python程序开发脚本——弹簧耦合摆探索实验

1. 实验装置及现象：

装置结构：

**交通信号灯

低可信度描述已自动生成**

现象：

1.两个摆锤质量相同、摆长相同、无阻尼，用一根很薄的弹性钢片相连。

2. 使两个摆锤开始时在同方向偏离平衡位置相同的角度，放手使其开始振动。观察两个摆锤接下来的运动。

3. 使两个摆锤开始时分别向相反的方向偏离平衡位置同一个角度，放手使其开始振动。观察两个摆锤接下来的运动。

4.使其中一个摆锤开始时在平衡位置，另一个摆锤偏离平衡位置，放手使其开始振动。观察两个摆锤接下来的运动。

1. 实验原理

本实验演示两摆锤中的耦合现象。

如图所示，每个摆锤上有两个力矩——重力力矩（，为摆长）、弹簧弹力力矩（为弹簧的弹性系数，为单摆悬挂点到弹簧片的距离，为弹簧长度变化量，）。

当保持摆锤不动，使摆锤从平衡位置向右偏离角度，这时作用在摆锤上的总力矩为（以水平向右为正方向）

此时若同时让摆锤向左偏离平衡位置角度，则作用在摆锤上的总力矩为

对摆锤，同样有作用在摆锤上的总力矩为

由于两摆锤的转动惯量相等，则上面两式可以化简为

式中，，，是耦合不存在时的摆的圆频率，。

解得

根据三种典型的初始条件，可以得到两摆的运动方程：

1.同位相振动：

初始条件为时，，，即将两摆同时偏转同样的角度然后释放，这时两摆作同位相振动，两摆的运动方程是

这时振动的圆频率为，耦合不起作用。两摆的振动周期同为。

2.反位相振动：

初始条件为时，，，即将两摆同时反向偏转同样的角度然后释放，这时两摆作反位相振动，两摆的运动方程是

这时两摆以同样的圆频率作镜像对称的振动。两摆的振动周期同为。

3.简正振动：

初始条件为时，，，，即将摆1处于平衡位置，摆2偏转角度然后释放。最初，仅摆锤振动，但随着时间的推移，的振动能量通过弹簧片逐渐向摆锤转移，直到停止振动，此时摆锤获得全部的振动能量。之后重复此过程，振动能量在两摆锤之间来回传递。此时两摆的运动方程是

此时可以明显看到“拍”现象，和在作振幅缓慢变化的简正振动，也称拍振动。

拍振动的圆频率为

各摆在振动时的圆频率为

1. 软件演示界面
2. 背景：白色、统一
3. 界面文字：
4. 自变量拖动条：

弹簧弹性系数：范围 ~（连续可调）

两单摆摆长：范围1m~2m（连续可调、默认值1.5m）

两单摆悬挂点到摆长：范围1m~2m（连续可调、默认值1.5m）

两摆锤质量

两摆锤转动惯量

金属绳扭转系数：范围 ~（连续可调、默认值200Hz）

1. 绘制实验曲线图：

弹簧摆一的轨迹关系图

弹簧摆二的轨迹关系图

注：两条曲线放在同一张图里，用不同颜色区分。