

用智能手机提升学生对大学物理实验的兴趣^①

赵梦婷, 石玖昌, 邓雅文, 匡泯泉, 牟波佳, 许 龙

西南大学 物理科学与技术学院, 重庆 400715

摘要: 为提升大学物理实验课程的教学效果, 利用智能手机 APP 测试学生课前预习情况, 并利用手机上的多种传感器件辅助完成大学物理实验的应用探索工作. 操作步骤的简便与实验方法的新颖, 让学生体验到不一样的物理实验乐趣. 学生将对智能手机的娱乐兴趣转变成为学习兴趣, 从而提高了学习成绩.

关键词: 智能手机; 大学物理实验; 预习问卷; 霍尔效应; 光的偏振

中图分类号: G642.423

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2020)03-0165-06

智能手机作为现代智能科技产物, 对人们的通讯、娱乐和教育等各方面都起到了不可替代的作用. 但是大学生对于智能手机的使用并没有得到很好的引导, 从而导致很多大学生沉迷于智能手机游戏而荒废了学习. 因此, 如何将大学生对智能手机的娱乐兴趣转变为学习兴趣是一个值得重视和研究的课题. 智能手机随着科技的发展变得越来越强大, 所带有的功能也更加精密与方便. 在智能手机上下载一个科学日志软件, 利用里面带有的各种传感器元件可以探究光的偏振、利用霍尔效应测量螺线管磁场、单摆、转动惯量和阻尼振动等实验^[1]. 将智能手机的使用与这些实验的教学相结合, 既可以让大学生体验不一样的物理实验乐趣, 也能激发学生用智能手机进行新的探究, 从而提高他们的学习兴趣^[2-4]. 现以智能手机进行课前预习测试、测量光的偏振和螺线管磁场强度为例进行详细介绍.

1 利用问卷网 APP 测试学生的预习效果

在大学物理实验课程的教学过程中, 西南大学物理科学与技术学院(本文简称“我院”)采用的是课前完成预习报告、课中老师讲解与学生操作相结合, 课后完成实验报告的形式. 旨在学生能够课前完成对实验原理和操作过程的了解, 课堂中通过老师的讲解能够自主完成实验, 观察实验现象并得到合理的数据, 在课后能够对本次实验进行分析和总结. 但在实际的课程教学中, 学生并未做好课前预习部分, 除了预习报告也没有其他方式对学生的课前预习进行检测, 绝大多数学生的预习报告主要是照搬教材上的原话, 缺乏思考的过程. 这也导致了学生对实验原理和操作不熟悉, 完全依靠老师的讲解来完成实验, 对为何要这么操作和测出的数据所代表的意义不明朗, 最终在实验报告上也不难发现学生有照搬处理数据的公式的现象^[5]. 由于课前预习环节的缺失而导致后续课程环节出现了脱节的情况, 达不到预期的教学效果. 因此, 做好课前预习对学好这门课程是至关重要的^[6].

经过观察笔者发现, 学生往往会提前 5~10 min 进入实验室等待上课, 但在课前几分钟内, 大家通常是在埋头玩手机, 只有少数同学会打开书本预习这次的实验内容. 如果强制学生将手机留在实验室外, 可能导致学生在课前最后一分钟才进入实验室. 在这种年轻人手机不离身的大潮流下, 既然禁止使用手机会带来适得其反的效果, 那么不妨尝试一下利用手机来辅助教学. 在网络的支持下, 学生不仅仅可以通过书

① 收稿日期: 2018-09-06

基金项目: 西南大学教育教学改革项目(2016JY072).

作者简介: 赵梦婷(1998—), 女, 主要从事物理学研究.

通信作者: 许 龙, 讲师, 博士.

本来预习,学院建设的虚拟仿真实验平台和网上的教学视频资料等都可以让学生在课前做好知识储备.所以可以让学生选择自己喜欢的预习方式,老师要做的是对学生预习情况进行检验,通过测评结果来掌握学生的预习情况和实验对学生的难易程度^[7].

通过对线上有测评功能的 APP 进行调研,笔者决定选用问卷网扫码答题的形式实现对学生预习情况的测评.问卷网的基础功能就是通过发起人设置问题并发布,填写人可以通过发布者分享的链接或者直接扫描二维码进入页面开始回答问题.因此可以在上课后在投影屏幕上放置本次实验所需填写问卷的二维码,在场的同学可以扫描答题.值得一说的是问卷网可以直接的将学生答题情况反映出来.例如在静电场的模拟与描绘实验中在学生答题完毕后,老师可以直接在问卷网上看到分数分布图(图 1),以及对每道题学生选择答案所占的比例(图 2).

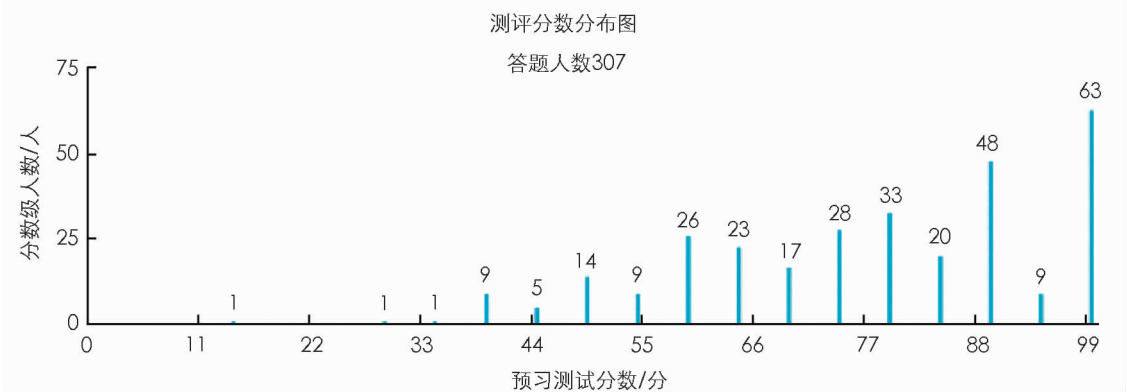


图 1 测评分数分布图

基于此,采取让学生在上课后用手机扫描二维码进入问卷网答题的形式,题目是由老师针对本次实验的原理和内容中基本的核心知识提出的.例如在做静电场的模拟与描绘实验时,课前的预习检测中就提出静电场的电场线和等势线的分布是平行、正交还是无规律的,以及静电场模拟实验中利用了静电场与哪种场的相似性等问题.要求同学们在 5 min 以内回答完毕并提交,该成绩将会作为平时成绩记录并按一定比例影响该门课程的最终成绩.老师也可以根据反馈回来的信息,了解到学生对于这次实验的掌握程度.在学生掌握良好的情况下,减少讲解时间,留出更多的时间让学生自己操作;反之,就需要老师在课堂中讲解得细致一些,让学生能够正确操作该实验.

在 2017—2018 学年期间,对学生采用问卷网测评的方式进行预习,收到了良好的效果.下面从 3 个方面结合测评成绩和期末成绩进行分析.根据 2017—2018 学年的 144 个样本和 2016—2017 学年春季学期的 60 个样本得到表 1 和图 3、图 4.

由表 1 和图 3、图 4 可得,在采用问卷测评预习方式后,学生的期末成绩有了显著的上升.测评前后平均成绩由 77.42 分提升至 83.22 分,平均分增加了 5.8 分.同时,高分段人数比例显著提高,90~100 分的人数比由测评前的 8.33% 增加了 3 倍,占总人数的 29.17%. 反观低分段,60 分及其以下的人由测评前的 5% 降至测评后的 2.08%. 整体看来,在使用问卷测评预习方式后,学生的平均成绩有了显著上升,高分段人数显著增加,低分段人数显著减少.

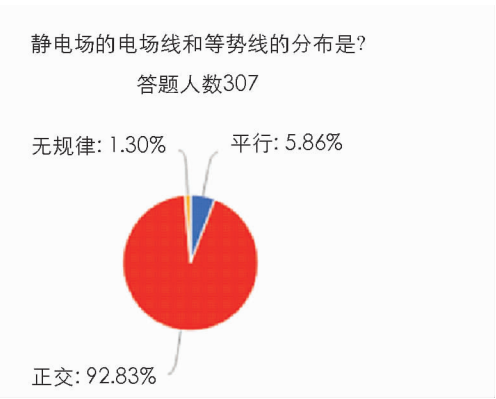


图 2 学生对设置问题回答情况

表 1 采用与未采用测评检测预习情况下的期末平均成绩

分 类	期末平均成绩/分
2016—2017 学年春季学期未采用测评预习	77.42
2017—2018 学年采用测评预习	83.22

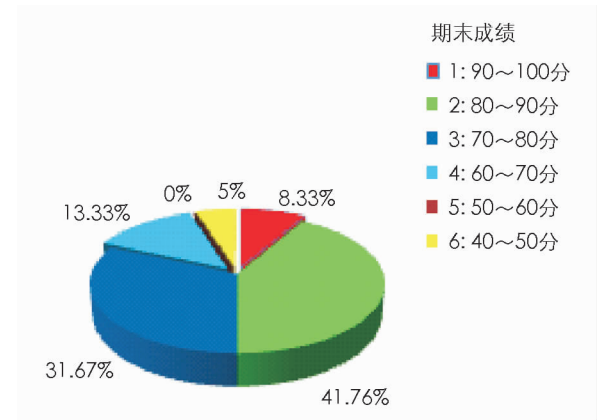


图 3 未采用测评检测预习情况下
期末成绩各分数段人数所占比例

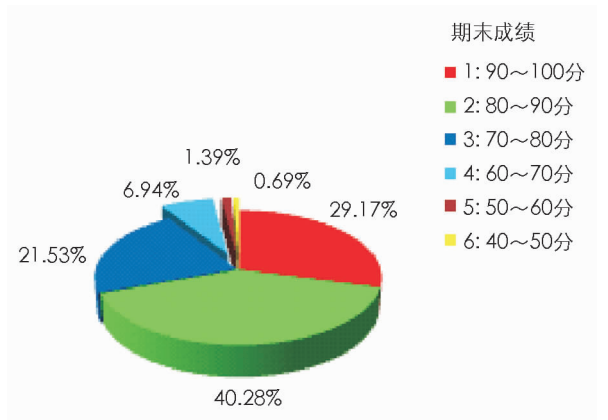


图 4 采用测评检测预习情况下
期末成绩各分数段人数所占比例

根据最新调查显示,在普通物理实验中,接近 40% 的学生不会认真预习,而是选择应付老师^[8]。主要原因源于大部分高校对大学物理实验的考评采用传统方式,即以学生每次实验上交的实验报告为依据,部分会结合期末成绩,最后汇总后得到最终成绩。导致很多学生将更多的精力放在实验报告上,不把课堂预习放在心上,造成预习效果差的现状。再者,大部分同学将希望寄托在老师讲解实验的有限时间里,加以没有课前预习检查的压力,部分同学就是被动地按照老师演示的步骤机械地重复实验操作,力求得到实验数据,完成实验任务就完事。最终导致学习效果不佳。

在采用问卷测评预习方式后,首先可以提高学生对于课前预习的重视程度,一方面缓解现在学生在物理实验前不主动,不认真预习的现状;再者,在问卷测评中若有自己无法完成的题目,则会使学生对于相关问题产生兴趣,在老师讲解实验和解答问题时更加认真和专注;最后,问卷测评上关于实验的预习问题具有针对性,更加突出重点,可以让学生在后期复习时更有关键点。

对 3 个同一学期,开展课程内容相同的班级进行横向比较(表 2),问卷测评的平均成绩与学生的期末成绩正向相关。通过对比可以看出,问卷测评平均分数越高的班级,期末平均成绩也会更高。班级 1 的问卷测评平均成绩比班级 3 高了 12.25 分,期末平均成绩则高了 4.26 分。由此得出,对于平时预习效果好的班级则在期末的平均成绩也会明显高出预习效果稍差的班级。

表 2 3 个班级的测评成绩与期末成绩对比表

班级	问卷测评平均成绩/分	期末平均成绩/分
班级 1	83.58	87.00
班级 2	75.16	84.56
班级 3	71.33	82.74

表 2 说明了课前预习效果对于学习成绩的直接影响,课前预习效果越好,则期末平均成绩会越高。有效的课前预习不仅对自己实验的理解和操作上有明显的帮助而且也可以减轻老师的负担,使课堂节奏更加紧凑,教学效果更好。

对 2017—2018 学年参与问卷测评的学生的成绩进行整理归类,得到表 3 中各实验平均成绩排名。可以从表 3 中看出,学生在惠斯通电桥测电阻实验中所取得的成绩是明显高于光电效应实验的。其原因在于,对于才从高中进入大学的低年级学生而言,他们对惠斯通电桥、驻波以及杨氏模量等的原理的熟悉程度是远大于光电效应实验的。因此,教师在教学过程中也可根据学生对实验的熟悉程度合理安排教学。例如,对于学生熟悉的实验,教师在课堂上教授的内容就不用一味求全,面面俱到,重点讲解实验的注意事项,安全问题。教师可以把更多的时间留给学生,把操作的主动权留给学生,发挥出学生的主体能动性^[9]。对于学生不太熟悉的实验,教师就需要重点讲解实验原理、仪器介绍和注意事项,以免学生不会正确使用仪器而导致仪器出现故障,产生安全问题等。大学物理实验课程中所涉及的实验,都是经过多年精心挑选保留下来的,每个实验都有其存在的价值。所以学生不能只将熟悉的实验掌握好,而忽视不熟悉的实验,要用心做好每一个实验,才能达到培养学生运用理论知识分析和解决问题的能力。教师在这个过程中就需要逐步引导学生进行多方面的思考,各个突破,最后才能得到预期的效果,并加强学生对实验课程的兴趣。

表 3 各个实验测评平均成绩

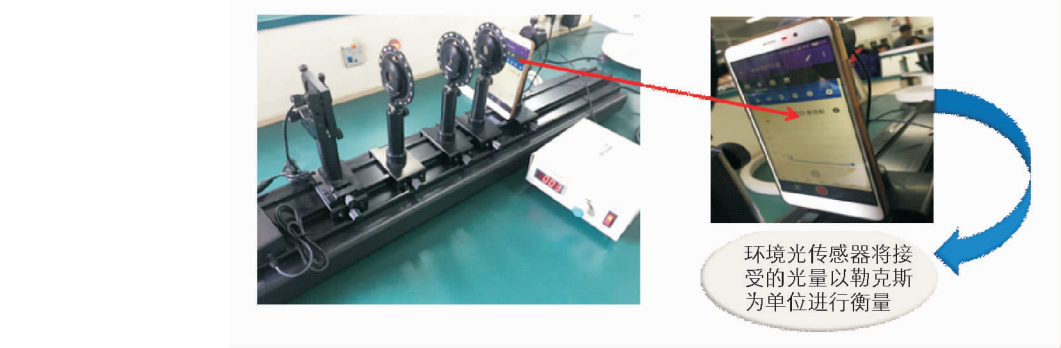
实验名称	测评平均成绩/分
惠斯通电桥测电阻实验	84.74
驻波实验	83.68
杨氏模量实验	81.92
静电场的模拟与描绘实验	78.24
分光计实验	77.12
牛顿环法测量凸面镜曲率半径实验	77.08
电表改装实验	74.36
空气比热容实验	70.91
示波器的原理与使用实验	67.23
声速的测量实验	66.86
热电偶温度计实验	63.06
薄透镜焦距的测量	59.88
光电效应实验	50.12

将手机应用于物理实验教学的预习阶段取得了非常良好的效果。在以往的实验教学过程中，教师也做了基于 LabVIEW 的物理虚拟仿真实验系统^[10]以及半实物仿真环境的物理设备虚拟化技术^[11]等研究，让学生在实物实验前就先在线上进行仿真实验，这让学生对实物实验操作过程的熟悉度有了明显的提升。手机和电脑等电子设备在当代大学生中的普及度已经相当高了，并且电子设备应用于教学也取得了相当不错的成果。因此，教师可以尝试将手机真正的引入课堂，让大学生们学会应用手机强大的功能观察到实验现象和测量出实验数据，从而不受限于实验器材数量的影响，让每位学生在物理实验过程中都有参与感，学生也能从单独观察到的现象和测量出的数据中真正的了解实验的原理和内容。

2 利用智能手机感光传感器测量光的偏振状态

偏振光实验是很有趣的物理实验，可以直观地让学生了解不同偏振光的性质。传统实验中硅光电池和毫伏表可以将接受到的光以电流的形式显示出来，而智能手机中的科学日志软件中有一个环境光传感器可以将接收到的光以勒克斯为单位显示出来。

利用图 5 所示的实验装置，选取合适仪器做智能手机与硅光电池和毫伏表的对比实验，然后继续用智能手机做探究性实验。在对比实验中，将中间的波片取掉，将智能手机与硅光电池分别放在相同的位置进行线偏振光的测量。在探究性实验中，将智能手机放在图 5 中位置，中间波片换成 1/4 波片探究椭圆偏振光和圆偏振光。



注：放大部分为手机上使用科学日志 APP 读取光强示意图

图 5 光的偏振实验测量光路实物图

智能手机与硅光电池和毫伏表所测实验数据见表 1，利用表中实验数据绘制 $I(\text{mV})-\alpha$ 、 $I(\text{lux})-\alpha$ 曲线进行对比分析。从图 6 中可以看到，利用智能手机中科学日志软件的环境光传感器所测实验数据与用硅光电池和毫伏表所测实验数据都非常接近理论值，也非常符合线偏振光的特性。因此可以知道，智能手机能代替一些传统实验仪器进行实验测量，也可以将智能手机作为实验工具进行探究性实验^[12]。从图 6 可以看出，当 1/4 波片角度为 0° 时，偏振光的状态为线偏光；当 1/4 波片角度为 30° 时，偏振光的状态为椭圆偏振

光; 而 $1/4$ 波片角度为 45° 时, 偏振光的状态为圆偏振光. 这与理论、实验仪器所测得的偏振状态是一致的.

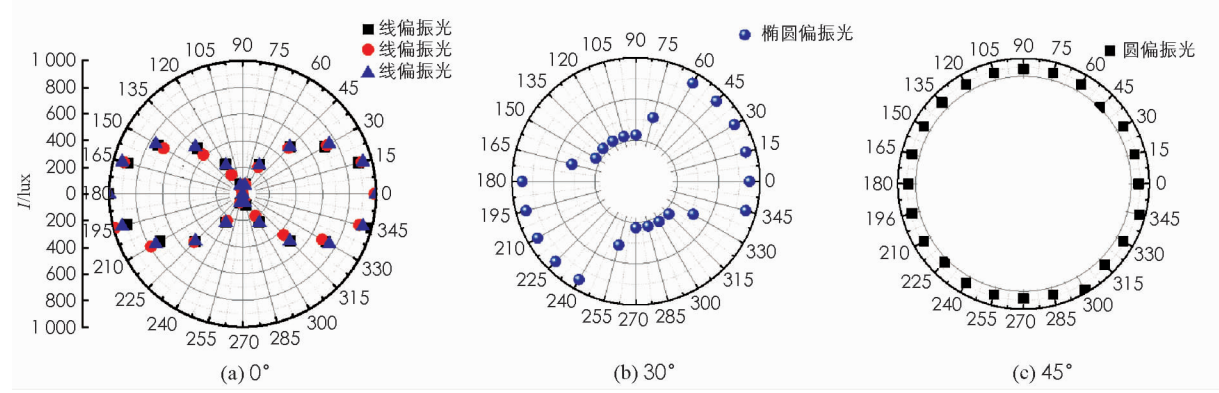
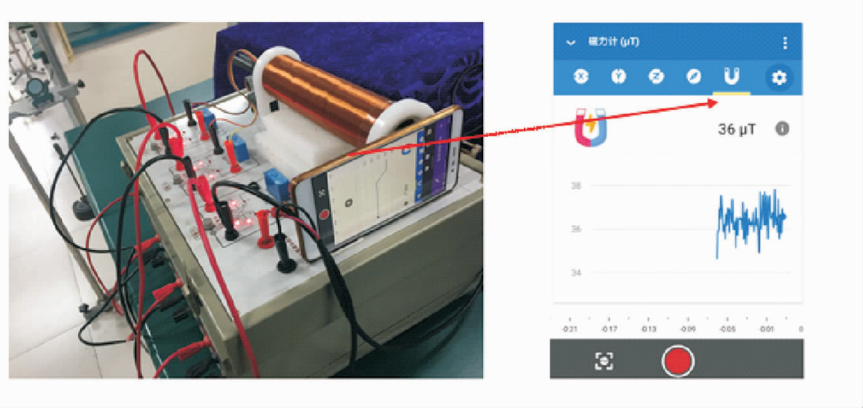


图 6 $1/4$ 波片角度为 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ 时光照强度与检偏器角度 α 关系图

3 利用智能手机测量霍尔效应测量螺线管端口磁场强度

霍尔效应是运动的带电粒子在磁场中受到洛伦兹力而产生偏转从而经过累积生成内电场, 随着电荷的增加, 电场力增大, 当电场力与洛伦兹力大小相等时, 二力平衡, 此时建立起来的电场称为霍尔电场 E_H , 相应的电动势为霍尔电动势 V_H . 利用 $V_H = K_H I_s B$ (K_H 为霍尔元件灵敏度 I_s 为工作电流) 可得出霍尔元件所测磁感应强度 B . 如图 7 所示, 打开智能手机中科学日志 APP 里的磁力计传感器可以将手机周围的磁场以 μT 的形式显示出来. 因此可以利用智能手机先与霍尔元件做对比实验, 再利用智能手机与霍尔元件相结合反过来测量霍尔元件的灵敏度.



注: 放大部分为手机上使用科学日志 APP 读取磁场示意图

图 7 霍尔效应测螺线管磁场强度实验实物图

通过此实验, 可以把霍尔元件放在螺线管端口与手机所在相同位置处, 调节工作电流 I_s 的大小, 每次增加 0.2 A 记录双向开关不同时的霍尔电压大小. 用智能手机对准螺线管的端口, 找到智能手机读数最大的位置记录此时智能手机上所显示的磁感应强度, $B_{\text{手机}} = 1093.48\text{ }\mu\text{T}$. 理论上, 由毕奥萨伐尔定律可知在“半无限长”螺线管端点处的磁感应强度由式 $B = \mu n I / 2$ 可以算出, 已知 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N/A}^2$, $n = N / 2L$, $N = 3\text{ }219$, $L = 276\text{ mm}$, 将这些数据带入上式中, 算得螺线管端口处的磁感应强度 $B = 1\text{ }099.22\text{ }\mu\text{T}$.

用手机所测磁场与理论值比较相对误差为

$$\frac{B_{\text{手机}} - B_{\text{理论}}}{B_{\text{理论}}} \times 100\% = 0.52\%$$

(6)

从以上数据可知智能手机可以测量螺线管端口磁感应强度, 除此之外, 根据图 7 实验装置还可以利用智能手机与霍尔元件相结合反过来测量霍尔元件的灵敏度, 检验实验仪器上的标注是否有误, 进而提高实验效果^[13].

4 结 论

通过扫描二维码进行问卷测评可以让学生在上课前对本堂课的重点有一个大概的把握,学生做错的题目也可以提起学生的关注兴趣,在老师课堂讲解的时候更加专注.而利用现代智能手机所带精密仪器和传感器与物理实验相结合,既可以作为实验工具进行实验探究,也能结合实验仪器进行新的探究,打破传统实验方法,可以拓展学生的思路、激发学生探究物理实验的热情,也能将学生对智能手机的娱乐兴趣转变为学习兴趣.从而正确引导学生对智能手机的使用,将其结合实验,让学生体验到不一样的物理实验乐趣.

参考文献:

- [1] 李锡均,程敏熙,江敏丽.数字传感器新载体——智能手机在物理实验中的应用综述[J].大学物理,2018,37(2):53-59,63.
- [2] 陈爱云,熊彩云,丁益民,等.利用智能手机测量声波的波长[J].大学物理实验,2017,30(4):67-69.
- [3] 卢军委.智能手机内置传感器在物理实验中的应用[J].实验教学与仪器,2017(3):29-31.
- [4] 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(11):39-40.
- [5] 张伟超.基于微信公众平台的大学物理实验预习系统研究[J].数字通信世界,2018(5):144.
- [6] 陈中钧,俞眉孙.大学物理实验教学的思考与建议[J].实验技术与管理,2014,31(4):186-188.
- [7] 周 群.大学物理实验预习系统的构建与使用[J].大学物理实验,2017,30(1):141-145.
- [8] 陈晓莉.普通物理实验教学现状调查及对策研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2005,30(3):585-588.
- [9] 马国发.如何提高大学物理实验课教学质量[J].科技展望,2016,26(10):237.
- [10] 李钰杰,谭兴文,邓 涛,等.基于 LabVIEW 的物理虚拟仿真实验系统设计[J].西南师范大学学报(自然科学版),2017,42(9):201-205.
- [11] 吴家存.面向半实物仿真环境的物理设备虚拟化技术研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2016,41(9):68-74.
- [12] 郭平生,柴志方,崔 璐,等.手机 APP 系统在大学物理实验教学中的应用[J].物理实验,2016,36(11):28-31.
- [13] 高成利.手机在物理教学中的运用[J].理科考试研究,2014(2):72.

On How to Use Smart Phones to Increase Students' Interest in Physics Experiments

ZHAO Meng-ting, SHI Jiu-chang, DENG Ya-wen,
KUANG Min-quan, MU Bo-jia, XU Long

School of Physical Science and Technology, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: To improve the teaching effect of college physics experiment courses, teachers in our school use the smart phone APPs to test students' pre-class preparation, and use a variety of sensors on the phone to assist in completing college physics experiments. The simple operation steps and the novel experimental methods allow students to experience different physical experiments and turn their interest in smart phone entertainment into learning interest, thus improving students' academic performance.

Key words: smart phone; college experimental course; pre-class preparation test; hall effect; polarization of light

责任编辑 潘春燕