

大学物理实验预习报告

班级计科24-4学号2024210858姓名傅家琪成绩⁺
实验项目多普勒效应综合实验

- 一、实验目的
1. 了解声波的多普勒效应，掌握智能多普勒实验仪的应用。
 2. 测量超声接收器运动速度与接收频率的关系，验证多普勒效应。
 3. 通过对多普勒效应数据的分析，反推空气中的声速。

二、实验原理

1. 声波的多普勒效应：设声源在原点，声源振动频率为 f_0 ，接收点运动和声波传播都在 x 方向。声源、接收器和传播介质不动时，在 x 方向传播的声波及声压的数学表达式为： $p(x, t) = p_0 \cos [w(t - \frac{x}{u})]$

(1). 声源运动速度为 v_s ，介质和接收器不动，接收器接收到的频率为 $f_s = \frac{f_0}{1 - \frac{v_s}{u}}$ ①

(2). 声源、介质不动，接收器运动速度为 v_r ，此时接收到 $f_r = (1 + \frac{v_r}{u}) f_0$ 。 ②

(3). 介质不动，声源运动速度为 v_s ，接收器运动速度为 v_r ，此时接收到 $f_{rs} = \frac{u + v_r}{u - v_s} f_0$ 。 ③

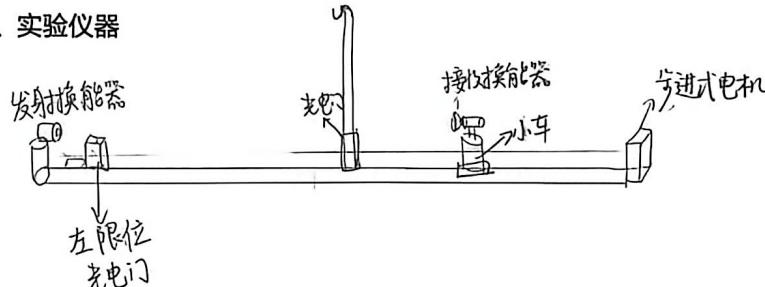
(4)* 介质动，比较困难实现，不考虑。

对比①②③，②比较方便计算。改变 v_r 就可得到不同的 f_r ，从而验证多普勒效应。
若已知 v_r, f_r ，并测出 f_0 ，则可算出声速 u 。

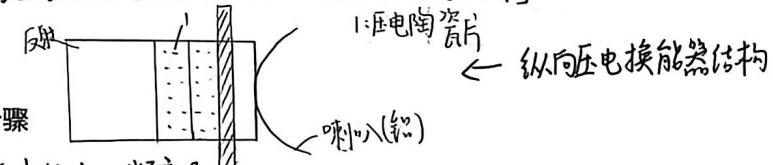
声速理论值： $u_0 = 331.45 \sqrt{1 + \frac{t}{273.16}}$ (SI单位) \checkmark t 为室温，单位为 $^{\circ}\text{C}$

或 $u_0 \approx 331.45 + 0.61 \times t$ (SI单位)。

三、实验仪器



智能多普勒效应实验仪 [包含 FB718A型实验仪、测试架]



四、实验内容及步骤

1. 找发射器发出声波的中心频率 f_0 。

(1). 用手移装有接收探头的小车至30cm位置。先把“发射强度”旋钮顺时针调到较大，“接收强度”调至中间位。检查接收、发射头圆盘上刻线与“0”对准。

(2). 打开工作电源，点击主菜单的“4. 频率与超声换能器特性实验（自动）”。找到曲线极大值处的中心频率。

2. 设置环境温度：点击“1. 多普勒实验”→参数设定→环境温度，输入具体数值。

3. 测量接收器在不同运动速度 v_r 下的多普勒频移 Δf 。

$$k = 116,338,235$$

$$\frac{f_0}{U_{\text{ref}}} = k \Rightarrow U_{\text{ref}} = \frac{f_0}{k} = 344.34 \text{ m/s}$$

$$U_0 = 331.45 \times \sqrt{1 + \frac{t}{273.16}} = 345.122 \text{ m/s}$$

$$A_U = \frac{|U_{\text{ref}} - U_0|}{U_0} \times 100\%$$

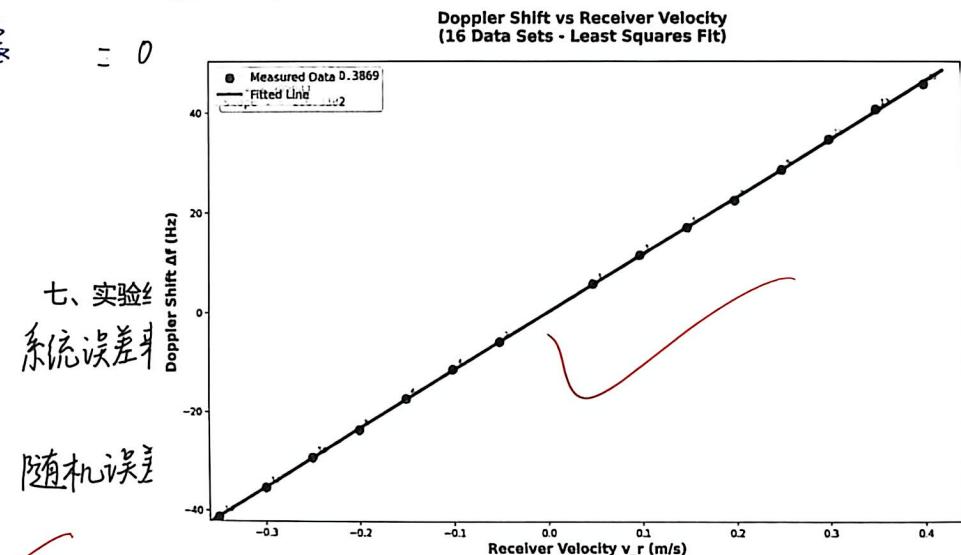
大学物理实验结果报告

实验地点 _____ 日期 11.7 指导教师 李玉华 (11.7)

五、数据表格

次数	接收器运动速度 V_r (m/s)	多普勒频移测量值 Δf (Hz)	多普勒频移理论值 $\Delta f_{\text{理}}$	相对不确定度 E_r	发射器运动速度 V_s (m/s)	多普勒频移测量值 Δf (Hz)	多普勒频移理论值 $\Delta f_{\text{理}}$	相对不确定度 E_s
1	0.05	5.54	5.80	4.6%	0.05	5.69	5.80	1.9%
2	-0.05	-6.23	-5.80	7.3%	-0.05	-6.37	-5.80	9.8%
3	0.10	11.43	11.61	1.6%	0.10	11.09	11.61	4.5%
4	-0.10	-11.83	-11.61	1.9%	-0.10	-11.92	-11.61	2.8%
5	0.15	17.01	17.41	2.4%	0.15	16.85	17.42	3.3%
6	-0.15	-17.73	-17.41	1.9%	-0.15	-17.75	-17.40	2.0%
7	0.20	22.55	23.23	2.9%	0.20	22.82	23.23	1.9%
8	-0.20	-23.98	-23.23	3.3%	-0.20	-23.72	-23.21	2.3%
9	0.25	28.70	29.02	1.2%	0.25	28.78	29.03	0.9%
10	-0.25	-29.45	-29.02	1.5%	-0.25	-29.56	-29.00	2.0%
11	0.30	34.75	34.82	0.22%	0.30	34.54	34.85	0.9%
12	-0.30	-35.40	-34.82	1.7%	-0.30	-35.14	-34.79	1.6%
13	0.35	40.71	40.63	0.21%	0.35	40.73	40.67	0.15%
14	-0.35	-41.23	-40.63	1.5%	-0.35	-41.31	-40.59	1.8%
15	0.40	45.70	46.43	1.6%	0.40	45.73	46.48	1.7%
16	-0.40	-46.73	-46.43	2.64%	-0.40	-46.80	-46.38	0.91%

六、数据分析与处理



七、实验系统误差
随机误差

本实验成功验证了声波的多普勒效应，通过以下方面展示了这一关系。不仅证实了理论的正确性，还提供了一种测量声速的有效方法。实验结果与理论预测吻合良好，相对误差在10%以内，达到了实验的预期目的。

实验环境温度: 23°C

$$U_0 = 331.45 \sqrt{1 + \frac{t}{273.16}} \text{ (m/s)}$$

$$f_0 = 40060 \text{ Hz}$$

$$\text{表1: } \Delta f_{\text{理}} = \frac{V_r}{U_0} f_0$$

$$E_r = \frac{|\Delta f_{\text{测}} - \Delta f_{\text{理}}|}{|\Delta f_{\text{理}}|} \times 100\%$$

$$\text{表2: } \Delta f_{\text{理}} = \frac{V_s}{U_0 - V_s} f_0$$