
第三章 自主活动 测量静摩擦力的大小

一、活动名称

测量静摩擦力的大小

二、活动目的

1. 认识并能够正确使用力传感器进行测量；
2. 通过二力平衡原理测量静摩擦力的大小，理解物理实验中的间接测量方法；
3. 通过实验及数据分析，掌握静摩擦力大小的变化规律；
4. 通过对实验现象的观察及对图像结果的解释，提升科学探究能力。

三、活动内容

1. 用力传感器测量拉力的大小；
2. 通过讨论确定静摩擦力测量的基本原理和方法；
3. 通过实验、观察、结果处理与分析，得到静摩擦力大小的变化规律。

四、活动准备

活动前，每组准备 1~2 个力传感器，通过数据采集器与计算机相连。计算机要求安装好 DIS Lab 实验平台。

准备的其他实验器材包括：砝码、木块、长木板、细绳。

五、活动过程

1. 通过观察和实践操作，认识力传感器，并用力传感器测量力的大小。

观察力传感器，介绍力传感器的用途、使用方法。

采用 DIS Lab 实验平台中的通用软件，测量力的大小。

在这一过程中，可以测量砝码、木块等物体的重力，也可以用手轻轻按压、拉伸力传感器，观察计算机上力的大小测量值与正负的变化。

2. 提出问题：如何测量摩擦力？

通过讨论，引导学生能够利用二力平衡的方法，分析绳子拉力（力传感器的测量值）与物体所受摩擦力的关系，从而完成静摩擦力的间接测量。

3. 学生进行实验。

在实验过程中，提醒学生操作规范。引导学生认真观察实验现象，观察在逐渐增大的外力作用下静摩擦力的变化，了解摩擦力的特点。除可采用通用软件外，DIS Lab 实验平台中也有专用软件环境完成实验。环境可实时输出并记录力传感器的测量值随时间的变化图像，帮助学生更好地观察、分析。

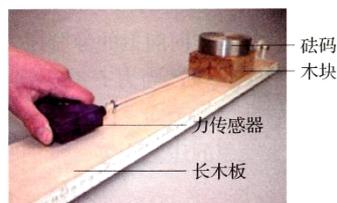
六、活动要点

1. 力传感器的敏感元件是悬臂梁，挂钩通过锁紧螺母固定在悬臂梁的下端。挂钩可根据需要调整角度调整后要再次旋紧螺母。当用外力拉伸或压缩挂钩时，悬臂梁发生形变，形变量的大小反映了外力大小，并通过转换元件将形变量转换为电学量在计算机屏幕显示出来。在挂钩受到拉力时，力的示数为正，受到压力时示数为负，测量范围为 $-20\sim 20\text{N}$ 。

2. 力传感器的使用介绍中，注意强调力传感器测量的是“沿着”传感器方向的拉力（与悬臂梁垂直、与挂钩轴线方向相同），如果拉力方向与传感器测量方向之间有夹角，测量值是不准确的。

3. 力传感器测量前需要调零。

4. 实验装置如教材 53 页图 3-12 所示, 为了得到静摩擦力随外力变化的情况, 实验以置于水平木板上的木块为研究对象。在逐渐增大的外力作用下, 木块开始阶段处于静止状态, 当外力达到一定数值后木块开始运动。在木块保持静止的过程中, 木块受到细绳拉力和静摩擦力的作用, 根据平衡条件, 细绳对木块的拉力大小即为木块所受到的静摩擦力大小。实验中, 细绳对木块的拉力大小由传感器测得, 力的数值在计算机屏幕上显示。实验过程中, 木块应保持静止(二力平衡成立的前提), 绳子与长木板平行, 力传感器测量方向与绳子拉力方向相同。



七、活动建议

1. 在认识和使用力传感器的过程中, 可让学生多体验, 感受力传感器测量的特点, 并与弹簧测力计进行比较, 体会传统测量工具与 DIS 测量各自的优缺点。

2. 间接测量, 是物理测量中重要的手段。当物理量无法被直接测量时, 可转化为若干可直接测量的量加以测量, 而后再依据由定义或规律导出的关系式(即测量式)进行计算或作图, 从而间接获得测量结果。摩擦力也无法直接通过力传感器测量实现, 利用初中学过的二力平衡, 将摩擦力的测量转化为对绳子拉力的测量, 以此来理解间接测量的思想与方法。可让学生提出更多生活中或物理实验中可能需要间接测量的事例, 加深学生对测量的理解。

3. 充分利用好本自主活动的教学价值, 除了能够得到静摩擦力的大小将随拉力的增大而增大的结论外, 实验中可改变木块上方砝码的数量, 重复多次实验进行比较, 可进一步了解静摩擦力的相关特征。静摩擦力的大小与拉力大小有关, 与正压力、物体间的粗糙程度无关; 但正压力、物体间的粗糙程度等因素, 会影响物体即将开始滑动时的摩擦力(即最大静摩擦力)的大小。

4. 在完成静摩擦力大小的测量后, 可以进一步提出问题, 通过测量滑动摩擦力的大小, 探究滑动摩擦力与哪些因素有关(具体内容见“作业设计”中的问题)。

八、作业设计

思考题

1. 设计并通过实验研究滑动摩擦力

(1) 滑动摩擦力的测量

①如何测量滑动摩擦力?

②如果测量“匀速直线运动”的物块, 如何保证其处于“匀速直线运动”状态?

③基于上一个问题, 能否对实验方案进行优化?

(2) 设计实验, 探究滑动摩擦力与哪些因素有关

①基于生活中的具体事例, 提出猜想, 影响滑动摩擦力大小的因素有哪些?

②如何通过实验, 利用控制变量法研究与滑动摩擦力大小相关的因素?

③设计实验方案及数据记录表格。

④完成实验, 记录数据。

⑤基于数据, 得到结论。

(3) 基于上面的实验, 能够得到滑块与木板之间的动摩擦因数是多少?

思考题 1 参考答案

(1) 滑动摩擦力的测量

①用力传感器拉动物块, 尽量保持物块在桌面上匀速直线运动, 根据二力平衡, 力传

传感器的测量值与物块所受的滑动摩擦力大小相等。

② 拉动过程要慢一些，使物体处于匀速直线运动状态是很困难的。

③ 将物块放置在木板上，力传感器固定并通过绳子拉住物块，使物块保持静止。拉动物块下方的木板，由于物块保持静止，力传感器的测量值（即绳子对物块的拉力）即物块与木板间的动摩擦力大小。可见，摩擦力的种类（静摩擦力、滑动摩擦力）与物体运动状态无关，与相对运动情况有关。

（2）和（3）为实验操作项目，答案略。

2021年上海市高中物理
(必修一)
教师实验能力培训课程