

智能手机在物理光学实验中的应用

张晓旭 张胜海 吴天安 兰淑静

(战略支援部队信息工程大学基础部 河南 郑州 450001)

(收稿日期:2022 - 01 - 05)

摘 要:从学生居家进行物理实验的需求出发,引出利用手机进行物理实验的必要性.从光源、光电探测器、光照度计和其他应用等 4 个方面梳理了手机在物理光学实验中的作用,并介绍了手机在物理光学实验中的优点.

关键词:光学实验 手机 光源 光电探测器 光照度计

特殊时期学生居家学习,理论课程可以较为便捷地组织线上教学,物理实验教学由于器材的限制,难以实施居家实验.针对该问题,部分高校巧妙构思,开发了系列自主趣味性实验,并启动在线仿真平台,打破了时空限制,同时运用直播,实现师生实时交互,对物理实验居家教学的开展具有很好的借鉴意义^[1~5].

智能手机作为科技发展的便捷通信产物,几乎每个人都拥有一部.随着技术的进一步发展,多种传感器被集成在智能手机上,有加速度传感器、角速度传感器、温度传感器、声音传感器、光传感器和霍尔传感器等.一些睿智的物理教育者开始关注和研究智能手机在物理实验中的应用^[6~8].

在学生居家学习的特殊时期,利用智能手机开展物理实验教学具有特殊的意义.可以解决线上观看视频欠缺实际探究、线上仿真不能动手实践和趣味性实验难度过低等问题.通过引入智能手机进行物理实验探究,提升实验难度,培养学生解决实际问题的能力,达到物理实验课程动手实践能力培养的目标.

利用手机开展物理实验教学,目前主要集中在力学、电磁学和声学等方面的应用^[8].光学方面的应用较少,本文主要介绍手机传感器在光学方面中的应用.

1 智能手机在物理光学实验中的应用

手机在光学实验中有着非常重要的应用,本文

主要从手机作为发光光源、光电探测器、光照度计和其他应用等 4 个方面进行整理介绍.

1.1 手机作为发光光源的应用

手机具有手电筒功能,手电筒可以作为亮度比较高的复色光源进行实验.手机的屏幕普遍采用液晶显示器,而液晶显示器是采用背光原理,使用 3 基色荧光灯管作为背光的光源,因此手机的屏幕也可以作为光源使用.

利用纯色的背景照片可以实现单色光源,利用白色的背景照片也可以实现复色光源,还可以改变背景亮度的百分比,从而对手机光源的发光特性进行研究^[9].同时,通过对不同型号手机的光谱进行分析^[10],可以比较手机辐射方面的优劣.由于不同界面的光谱不同,可以在手机显示屏测试中选择同一界面进行实验,从而比较哪些设备更容易对人眼造成伤害^[11].

手机的液晶屏幕可以发出线偏振光,因此,可以利用手机作为线偏光源进行偏振光实验研究^[12,13].利用手机调节出单色光源,并固定检偏器,同时采用凸透镜进行偏振光聚光,使汇聚的光进入接收端的手机,以达到验证马吕斯定律的目的, $I = I_0 \cos^2 \theta$,其中 I_0 是出射光强, θ 是偏振夹角, I 是接收到的光强.

1.2 手机作为光电探测器的应用

手机摄像的功能日趋完善,不但具有高分辨率,还具有前置、后置摄像头,同时也可以对近红外光进

行探测. 因此可以利用手机检测近红外线, 将手机后置摄像头打开, 在暗环境下, 观察电视机遥控器, 在连续按电视机遥控器按键时, 就可以在视频上呈现肉眼不可见的近红外线.

手机屏幕可以代替人眼, 将需要长时间观测的图像呈现给人眼观测, 从而解决光学实验中眼睛疲劳的问题. 在分光计实验中, 调节十字叉丝较为困难, 需要人眼贴在目镜上进行长时间观测. 因此, 可以将手机的后置摄像头贴在目镜上, 将图像呈现给人眼进行观测, 解决人眼疲劳问题^[14].

利用智能手机摄像头的拍照功能, 可以拍摄照片进行分析研究. 在干涉实验中, 我们可以对牛顿环干涉图样进行拍照, 然后通过 Matlab 进行分析, 利用视场直径计算出像素和实际物理距离的对应关系, 从而求得牛顿环的曲率半径 R ^[15]

$$R=\frac{r_m^2-r_n^2}{(m-n)\lambda}$$

其中 r_m 和 r_n 为第 m 级和第 n 级明环或暗环的半径, λ 为光波波长. 值得注意的是, 为真实反映像素和实际物理距离的关系, 可以采用微尺的刻度进行精确定标.

利用智能手机可以对迈克尔孙干涉图样进行视频拍摄, 同步记录迈克尔孙干涉仪刻度的初始位置和结束位置, 位置之差为 Δd . 然后通过 Matlab 等软件分析吞吐的干涉圆环数目 N , 这样可以有效避免人工错数吞吐的干涉圆环数目, 从而求得激光波长参量 λ ^[16]

$$\lambda=\frac{2\Delta d}{N}$$

1.3 手机作为光照度计的应用

大多手机在前置面板具有光照度计, 因此可以利用手机的光照度计进行探测. 下载并打开手机的 phyphox 应用程序, 点击“光”界面, 就可以采集照度分布信息, 通过改变不同的距离位置, 可以验证点光源的发光强度与距离的平方成反比关系^[17].

光学秒表是一个比较好的域值计时工具, 具有广泛应用. 可以利用 phyphox 应用程序的光学秒表进行计时, 通过对光照度计设置不同的触发上限和触发下限, 光学秒表可以在同时满足两个设定域值时触发, 从而实现光学计时.

利用手机拍摄视频可以有效避免迈克尔孙干涉实验中人眼观测条纹吞吐出现误差, 但是需要用 Matlab 软件对视频进行处理, 出现不必要的麻烦. 其实可以采用智能手机的光照度计, 读出干涉条纹中心点的明暗变化. 下载 Sense 软件, 实时记录智能手机传感器数据并生成图像, 得到精确的干涉条纹变化数目, 从而求出激光波长或空气折射率等^[18~20].

1.4 手机的其他应用

手机的屏幕是由许多微小的周期性排列的显示单元组成, 这种结构和光栅类似, 因此可以将手机的屏幕作为反射式光栅进行研究^[21]. 利用单色激光源在斜入射的情况下, 可以将反射光打在白墙上进行测量, 从而根据公式

$$d(\sin \alpha \pm \sin \beta)=k \lambda(k=1,2,3, \cdots)$$

就可以求出光栅常数 d , 其中 α 是入射角, β 是反射角, $\pm$ 表示入射光线和反射光线在光栅平面法线的异侧还是同侧.

2 智能手机在光学实验中的优势

智能手机作为高科技发展的产物, 低售价的智能手机已经拥有了多种内置传感器, 在物理实验的应用, 尤其是在特殊时期学生居家学习的时候, 有着非常独特的应用价值. 因为可以不受时间、不受空间的限制进行物理实验, 还可以根据实际需要进一步进行数据处理等.

手机的光源、光电探测器和光照度计给予了光学实验广泛的应用空间. 利用手机的光源, 可以便捷地产生单色光和复色光等线偏振光, 并通过改变屏幕亮度的百分比实现发光强度的调制. 利用手机的光电探测器, 可以实现高分辨率的图片和视频的拍摄, 结合 Matlab 等软件或者自编的 APP 软件进行图片和视频的分析. 利用手机的光照度计, 结合 phyphox 等应用程序, 可以方便地接收光的照度, 实现数据的采集, 同时还可以设置域值, 进行光学时间的测量.

3 结论

居家物理实验的开发是一个值得研究的重要课

题,随着技术的进步,智能手机在物理实验中的应用也更加重要.在前人总结智能手机在物理力学实验、声学实验、电学实验的基础上,本文主要梳理了智能手机在物理光学实验中的应用,其目的是发挥手机光源、光电探测器和光照度计的作用,迈出智能手机在物理光学实验中应用的一大步.

参 考 文 献

1 张增明. 64 学时大学物理实验线上教学方案及其设计思路 [J]. 物理与工程,2020,30(2): 7 ~ 10

2 王旗,刘静,朱盼盼,等. 大学物理实验线上开设直播课的尝试、探索与思考 [J]. 物理实验,2020,40(5):28 ~ 30

3 唐艳妮,李雪琴,赵云芳,等. 疫情中的大学物理实验线上教学探索 [J]. 物理实验,2020,40(5):31 ~ 35

4 蒋逢春,吴杰,张艳萍,等. “停课不停学”背景下大学物理实验及仿真在线开放课程的实践与拓展 [J]. 物理实验,2020,40(4): 42 ~ 46

5 蒋逢春,吴杰,王海燕,等. 大学物理实验及仿真翻转课堂的实践 [J]. 物理通报,2019(3): 80 ~ 82

6 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

7 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

8 饶迪,程敏熙,李锡均. 智能手机传感器在中学物理实验中的应用综述 [J]. 物理通报,2019(4): 123 ~ 128

9 李梦,冯慧慧,娄志恒,等. 利用智能手机研究平板光源的发光特性 [J]. 大学物理实验,2018,31(5):60 ~ 64

10 马彪,王亚芳,崔美娜,等. 手机,电脑显示屏的发光光谱以及对人眼健康的影响 [J]. 大学物理,2017,36(5):70 ~ 73

11 胡兴彬,焦再峰,巩合春,等. 手机屏幕光辐射安全检测方法研究 [J]. 黑龙江科技信息,2018(24): 34 ~ 35

12 林春丹,葛运通,成君宝,等. 巧用智能手机做偏振光实验和超重失重实验 [J]. 物理实验,2017,37(9): 16 ~ 19

13 赵梦婷,许龙. 用智能手机提升学生对大学物理实验的兴趣 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(3):165 ~ 170

14 张庆月,周培聪,熊新农,等. 分光计教学实验改进 [J]. 大学物理实验,2020,33(5):29 ~ 33

15 张晓旭,吴天安,李达. 手机和 Matlab 相结合测量牛顿环的曲率半径 [J]. 物理实验,2018,38(3):18 ~ 20

16 宾峰,邓敏,唐付桥,等. 迈克尔孙干涉条纹自动测量方法 [J]. 光学与光电技术,2015,13(4): 36 ~ 40

17 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

18 云书涵,王馨雨,吴婷,等. 巧用智能手机精测激光波长 [J]. 物理教学探讨,2019,37(2): 3

19 王馨雨,吴婷,徐艺林,等. 基于手机光传感器精测空气折射率 [J]. 实验室科学,2020,23(3): 22 ~ 24

20 崔大钧,宋宇航,熊畅,等. 基于智能手机的迈克耳孙干涉自动计数系统 [J]. 大学物理,2017,36(4): 46 ~ 49

21 许军伟,田喜敏,许坤. 基于光栅衍射原理测量手机屏幕光栅常量的居家实验 [J]. 物理实验,2021,41(7): 27 ~ 31

Application on Mobile Phone in Physical Optical Experiment

Zhang Xiaoxu Zhang Shenghai Wu Tian'an Lan Shujing

(Basic Department, Information Engineering University of Strategic Support Forces, Zhengzhou, He'nan 450001)

Abstract: From the needs of students to do physical experiments at home, the necessity of using mobile phones for physical experiments is introduced. This paper reviews the application of mobile phone in physical optical experiment from light source, photoelectric detector, illuminometer and other applications, simultaneously, introduces the advantages of mobile phone in physical optical experiment.

Key words: optical experiment; mobile phone; light source; photoelectric detector; illuminometer