

编号 131410-CN	主题 声音、运动学、测量技术		
版本 2017-08-28 / YH	类型 学生练习实验	建议用于: 9-10 年级	页码 1/4



实验目的

测量大气中的声音的速度。

实验原理

一个电子计时器计时的开始和停止由置于两边的两个麦克风发出的信号决定。声源的放置如图所示，需要放在两个麦克风的一侧，那样声音经过第一个麦克风时，计时器开始计时；当声音经过第二个麦克风时，计时器停止计时。

实验仪器

(具体详见尾页实验仪器列表。)

将两个置于铁架台上的麦克风 248600 与计时器 200280 相连来计时。

拍板

刻度尺或卷尺

室内温度计 (选配)

实验步骤

学生计时器的 *Reset (重置)*, *On/Off (开关)* 按钮用于重置和打开计时器。长按开关按钮持续几秒后，计时器将被关闭。

将插头插到麦克风上。观察插头方向是否正确；插头可以被上下颠倒地插入插座。

重置计时器，并通过用指尖轻轻点击两个麦克风来测试设置。

最后将两个麦克风沿着桌面边缘放置，以便它们可以沿着同一直线移动。如果它们的指向与所示图片的方向相同，那么它们之间的距离则是从一个支架基座的前边缘到另一个支架基座的前边缘所测出来的距离。

拍板拍击时，它必须处在约为通过两个麦克风的的延长线上。将拍板放在离开始计时的麦克风约 1-2 米处。

麦克风可能对其他声音做出反应，因此计时器可能在不需要的情况下被启动或停止。

因此重复多做几组实验测量是非常重要的 - 预先想好大概的时间间隔亦是如此：

声音需要约 3 秒的时间传播 1 千米，因此若两个麦克风之间的距离是 1 米的话，计时器上的读数应该约为 3 毫秒。

同理可得：约 1.5 毫秒的时间间隔可移动 0.5 米，约 6 毫秒的时间间隔可移动 2 米。

改变两个麦克风之间的距离，如每次移动 25 厘米 - 只要电缆长度允许。每次距离多次测量，例如 5 次 - 记下所有测量值，以便之后取平均值。

任何完全非典型的值应该被去掉。

测量 (或估量) 室内温度。



拍板



计时开始



计时结束

理论

速度的计算

速度按照行进的距离除以经过的时间计算得到：

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

我们将测量麦克风之间的距离 s 和在计时器上测量的时间 t 的一系列对应值。数据点通过坐标系中的直线拟合，并且可以发现速度即为该直线的斜率。

声速 - 比较的基准

声速的表值为 344 m/s。

这个值在温度 20° C 和 50 % 的相对湿度下有效。

在测量或估量室温后，可以得到更精确的声速值。

基础版

在温度 t (摄氏温度) 的环境下，声速的近似公式如下所示：

$$v = \left(331,3 + 0,606 \cdot \left(\frac{t}{^{\circ}C} \right) \right) \frac{m}{s}$$

该公式只有当声音在接近室温的干燥空气中传播时有效。当相对湿度每增加 1%，声速会增加 0,0126 m/s。

高级版

除了温度，声速的大小还取决于空气的组成：

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

公式中 T 是空气的绝对温度(开尔文温标)， R 是气体常数， M 是空气的平均摩尔质量， γ 是在恒定压力和恒定体积下的热容量的比率：

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

(再次取空气成分的加权平均值)。

在氮和氧之后，大气中的主要气体是二氧化碳和水蒸气。

大气中约有 0.40 % 的二氧化碳 - 在室内的二氧化碳含量明显更高。

空气中水蒸气含量取决于既定温度下水的相对湿度和饱和蒸气压。相对湿度可以用湿度计测量。

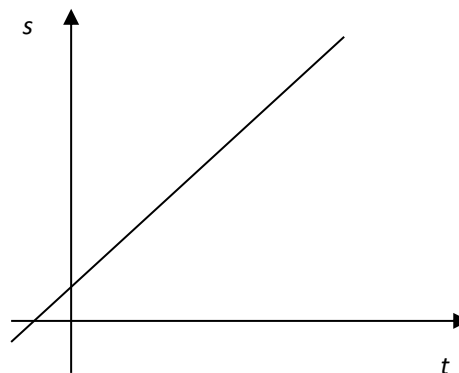
(注意：在正常条件下，这两种气体对声速的影响是非常小的。)

计算

可以有利地将测得的数据输入到电子表格中。转换并使用国际单位制中的单位。

绘制一个以时间为 x 轴，以行进距离为 y 轴的二维坐标系。

绘制通过数据点的最佳直线，并使用该线的斜率作为声速的测量结果。



讨论与评估

如果设备的运行非常理想，上述直线将会通过坐标系的原点。是会出现这样的情况吗？

如果不是：尝试解释为什么。

比较声速的测量值和预期值。

以百分比计算偏差。

教师札记

应用的概念

速度

高级理论版本会用到:

开尔文温标

摩尔质量

理想气体常数

大气的组成

数学技能

绘制图表(坐标系)

直线的斜率

高级理论版本会用到:

加权平均

关于仪器

实验麦克风的灵敏度和计时器的输入已经选择完毕。安静的对话不会触发计时器，但是例如击中表格，将会干扰实验数据的测量。

精确的测量结果需要突然开始的声音脉冲。拍板的拍子很好用，但拍手也可以用于快速演示实验。

学生计时器对经过的 *第一个* 开始和停止的脉冲信号作出反应。因此，反射声波被忽略不计，因为它们将比直接来自拍板的声音晚到达。

当电池读数显示“low bat.” (电池不足) 时，为了准确测量，请立即更换电池。

具体实验器材列表

指定用于该实验的仪器

200280	学生计时器
248600	麦克风 (2 个)
248601	连接线 DIN-6 针转水晶头(2 条)
248200	拍板

标准的实验室器材

140010	卷尺, 200 cm
000410	铁架台, 方形 (2 个)

备件与耗材

351005	电池 LR6 1,5V [AA] (200280 运作需用 6 节这样的电池-包括在产品内)
--------	--