

# “魔板”加持下的平抛运动定理验证实验

吴承宇 20230616<sup>\*</sup>    陈麒泽 20231204<sup>†</sup>    胡铭轩 20231207<sup>†</sup>    卢柯忻 20230534<sup>†</sup>  
张函毓 20231237<sup>†</sup>    章嘉乐 20231226<sup>†</sup>

2024 年 5 月 30 日

## 摘要

通过朗威 (DISLab) 的“魔板”系统, 可以即时获取平抛物体的运动轨迹. 通过以时间,  $x$  轴坐标和  $y$  轴坐标为变量的数据, 可以验证平抛运动的各项定理. 本实验通过“魔板”系统, 以及“魔板”系统配套的实验仪器, 验证了平抛运动的各项定理.

在中学课本中, 平抛运动的定理的验证是通过复写纸, 通过速度的分解来分别得出数值和平行方向的运动特点, 进而验证平抛运动的模型. 然而, 传统实验中, 初始抛出小球的斜面需要人用手来控制小球的释放, 这可能导致一系列的误差.

通过信息技术, 本组成员方便的获取了每 0.02s 的实验数据, 以通过回归的方式训练出描述轨迹的回归方程, 以验证平抛运动的定律.

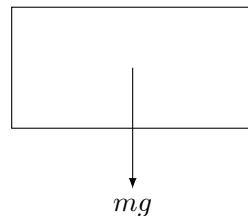
**关键词** 平抛运动; 实验改进; DISLab “魔板”实验; 回归模型; 验证实验

## 目录

1 问题分析	1
2 实验准备	2
3 实验步骤	2
4 实验数据分析	3

## 1 问题分析

对于平抛运动的轨迹, 理论上可以通过受力分析进行:



因此, 在水平方向上, 不计空气阻力则有  $F_x = 0$ , 在竖直方向上, 有  $F_y = -mg$ . 由牛顿第二定律, 可以得到:

<sup>\*</sup>Ethan Goh (<7086cmd@gmail.com>). 本文的主要撰写者, 同时承担数据分析, 软件配置操作.

<sup>†</sup>基本上贡献相等. 搭建了实验模型, 参与了实验设计和文章撰写.

$$\begin{cases} a_{\perp} = -g \\ a_{\parallel} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

因此, 对其进行积分, 可以得到:

$$\begin{cases} v_{\perp} = -gt + v_{0\perp} \\ v_{\parallel} = v_{0\parallel} \end{cases} \quad (2)$$

因此, 可以得到平抛运动的轨迹方程:

$$\begin{cases} x = v_{0\parallel} t \\ y = v_{0\perp} t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \quad (3)$$

因此, 可以通过实验验证平抛运动的定理.

## 2 实验准备

本实验通过朗威 (DISLab) 的“魔板” (Magic Board) 系统进行实验. “魔板”系统通过提供一个较大的竖直平台, 可以快速以 50 Hz 等频率记录运动块的方位, 通过绘制散点图, 线型图等方式可以得到运动块的运动轨迹.

魔板系统可以视为一个抛出器与位置传感器, 整体如图 1 所示.

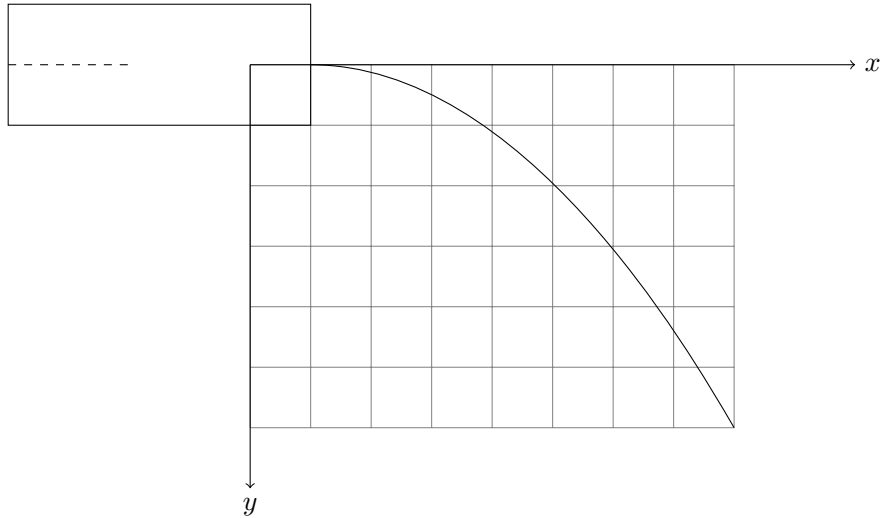


图 1: “魔板”示意图

## 3 实验步骤

本次实验设计步骤如下:

1. 组装“魔板”系统, 并连接至电脑.
2. 在计算机中打开“魔板”对应软件, 并将运动快放到抛出原点.
3. 按照 3 级弹簧压缩量, 以及  $0^\circ$  的角度多次抛出是运动块.
4. 导出实验数据, 通过 `scikit-learn` 库进行回归模型的分析, 并总结模型.

该软件的界面如图 2 所示.

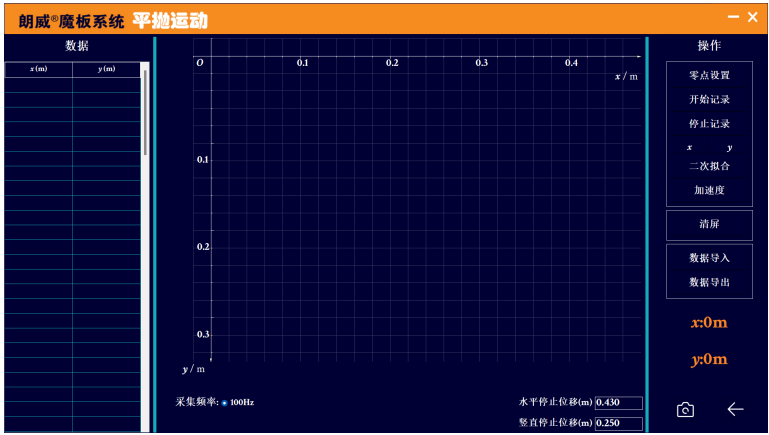
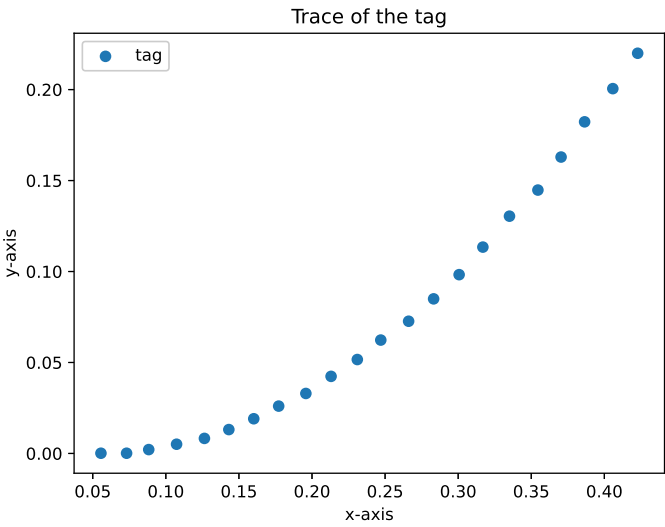


图 2: “魔板”软件界面

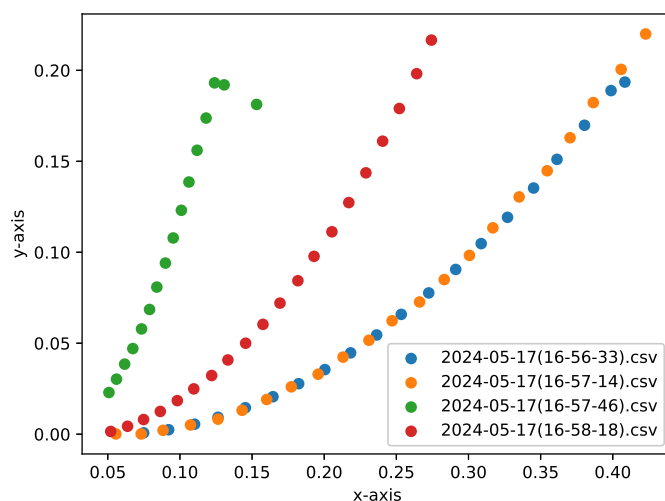
通过多次实验, 笔者获得了 4 组数据, 并保存在 `data` 文件夹中.

## 4 实验数据分析

以 `2024-05-17(16-57-14).csv` 中的数据为例, 通过 `matplotlib` 库, 笔者绘制出如下散点图:



因此, 我们对于所有的数据进行绘制, 得到如下的散点图:



通过散点图的绘制, 发现实验数据 `2024-05-17(16-58-18).csv` 和 `2024-05-17(16-58-18).csv` 两份数据较有准确性, 因此采用这两组数据进行线性回归拟合来进行数据分析.

因此, 笔者通过 `scikit-learn` 的 `LinearRegression` 模型分别对于  $x-t$  (水平方向) 和  $y-t$  (竖直方向) 进行回归分析, 分别得到以下结果: