

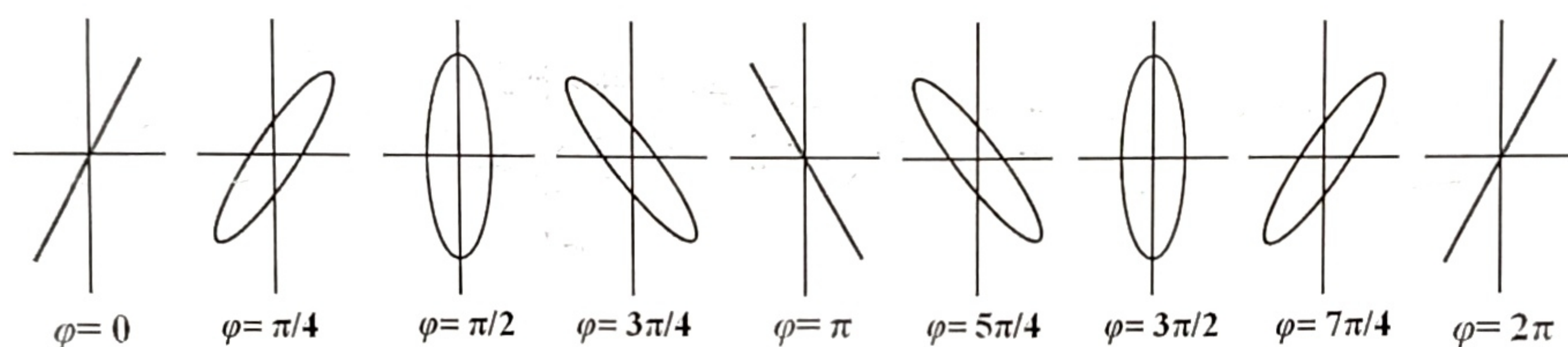
卡基米

实验日期_____预习成绩 2 总成绩_____

实验名称 空气中声速的测量

一. 实验预习

相位比较法测量声速实验中, 示波器上调出李萨如图形后, 改变换能器的间距, 连续记录出现正斜率和负斜率直线时接收器的位置(如下图所示), 记录了 10 个位置数据 x_i ($i=1, 2, 3, \dots, 9, 10$), 所用声波频率为 f , 如下表所示, 请用逐差法处理数据, 推导出声速 v 的表达式。

相位比较法测空气中声速, 频率 $f = \underline{\hspace{2cm}}$

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i										

$$\text{推导: } \Delta x = \frac{\sum_{i=1}^5 (x_{i+5} - x_i)}{25}, \quad \bar{\lambda} = 2\Delta x \quad v = \bar{\lambda} f \quad \text{从而} \quad v = f \cdot \frac{\sum_{i=1}^5 (x_{i+5} - x_i)}{12.5}$$

二. 实验现象及原始数据记录

极值法（驻波法）测空气中声速，温度 $t=21$ °C，频率 $f=35.629$ kHz

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l_i (mm)	64.2	69.2	74.0	79.0	84.0	88.7	93.5	98.2	103.2	108.0

相位比较法测空气中声速，温度 $t=21$ °C，频率 $f=35.629$ kHz

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l_i (mm)	118.0	122.5	127.2	132.1	137.0	142.2	147.0	151.9	156.9	161.7

(选做) 波形移动法测空气中声速，温度 $t=$ °C，频率 $f=$ kHz

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l_i (mm)										

时差法测空气中声速，温度 $t=21$ °C

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l_i (mm)	163.0 160.0	170.0	180.0	190.0	200.0	210.0	220.0	230.0	240.0	250.0
t_i (μs)	480 470	496	520	550	576	600	628	656	684	712

(选做) 时差法测固体中声速，温度 $t=$ °C

次数	1	2	3	4	5	6
材质						
l_i (mm)						
t_i (μs)						

三. 数据处理

【计算以上几种方法测得的声速，计算室温下空气中声速的理论值，分别计算四种方法得到的声速测量值与理论值的相对误差，根据时差法测量数据计算固体介质中的声速（选做），要有详细的计算过程，格式工整】

$$V_0 = 331.45 \sqrt{1 + \frac{21.0}{273.15}} = 343.96 \text{ m/s}$$

极值法:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^5 (l_{i+5} - l_i)}{5 \times 2.5} = 9.696 \text{ mm}$$

$$V = \bar{\lambda} f = 9.696 \text{ mm} \times 35.629 \text{ kHz} \\ = 345.46 \text{ m/s}$$

$$\delta = \frac{|V - V_0|}{V_0} = 0.44\%$$

相位比较法

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^5 (l_{i+5} - l_i)}{5 \times 2.5} = 9.832 \text{ mm}$$

$$V = \bar{\lambda} f = 350.30 \text{ m/s}$$

$$\delta = \frac{|V - V_0|}{V_0} = 1.85\%$$

时差法

$$\bar{V} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \frac{l_{i+5} - l_i}{t_{i+5} - t_i} = 317.39 \text{ m/s}$$

$$\delta = \frac{|V - V_0|}{V_0} = 7.72\%$$

四. 实验结论及现象分析

(分析讨论以上几种方法测出的空气中的声速结果为何存在差异, 从原理和操作上说明各自的优缺点)

前两种方法基于波形测出声速, 误差较小, 精度高, 但受回波干涉, 不适合固体测量, 原理简单, 适合教学, 操作性强, 且由于需观察波形, 人为误差存在.

时差法抗干扰能力强, 避免了人为与环境中回波的影响, 操作上更简单, 但对计时仪器要求高

五. 讨论题

1. 使用驻波法测声速时, 为什么示波器上观察到的是正弦波而不是驻波?
2. 用相位比较法测量波长时, 为什么用直线而不用椭圆作为 S2 移动距离的判断数据?
3. 分析一下本实验中哪些因素可以引起测量误差。列出 3 条主要因素并说明原因。

1. 在使用驻波法测声速时, 某一定点的波形随时间变化的 $y-t$ 曲线仍是正弦形.
2. 直线因形态统一而容易判断
3. ① 仪器自身的误差, 如测量仪器的误差
② 发射端与接收端不是严格的波腹
③ 判断出的波形具有一定主观性.