|  |
| --- |
| **一、实验目的**   1. 用Phyphox测量空气中声音传播的速度。 2. 多普勒效应的研究及利用多普勒效应估测速度。 |
| 二、实验原理     1. 用Phyphox测量空气中声音的传播速度   声音在空气中的传播速度相对较慢，当两部手机相隔较远时，在一部手机处击掌，则两部手机接收到掌声的时间会有个时间差，则可以利用这个时间差来计算声音的传播速度。  设两部手机的相隔距离为。在手机A处击掌后，则手机A会先接受到掌声，手机B会相对于手机A慢一点接收到掌声，接受到掌声时手机开始计时。然后到手机B处击掌，手机B会比手机A先接收到掌声，则手机B会先结束计时。记手机A的计时器时间为、手机B的计时器时间为。则时间差为声音走过距离所需的时间，则可用公式：  计算出声音在空气中的传播速度。   1. 多普勒效应   多普勒效应指出，波在波源移向观察者时接收频率变高，而在波源远离观察者时接收频率变低。当观察者移动时也能得到同样的结论。但是由于缺少实验设备，多普勒当时没有用实验验证，几年后有人请一队小号手在平板车上演奏，再请训练有素的音乐家用耳朵来辨别音调的变化，以验证该效应。假设原有波源的波长为，波速为，观察者移动速度为（以下分析方法不适用于光波）：  当观察者走近波源时观察到的波源频率为，反之则观察到的波源频率为。  多普勒效应1  图1 多普勒效应  将手机A当作音频发生器，手机B收集声音的频率。将手机A在手机B附近来回做匀速直线运动，则可看到手机B收集到的频率主要有三条。利用公式：  则可估算出手机A的一定速度。 |
| 三、实验仪器：  两部装有Phyphox软件、扬声器与麦克风良好的手机 |
| 四、实验内容：  实验一：声速的测量（必做）   1. 本实验需要使用两部装有phyphox app的手机，手机A和手机B，把它们分开一段已知的距离放置，3到4米即可，如果有条件，更长的距离有助于提高测试的精准度，但需要保证两部手机都能听到相同的声音。 2. 打开两部手机上的phyphox app，启用“Acoustic Stopwatch”，选择“Simple”界面，点击右上方三角形开始按钮，调节“Threshold”强度，使得环境中的背景噪音不会触发计时。如下图所示，当程序处于开始，却未人为发出声音时，计时保持在0.000s，说明阈值threshold设置成功。同时，在两部手机上设置相同的“Minimum Delay”。      1. 接下来，在手机A旁边拍掌来启动这两个计时器。此时，手机B离声源有一定距离，而声音传播需要时间，因此它上面的声驱计时器会稍晚启动。经过数秒钟的时间间隔后（具体数值不影响），在手机B旁边拍掌来停止计时器，此时手机B的计时先停，声音经一段时间传播到达手机A所在位置，使手机A上的计时停止。 2. 可以通过以下公式计算出声音在空气中传播的速度，其中是实验中选定的两部手机相隔的距离，是手机B上显示的计时数字，是手机A上显示的计时数字。      1. 反复重复实验10次以上，以减少人为造成的误差。   实验二：多普勒效应与平均移动速度估算（必做）   1. 本实验需要使用两部装有phyphox app的手机，手机A和手机B。在将手机A放置于安静环境中固定不动，启用phyphox app下的“Frequency history”界面，如图所示准备好。      1. 手机B则调至“Tone generator”界面，设定频率为440.0 Hz，如下图所示。放置于可自由移动的物体上（也可手持），初始位置保持在手机A处。      1. 同时开始两部手机的程序，保持两部手机间的相对静止约5秒钟，确定手机A可正常接收到手机B的固定频率的发声。之后尽量使载有手机B的物体（或手臂）匀速运动远离手机A，再匀速运动接近手机A，由于实验装置精密度的原因，此过程应反复进行，直到接收端手机A上的图谱出现三条近似水平线，如下图所示。由于实验过程中不可避免的会有背景噪音的频率被收录进来，在观察频谱记录数据时应调整y轴范围，使之固定在额定频率440 Hz附近。      1. 在上图中可以看到，在声波源（手机B）移向观察者（手机A）时接收频率变高，而在声波源远离观察者时接收频率变低，这便是多普勒效应。观察者和发射源的频率关系为：     为观察到的频率；为发射源于该介质中的原始发射频率；为波在该介质中的行进速度；为观察者移动速度，若接近发射源则前方运算符号为+号, 反之则为-号；为发射源移动速度，若接近观察者则前方运算符号为-号，反之则为+号。   1. 在本实验中，手机A保持位置不变，即；声音在空气中传播，可假设；与通过测量数据读取（频谱数据可从phyphox app中导出），根据多普勒效应公式可以计算出载有手机B的物体（或手臂）移动速度。 2. 可以用不同速度移动手机B，达成对比实验（5次以上）。 |
| 五、数据记录：  组号： 6 ；姓名 王嘉浩  实验一：声速的测量:  Δx=4m   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 手机A | 6.756 | 7.678 | 6.165 | 7.918 | 6.086 | 6.909 | 5.755 | 6.031 | 6.624 | 6.520 | | 手机B | 6.780 | 7.611 | 6.191 | 7.894 | 6.111 | 6.932 | 5.780 | 6.059 | 6.699 | 6.543 |   实验二：多普勒效应 |
| **六、数据处理**  实验一：声速的测量:   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 手机A | 6.756 | 7.678 | 6.165 | 7.918 | 6.086 | 6.909 | 5.755 | 6.031 | 6.624 | 6.52 | | 手机B | 6.78 | 7.611 | 6.191 | 7.894 | 6.111 | 6.932 | 5.78 | 6.059 | 6.699 | 6.543 | | |Δx| | 0.024 | 0.067 | 0.026 | 0.024 | 0.025 | 0.023 | 0.025 | 0.028 | 0.075 | 0.023 |   上述数据可看到可看到第2次与第9次数据与其他数据差距太大，应该剔除  由    计算得  **二：多普勒效应**  **∴** |
| **七、结果陈述：**  由上述实验处理数据得：   * + - 1. 声音在空气中的传播速度为：       2. 由多普勒效应测得手机得速度为： |
| **八、实验总结与思考题**  **实验总结：**  本次实验用两台手机便测得了声音在空气中传播的速度，但是此次实验是一次估测，不能够精确测量出声音的真实速度，我认为无法精确测量的原因有以下几点：  测量两个手机之间的距离是使用用卷尺来测量，测量的点与手机的扬声器和麦克风的距离，该距离无法精确测量而导致了实验误差。  声音传递到麦克风时与计时器停止会有略微的时间差，手机无法精确的接受到信号并停止计时。  有周围杂音与物体干扰。  总体而言实验还是很成功的，处理数据时发现了两个异常值有可能是由杂音干扰而成的。  多普勒实验当中我发现不管速度移动如何，收集的数据都只有434.45Hz、439.45Hz和443.52Hz这三个数据，也许是因为收集的精度不够而导致的。  以这三个频率计算出来的速度为3.15m/s。  **1. 思考题：**  **1、随温度升高,声音在空气中传播速度变大，声音在不同温度下传播速度公式v=(331.45+0.607T)m/s，T为摄氏温度。（其中331.45是0°时声音在空气中的速度），大家通过手机天气所在地空气温度估值声速，与声速343m/s比较，并带入求解Vs，观察变化。**    当地的天气为27℃，由公式得：  由计算得出当声速越快时，用多普勒效应计算物体速度的结果会更快。  **2、举例生活中见到的多普勒效应，并解释之。**  利用超声波多普勒效应可以测量血球速率  换能器向血液中发射一定频率的声波，声波接触到血球时会将声波反射，由于血球在运动，反射回去的声波频率会与原声波频率不相同，再由换能器接收到该声波。此时换能器就是禁止的波源，血球就是运动的观察者，利用多普勒效应便可测量出血球速度。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  | |