

文章编号:1005-4642(2020)04-0062-03

## 利用手机压强传感器开展玻意耳定律实验

黎扬飞,郑永青,洪陈超,马颖

(广州大学物理与电子工程学院物理系,广东广州510006)

**摘要:**介绍了利用手机压强传感器开展验证玻意耳定律的教学实验,该实验把手机放进真空罩,通过推拉活塞改变抽气筒-真空罩密闭空间的气体压强和体积,计算压强和体积的乘积以及绘制相应图像,进而验证了玻意耳定律.

**关键词:**玻意耳定律;压强传感器;智能手机

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2020.04.013

目前市场上绝大多数智能手机都集成了多种高精度、高灵敏度的传感器,如光传感器、压强传感器、磁力传感器、线性加速度传感器、声音传感器、陀螺仪传感器、温度传感器等.这些智能手机所搭载的传感器除了可以实现人机交互多样化之外,也可以用于一些物理量的测量,能够为教师开展物理实验教学、学生学习物理知识、揭示物理规律提供新的方法和途径<sup>[1-4]</sup>.

中学物理教学中,关于玻意耳定律的验证,传统实验有气囊式玻意耳定律演示器<sup>[5]</sup>,但该实验操作复杂;Dislab压强传感器也有配套装置完成玻意耳定律的验证,实验简单易操作,效果明显,但是Dislab设备昂贵,无法大范围推广.本文利用智能手机搭载的压强传感器测量空气压强,再通过实验室的真空罩和普通的抽气筒创造气密性好和可量化的空间,通过增大和减少容器体积,观察手机屏幕显示的压强变化,并记录体积以及对应的压强,从而开展玻意耳定律教学实验.

### 1 实验装置及实验步骤

实验装置如图1所示,由真空罩、抽气盘、抽气筒(350 mL)、手机和大量杯组成.具体的实验步骤如下:

1) 测量真空罩的容积.先把水倒入量杯中,



图1 实验装置图

直至量杯示数为 $V_1$ ( $V_1$ 大于真空罩容积),从量杯向真空罩内部倒入水,直至真空罩恰好装满,此时量杯剩下水的体积为 $V_2$ ,最后得到真空罩内部的容积 $V = V_1 - V_2$ .实际测得真空罩的容积为 $2.92 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ .

2) 为了实验装置的气密性,在抽气盘底部的橡胶圈和抽气管活塞的橡胶塞上涂上密封油.

3) 用橡胶管把抽气盘和抽气筒连接起来,打开手机“Phyphox”软件,选择“压力”功能,调节至筒明值选项,把手机放到真空罩内并盖好.待手机的压强示数稳定无明显变化时,即可进行下一步操作.

4) 实验内容1,抽气筒的活塞调至示数为0,

收稿日期:2020-01-01

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(No.201802019022)

作者简介:黎扬飞(1995-),男,广东高州人,广州大学物理与电子工程学院物理系2018级教育硕士研究生,研究方向为学科教学(物理).

通讯作者:马颖(1964-),女,河南禹州人,广州大学物理与电子工程学院物理系副教授,硕士,主要研究方向为光学薄膜特性、物理教育.



用手拉动活塞,每次体积增加 50 mL,手机屏幕示数稳定记录 1 次手机屏幕显示的数值,如图 2 所示,活塞从 0 变化到 350 mL,记录 8 组数据. 重



图 2 用手机显示玻意耳实验的压强变化

复以上步骤 3 次.

5) 实验内容 2,将抽气筒的活塞调至抽气筒示数为 350 mL,用手推动活塞,每次体积减少 50 mL 记录 1 次手机屏幕显示的数值,活塞从 350 mL 变化到 100 mL,记录 6 组数据. 重复以上步骤 3 次.

注意:实验过程中真空罩内压强增大,需要对真空罩施加压力,保证实验装置气密性<sup>[6]</sup>.

## 2 实验数据处理

### 2.1 实验数据记录与处理

实验数据如表 1 和表 2 所示. 对表 1 和表 2 数据使用 Excel 进行处理,绘制  $p-V^{-1}$  图像,如图 3 所示.

表 1 实验内容 1 数据记录

| V/<br>( $10^{-3} \text{ m}^3$ ) | V <sup>-1</sup> /<br>( $10^3 \text{ m}^{-3}$ ) | p/hPa |       |       | pV/Pa · m <sup>3</sup> |         |         |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|------------------------|---------|---------|
|                                 |  | 1     | 2     | 3     | 1                      | 2       | 3       |
| 2.92                            | 0.342  | 1 009 | 1 007 | 1 010 | 294.628                | 294.044 | 294.920 |
| 2.97                            | 0.337  | 991   | 989   | 991   | 294.327                | 293.733 | 294.327 |
| 3.02                            | 0.331  | 973   | 972   | 974   | 293.846                | 293.544 | 294.148 |
| 3.07                            | 0.326  | 959   | 955   | 960   | 294.413                | 293.185 | 294.720 |
| 3.12                            | 0.321  | 943   | 941   | 944   | 294.216                | 293.592 | 294.528 |
| 3.17                            | 0.315  | 927   | 925   | 929   | 293.859                | 293.225 | 294.493 |
| 3.22                            | 0.311  | 913   | 911   | 914   | 293.986                | 293.342 | 294.308 |
| 3.27                            | 0.305  | 899   | 898   | 900   | 293.973                | 293.646 | 294.300 |

表 2 实验内容 2 的数据记录

| V/<br>( $10^{-3} \text{ m}^3$ ) | V <sup>-1</sup> /<br>( $10^3 \text{ m}^{-3}$ ) | p/hPa |       |       | pV/Pa · m <sup>3</sup> |         |         |
|---------------------------------|--|-------|-------|-------|------------------------|---------|---------|
|                                 |  | 1     | 2     | 3     | 1                      | 2       | 3       |
| 3.27                            | 0.305  | 1 014 | 1 016 | 1 016 | 331.578                | 332.232 | 332.232 |
| 3.22                            | 0.311  | 1 031 | 1 034 | 1 034 | 331.982                | 332.948 | 332.948 |
| 3.17                            | 0.315  | 1 048 | 1 050 | 1 051 | 332.216                | 332.850 | 333.167 |
| 3.12                            | 0.321  | 1 065 | 1 067 | 1 068 | 332.280                | 332.904 | 333.216 |
| 3.07                            | 0.326  | 1 080 | 1 082 | 1 083 | 331.260                | 332.174 | 332.481 |
| 3.02                            | 0.331  | 1 093 | 1 094 | 1 095 | 330.086                | 330.388 | 330.690 |

### 2.2 实验数据结果分析

1) 根据玻意耳定律,在定量定温下,气体的压强和气体的体积成反比,即气体的体积和气体的压强之积是常量,  $pV=C$ . 如表 1~2 所示,每组实验的  $pV$  值几乎等于定值,以及由图 3 可知,“ $p-V^{-1}$ ”图是一条平滑的直线,斜率恒定,实验结果与玻意耳定律相符.

2) 在温度一定的情况下,表 1 和表 2 的  $pV$

值有明显差异,表 2 的  $pV$  值比表 1 的大  $38 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ ,造成差异的原因是,实验 2 系统内空气的分子数比实验 1 系统内的多,这也是实验 2 斜率和截距比实验 1 大的原因;由于实验 2 需要施加压力,所以实验 2 压强的初始值要比实验 1 的大,这也是造成差异的主要原因.

3) 表 2 中,当体积为  $3.02 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  时, $pV$  值明显比体积大于  $3.02 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  的  $pV$  值小,

这是由于在体积为  $3.02 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  时,真空罩内压强大,真空罩较抽气盘上移,导致理论体积比实际体积小,所以所算的  $pV$  值偏小.

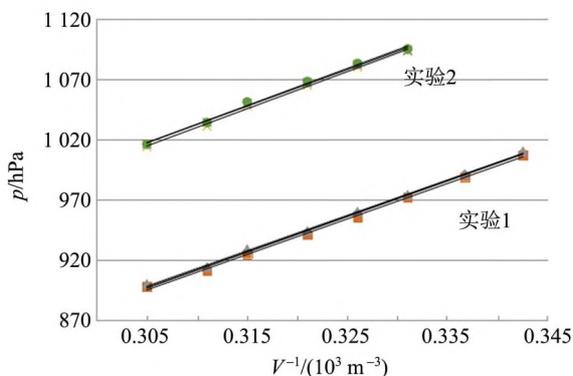


图 3 表 1 和表 2 数据的线性拟合图

### 3 结束语

目前中学生使用智能手机已经非常普遍,利用手机传感器开展物理实验,为学生提供了更多的实验环境.利用手机压强传感器作为玻意耳定律验证的主要测量仪器,无线且实时采集数据,提

高了实验的精度和速度.在未来科技快速发展的过程中,人工智能逐渐普及,手机传感器性能稳定可靠,其种类也会更加丰富,适用于多种物理场景,手机传感器的精度和速度将在中学物理教学中有着更加广泛的应用.

### 参考文献:

- [1] 赵荣俊,刘应开.用智能手机加速度传感器分析弹簧振动现象[J].物理教师,2017,38(1):54-58.
- [2] 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.
- [3] 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(7):54-55.
- [4] 宋艺华,王晓盟,丁益民.利用智能手机传感器改进中学物理实验教学[J].中学物理教学参考,2019,48(4):37-38.
- [5] 朱艳丽.气囊式玻意耳定律演示器[J].教学仪器与实验,2003(6):35-36.
- [6] 张勇,刘茂军,朱金铭,等.利用 PASCO 传感器探究气体等温变化规律[J].物理实验,2018,38(10):59-61.

## Boyle law experiment using mobile phone pressure sensor

LI Yang-fei, ZHENG Yong-qing, HONG Chen-chao, MA Ying  
(Department of Physics, School of Physics and Electronic Engineering,  
Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** A mobile phone pressure sensor was used to verify the Boyle law. This experiment validated Boyle law by placing the mobile phone in a vacuum hood. The gas pressure and the volume of the closed space in the vacuum hood was changed by pushing and pulling the piston. The product of pressure and volume was calculated, and the corresponding image was drawn.

**Key words:** Boyle law; pressure sensor; smart phone

[责任编辑:尹冬梅]