

文章编号:1005-4642(2024)08-0044-04



基础教育

巧用智能手机探究小孔成像

王金娜, 杨国平

(嘉峪关市第五中学, 甘肃 嘉峪关 735100)

摘要:通过智能手机放映PPT的方式形成稳定的多形状光源,并制作了抽拉式可切换小孔观测仪改进了实验装置,全面探究了物体、小孔形状、物距和相距对小孔成像的影响.该实验装置操作简单、取材方便,既可以作为演示实验,又可以作为学生自制实验,能够有效培养学生的创新意识,提高学生的物理学科核心素养.

关键词:小孔成像;智能手机;PPT;抽拉式多孔卡片;成像观测仪

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2024.08.007

1 问题的缘起

小孔成像实验是光的直线传播规律的重要实例,也是光的直线传播一节的教学难点.在很多试题或习题中,也将小孔成像作为知识点进行考查,例如:小孔成像中像的特点,像大小与孔大小的关系,像形状与孔形状的关系,像的大小与物的大小、物距与像距的关系,等等^[1].为了有效突破该教学难点,人教版八年级《物理》上册教材在光的直线传播一节的“想想做做”中设计了如图1所示的实验方案^[2].

如图4.1-5所示,在一个空罐的底部中央打一个小孔,再用一片半透明的塑料膜蒙在空罐的口上.将小孔对着烛焰,我们可以看到烛焰在薄膜上呈现的像.



图4.1-5 小孔成像

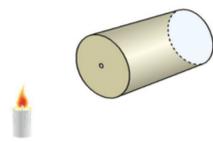


图4.1-6 小孔成像的原理

图1 人教版教材设计的实验

在实际教学中,发现人教版教材设计的实验方案存在以下不足:

1)由于像比较暗,为了使实验现象明显,该实验必须在较暗的环境中进行.

2)由于该实验光源不稳定,且形状大小不能

改变,因此无法研究像与物的关系.

3)小孔的形状和大小不能改变,无法研究孔形状大小与像形状大小的关系.

基于上述问题,制作了发光相对稳定,光源、小孔形状大小可变,物距、像距可调,能全面研究小孔成像规律与特点的实验装置.

2 实验装置的设计与制作

2.1 实验装置的设计

实验装置由可切换光源和可切换成像观测仪2部分组成.其中,可切换光源为稳定、可随意调节不同形状和大小的光源;可切换成像观测仪进行像的承接,且能随意改变小孔的形状和大小以及像距.装置的结构示意图如图2所示.

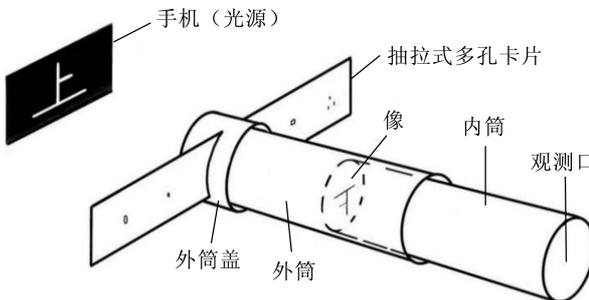


图2 实验装置结构示意图

收稿日期:2024-03-17; **修改日期:**2024-04-02

基金项目:甘肃省教育科学“十三五”规划2020年度立项重点课题(No. GSC[2020]GHBZ076)

作者简介:王金娜(1976—),女,山东惠民人,嘉峪关市第五中学高级教师,学士,从事初中物理教学及实验研究. E-mail:718262833@qq.com

通信作者:杨国平(1971—),男,甘肃高台人,嘉峪关市第五中学高级教师,学士,从事初中物理教学及实验研究. E-mail:526731350@qq.com

2.2 实验装置的制作

2.2.1 可切换光源的制作

1)用电脑制作 5 张 PPT(黑色背景,白色字符),具体信息见表 1.

2)用手机支架固定智能手机,并全屏播放 PPT. 放映时将手机屏幕亮度调至最大,息屏时间调到 10 min 以上.

表 1 PPT 相关信息

标记	图形	相关参量
A		黑体,496 号
B		黑体,344 号
C		黑体,166 号
D		黑体,595 号
E		形状调至最大

2.2.2 可切换成像观测仪的制作

可切换成像观测仪由可切换多孔卡片、外筒和内筒组成.

可切换多孔卡片(以下简称卡片)由不透明硬塑料(长 350 mm,宽 50 mm,厚 1 mm)制成,各孔间距约为 45 mm,并对各孔依次编号,孔的编号、形状和规格(直径或边长)见表 2.

外筒由带盖的不透明 PVC 圆管或圆纸筒(长 300 mm,外径 75 mm,内径 70 mm)制成,在盖的正中央开直径为 30 mm 的圆孔,盖的两侧紧靠盖底开 2 条对称的狭缝(长 50 mm,宽 1.5 mm),其宽度略大于多孔卡片的厚度,当卡片插进狭缝后能紧贴盖底且可自由拉动.

表 2 多孔卡片相关信息

编号	形状	$d(a)/\text{mm}$
1	○	8
2	○	4
3	○	2
4	△	2
5	□	2
6	○○	2
7	○ ○○	2

内筒由 PVC 圆管或圆纸筒(长 350 mm,外径 68 mm)制成,其外径比外筒内径略小. 在内筒一端覆盖半透明纸,并将此端插入外筒,使其刚好可自由拉动. 内、外筒较长是为了抽拉改变像距,并形成暗室,避免环境光线的影响,使像更加清晰. 成像观测仪实物图如图 3 所示.

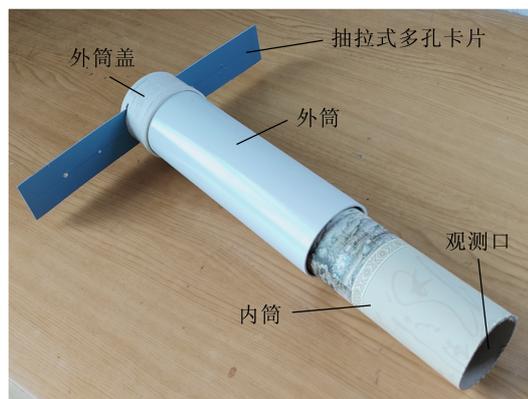


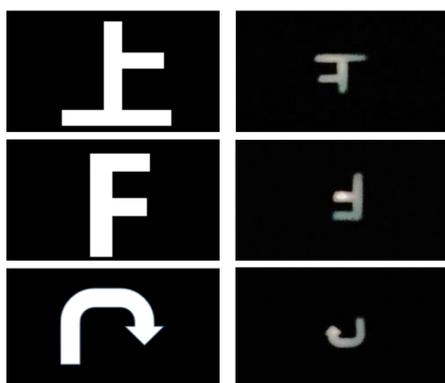
图 3 成像观测仪实物图

3 实验装置的应用

3.1 探究像与物的形状关系

调节手机与观测仪的位置,使观测仪中心轴线垂直于手机屏幕中心,调整好手机与小孔之间的距离(约 40 cm,以下简称物距)、内筒盖纸端与小孔之间的距离(约 15 cm,以下简称像距),并固定不变.

将小孔切换到 3 号孔,手机放映幻灯片 A、D 和 E,在内筒的观测口观察成像情况,实验现象如图 4 所示. 可以看出,像与物呈倒立、左右相反的关系,且像的形状与物的形状相同.

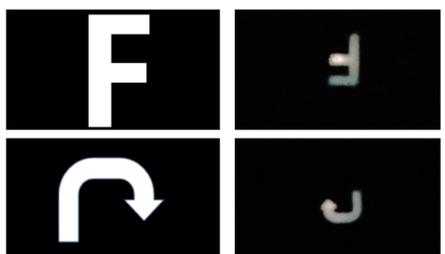


(a)物 (b)像

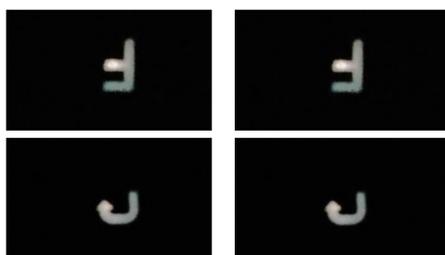
图 4 像与物形状关系的实验现象图

3.2 探究像与小孔形状的关系

用手机放映幻灯片 D, 调整合适的物距(约 25 cm)和像距(约 6 cm), 并固定不变. 抽动卡片, 分别用 3, 4 和 5 号小孔观察成像情况. 再放映幻灯片 E, 重复以上实验, 实验现象如图 5 所示. 可以看出, 像与小孔的形状无关, 像的形状与物的形状相同.



(a)物 (b)3 号孔的像



(c)4 号孔的像 (d)5 号孔的像

图 5 像与小孔形状关系的实验现象图

3.3 探究像与小孔孔径的关系

用手机放映幻灯片 A, 调整合适的物距(约 25 cm)和像距(约 6 cm), 并固定不变. 抽动卡片, 分别用 1, 2 和 3 号小孔观察成像情况, 实验现象如图 6 所示. 可以看出, 成像情况与小孔大小有

关. 孔越小, 像越清晰, 像越暗(透过小孔的光线较少); 孔越大, 像越模糊, 像越亮(透过小孔的光线较多); 当孔大到一定程度时, 只能看到明亮的光斑, 例如 1 号孔像[图 6(b)].



(a)物 (b)1 号孔的像

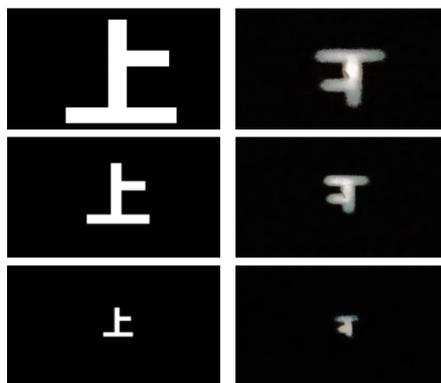


(c)2 号孔的像 (d)3 号孔的像

图 6 像与小孔孔径关系的实验现象图

3.4 探究像的大小与哪些因素有关

调整合适的物距(约 25 cm)和像距(约 6 cm), 并固定不变, 卡片调至 3 号孔, 手机放映幻灯片 A, B 和 C, 观察成像情况, 实验现象如图 7 所示. 可以看出, 其他条件不变时, 物越大, 像越大.



(a)物 (b)像

图 7 物像大小关系的实验现象图

用手机放映幻灯片 D, 保持像距不变, 逐渐增加物距 s , 观察成像情况, 实验现象如图 8 所示. 可以看出, 随物距增加, 像逐渐变小.

(a)物 (b) $s=15\text{ cm}$



(c) $s=25\text{ cm}$ (d) $s=40\text{ cm}$
图 8 物距对像大小影响的实验现象图

用手机放映幻灯片 D,保持物距不变,逐渐增加像距 x ,观察成像情况,实验现象如图 9 所示。可以看出,当其他条件不变时,像距越小,像越小,像距越大,像越大。



(a) 物 (b) $x=5\text{ cm}$
(c) $x=8\text{ cm}$ (d) $x=11\text{ cm}$
图 9 像距对像大小影响的实验现象图

综上所述,像的大小与物的大小、物距和像距均有关。

3.5 多孔成像的探究

调整合适的物距(约 25 cm)和像距(约 6 cm),且固定不变。卡片调至 6 号孔,手机放映幻灯片 A 和 D,观察成像情况。然后再将卡片调至 7 号孔,重复上述实验,实验现象如图 10 所示。可以看出,当其他条件不变时,像的个数与小孔的个数相同。



(a) 物 (b) 两孔成像



(c) 三孔成像
图 10 多孔成像的实验现象图

经过教学实践,本实验装置有以下优点:

1) 所用材料均为日常生活中常用材料,因此该实验装置具有材料易得、成本低廉、制作简单、易于推广的优点。

2) 实验采用手机放映 PPT 作为光源,不仅稳定性好、亮度高,而且很容易制作和切换各种形状和大小的物;较长的不透明内外筒,形成暗室,能够有效排除外界光线对像的干扰,且还能改变像距和物距;抽拉式小孔卡片可以方便地切换各种形状的小孔。因此,该实验装置具有设计巧妙、成像清晰、稳定性好、不受环境光线干扰的优点。

3) 本实验装置可以围绕小孔成像的各种情况以及多孔成像开展实验探究,不但能满足教学需求,还能激发学生的学习兴趣,培养学生的实验探究能力和科学思维。因此,该实验装置具有功能强大、操作简单、探究全面的优点。

4) 如果在内筒外壁画上长度刻线,半透明膜画上坐标线,还可对成像进行定量研究。

4 结束语

本文改进了小孔成像实验装置,不仅可以作为教具进行演示教学,还可以让学生在家自制仪器进行实验,从而将物理实验延伸到课下、延伸到家庭,增强学生的实践动手能力,促进学生的深度学习,培养学生的创新意识,充分落实新课标所倡导的“跨学科实践”以及“从生活走向物理,从物理走向社会”的教学理念^[3]。

参考文献:

- [1] 盛将. 小孔成像形状问题解决的实践教学[J]. 物理教师, 2020, 41(10): 45-47.
- [2] 彭前程, 杜敏. 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: 69-72.
- [3] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2022.

(下转 61 页)

Application and teaching of solid Fabry-Perot etalon in Zeeman effect experiment

HE Chenjuan, LIAO Hongbo, WANG Haibo, GONG Wengping, XIONG Jun
(Department of Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Zeeman effect experiment is the important part of the modern physics experiment course in universities. It is the air-gap Fabry-Perot etalon that is commonly used in most universities to be the spectral component. The teaching and application of the solid Fabry-Perot etalon in Zeeman effect experiments were described in this paper, the basic principle of Fabry-Perot cavity was recalled and the distribution characteristics of fringe pattern was analyzed as well. The path adjustment and spectral lines observation were given by combining the related phenomena and analysis, and so on. The whole experimental process could deepen students' understanding about the the basic principle of Fabry-Perot etalon.

Key words: solid Fabry-Perot etalon; Zeeman effect; teaching design

[编辑:龙玉梅]

(上接 47 页)

Exploring pinhole imaging by using smartphone

WANG Jinna, YANG Guoping
(Jiayuguan No. 5 Middle School, Jiayuguan 735100, China)

Abstract: A stable multi-shape light source was formed by projecting PPT on a smartphone, and a pull-out switchable pinhole observer was made to improve the experimental device. The influence of object, pinhole shape, object distance and distance on "pinhole imaging" was comprehensively investigated. The experimental device was simple for operation and convenient for material selection. It could be used as both a demonstration experimental device and a self-made experiment for students, which could effectively cultivate students' innovation consciousness and improve students' core quality of physics.

Key words: pinhole imaging; smartphone; PPT; pull-out perforated card; imaging viewer

[编辑:龙玉梅]