

# 基于确定虚像位置的探究类实验设计与改进

史复辰 (上海市实验学校 上海 200125)  
朱礼 (上海师范大学 上海 200234)

**摘要** 在初中物理实验中,有关虚像的定量实验涉及较少,且存在实验设计层面的系统误差,原因在于虚像定位方法的欠缺与相关技术的不成熟。采用多角度激光定位方法,仿照人眼定位物体原理,精准确定虚像位置。重新设计调整了两个关于探究虚像特点的初中物理实验,制作出实验装置,为所有与探究虚像特点的相关实验提供了技术支撑。

**关键词** 虚像 激光定位 物理实验

**文章编号** 1002-0748(2022)5-0026

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

在“探究平面镜成像特点”的实验中(如图1所示),通过移动替代蜡烛B,使其“看起来”与原蜡烛A在玻璃板中形成的像重合,从而用替代蜡烛B的位置来确定原蜡烛A在平面镜中所成虚像C的位置。实际上,真正相互重合的是替代蜡烛通过玻璃板折射后形成的虚像D与原蜡烛通过玻璃板反射后形成的虚像C,替代蜡烛折射后的虚像D位置并不是替代蜡烛B的实际位置。因此,替代蜡烛的位置B并非原蜡烛所成虚像C的位置。对于这一系统误差,只能通过减小玻璃板的厚度来降低,而不能避免。另一方面,这一“利用替代蜡烛找虚像位置”

的方法不适用于找寻凸透镜所成虚像位置的实验,原因在于凸透镜所成的虚像不仅位置、大小随物距变化而变化,很难选取一个大小合适的替代物与之重合;而且虚像与原物体在凸透镜同侧,无法同时观察到替代物和虚像。

## 1 寻找虚像的困难

中学物理光学实验中,探究实像特点的实验往往比较容易设计,可以用光屏来承接实际光线会聚而成的实像,从而确定实像的大小、位置等信息。但是,与研究虚像性质相关的实验做得比较少而且较定性。究其原因,主要是虚像并未发出实际光线,也并非实际光线汇聚形成,无法在光屏上显示,这导致虚像位置及大小无法通过现有实验精准找到,从而造成了此类实验的缺失。我们需要找到合适简洁的方法来确定虚像的位置,解决这一类实验遇到的困难。

## 2 人眼定位物体位置的原理

闭上一只眼睛,仅用另一只眼睛观察眼前晃动的物体,往往很难准确抓住这个物体。当用两只眼睛观察物体时,我们能更容易抓住眼前晃动的物体。这是怎么回事呢?这就需要我们弄清人眼定位物体位置的原理。

发光物体发出两束光(不发光物体反射两束光)分别进入到人的两只眼睛里,人眼逆着两束光线 $L_1$ 和 $L_2$ 寻找两束光线的交点O,交点位置O即为物体所在位置(如图2所示)。两只眼睛从两个位置确定了物体的方向,从而确定物体所处位置。

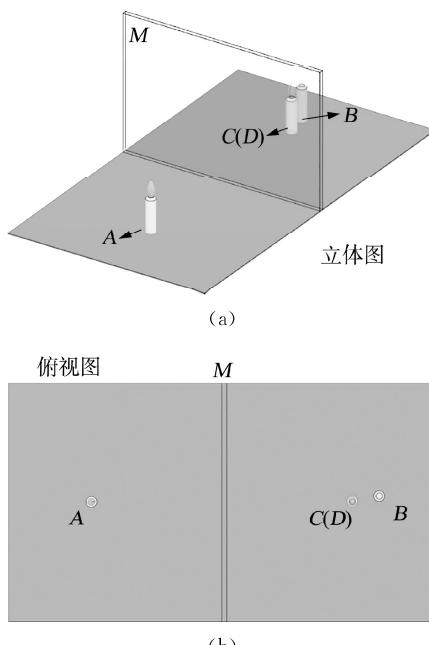


图1

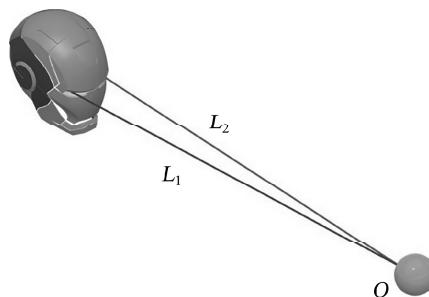


图 2

### 3 激光定位虚像位置,虚像位置可视化

人眼能看到虚像,也是由于人眼接收到两束光线,逆着两束光线找到交点,从而看到了虚像。因此,为了找到人眼看到的虚像位置,利用两束激光(A和B)从不同位置、角度瞄准虚像O(如图3所示),逆着好像从虚像O“发出”的光线反向照射到虚像上,两束激光的交点即为虚像的位置。通过移动一块接收激光直线照射点的光屏,让两束激光在光屏上的投射点合二为一,此时,光屏位置就是虚像位置。这种方法可将虚像位置用激光点可视化呈现出来。

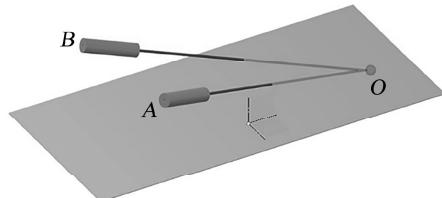


图 3

### 4 实例

为了验证激光定位虚像位置,探究虚像特点实验的可行性,重新设计了两个初中教材中的相关实验。

#### 4.1 探究平面镜成像的特点

**实验目的:** 探究平面镜成像的特点。

**实验原理:** 激光定位虚像位置。

##### (1) 实验装置设计图

实验装置如图4所示,A、B、C为三个线激光源,M为平面镜,PQ表示物体,P'Q'为平面镜所成的虚像。

##### (2) 实验步骤设计

① 在平面镜前放置物体PQ,记录物体PQ和平面镜M位置。打开线激光A和B,调整激光照射的方向,使其对准平面镜中虚像P'Q'的中轴线,如

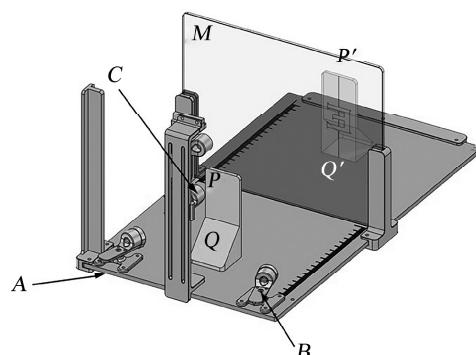


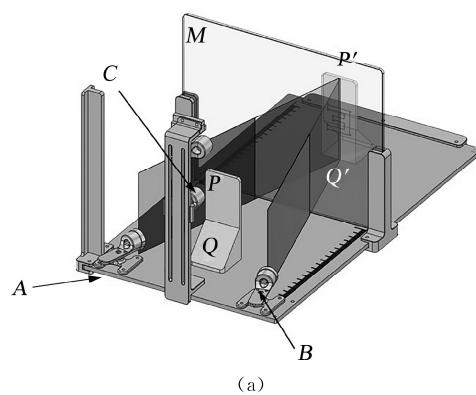
图 4

图5(a)所示。

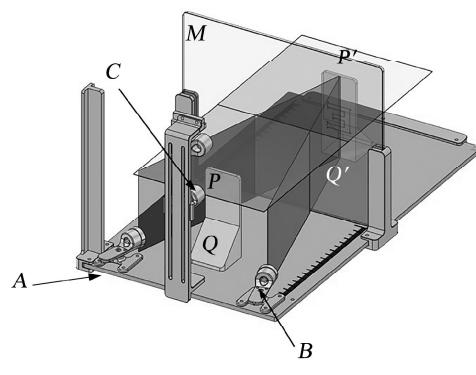
② 打开水平线光源C,调整激光的上下高度,使其对准平面镜中虚像P'Q'的顶部,如图5(b)所示。

③ 抽走平面镜M,插上光屏N,使三条线激光照射到光屏上。如图6(a)所示。

④ 调整光屏N的前后位置,直到由线激光源A、B发出的两条光线在光屏N上合在同一位置GH,此时光屏N的位置即为平面镜所成虚像位置,在底板上记录此时像的位置。水平线激光C照射在光屏N上的位置是EF,EF此时的高度即为平面镜所成虚像的高度,记录此时的高度。如图6(b)所示。

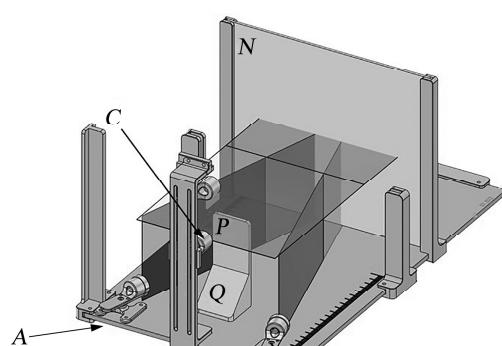


(a)



(b)

图 5



(a)

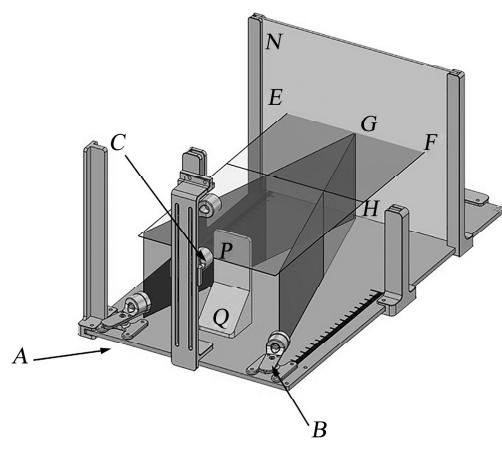


图 6

⑤ 调整物体  $PQ$  的位置,重复步骤 1~4,得到多组数据。

表 1 实验数据记录表

序号	物距/cm	像距/cm	物高/cm	像高/cm
1				
2				
3				

### (3) 实验改进点

① 消除了原实验中替代蜡烛位置与观察到的替代蜡烛位置不一致所导致的系统误差。

② 精准找到平面镜所成虚像的位置,并确定虚像的大小。

### 4.2 探究凸透镜成虚像的特点

实验目的:探究凸透镜成虚像的特点。

实验设计原理:激光定位虚像位置。

#### (1) 实验装置设计图

如图 7 所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  为四个激光源,  $E$  为

凸透镜,  $F$  为背板, 箭头  $PQ$  表示放在凸透镜一倍焦距以内的物体。

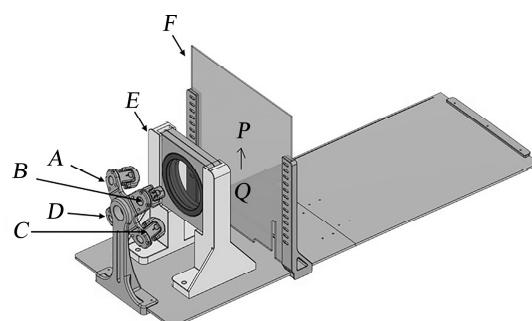


图 7

#### (2) 实验步骤设计

① 将背板  $F$  上表示物体的箭头  $PQ$  放在凸透镜  $E$  一倍焦距以内, 记录此时  $PQ$  所表示的物高  $h$  和物体到凸透镜的物距  $u$ 。通过凸透镜可以观察到  $PQ$  所成的像  $P'Q'$ , 调整激光头的照射角度, 用  $A$ 、 $B$  两束激光通过凸透镜瞄准  $Q'$  点, 用  $C$ 、 $D$  两束激光通过凸透镜瞄准  $P'$  点。如图 8 所示。

② 抽走凸透镜, 让四束激光直接照射在背板  $F$  上。如图 9(a) 所示。

③  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  四个激光头射出的激光照射在背板上, 分别投射出四个点  $A'$ 、 $B'$ 、 $C'$ 、 $D'$ 。调整背板  $F$  的前后位置, 使  $A'$  和  $B'$ 、 $C'$  和  $D'$  逐渐聚拢。如图 9(b) 所示。

④ 将背板调至某位置时,  $A$ 、 $B$  发出的激光和  $C$ 、 $D$  发出的激光同时分别相交在背板的  $Q'$  位置和  $P'$  位置。此时背板的位置即为  $PQ$  所成虚像的位置, 记录背板到凸透镜的像距  $v$ ; 背板上  $P'Q'$  的长度即为  $PQ$  所成虚像的大小, 记录背板上  $P'Q'$  所表示的像高  $H$ 。如图 9(c) 所示。

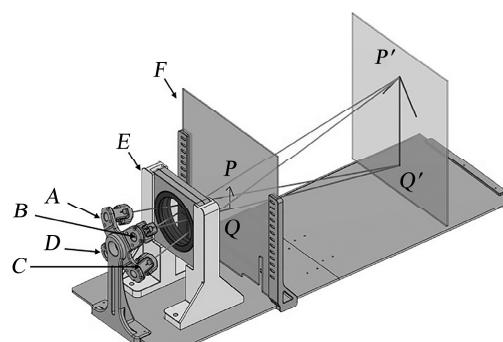


图 8

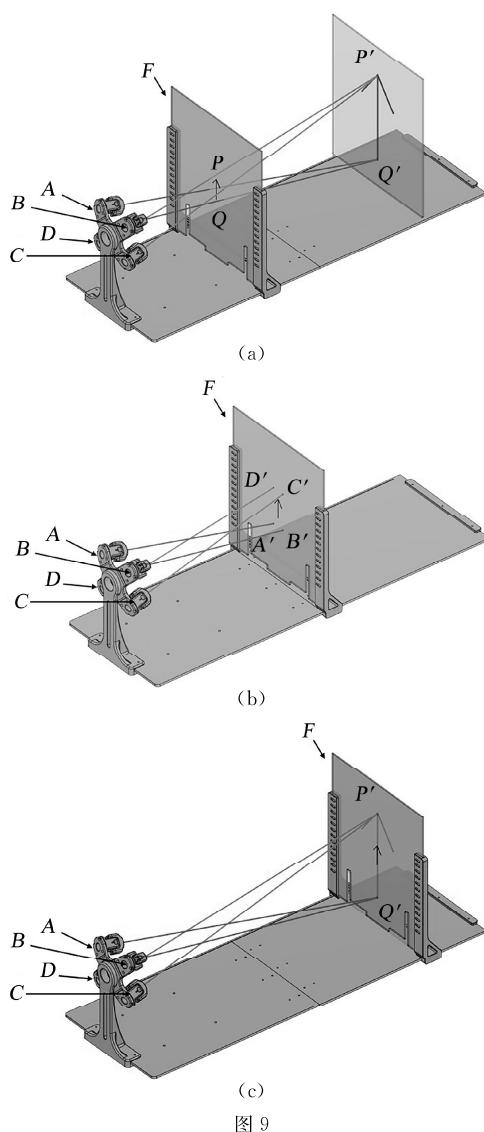


图 9

(上接第 25 页)

③ 具有创新性。本自制实验仪器在以往曲线运动各种探究实验装置中属于首创。系列实验的组成部分设计新颖,构思巧妙,外观精美。探究曲线运动速度方向装置中应用了液晶小黑板作为曲线运动轨迹记录板,克服了以往用红墨水或磁性板或水写布的所有缺点,在曲线运动轨迹记录上属于首例,能将现代信息技术手段与传统实验进行整合,有新的创意。

④ 具有启发性。本自制实验仪器在探究曲线运动速度方向时可以自由拼接,能引发学生学习兴趣;在探究曲线运动条件时可以自由拆解,能引起学生思考,适用于探究式教学,有利于学生主动参与、互动和合作交流。

⑤ 具有实用性。本自制实验仪器取材容易,结构简单,易于操作,性能稳定,节能可靠,造价低廉,外形美观,便于推广,有助于环保和可持续发展。

⑤ 改变物距,重复步骤 1~4,得到多组数据。

表 2 实验数据记录表

序号	物高 $h/cm$	物距 $u/cm$	像高 $H/cm$	像距 $v/cm$
1				
2				
3				

### (3) 实验改进点

① 精准找到凸透镜所成虚像的位置,并确定虚像的大小。

② 填补了原“探究凸透镜成像特点”实验中,关于凸透镜成虚像特点的实验空白。

③ 可找到凸透镜成虚像的定量规律。

## 5 总 结

利用激光定位技术寻找到了确定虚像位置的思路和普遍方法,为各类探究虚像性质的实验提供了更好的实验设计方案。同时,重新设计了教材中两个基于寻找虚像的初中物理改进实验,证明这一寻找虚像方案落地的可行性,未来还可以进一步拓展到其他探究虚像特点类实验设计中去,如探究折射成像特点的实验。

### 参考文献

- [1] 上海教育出版社.九年义务教育课本物理八年级第一学期(试用版)[M].上海:上海教育出版社,2015.
- [2] 杨述武.普通物理实验光学部分(第五版)[M].北京:高等教育出版社,2015:20—23.

⑥ 具有安全性。本自制实验仪器在教学中无任何安全隐患。

物理学是一门实验学科。新课改、新课标、新高考越来越重视学生科学探究能力的培养,“曲线运动”探究实验仪器的优化是一个值得不断研究的长久课题,本文介绍的自制实验仪器只是抛砖引玉,期待与广大同仁一起探讨进一步优化实验装置。

### 参考文献

- [1] 人民教育出版社.普通高中教科书教师教学用书必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2021.6:5—8.
- [2] 人民教育出版社.普通高中课程标准实验教科书物理必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2010.4:2—4.
- [3] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订版)[S].北京:人民教育出版社,2020.5:19.