

文章编号:1005-4642(2021)04-0058-04

## 雾化式几何光学演示仪

叶泽波,陈丹慧,刘丹瑜,李德安

(华南师范大学 物理与电信工程学院,广东 广州 510006)

**摘 要:**使用肥皂液显示光路,由于液体的重力限制了教具的尺寸,演示效果不佳.利用雾化的方式使光路可视化,设计了雾化几何光学演示仪.设计了立体光路,通过激光光源、类平行光源、立体光源和 F 光源的转换,能够演示初中物理几何光学的所有实验.

**关键词:**几何光学;雾化;演示实验

**中图分类号:**G633.7

**文献标识码:**A

**DOI:**10.19655/j.cnki.1005-4642.2021.04.009

现有的教具利用肥皂液体的丁达尔效应显示光路<sup>[1-5]</sup>,由于液体不能过重局限了教具的尺寸,使得演示过程中只有前排的学生可以看到演示现象.针对传统教具的不足,结合人教版初中物理第四章“光现象”和第五章“透镜及其应用”<sup>[6]</sup>的相关内容,设计了长为 1.2 m 的雾化式几何光学演示仪,克服了传统教具可视范围小的局限,并可用于演示初中几何光学中所有的实验内容,同时对初中几何光学的内容进行拓展补充,以此激发学生学习的兴趣,增强教师与学生的互动,让学生感受到物理学科的魅力所在.

### 1 设计思路

利用 5 mm 厚的透明亚克力板制作长方体箱子,将上板面中间裁剪出长矩形作为导轨.利用 8 mm 厚的透明亚克力板与各光学器件拼接,通过

螺杆与亚克力片连接悬挂在导轨上.利用烟饼产生的烟雾来显示光路.

### 2 装置制作方法

雾化式几何光学演示仪实物图如图 1 所示.

#### 2.1 箱子主体

利用 5 mm 厚的透明亚克力板和直角固定架拼接成 120 cm×30 cm×40 cm 的箱子主体.箱子右侧留有半径为 3 cm 的圆孔,可放置平行光源与立体光源.

#### 2.2 光学器件

将各光学元件卡入对应的亚克力板中,将螺杆与亚克力板黏合,螺杆上端挂有带螺母的亚克力片,即可悬挂在导轨上.

#### 2.3 光源

1)激光光源是由单支激光笔所发出的点状光

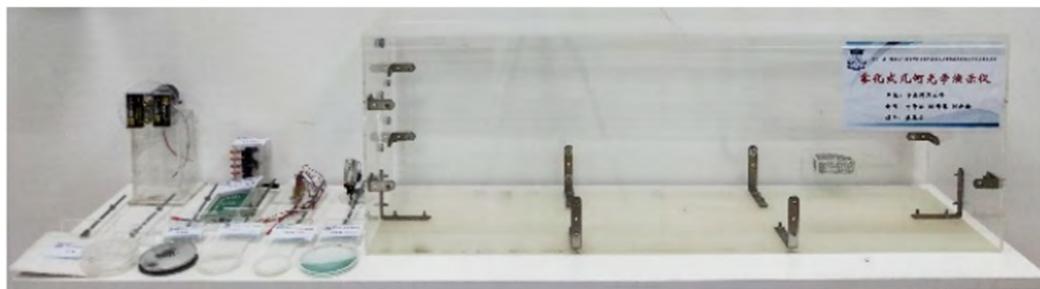


图 1 雾化式几何光学演示仪实物图

收稿日期:2021-03-02;修改日期:2021-03-29

作者简介:叶泽波(1997-),男,广东揭东人,华南师范大学物理与电信工程学院 2020 级硕士研究生,研究方向为学科教学(物理). E-mail:2228592486@qq.com

通讯作者:李德安(1974-),男,广东五华人,华南师范大学物理与电信工程学院高级实验师,硕士,研究方向为中学物理实验教学. E-mail:lidean@senu.edu.cn



源,用于演示点光源或平行光源中某一光路的传播变化.将单支激光光源固定在激光发射器万向支架上,连接电源即可用于实验演示.

2)类平行光源是指多支激光笔等距排列所组成的组合光源,用于演示平行光中同一平面不同光线的传播路径.将5支激光笔等距地固定在亚克力板上,每支激光笔由独立的开关控制,微调每支激光笔的角度,使5条激光光路之间相互平行.

3)立体光源是指单支激光笔匀速旋转所发出的圆环状光源,其作用为演示平行光在立体空间中的传播光路.将2只激光头与2个电池盒对称地粘在圆形亚克力板上(为了防止偏心运动),并将亚克力板固定在微型小马达的轴承上.

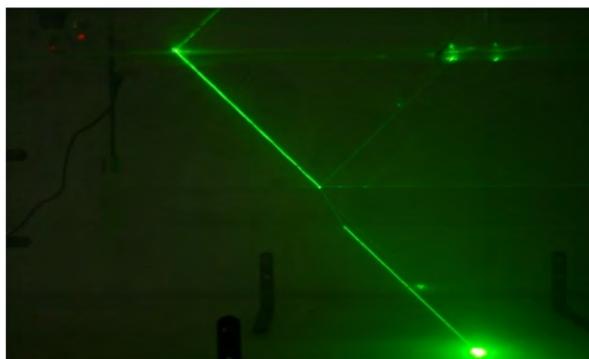
4)F光源是由多个LED灯按照一定的排列顺序拼接而成的光源,其作用为演示凸透镜的成像规律.将多个LED光源在面包板上排列成“F”的形状,并将其并联焊接,接入电源即可使用.

### 3 实验演示及现象

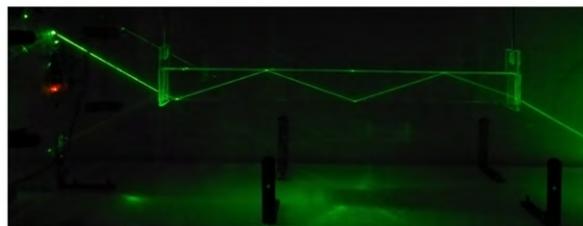
演示内容可以分为常规实验和拓展实验.常规实验包括:光的反射与折射、镜面反射和漫反射、凹凸面镜对光线的作用、凹凸透镜对光线的作用、凸透镜焦距的测量、探究凸透镜成像规律.拓展实验包括:光的全反射、凸透镜对立体光源的作用、眼睛和眼镜.

#### 3.1 观察反射、折射和全反射现象

点燃烟饼,待烟雾在箱内均匀分布,将亚克力砖悬挂在导轨上.开启激光光源并且照射亚克力砖的顶部,利用烟雾观察玻璃砖界面的反射及折射现象.改变入射点并且调整入射角大于全反射临界角,可以观察到玻璃砖内的全反射现象,如图2所示.



(a) 反射和折射



(b) 全反射

图2 反射、折射和全反射现象

#### 3.2 凹凸面镜对光线的作用

将凹凸面镜组合器件放入滑轨中,开启类平行光源依次射向凹面镜和凸面镜,可以分别观察到凹面镜对光线的会聚作用和凸面镜对光线的发散作用,如图3所示.



(a) 凹面镜



(b) 凸面镜

图3 凹凸面镜对光线的作用

#### 3.3 镜面反射和漫反射

将镜面反射、漫反射组合器件放入导轨中,开启类平行光源,调整使其照射在器件中心,观察反射光路,如图4所示.



(a) 漫反射

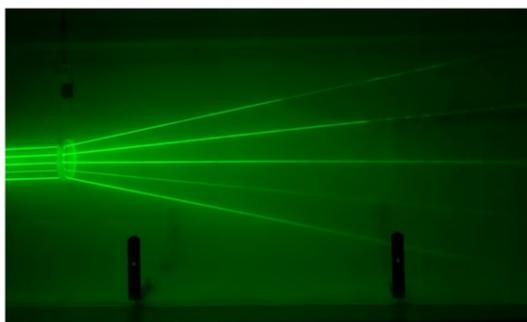


(b) 镜面反射

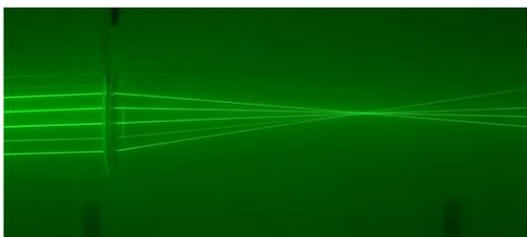
图 4 镜面反射与漫反射

### 3.4 凹凸透镜对光线的作用

将薄凸透镜(以下简称凸透镜)、薄凹透镜(以下简称凹透镜)放入导轨中,打开类平行光源,调整使中心光线照射在凸透镜和凹透镜的中心,可以分别观察到凸透镜对光线的会聚作用和凹透镜对光线的发散作用,如图 5 所示.



(a) 凹透镜



(b) 凸透镜

图 5 凹凸透镜对光线的作用

### 3.5 凸透镜焦距的测量

将凸透镜、光屏放入导轨中,刻度尺置于箱子上板面. 开启类平行光源,使中心光线照在凸透镜的中心,观察光线经过凸透镜会聚,移动光屏,找到焦点,见图 6. 由滑轨上的刻度尺读出透镜与光屏 2 个光具座的距离之差,即得该透镜的焦距.

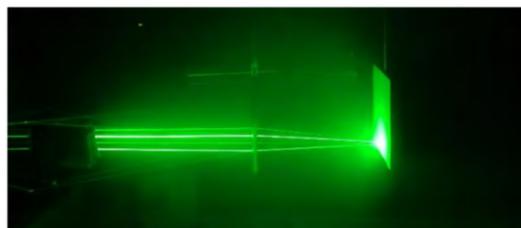


图 6 焦距的测量

### 3.6 探究凸透镜成像规律

将凸透镜放置在滑轨适当位置处, F 光源和光屏分居凸透镜两侧,调节三者使其中心等高中轴. 开启 F 光源,调节凸透镜的位置,使物距  $u > 2f$ ,  $f < u < 2f$ , 移动光屏至出现明亮、清晰的像,记录物距、像距,总结出成像特点,如图 7 所示.

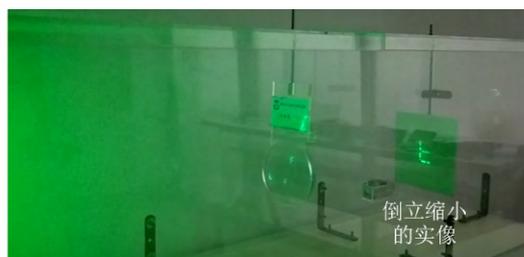
(a)  $u > 2f$ (b)  $f < u < 2f$ 

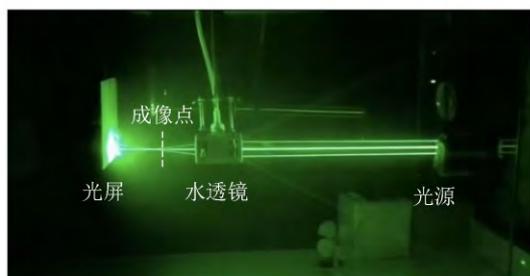
图 7 凸透镜成像

### 3.7 眼睛和眼镜

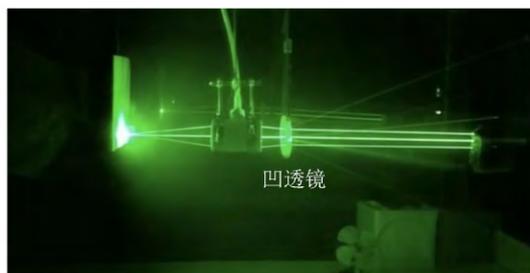
近视眼及其矫正:将水透镜和光屏放入滑轨中,开启类平行光源,调整水透镜与光屏的位置,使得光线会聚在光屏上. 通过注射器向水透镜内适当注水模拟近视眼晶状体的状态,可以说明近视眼成像在光屏(视网膜)前. 选择适当的凹透镜(眼镜)使光线会聚在光屏(视网膜)上,如图 8 所示.

### 3.8 凸透镜对立体光源的作用

放置立体光源,调整其位置. 依次打开光源和小马达的开关,在导轨中放入凸透镜,观察立体光线经过凸透镜后的会聚现象,如图 9 所示.



(a)



(b)

图8 近视眼及其矫正

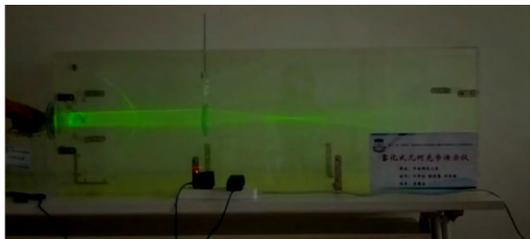


图9 立体光源演示

### 3.9 装置优点

1) 利用烟雾直观清晰地显示光路,突破初中光学内容学生无法亲眼观看光路的教学难点。

2) 可根据需求更换相关单元,满足教学的个性化需求,可拆卸、灵活调整和组装,装置轻便,方便教师演示不同光学现象,达到一物多用。

3) 巧妙设计倒挂式滑轨以及配套的刻度尺,移动方便,适合教师与学生拓展创新和自主探究。

## 4 结束语

雾化式几何光学演示仪对初中几何光学实验进行了创新和整合,能更好地帮助学生掌握光的有关知识,构建相关理论体系,达到了优化的效果。同时,通过实验演示培养学生正确的物理思维,提高学生的观察能力、实验能力和分析归纳的能力,增强教师与学生的互动,让学生感受到物理学科的魅力所在。

### 参考文献:

- [1] 陈斯钊,李德安,黄大平,等. 自制多功能光学实验探究仪[J]. 物理通报,2019(4):75-79.
- [2] 张雨松,胡华赢,杨正波. 多功能光学演示仪的设计及制作[J]. 实验教学与仪器,2017,34(7/8):115-116.
- [3] 魏学锐,刘旭威,何京妮,等. 多功能光学演示仪在物理教学中的应用[J]. 物理通报,2017(3):96-98.
- [4] 毛银芹,冯洁,李红梅,等. “眼睛与眼镜”演示仪的设计与制作[J]. 物理教师,2019,40(4):60-62.
- [5] 解忠良. 环保型立体激光几何光学演示仪[J]. 中国科技教育,2018(2):30-31.
- [6] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 义务教育教科书·物理(八年级上册)[M]. 北京:人民教育出版社,2012:68-103.

## Atomization geometrical optics demonstration instrument

YE Ze-bo, CHEN Dan-hui, LIU Dan-yu, LI De-an

(School of Physics and Telecommunication Engineering,  
South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Because the gravity of the liquid limited the size of the teaching aids using soap solution to show the light path, an atomization geometrical optics demonstration instrument using atomization to visualize the light path was designed. The three-dimensional light path was redesigned. Almost all the experiments of geometrical optics in junior school could be demonstrated through the conversion of laser light source, quasi-parallel light source, stereo light source and F light source.

**Key words:** geometrical optics; atomization; demonstration experiment

[责任编辑:任德香]