璃代替平面镜做实验来寻找像的位置进而探究像的特点, 需要教师采用适当的情境来激发学生的思维。

教材中的平面镜用茶色玻璃代替, 它的优点是既可以看见平面镜中的像, 又可以看到镜后面的物体, 方便确定像的位置。但是实验时直接给出玻璃板, 学生缺少思考和对比。于是, 笔者改进了中间这个反射平面, 用上下两层可翻转的平面代替原来的玻璃平面。通过自制旋转夹夹住成一块复合式平面镜。自制旋转夹不仅夹住两块材料, 而且可以旋转, 任意切换需要的上下两面镜子, 如图 3 所示。

学生探究: 先用平面镜探究成像规律, 学生在镜前发现只看见镜中的像, 看不见镜后的物体。学生旋转自制旋转夹, 切换平面镜, 用 PC 板探究, 同样将物体放在镜前, 学生在前方既看见了镜中的像, 也看见镜后的物体, 接下去就可以寻找像的位置。

学生通过可翻转平面对比探究, 能迅速发现用 PC 板代替平面镜探究的优点, 而且 PC 板只有一毫米厚度, 比原来玻璃厚度小得多, 贴上膜后使成像更为清晰, 有效避免重影现象, PC 板也比原先玻璃更为轻便。通过这样的平面镜探究, 学生能在最短的时间内, 完成平面镜和 PC 板的探究, 并且了解为什么平面镜成像实验中不用真正的平面镜。在动手实践的过程中, 发展思维的敏捷性。

3.2 用 PC 板代替玻璃板探究, 提升思维的批判性

批判性是思维活动中独立分析和批判的程度, 是思维活动中善于严格估计思维材料和精细地检查思维过程的智力品质^[2]。教材中原来采用茶色玻璃代替平面镜来探究, 是利用茶色玻璃既能成像又能透过玻璃看见后面物体的特点, 用等效替代法来确定像的位置。但是, 由于玻璃有厚度, 容易出现重影现象, 同时, 还会出现像距误差, 如朱传华研究所示^[3], A 相对于前面一面镜面所成的像为 A' , 用等效替代法, 拿与 A 形状大小相同的 B 去找 A 像的位置, 但实验者在 A 一侧看到的 B 并不是物体 B 本身, 而是 B 经过玻璃折射后所成的像 B' , 实验者以为 B 与 A' 重合, 其实是 B' 与 A' 重合, 如图 5 所示, 这就是像距误差。基于此, 笔者采用新材料 PC 板代替玻璃来做平面镜成像实验。

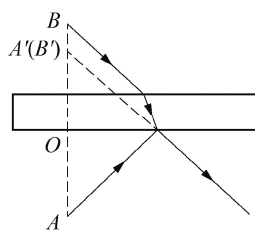


图 5 像距误差图

学生探究: 利用自制旋转夹转动平面让 PC 板平面在下层, 将 F 形物体放于方格纸某一纵横线的交叉点上, 看到平面镜后方的虚像, 用另一个 F 放在 PC 板后面的纸面上, 直到与虚像的位置重合, 记录下像的位置, 多次实验。

科学教学离不开实验, 无论是实验装置还是实验方案的设计, 都是思维的产物, 蕴含着丰富的思维教育因素^[4]。在思维活动中, 教师要引导学生善于反思、善于质疑, 善于发现问题, 促进学生批判性思维的发展, 对平面镜成像实验中茶色玻璃的改进正是出于这样的目的。一般实验中用的玻璃板厚度在 3 mm 左右, 而 PC 板的厚度只有 1 mm, 大大减小了学生测量像距时的误差值。便于学生探究得出“像到平面镜的距离等于物到平面镜的距离”的结论。同时, 这里也揭示了探究平面镜成像规律像距等于物距是以玻璃板的前表面反射面为基准线测量的。

3.3 平面镜实验原理探究, 提升思维的灵活性

思维的灵活性是指思维活动的灵活程度^[2]。指学生从不同角度、不同方面去思考、解决问题, 或者引发联想, 建立联系, 对科学问题进行多角度“变式”, 举一反三, 全面而灵活地作出综合分析^[5]。在平面镜成像规律探究中, 对于平面镜成像原理的介绍, 教材中有这样的一段话: A 点发出的光经过平面镜反射, 反射光进入我们的眼睛, 引起视觉, 就像从镜

后的 A' 发出的一样。 A' 就是 A 的像, 由于光线并非真正从 A' 发出, 所以平面镜成的是虚像^[6]。教材并附光路图说明, 如图 2 所示。这样的文字和作图对初二的学生来说, 非常抽象, 不好理解。于是, 在平面镜成像实验的探究中, 笔者自制三束光点光源装置, 将三个直线光源调整位置, 做成模拟点光源发出的其中三条光线, 如图 6 所示, 用于突破此项教学难点。

学生探究: 反射面采用平面镜, 将自制三束光点光源开关打开, 放于平面镜前, 如图 6 所示, 学生可以看见三条反射光线, 这三条反射光线的反向延长线刚好会聚一点, 这一点就是光源在镜中的像点。看起来镜子前的反射光线就是镜中的像发出来的。再看平面镜的后面, 如图 7 所示, 并没有真实的光源和光线, 我们看到的现象是光的反射形成的, 平面镜中像并不是实际光形成的, 这样的像是虚像。而且, 学生发现真实的光线和教材中的光路图相同。

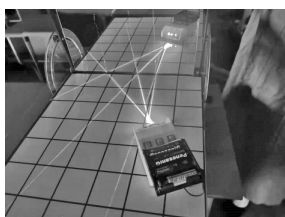


图 6 反射光线正面图

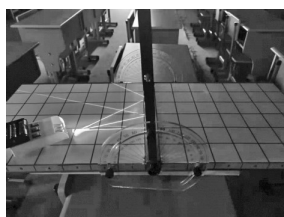


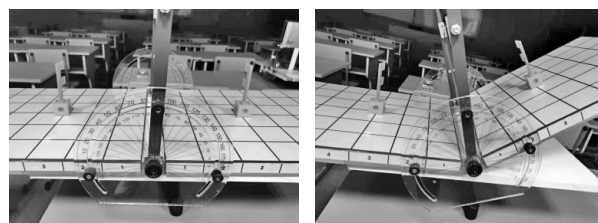
图 7 反射光线侧面图

人们在认识客观事物的过程中, 往往是从具象到抽象, 再从抽象到具象相统一的过程。用自制教具真实呈现光线可以使获得生动的、感性的认识, 再辅以光路图用以说明成像原理, 是学生获得平面镜成像的正确认识并不断深化的过程。这种具象和抽象共同说明知识的本质, 体现了思维的灵活性。

3.4 可旋转三平面多角度探究, 提升思维的深刻性

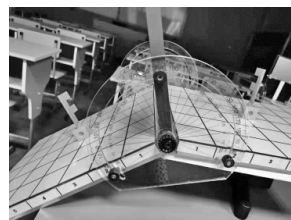
思维的深刻性指思维活动的广度、深度和难度^[2]。探究平面镜成像规律的时候, 书上强调, 玻璃板要竖直放置在纸面上。如果镜面与纸面不垂直呢? 显然原装置只探究平面镜垂直于水平面时成像的特点, 具有一定的局限性, 在一定程度上也限制了学生的思维发散。于是笔者对原装置进行了改进。新的自制教具主要创构了三个可让固定轴转动的平面实现不同情况下的探究。侧面的量角器用于固定三个平面和读取平面间的夹角。该实验装置不仅能探究平面镜垂直于纸面的成像特点, 还可以探究平面镜与物体所在平面成任意角度的成像特点, 即生活中的各种成像情况。

学生探究: 首先探究生活中物体的放置与镜面平行的情况, 与教材中一致, 即平面镜垂直于水平面时的成像特点, 先将成像物体 F 放于方格纸某一纵横线的交叉点上, 我们可以在 PC 板镜前方看到镜子后面的像, 然后将另一个“ F ”放在玻璃板后面的水平面上, 直到与虚像的位置重合, 记录下像的位置和大小, 多次实验; 接着探究生活中类似于轿车挡风玻璃的成像情况, 即平面镜与承放物体平面成任意锐角 (60° 为例) 的成像特点, 借助量角器调节 PC 板使之与承放物体平面成 60° 角, 然后再将成像物体 F 放于镜前方格纸某一纵横线的交叉点上, 看到镜后方的虚像, 用另一个“ F ”放在 PC 板后面的纸面上, 直到与虚像的位置重合, 记录下像的位置和大小, 多次实验; 最后探究物体不在镜子正前方, 即平面镜与承放物体平面成任意钝角时候的成像特点。以 120° 为例, 借助量角器调节 PC 板使之与承放物体平面成 120° 角, 然后再将成像物体“ F ”放于镜前方格纸某一纵横线的交叉点上, 看到 PC 板后方的虚像, 用另一个“ F ”放在 PC 板后面的纸面上, 通过调节镜后面的水平承载面和其上“ F ”的位置, 使其与虚像重合, 这样, 我们可以根据两平面和 PC 板的夹角, 以及两个“ F ”的位置, 得出此时平面镜成像的特点。总结上面三种情况的探究, 如图 8 所示, 得出平面镜成像的特点。



(a)

(b)



(c)

图 8 平面镜成像规律的探究

通过可旋转三平面的探究, 解决了多种实际成像问题, 拓展了原有的实验, 使书中的结论更具普适性。肤浅经历所获得的知识很容易被遗忘, 多种情况的探究使学生的思维更具广度、深度和难度。多

元且开放的探究让科学不再是存在于实验室、课堂和教科书中深奥、疏远的学科,而是与生活实际密切相关的知识和方法。

3.5 解决实际疑难问题的探究,提升思维的创造性

在实践中,除善于发现问题、思考问题外,更重要的是要创造性地解决问题^[2]。在实验中,除了探究平面镜成像的规律外,还要充分调动学生运用所学,自主解决实际问题。在生活实际中,学生经常感到困惑的问题是,人在镜子前面远离平面镜,感觉像变小了。我们可以通过等效替代法实验得出像的大小不变,始终等于物的大小。但是另一个疑惑的问题随之而来,如 2014 年宁波市初中毕业生科学学业考试第 14 题:如图 9 所示,猫的头部位保持不变,把镜子沿 MN 截成两半,并分别向两侧平移一段距离,则猫的头部位通过左、右两半面镜子:(A)都不能成像;(B)各成半个像,合起来成一个完整的像;(C)都成完整的像,且两个像在同一位置;(D)都成完整的像,且两个像在不同位置。此题的常规解法是教师作图分析,有了自制教具平面镜成像仪器后,我们可以尝试用实验的方法验证,使结论更加可信。

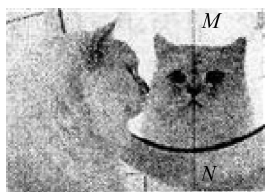
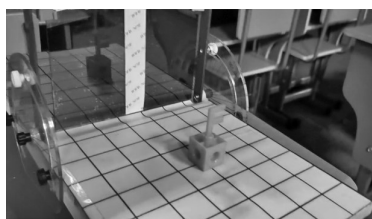


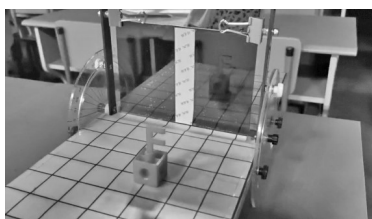
图 9 成像难题图

学生探究:在成像 PC 板镜面中央竖直地贴上一张纸条,这样镜面被分为左右两半,如图 10 所示,模拟镜子沿中间截成两半,并分别向两侧平移开来,然后将成像物体“F”放于方格纸某一纵横线的交叉点上,我们通过左半边 PC 板看到镜子后面的像,然后将另一个“F”放在 PC 板后面的平面上,直到与虚像的位置重合,记录下像的位置;接着再通过右半边 PC 板看到镜子后面的像,同样把另一个“F”放在玻璃板后面的平面上,直到与虚像的位置重合,记录下像的位置,发现前后两者像的位置是重合的。由此探究证明:猫的头部位保持不变,把镜子沿 MN 截成两半,并分别向两侧平移一段距离,则猫的头部位通过左、右两半面镜子都成完整的像,且两个像在同一位置。

科学思维的创造性是在实践的过程中提升的,在解决这个实际难题中,面对相似的迷惑的各种解答,通过创造性地运用自制教具探究,为学生思维发展提供了贴近生活的、生动的、易于接受的支撑点,



(a)



(b)

图 10 镜子水平分开后的成像情况

实现了以自制教具为突破点化解教学实践过程中所出现的疑难问题,在丰富的探究体验中,充分动手、动脑。

4 结 语

物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度和责任,鉴于自制教具改进实验有利于丰富探究发展学生的思维品质,从而获得正确的物理观念、增进科学态度和责任的作用,教师不仅自己要结合教学实际情况自制教具创设多种探究情境,以此驱动学生学习情意的发生,激发学生学习的动机,还要通过积极改进和创新,引导学生大胆尝试,养成敢于批判质疑和勇于创新的精神。对于学生独特的解决问题的方法,教师更应该重视,适时呈现和鼓励,让学生体验成功的喜悦,激发学生的创造热情。

参考文献

- [1] 汤清修. 初中物理教学关键问题指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 75.
- [2] 林崇德. 培养思维品质是发展智能的突破口[J]. 国家教育行政学院学报, 2005(9): 24.
- [3] 朱传华. “探究平面镜成像时像与物的关系”实验的另一种设计[J]. 物理教师, 2018, 39(12): 44.
- [4] 郑青岳. 郑青岳科学教育讲演录[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2015: 51.
- [5] 沈伟云. 初中科学教学研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2015: 2.
- [6] 袁运开. 义务教育教科书科学(八年级下册)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2013: 19.