

物理实验室

# 妙用光致变色技术设计新型单摆运动图象演示方案

魏亚军 杨锦平 邹青松（珠海市第一中学 广东 519000）

**摘要** 本文介绍了一种利用光致变色涂料设计的单摆运动图象演示方案。该演示方案将传统的沙漏改成激光，然后在下方的转动画布上涂抹一层光致变色涂料，当激光摆动时，就能在画布上画出一条振动曲线，30秒钟后所画的曲线自动消失。该演示方案比传统方法方便很多，而且等效摆长不会随时间发生变化，实验更加精确。

**关键词** 单摆 运动图象 光致变色

文章编号 1002-0748(2022)6-0028

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

## 1 引言

单摆的运动图象的求解超过了高中学生的数学知识范围，教师往往是通过实验演示的方式让学生对单摆运动图象产生直观印象<sup>[1]</sup>。有教师采用录制视频，然后再利用 tracker 软件或者 DIS 在计算机上绘制出位置-时间图象，但是这种方式存在不够直观、不够实时、耗费时间长的缺点<sup>[2][3]</sup>。目前能实时直观演示单摆运动规律的演示仪器是基于沙漏或者滴墨法来绘制振动图象的<sup>[4][5]</sup>。当沙子（或墨水）越来越少时，振动的摆长也会发生变化，而且在摆动过程中沙子（或墨水）也容易移动，从而导致振动图象不准确。可以在文献中找到多种对单摆演示实验方案的改进，但是改进都是针对摆动不在一条直线上，或者增加自动转动画布的装置等。这些改进是非常有益的，但是依然没有能够解决等效摆长变化以及使用不方便的根本问题。人民教育出版社 2019 年出版的高中物理教科书上提供的演示实验方案依然是利用滴墨的方式。笔者利用一种能够在蓝紫光照射下改变颜色的变色涂料设计了一款用激光笔做摆锤的单摆演示仪，巧妙地解决了这个问题。

## 2 演示方案设计

### 2.1 演示仪原理

本演示仪将传统的沙漏改成一个可以发出蓝色光线的激光笔，并在下方的转动画布上涂抹一层光致变色涂料。激光照到画布上，就能使照射到的地方从无色变成蓝色，当激光摆动时，就能在画布上画

出一条直线，如果激光头做单摆运动的同时，画布匀速向前运动，就能画出一条振动曲线，如图 1 所示。

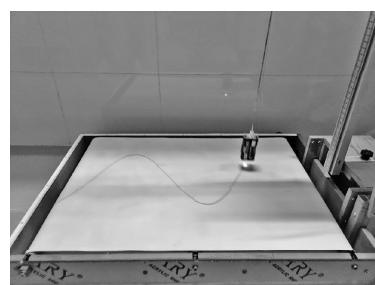


图 1 演示仪实物图

### 2.2 演示仪的结构

演示仪结构如图 2 所示。细钢丝末端为螺栓，可以直接与激光头连接在一起。

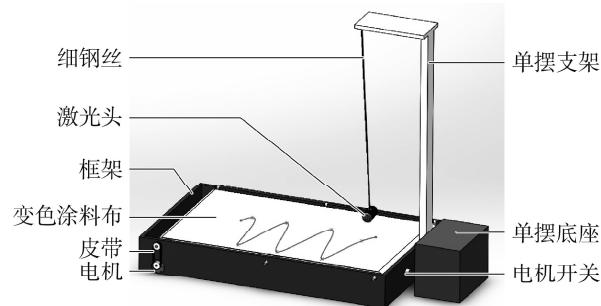


图 2 演示仪结构图

### 2.3 演示仪的设计

市面上能找到的激光主要有红色、绿色和蓝色激光。红色和绿色激光由于光子能量比较小，不能使  
(下转第 47 页)

养、考察学生问题解决能力的好题;才是以“学生为中心、思维为核心、活动为主线”的有效真实情境;才

能够让学生在解决情境化试题的同时如身临其境体验到探究的乐趣,触摸到创新的灵感。

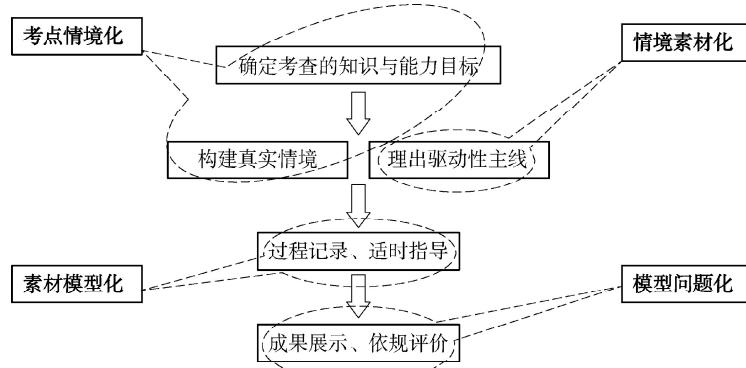


图 12

学生做题的本质就是解决问题,是基于培养学生核心素养的教与学过程的一部分。让教师的教、学生的学以及考试评价保持一致既是落实课程标准,提高教学质量的重要举措,又是精准教学、因材施教的重要保证,更是命制理想的情境化试题必须遵循的基本原则之一。

我们要立足育人方式变革的高度,着眼培养学生的问题解决能力,挖掘纸笔考试中情境化试题的功能和特征,研究情境化试题的素材选取与问题设

计的匹配模式,使试题本身成为培养学生学科核心素养的重要资源,成为学生深度学习的肥沃土壤。

#### 参考文献

- [1] 沈启正. 基于核心素养的物理表现性任务的设计[J]. 物理教学, 2020(7):59—63.
- [2] 沈启正. 项目式学习中表现性评价的设计[J]. 基础教育课程, 2020(12):42—44.
- [3] 蒋敏艳. 高考命题的情境化研究[J]. 物理教学, 2021(5): 70—72.

(上接第 28 页)

变色材料变色,所以我们采用了蓝色激光。“图纸”的移动是通过直流电机带动滚轴上面的白布转动,“图纸”移动的速度可以通过电机的调速来实现。绘图部分是利用激光照射涂有光致变色化学涂料的布,在布上面留下图象,约 30 秒钟后,图象会自动消失,因此“图纸”可以循环利用。该演示仪依然采用了单线摆模式,摆线长度一目了然,摆线使用了细钢丝取代了传统的细线,并通过螺栓和螺母的连接方式使摆线和摆锤连接在一起,有效防止了单摆在摆动时的晃动。

#### 2.4 演示仪的效果

从图 1 可以看出演示效果直观生动,在课堂上使用时,获得了同学们的尖叫好评。激光头与画布无接触,激光头的质量也不变,克服了传统演示实验的缺点。而且,该演示仪所画的曲线会在 30 秒左右自行消失,不使用墨水纸张,非常环保。画布上标上刻度,能够通过手机拍照的方式保存图象,做进一步的定量研究。并且,该演示仪的设计过程作为案例在《通用技术》的“技术与设计”模块教学中引起学生的共鸣,获得良好的教学效果。

### 3 小结

本文介绍了一种基于光致变色涂料设计的单摆运动图象演示仪。本演示仪使用光致变色涂料绘制图象,无墨水纸张的消耗,更加环保且便于操作。相比现有的单摆演示仪,本演示仪采用激光摆锤,重心不会变化,等效摆长不会改变。该演示仪绘制完图后图象会自动消失,省时省力,尤其适合于课堂演示。如果需要做深入的定量探究,也可以用手机拍照的方法保存图象。

#### 参考文献

- [1] 人民教育出版社课程教材研究所. 普通高中课教科书·物理(选择性必修第一册)[M]. 北京:人民教育出版社,2019:45.
- [2] 顾振兴. 利用视频分析软件研究单摆运动[J]. 物理教学, 2016(6):30—32.
- [3] 张志峰. 用 DISlab 描绘单摆的振动图象[J]. 中学物理教学参考, 2017(13):37—38.
- [4] 王风侠. 对单摆振动图象演示实验的改进 [J]. 物理教师, 2020(12):58—59.
- [5] 蒋煌延. 转鼓式单摆简谐运动图象演示器[J]. 中国科技教育, 2016(12):30—32.