

初中园地

创新教具制作 突破“三线共面”^{*}

陈显灶 (厦门市海沧区北附学校 福建 361026)

摘 要 常规的光反射实验装置证明“三线共面”时存在不足,不利于学生对光反射定律的深入理解。为解决不足,设计了用红色、绿色两束激光作为光源,用超声雾化器产生的水雾显示光路,通过旋转光路平面,利用色光的混合原理突破三线共面的实验难点。新教具能够一体化地完成光的反射、折射、直线传播等多个实验,具有操作便捷、探究高效、可视性强、现象直观等优点,便于教师的演示和学生的理解。

关键词 三线共面 色光混合 可视化 教具制作

文章编号 1002-0748(2023)12-0037

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 引 言

光现象中的“光的反射”是自然界中常见的现象之一,与学生的现实生活息息相关,但由于生活中光的路径不易显现,光现象相关的实验和知识对学生而言又显得十分陌生。“探究光反射时的规律”实验是学生接触的第一个光学探究实验,该实验的实验方法、实验器材和实验结论都可迁移至后续的平面镜成像和折射规律等知识的学习。初中物理课程标准对光的反射内容要求为:探究并了解光的反射定律,能用反射定律知识解释自然界的有关现象,解决日常生活中的有关问题^[1];光的反射实验也是学生必做的探究类实验之一。因此,光的反射实验及与反射相关的知识需要学生达到较高的掌握水平,并深入理解实验各环节的设计内涵。

笔者对比现阶段各个版本的教材发现,证明反射定律中“三线共面”的实验,均采用如图 1 所示的

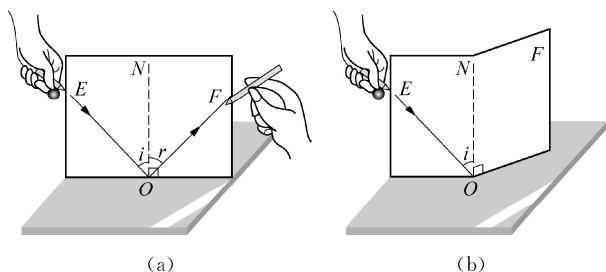


图 1 教材实验装置

实验方案。将一个平面镜放置在水平桌面上,再把一张纸板 ENF 竖立在平面镜上,纸板 ENF 由两块纸板连接而成,把纸板 NOF 向前或向后折时,纸板上无法看到反射光,证明入射光线、反射光线、法线在同一个平面内。

用该装置演示实验时,学生总存在疑问:纸板向前或向后翻折时,纸板不在同一个平面内,纸板上无法看到反射光线,为什么就可以证明入射光线、反射光线、法线在同一平面内? 该实验确实无法直观地证明“三线共面”的实验结论,初中学生对“非同一平面没有观察到反射光线等效于反射光线与入射光线、法线在同一平面内”的理解存在较大的思维障碍,使其无法真正理解“三线共面”的内涵,而是仅停留在对该实验现象及结论的简单记忆。

因此,针对教材中该实验的不足,笔者利用超声雾化器和色光叠加原理设计了滑动式“光的反射”实验演示仪,让学生可以直接看到“三线共面”,给学生提供直观的现象刺激,使其深入理解光学知识,形成物理观念。

2 “光的反射”演示装置的创新设计

2.1 装置设计原理

根据色光的混合原理,当红色光与绿色光重合叠加时,会变成黄色光。实验中使用红、绿两种颜色的激光为光源,当两种颜色的激光重合共面时,激光

^{*} 基金项目:本文系 2022 年度福建省中青年教师教育科研项目“核心素养视域下初中物理跨学科实践课例研究”(项目编号:JSZJ22040)的阶段性的研究成果之一。

的颜色变为黄色,通过不同颜色激光重合后的颜色变化,直观证明“三线共面”。

2.2 实验材料

红色、绿色激光笔各 1 支,平面镜,透明亚克力板,3D 打印机,超声雾化器,强磁片,热熔胶,升降台,透明玻璃柱。

2.3 制作过程

(1) 滑动光源的制作

用 3D 打印机打印光源支架和移动滑块,将绿色激光笔固定在支架上,支架与滑块间用螺丝固定,可根据实验需要调整光源的入射角度,设计结构如图 2 所示。用 3D 打印机打印外径为 30 cm、内径为 24 cm、高度为 1.5 cm 的圆环,圆环顶部预留宽 1 cm、深 1 cm 的圆形轨道,使滑块恰好能放置在轨道上水平方向移动,轨道下方用热熔胶固定一块长 30 cm、宽 4 cm 的透明亚克力板,板正中间开孔,使红色激光笔恰好能垂直放入孔中,组合效果如图 3 所示。

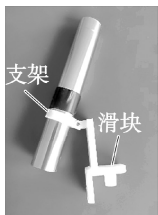


图2 滑动光源支架

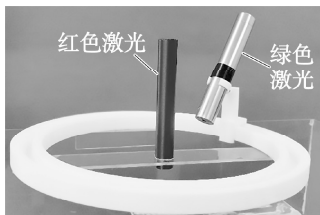


图3 滑动轨道

(2) 光路显示箱制作

用热熔胶将小型超声雾化器固定在亚克力板上,亚克力板的下方固定 4 个强磁片,制成磁吸式超声雾化装置,如图 4 所示。用热熔胶将厚度为 4 mm 的透明亚克力板焊接成长、宽、高为 60 cm、30 cm、40 cm 的光路 5 面显示箱,显示箱顶面开口,用于安装和更换器材。将激光笔滑块、滑动轨道、超声雾化器、光路显示箱、平面镜、升降台组装在一起,效果如图 5 所示。



图4 超声雾化器

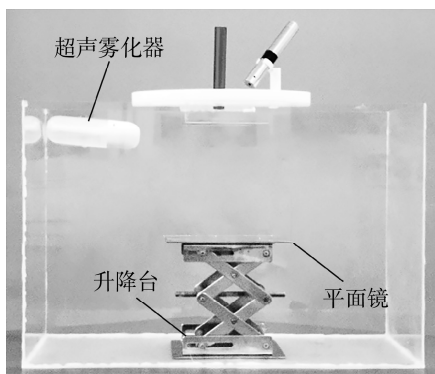


图5 光路显示装置

3 实验过程及现象

3.1 步骤 1: 调正平面镜

打开超声雾化器和环形滑动轨道中央的红色激光笔的电源,调节升降台至合适高度;调节平面镜,使反射光线和入射光线重合,实验效果如图 6 所示。此时红光垂直于平面镜,将红光定为法线,红光在平面镜上的入射点为所有入射光线的入射点。

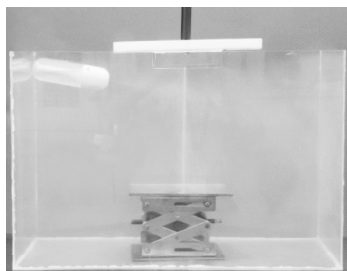


图6 法线

3.2 步骤 2: 显示反射光路

打开滑块上绿色激光笔的开关,调节滑块至合适位置,调节绿色激光的入射角度,使绿光入射至红光的入射点,即可显示反射光路,实验效果如图 7 所示。保持绿色激光笔的位置不变,调节升降台的高度,改变入射角大小,可探究不同角度入射时的反射规律。

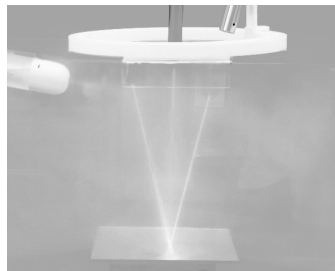


图7 反射光路

3.3 步骤 3: 看见“三线共面”

保持激光笔的角度不变,调节滑块的位置,以改

变入射光线、反射光线、法线三条线所在平面的角度,当三线所在平面旋转至与前方视线重合时,三条线合成一条线,红光与绿光叠加混合成黄色光,实验效果如图 8 所示。移动滑块位置,改变入射光方向,可使各个方向的学生都可观察到三条线重合成一条线,且光的颜色变为黄色。实验现象证明,入射光线、反射光线、法线在同一平面内。

3.4 步骤 4:验证“三线共面”

用透明玻璃柱慢慢靠近入射光线、反射光线和法线,当其中部分光线透过玻璃柱时,由于玻璃柱的会聚作用,玻璃柱上同时出现 3 个亮点,实验效果如图 9 所示。入射光线、反射光线、法线同时经过透明玻璃柱,说明入射光线、反射光线、法线与玻璃柱都在同一个平面内,即可证明“三线共面”。

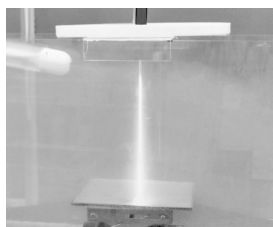


图 8 三线共面

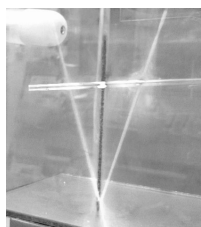


图 9 验证“三线共面”

4 教学效果及优点

(1) 用红色、绿色两束强激光作为光源,能够清晰地显示光路、法线位置,取材方便,实验现象明显,可视化效果好;当绿色光源沿着轨道移动时,可让不同角度的学生都能观察到入射光线、反射光线、法线重合成一条线,使结论具有普遍性。巧用红光与绿光叠加混合成黄色光,让学生直观地看到激光颜色的改变,从而真实地看见“三线共面”,学生在惊叹之余又会对实验过程产生浓厚的兴趣。重新设计后的演示仪能够直观地显示出三维立体空间的光路结构,将难理解的、抽象的“三线共面”知识用实验现象展现出来,便于学生对光学知识的深入理解和光学知识体系的建构。

(上接第 36 页)

形成了一套易复制、可推广的实践应用模式,切实有效地提升了我省中学物理教育教学的质量。

目前,中学物理学科教学改革已到深水区,面对诸多问题和挑战,我们认为在以下两方面需要加强:

(1) 期待基于中学物理“问题·实验·深度思维”新理念与人工智能、VR 技术的完美融合;

(2) 加大我省中学物理教师物理实验的创新力

(2) 用小型超声雾化器来辅助显示光路能够稳定地、快速地将光路呈现于光路显示箱中。雾化器小巧便捷,可以固定于任何需要的位置,方便实验操作,提供源源不断的水雾补充,可以让光路显示箱顶部开口,方便添加或更换不同器材进行实验探究。

(3) “光的反射”演示仪不仅能够探究反射定律中的“三线共面”,还可以探究反射定律的其他内容。实验时,可以通过改变入射光线与反射光线的位置,证明入射光线与反射光线始终分居法线两侧;可以在后方放置量角器后,通过调整升降台的高度改变入射角大小,探究反射角与入射角的大小关系;还可以用另一束红色激光从反射光线方向入射,通过色光混合,证明“光路可逆”。同时,利用演示仪的原理可以轻松突破光的折射中“三线共面”内容,该教具可以将光的直线传播、光的反射、光的折射实验一体化地呈现,使学生对光学知识的理解更加系列化、结构化。

5 结束语

物理学是一门以实验为基础的自然科学,物理学中丰富多彩的实验现象不仅能培养学生的学习兴趣,还能在实验过程中培养学生的科学探究能力^[2]。自制教具是中学物理教学资源中重要的组成部分,针对现有实验装置的不足进行可视化改进和创新开发,能极大地提高实验教学的演示效果,让学生对物理知识有更加深入的理解。本实验装置借助超声雾化器、3D 打印技术、不同颜色的强激光等工具,将光的反射和光的折射实验中较难证明的“三线共面”问题通过实验现象直观地显示出来,使实验过程和实验结果可视化,有利于学生对光学知识的深入理解和内化提升。

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(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022:17—19.
- [2] 陈斯钿,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.

度,设置更多与课程相配套的实验,促进学生深度思维的进一步发展。

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(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2] 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.