

物理实验



利用无线 DIS 创新演示固体微小形变

卢政 李德安

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2020-07-12)

摘要:利用无线 DIS 实验平台为演示固体微小形变提供新思路,演示结果明显、直观,有效凸显现代信息技术与物理教学的深度融合.

关键词:无线 DIS 微小形变 实验 传感器

1 引言

在人教版高中物理教材关于微小形变演示实验的装置中,激光出射后经过木桌上两块平面镜的反射,最终在墙上形成光点^[1].基于光学放大原理,当教师用力按压桌面使其向内凹陷,学生可以明显观察到墙上的光点发生移动,从而间接受到桌面的微小形变.该演示实验的准备和操作较为困难,难以达到清晰、直观的演示效果^[2].

《普通高中物理课程标准(2017年版)》提出:提高物理教学水平,发展学生物理学科核心素养,离不开信息技术与物理学习的融合^[3].为了响应教育信息化的号召,促进信息技术与物理课堂教学的有机整合,丰富学生对于固体微小形变的感性认识,提高实验教学质量与效率,笔者运用无线 DIS 装置设计了3种演示固体微小形变的创新实验方案,为物理课堂的教学提供一些参考.

2 无线数字化信息系统

DIS(Digital Information System)中文名称为数字化信息系统,它是一个由传感器获取信息,经过数据采集器传输到计算机,通过专用软件对数据和

图像进行精确化信息处理的实验研究平台^[4].近年来随着研发技术的不断进步,将图1中的无线发射模块与传感器相连,下载相应实验软件后,便可以实现“传感器-移动设备”的无线蓝牙传输,在手机或iPad等移动设备上实时观测数据变化,并进行图像处理,极大地提高了实验的方便程度,为教师演示实验或学生分组实验提供更多可能.



图1 无线发射模块

笔者深入研究无线 DIS 的使用方法 & 图像处理技巧后,分别运用磁感应强度传感器、光照度传感器及力传感器设计了3种演示固体微小形变的实验方案,力求将固体的微小形变量转化为可直接形象观察的物理量变化,充分体现信息技术为物理教学带来的便利,增添物理课堂的趣味性.

3 固体微小形变的创新演示设计

3.1 实验器材准备

该实验需要的主要器材如图2所示:磁感应强

作者简介:卢政(1996-),男,在读硕士研究生,主要从事中学物理实验教学研究.

通讯作者:李德安(1974-),男,硕士生导师,高级实验师,主要从事中学物理、小学科学实验教学研究.

度传感器、光照度传感器、力传感器、无线发射模块、条形磁铁、激光笔、0.5 cm厚硬木板、3 cm厚木质底座、智能手机、铁架台。

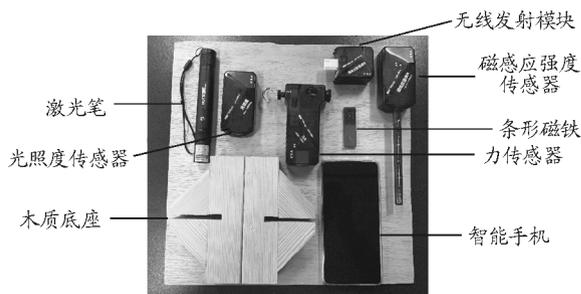


图2 实验器材

3.2 实验软件准备

在手机或其他移动设备中搜索并下载软件“Llongwill Labs”(赛灵格移动式数字化科学实验及探究系统),将无线发射模块与传感器相接后,打开软件及启用手机蓝牙功能,扫描图3中无线发射模块背面的二维码,传感器所测得的数据即会在手机软件的界面实时显示,如图4所示.该软件的功能及使用方法与传统的有线DIS通用软件大致相同,其优点是摆脱了传输线及电脑的束缚,在手机屏幕可以直接观测实验数据,为教师和学生不同空间中开展实验提供可能^[5,6].在微小形变演示过程中,教师也可以通过投屏软件将手机屏幕的画面投送到电脑,使全班学生能同步清晰观察实验数据随时间的变化曲线。



图3 无线发射模块二维码



图4 “Llongwill Labs”软件界面

3.3 磁感应强度传感器演示实验设计

运用木质底座把硬木板架起,将无线发射模块与磁感应强度传感器相连接,启动发射模块,打开手机软件后扫描二维码,实现手机与磁感应强度传感器的数据接通.将磁感应强度传感器及条形磁铁横放于木板上方中轴线处,并保持二者成一条直线,如图5所示,实验开始前需对磁感应强度传感器预热约2 min.



图5 磁感应强度测量装置

传感器预热完毕后,在手机软件上选择“组合图线”功能,以时间 t 为横轴,磁感应强度 B 为纵轴建立坐标系,启动读数.此时,可以观测到手机屏幕上实时显示磁感应强度的大小变化,读数的绝对值即为测量点处平行于探管方向的磁感应强度分量.条形磁铁北极指向探管,传感器所测得磁感应强度的初始值为 -3.90 mT.双手同时用力按压探管两侧木板,手机屏幕显示传感器所测得的磁感应强度明显增大,且变化值与按压力度的大小有关,如图6所示.实验图像说明木板受力后发生微小形变,向内凹陷使条形磁铁与探管的相对位置产生变化,从而影响了磁感应强度的测量值,4次按压过程中,按压力度越大,木板形变程度越高,磁感应强度的测量值变化越大。



图6 磁感应强度实时测量

3.4 光照度传感器演示实验设计

利用木质底座架起硬木板并连接光照度传感器与手机软件.将光照度传感器放置于硬木板上方,利

用铁架台及固定夹使激光笔保持常亮状态,如图7所示.通过调节铁架台的高度及激光笔的角度,保证激光准确入射到光照度传感器的接收孔内,如图8所示.

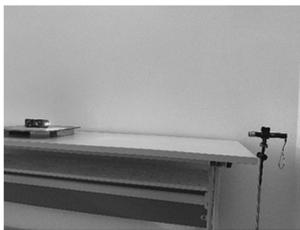


图7 光照度测量装置



图8 准确接收激光

运用手机软件的“组合图线”功能,以时间 t 为横轴,光照度 L 为纵轴建立坐标系,启动读数后手机屏幕将显示光照度传感器每一时刻单位面积上接收到的光通量,其初始值约为 $1\ 339\ \text{Lux}$. 此时用双手同时按压传感器两侧木板,手机屏幕显示传感器所测得的光通量明显减小,且减小的程度与按压的力度大小有关.在4次按压过程中,按压力度越大,传感器所测得的光通量越低,如图9所示.实验图像说明木板受力后发生微小形变,木板向内凹陷令激光无法对准光照度传感器的接收孔,凹陷程度越大,激光入射接收孔的偏离程度越高,最终使得单位面积入射到传感器内的光通量下降.

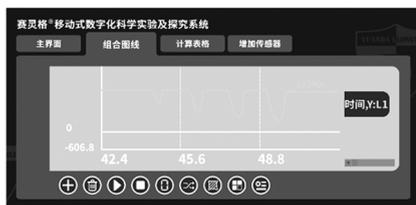


图9 光照度实时测量

3.5 力传感器演示实验设计

将力传感器与无线发射模块相连接后,利用木板将力传感器架起,使受力金属钩垂直于硬木板,如图10所示.

图10所示.

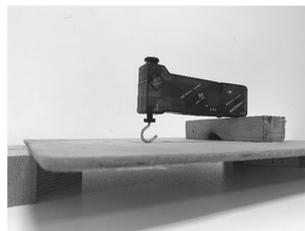


图10 受力测量装置

连通力传感器与手机软件后,启用“组合图线”功能,以时间 t 为横轴,力 F 为纵轴建立坐标系.在重力的作用下,静止状态的力传感器会受到木板给予其向上的支持力,故可以观测到 F 的初始值约为 $-0.44\ \text{N}$. 此时双手用力按压传感器两侧木板,木板由于受力发生微小形变,所以给予力传感器的支持力也同时发生了改变,从手机屏幕上可以观测到,在4次按压的过程中,按压力度越大,传感器的示数变化越明显,如图11所示.

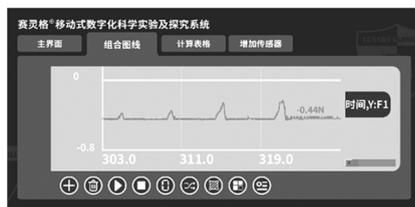


图11 受力实时测量

4 基于无线DIS的教学思考

传统的DIS装置需要经过数据线将传感器所测得的物理量传输到电脑,再做进一步的处理.无线DIS装置则打破了实验的空间界限,克服了有线装置带来的不便.课室已经不再是唯一和必要的实验场所,教师和学生能够以灵活多样的方式在户外开展实验探究.此外,软件“Llongwill Labs”中更含有如积分、函数拟合、极值点求取等强大的图像数据处理功能,这是常规手机传感器软件所不能比拟的,其图像数据处理功能可以很好地培养学生运用信息技术分析和解决物理问题的能力,极大地提高学生学习物理的兴趣,充分挖掘学生的创造潜能.

与无线DIS装置配套的手机软件在使用方法上

(下转第92页)

生:根据表1实验数据,可以算出 K 值的大小为10, K 值和 $g=10\text{ N/kg}$ 一样,故浮力公式应为 $F_{\text{浮}}=g\rho_{\text{液}}V_{\text{排}}$.

师:如表1所示,只是在水中进行了实验,并用实验数据验证了公式,为了更进一步使实验结论具

有推广性,同学们应该怎么做?

生:应在表2所示实验中将金属块的体积测出来,并用实验数据验证.通过表3所示实验数据,发现公式 $F_{\text{浮}}=g\rho_{\text{液}}V_{\text{排}}$ 在其他液体中也成立,说明浮力公式为普遍性结论.

表3 探究浮力公式的普遍性

液体	酒精	水	盐水
液体的密度 $/(g \cdot \text{cm}^{-3})$	酒精 0.8	水 1.0	盐水 1.2
金属块的重力 G/N	5.4	5.4	5.4
金属块的体积 $V/(\times 10^{-4} \text{ m}^3)$	2.0	2.0	2.0
弹簧测力计示数 F/N	3.8	3.4	3.0
金属块受到浮力 $F_{\text{浮}}/\text{N}$	1.6	2.0	2.4

综上所述,科学推理是科学思维中重要的组成部分,学生通过科学推理得到浮力公式

$$F_{\text{浮}} = g\rho_{\text{液}}V_{\text{排}}$$

并用实验数据来验证实验结论,能在实验的基础上进行推广,推广的同时也通过实验数据来为实验结论护航.在这一过程中,学生在探究实验的基础上养成科学思维^[2],让实验成为科学思维发展的强有力后盾,且学生的科学思维发展大势已渐渐形成,前途

不可限量.

参考文献

- 1 刘伟,黄显敏.基于核心素养的科学思维培育探索[J].中学物理教学参考,2017,46(010):52~54
- 2 韩志强.让科学探究真正发生——基于学科核心素养的初中物理实验设计初探[J].中学物理(初中版),2018,36(011):13~14

(上接第88页)

与传统的电脑软件相同,学生和教师在使用时的学习成本较低,可以很好地提高课堂教学效率.此外,教师可充分挖掘利用无线DIS装置进行课外探究实验的可能,或考虑借助无线DIS在传统实验的基础上进行改良和完善,引导学生合理发挥想象,探索范围更广阔,思想更具深度的物理问题.

5 总结

DIS实验平台为物理实验教学提供了多样化的方法和思路,无线发射模块使得DIS装置操作灵活性更高、实验开展更加简便、实验效率有所提高.本文针对固体微小形变的演示实验提出3项简易而创新的方案,使原本不易观察的微小形变量实现转化,转化为可直接测量的磁感应强度变化量、光照度变

化量、支持力变化量.借助无线DIS装置开展物理教学,能充分提高学生利用信息技术解释自然现象、解决实际问题的意识和能力.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018
- 2 黄治海.利用手机相机功能验证微小形变[J].物理通报,2018(12):101~103
- 3 人民教育出版社.普通高中课程标准实验教科书必修1.北京:人民教育出版社,2019
- 4 马静,杨万琴,张轶炳.DIS实验系统在声现象教学中的应用[J].物理教师,2017,38(09):50~54
- 5 李泽钦.DIS系统无线发射模块在室外教学的应用[J].中小学实验与装备,2019,29(05):16~17
- 6 刘小兰,武银根,周鹏.利用DIS创新设计安培力实验[J].实验教学与仪器,2017,34(10):35~37