

教育技术应用

计算电风扇转速^{*}

——关于圆周运动的趣味实验

饶迪 程敏熙 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:2018-06-18)

摘要:设计了基于DISLab和手机传感器对电风扇中圆周运动进行探究的趣味实验,促进学生对相关概念的理解,取得了较好的实验效果.

关键词:DISLab 智能手机 传感器 电风扇 趣味实验

圆周运动的线速度、角速度及其相互之间的关系是人教版高中物理的重要知识点,同时,在必修2第五章第4节还引申出转速和周期这两个非常重要的概念.从学生开始学习圆周运动时,教师常常会举一些例子(如自行车、圆筒、皮带转动装置、时钟等)来帮助学生理解相关概念.与此同时,教材中设计了拓展性内容——“做一做”栏目和“说一说”栏目来辅助学生理论联系实际.这两个栏目不属于基本教学内容,学生们可以根据实际条件在教师的指导下选择性学习^[1].

纵观第五章的7个小节,除了第4节“圆周运动”外,其他每个小节都有“做一做”或者“说一说”栏目给学生在课后进行选择学习.对此,本文针对第4节拟从DISLab和智能手机传感器两个方面设计一个趣味实验,通过对生活中常见的电风扇转动进行研究,促进学生对线速度、角速度、周期、转速等知识的理解,激发学生学习物理的兴趣.

1 利用DISLab系统研究电风扇转动

1.1 实验器材

科威DISLab(磁感传感器、数据采集器、数据线)、电脑、电风扇、小磁铁、透明胶带、直尺.

1.2 理论基础

磁感传感器是一种通过其前端的磁敏元件测量

磁场中磁感应强度数值的传感器.当磁感传感器越靠近磁铁时,磁感应强度越强,电脑上显示的测量值也就越大,反之亦然^[2].将小磁铁粘贴固定在小电扇的扇叶上,当风扇转动时,通过电脑屏幕上的周期性变化图像可以得到扇叶转动的周期,进而可以通过公式

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

$$n = \frac{1}{T} \quad (2)$$

计算出各个挡位转动的角速度 ω ,周期 T ,转速 n .

此外,改变小磁铁到转轴的轨道半径 r ,利用公式

$$v = r\omega \quad (3)$$

可以计算各个不同条件下的线速度 v .

1.3 操作步骤

(1) 拆下小电扇的外叶,用透明胶带将小磁铁粘贴在扇叶上,如图1所示.

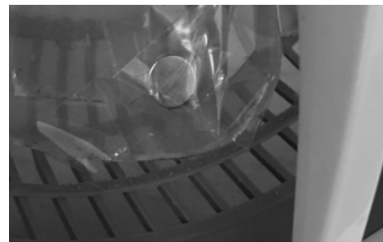


图1 小磁铁粘贴在扇叶上

* 2017年度华南师范大学教学改革项目;广东省高等教育学会实验室管理专业委员会2016年度研究基金项目,编号:GDJ2016055

作者简介:饶迪(1987-),男,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(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.

(2) 将磁感传感器接入数据采集器,打开“朗威DISLab”通用软件,点击“曲线显示”,将采集频率调为5 kHz.

(3) 把磁感传感器放在电扇后方的桌面上,启动风扇1挡风,同时鼠标点击屏幕上绿色开始键,此时屏幕上显示 $B-t$ 图像,如图2所示. B 为传感器探测到的磁感应强度, t 为磁感传感器探测的时间.

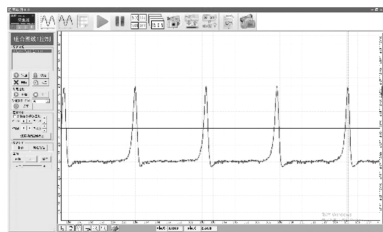


图2 $B-t$ 图像

(4) 取10个周期的时间,求平均值得到周期 T ,再求出角速度 ω 和转速 n .

(5) 改变挡位,重复操作(3)和(4),所得的各数值如表1所示.

表1 电扇在不同挡位的 T, ω, n

挡位	10个周期 10T/s	周期 T/s	角速度 $\omega/(\text{rad} \cdot \text{s}^{-1})$	转速 $n/(\text{r} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.639 6	0.063 96	98.18	15.63
2	0.532 9	0.053 29	117.9	18.76
3	0.493 3	0.049 33	127.4	20.27

(6) 用直尺测出小磁铁中心到转轴的距离 r ,根据公式(3)可以计算出各个挡位下的线速度 v .

(7) 调整小磁铁位置改变轨道半径 r ,重复操作(6)得到在各个挡位上的线速度 v ,如表2所示.

表2 电扇在不同条件下的线速度 v

挡位	角速度 $\omega/(\text{rad} \cdot \text{s}^{-1})$	轨道半径 r/m	线速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	98.18	0.074	7.265
	98.18	0.083	8.149
	98.18	0.096	9.425
2	117.9	0.074	8.725
	117.9	0.083	9.786
	117.9	0.096	11.32
3	127.4	0.074	9.428
	127.4	0.083	10.57
	127.4	0.096	12.23

从表1中可以看出,挡位越高,周期越小,角速

度和转速越大,这也与我们的日常生活经验相符合.

2 利用手机传感器研究电风扇转动

2.1 实验器材

智能手机、电脑、电风扇、小磁铁、透明胶带、直尺.

2.2 手机传感器 APP 介绍

智能手机内置有磁感传感器,启动磁感传感器APP能探测智能手机周围磁感应强度的变化并在坐标系中显示,其中横轴表示时间,纵轴表示磁感应强度.磁感传感器APP默认呈现4条曲线: X轴磁感应强度、Y轴磁感应强度、Z轴磁感应强度和总强度曲线. X, Y, Z这3条轴线的方向如图3所示.

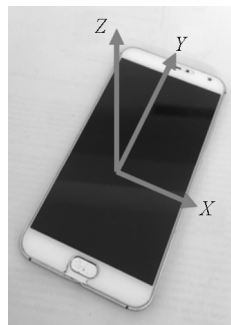


图3 智能手机的3条轴线

诚然,无论是基于苹果手机的APP“phyphox”,还是基于安卓手机的APP“Physics Toolbox Magnetometer”,都可以较精确地探测到手机所在空间的磁感应强度.本实验以苹果手机为例,在安装好APP“phyphox”后,点击“Magnetometer”键就可以进入探测磁感应强度的界面,如图4所示.

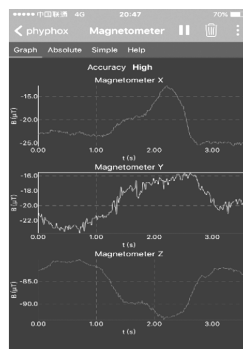


图4 “phyphox”APP

2.3 操作步骤

(1) 拆下电扇的外叶,用透明胶带将小磁铁粘贴在扇叶上.

(2) 打开苹果手机“phyphox”软件, 点击“Magnetometer”键。

(3) 把手机平放在电扇下面, 启动风扇 1 挡风, 同时点击手机屏幕右上角白色三角键, 此时手机屏幕上显示 $B-t$ 图像。

(4) 取 10 个周期的时间, 求平均值得到周期 T , 再求出角速度 ω 和转速 n 。

(5) 改变档位, 重复操作(3)和(4), 所得的各数值如表 3 所示。

表 3 电扇在不同档位的 T, ω, n

档位	10 个周期 $10T/s$	周期 T/s	角速度 $\omega/(\text{rad} \cdot /s^{-1})$	转速 $n/(\text{r} \cdot s^{-1})$
1	0.631 0	0.063 10	99.78	15.85
2	0.530 8	0.053 08	118.4	18.84
3	0.478 5	0.047 85	131.3	20.90

(6) 用直尺测出小磁铁中心到转轴的距离 r , 根据公式(3)可以计算出各个档位下的线速度 v 。

(7) 调整小磁铁位置改变轨道半径 r , 重复操作(6)得到在各个档位上的线速度 v , 如表 4 所示。

表 4 电扇在不同条件下的线速度 v

档位	角速度 $\omega/(\text{rad} \cdot s^{-1})$	轨道半径 r/m	线速度 $v/(\text{m} \cdot s^{-1})$
1	99.78	0.074	7.384
	99.78	0.083	8.282
	99.78	0.096	9.579
2	118.4	0.074	8.762
	118.4	0.083	9.827
	118.4	0.096	11.37
3	131.3	0.074	9.716
	131.3	0.083	10.90
	131.3	0.096	12.60

观察两种方法测得的所有数据, 发现各数据差别不大。以 DISLab 的数据为标准计算 T, ω, n, r 的

相对误差, E 最小值为 0.39%, 最大值为 3.06%, 在可接受的范围内。

3 结论

生活中的物理知识无处不在, 电风扇是家庭中常见的家用电器, 但是鲜有学生会想到研究电风扇中的匀速圆周运动。DIS 系统的采集频率最高可达 5 kHz, 但是手机传感器测得的各项数据与 DIS 系统相差不大, 可见, 在条件有限的学校, 学生也可以利用智能手机传感器的完成此实验。本实验耗时短, 实验原理简单易懂, 学生可以通过一定计算加深对相关知识的理解, 为后面的学习奠定基础。

参考文献

- 1 课程教材研究所. 高中课程标准实验教科书 物理·必修 2. 北京: 人民教育出版社, 2010
- 2 王华. DIS 实验室在磁学教学领域的应用初探. 物理教师, 2004(10): 45 ~ 46

Calculating the Revolution Speed of Electric Fan

— Interesting experiments on circular motion

Rao Di Cheng Minxi Li Dean

(School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510006)

Abstract: Based on DISLab and mobile phone sensor, an interesting experiment was designed to explore the circular motion of the fan. The students' understanding of the relevant concepts would be promoted and good experimental results were achieved.

key words: DISLab; smartphone; sensor; fun; interesting experiment