

自制“音叉波形图演示仪”创新教具

许耀秋

中山市西区初级中学

摘要：初中阶段为了更好了解物体振动发声的情况，认识声音的特性，往往需要将声音以波形图方式呈现出来，人教版教材建议通过将音叉发出的声音信号输入示波器或计算机来观察声音的波形，其原理和操作都是学生难以亲身体验的，往往只能被动接受。该创新教具利用平面镜对光的反射的简单原理，可以让学生亲身操作，体验呈现波形图原理的过程，直观了解不同响度、不同音调波形图的区别。

关键词：平面镜；反射；波形图

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.019

引言

《声音的特性》是人教版初中物理教材书八年级上册第2章第2节内容。在此之前，学生通过发出声音的音叉可以弹开小乒乓球等操作实验，了解到声音是由物体振动产生的。而本节课是本章书的重点，更应让学生通过听、看、想、做等活动来感知声音的特性，教材中安排了学生观察波形图演示实验，除了能让学生比较形象地认识声波，引起他们的学习兴趣外，还可以对响度、振幅、音调、频率等名词术语直观了解，而教材中呈现音叉波形图的呈现方式，是通过音叉发出的声音信号输入示波器或计算机来观察声音的波形的形式，如图1所示。对于绝大部分的刚开始接触物理的学生而言，这些例子呈现波形图的原理，令人费解，不够直观，而且使用的仪器设备，如示波器或电脑软件的使用和理解，要求学生需要具备一定研究能力和物理基础的，更适合高中学段的学生，对于刚开始接触物理学科的初二学生，较为陌生和难以接受，容易产生畏难情绪，也难以亲身体验，缺乏实践性，往往只能被动接受。为了填补这一空白，笔者经过不断的尝试，设计并制作了“音叉波形图演示仪”创新教具。

演示

如图2.2-2所示，把音叉发出的声音信号输入示波器或计算机，观察声音的波形。换一个不同频率的音叉做实验，边听边分析它们的波形有何不同。

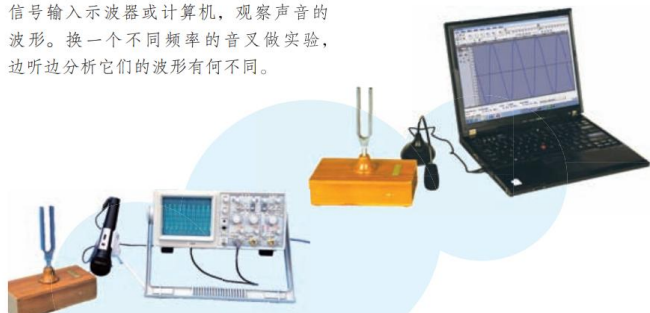


图1（人教版物理八年级上册课本33页部分截图）

一、教具的设计理念

（一）培养科学探究精神

八年级的物理教学重在启蒙，旨在激发学生对物理

的兴趣，引导学生进行知识的构建，培养学生的探究性活动能力。“音叉波形图演示仪”创新教具利用简单数学原理和光反射原理，学生主体参与，教师适时指导。学生通过对比用不同力度敲击音叉，在不同响度下观察波形图振幅的变化，并通过敲击不同规格音叉和观察波形图密集程度，深入思考现象背后所蕴含响度和振幅，音调和频率的内在规律。在探究的过程中，学生体验了探究的乐趣，也收获了成功的喜悦，培养提升了科学探究精神。

（二）增强实验现象直观性、简洁性

八年级的学生刚接触物理学科，对于事物的认识是形象、直观的，感性认识往往大于理性认识。初中物理实验教具的创新，更应使实验教具在实验时具有直观性，使用的实验仪器越简单、越生活化，学生更容易在原有知识体系中找到嫁接点，更容易接受和了解。而且当实验现象直观反映出物理规律，也便于学生将感性认知转换为理性认知，有利于培养学生的科学探究精神。

“音叉波形图演示仪”创新教具为学生提供了丰富的感性材料，让学生亲身体验波形图呈现过程，学生通过不同力度敲击不同音叉的直接观察波形图而获得感性认识。在这种直观的观察中，学生更容易认识物体振动的幅度越大，产生声音响度越大，物体振动的频率越快，产生声音音调越高，从而揭示出声音的特性。

二、自制教具

（一）制作器材

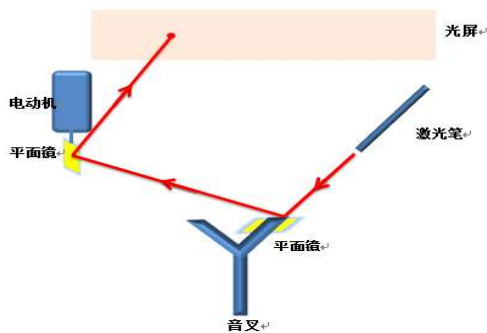
无极调速电动机（小风扇），厚度1mm的小镜片若干、不同规格音叉、1支激光笔，1块白色纸板当光屏，2只铁架台、1卷双面胶。

（二）制作方法（如图2所示）

1. 在不同规格音叉上端，相同位置用双面胶贴上小镜片。
2. 将玻璃镜片垂直固定在电动机转盘上。
3. 将激光笔和电动机固定在铁架台上，并调整好位置和高度。



图2 (实验器材)



(原理图)

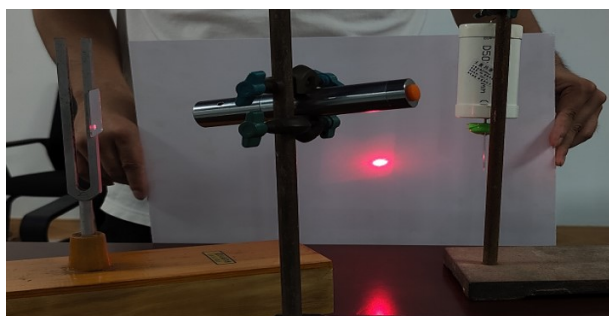
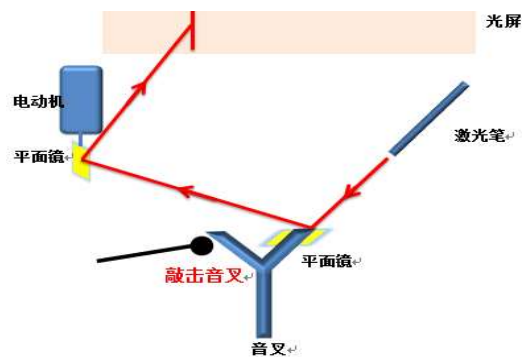


图3

(实物图)



(原理图)

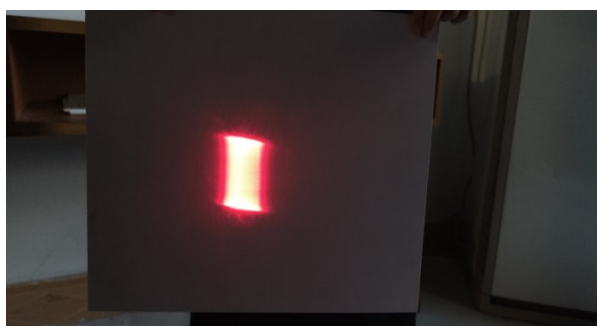
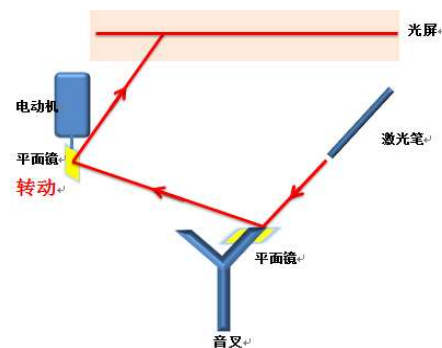


图4

(实物图效果)



(原理图)

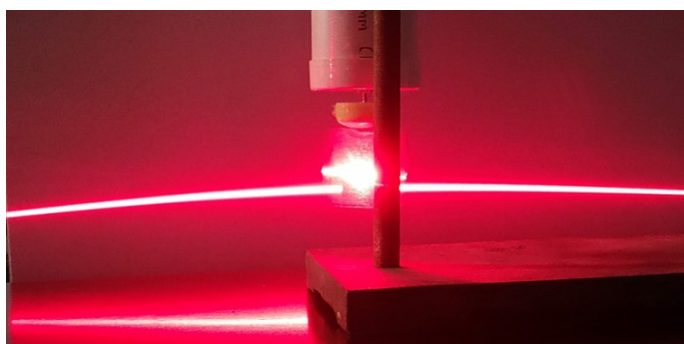


图5

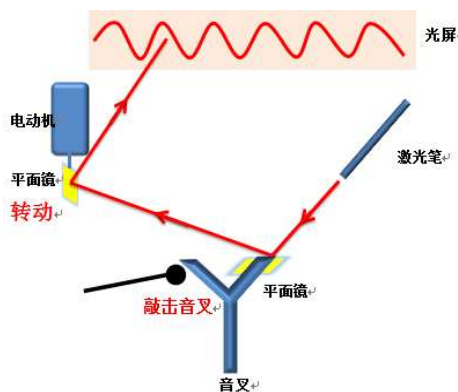
(实物图)

(三) 制作原理

1. 振动幅度的放大：激光照射到音叉上的平面镜发生反射，反射光线再入射到电动机上静止的平面镜，会再次发生反射，最终在光屏上呈现一个点（如图3所示），当敲击音叉时，音叉振动并发出声音，会观察到光屏上的光点振动后形成一条线（如图4所示）。

2. 波形图的呈现：激光照射到电动机上的平面镜，如果此时平面镜转动，由于入射角的改变，反射光线到达光屏上的光点也会随着做水平运动，由于人眼的视觉暂留效应，当平面镜转速达10r/s以上，此时会在看到光屏上的光点变成一条直线（如图5所示），此时如果敲击音叉，音叉振动，带动激光也上下振动，光屏上的直线就会变成一个波形，即音叉振动发声的波形（如图6所示）。

三、实验过程



(原理图)

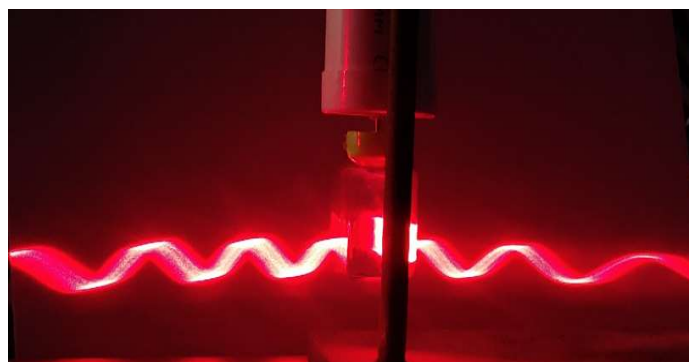


图6 (实物图)

(一) 探究实验一：探究响度与振幅的关系

把激光笔和电动机分别固定在铁架台上，调整支架高度和音叉位置，使得激光刚好照射到两块玻璃镜片的中心，并使得激光反射到光屏上。由慢到快调节电动机的转速，使得反射光点变成一根直线，用大小不同的力敲击同一音叉相同部位，在听声音响度的同时，观察波形图的振幅的变化，可发现力度越大，声音的响度越大，呈现的波形的振幅也会越大，敲击后，声音的响度慢慢减弱，呈现的波形的振幅也随着变小，从而实验得出响度与振幅的关系

(二) 探究实验二：探究音调与频率的关系

保持各种仪器设备的位置和高度不变，更换不同频率的音叉，用相同大小的力度敲击不同音叉的相同位置，在听声音音调高低的同时，观察波形图的疏密程度的变化，可发现，敲击的音叉频率越高，波形呈现越密集，声音的音调也越高。

(三) 探究实验三：探究不同材料发声体音色与波形的关系

保持各种仪器设备的位置和高度不变，将音叉更换为木板或纸板，并木板和纸板贴上玻璃镜片，用指甲持续摩擦木板或纸板，通过听觉上体验音叉、纸板、木板声音音色的区别，同时观察波形图形状的区别，可发现不同材料发声体音色不同与波形的形状也随着不同。

四、教具拓展和改进方式

为了实验效果更好，需要在较黑暗的环境下使用较大功率激光笔，电动机平面镜的转动后，反射的光线容易射到学生眼睛，如果多组学生同时操作，还会在光屏上接到其他小组的波形图，造成干扰，因此如果是小组合作使用，可将音叉平面镜的反射光线对准铁架台的柱子，在铁架台的柱子形成点光源，根据平面镜成像原理可知，人眼可平面镜中看到点光源的像（如图7所示），当电动机上的平面镜转动，由于平面镜和点光源位置发生的改变，点光源成像位置也会发生改变，当转

速达到一定条件，由于人眼的视觉暂留效应，人眼也会看到在平面镜上点光源的像变成一根直线（如图8所示），此时再敲击音叉，就可以在电动机玻璃镜片上看到清晰的波形图（如图9所示）。

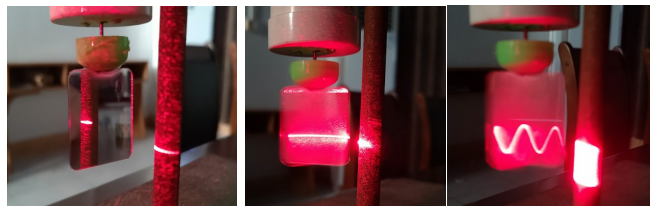


图7

图8

图9

五、教具的创新与优点

该创新实验教具的设计主要以直观、有趣、创新为原则，体现了创新实验与自制教具的教育价值，利用人眼视觉暂留效应，能清晰、简便、直观地在光屏上或直接在教室墙壁上展现出波形，实验也易于操作，观察范较大，全班同学都可以观察到。同时可直接对比观察音调和响度与波形的关系实验效果明显，突破了教材通过简单的文字与波形图片讲解该知识点的局限性与生硬性，以及采用示波器或计算机复杂性和直观性不强本实验装置用于课堂演示实验和学生小组合作探究，能极大地吸引学生的注意力及激发学生物理的兴趣，有效地帮助学生理解声波的概念、音调和响度与波形的关系，尤其是能够给予学生直观地对波的有关概念的认识与理解，同时强化了开阔了学生的视野，培养了学生的物理学习兴趣，提高学生的观察能力和理解能力。但在借助本实验教具完成相关知识和概念的学习后，还需结合学生的基础，适当地指出，本实验所看到的波，属于机械波，与声波并非同一性质的波，让有能力的同学可以进步学习波的有关知识。

参考文献

[1] 邱欣伟. 初中物理创新实验教学的应用策略[J]. 启迪与智慧: 中, 2013(8): 1.