



玻璃板厚度对探究平面镜成像特点的影响

闻月丰

(江苏省靖江外国语学校 江苏泰州 214500)

(收稿日期:2023-07-17)

摘要:探究平面镜成像特点实验,苏科版物理教材利用玻璃板来进行实验.玻璃板能反射也能透光,人眼在玻璃板前既能看到像,也能看到玻璃板后的物体,从而方便确定像的位置.教学实践中发现,学生们虽然知道使用薄一点的玻璃板进行实验比较好,但对具体原因的理解并不够深刻,本文尝试从光学原理的角度来解释玻璃板厚度对该实验的影响.

关键词:玻璃板厚度;平面镜成像特点;重影;错位

1 玻璃板厚度会造成重影

使用蜡烛和玻璃板组合进行实验,通过玻璃板我们能明显看到像的重影现象.离玻璃板较近的像比较清晰,离玻璃板稍远的像则比较模糊.实验中为什么会重影现象呢?

如图1所示,以发光点 S 发出的一束光线为例,这束光线入射到玻璃的 P 面上,一部分光线发生反射直接进入人眼.人眼有直线传播的经验,觉得光线是由镜后的 S_1 点发出, S_1 点就是发光点 S 通过玻璃 P 面所成的像.入射到玻璃 P 面上的这束光线,除发生反射外,另一部分光线发生折射进入玻璃内部,在 Q 面上反射后到达 P 面上进行第2次折射.这部分光线共经过2次折射和1次反射进入人眼,人眼觉得光线是由镜后的 S_2 点发出的. S_2 点就是发光点 S 通过玻璃 Q 面所成的像.

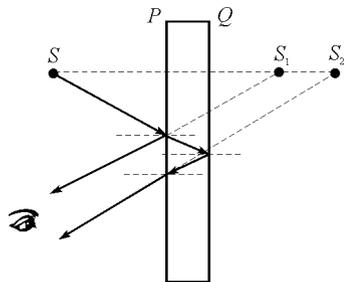


图1 物体通过厚玻璃板成两个像原理图

从图中明显可以看出,与像点 S_1 相比,像点 S_2 距离玻璃较远.由于经过 Q 面反射进入人眼中的光

线相对较少,像点 S_2 比较模糊.若实验使用棋子和玻璃板组合进行实验,棋子本身不发光,经过 Q 面反射进入人眼中的光线更少,所以有时甚至看不到重影现象.

两个像点 S_1 与 S_2 距离跟哪些因素有关呢?如图2所示,假设玻璃板的距离为 d ,玻璃的折射率为 n ,有

$$AB = 2d \tan \beta$$

$$S_1 S_2 = AC = \frac{2d \tan \beta}{\tan \alpha} = 2d \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta} = \frac{2d \cos \alpha}{n \cos \beta}$$

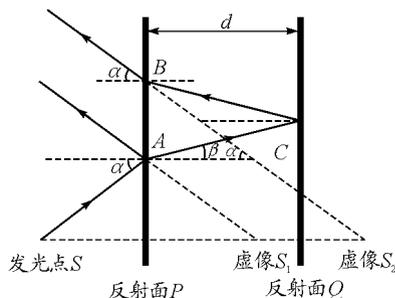


图2 两像点之间距离的影响因素

从上面数学表达式中可以看出,玻璃板厚度越薄,两个像点之间的距离越小.玻璃板的折射率 n 越大,图中入射角 α 一定,折射角 β 越小, $\cos \beta$ 越大,两个像点之间的距离也越小.

2 玻璃板厚度会造成错位

使用两个完全相同的棋子 A 、 B 和玻璃板进行实验.如图3所示,棋子 A 放置在玻璃板前,为确定

像 A' 的位置,将棋子 B 放在玻璃板后,人眼在玻璃板前观察,直至看到棋子 B 与棋子 A 的像完全重合.实践中发现,按上述方法测出的像与镜面的距离比物体到镜面的距离略大,这又是为什么呢?

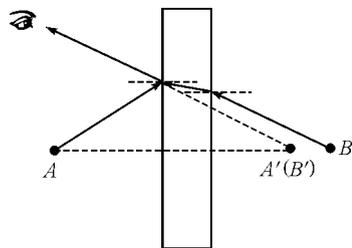


图3 通过厚玻璃板观察物体造成错位原理图

事实上,来自棋子 B 的光线是经过玻璃板两次折射后进入人眼的,光线通过玻璃板后已经发生了一定程度的偏移.人眼接收到折射光线后,觉得光线是由 B' 发出来的. B' 是棋子 B 的虚像.也就是说,人眼在玻璃板前观察棋子 B ,看到的并不是真实的棋子 B ,而是棋子 B 的虚像 B' .当观察到棋子 B 与棋子 A 的像重合时,实质是棋子 B 的虚像 B' 与棋子 A 的像 A' 重合.与棋子 B 相比较,像 B' 距离玻璃板更近,它们的位置有一定的错位.此时用棋子 B 来替代棋子 A 的像,测出的像与镜面的距离明显偏大.

如图4所示,人眼在厚玻璃板前观察镜后物体 B ,由于光的二次折射,实际上看到的是物体 B 的虚像 B_1 ,它们之间的距离跟哪些因素有关呢?假设玻

璃板的距离为 d ,玻璃的折射率为 n ,有

$$MN = d \tan \alpha$$

$$MO = d \tan \beta$$

$$ON = d(\tan \alpha - \tan \beta)$$

$$BB_1 = OC = d \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{\tan \alpha} =$$

$$d \left(1 - \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} \right) = d \left(1 - \frac{\cos \alpha}{n \cos \beta} \right)$$

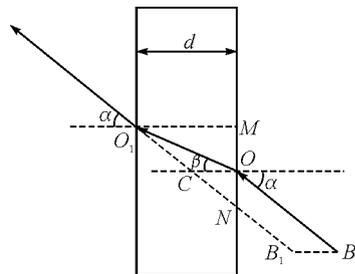


图4 错位距离的影响因素

从上面数学表达式中分析可以看出,玻璃板厚度越薄, BB_1 之间的距离越小.若玻璃板的折射率越大,图中入射角 α 一定,折射角 β 越小, $\cos \beta$ 越大, BB_1 之间的距离也越大.

参考文献

- [1] 薛海峰.探究平面镜成像特点实验的误区与改进[J].中国教育技术装备,2016(23):143-145.
- [2] 林家妍.基于核心素养的科学论证课堂教学设计——以“平面镜成像”为例[J].中学物理教学参考,2021,50(25):24-27.

The Influence of Glass Plate Thickness on Exploring the Imaging Characteristics of Plane Mirror

WEN Yuefeng

(Jiangsu Jingjiang Foreign Language School, Taizhou, Jiangsu 214500)

Abstract: This article discusses the experimental research on the characteristics of image formation in plane mirror. The experiment is conducted using a glass plate in the Su Ke edition of the physics textbook. The glass plate can reflect and transmit light, allowing observers to see both the image formed by the mirror and the objects behind the glass plate. This makes it easier to determine the position of the image. However, during teaching practice, it was observed that although students understand that using a thinner glass plate is preferable for the experiment, their understanding of the specific reasons behind this choice is not deep enough. This article attempts to explain the influence of glass plate thickness on this experiment from the perspective of optical principles.

Key words: glass plate thickness; imaging characteristics of plane mirror; double image; dislocation