

第三章 学生实验 探究弹簧弹力与形变量的关系

一、实验名称

探究弹簧弹力与形变量的关系

二、实验目的

通过研究弹簧伸长量与悬挂重物的关系得到弹簧弹力与形变量的定量关系。

1. 会组装实验装置，并能在平衡状态下开展实验测量和数据记录。
2. 会根据实验确定数据图像的纵、横坐标和分度值。
3. 会根据实验数据在图像中标出数据点，并能把数据点拟合为一条直线。
4. 能根据直线获得弹簧弹力与形变量的关系。
5. 在实验探究中，提升读取数据、实验分析、归纳推理的能力。

三、实验原理

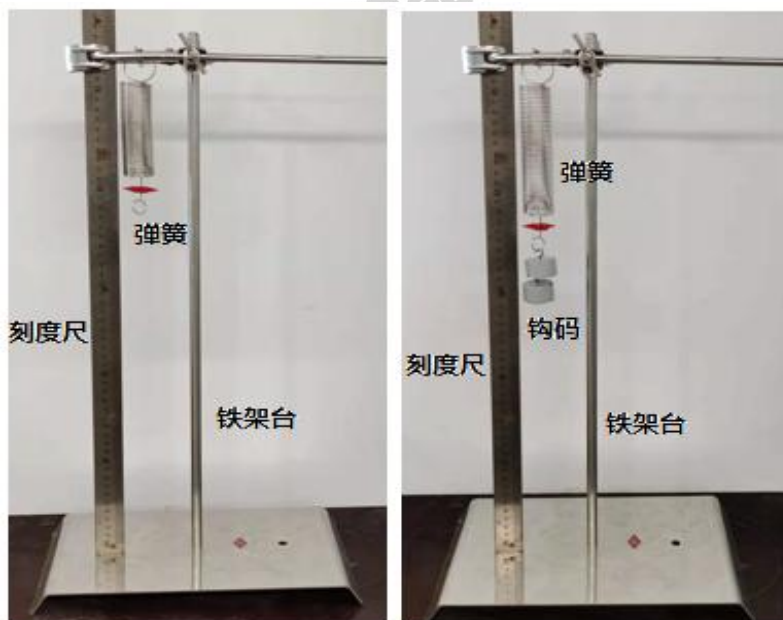
根据二力平衡的条件：竖直悬挂在弹簧下方、处于静止状态的重物，所受的重力 G 与所受的弹簧弹力 F 大小相等、方向相反，即 $F=G$ 。改变悬挂在弹簧下端重物的质量，测得相应弹簧弹力 F 与弹簧的形变量 x 多组数据，画出 $F-x$ 图像并进行分析，可得到弹簧弹力与形变量之间的定量关系。

四、实验材料

弹簧、刻度尺、钩码、铁架台及附件。

五、实验过程

实验操作：



- (1) 在铁架台横杆上固定弹簧，同时靠近弹簧竖直固定刻度尺，组成如图所示的实验装置。
- (2) 在弹簧未挂钩码时从直尺读取并记录弹簧固定端（上端）和自由端（下端）位置处的示数，计算弹簧原长 x_0 ，并记录在数据表中。
- (3) 在弹簧下端挂上钩码，手托钩码慢慢向下移动，直到手离开钩码。从直尺读取并记录

弹簧自由端（下端）新的位置处示数，计算在钩码处于静止状态时弹簧长度 x_1 ，并记录在数据表中。

(4) 多次改变钩码的数量，重复步骤 (3)。

(5) 整理实验器材。

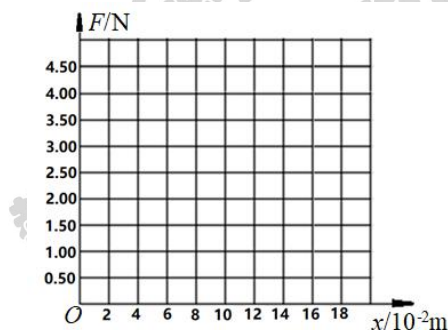
实验数据记录:

弹簧原长 $x_0 =$ _____ m

实验序号	钩码质量 (m/kg)	钩码所受重力 (G/N)	悬挂钩码后弹簧长度 ($x_i/10^{-2}$ m)	弹簧的形变量 ($x/10^{-2}$ m)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

实验数据处理:

以弹簧的弹力 F （与弹簧下端所挂钩码受到重力大小相等）为纵轴，弹簧的形变量 x 为横轴建立如图所示的坐标系，在坐标系中描出实验测得的各个数据点，并根据这些数据点画出 $F-x$ 图像。



结果分析与实验结论:

在实验提供的作用力范围内，弹簧的弹力与形变量的关系为： $F =$ _____ x 。

通常我们用弹簧的弹力与形变量成正比来描述这一关系，即： $F = kx$ ，式中 k 为劲度系数。

本次实验所用弹簧的劲度系数 $k =$ _____ N/m。

在弹簧一定的伸长范围内（弹性限度），弹簧的弹力与形变量成正比关系，满足胡克定律。

讨论与思考:

1. 交流各组得到的 $F-x$ 图像，讨论图像有何不同并分析其原因。
2. 如果弹簧发生压缩形变，是否也满足此规律？如何用实验验证？

六、实验操作要点

1. 选用质量较小的弹簧，以避免弹簧自身重力影响：悬挂时原长与水平摆放时有差异。选用劲度系数较小的弹簧，以使弹簧形变较明显，有利于减小弹簧长度测量的相对误差。
2. 均匀增加钩码的数量，这样有利于对弹簧弹力与弹簧形变量间关系的分析；利用图线处理数据，画出拟合直线，从而得到弹簧弹力与相应形变量之间的定量关系。
3. 提醒学生不要挂过多钩码，以免超出弹簧的弹性限度，而损坏弹簧导致实验失败。
4. 计算钩码所受重力 G 时，重力加速度 g 取 9.8m/s^2 。

七、实验教学建议

1. 准备实验器材阶段，要查阅或实测被测弹簧的弹性限度，并以此建议学生悬挂钩码的数量范围，避免超出弹簧的弹性形变范围。如实验室中通常使用螺旋弹簧，规格允许最大载荷为 500g 或 1000g （如图 1），最多挂 10 个或 20 个 50g 钩码。可以采用观察撤去钩码后弹簧是否恢复原状，判断弹簧是否发生的弹性形变。

2. 在测量弹簧长度时，固定刻度尺使刻度靠近弹簧，便于读数且减少误差。可以用一根橡皮筋（如图 2）或长尾夹（如图 3）限制弹簧左右移动，确认刻度尺与弹簧轴线平行、处于竖直方向。此外，选择的弹簧下端固定一个水平箭头标记（如图 4），更易读数。

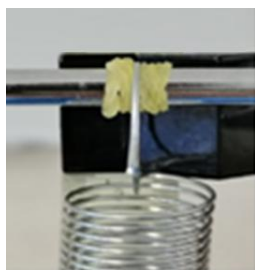
3. 弹簧悬挂钩码后，易发生晃动，要在静止状态下测量读数。读数时还要注意长度测量的有效数字，要估读一位。（如图 4 所示，箭头读数应为 0.5985m ，最后一位估读。）

4. 做完实验，提醒学生恢复原状，需要将钩码取下放入钩码盒，弹簧水平存放在干燥环境中以防生锈，培养其良好实验习惯。

5. 将数据表中的数据绘制成图线时，根据实测数据及变化范围，确定纵、横坐标代表的物理量的单位，使实验数据点尽可能分布在坐标系整个区域，使图像充分利用坐标图纸空间。用适当的符号（如“ \times ”）在坐标中标注数据点的位置，用直线连接时通过尽可能多的点，不在线上的点均匀分布在直线两侧。



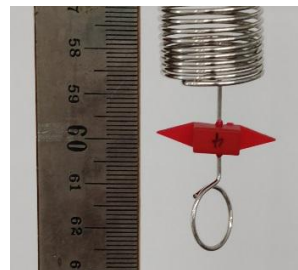
图（1）



图（2）



图（3）



图（4）

6. 对学生实验进行过程性评价——实验能力评价指标（每项 10 分，满分 100 分）

实验阶段	评价指标	完成情况
实验前	是否明白实验目的和原理	
	能否正确使用实验器材	
实验时	能否正确固定实验装置	
	能否合理安排实验步骤	
	实验操作是否规范	
	能否正确记录实验数据	
实验后	能否利用图像进行数据处理	
	能否得出结论并科学表达	
	能否对实验过程进行反思、总结	
	能否完成规范的实验报告	

八、作业设计

思考题

1. 测量本实验中弹簧质量，与钩码质量进行比较，分析其特点和原因？

思考题【答案】

1. 实验中弹簧质量远小于钩码总体质量。在弹簧竖直悬挂式，自身重力也会引起弹簧的形变，且各部分所受拉力不相等，导致形变程度并不相同，增加问题分析的难度；所以中学阶段通常简化为“轻质弹簧”，要求弹簧质量远小于悬挂重物的质量。