

2016 年北京市大学生物理实验竞赛

参赛项目说明书

参赛题目：（请画√选择）

- 题目一：自组装置测量与地球有关的物理参数。
- 题目二：用智能手机参与完成经典的物理实验或设计新的物理实验。
- 题目三：实验制作
- 题目四：论文（教学型 科研型）

北京市大学生物理实验竞赛组委会制

2016 年 1 月

参赛题目类型 (论文类填写)	教学型还是科研型, 请明确
题目名称(制作和 论文类填写)	利用手机传感器探究弹簧的相关实验
题目英文(制作和 论文类填写)	Exploring relevant experiments of spring with mobile phone sensor

(以下内容可加页, 控制在 3-5 页)

设计原理与方法:

本实验主要应用智能手机自带的加速度传感器、方向传感器与陀螺仪来进行传统弹簧实验。

将手机固定到竖直悬挂弹簧的尾端, 手机随弹簧的运动而运动, 通过手机采集到运动过程中的数据, 即加速度或角加速度随时间变化的波形图, 分别通过无线和数据线将数据传送到另外一台电子设备上将结果呈现出来, 从而简化物理实验数据采集的过程并提高数据精准度。

本实验主要分为三部分: 静力法与振动法测弹簧劲度系数的比较; 探究物体迎风面积与空气阻力的关系; 弹簧转动回复系数的测定。

(1) 静力法测弹簧劲度系数利用公式 $F = k\Delta x$, 通过添加砝码和测量弹簧总长的方式获得弹簧劲度系数。振动法测弹簧劲度系数通过手机采集的垂直方向加速度信息, 通过计算其周期, 得到弹簧的劲度系数。

(2) 在测迎风面积与空气阻力大小关系的实验中, 为了突出各种阻力中空气阻力的影响, 在手机迎风面上贴上大硬纸板 (详见实验装置图)。通过改变手机套环 (用于连接手机和弹簧) 固定的角度, 达到改变手机迎风面积的目的。做出手机垂直方向加速度随时间的变化曲线, 利用 matlab 拟合得到其 e 指数衰减系数进而得到空气阻力的大小。

(3) 在弹簧转动回复系数的测定的实验中, 弹簧同时进行上下振动和自身转动, 通过手机采集的 z 方向角加速度信息, 通过计算其转动周期, 得到弹簧的转动回复系数。

实验仪器与装置:

支架, 弹簧, 智能手机, 纸板。



数据测量与分析：

1. 静力法与振动法测弹簧劲度系数

(1) 静力法：

砝码质量 (kg)	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600
弹簧总长 (m)	0.398	0.444	0.493	0.541	0.589

$$k = \frac{\Delta mg}{\Delta x} = 2.088 * 9.8 = 20.5 N/m$$

(2) 振动法：

	周期 (s)	W	M (kg)	k
实验 1	0.7270	8.6426	0.273	20.39
实验 2	0.7266	8.6474	0.273	20.41
实验 3	0.7209	8.7158	0.273	20.74

$$k = M * \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 20.4 N/m$$

经过结果对比，可以看出两组实验所测得的弹簧劲度系数相差不大。

2. 迎风面积与空气阻力大小关系

根据空气阻力公式 $F = \frac{1}{2} C \rho S_0 v^2$ ，即手机与弹簧角度改变后迎风面积的大小进行实验验证。

θ (°)	10	20	30	40	50	60
$\cos\theta$	0.9848	0.9397	0.8660	0.7660	0.6428	0.5000
衰减系数	0.3846	0.3609	0.3308	0.2671	0.2204	0.1928

本实验需要进一步改进与测试。

3. 测弹簧的转动回复系数

由角加速度与时间变化关系大致成 e 指数衰减的正弦函数关系猜测其转动回复力应与转动角度成正比，其比例系数称为转动回复力系数。

周期 (s)	ω (rad/s)	M (kg)	k (N/m)
15.98	0.3932	0.2730	0.0422

结论：

手机可以用来测弹簧的弹性系数与回复力系数，通过对比得到的实验结果较为准确。同时，能利用手机得到阻尼系数与迎风面积的关系。

项目创新与特色：

数据采集效果较传统实验有所提高，使实验更为准确。实现在另一台电子设备上实时观察加速度-时间图像，更加方便直观。采集所得的数据能通过数据线传送到电脑上，方便进行详细的实验数据分析。

利用手机测弹簧回复力系数，完善弹簧相关的实验。

制作成本（明细）（*论文这里是参考文献）：

魅族 Mx6:2000 元

双面胶：20 元

手机壳：100 元

弹簧、铁片：60 元

指环：50 元

注意：1. 竞赛采用匿名评审，说明书里不允许出现任何参赛队和参赛学校信息。

2. 请在 11 月 1 日前一定要在网站上提交此说明书，否则影响评奖。

邮箱：wlsyx@bjtu.edu.cn 联系电话：51688483-14，或 13661023340

通信地址：北京交通大学理学院物理实验中心 邮编：100044 张丽梅