

物理实验报告

实验名称： 演示实验

实验桌号： _____

指导教师： 费莹

班级： _____

姓名： _____

学号： _____

实验日期: 2025 年 3 月 5 日 星期四上午

浙江大学物理实验教学中心

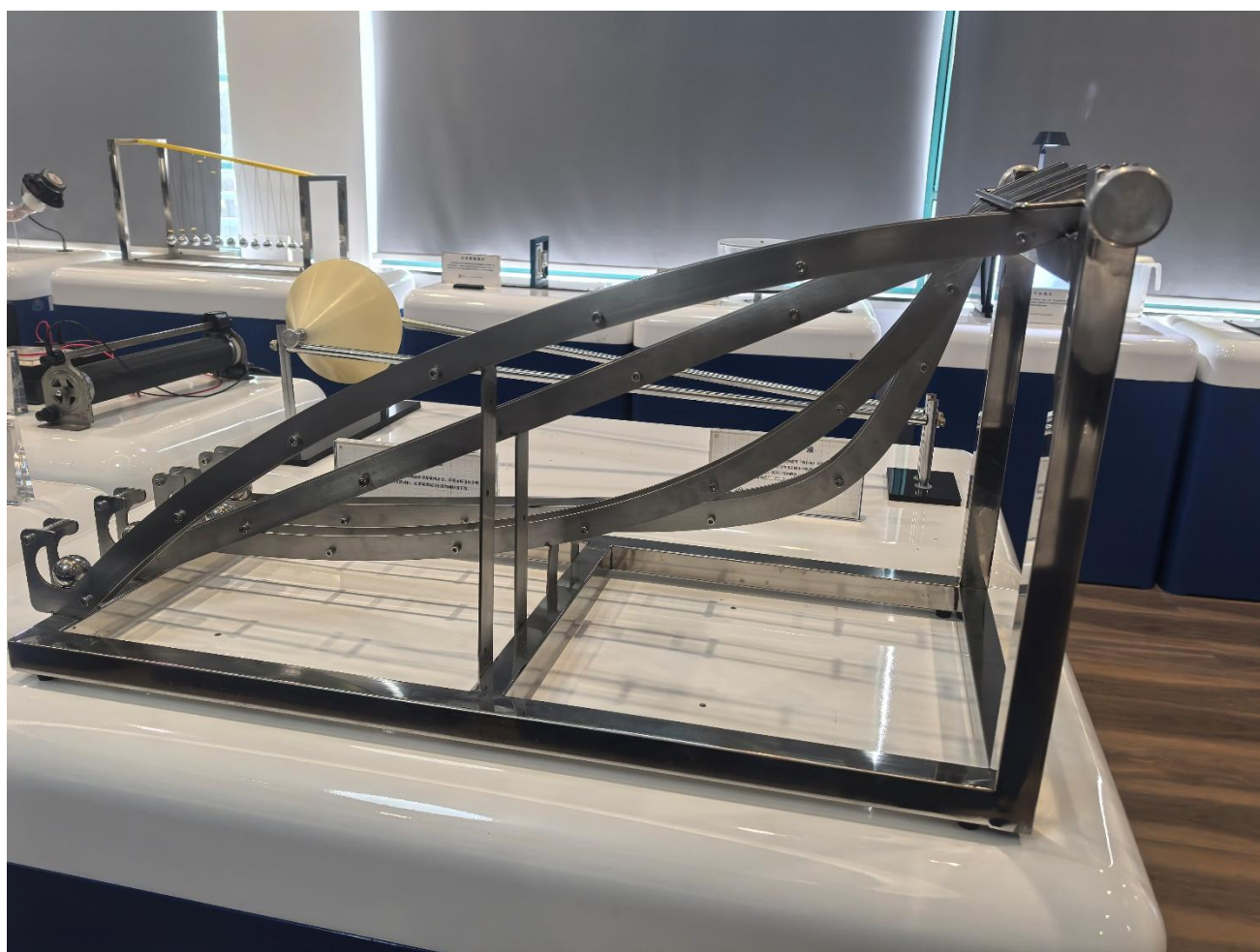
一、预习报告

(演示实验设计)

最速降线实验的原理是寻找两点间物体下滑时间最短的路径。其原理基于能量守恒和运动学分析。物体沿路径下滑时，重力势能转化为动能，速度随高度变化。通过变分法或费马原理，可推导出旋轮线是最速降线。

实验设计如下：

1. **装置：**如图搭建四个轨道，1号轨道为凸轨道，2号轨道为直线轨道，3号轨道为旋轮线轨道（可通过计算和建模得到），4号轨道为凹轨道（下凹程度大于3号轨道）。轨道起点高度相同，终点水平对齐。



2. **实验材料：**选择小球作为实验对象，确保其能在轨道上滚动。
3. **实验步骤：**同时释放四个小球（可以统一放置挡板），分别记录这四个小球到达终点的时间（或相对顺序）。
4. **观察与分析：**旋轮线轨道的小球会更快到达终点，验证最速降线原理。
5. **拓展：**可改变轨道起点高度或小球质量，分析对结果的影响。

二、原始数据

(含有个人信息, 删去)

三、结果与分析

1. 数据处理与结果



可以观察到，3 号轨道（旋轮线轨道）最快到达终点。其证明需要用到变分法或费马原理，经过推导可得在小球速度为 v 时，其速度方向与竖直方向的夹角 α 满足 $\frac{\sin \alpha}{v} = c$ 这一关系式，

进而根据机械能守恒， $\frac{1}{2}mv^2 = mgy$ ，即 $v = \sqrt{2gy}$ 以及与竖直方向的夹角 α 满足 $\sin \alpha =$

$$\frac{1}{\sqrt{1+(y'_x)^2}}, \text{ 得出 } y(1+(y'_x)^2) = c。$$

即轨迹方程为

$$\begin{cases} x = A(\theta - \sin \theta) \\ y = A(1 - \cos \theta) \end{cases}$$

为旋轮线。

2. 误差分析

由于小球运动速度较快，实验时间短，拍摄的镜头须持续落在该实验装置上。而当实验者用手去拨动挡板时，镜头会摇晃。此外，小球到达终点的相对顺序也较难分辨，需要用到慢放才能分辨。且由于实验时间短以及实验设备限制，实验者很难记录下每个小球具体到达终点的时间，而只能得出相对顺序。

3. 实验探讨

最速降线实验通过比较不同曲线上质点从起点滑至终点的时间，验证摆线为最速路径。实验显示，摆线耗时最短，这与理论推导是吻合的。通过该演示实验，我也对最速降线实验内容及其原理有了更加深刻的认识。

四、思考题

演示实验能够为一些抽象的物理理论进行更加具象化的演示，使人能够更加容易理解这些物理理论所解释的现象。同时，演示实验也有利于物理原理在生活中的应用，因为演示实验中的实验现象能够给人们一种启发。因此，我认为演示实验是应当融入课堂上的，这不仅有助于学生理解其背后的物理原理，同时也能够激发学生的兴趣。