# 多普勒效应测量声波

2023级 一班 姓名 葛子午 小组序号 16

实验日期2024年 11月26日 第 14 周 星期二 晚上 指导老师 张伶俐

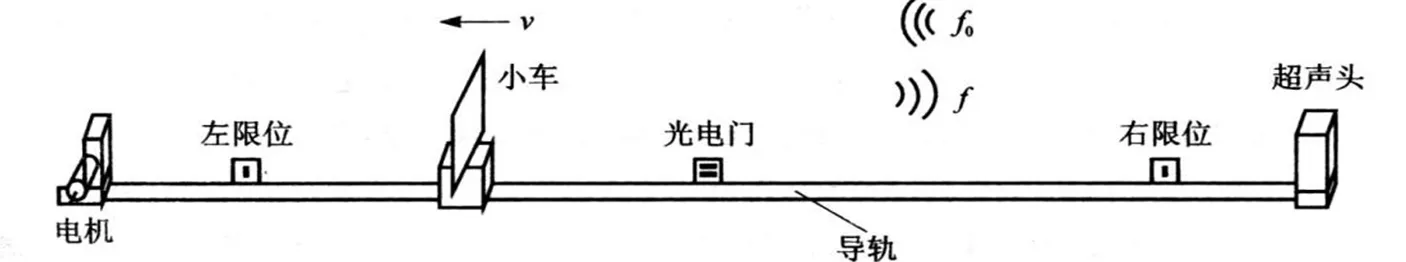
同组同学 无

## 一、实验目的

1. 理解多普勒效应原理
2. 利用多普勒效应测量声速
3. 利用多普勒效应测量物体速度

## 二、实验仪器

反射式多普勒实验仪装置如下图



## 三、实验原理

**（1）多普勒效应**

若声源频率为且远小于声速，我们通过对声波的计算，可以得到:  
声源静止，探测器以速度运动，则接受频率为：

声源以速度运动，探测器静止，则有接受频率：

声源以速度运动，探测器以速度运动，则有接受频率：

注：若探测器与声源相向而行，则取正；若相对而行，则取反值。

是声源和探测器的相对运动方向与声波传播方向之间的夹角。

**（2）测量声速和物体运动的速度**

在具体实验中，我们使用反射式多普勒实验仪装置，超声头发射频率为的超声波，小车接受频率为的超声波，超声头接受小车反射来的超声波，其频率为，则有

得到

已知频率变化量和声速可以求得物体速度，已知物体速度和频率变化量也可以求得声速

注：若探测器与声源相向而行，则取正；若相对而行，则取反值。

# 四、实验内容及操作步骤

（1）打开反射式多普勒实验仪装置，进入多普勒效应验证（声速测定）界面，默认超声波初始频率为40kHZ，仪器会测量小车的速度和超声头接受到的频率变化量。记录小车向超声头运动时的数据，共十组。

（2）选择超声测速，分别使用速度1，速度2，速度3测量三种速度下的频率变化量，每个10组，填入表格

# 五、数据记录及数据处理

表一：测量声速

| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 66.58 | 66.57 | 66.65 | 66.63 | 66.61 | 66.65 | 66.58 | 66.62 | 66.64 | 66.57 |
| 小车速度 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 | 0.286 |

得到，带入求得声速

表二：测量物体速度

| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 66.63 | 66.61 | 66.62 | 66.60 | 66.57 | 66.61 | 66.61 | 66.59 | 66.57 | 66.65 |
|  | 56.76 | 56.78 | 56.76 | 56.84 | 56.84 | 56.74 | 56.78 | 56.79 | 56.73 | 56.76 |
|  | 47.30 | 47.31 | 47.33 | 47.32 | 47.33 | 47.33 | 47.32 | 47.33 | 47.32 | 47.32 |

频率差的平均值为：，带入得到：

# 六、误差分析

### （1）环境噪声或实验仪器的抖动可能引起频率测量的随机波动，导致频率差的测量值存在偏差。

### （2）仪器的频率测量精度有限，可能引入系统误差。

### （3）小车假设以恒定速度运动，但实际运行中可能因摩擦或机械误差导致速度波动，影响频率差的测量。

### （4）频率变化量 Δf 和小车速度 v 的测量值均存在一定误差，经过公式计算时会累积偏差。

**改进建议**

（1）控制实验环境的温度、湿度，并减少背景噪声干扰，避免外界震动影响仪器测量。

（2）在实验室内增加隔音设备，确保超声波信号不被外界干扰。

（3）增加采样次数（如每组进行 20 次测量），并对测量值求平均以减少随机误差的影响。

（4）使用自动化测量装置，提高数据采集的效率和一致性。

（5）检查小车的运行装置，确保其运动轨迹稳定、速度均匀。附实验数据：

