

# 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

洪静爽 程敏熙

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2020-02-27)

**摘要:**基于智能手机光传感器,可实现实时测量和采集光强数据.借助 phyphox 软件设计实验实时测量光强分布验证了点光源光照强度与距离的平方反比关系.

**关键词:**智能手机 光传感器 光照强度

## 1 引言

智能手机内部携带有各种传感器使其成为一个集数据测量、采集于一体的工具包.测量快速、准确,且智能手机造价相对低廉,普及率高,轻便小巧,便于开展户外研究<sup>[1]</sup>.利用智能手机辅助完成物理实验可以有效开拓学生视野,激发学生学习兴趣,培养学生的创新思维和实践能力.同时,也为教师提供新的可能实验教学工具和方案,拓展教师教学思路.

## 2 Phyphox 软件及其使用方法介绍

Phyphox 是德国亚琛工业大学设计开发的一款用途较广的物理实验传感器软件<sup>[2]</sup>.调用内置传感器进行测量,监测手机的具体运动情况和周围环境变化获取相应的数据.可实现对光照强度等基本物理量进行测量,能够将测量结果以数据或图像的形式呈现出来,供使用者进行后期分析和处理.

本实验主要运用智能手机安装的“phyphox”软件的“Light”功能.首先为了确定手机光传感器所在位置,将手机水平置于桌面上,打开 phyphox 应用程序,点击界面中的“Light”功能图标;待曲线示数稳定后,通过遮挡手机的不同部位观察光强变化;若遮挡某位置示数变化明显,即可确定为手机的光传

感器最灵敏位置(见图 1 中方框圈围的位置).本实验通过“phyphox”软件的“Light”功能实时记录光照强度随时间的变化完成实验测量.



图 1 确定光传感器位置

## 3 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实验

### 3.1 实验原理

光照强度( $E$ ) 是用来表征物体受照面被照明程度的物理量,一般可用单位受照面积上接收到的光通量( $\Phi$ ) 数值来表示<sup>[3]</sup>;发光强度( $I$ ) 是用来表征光量的空间分布的物理量,可用点光源在单位立体角中发出的光通量来度量.如图 2 所示, $R$  表示点光源所在位置  $O$  至照射面上面元  $dS$  中心的距离, $d\Omega$  为面元  $dS$  对点光源  $O$  所张的立体角, $\alpha$  为面元  $dS$  的法线和立体角  $d\Omega$  轴线夹角.考虑最简单的情况即当点

作者简介:洪静爽(1996-),女,在读硕士研究生,研究方向为课程与教学论(物理).

通讯作者:程敏熙(1962-),男,博士,副教授,研究方向为光电技术与系统、物理实验设计.

光源在面元法线上时,  $\alpha$  为零, 则在物体某一面元  $dS$  上的照度可以表示为

$$E = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{Id\Omega}{dS} = \frac{I \cos \alpha}{R^2} = \frac{I}{R^2} \quad (1)$$

可见, 点光源的照度反比于光源到受照面距离的平方。

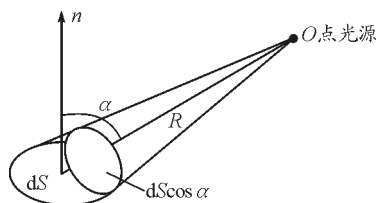


图2 点光源照度示意图

国内有对该实验进行详细说明并展开实验设计的相关研究<sup>[4]</sup>, 该文中所涉及的实验装置、操作、数据处理相对而言较繁琐, 且为间接测定. 文献<sup>[5]</sup>运用智能设备在光具座上进行实验, 测量得到了灯泡光照强度随距离变化的关系曲线, 证明在距离  $r > 20$  cm 的条件下, 点光源光照度符合距离平方反比定律<sup>[1,5]</sup>. 本实验将进一步简化实验装置, 直接采用智能手机的“手电筒”作为光源, 手机LED灯体积更小, 且无需导线和电源, 不受特定实验场所限制, 可实现实验时间和空间的自由化和灵活化. 因此, 学生不仅可以在实验室进行, 也可以在实验室之外的其他场所进行。

### 3.2 实验步骤

(1) 将作为光源的手机1的“手电筒”打开, 用橡皮筋将其固定在光具座一端, 即手电筒光源位置位于光具座“0”刻度处; 将作为传感器使用的手机2用橡皮筋固定在小挡板上, 且能随挡板在光具座导轨上滑动, 示意图如图3所示。

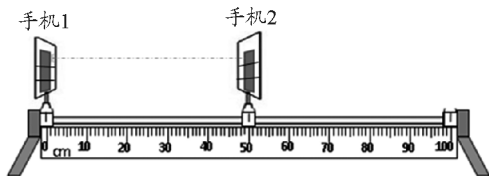


图3 智能手机测点光源光照度随距离变化的装置示意图

(2) 打开手机2的 phyphox 应用程序, 点击“Light”, 智能手机采集界面如图4所示, 再点击“Light”界面右上角的“▶”开始采集光强分布信息。

(3) 调节使手机2的光传感器和手机1手电筒中心最大可能对准。

(4) 从刻度7 cm位置开始实验, 7~22 cm范围之间每间隔1 cm进行一次测量, 25~85 cm之间每间隔5 cm进行一次持续测量。

(5) 每次测量使计数尽可能多些, 以确保实验结果的准确性, 从第一次测量开始, 每次测量完点击应用中的“||”暂停测量。

(6) 全部测量结束后, 点击应用右上角的“:”, 选择“Export Data”→“Excel”→“E-mail/QQ/微信/电脑”, 数据以Excel表格的形式传送到其他通讯工具中, 待进一步处理。

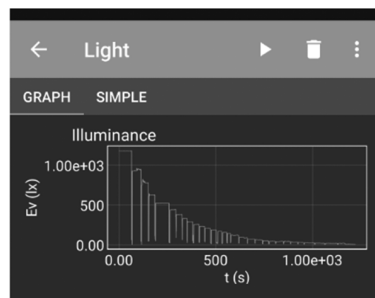


图4 智能手机采集界面

### 3.3 实验数据分析与结果

对数据进行进一步的加工处理, 可得到光照强度随距离变化的数据表格如表1所示, 将数据导入 origin(matlab 或 Excel) 软件进行线性拟合, 结果如图5所示。

表1 光照强度随距离变化的数据表格

$r/m$	$r^{-2}/m^{-2}$	$E/lx$	$r/m$	$r^{-2}/m^{-2}$	$E/lx$
0.070 0	204.0	1177.0	0.220 0	20.70	144.00
0.080 0	156.0	936.7	0.250 0	16.00	120.70
0.090 0	124.0	780.6	0.300 0	11.10	90.13
0.100 0	100.0	623.3	0.350 0	8.16	70.11
0.110 0	82.6	520.4	0.400 0	6.25	61.15
0.120 0	69.4	440.2	0.450 0	4.94	50.25
0.130 0	59.2	378.7	0.500 0	4.00	44.16
0.140 0	51.0	330.1	0.550 0	3.31	43.00
0.150 0	44.4	289.6	0.600 0	2.78	40.57
0.160 0	39.1	257.3	0.650 0	2.37	32.71
0.170 0	34.6	231.1	0.700 0	2.04	25.77
0.180 0	30.9	207.0	0.750 0	1.78	21.10
0.190 0	27.7	187.7	0.800 0	1.56	20.41
0.200 0	25.0	170.5	0.850 0	1.38	19.90
0.210 0	22.7	156.4			

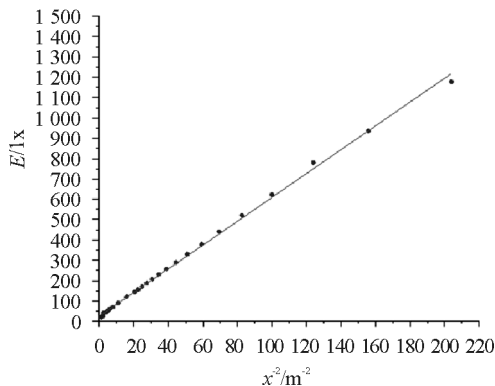


图5 点光源光照强度与距离平方倒数关系

本实验相对已有研究实验设计<sup>[4]</sup>中的原理更加简明,器材更加简单易得,且方便操作和调节,数据处理也更加简单方便.智能手机的光传感器灵敏度高,测量结果可通过 Excel 表格直接获取,无需人工计数和计算,且更精确.

#### 4 结束语

通过智能手机辅助的创新性实验可以使学生在验证点光源距离平方反比定律过程中,加深对有关光学的基本物理量或概念的理解,包括光通量、发光强度、照度等光度学参量.

该实验不受特定实验场所限制,使学生的实验时间和空间更加灵活可控.智能手机可作为培养学生科学探究兴趣的原材料,帮助提高学生的科学文

化素养.将智能手机合理化运用于物理实验,不仅可以创造性地改进和辅助传统实验,提高学生创新设计实验的能力,还有利于学生在实验过程中将物理知识、社会生活与科技发展相联系,提高学生物理论科核心素养.

由于条件的限制性,本文并未能将智能手机传感器辅助的实验教学付诸实践,因此,未能进行实际教学效果的验证.相信今后基于智能手机传感器辅助完成物理实验及教学研究将会迎来更加光明的发展前景.

#### 参考文献

- 1 纪煦,程敏熙,时雯,等.用智能手机中的光传感器做单摆实验[J].物理教学探讨,2018,36(07):54~55
- 2 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(07):70~72
- 3 姚启钧.光学教程[M].北京:高等教育出版社,2004.82~89,186~190
- 4 张静.“光照度平方反比定律”的实验设计[J].物理教学探讨,2009(7):75~77
- 5 Klein P,Hirth M,Gr ber S.Classical experiments revisited: smartphones and tablet PCs as experimental tools in acoustics and optics[J].Physics Education,2014,49(4):412~418

## Verifying the Inverse Square Relationship between Light Intensity and the Distance of Point Light Source Based on Smartphone Light Sensor

Hong Jingshuang Cheng Minxi

(School of physics and Telecommunication Engineering,

South China Normal University,Guangzhou,Guangdong 510006)

**Abstract:** Based on the smartphone light sensor, real-time measurement and collection of light intensity data could be realized. With the help of phyphox application, a physical experiments were completed, verification about the inverse-square relationship between light intensity and distance of point light source.

**Key words:** Smart phone; optical sensor; illumination intensity