

Phyphox 手机传感器综合实验报告

学生姓名： 学号：

组号：周（ ）第（ ）节（ ）组

实验日期：（ ）月（ ）日

- ** 这是实验报告的参考模板。同学们可以根据实验自己设计和修改。**
- ** 请在报告中附上本次实验中的实验截图（包含测量数据的页面）。**
- ** 请同学们课后在网站提交电子版实验报告（<https://phylab.tongji.edu.cn>）**

PHYPHOX 软件介绍

智能手机中包含有多种多样的内置传感器，因此作为物理实验测量的新工具。Phyphox 是德国亚琛工业大学基于传感器设计开发的物理实验手机软件。Phyphox 软件通过调用手机的内置传感器，包括计时器、速度传感器、加速度传感器、磁力传感器、陀螺仪（旋转传感器）、光学传感器、压力传感器、麦克风和 GPS 等。传感器可根据手机的运动情况和周围环境进行相应的数据测量。注意不同手机所拥有的传感器会有所差异。

基于 Phyphox 软件和智能手机，可以设计多种力学、声学、电磁学和光学的实验。

Phyphox 下载方式参考：

iOS 系统：App Store 中 Phyphox；

Android 安卓系统：手机物理工坊 Phyphox（参见 Canvas 文件夹）。

注意实验安全，防止手机掉落造成损坏。

实验一 单摆测量重力加速度实验

1. 实验原理

当摆角较小 ($\theta < 5^\circ$) 时, 单摆近似做简谐振动。

根据单摆公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$,

可知测出摆长 l 和周期 T , 即可求出当地的重力加速度 g 。

2. 实验内容

2.1 利用 Phyphox 的 “光” 等软件的计时测量功能, 连续测量单摆多个周期的总时长, 计算 \bar{T} , 以及重力加速度 g 。

2.2 利用 Phyphox 软件上的 “摆” 一栏中测量功能, 测量重力加速度 g 。建议: 改变摆长的值, 多测量几组数据, 并比较实验结果。

2.3 以小磁铁作为单摆摆锤, 用 “磁力计” 测量周期。

2.4 (选做拓展实验): 自由落体实验, 利用 Phyphox 的 “声学秒表” 测量下落时间, 量出 h , 计算重力加速度 g 。

3. 实验数据与分析

3.1 利用 Phyphox 的 “光” 等软件测量周期, 计算重力加速度。实验结果填入表 1。

(**表格格式为参考样例。请根据实验情况修改。)

摆长的测量: $l(\text{m}) = \underline{\quad 0.9 \quad} \text{ m}$

表 1.

| 实验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3T (s) | 5.6999 | 5.7010 | 5.7089 | 5.7100 | 5.7022 |
| \bar{T} (s) | 1.9014 | | | | |
| g (m/s ²) | 9.8174 | | | | |

百分差 $E_0(\%) = 0.23\%$

3.2 利用 Phyphox 软件上的 “摆” 一栏中测量功能测量重力加速度。

摆长的测量: $l(\text{m}) = \underline{\quad 1.12 \quad} \text{ m}$

实验者所在地上海的重力加速度理论值 $g_0 = 9.794 \text{ m/s}^2$

表 2

| 实验次数 | Phyphox 软件上的 |
|------|--------------|
|------|--------------|

| | g 测量值 (m/s^2) |
|---------------|----------------------------|
| 1 | 9.74 |
| 2 | 9.71 |
| 3 | 9.82 |
| 4 | 9.77 |
| 5 | 9.81 |
| 平均值 | 9.77 |
| 百分差 $E_0(\%)$ | 0.25 (%) |

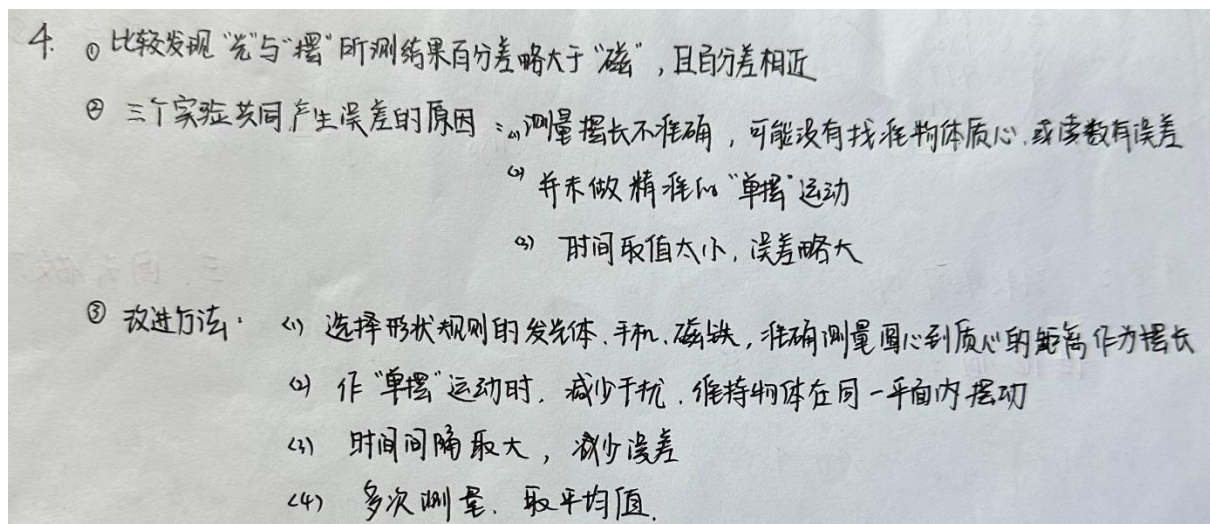
3.3 以小磁铁作为单摆摆锤，请设计实验数据表，用“磁力计”测量周期，计算重力加速度。

摆长的测量： $l(\text{m}) = \underline{\quad 1.11 \quad} \text{m}$

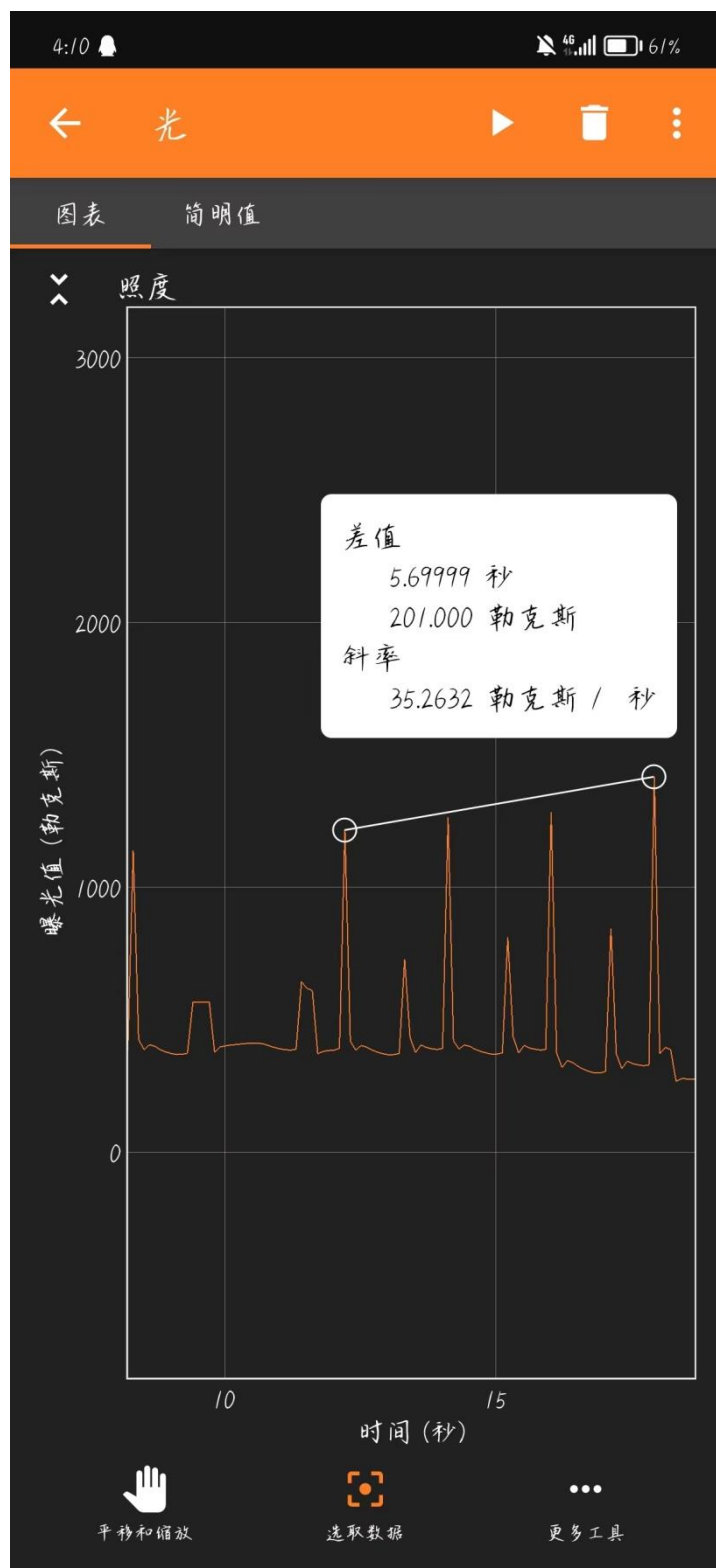
| 实验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $5T(\text{s})$ | 10.5553 | 10.5722 | 10.5701 | 10.5689 | 10.5598 |
| $\bar{T}(\text{s})$ | 2.1130 | | | | |
| $g(\text{m/s}^2)$ | 9.8045 | | | | |

百分差 $E_0(\%) = 0.11\%$

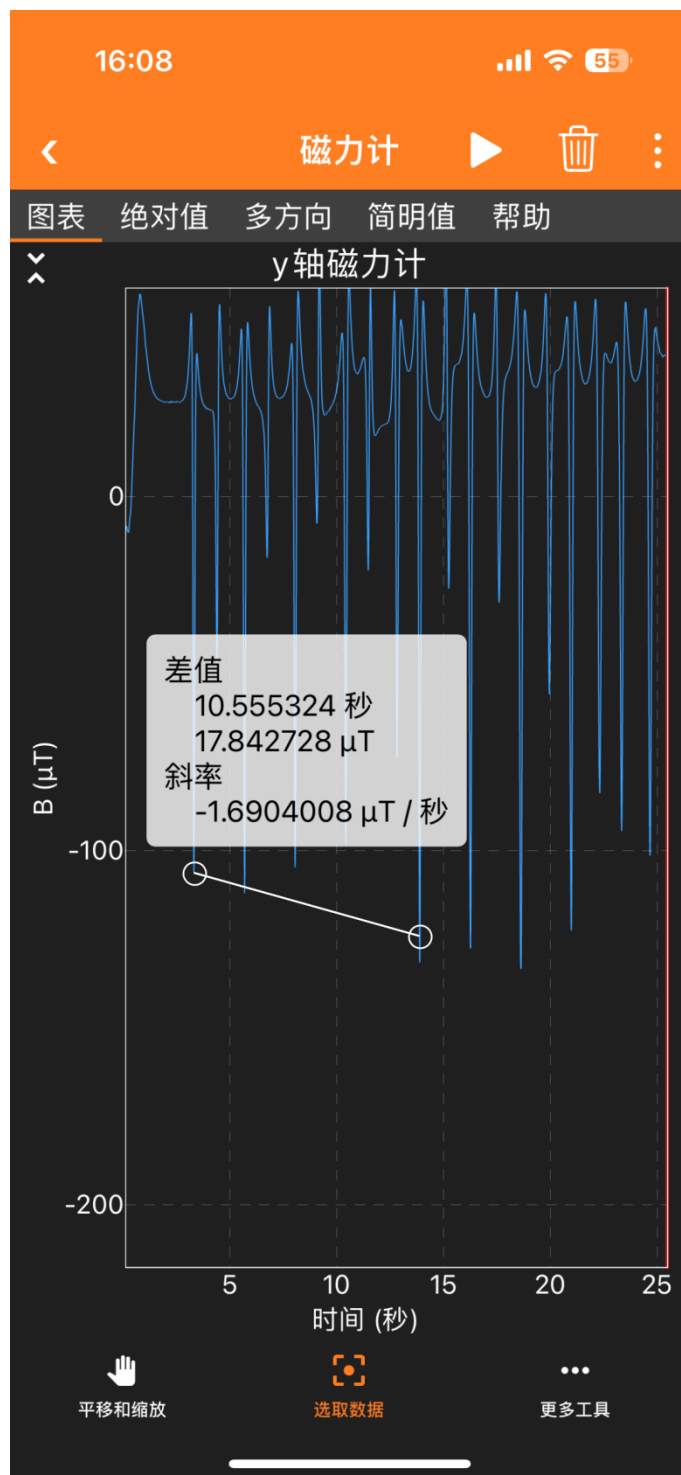
4. 请比较多种实验方法的测量结果，分析实验误差产生的原因，并提出提高测量精度的方法。



** 附：本次实验截图（包含测量数据的页面）



光



磁铁

实验二 回声法测量声速实验

1. 实验原理

实验中，以手机的麦克风作为声波发射源和接收器。将声源放置在一只顶端开口、长度为 L 的圆筒或圆柱形容器上方。声波在底面会被反射回来，并被麦克风接收到。容器中的声场为入射波和反射波的叠加场。

通过测量波源发射信号与接收到反射信号的时间差，以及长度 L ，可以测量出声波在空气中的传输速度 v 。

2. 实验内容

搭置实验装置：可将圆桶竖直放置于桌面上，并将手机竖直放在圆筒之上。用米尺测量圆筒长度 L 。

运用 Phyphox 软件的“声呐”一栏中的测量功能。在“目标距离”一格中输入 L 值。

点击箭头，开始测量，并听到“哒哒哒”响声，测量曲线实时显示在页面上。

3. 实验数据与分析（格式仅作参考）

圆筒长度 $L = \underline{\quad 1.15 \quad}$ m

声速测量值 $v_{\text{测量值}} = \underline{\quad 344.096 \quad}$ m/s

室温 $t = \underline{\quad 25.3 \quad}$ °C = $\underline{\quad 298.3 \quad}$ K

计算声速理论值：

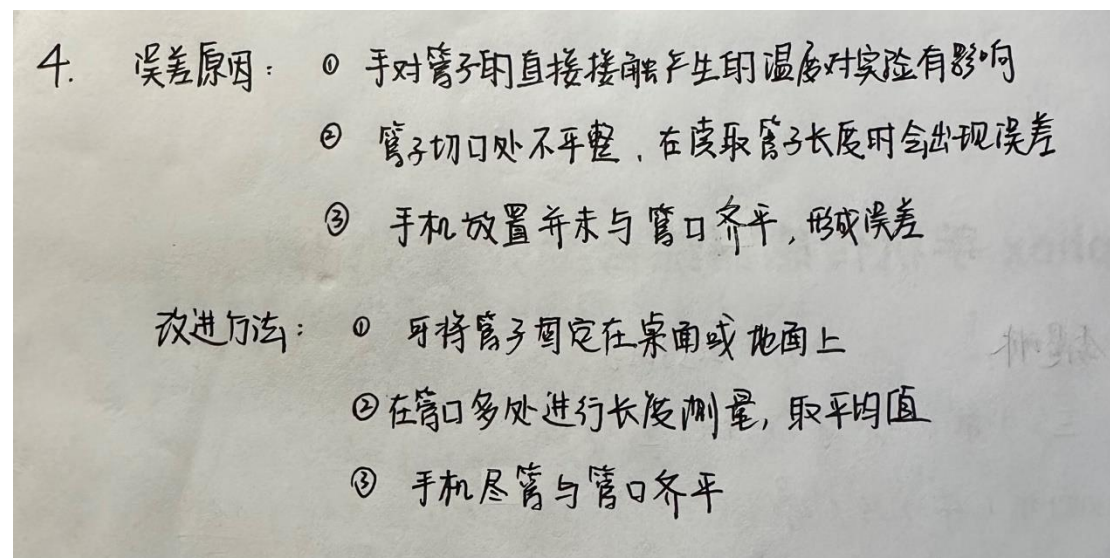
$$v_{\text{理论值}} = v_0 \sqrt{\frac{t}{T}} = \quad 346.425 \quad \text{m/s}$$

其中， $T = 273.15\text{K}$ ， $v_0 = 331.5\text{m/s}$ 。

计算百分差：

$$E_0 = \frac{|v_{\text{测量值}} - v_{\text{理论值}}|}{v_{\text{理论值}}} \times 100\% = \quad 0.6 \quad \%$$

4. 请分析实验结果中误差产生的原因，并提出提高测量精度的方法。



5. 选做拓展内容：将测量数据表导出到计算机，用 Excel 等软件的寻峰功能获得更精确的结果，并进行分析。

答：利用 excel 寻峰功能，找到声速测量值为 346.113 m/s ， $E0=0.09\%$ ，得到更精准的结果。

分析原因：phyphox 中利用“声纳”测量声速，最后人为选取数据，选择峰值，图形较小较集中，选择时误差较大。而利用 excel 计算机寻峰功能更为准确，所取峰值偏差小，计算结果更加精准。

** 附：本次实验截图（包含测量数据的页面）

16:14

54



声呐



时间序列

回声位置

声速

时刻

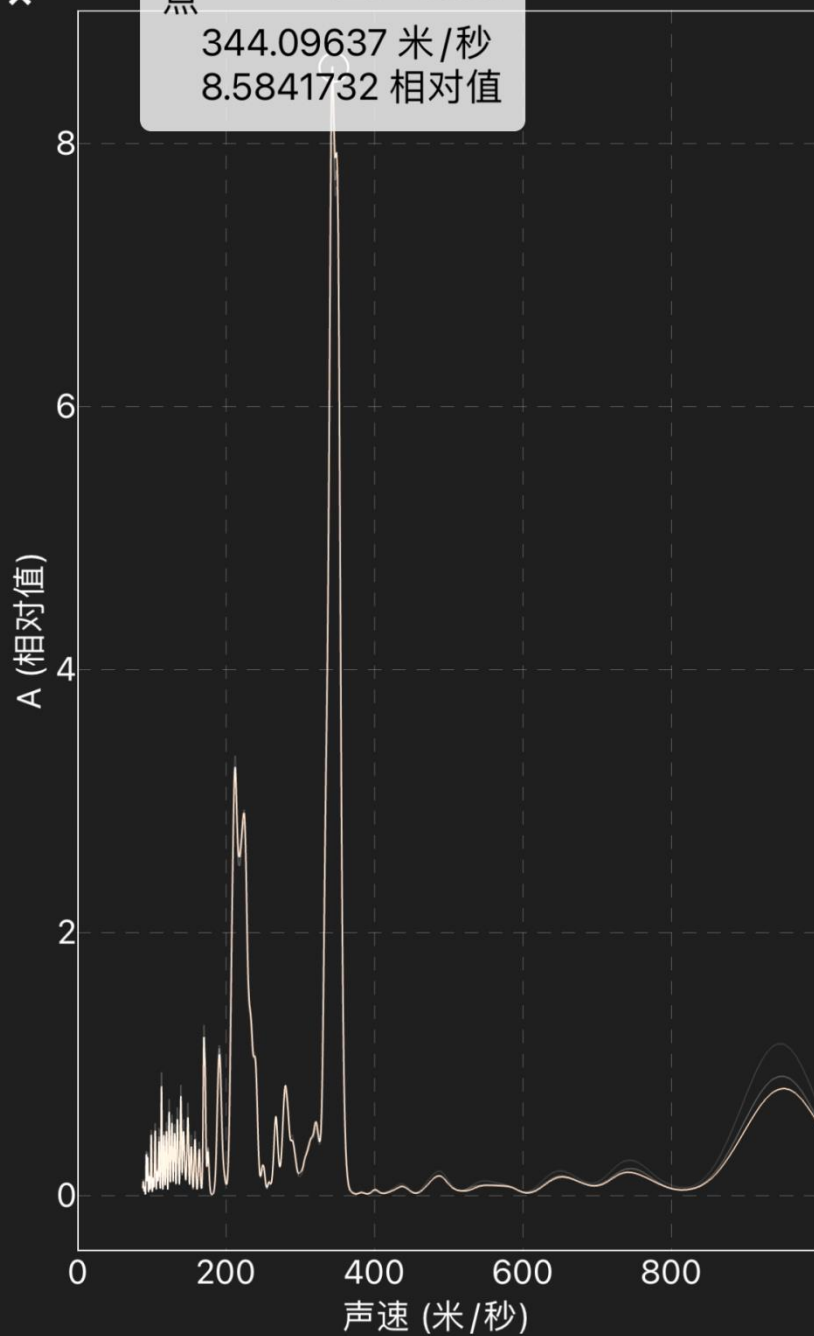
波包



点

回声强度

344.09637 米/秒
8.5841732 相对值



平移和缩放



选取数据



更多工具

实验三 测量地磁场实验

1. 实验原理

地球及其周围空间存在着地磁场，其主要部分是一个磁偶极场，地心磁偶极子轴线与地球表面的两个交点称为地磁极，如图 1 所示。在地球表面任一点观测时，使磁针水平轴与当地磁子午线垂直，这时磁针 N 极所指方向即为地磁场强度方向，它与水平面的夹角即为当地的磁倾角。

早在北宋年间，沈括在他所著的《梦溪笔谈》一书中，就描述了磁倾角这一现象。

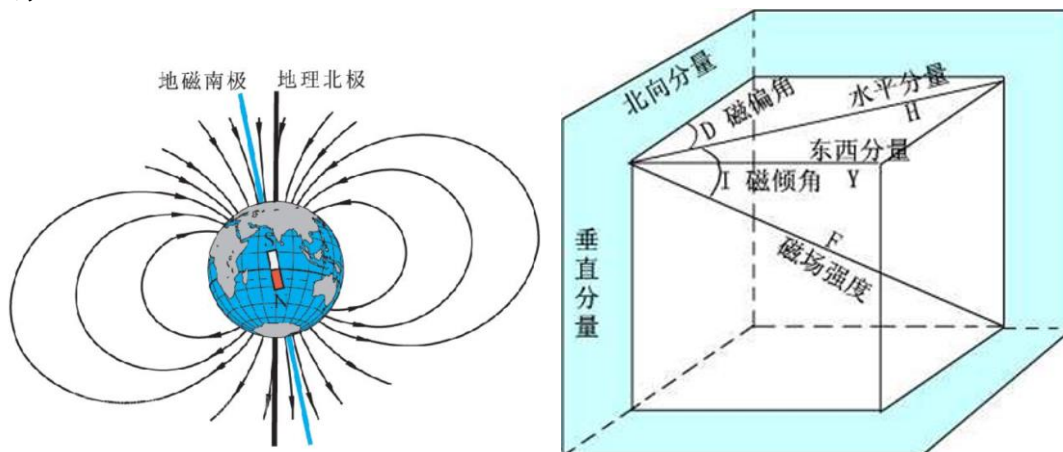


图 1 地磁场

本实验中，利用手机的磁力计传感器进行地磁场的测量。

2. 实验内容

2.1 应用 Phyphox 中的 GPS 或指南针软件等，确定实验地点的经纬度和手机的方位。

2.2 应用 Phyphox 中的磁力计测量地磁场磁感应强度的水平分量 $B_{//}$ 和垂直分量 B_{\perp} 。

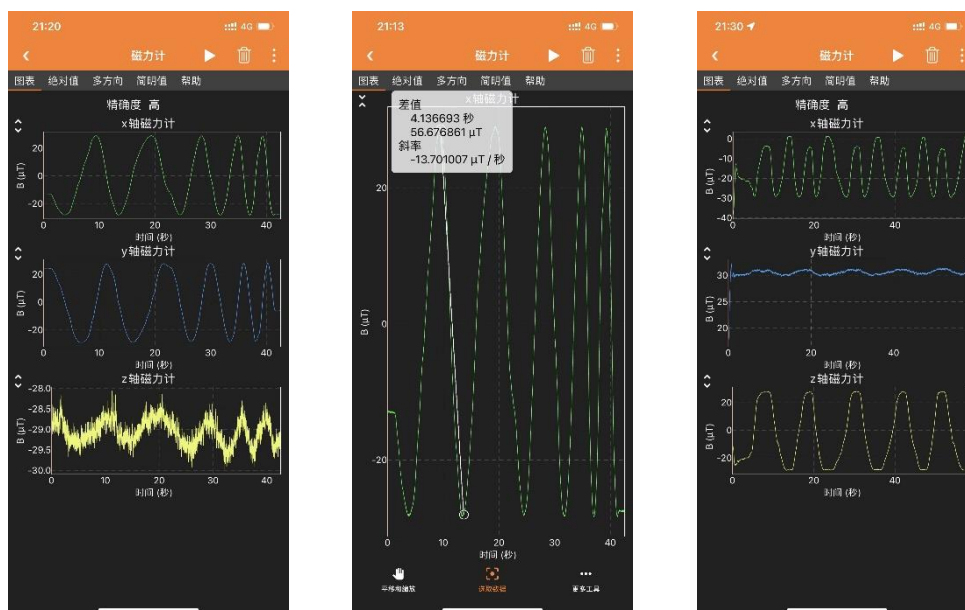
(1) 旋转手机，研究磁力计三轴指代的方位：确定 X、Y、Z 三个方向分别对应手机哪个方向。

(2) 测量地磁场的水平分量 $B_{//}$ ：

将手机水平放置，在水平面上缓慢旋转手机，运用磁力计中的“图表”功能，测量 x 和 y 轴的磁场分量（图 2(a)）。用图 2（b）中的方法读取数据，找到磁感应强度的最大值 B_{\max} 和最小值 B_{\min} 之差；根据公式

$$B_{//} = \frac{(B_{//\max} - B_{//\min})}{2} ,$$

计算地磁场磁感应强度的水平分量 $B_{//}$ 。



(a) 水平方向分量测量 (b) 读取数据 (c) 垂直方向分量测量
图 2 地磁场水平分量和垂直分量测量

(3) 测量地磁场的垂直分量 B_{\perp} : 绕南北方向的水平轴 (例如: 手机屏幕水平放置时的 y 轴) 多次缓慢翻转手机, 运用磁力计中的“图表”功能(图 2(c)), 记录与转轴垂直方向的磁场感应强度分量数据, 用类似于图 2(b) 中的方法读取数据, 根据公式:

$$B_{\perp} = \frac{(B_{\perp\max} - B_{\perp\min})}{2}$$

可计算地磁场磁感应强度的垂直分量 B_{\perp} 。

(4) 计算地磁场磁感应强度及磁倾角, 并与当地参考值比较。

$$B = \sqrt{B_{//}^2 + B_{\perp}^2}$$

$$\text{磁倾角 } \theta = \arctg(B_{\perp}/B_{//})$$

(5) 上海地区地磁场的磁感应强度和磁倾角参考值为:

$$B_{\text{Shanghai}} = 49.02 \mu T$$

$$\text{磁倾角 } \theta_{\text{Shanghai}} = 47^{\circ}10'$$

注意事项:

- 在较为空旷处进行实验, 防止其它磁场干扰;
- 测量前需要将桌面 (平台) 调水平;
- 注意用电安全, 与高压传输线要保持足够远的安全距离。

3. 实验数据

3.1 确定实验地点的经纬度和手机的方位，请将实验结果填入下列表格。

(1) 实验地点的经纬度和地磁场与磁倾角参考值。

| | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------|------------|
| 实验地点 | 上海市杨浦区同济大学四平路校区物理馆 | | |
| 经度 | 31° 13' N | 纬度 | 121° 27' E |
| 地磁场 B (μT) | 49.02 | 磁倾角 θ (度) | 47° 10' |

(2) 磁力计的三轴指代的是什么方位？（正确的画✓）

| | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 手机平面长边 | X () | Y (✓) | Z () |
| 手机平面短边 | X (✓) | Y () | Z () |
| 手机厚度方向 | X () | Y () | Z (✓) |

3.2 测量地磁场的水平分量 $B_{//}$ 。

$$B_{//} = \frac{(B_{//max} - B_{//min})}{2} = 33.07 \mu\text{T}$$

3.2 测量地磁场的垂直分量 B_{\perp} 。

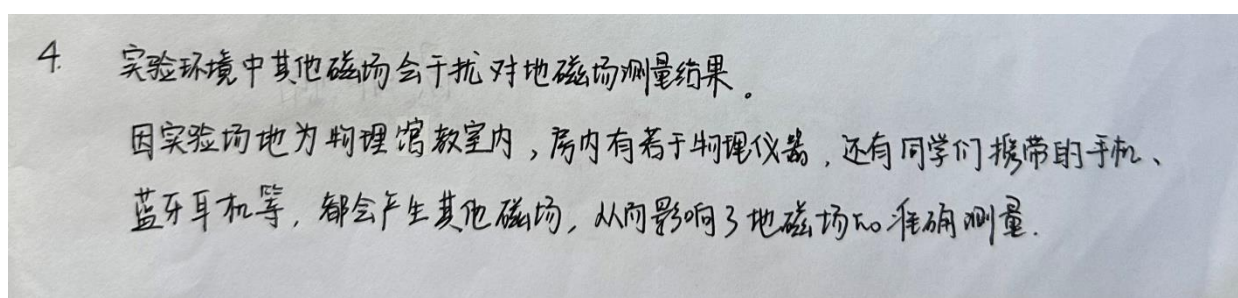
$$B_{\perp} = \frac{(B_{\perp max} - B_{\perp min})}{2} = 36.04 \mu\text{T}$$

3.3 计算地磁场磁感应强度及磁倾角，并与当地参考值比较。

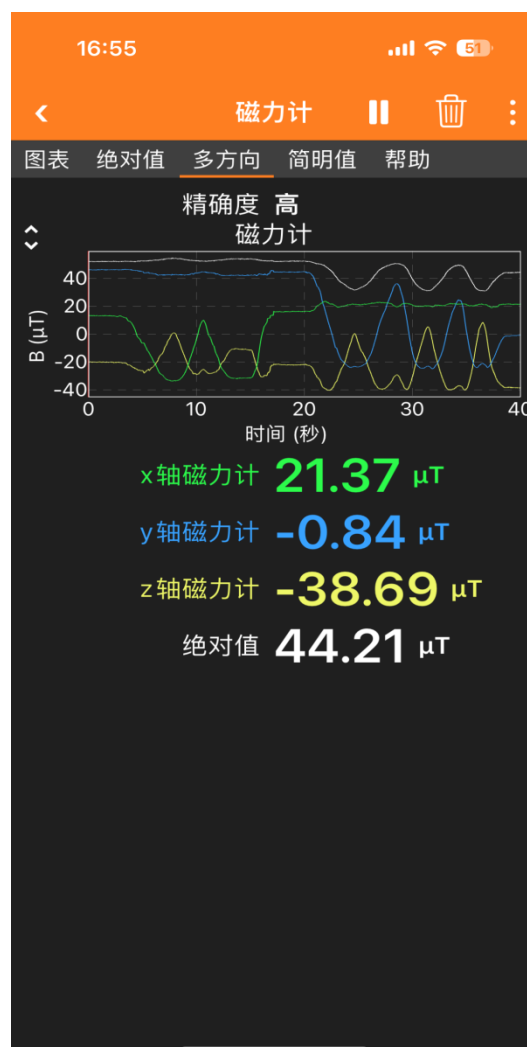
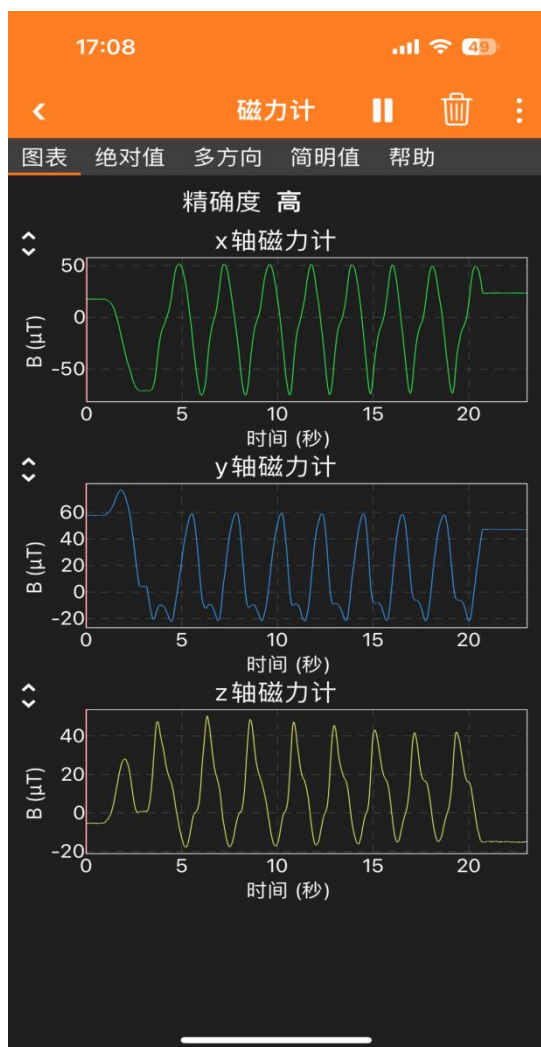
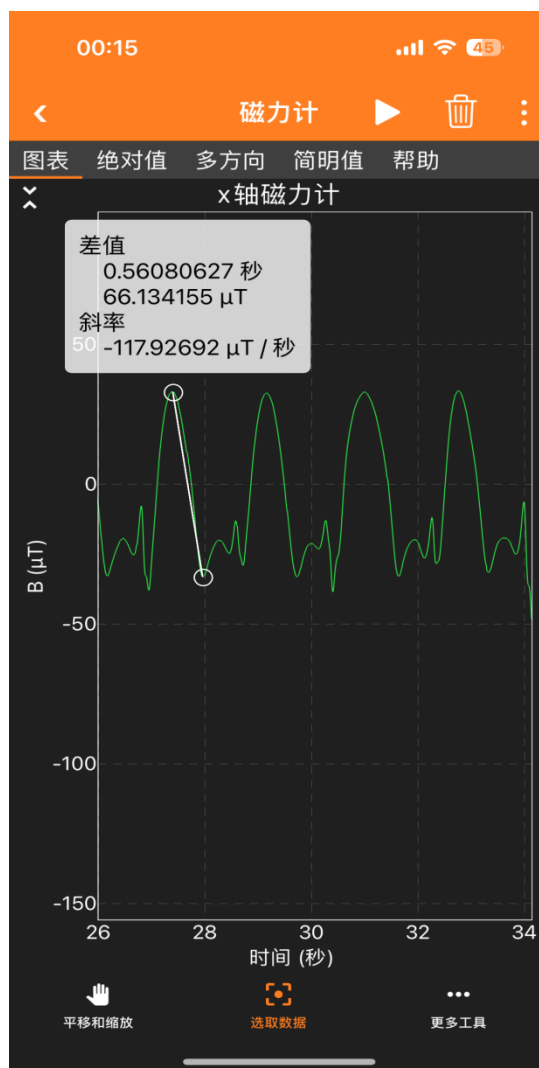
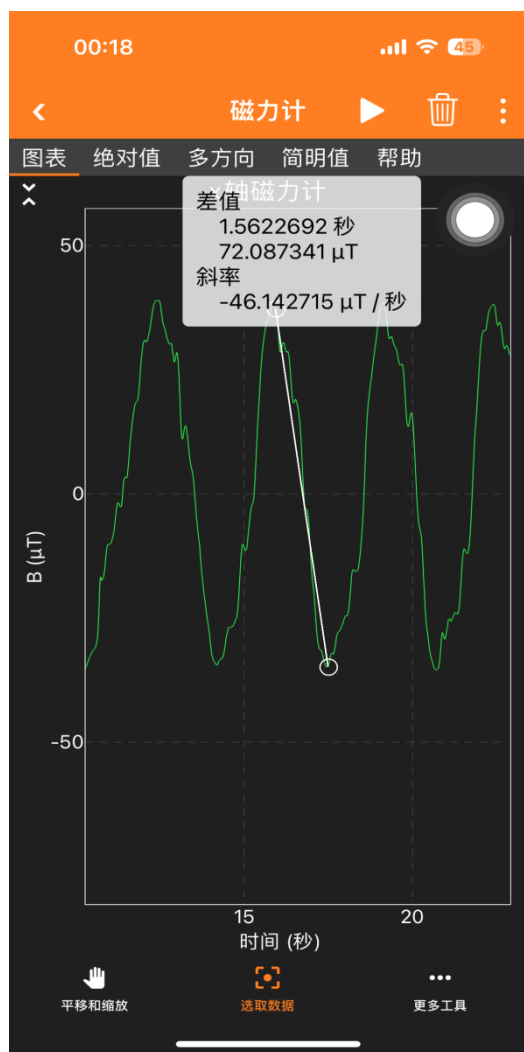
$$B = \sqrt{B_{//}^2 + B_{\perp}^2} = 48.91 \mu\text{T}$$

$$\text{磁倾角 } \theta = \arctg(B_{\perp}/B_{//}) = 47^{\circ}28'$$

4. 拓展内容：分析实验环境对地磁场测量结果的影响。



** 附：本次实验截图（包含测量数据的页面）



**请附上课堂数据记录“Phyphox 手机传感器综合实验数据记录”照片（含教师签名）

