

· 物理实验 ·

基于虚拟仪器技术的高中摩擦力实验平台设计

李燕妙 黄洁逢 吴先球

(华南师范大学物理与电信工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 针对高中物理新课程改革的需要, 用 LabVIEW 编程和单片机技术设计了高中摩擦力实验平台. 该平台将力传感器、数据采集器、电机和计算机组合, 实现对摩擦力的测量, 对电机的控制, 并利用虚拟仪器技术实现摩擦力的可视化, 通过图表、图线等具体分析实验结果, 达到了“化小为大”、“化动为静”的实验效果, 为高中物理实验教学提供参考.

关键词: 摩擦力; 虚拟仪器; 可视化

1 引言

摩擦力是高中物理力学部分的重点和难点. 研究者们通过实验手段促进学生摩擦力迷思概念的转变. 例如, 利用小纸团记录动、静摩擦力的突变过程, 使学生建构“最大静摩擦力大于滑动摩擦力”的科学概念. 但仍存在一些不足.^[1-4]

(1) 由于小纸团稳定性不强, 可能导致“突变过程”记录不准确. 此外, 学生对纸团和测力计指针的分离存在错误认知, 认为由于纸团具有惯性向前冲造成的.

(2) 大部分演示仪利用测力计演示动、静摩擦力的“突变过程”, 瞬时变化过快, 现象不够明显, 不利于学生观察和分析动、静摩擦力的大小关系.

(3) 在实验过程中, 由于演示仪较小, 部分学生难以观察清楚物块是否运动, 演示效果大打折扣.

本研究的目的是研制一个摩擦力的实验平台, 来改善以上不足.

2 实验平台的设计思路和原理

传统演示仪通过控制接触面的运动, 利用测力计测量拉力的大小, 根据二力平衡的原理间接测量摩擦力. 在信息技术背景下, 通过单片机编程可实现计算机与真实仪器的连接. 在 LabVIEW 编程环境下, 通过图形、开关、视频容器等虚拟仪器设计, 可实现实验数据可视化和微观现象放大化等功能. 结合传统演示仪的特点和信息技术的优势, 制作了摩擦力实验平台. 如图 1 所示, 平台由控制、演示和实时视频 3 部分组成, 设计原理如下.

(1) 控制部分由单片机、电机、力传感器等模块组成. 实验者通过计算机控制实验装置, 即利用虚拟仿真面板上的开关进行电机控制和摩擦力采集控制.

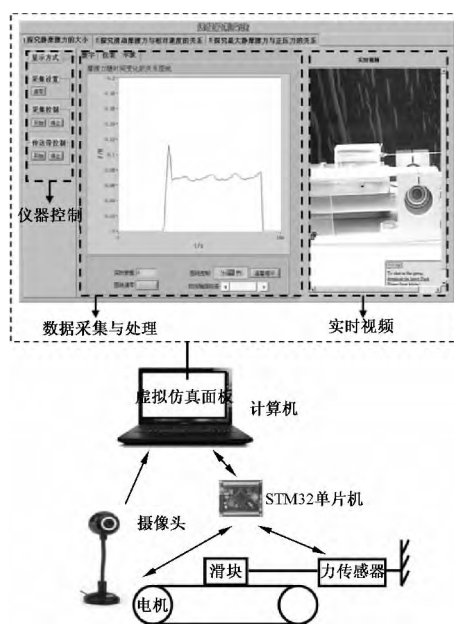


图 1 摩擦力实验平台设计图

(2) 演示部分由表格、图像、图像处理控件等模块组成. 实验者通过操控虚拟仿真面板上的虚拟仪器对实验数据进行存储、分析和处理, 从而呈现摩擦力的物理现象或得出物理规律.

(3) 在视频容器呈现实时视频, 通过网络摄像头实时监控实验过程, 方便学生观察实验现象.

3 实验平台的使用与效果分析

在探究最大静摩擦力的大小实验中, 实验者通过仪器控制面板对摩擦力数据进行采集.

(1) 点击“清零”开关清除系统数据;

(2) 通过“采集”或“停止”开关选择收集或接收摩擦力的实验数据;

基金项目: 本文系广州市科技与信息化局科普计划资助项目(No. 2014KP000043).

(3) 通过“运动”或“停止”开关控制传送带运动或停止运动。

对于摩擦力数据的处理,可根据教学的需求,任选一种显示方式,探究动、静摩擦力的大小.如图 2 所示,有 3 种显示方式.

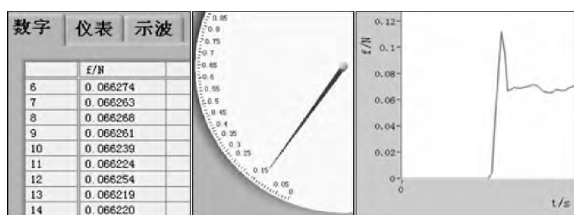


图 2 摩擦力的显示方式

(1) 仪表显示. 该显示方式和传统实验非常相似,让学生深刻体验摩擦力的变化过程.

(2) 图像显示. 图像显示充分发挥信息技术在物理实验设计中可视化的特点,将摩擦力的变化过程直观形象地展示出来,并使最大静摩擦力的微观现象放大化、暂态凝固化,与传统实验相比,便于学生分析摩擦力的变化规律.

(3) 数字显示. 学生可以通过分析实验数据,得出摩擦力的变化规律. 让学生经历科学探究的过程,掌握静摩擦力大小的变化规律,提高数据分

析能力.

在演示实验教学中,全班学生通过实时视频可清晰观察到滑块运动状态的变化,避免了后排学生难以看清物体是否运动的缺陷,使学生获得动、静摩擦力变化过程的感性认识,有助于学生掌握摩擦力大小的变化规律.

同时,利用该平台还可开展静摩擦力、滑动摩擦力的影响因素研究等实验.

4 小结

本实验平台实现了静、动摩擦力的测量和可视化功能,是传统实验和现代信息技术的整合,具有操作便捷、现象明显直观、功能拓展性强的特点,有助于摩擦力学习中迷思概念的转变.

参考文献:

- 1 王桂春. 高中生摩擦力迷思概念的探查与改变[D]. 东北师范大学,2013.
- 2 李燕妙. 多功能摩擦力演示仪[J]. 物理实验,2015(8): 18-20.
- 3 刘晓斌. 自制“摩擦力演示仪”轻松化解教学难题[J]. 物理教师,2013(8):45-47.
- 4 刘楚良. 实验演示静摩擦力到滑动摩擦力的变化[J]. 中学物理,2015(6):55.

(收稿日期:2015-11-06)

(上接第 39 页)

3 密度会随着质量或体积而发生变化

我们借由公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 对学生进行强调,密度 ρ 与质量 m 、体积 V 应该有某些关系. 通常来说只要是同种物质状态,当体积 V 增大(或缩小)多少倍时,质量 m 也随之增大(或缩小)多少倍,密度是由物质本身决定的,其大小好像与 m 、 V 无关. 但实际生活中也有质量 m 改变了,导致密度 ρ 改变的现象. 如氧气瓶内装有氧气,密度为 9 kg/m^3 ,用去一半氧气之后,瓶内剩余氧气的密度为 4.5 kg/m^3 了,这是因为氧气的体积并没有变化;又如,在一个容器内装一种气体,把它的体积压缩一半之后,容器内气体的密度就是原来的 2 倍了. 这些概念和气球爆炸,汽车增压发动机等都有关.

4 一种物质掺入了一种杂质或混合了另一种物质引起密度改变

例如,可以考虑牛奶里是否掺水的问题,这是一个典型的液液混合问题,在工业生产生活中其实非常重要. 若测得一杯牛奶体积为 100 mL ,质量为 102.2 g ,这杯牛奶是否掺了水,含水量多少? 在这里牛奶因掺了水,会使其密度发生改变,见表 1 数据.

表 1 牛奶密度随掺水量变化关系

含水量/%	0	10	20	30
$\rho_{\text{牛奶}} / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	1.030	1.027	1.024	1.021

此外,有一个故事说,一个古代的国王怀疑王冠是否为纯金的,里面是不是掺了银子. 由于 $\rho_{\text{金}} = 19.3 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{银}} = 10.5 \text{ g/cm}^3$,若王冠中掺了银子密度 ρ 一定在 $\rho_{\text{金}}$ 与 $\rho_{\text{银}}$ 之间,此王冠的密度必是一种混合密度,可简单表示为 $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$.

最后,联系日常生活常识,人们在纯铝中加入 4% 的铜,少量镁、锰、硅、铁等制成了硬铝(即铝合金),保持了密度小的特点,又有了硬度. 这种铝合金在生活中应用广,飞机制造商也用其产生了巨大的效益. 其实,在现代科技中,科学家制备了多种多样的合金材料,这些材料的密度既非甲物质密度,也非乙物质的密度,而是一种混合密度.

综上,在对“密度”这一物理概念进行深层次挖掘进而有效实施于教学过程中,可以将学生的思维带到物理学非常广泛的领域,大至天体细至分子结构,物质形态结构可以是固体、液体和气体,而且能与许多生活体验及工业生产密切相关,可极大激发学生的学习兴趣. (收稿日期:2015-12-01)