

# 基于手机传感器的物理实验教学研究

——以探究合外力做功与动能变化量的关系为例

丁彦龙 付静 曹怡 袁世明 曾宇虹

(成都市盐道街中学 四川 成都 610000)

(收稿日期:2019-09-20)

**摘要:**将智能手机的传感器功能与物理教学相结合,已成为教师激发学生兴趣和培养学生探究能力的新方式.以手机加速度传感器探究“合外力做功与动能变化量的关系”为例,通过展示实验操作过程,让学生初步了解手机传感器的功能.在提取数据,分析数据,画出图像,分析图像的过程中提升了学生的科学探究能力,体现了核心素养对高中物理教学的基本要求.

**关键词:**智能手机 加速度传感器 实验教学

## 1 引言

物理学是一门以实验为基础的科学,实验探究是高中物理核心素养的重要组成部分,高中物理中很多概念的建立、规律的探索与应用都与实验探究密不可分<sup>[1]</sup>.

随着智能手机和移动互联技术的快速发展,手机传感器、手机 APP 作为新兴技术,开拓了物理实验教学的新思路.一些难于测量、不便观察、效果不明显的难题得到了很好解决,同时提升了课堂教学中学生的体验感和创新意识<sup>[2]</sup>.

根据《普通高中物理课程标准(2017年版)》编写,增加了“用手机传感器测加速度”的活动.目的是让学生从手机加速度传感器测出的曲线直观地认识物体的运动,培养学生的动手操作能力和学生的团队活动精神.本文重点介绍手机加速度传感器的使用方法,和小组实验探究过程,为教师的实际教学过程提供参考.

## 2 智能手机传感器

智能手机有多种传感器,可以检测加速度、光、声、磁场、力等各类非电信号,对周围环境的力、热、声、电磁等物理量进行从简单到复杂的测量,并转化成电信号,供实验者分析<sup>[3]</sup>.实验借助加速度传感器软件(Accelerometer)探测3个方向( $x, y, z$ )的加

速度随时间的变化关系,软件工作界面如图1所示,手机传感器 $x, y, z$ 定位方式如图2所示.本实验设置 $f=20\text{ Hz}$ ,本实验加速度的方向沿 $z$ 方向.

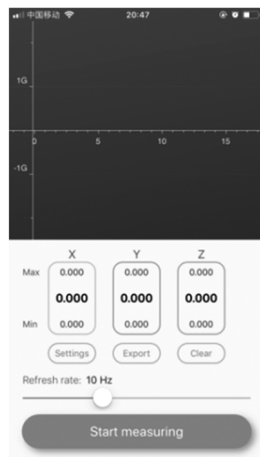


图1 加速度传感器软件工作界面



图2 手机传感器 $x, y, z$ 定位方式

### 3 利用手机加速度传感器开展实验探究

#### 3.1 实验装置与原理

实验装置如图3所示,在滑块上安装智能手机,并将两个光电门安装在气垫导轨上,细线一端连在滑块上,另一端挂上钩码.气垫导轨上滑块和导轨之间的摩擦力很小可以忽略.通过手机加速度传感器测量出滑块运动的加速度,根据牛顿第二定律  $F = ma$ ,可得滑块所受到的合外力.让小车在钩码的拉动下依次经过两个光电门,记录经过两个光电门的时间,利用  $v = \frac{d}{t}$  就可以得到滑块经过光电门的速度  $v_1$  和  $v_2$ ,本实验两个光电门之间的距离  $x = 50$  cm.滑块和手机合外力做的功为  $W_{\text{合外力}} = max$ ,动能的变化量为  $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ .本次实验没有将滑块和手机的总质量代入进行运算,用  $m$  表示,对本次实验结果没有影响.

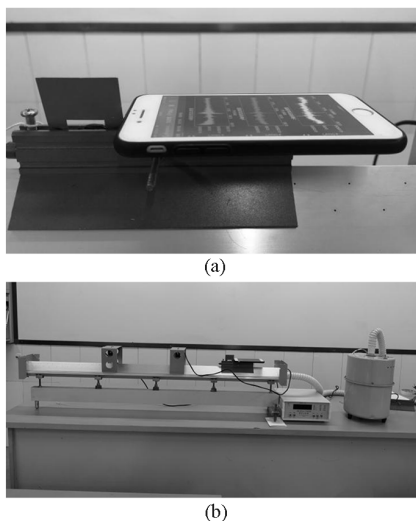


图3 验证合外力做功与动能变化量的关系实验装置

#### 3.2 实验步骤与实验结果

实验中滑块的质量为 206.4 g,手机的质量为 144.6g,光电门的宽度  $d = 3$  cm.按照图3安装好

实验装置,在细线的一端挂 25 g 的钩码,依次打开光电门、气泵和加速度传感器(Accelerometer).图1是手机加速度传感器的工作界面,实验时将 Refresh rate 调节到 20 Hz,点击 Settings,将 Remove Gravity 开启,打开 Start measuring 记录开关,同时将滑块由静止释放.滑块依次经过两个光电门,得到加速度随时间变化的图像如图4所示,导出匀加速阶段加速度的3组数据分别为  $0.354 \text{ m/s}^2, 0.362 \text{ m/s}^2, 0.354 \text{ m/s}^2$ ,求出平均值为  $0.358 \text{ m/s}^2$ .记录滑块通过两个光电门的时间分别 87.3 ms,43.36 ms,求出所对应的速度分别是  $0.344 \text{ m/s}, 0.692 \text{ m/s}$ ,根据之前的实验原理得到合外力做功为  $0.358m \text{ J}$ ,滑块和小车动能的变化量为  $0.361m \text{ J}$ .在实验误差允许的范围内合外力做的功近似等于小车和滑块动能的变化量.

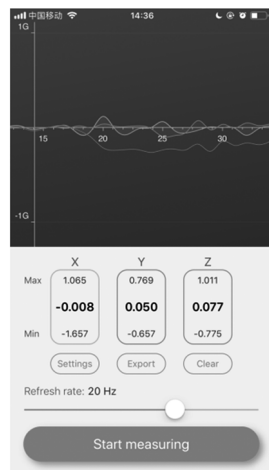


图4 加速度随时间变化图像

为了让实验结果更具普遍性,按照以上的操作,在细线的一端挂分别挂 50 g,75 g,100 g 的钩码得到加速度随时间变化的图像,导出加速度和滑块经过光电门的时间如表1所示.通过表1可以看出在4种不同的情况下所得到的合外力做的功与滑块和手机动能的变化量近似相等.

表1 验证合外力做功与动能变化量的关系实验数据

钩码质量 /g	$a / (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$			$a_{\text{平均值}} / (\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	$t_1 / \text{ms}$	$v_1 / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$t_2 / \text{ms}$	$v_2 / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$W_{\text{合外力}} / \text{J}$	$\Delta E_k / \text{J}$
25	0.354	0.362	0.354	0.358	87.30	0.344	43.36	0.692	$0.358m$	$0.361m$
50	0.892	0.867	0.882	0.880	63.93	0.185	31.56	0.951	$0.880m$	$0.870m$
75	1.052	0.997	1.041	1.030	49.08	0.611	25.64	1.170	$1.030m$	$0.996m$
100	1.320	1.242	1.258	1.270	52.11	0.576	23.77	1.262	$1.270m$	$1.261m$

传统的实验是当小车的质量远大于钩码的质量的情况下,钩码的重力近似等于合外力,这样实验误差较大,在具体实验操作时很难做到小车的质量远大于钩码的质量.本次实验采用手机加速度传感器测量滑块和手机运动的加速度,加速度乘以质量就是所受到的合外力,不仅让学生了解到了传感器在物理实验中的应用,操作方便,而且降低了实验误差,激发了学生学习的积极性.

#### 4 结束语

智能手机的快速发展助推了教育技术的革新,正改变着广大教师教育教学的手段与思路.用手机传感器探究加速度与力、质量的关系的实验,实验误差较小,图像清晰,可操作性强.在实验过程中包括数据的采集与处理、图像的认识等锻炼了学生分析

问题、提取数据的能力.除了智能手机传感器,还有很多应用APP,如根据拍摄物体运动视频,分析物体位置、速度、加速度的软件Video Physics,智能手机物理虚拟实验室,手机制作微课的APP“微课宝”、Course maker等.随着5G技术的实现,智能手机在教学中的应用将会更加广泛,以智能手机为代表的移动终端将会引领教育教学的发展潮流.

#### 参考文献

- 1 丁彦龙,马广平,付静,等.基于手机加速度传感器的高中物理实验教学探索[J].中学物理,2019,37(9):30~32
- 2 刘玲.如何使用DIS数字化实验系统和APP开发学生实验[J].物理教学,2018(9):29~30
- 3 江敏丽,吴先球.用智能手机探究电梯中的超重与失重现象[J].物理通报,2016(12):108~110
- 4 傅骞,王辞晓.当创客遇上STEAM教育[J].现代教育技术,2014,24(10):97~98
- 5 张陈燕.小学3D打印校本课程的开发与实践研究[D].桂林:广西师范大学,2017
- 6 王娟,吴永和,段晔,等.3D技术教育应用创新透视[J].现代远程教育研究,2015(01):62~71

(上接第88页)

## Design on 3D Printing School – based Course of Generator Model Based on STEAM

Qiu Lingyu Cheng Minxi

(College of Physics and Telecommunications Engineering,  
South China Normal University,Guangzhou,Guangdong 510006)

**Abstract:** The current situation and existing problems of 3D printing technology applied in education field had described. In combination with the STEAM education concept, with the goal of cultivating students' innovative thinking and practical ability, the 3D printed alternator model course was taken as an example to design a 3D printed school – based curriculum program for ordinary high schools, and the examples for the 3D printing school – based curriculum in ordinary high schools were provided.

**Key words:** 3D printing; school – based curriculum; curriculum design; generator model