

横波演示仪的设计与制作*

李 阳 王 宏 韩艳玲

[中国地质大学(武汉)数学与物理学院 湖北 武汉 430074]

(收稿日期:2015-03-18)

摘 要:机械波可分为横波和纵波,在中学物理教学中横波是重点和难点,为了帮助学生更好地理解横波的形成与传播过程,基于横波的特点讨论了一种横波演示仪的设计与制作,它能够真实地演示出横波的形成与传播过程.

关键词:横波 演示仪 设计 制作

在物理学中,横波是机械波的一种,其特点是波源质点的振动方向与波的传播方向相互垂直.在中学物理教学中,由于横波的形成与传播过程比较抽象,学生理解起来需要具备较强的抽象思维能力,因此,它一直被列为教学中的重点和难点.对于大学物理教学来说,也有一定意义.

为了帮助学生更好地理解横波的形成与传播过程,方便他们牢固地掌握机械波的相关知识,笔者认为不仅需要借助物理模型的分析,更需要用实验加以演示.传统的横波演示仪大都是根据横波所具有的特点来加以模拟,如文献[1]和文献[2]中分别公开了一种横波演示仪,它们都能够演示出横波的波形,但是,它们都是模拟式的,演示出的横波缺乏真实感,容易给学生造成“伪科学”的印象.因此,笔者通过对横波物理原理加以分析,设计制作出了一种新型的横波演示仪,它能够真实地演示出横波的形成与传播过程,演示效果较为明显,写出来与读者进行交流.

1 横波的物理原理

机械波分为横波和纵波,其中横波是生活中比较常见的一种.对于机械波来讲,它的形成需要有波源的振动,在向外传播时需要有介质的空间.横波的

特点是波源质点的振动方向与波的传播方向相互垂直.

如图1所示,不失一般性,开始时,一系列质点均处于平衡位置,受力为零,质点之间的空间充满了弹性介质.当其中的某一个质点 O 在周期性的回复力作用下开始向 y 的正方向做简谐运动以后,与之相邻的质点就会在弹性介质的牵引下重复前一质点的简谐运动形式,随着时间的推移,这种运动的形式会延续下去,进而形成一系列沿 x 方向的波,而且,质点的振动方向和波的传播方向在空间中相互垂直,即形成了一系列横波.如图2所示,为质点 O 做简谐运动经过两个周期后的横波波形.

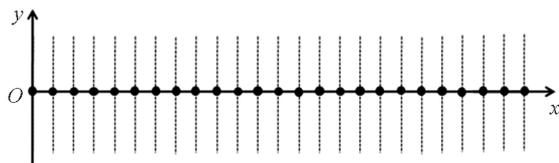


图1 处于平衡位置的一系列质点

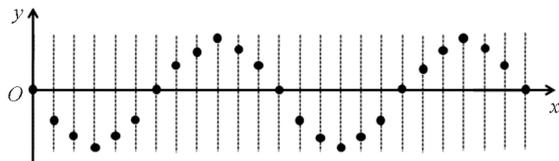


图2 经过两个周期后的横波波形

* 中国地质大学(武汉)2014—2015学年度教学实验室开放基金项目,项目编号:SKJ2014216

作者简介:李阳(1991—),男,在读硕士研究生.

指导教师:韩艳玲(1965—),女,博士,教授,主要从事大学物理教学及研究.

2 横波演示仪的设计思想

根据前面的分析,笔者设计制作出了一种结构简单横波演示仪.图3为该装置的设计简图.

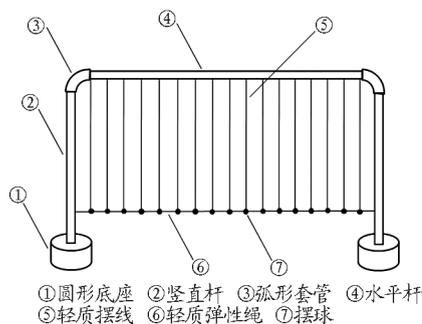


图3 设计简图

本演示仪的外部是一个左右对称的门形支架,它由垂直杆、弧形套管、水平杆以及圆形底座组合而成,能为内部的摆列提供悬挂的附着点;内部的摆列由一系列等间距、相同的单摆组成,摆线轻质且长度相同,相邻的摆球之间由轻质弹性绳相连接,最靠近垂直杆的两个摆球由轻质弹性绳和相应的垂直杆相连,轻质弹性绳均处于自然状态.图4所示的是自制的横波演示仪实物,它和设计简图描述的设计思想相对应.

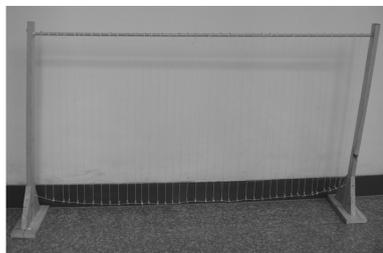


图4 横波演示仪实物

开始时,一系列摆球都在平衡位置处于静止状态,这和图1所示的情况相一致.当对最靠近两端垂直杆的某一个摆球施加一个垂直于竖直面的轻微扰动时,这个摆球便开始在垂直于竖直面的方向上做小振幅的近似简谐运动,摆球的运动通过轻质弹性绳带动相邻的摆球开始做简谐运动,随着时间的推移,这种运动的形式在空间中逐渐展开,形成一系列横波.

3 横波演示仪的演示效果

如图3中所示的横波演示仪,若对最右端的摆球施加一个垂直于竖直面的轻微扰动,则摆球在摆线的作用下开始在垂直于竖直面的方向上做简谐运动,轻质弹性绳只在摆球运动时发生形变,作用于相邻的摆球,使得相邻的摆球开始运动.图5所示的分别是俯视图3所述仪器从 $\frac{1}{4}$ 周期到 $\frac{5}{4}$ 个周期的波形效果图.

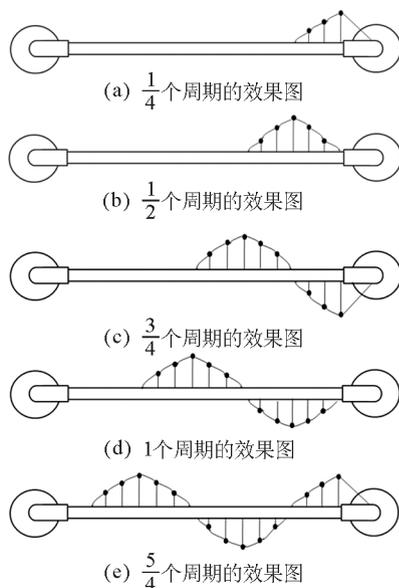


图5

(1) 观察方法.因为摆球是在垂直于竖直的门形支架平面方向上运动的,所以在观察演示效果时需要俯视.

(2) 工作原理.当最右端的摆球在垂直于竖直门形支架平面方向上做简谐运动时,通过轻质弹性绳牵动相邻的第二个摆球运动,这种运动的形式将会传播下去.摆球的运动方向和波传播的方向垂直,形成一系列横波,从而真实地演示出了横波的产生与传播的物理过程,一目了然.

(3) 摆球的数量若越多、越密集,则演示出的波形越明显,后面的运动情形持续的时间就会越长,越便于观察.

(下转第72页)

5 结论

在自准直法测量凸透镜焦距的实验中,利用遮挡平面镜的方法,有利于学生快速准确的排除干扰像,从而得到正确的凸透镜焦距.

参考文献

- 1 杨瑞翠. 自准直法测薄透镜焦距. 仪器仪表用户, 2008, 15(1):115 ~ 116

- 2 励强华,陈宝玲,张飏. 光学教程. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1998. 38 ~ 45
- 3 苏芳珍,杨德甫,曹海玲. 用自准直法测薄凸透镜焦距实验中“真”“假”像的判断. 延安大学学报, 2008, 27(4):40 ~ 42
- 4 袁进儒,崔志国,宋汉阁. 自准直法测焦距中的假相与排除. 东北师大学报(自然科学版),1995(3):37 ~ 39

Analysis on Fallibility in Measuring Convex Lens Focal Length by Auto – collimation Method

Yu Ying

(Department of Physics, Northeast Forestry University, Haerbin, Heilongjiang 150040)

Abstract: Auto – collimation method is a main experiment to measure convex lens focal length in geometrical optics experiments. Students often confuse the “true” image and the “false” image. The “true” image is shown on the focal plane array of convex lens. However, the “false” image is not. This paper analyses the “true” and “false” images using the method of experiment and theory. A method is given to distinguish the “true” and “false” images.

Key words: Auto – collimation method; convex lens; focal plane array

(上接第 69 页)

4 结语

本文基于横波的特点,讨论了一种横波演示仪的设计与制作方法,并在此基础上清楚地展示出了它的演示效果.

同传统的模拟式横波演示仪相比,它能够真实地演示出横波的形成与传播的过程,具有结构简单、

成本低廉等诸多优点,在本领域中具有一定的技术进步意义,可供相关的物理教学借鉴.

参考文献

- 1 谭浩. 横波演示仪和纵波演示仪的制作方法. 物理通报, 1955, 5(8):507 ~ 510
- 2 何丙华. 一种横波演示仪: 中国专利, ZL200820045774. 6. 2008 – 12 – 31

Design and Production on Shear Wave Demonstrator

Li Yang Wang Hong Han Yanling

(School of Mathematics and Physics, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract: Transverse wave is a kind of typical mechanical wave, and it is also one of the important and difficult points of physics teaching in middle school. In order to helping students with a better understanding of the process of formation and transmission about the transverse wave, We have discussed a kind of design and fabrication of transverse wave demonstration apparatus which is based on the characteristics of the transverse wave. It can be truly demonstrated the process of formation and transmission about the transverse wave.

Key words: transverse wave; demonstration apparatus; design; fabrication