

# “透镜”实验仪器的创新改进

秦野 田丽杰 马晓光

(鲁东大学物理与光电工程学院 山东烟台 264025)

(收稿日期:2020-08-23)

**摘要:**自制的“透镜对光线的作用实验仪”,利用磁力固定可调控的配件,同时巧妙连接水雾器使不同颜色的光路在水雾中呈现,打破了以往实验的局限性,可以使学生深入理解透镜对光线的作用,学习知识的同时感受物理带来的美感。

**关键词:**透镜 物理实验 自制教具 实验创新 光学仪器

随着基础教育的改革和当今社会教育理念的不断更新,物理学科中实验教学的地位越来越重要.2011年教育部制定的《义务教育物理课程标准(2011年版)》中提到物理课程应当“使学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,培养学生的探索精神、实践能力及创新意识”<sup>[1]</sup>。“透镜”是义务教育阶段光学部分的基础知识,透镜对光线的作用是学生需要掌握的重要光学规律.因此,研发针对“透镜”实验的创新教具辅助教学符合新教学理念,是使学生深入理解光学原理,提高学生科学素养的重要途径.传统教学中,教师通常利用激光灯发出光线,在烟雾室或暗室中对实验光路进行简单演示,不易操作、误差较大、污染环境.因此,针对传统实验的不足,受雾天汽车灯光的启发,自制了“透镜对光线的作用实验仪”.经实践,借助自制教具改进后的“透镜”实验,使物理课堂与实验教学有效结合,大大提高了教学效率和学生的学习兴趣。

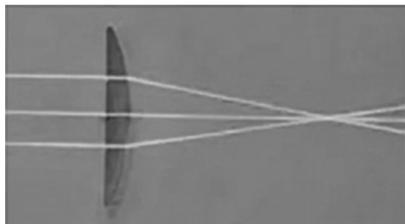
## 1 传统实验方式

基于人教版义务教育教科书《物理》八年级上册第五章第1节“透镜”<sup>[2]</sup>,经调研,“透镜对光线的作用”实验演示主要采取以下两种方式。

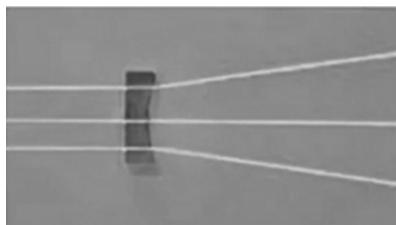
### 1.1 利用暗室进行实验

利用暗室演示透镜对光线的作用是最传统的实验方法,人教版教材中也采取了这一方式,如图1所示.其中图1(a)是凸透镜对光线的作用实验现象,图1(b)是凹透镜对光线的作用实验现象.该实验装置的主要构成有:带有磁铁的三孔激光灯(可吸附于

黑板或白板上)、柱状平凹(凸)透镜.实验操作比较简单,需提供一个暗室,在教室中关窗帘、关灯即可,这也是最常用的实验方法.但该方法也有明显不足之处.首先,实验对暗室环境要求较高,且三孔激光灯功率过小,易造成实验现象不直观,不能很好呈现光路等问题.其次,实验利用的透镜外观并非本节课学生新接触的“透镜”,因此该实验说服力不够,缺乏物理学科应有的严谨性,容易使学生形成错误的前概念.因此,该实验方式需要从光源选取和透镜选择两个方面进行创新改进。



(a) 凸透镜对光线的作用



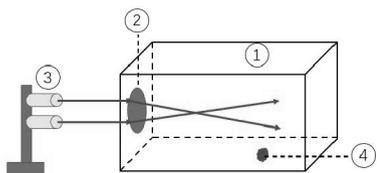
(b) 凹透镜对光线的作用

图1 教材中的实验现象图

### 1.2 利用烟雾室进行实验

经调研,将暗室改进成烟雾室的设想很早就有人提出<sup>[3]</sup>.改进后的实验装置简化图如图2所示.其主要构造有:透明可密封的玻璃箱或亚克力箱、大功率激光灯、透镜、烟雾产生装置.其中烟雾可由红磷

或香烟产生,相比较于暗室,该装置存在实验现象更明显、受外界环境干扰较小等优点.但与此同时,利用红磷或香烟制造烟雾来呈现光路存在非常大的安全隐患,并且烟雾对环境也会造成污染.除了利用这一方法产生烟雾之外,随着科学技术的发展,后来采用烟雾器产生烟雾,这种方法虽然解决了安全隐患,但由于烟雾器成本较高,所以利用烟雾室演示该实验的方法至今没有得到很广泛的推行.



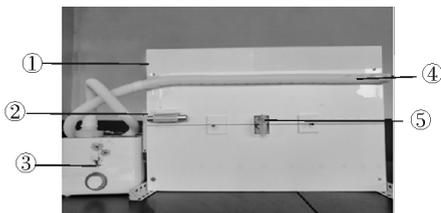
① 烟雾室;② 透镜;③ 激光灯;④ 烟雾产生装置

图2 烟雾室实验装置简化图

## 2 自制实验仪

### 2.1 仪器的构造及作用

经过以上分析,针对以往实验显露的弊端,利用生活中常见的材料和家用小电器,对该实验的实验仪器进行了优化改进,自制出“透镜对光线的作用实验仪”,如图3所示.该仪器主要由背景板、激光灯、水雾器、出雾管、透镜5个部分构成.



① 背景板;② 激光灯;③ 水雾器;④ 出雾管;⑤ 透镜

图3 透镜对光线的作用实验仪

#### (1) 背景板

以往实验中,利用白板作为实验背景板,将三孔激光灯的磁铁吸附于上,但由于磁力太小无法在竖直面内固定透镜及激光灯.针对这一问题,改进后的背景板是由雪弗板、泡沫板、薄铁板粘合而成.雪弗板不易变形,因此作为背景板的最外层.泡沫板轻便且可塑性强,方便在背景板上凿出凹槽放置透镜.薄铁板可以加强背景板的吸附力,防止调节透镜或激光灯位置时发生掉落现象.另外,实验仪器的巧妙之处在于根据所使用的透镜直径及焦距,提前在背景板上标画辅助线,方便教师判断主光轴位置,平行光路以及

焦点位置,使实验结果更加准确也便于测量焦距.

#### (2) 激光灯和透镜

透镜底部粘有磁铁,这样便可使透镜固定于背景板的凹槽中,且可调节更换不同的透镜.考虑到激光灯的循环利用问题,不宜直接粘附强磁铁,因此特意制作了“灯托”.灯托的主要作用是固定激光灯,由于背景板内部镶有铁板,灯托可以依靠磁铁与背景板相吸,起到任意调节光源来向的作用.灯托和透镜都是通过强磁铁吸附于背景板上的,利用此方法方便实验操作,提高了实验效率.

#### (3) 水雾器和出雾管

根据比较发现,利用水雾显示光路效果更好.将家用小型水雾器改装,“出雾口”连接软管,软管一端与水雾器相连,一端水平固定在背景板上,巧妙之处在于将背景板上方的软管上钻出一排小孔用来排出水雾,可使水雾均匀分布在背景板表面,从而做到资源有效利用.将透镜固定好后,连接电源,打开水雾器开关和激光灯开关,此时就会看到光路非常清晰地在水雾中呈现,拍摄效果如图4所示.

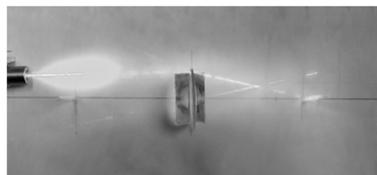


图4 实验现象图

### 2.2 仪器的优缺点

#### 优点:

(1) 制作材料常见,设计巧妙.该实验仪器主要采用生活中常见的材料或者废弃材料、零部件制成,环保且经久耐用.

(2) 利用该仪器演示的实验现象生动直观,使学生深入理解透镜对光的作用,在实验探究过程中可以培养学生的创新意识和探索精神,提高科学素养.

(3) 该实验仪器可用于演示透镜对光线的作用、光路可逆现象,也可用于讲解“焦点”“焦距”等概念,操作简便,使课堂效率得到很大提高.

#### 缺点:

(1) 透镜选择有限,只能利用粘有磁铁的配套透镜,缺乏普遍性.

(2) 体积、重量较大.

(3) 水雾易受风力影响.

### 2.3 改进措施

(1) 将仪器的背景板继续优化, 实现可任意切换透镜且方便测量焦距的功能。

(2) 采用更加轻便的制作材料, 减小无用体积。

(3) 考虑在仪器上方加一个透明罩, 减小特殊情况下的风力影响。

## 3 实验过程

### 3.1 实验器材

透镜对光线的作用实验仪, 凸透镜(焦距 10 cm), 凹透镜(焦距 10 cm), 激光灯(绿色、红色)。

### 3.2 实验步骤

#### 实验一: 凸透镜对光线的作用

将事先准备好的焦距为 10 cm 的凸透镜放入背景板的凹槽中, 调整好位置. 调整灯托位置, 使激光灯发出的光线平行于主光轴入射凸透镜, 可以观察到折射光线经过入射方异侧焦点; 调整激光灯位置, 使光线经过焦点入射凸透镜, 可以观察到折射光线平行于主光轴. 再次调整激光灯位置, 使之发出的光线过光心入射凸透镜, 可以观察到其传播方向不变. 实验光路图如图 5 所示。

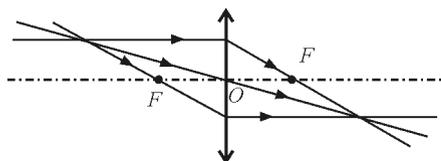


图 5 凸透镜对光线的作用光路图

#### 实验二: 凹透镜对光线的作用

将凹槽处的凸透镜替换成焦距为 10 cm 的凹透镜, 调整好位置. 以同样的方式调整激光灯位置, 使入射光线平行于主光轴入射, 可以观察到折射光线反向延长线过入射方同侧焦点; 调整激光灯位置, 使入射光线延长线过凹透镜异侧焦点入射凹透镜, 可以观察到折射光线平行于主光轴; 最后调整激光灯使入射光线过光心入射, 可以看到其传播方向不变, 实验光路图如图 6 所示。

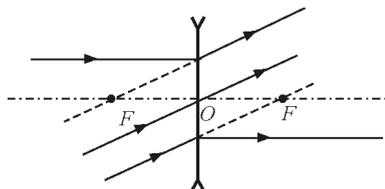


图 6 凹透镜对光线的作用光路图

### 实验三: 探究透镜中的光路可逆现象

使绿色激光灯发出的光线平行于凸(凹)透镜主光轴入射, 可以看到明显光路, 此时在异侧用红色激光灯逆着折射光线照射, 会发现红色光路与绿色光路完全重合, 光路变为黄色, 如图 7 和图 8 所示. 由此可见, 透镜对光线的作用中光路是可逆的。

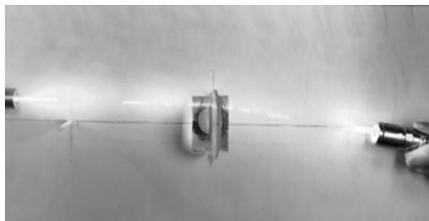


图 7 凸透镜中的光路可逆现象



图 8 凹透镜中的光路可逆现象

## 4 结束语

当今社会, 在新教育观念的背景下, 人们对学生的动手操作能力和创新能力越来越重视, 提倡将实验教学融入物理课堂. “透镜对光线的作用实验仪”便是基于此背景的产物. 仪器制作过程中, 田丽杰老师给予笔者理论指导, 仪器的制作也得到了山东省科普专家王德法副教授的指导. 目前, 此研究已应用于物理教学技能大赛, 且成功申报研究项目. 该项研究非常具有应用价值, 同时也具有广阔的应用前景. 但该仪器还处于雏形阶段, 对于“透镜”实验研究过程中产生的一系列新问题, 依然需要不断地优化改进. 同时, 我们应寻求更多有效的手段应用于实验创新, 使物理课堂与更多生动有趣的实验相结合, 实现我们的研究价值。

### 参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001
- 2 课程教材研究所. 义务教育教科书物理八年级上册[M]. 北京: 人民教育出版社, 2012
- 3 熊旭军, 李英勇. 对光学演示实验的一点改进[J]. 甘肃高师学报, 2004, 009(002): 21 ~ 22