

智能手机传感器在中学物理教学中的应用综述

黄朝阳 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:2022-02-21)

摘要:对智能手机传感器在中学物理教学中的应用进行了总结,包括物理实验中的应用、教学实证研究、有关测评工具研究.梳理发现国内外关于手机传感器在中学物理实验中的应用研究有很多,但有关教学实证研究、测评工具开发的研究却很少.最后提出手机传感器应用于中学物理教学的优缺点以及未来研究展望.

关键词:手机传感器 物理实验 物理教学 测评工具

随着科技发展,传感器技术日趋成熟.传感器可作为实验工具,使得实验采集数据更加便捷,但是传感器设备造价不菲,而智能手机作为一种先进的电子设备,内部已装有許多高精度的传感器,可利用手机软件如“Phyphox”方便快速地调取各手机传感器对物理量进行测量,如此,手机便可视为一个小小的传感器实验系统,辅助中学物理实验及教学.与此同时,《普通高中物理课程标准(2017年版)》对学生了解和学习使用手机传感器提出要求^[1],所以,对手机传感器可以如何应用于中学物理实验及教学值得我们进行深入研究.

1 手机传感器应用于中学物理教学的发展历程

1.1 萌芽阶段(2005—2012年)

世界第一台智能手机于1993年问世,那时,鲜有人关注其是否能应用于教学^[2].2005年,刘庭华最早利用智能手机进行物理实验,他将手机与真空罩、金属网罩配合,演示了声音无法在真空中传播、电磁波能够在真空中传播以及电磁屏蔽现象^[3].Hammond和Domelen于2007年分别发表论文,指出智能手机能够拍摄出清晰的实验图像和演示光的偏振^[4,5].2010年缪庚平提出可利用手机屏幕探测遥控器发出的红外线^[6].这一阶段智能手机都是应用于中学物理的定性小型实验,且专门利用手机传感器的实验较少.

1.2 发展阶段(2012年至今)

2012年,Vogt和Kuhn在*The Physics Teacher*上发表了3篇关于将手机加速度传感器应用于定量研究自由落体、弹簧、单摆的论文^[7~11],此后,在该杂

志创办专栏征收关于智能设备应用于物理教学的文章.这3篇文章的意义在于,从此,智能手机物理实验从定性走向定量研究.

2013年起,英国皇家物理学会文献库(IOP)收录的*Physics Education*以及*European Journal of Physics*等杂志上也陆续发表了关于手机传感器应用于中学物理实验的文章.我国《物理教师》《物理教学探讨》等杂志上也陆续刊载智能手机传感器进行中学物理教学的论文,其中大部分文章是研究如何利用手机传感器定性或定量地进行中学物理实验,以应用于教学,且文章来自各个国家,说明手机传感器物理实验正受到关注和重视,预测未来会有更多学者和教师投入相关研究.

2 手机传感器在中学物理实验中的应用综述

2.1 手机加速度传感器在中学物理实验中的应用

文献^[12]研究了超重与失重现象,记录了人下蹲起立过程中或是电梯上下运动过程中的加速度随时间变化的图像,并结合牛顿第二定律对超重与失重现象进行解释.

文献^[13]提出了测量斜面动摩擦因数的方法.

文献^[14]提出可利用手机加速度传感器探究合外力做功与动能变化量的关系,其实验原理为动能定理和牛顿第二定律.

文献^[15]设计了实验验证弹性碰撞和非弹性碰撞.

文献^[16]进行了牛顿第二定律的研究.采取如图1所示的实验装置进行实验,将手机固定在滑块上,滑块在绳子的拉力作用下向前加速运动,手机加

速度传感器记录滑块的加速度随时间的变化情况,采用了理论计算法和图像法两种方法验证牛顿第二定律。

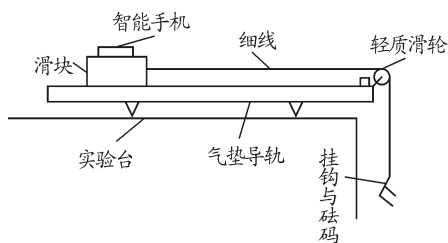


图1 用手机加速度传感器验证牛顿第二定律实验装置示意图

2.2 手机磁传感器在中学物理实验中的应用

许多学者提出利用手机磁传感器可以测量磁传感器所处磁场的大小和方向,文献[17]研究了小磁铁周围的磁感应强度与场源距离的关系、通电导线周围的磁场分布,文献[18]测量了通电导线激发的磁场在3个坐标轴方向上的大小,实验装置如图2所示。

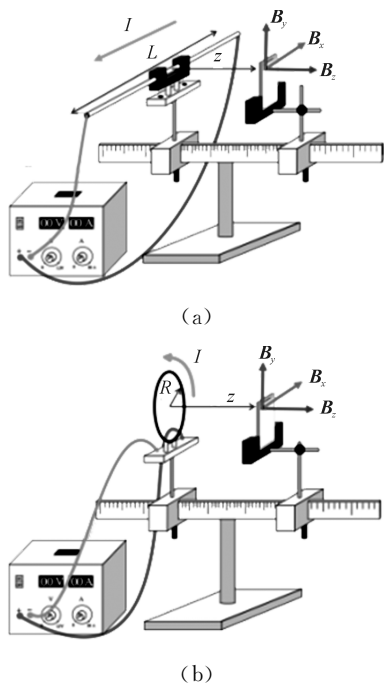


图2 用手机磁传感器测量通电导线周围磁场实验装置示意图

文献[19]将手机磁传感器应用于测量单摆周期,并进一步由单摆的周期推算出重力加速度的大小。

Pili用手机磁传感器结合弹簧振子提出了一种测量弹簧劲度系数的方法。

文献[20]利用手机结合电脑定量验证了法拉第电磁感应定律。在教学时,该定律的实验常常难以做到定量探究,而 Soares 的实验很好地解决了这一

难题。

2.3 手机光传感器在中学物理实验中的应用

文献[21]提出了一种利用手机光传感器测量物体运动速度的方法。

文献[22]研究了磁场对单摆周期的影响。如图3所示,单摆在激光光源和智能手机之间做周期性摆动时,手机光传感器记录的光强也呈周期性变化,处理光强随时间变化的图像可以得出单摆摆动的周期。移动磁铁的位置,记录实验数据,做出周期与磁铁到摆球最低点的水平距离的拟合图像,分析图像可知在受磁场作用下的单摆运动的特点。

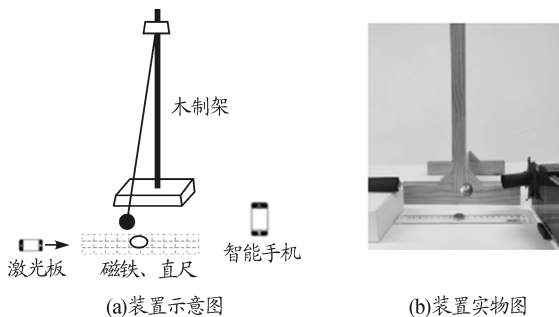


图3 利用手机光传感器研究磁场对单摆周期的影响实验装置图

文献[23]提出可以利用手机光传感器观察光的波动性。

文献[24]和文献[17]利用手机光传感器研究发光强度与光源距离的关系或验证点光源光照强度与距离的平方成反比关系。

2.4 手机声音传感器在中学物理实验中的应用

文献[25]提出可以利用各种手机软件观察由声音传感器收集到的声音波形。文献[26]提出可以使用 phypox 软件里的“声学秒表”功能测量声速。

文献[27]将手机声音传感器应用于声音多普勒效应的研究。用手机声音传感器数显记录声源频率,让另一可以发出固定频率的声源与手机发生相对运动,手机声音传感器接收到的声音频率与声源频率相比发生变化,从而定性探究了多普勒效应,如图4所示。

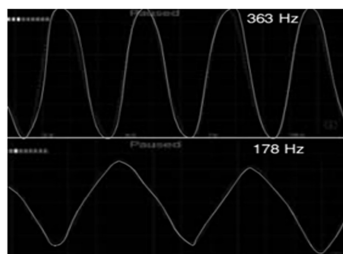


图4 利用手机声音传感器研究多普勒效应实验效果图

2.5 手机气压传感器在中学物理实验中的应用

文献[28]提出,根据手机气压传感器,可以显示手机处海拔高度.

文献[29]提出,可利用手机气压传感器探究水的沸点与气压的关系.

文献[30]利用手机气压传感器测量气压验证了波义耳定律.

3 手机传感器融入中学物理教学中的实证综述

文献[31]利用手机加速度传感器和声音传感器分别设计了“超重与失重”和“多普勒效应”教学设计,并进行了实证教学.对智能手机支持下高中学生物理学习效果进行了问卷调查,检测了学生在学习动机、学习实效、实践操作、资源整合和利用方面的效果,检测结果表明学生在以上4个方面都有一定程度的提高.

文献[11]以“智能手机助力演示实验”为专题,设计并开展了“通过自由落体运动测重力加速度”“超重与失重”两堂课,并且分成实验组和对照组,实验组采用手机传感器辅助实验,而对照组以传统课堂的形式进行.

文献[32]基于手机加速度传感器和压力传感器分别设计了“牛顿第二定律中的瞬时性问题”和“楞次定律”教学设计.

疫情以来,线上教育火热起来,文献[33]以“测量重力加速度”为例提出了如何布置以手机传感器为工具进行的线上实验探究任务,文献[34]也是在疫情之下线上教育火爆的背景下,提出了基于手机传感器的中学物理实验混合教学模式.

4 关于手机传感器在中学物理教学中应用有关的测评工具综述

文献[35]研究了使用智能手机在物理教育中作为实验工具对学生兴趣、好奇心和学习的影响.文献[11]结合 Hochberg 和 Jochen Kuhn 的研究,按照李克特5级量表形式设计,对实验组和对照组进行学习成绩、动机、兴趣、好奇心方面的效果检测,以检测智能手机参与的演示实验的教学效果.

文献[31]在建构主义和信息加工学习理论的指导下,按照李克特5级量表形式设计,编制了“高中学生应用智能手机学习的效果调查问卷”,通过对

问卷结果进行 SPSS 统计分析,寻找出高中学生应用智能手机在物理学习方面存在哪些问题及问题形成的原因.

5 手机传感器应用于中学物理教学的优缺点

5.1 手机传感器应用于中学物理教学的优点和意义

当今智能手机普及度高,教师和学生均易进行有关实验;在实验方面,传感器实验相较传统实验准确度和效率大大提升,实验方法更加多样;在融入教学方面,将智能手机恰切地融入教学中,可提升教学效果;在学生方面,智能手机传感器的使用可提高学生的信息素养、实验能力以及好奇心与求知欲.

5.2 手机传感器应用于中学物理教学的不足和局限

应用手机传感器改进实验具有局限性,如手机能参与的电学、光学、热学实验非常有限;再如,因为手机本身有一定的形状和大小,所以若要求测定较小范围内的物理量,手机难以做到,或会引入较大误差;另外,手机对于学生会产生较大吸引力,学生在使用手机完成实验的过程中难免会分心,需要教师进行有效的引导.

6 总结

智能手机传感器应用于中学物理实验的研究有许多,通过这些实验,学生对手机传感器认识会更加充分,实验能力能够得到一定程度的提高.比起实验,国内外关于手机传感器应用于中学物理教学的实证研究例子却很少,所以目前较少学者提出关于手机传感器辅助中学物理教学的教学模式.在实证研究有限的情况下,关于使用手机传感器结合教学之后对教学效果的测评工具的研究则更少,目前关于结合手机传感器教学之后的教学效果的论述多是基于感性经验和认识,而非由测评量表得出,这也有待深入研究.

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[S].北京:人民教育出版社,2017
- 2 李捷,张军朋.智能手机在物理教学中应用研究现状及展望[J].物理通报,2020(10):119~124
- 3 刘庭华.手机在物理实验教学中的应用[J].教育仪器与

- 实验,2005(2):26
- 4 Hammond E C, Meron Assefa. Cell Phones in the classroom[J]. *The Physics Teacher*, 2007(45):312
- 5 Dave Van, Domelen. Teaching Light Polarization with Cell Phones[J]. *The Physics Teacher*, 2007(45):469
- 6 缪庚平. 手机在物理实验中的应用[J]. 中学物理, 2010, 28(3):20~21
- 7 Patrik Vogt, Jochen Kuhn. Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor[J]. *The Physics Teacher*, 2012(50):182~183
- 8 Patrik Vogt, Jochen Kuhn. Analyzing simple pendulum - phenomena with a smartphone acceleration sensor[J]. *The Physics Teacher*, 2012(50):439~440
- 9 Jochen Kuhn, Patrik Vogt. Analyzing spring pendulum phenomena with a smartphone acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 2012(50):504~505
- 10 曾心, 刘健智. 智能手机在中学物理课堂教学中的应用[J]. 实验教学与仪器, 2019, 36(9):39~42
- 11 张雅婷. 智能手机助力高中物理演示实验教学的专题研究[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学, 2020
- 12 张洪明, 刘坤. 利用智能手机做物理实验[J]. 物理教学, 2016, 38(3):30~32
- 13 李学智. 基于手机传感器的动摩擦因数实验[J]. 中学物理, 2020, 38(11):55~56
- 14 丁彦龙, 付静, 曹怡, 等. 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[J]. 物理通报, 2020(7):89~91
- 15 Patrik Vogt, Jochen Kuhn. Analyzing collision processes with the smartphone acceleration sensor[J]. *The Physics Teacher*, 2014, 52(2):118~119
- 16 胡琦珩, 丁益民, 冯一帆, 等. 利用智能手机验证牛顿第二定律[J]. 物理教师, 2017, 38(10):50~52
- 17 林芸, 陈翠, 邱雯雯. 基于移动终端的高中物理自主探究实验教学设计 with 案例研究[J]. 中学物理, 2021, 39(1):34~39
- 18 B Setiawan, R D Septianto, D Suhendra, F Iskandar. Measurement of 3 - axis magnetic fields induced by current wires using a smartphone in magnetostatics experiments[J]. *Physics Education*, 2017, 52(6):065011-1-065011-6
- 19 刘利澜, 李德安. 利用手机传感器研究变化磁场中的单摆运动[J]. 物理通报, 2020(4):103~107
- 20 A A Soares, T O Reis. Studying Faraday's law of induction with a smartphone and personal computer[J]. *Physics Education*, 2019, 54(5):055006-1-055006-7
- 21 Theodoros Pierratos, Hariton M Polatoglou. Utilizing the phyphox app for measuring kinematics variables with a smartphone[J]. *Physics Education*, 2020, 55(2):025019-1-025019-6
- 22 刘利澜, 李德安, 周少娜. 巧用智能手机拓展单摆实验[J]. 物理实验, 2019, 39(5):59~62
- 23 王瑞雪. 手机传感器在高中物理演示实验教学中的应用[D]. 重庆:西南大学, 2020
- 24 洪静爽, 程敏熙. 基于智能手机光传感器验证点光源光照强度与距离的平方反比关系[J]. 物理通报, 2020(11):85~87
- 25 徐春晓. 巧用智能手机, 开发课堂小实验[J]. 中学物理, 2015, 33(16):41~42
- 26 惠宇洁. 智能手机在物理实验教学中的应用探讨——以 Phyphox 软件为例[J]. 物理教学探讨, 2018, 36(7):70~72
- 27 欧剑雄. 智能手机在多普勒效应实验中的应用[J]. 物理实验, 2015, 35(11):13~16
- 28 张丹彤. 让智能手机成为中学物理实验教学的好帮手[J]. 物理教师, 2014, 35(11):39~40
- 29 郑永青. 手机传感器在初中物理实验教学中的应用[D]. 广州:广州大学, 2020
- 30 黎扬飞. 探究智能手机传感器在高中物理实验中的运用[D]. 广州:广州大学, 2020
- 31 徐晓敏. 智能手机在高中物理教学中的应用研究[D]. 兰州:西北师范大学, 2019
- 32 赖桂琴. 智能手机在中学物理实验教学中的研究[D]. 西安:陕西理工大学, 2020
- 33 徐青青. 基于集成“实验室”的线上 STEM 项目——以“测量重力加速度”为例[J]. 湖南中学物理, 2020, 35(7):56~59
- 34 黄家茵, 洪哲新, 皮飞鹏. 基于手机传感器的中学物理实验混合教学模式[J]. 湖南中学物理, 2020, 35(9):65~67
- 35 Katrin Hochberg, Jochen Kuhn, Andreas Müller. Using Smartphones as Experimental Tools Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2018, 27(5):385~403