

具有动态光源的小孔成像演示装置

强志科 (西安辅轮中学 陕西 710054)

摘 要 利用 Arduino 开发板驱动 8×8 高亮度点阵屏做光源,可替代传统小孔成像演示仪的蜡烛光源及静态 LED 光源,分别显示静态“F”和动态旋转箭头“↗”。光源“↗”动态旋转发光时,可以很好地观察比较像与物的旋转方向是否一致;利用 3D 建模和打印制作的抽拉式暗箱,可方便地调节物距和像距,观察像的大小与物距、像距的关系;设置插槽,插入开有不同形状和尺寸小孔的卡片,可用来分别研究小孔大小、形状对成像结果的影响。利用该装置能够帮助学生深刻理解光的直线传播这一基本物理原理;该装置的使用、存放均呈立式,各部分相互嵌套,便于观察和收纳。动态光源部分也可以作为研究凸透镜成像规律实验的光源。

关键词 小孔成像 动态光源 MAX7219 点阵屏 3D 建模 Arduino 开发板

文章编号 1002-0748(2025)12-0016

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

各版本初中物理教材在“光的直线传播”一节中,都将小孔成像作为一个重要的知识点,都明确用小孔成像这一物理现象作为证据来揭示光的直线传播规律。小孔成像也是进行“光的直线传播”教学的一个必不可少的演示实验,很多相关的习题也从实验角度对该现象进行了考查。传统的蜡烛光源存在亮度低、不稳定的缺点,而静态的 LED“F”光源存在无法观察像与物的旋转方向是否一致的缺陷。而且传统仪器存在没有暗箱、无法随时移动等不足,容易导致实验效果不佳、影响上课效果等问题。笔者设计并制作的这套装置克服了以上缺点。

进行小孔成像实验不仅仅是为了说明光的直线传播,更重要的是要利用该实验,教会学生更好地理解并运用控制变量法,去学习新知识。

1 装置的应用场景

(1) 演示小孔尺寸对成像的影响(见图 1)。

换用形状相同、开有大小不同小孔的挡板进行探究实验,得出正确结论:孔径大约 1 mm 左右(小孔成像,大孔成斑)。

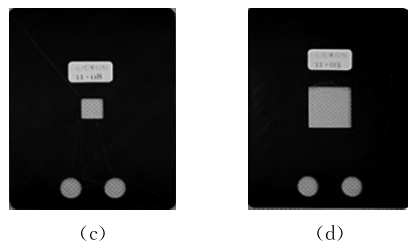
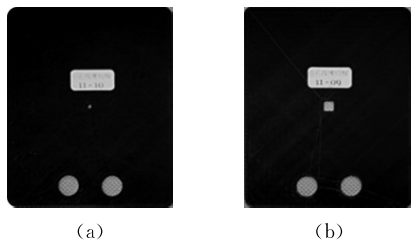


图 1

(2) 演示小孔形状对成像的影响(见图 2)。

换用大小相同、开有形状不同小孔的挡板进行探究实验,得出正确结论:小孔成像时,像的形状由光源的形状决定,与孔的形状无关。

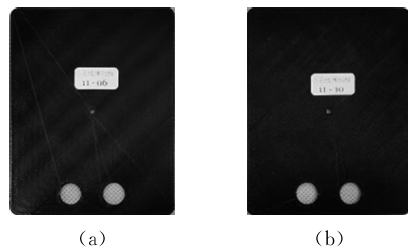


图 2

(3) 用实验方法解决疑难习题。

例 1 在探究树荫下光斑的综合实践活动中,为了研究孔的大小对光斑形状的影响,图 3 中设计了四种开有不同形状小孔的卡片甲,并用另一张卡片乙覆盖在甲上。从图示位置沿箭头方向水平移动卡片乙时,观察光斑形状的变化情况,下列合乎要求的是(见图 3) ()

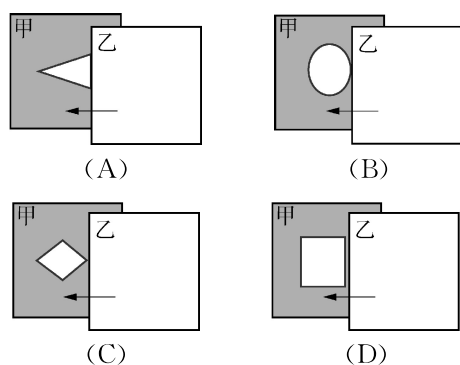


图 3

利用如图 4 所示符合意义的卡片,保持小孔形状不变,只改变小孔大小,深入实践控制变量法的运用。

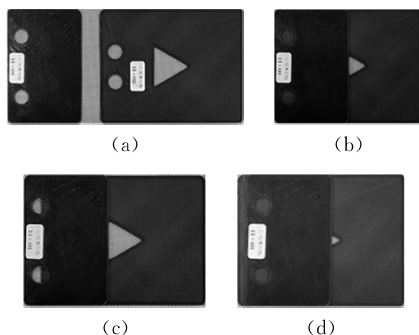


图 4

例 2 将易拉罐的一端剪去,蒙上半透明纸,在罐底部开一个小孔,用它做小孔成像实验,观察物体,如图 5 所示,下列说法中不正确的是 ()

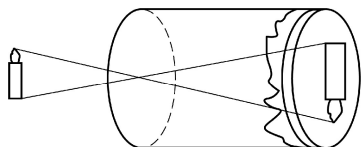


图 5

- (A) 小孔必须做成圆形,否则成像会不清晰
- (B) 物体做顺时针转动时,像做顺时针转动
- (C) 保持物体和小孔之间的距离不变,则半透明纸与小孔距离越大,像也越大
- (D) 小孔成像实验说明,光在同一种均匀介质中是沿着直线传播的

使光源进入动态模式,光源发出旋转的“↗”,学生就能很直观地判断出小孔成像时,像与物旋转方向一致(见图 6)。

2 装置的科学原理和应用方法

2.1 科学原理

光在同一种均匀介质中沿直线传播。

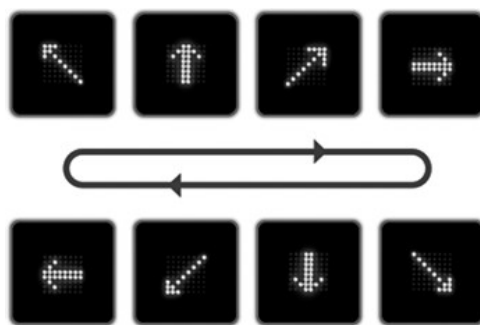


图 6

2.2 应用方法

实验探究法、控制变量法。

3 装置的改进点和创新点

3.1 改进点

(1) 将普通蜡烛光源或 LED 静态光源改为 MAX7219 点阵屏,分别呈现静态的“F”和动态旋转的箭头“↗”(见图 7)。

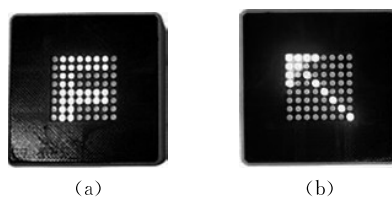


图 7

(2) 使用可抽拉的暗箱来改变物距和像距,使观察效果更明显(见图 8)。

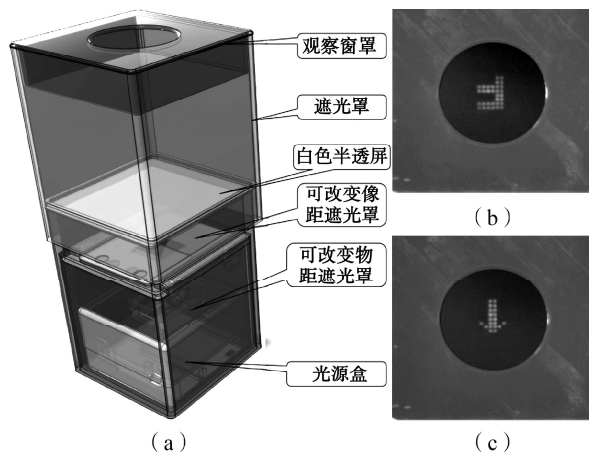


图 8

3.2 创新点

(1) 对 Arduino 开发板进行编程,驱动 MAX7219 8×8 点阵屏作为光源,通过点按光源盒上按钮实现光源显示静态“F”和动态旋转箭头“↗”的切换。

(2) 也可以采用点按红外遥控器上的按钮▶||的方式,在演示过程中通过演示装置上的预留孔实现静态“F”和动态旋转箭头“↻”的切换。

(3) 使用内置锂电池供电,并搭配了充放电管理模块。

(4) 该装置为立式套装(见图 9),切实为一线物理教师所想,为广大学生上好物理课所用,便于使用,便于搬运、移动和存放,由于使用低成本工业化电子模块,成本低廉,易于推广。

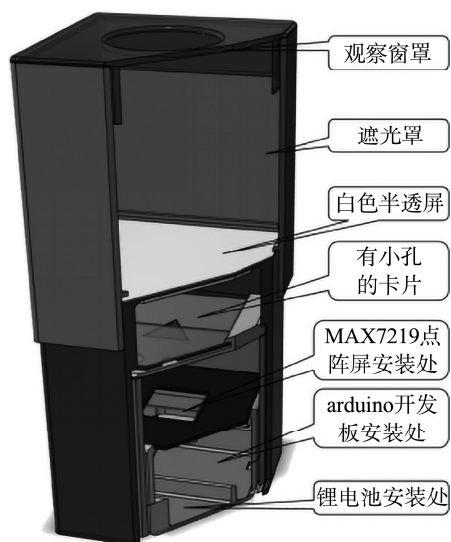


图 9

(5) 该装置采用 3D 建模,尺寸精确,3D 打印,选黑色及其他深色遮光,选 1 mm 白色厚板做屏,且和对应黑色可调节像距的暗箱一次性打印,由于采用了打印机暂停换丝技巧,使得两种不同颜色的材料浑然一体,解决了技术难题。

(6) 利用该装置,成功解决了一些上面提到的疑难习题,化解了关于小孔成像的教学难点。

(7) 动态光源部分也可以作为研究凸镜成像规律实验的光源。

(上接第 43 页)

虽然在本题目中只能解决问题(1),但其对热力学问题较为新颖的处理方法,能够有效地在学生学完虚功原理部分内容后对学生关于平衡问题的解决思路提供参考,以实现学生自主对其他模型的平衡问题进行迁移应用。

创新方法中关于势能极值分析的部分,从能量的角度出发,将复杂问题简单化处理,极大程度地简化了问题分析的复杂程度,适合在学生学完全部内

4 实验流程图

利用本装置的光源盒进行小孔成像演示实验的流程如图 10 所示。

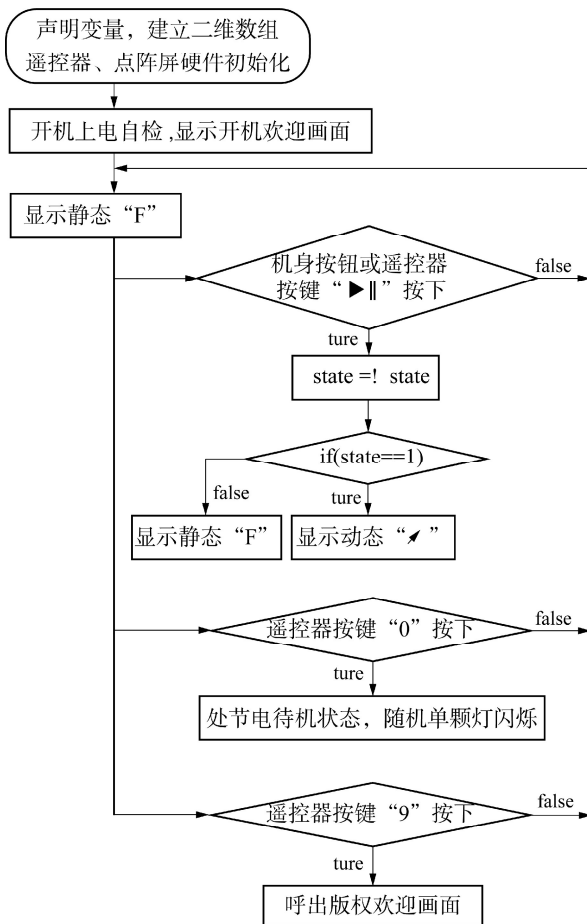


图 10

参考文献

- [1] 杨述武,等.普通物理实验3(光学部分)[M].北京:高等教育出版社,2015.
- [1] 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)[S].北京:人民教育出版社,2020.

参考文献

- [1] 哈尔滨工业大学理论力学教研室.理论力学I[M].北京:高等教育出版社,2023.
- [2] 黄洪才,陈伟宏.物理竞赛教程(高中第一分册)[M].上海:华东师范大学出版社,2020.