

物理实验



## 自制李萨如图形演示仪\*

陈美慧 霍伟刚 李雪

(辽宁师范大学物理与电子技术学院 辽宁 大连 116029)

(收稿日期:2020-05-27)

**摘要:**目前通常用示波器演示交流电,但存在示波器显示屏较小不利于学生特别是后排学生观察的问题.为了便于课堂演示,利用扬声器把电信号转换为振动信号,投射到教室的屋顶或墙面,同时还提供了一种信号频率的测量方法.

**关键词:**李萨如图形 演示实验 实验改进

在高中阶段,限于时间和知识基础,仅初步介绍交流电的产生、性质、特点及它的传输和应用等,导致学生在学习本节知识时难以更深入地理解交流电的一些概念,比如说阻抗、相位差、频率等,而频率和相位差又与功率密切相关.传统的频率教学或测量方法是在示波器上显示稳定的正弦波形,找出正弦波形相邻峰值的时间间隔,进而得到正弦波形的周期,利用  $f = \frac{1}{T}$  计算正弦信号的频率,这里  $f$  是正弦波形的频率,  $T$  是信号周期.这种关于频率的教学或测量方法存在以下的问题:

(1) 由于示波器显示面板较小,不利于学生特别是教室后排学生的观察.

(2) 受示波器时间分度值精度的影响,难以精确确定正弦波峰值对应的时刻,进而导致频率测量误差较大.

李萨如图形法是一种精确测量频率或相位的方法.很多人设计了李萨如图形演示仪<sup>[1~3]</sup>.文献[1]仪器设计制作过程较为复杂,精准度要求过高且手机信号的稳定性可能会难以控制;文献[2]从电路进行入手设计了李萨如图形演示仪,得到不同频率下稳定的李萨如图形,电路设计相对繁琐,其目的更倾向于对李萨如图形进行研究;文献[3]设计的李萨如图形演示仪使用了功率放大器,可能导致放大

后信号不稳定的情况.

针对上述问题,研制更适用于课堂展示的李萨如图形演示仪.利用该演示仪可在教室墙壁上获得放大的稳定的李萨如图形,利于全体学生观察,而且通过自制李萨如图形演示仪能精确测量信号频率.实验现象震撼,有利于激发学生的探索欲望和学习兴趣.

## 1 实验原理

众所周知,李萨如图形是一个质点同时参与水平和竖直方向的简谐振动.同时把两路同频正弦信号输入示波器中,电子束合成运动所形成的亮点轨迹就是李萨如图形.利用李萨如图可精确测量两个同频率正弦交流电的相位差.

自制李萨如图形演示的思路是:质点利用激光笔发射的光线代替;水平和竖直方向的振动通过两个扬声器和两面镜子控制,振动频率通过输入到扬声器的信号频率控制;获得的李萨如图形投影到教室的墙面上.

## 2 实验材料

惠斯特激光笔(H1)1支,低频扬声器(50 W, 4  $\Omega$ )2个,单面反光镜2片,DDS函数信号发生器(型号:固纬 SFG-1023;输出的正弦波频率范围:0.1 Hz ~ 3.0 MHz;最大输出功率:5 W)2台,若干导线.

\* 国家级大学生创新创业训练项目,项目编号:202010165007

作者简介:陈美慧(1999-),女,在读本科生.

通讯作者:霍伟刚(1977-),男,博士,讲师,研究方向为大气放电.

### 3 自制李萨如图形演示仪简介及使用

自制的李萨如图形演示仪如图1所示。把激光笔固定在支架上,它连续发射的绿色激光照射到小镜子上(小镜子粘贴在扬声器一的纸盆上,扬声器固定在倒“V”字形的支架上)(见图1),经过反射照射到另一面小镜子上(小镜子粘贴在扬声器二的纸盆上,扬声器二也固定在倒“V”字形的支架上)。函数发生器产生的正弦交流信号通过导线分别馈入到扬声器一和扬声器二,使两个扬声器和镜子同时振动,进而引起激光入射点发生振动,合振动图像投射到全部学生易于观察到的墙面上。

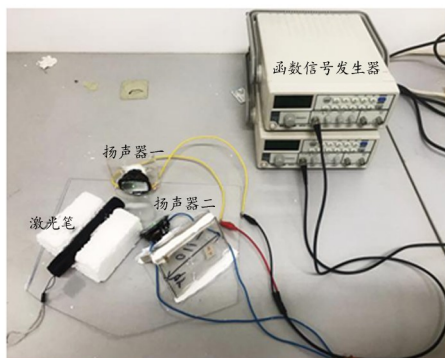


图1 李萨如图形演示仪

使用时首先打开激光笔,调节激光笔和扬声器的位置,使激光器产生的激光束经过反光镜两次反射后投射到全部学生都能观察到的位置;打开函数信号发生器的电源开关预热,正弦信号通过 PA OUT 输出;缓慢调节正弦信号的频率和输出功率以改变扬声器的振动幅度,在墙上呈现出完美的李萨如图形。通过降低信号发生器输出信号频率,利用一个扬声器和镜子也可演示简谐运动的轨迹。

### 4 注意事项

为了在墙面上得到稳定的李萨如图形进而测量出相位差,在利用自制李萨如图形时,以下事项需要注意。

#### 4.1 导致扬声器振动信号的频率选择

每个扬声器都有谐振频率,为了得到较大的振动幅度,利用该演示仪进行李萨如图形演示及测量相位差时,输入信号的最佳频率范围为  $60 \sim 800$  Hz。如果信号频率过高,扬声器振动不明显,无法形成清晰的李萨如图形。

#### 4.2 镜子的选择及固定

单面反光镜的厚度不超过  $1 \text{ mm}$ ,因为过厚的镜子较重会导致镜子无法振动或振动幅度较小,另外单面反光镜要均匀地粘贴在扬声器的纸盆上,如果粘贴不均匀会导致镜子整体振动幅度不一致,获得的李萨如图形不规则。固定好扬声器后,利用双面胶把反光镜黏贴在扬声器的纸盆上,使圆形镜子和圆形纸盆共心。

#### 4.3 扬声器的放置

扬声器放置角度对李萨如图形的形状也有影响,在制作过程中发现扬声器一接近于竖立放置,扬声器二与桌面成  $45^\circ$  倾斜角时,呈现在墙面上获得的李萨如图形与示波器显示的李萨如图形比较接近。

#### 4.4 信号发生器要选用 PA OUT 输出端口

此端口输出信号是经过功率放大器放大的信号,能引起扬声器振动。如果没有此端口,可外加两个放大器对正弦信号进行放大后再馈入扬声器上。

### 5 自制李萨如图形演示仪演示效果

分别取频率比为  $1:1, 1:2, 1:3, 2:3$  的两个正弦波信号馈入到扬声器一和扬声器二上,不同频率比下的频率如表1所示。

表1 不同频率比下的频率

序号	扬声器一信号频率 / Hz	扬声器二信号频率 / Hz
1	80	80
2	100	200
3	110	330
4	140	210

缓慢增加 PA OUT 的输出使扬声器发生振动,就可得到不同频率比下的李萨如图形(见图2)。图2(a),2(b),2(c)和2(d)对应频率比分别是  $1:1, 1:2, 1:3, 2:3$ 。实验发现,频率越接近简单的整数比时,李萨如图形就会越完整越稳定。在频率固定时(比如频率比为  $1:1$ ),分别改变扬声器一的信号和扬声器二的信号的输出功率,图2(a)所示的图形可以呈现圆形、水平椭圆形和竖直椭圆形。根据图形形状就可知扬声器一的信号频率和扬声器二的信号频

率比,如果已知扬声器一的信号频率,就可测量扬声器二的信号频率.

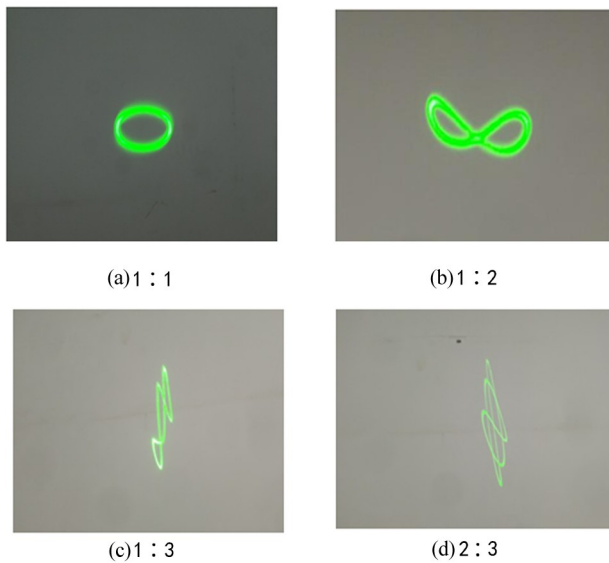


图2 不同频率比下的李萨如图形

## 6 实验结论

从实验结果可以看出:利用自制的李萨如图形演示仪可以在教室墙面上得到不同频率比下清晰的李萨如图形,其演示效果稳定、趣味性强,更能让学生简单直观地看到李萨如图形的形成.另外利用该演示仪也可以演示信号频率测量,给学生提供一种频率测量方法.

## 参考文献

- 瞿山,夏清华.一种李萨如图形演示仪[J].科技创新与应用,2019(29):33~34
- 林阿山.新型李萨如图演示仪的设计[J].龙岩学院学报,2012,30(05):16~19
- 唐世洪,张克梅.振动综合演示仪的设计与制作[J].大学物理实验,2001(02):38~39,42

(上接第71页)

步形成了物理学的思想方法.温度作为物理学重要的概念之一,在概念形成和完善的过程中,体现了丰富的物理学思想方法.

## 参考文献

- 彭聃龄.普通心理学(第4版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012
- 薛国良.温度概念及其发展[M].石家庄:河北教育出版社,2006
- 张玉民.热学[M].北京:科学出版社,2000.28~29
- 邓人忠.物理学基本概念探讨[M].北京:气象出版社,2010

- 曹则贤.物理学咬文嚼字[M].北京:中国科学技术大学出版社,2015
- 高庆中.温度计量[M].北京:中国质检出版社,2004
- 崔志尚.温度计量与测试[M].北京:中国计量出版,1998
- 续佩君.物理能力测量研究[M].南宁:广西教育出版社,1996
- 汪志诚.热力学·统计物理(第4版)[M].北京:高等教育出版社,2008.129
- 黄颂翔,葛永华,王春涛.谈谈温度的概念[J].物理与工程,2007,17(3),20~23
- 朱铨雄.物理学思想概论[M].北京:清华大学出版社,2009

# Physics Thought Method in Temperature Concept

Wu Ying He Yinghu Feng Jinghua

(School of Physics and Electronic Science, Zunyi Normal University, Zunyi, Guizhou 563002)

**Abstract:** In the process of the formation and development of temperature concept, it contains rich thought way on Physics. The process of establishing the concept of temperature embodies abstraction and summary. Temperature measurement embodies analysis and synthesis. Gradual improvement of temperature scale embodies questions and interpretations. Statistical interpretation of temperature embodies dimension and mechanism. Positive temperature and negative temperature embodies comparison and reasoning.

**Key words:** concept of temperature; thought way on physics; physical quantity