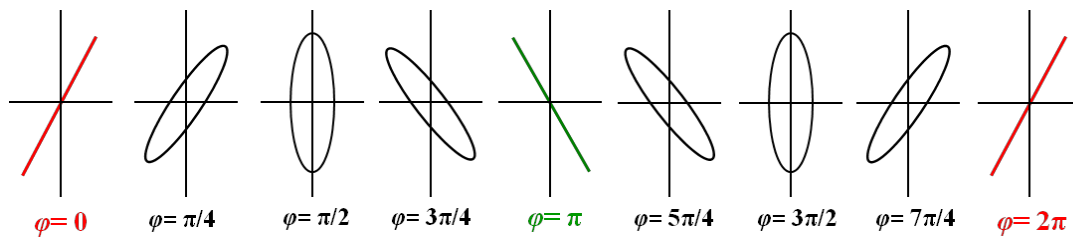


班级 计科5 学号 20110515 姓名 金正达 教师签字 王园强
 实验日期 2023.9.21 预习成绩 _____ 总成绩 _____

实验名称 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										

$$\lambda = \frac{2}{9} (x_{10} - x_5 + x_9 - x_4 + x_8 - x_3 + x_7 - x_2 + x_6 - x_1)$$

$$v = \lambda f$$

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 $t = 23.8^{\circ}\text{C}$, 频率 $f = 37.077\text{kHz}$

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_i(\text{mm})$	42.810	47.560	52.330	57.055	61.684	66.543	71.267	76.880	80.703	85.536

相位比较法测空气中声速, 温度 $t = 23.8^{\circ}\text{C}$, 频率 $f = 37.048\text{kHz}$

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_i(\text{mm})$	90.649	95.398	100.262	105.002	109.695	114.375	119.155	124.889	128.612	134.349

(选做) 波形移动法测空气中声速, 温度 $t = 23.8^{\circ}\text{C}$, 频率 $f = 37.057\text{kHz}$

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_i(\text{mm})$	128.756	138.165	148.638	157.085	166.640	176.093	185.479	194.030	204.543	214.138

时差法测空气中声速, 温度 $t = 23.8^{\circ}\text{C}$

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l_i(\text{mm})$	110.000	120.000	130.000	140.000	150.000	160.000	170.000	180.000	190.000	200.000
$t_i(\mu\text{s})$	457	485	514	542	571	600	630	685	713	742

(选做) 时差法测固体中声速, 温度 $t = \underline{\hspace{1cm}}$ $^{\circ}\text{C}$

次数	1	2	3	4	5	6
材质						
$l_i(\text{mm})$						
$t_i(\mu\text{s})$						

教师	姓名
签字	王园强

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】

极值法: $\lambda = \frac{2}{25} (85.536 + 80.703 + 76.880 + 71.267 + 66.543$
 $- 61.684 - 57.055 - 52.330 - 47.560 - 42.810)$
 $= 9.560(\text{mm})$

$$v = \lambda f = 354.647(\text{m/s})$$

$$E = 2.621\%$$

相位法: $\lambda = \frac{2}{25} (134.349 + 128.612 + 124.889 + 119.155 + 114.375$
 $- 102.695 - 105.002 - 100.262 - 95.398 - 90.649)$
 $= 9.630(\text{mm})$

$$v = \lambda f = 356.769(\text{m/s})$$

$$E = 3.235\%$$

波形移动法: $\lambda = \frac{1}{25} (214.138 + 204.543 + 194.030 + 185.479 + 176.093$
 $- 166.640 - 157.085 - 148.638 - 138.165 - 128.756)$
 $= 9.398(\text{mm})$

$$v = \lambda f = 348.262(\text{m/s})$$

$$E = 0.773\%$$

时差法: $v = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{50} (742 + 713 + 685 + 630 + 600 - 571 - 542 - 514 - 485$
 $- 457) = 320.40(\text{m/s})$

$$E = -7.289\%$$

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)

1. 极值法需要人为判断极大幅值出现位置,受主观影响较大,
2. 相位法和波形移动法都需要人为判断波形,受主观影响相对不大.
3. 时差法不局限于正弦波,上述三种方法只能测量正弦波.

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.

答: 1. 示波器横轴为时间,当位置确定时,驻波表达式 $y = (A_1 - A_2) \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t$ 中的 $\cos \frac{2\pi}{\lambda} x$ 为常数,令 $A = (A_1 - A_2) \cos \frac{2\pi}{\lambda} x$. 即有 $y = A \cos \omega t$, 为正弦波.

2. 直线更易于人为判断,减小误差.

3. 换能器之间气体不均匀,影响波的传播;

仪器升温使发出的声波频率不恒定,从而引起误差;

人为读数与判断波形不准确,引起误差.