

运动的合成与分解实验装置的创新设计

陈剑峰

(莆田第二中学, 福建 莆田 351131)

摘要: 运动的合成与分解是高中物理的重要内容, 升级为二维运动后, 学生学习时存在困难. 设计可调节角度的 x 、 y 皮带传动杆做为两条独立轨道, 利用 STM32 模块控制步进电机带动滑块做匀速直线运动或匀加速直线运动, 探究任意夹角下多种运动的合成与分解. 利用定时继电器控制紫外激光笔, 定时照射在背面涂有 UVC 感光变色粉的透明坐标板上, 留下分运动与合运动的轨迹点, 得到位移、速度或加速度(大小和方向)信息, 分析处理数据得到结论.

关键词: 运动的合成与分解; 步进电机; 感光变色粉; 紫外激光; 定时继电器

运动的合成与分解是连接直线运动和曲线运动的桥梁, 升级为二维运动后, 对学生的物理思维能力和数学应用能力的要求有了进一步的提升, 大部分学生学习时感觉比较困难.^[1] 教师课堂上大多利用 J21049 运动的合成与分解演示仪来演示, 如图 1. 实践发现其存在不足.

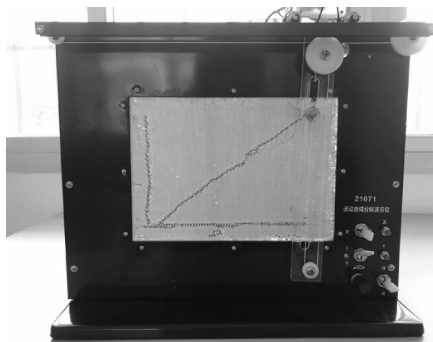


图 1 J21049 运动的合成与分解演示仪

(1) 仅通过磁性笔先后 3 次运动的轨迹, 牵强地把学生“诱导”到运动的合成遵循平行四边形定则的结论上, 实验不完整(速度大小没有得到验证), 结论说服力不足.

(2) 利用橡胶皮带传动, 皮带易打滑, 且没有始末限位, 原点 O 仅靠手动控制, 误差较大, 很难得到较为理想的轨迹;

(3) 装置功能单一, 只能演示互成直角的两匀速直线运动的合成轨迹.

笔者对莆田市 15 所高中的物理教师做了问卷调查, 运动的合成与分解实验开展总体不乐观,

主因是实验装置演示效果差. 鉴于以上问题, 笔者重新设计了装置, 如图 2.

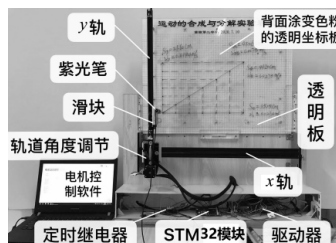


图 2 自制运动的合成与分解演示仪

1 设计基本思路

(1) 设计 x 、 y 皮带传动杆轨道, 利用步进电机驱动, 更稳定.

(2) 利用上位机软件控制 x 、 y 轨步进电机以某一速度独立或同步运行, 通过脉冲调节步进电机速度大小(可设置匀速或匀加速).

(3) x 、 y 轨道夹角可调节, 探究任意夹角两运动的合成与分解, 方便模拟更多情景下运动的合成与分解.

(4) 透明坐标板背面涂上一层 UVC 感光变色粉. 将紫外激光笔头固定在滑块上(紫外激光笔照射下透明变色粉会变成深蓝色, 约 20 s 恢复), 利用定时继电器控制紫外激光笔每隔一定时间(可任意设置, 一般设置为 2.5 s)照射在坐标板上(照射时间 0.01 s). 让紫外激光隔一定的时间在坐标板上留下点迹, 可用记号笔在透明坐标板正面粗描点迹(使用完可用酒精擦除). 最后再盖上

一层薄透明有机玻璃板,保护原数据点的情况下对数据进行处理,研究运动合成与分解中分位移(分速度/分加速度)与合位移(合速度/合加速度)大小及方向的关系。

2 装置制作及说明

2.1 材料

铝合金轨道(x 轨 650 mm、 y 轨 550 mm)、42 步进电机、TB6600 步进电机驱动器、带轮滑块、限位器 4 个、YYC-2S 定时继电器控制模块、黑色有机玻璃支架、皮带、导线、STM32F103 开发板、3D 打印的多功能支架、UVC 感光变色涂料、透明坐标板、透明有机玻璃板、电机控制软件、木板支架、各规格螺丝等。

2.2 制作说明

(1) 轨道制作. 在 y 铝合金轨安装一滑块, 利用步进电机驱动滑块(用皮带连接)沿 y 轨运动; x 方形铝合金轨道的两端固定两块长方形黑色有机玻璃, y 轨整体固定在 x 轨的滑块上, y 轨整体可沿 x 轨运动; x 、 y 轨两轨道通过双环连接,可通过调节固定螺丝来调节 x 、 y 轨的夹角。

(2) 控制电路. 控制电路是基于 STM32 设计的,通过上位机可设置两轨道驱动电机的速度(匀速/匀加速);当点击上位机的“启动按钮”,电路板信号线输出高电平,触发定时继电器循环工作,控制紫外激光笔定时工作。

(3) 步进电机控制软件. 利用 C++ 编写电机控制上位机软件,可勾选 x 、 y 轨电机运行(独立、同时运行),可设置电机运行速度(匀速/匀加速),设置快速返回键,采集好数据滑块可快速回到 O 点(轨道头尾均设限位)。

3 实验过程

运动的分解是合成的逆运算,本文不呈现运动的分解实验过程。

3.1 实验方案

设置控制 x 、 y 轨步进电机的速度(匀速或匀加速),调节 x 、 y 轨的夹角,采集多种情景下运动合成的实验数据,处理数据得出结论。

3.2 实验步骤

(1) 组装好设备,打开步进电机控制软件,分别设置 x 、 y 轨步进电机运动的参数。

(2) 单独勾选“ x 轨”,单击“开始运行”,让 x 轨电机做匀速直线运动,采集滑块单独沿 x 轨做匀速直线运动的实验数据(高速返回 O 点)。

(3) 单独勾选“ y 轨”,单击“开始运行”,让 y 轨电机做匀速直线运动,采集滑块单独沿 y 轨做

匀速直线运动的实验数据(高速返回 O 点)。

(4) 同时勾选“ x 轨”和“ y 轨”,单击“开始运行”,让 x 轨、 y 轨电机同时做匀速直线运动,采集合运动的实验数据(高速返回 O 点)。

(5) 改变速度大小(匀速直线/匀加速直线运动)或两轨夹角进行多次实验。

(6) 覆盖一层薄透明有机玻璃板进行处理数据。

3 实验结果及讨论

实验结果如图 3—7 所示。

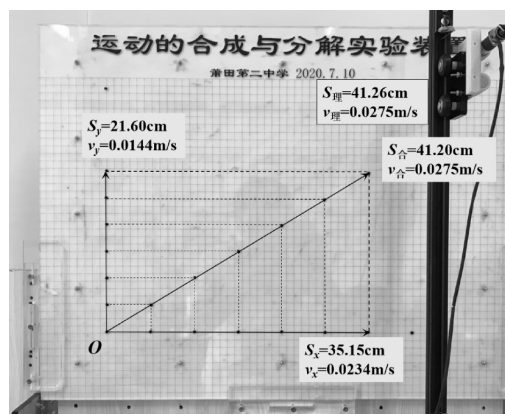


图 3 互成直角的两匀速直线运动合成

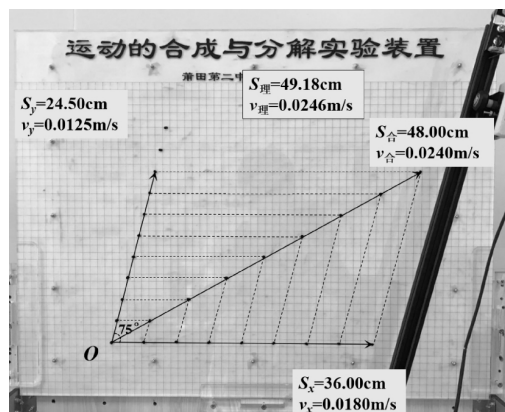


图 4 互成任意角的两匀速直线运动合成

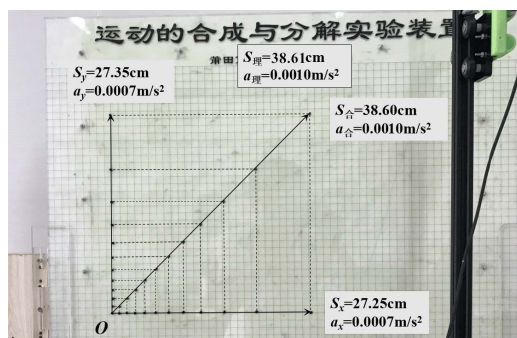


图 5 两初速度为 0 的匀加速直线运动合成

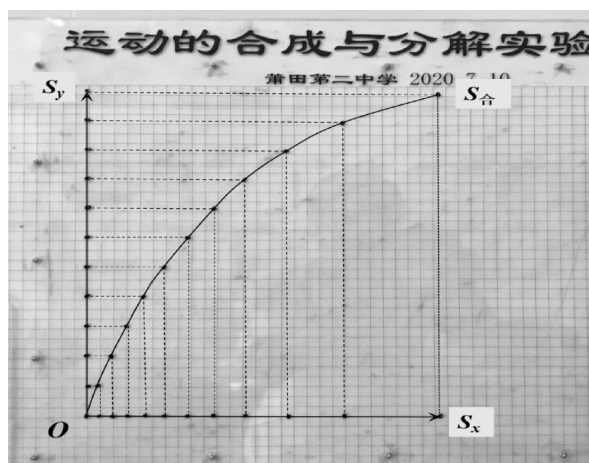


图 6 匀速直线运动和匀加速直线运动合成(1)

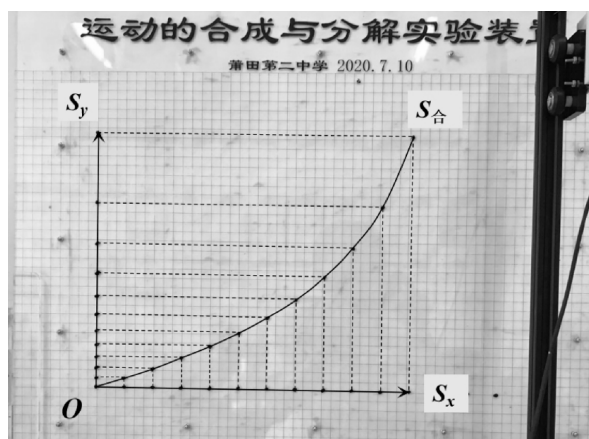


图 7 匀速直线运动和匀加速直线运动合成(2)

一个物体同时参与几个分运动,各分运动独立进行,互不影响,即运动的独立性.合运动所需时间和对应的每个分运动时间相等,即具有等

时性.

互成角度的两匀速直线运动的合成仍是匀速直线运动,运动(位移、速度)的合成遵循平行四边形定则,合运动和分运动共同作用的效果相同,即等效性.

两初速度为 0 的匀加速直线运动的合成仍然是匀加速直线运动,加速度的合成遵循平行四边形定则.

匀速直线运动与匀加速直线运动的合成是曲线运动,轨迹偏向加速度方向(两直线运动的合成不一定是直线运动).

4 结束语

本项目巧用定时继电器控制紫外激光定时照射,让涂有 UVC 感光变色粉的坐标板每隔相同的时间留下点迹,位移(速度、加速度)的大小和方向均可得到了验证.利用 STM32 控制步进电机匀速直线运动或匀加速直线运动,实验稳定性、成功率高,可探究多种运动的合成与分解.通过特殊设计的可调角度的两轨道,探究任意角度下的运动的合成,实验更科学.本装置很好地运用了信息技术,通过实验手段将抽象的物理问题形象化,有效地帮助学生摆脱思维障碍,突破本节难点,培养学生的科学探究能力、实事求是的科学态度和敢于创新的探索精神,促进学生全面发展.

参考文献:

- 1 陈苗.高中物理运动合成与分解的教学研究[D].成都:四川师范大学,2016.
- 2 张静.21 世纪大学商务英语综合教程教师参考书(第 1 册)[M].上海:复旦大学出版社,2009.