



用 Arduino 配合单摆测重力加速度

李守良 张敬云 谢作如 浙江省温州中学

单摆测重力加速度是高中阶段必修的物理实验,该实验采用误差均分原理测量。在一定误差范围内,近似的周期测量公式为: $T=2\pi\sqrt{L/g}$,将长度固定就可以发现 $g\propto 1/T^2$ 。传统物理实验多次测量求取周期平均值,但是使用秒表手动计时和手动计算周期,不仅费时费力,并且也存在一定的人为误差。因此我们想使用Arduino UNO,自己动手制作一个单摆测重力加速度的装置。

● 单摆测重力加速度的设计

在动手制作单摆测量重力加速度之前,我们首先得知道单摆和周期的公式: $T=2\pi\sqrt{L/g}$,根据这个公式我们可以换算出 $g=4\pi^2L/T^2$,还可以发现只需要保证L的大小不变,测量周期的带大小带入公式即可。

现在测量重力加速度的问题就转换成了测量周期的问题,我们通过查找资料发现为了获得比较准确的周期数值,应注意这样两个问题:①多次测量求取平均值;②初始角度小于5度。

在结构搭建方面,我们使用铁架台做底座,使用细线连接试管夹和小钢



图1

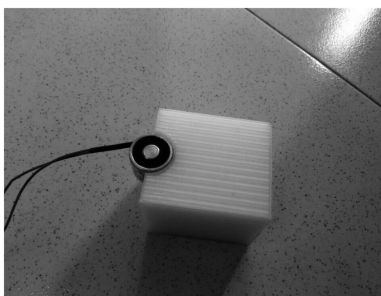


图2

球,如图1所示。另外,为了检测小球转动的次数我们还使用了红外数字光障传感器,只要测量出小球通过的时间,总时间除以总次数就是平均周期了。

在正式实施的时候用手控制小球的启动,容易出现小球初始角度不一致

和小球不停旋转的问题,这对结果影响会很大。因此我们就想使用电磁铁控制小球释放,当给电磁铁通电时,电磁铁吸引小钢球,按下按钮电磁铁自动释放。但我们身边的电磁铁电压是12V,而我们的Arduino UNO只能提供5V的电压,因此需要加入一个继电器转换电压。为了方便安置电磁铁我们使用3D打印机制作了一个配套的底座,如图2所示。

为了可以使实验脱离电脑,我们为装置安装了一个LCD屏,并给Arduino UNO提供了一个外接电源。在实际操作的过程中,小球转动的次数对结果的影响很大,但是每一次手动改变记录的次数又很麻烦,我们加入角度传感器,通过控制角度传感器的角度可以实现次数的记录。最后通过测试,我们发现在本实验中记录40次结果是最好的。

综上所述,制作本品所需要的材料和说明如下页表所示。

● 代码编写

本次实验的代码比较简单,我们选择北京师范大学创客教育实验室开发的图形化编程软件Mixly,使用Mixly

名称	数量	说明
Arduino UNO	1 个	单摆控制模块
红外数字壁障传感器	1 个	检测小球是否通过
Arduino 拓展板	1 个	方便连接各种传感器
I2C LCD1602 液晶模块	1 个	结果呈现
7.4V 2200MA 锂电池	1 个	提供电源
角度传感器	1 个	控制计算单摆通过的次数
电磁继电器	1 个	向电磁铁提供 12V 的电压
电磁铁	1 个	控制单摆小球转动的初始角
铁架台（试管夹）	1 个	固定单摆
金属小球（有孔）	1 个	单摆小球
按钮	1 个	控制电磁铁的关闭
纸盒	2 个	封装传感器和 Arduino UNO
细线	若干	连接小球和试管夹
胶带	若干	固定传感器



图5

这款软件编写Arduino代码非常简单，具体代码如图3、图4所示。

● 测试效果

通过点击按钮小球释放，单摆运行一段时间后，显示屏上直接显示最终结果。本次实验运行的结果达到9.75，与实际数值符合。结果如图5所示。

通过实验我们发现，为了确保实验结果的准确性，需要注意以下内容：

- ①初始摆角小于5度，小球不能在旋转姿态下运行。
- ②红外传感器放置在小球运动的最低端。
- ③摆动的次数适中，本装置在40次达到最优结果。
- ④整个实验装置在密闭环境下运行。
- ⑤整个实验需要牢牢地固定。

● 知识拓展

通过数字化工具，重新对传统物理实验进行设计并不是一件很难的事

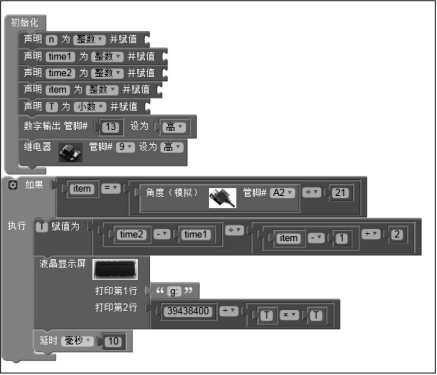


图3

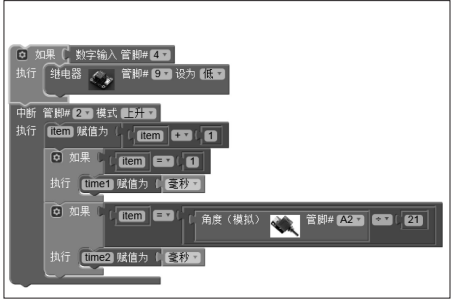


图4

情。例如，机械能守恒和牛顿第二定律的验证等问题。在传感器的帮助下，能有效减少误差，实验效果更加明显。而且，在Mixly之类的图形化编程软件的帮忙下，Arduino的编程其实十分简单，所以在中学阶段传感器和编程知识是很有必要的。^⑥

如果对相关内容感兴趣，请关注主持人博客。

