

大学物理实验

# 声速的测定

青岛理工大学

物理实验教学中心

声音的本质？  
机械振动

振幅

音量

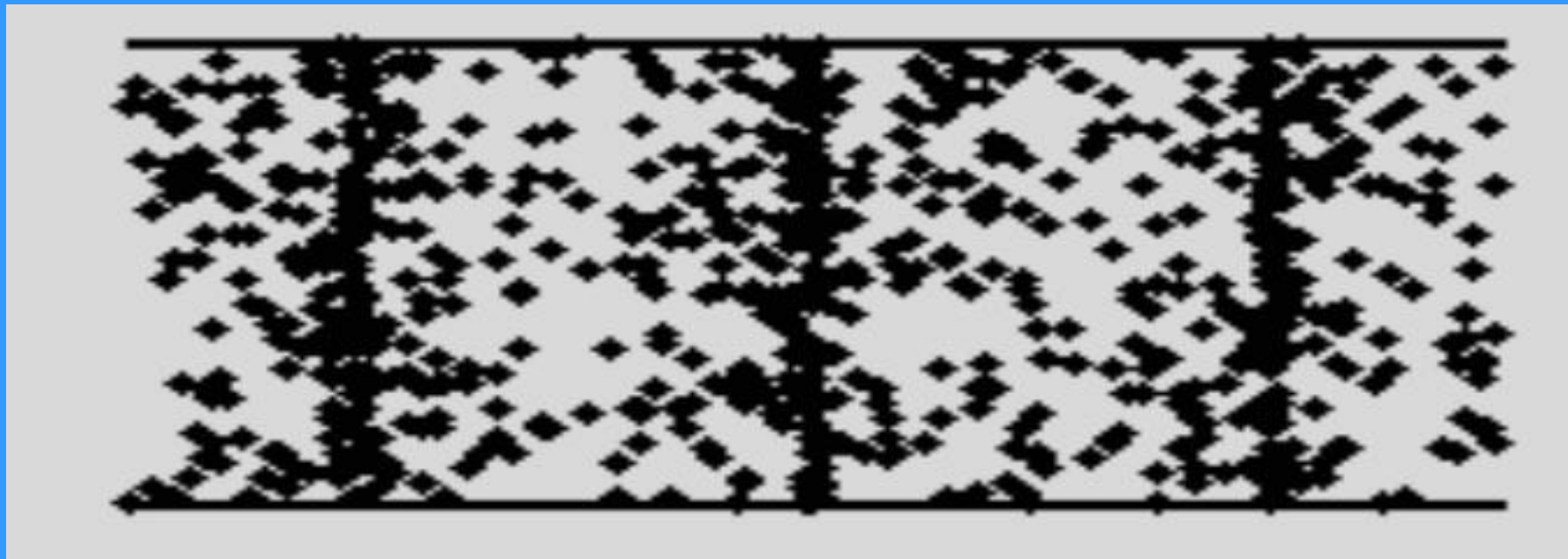
频率

音调

- ▲ 频率低于**20Hz**的声波称为**次声波**；
- ▲ 频率在**20Hz-20kHz**的声波可以被人听到，称为**可闻声波**；
- ▲ 频率在**20kHz**以上的声波称为**超声波**。

$$v = f \times \lambda$$

# 空气中的声音到底长什么样子？



声波是纵波

# 实验目的

## 测量空气中声音的速度

思路一： $v = f \times \lambda$

由信号发生器直接读出

共振干涉法

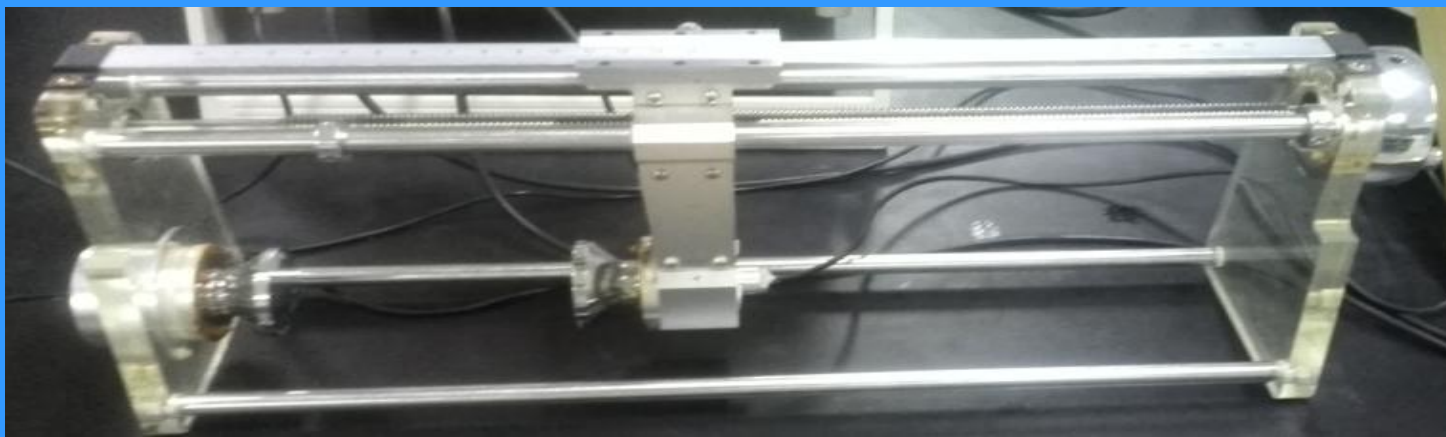
相位法

# 仪器介绍

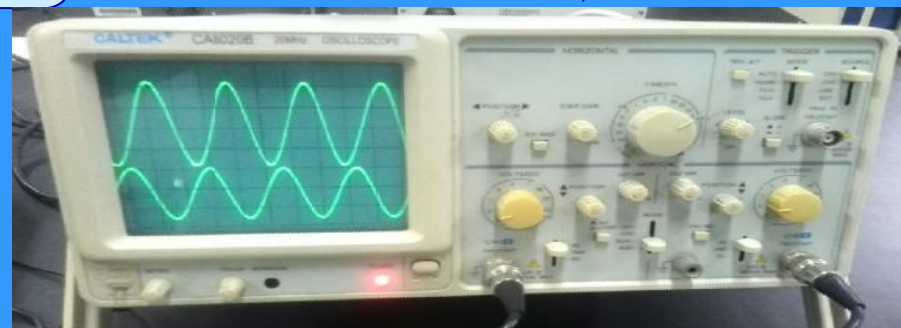
信号发生器



声速测定仪



示波器



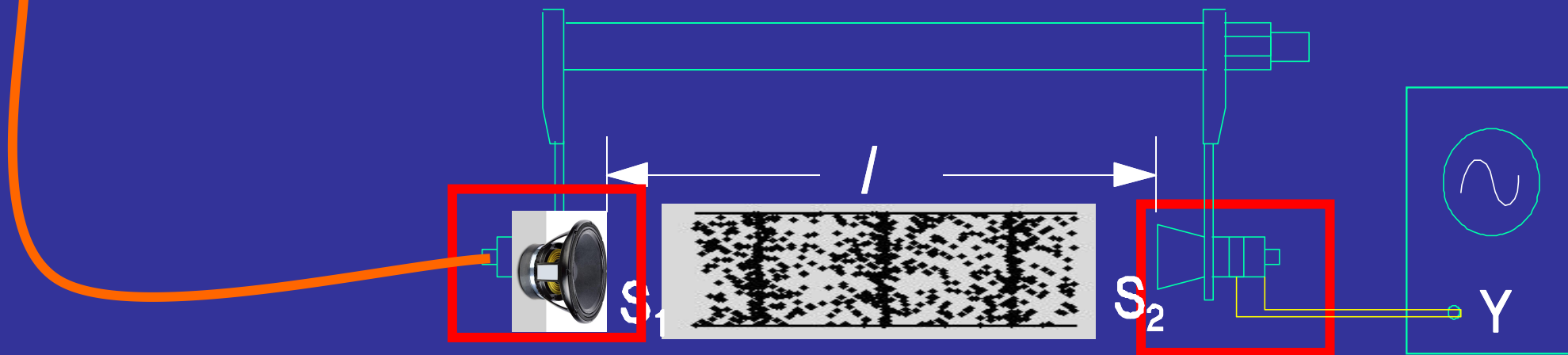
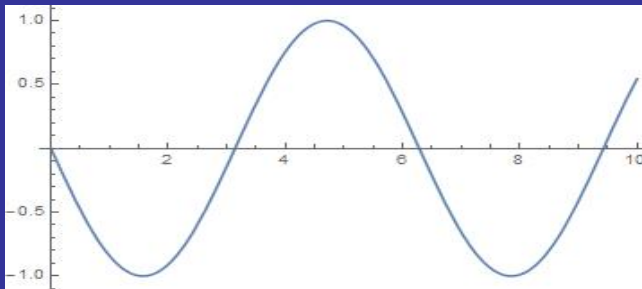


信号发生器初始设置频率为37kHz;

在35~38kHz范围内，旋转频率调节旋钮，观察示波器，波形清晰稳定即可。



# 超声波是怎么制造出来的

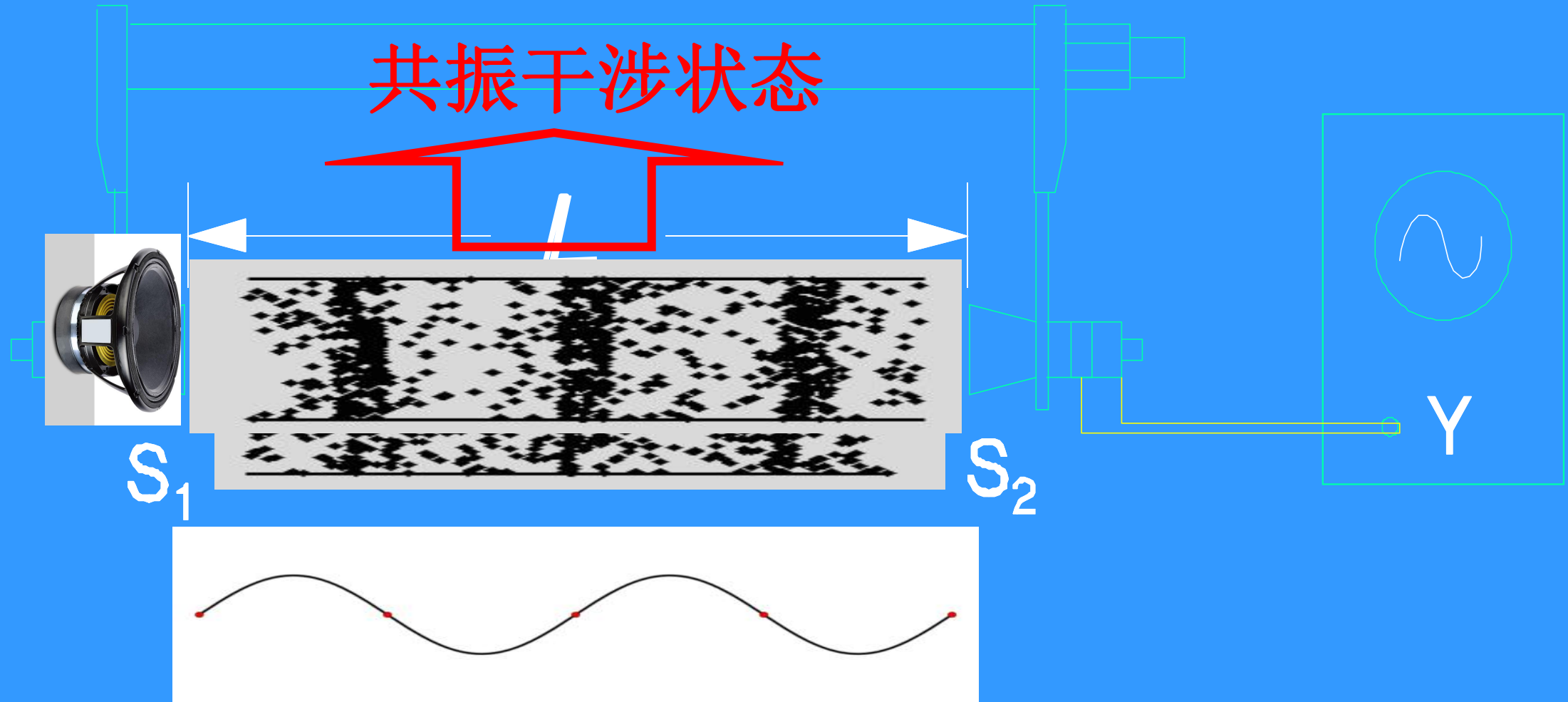


压电陶瓷超声换能器

压电陶瓷超声换能器

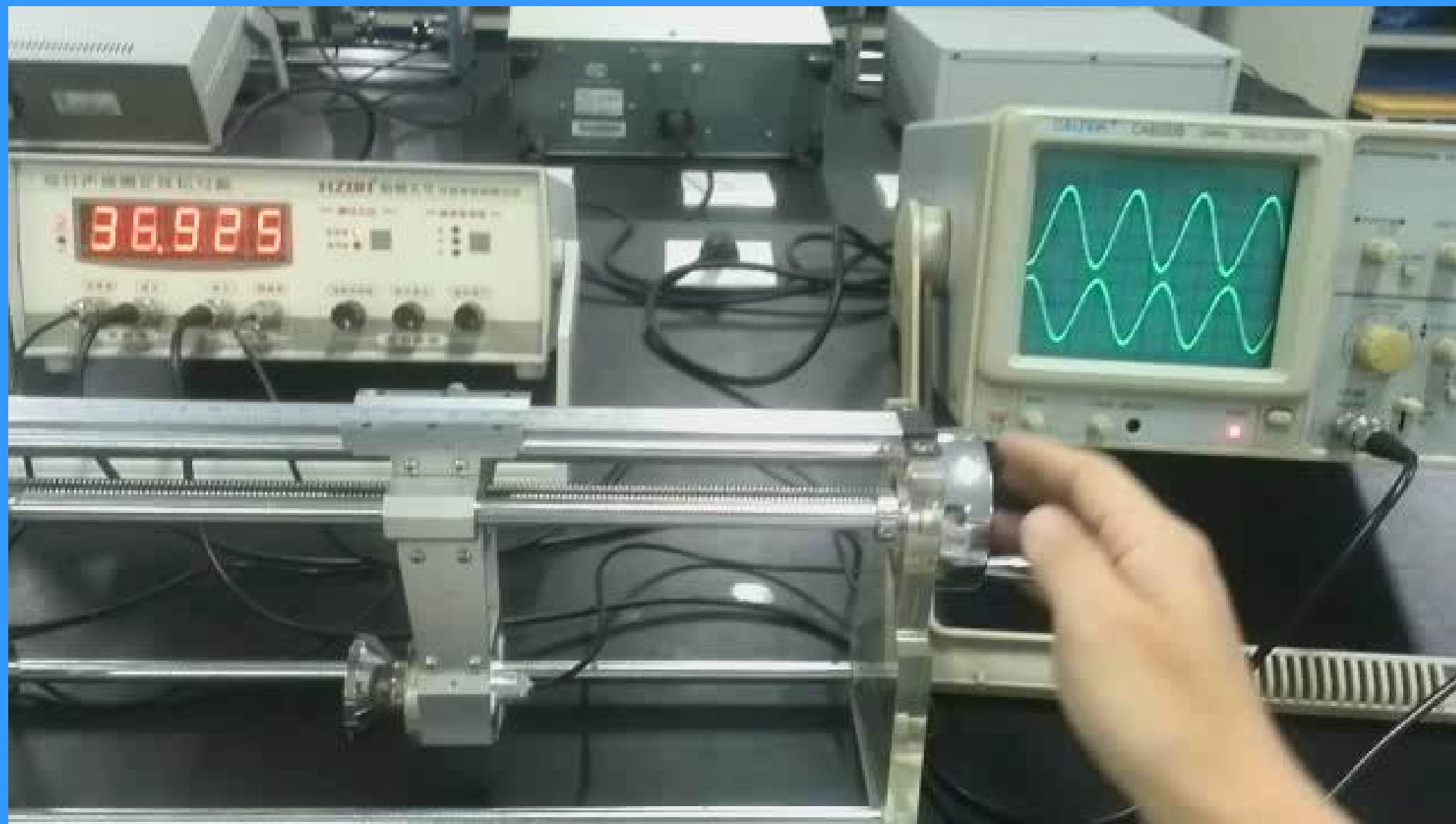
# 一维腔体中的驻波

共振干涉状态

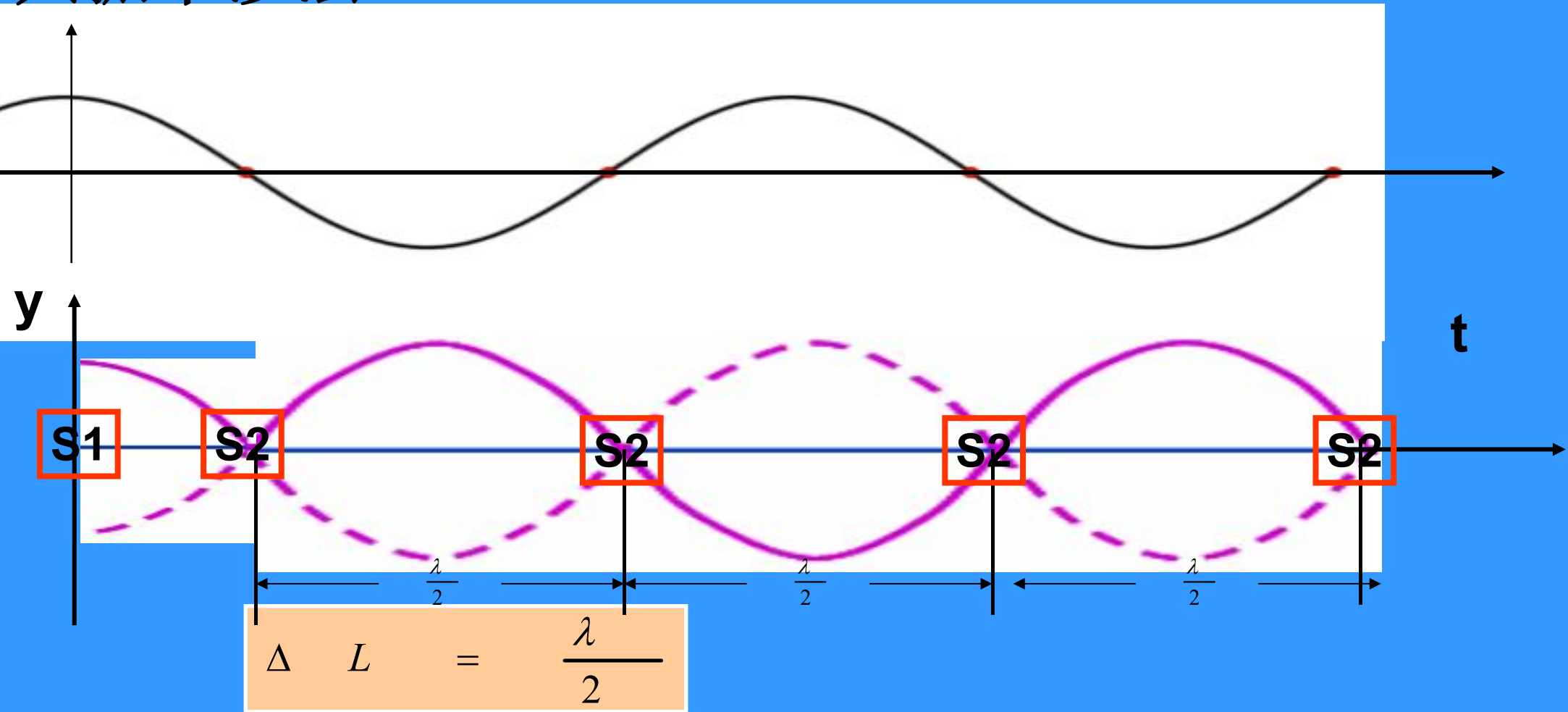




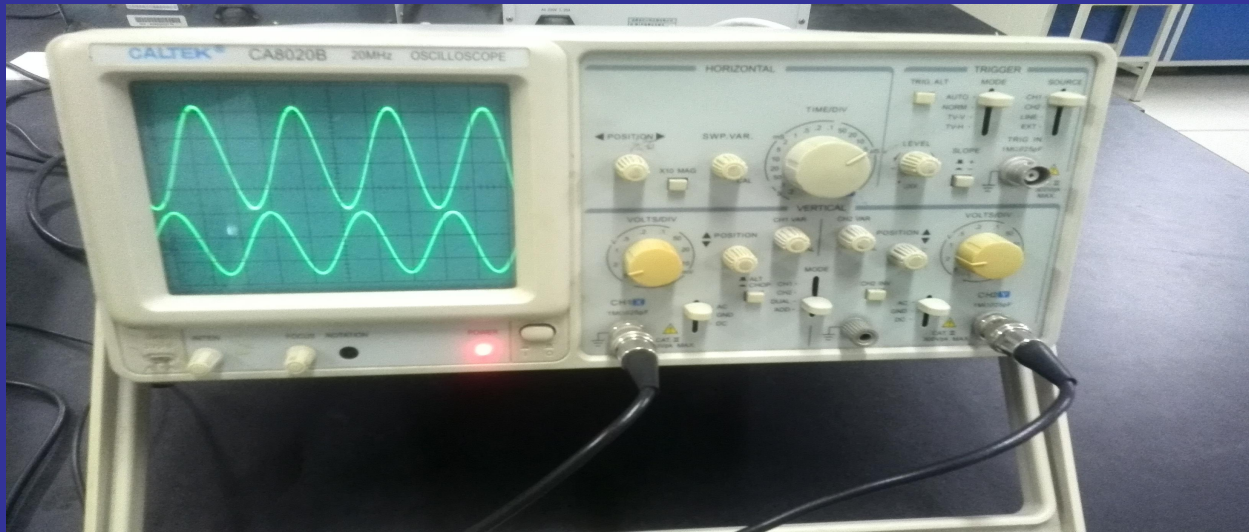
# 共振干涉法操作演示



# 共振干涉法



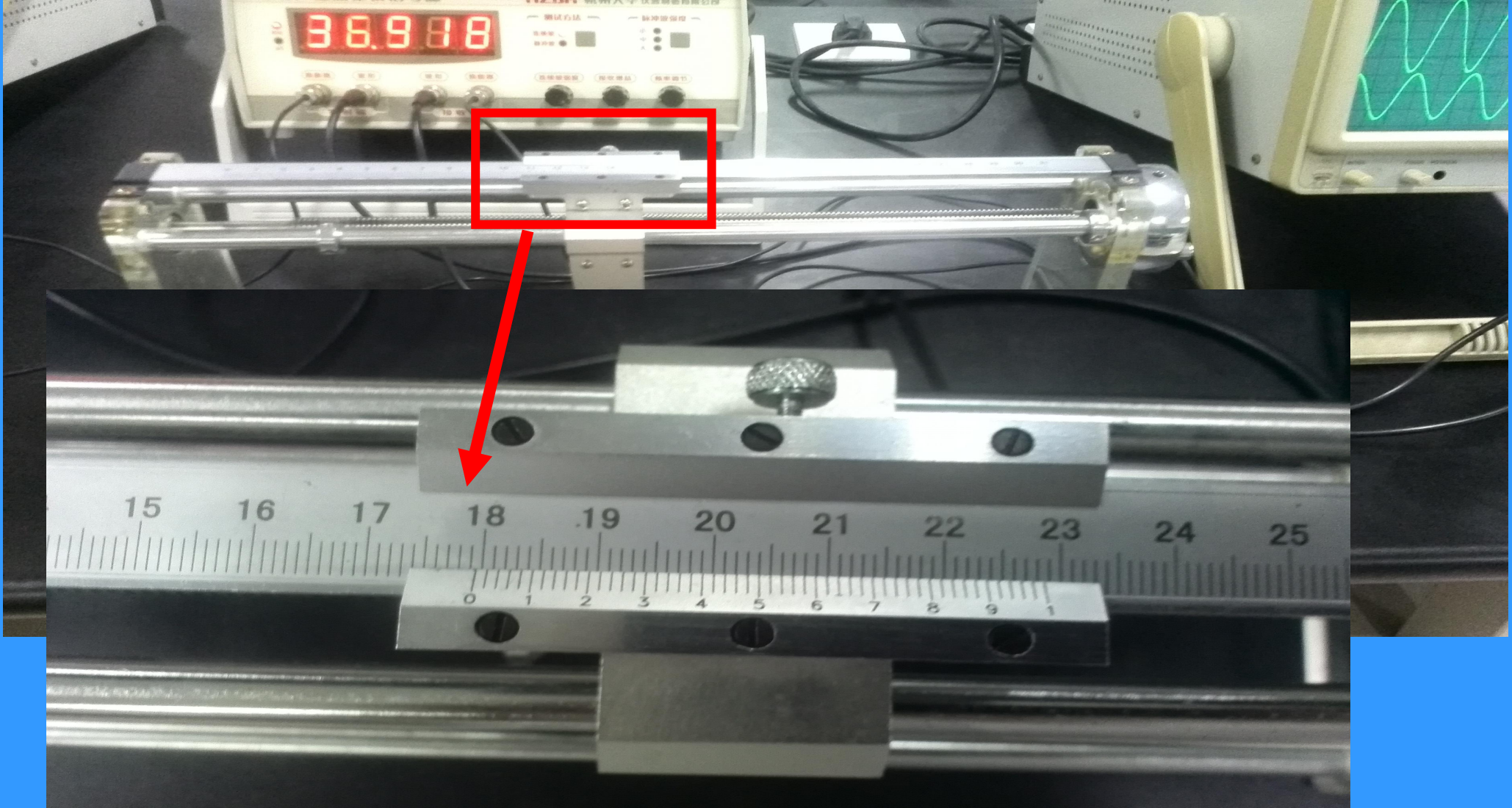
S1和S2两个端面间形成稳定的驻波，而且S2在（空气分子运动的节点）声压的波腹点处，此时接收端转化成的电信号最强，对应示波器显示波形振幅最大。



# 共振干涉法

连续移动S2，读取对应的S2的位置坐标





$$S2\text{坐标} = 179\text{mm} + 26 \times 0.02\text{mm} = 179.52\text{mm}$$



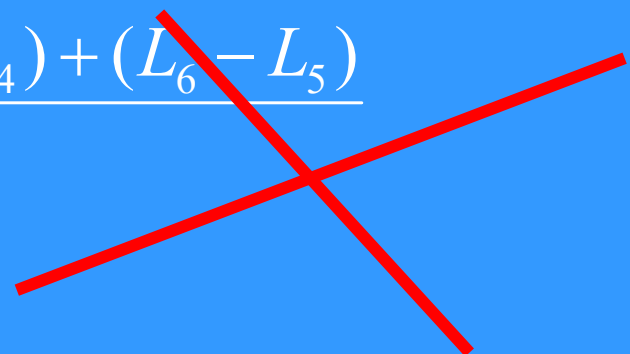
P<sub>281</sub> 表<sub>6-11</sub> 逐差法

	1	2	3	4	5	6
$L_i$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$

$$\left(\frac{\bar{\lambda}}{2}\right) = \frac{(L_2 - L_1) + (L_3 - L_2) + (L_4 - L_3) + (L_5 - L_4) + (L_6 - L_5)}{5}$$

$$\left(\frac{\bar{\lambda}}{2}\right) = \frac{\frac{(L_4 - L_1)}{3} + \frac{(L_5 - L_2)}{3} + \frac{(L_6 - L_3)}{3}}{3}$$

$$\bar{\lambda} = 2 \times \frac{\sum_{i=1}^3 (L_{i+3} - L_i)}{3^2}$$





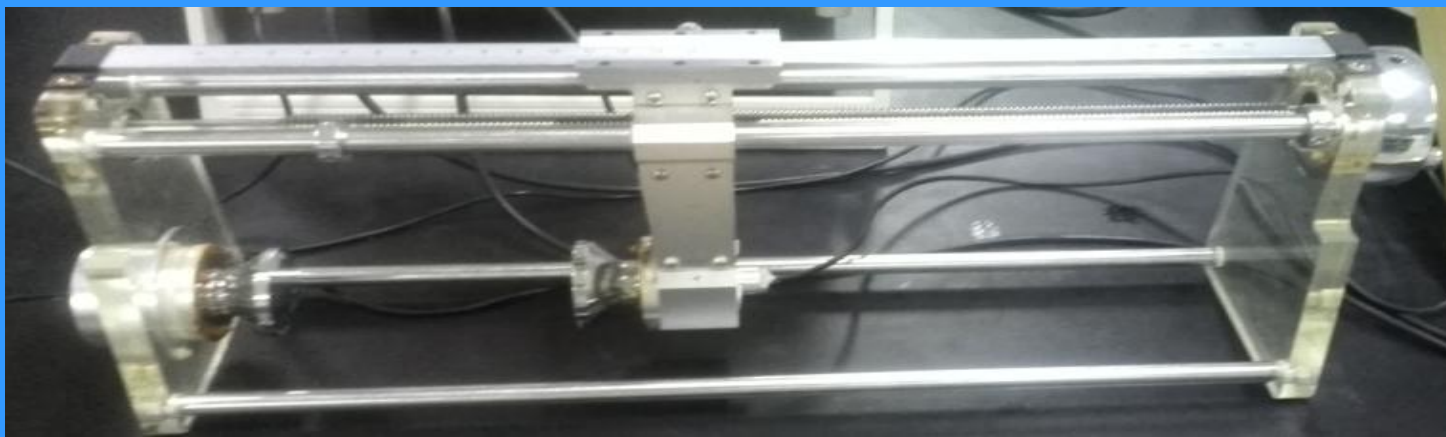
# 相位法测量声波波长

# 仪器

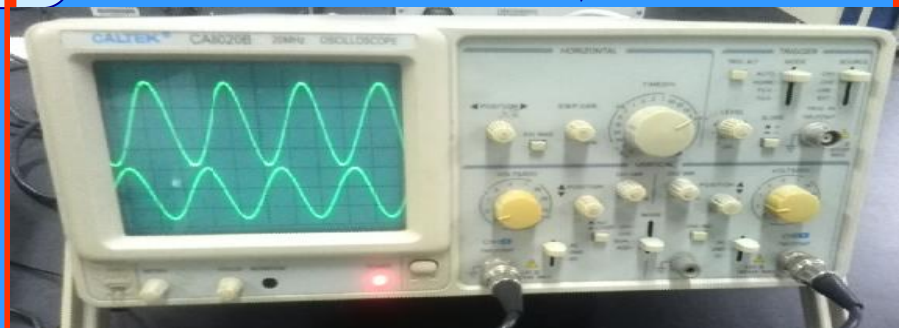
信号发生器

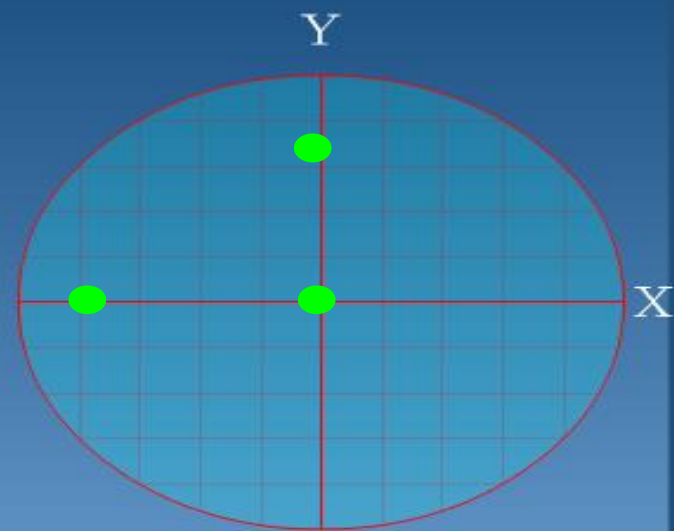
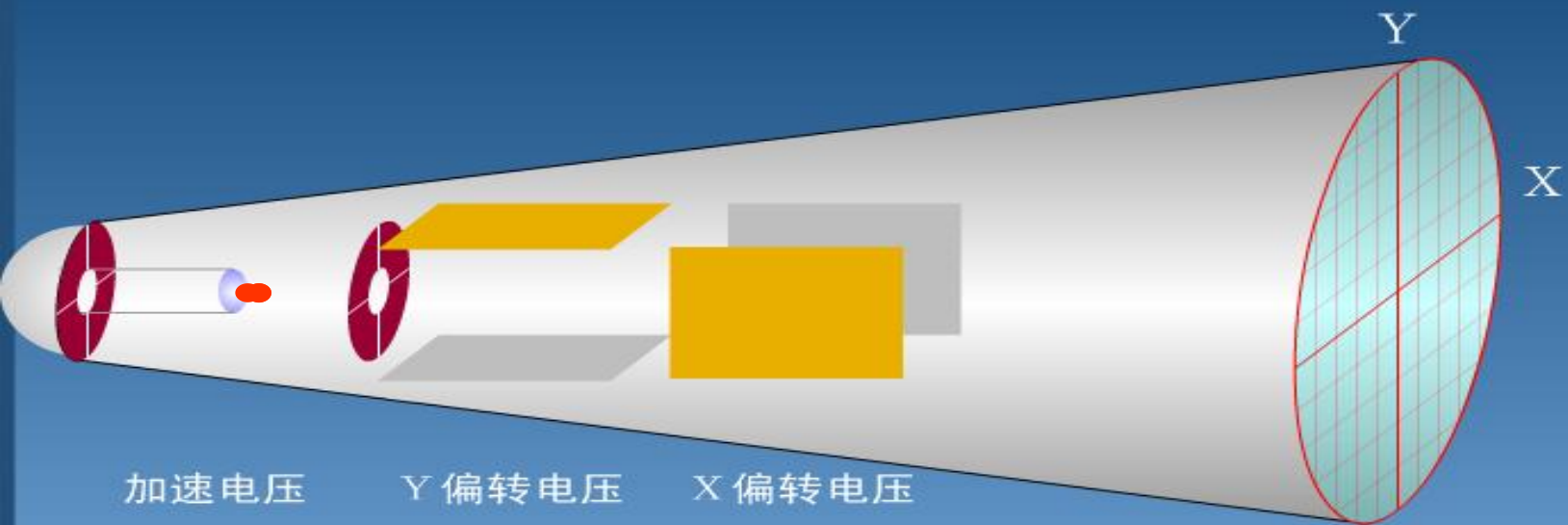


声速测定仪



示波器



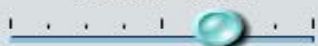


加速电压

Y 偏转电压

X 偏转电压

加速电压



Y 偏转电压

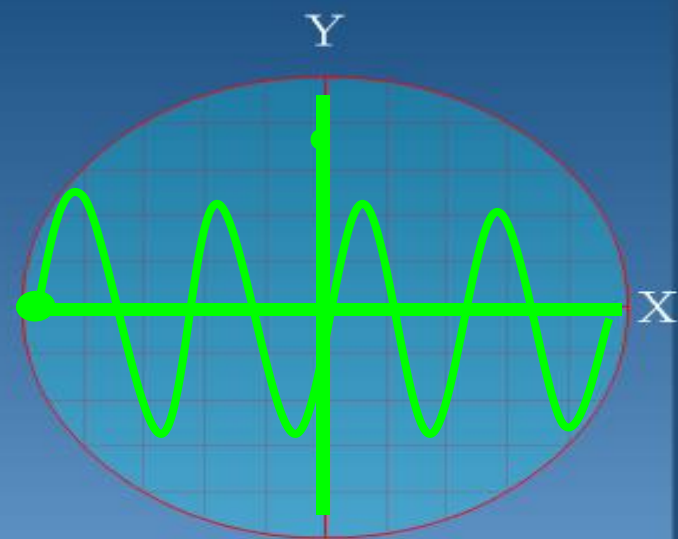
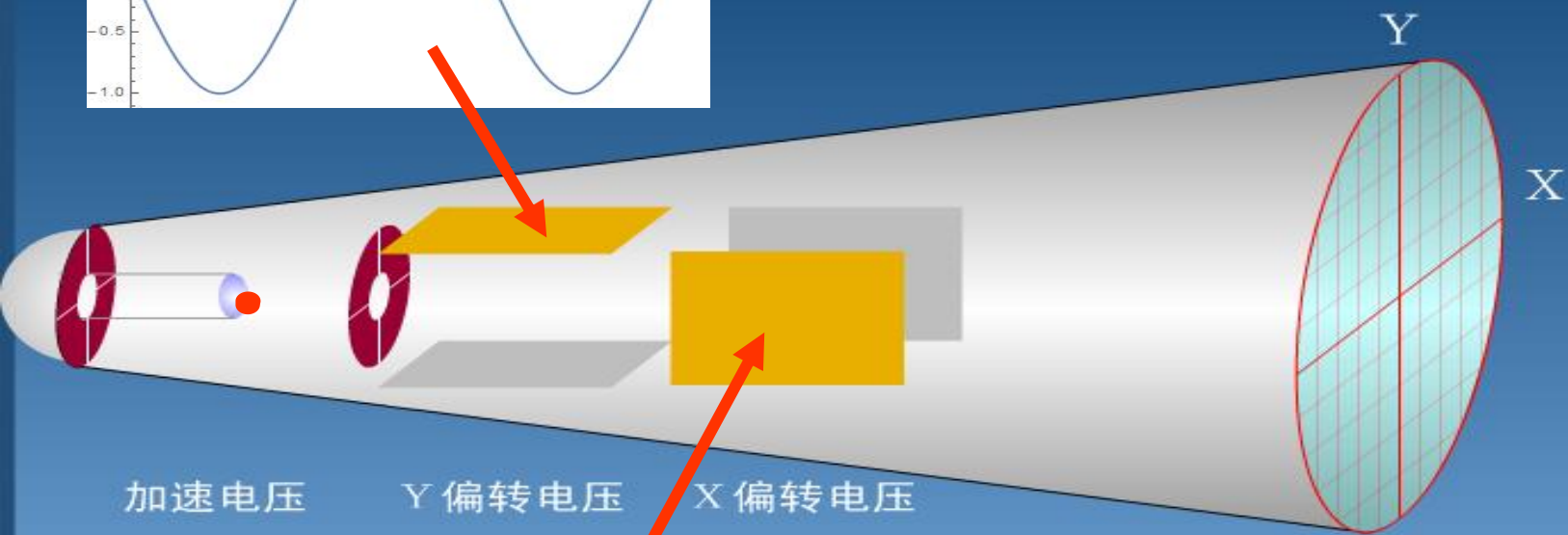
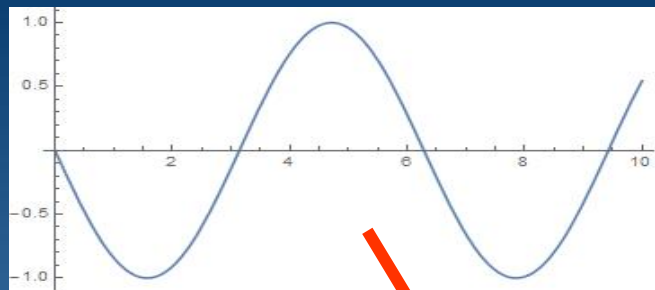


X 偏转电压



通电

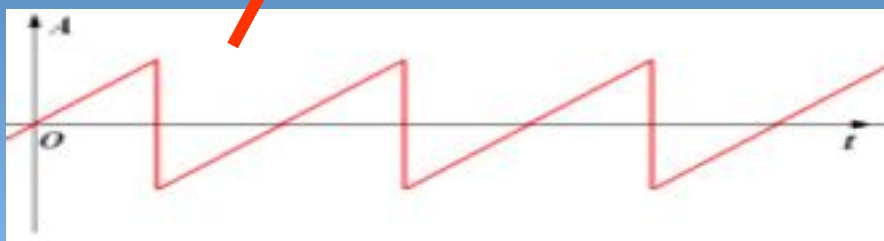
断电



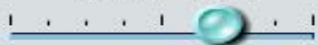
加速电压

Y 偏转电压

X 偏转电压



加速电压



Y 偏转电压

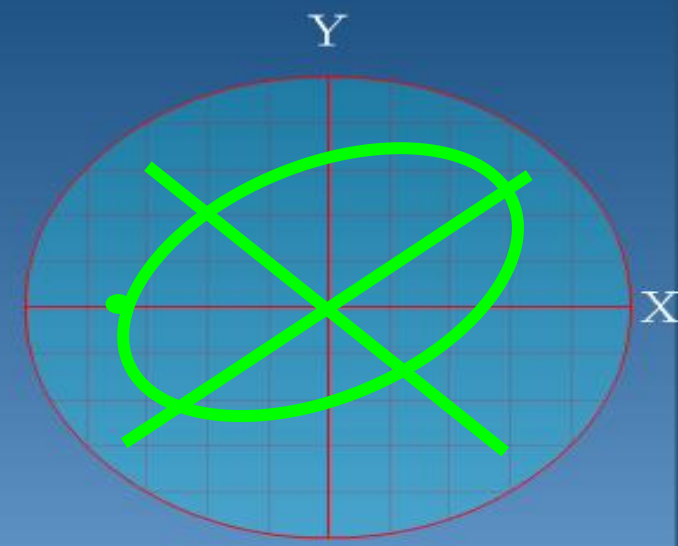
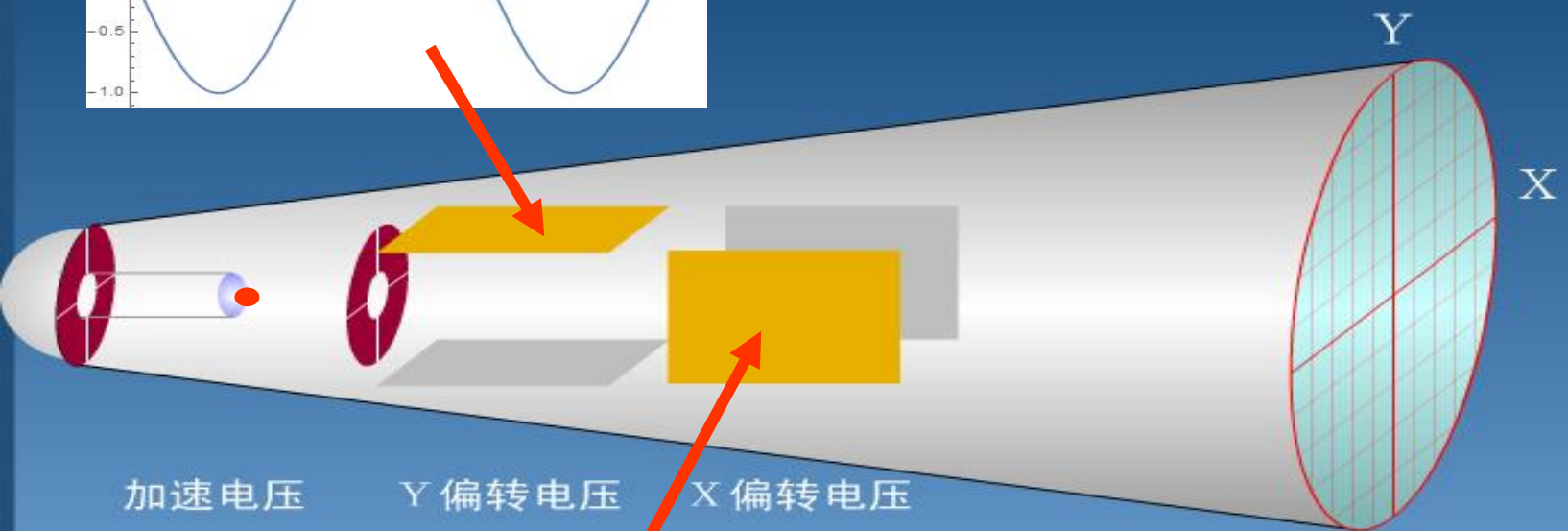
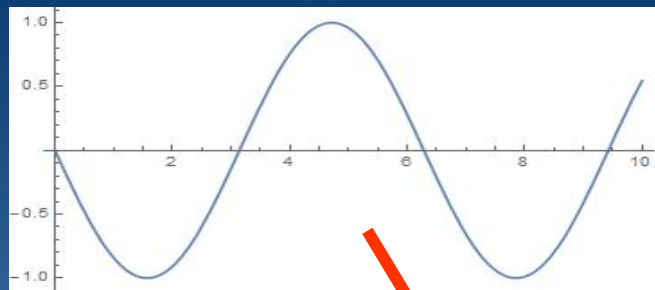


X 偏转电压



通电

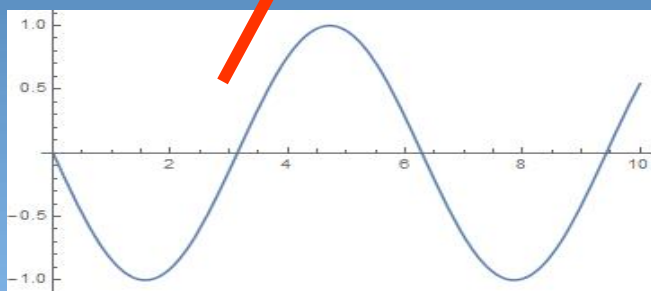
断电



加速电压

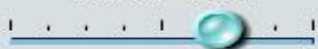
Y 偏转电压

X 偏转电压



$$\varphi_2 - \varphi_1 = n\pi (n = 0, 1, 2, \dots)$$

加速电压



Y 偏转电压



X 偏转电压



通电

断电



# 相位比较法

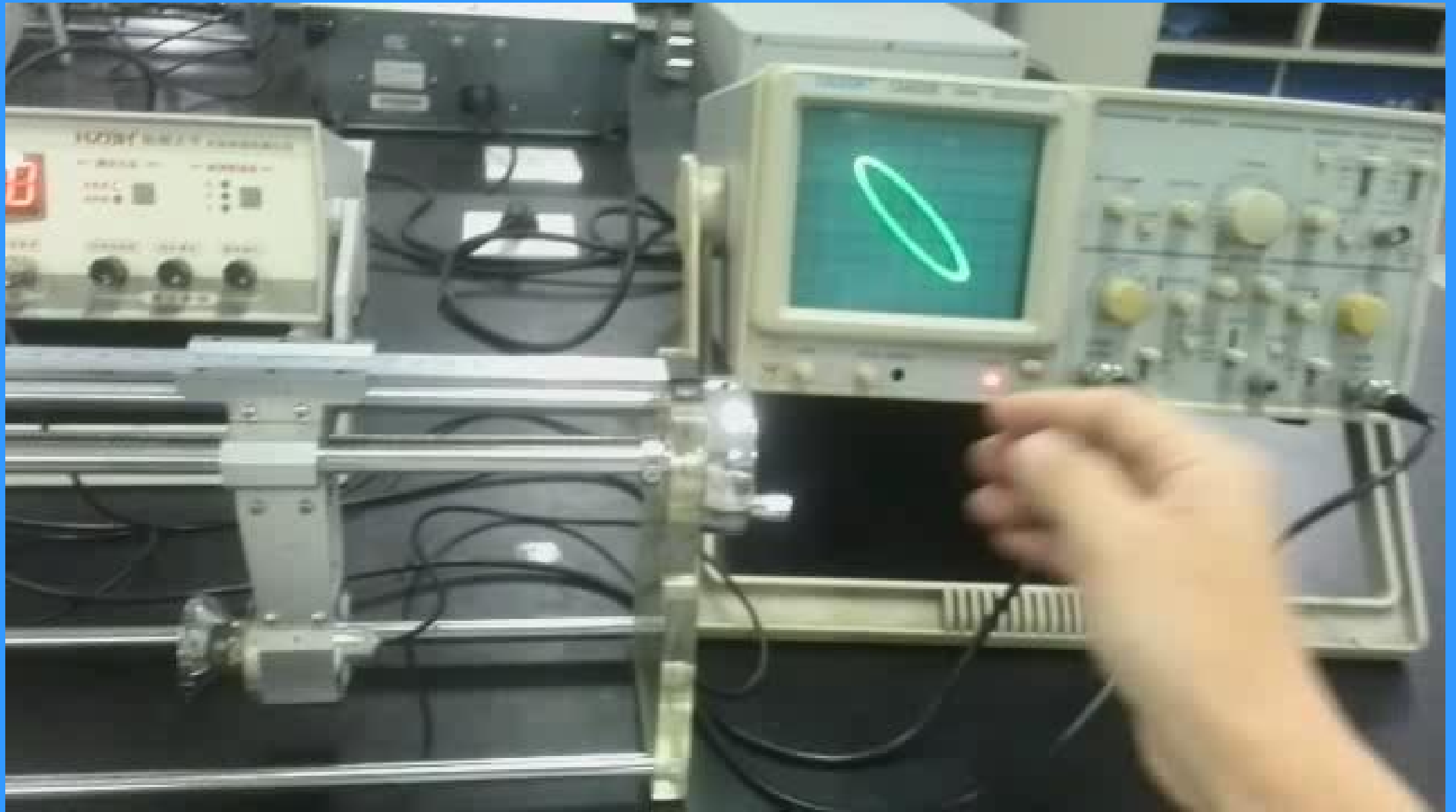


从S<sub>1</sub>发出的正弦波与S<sub>2</sub>收到的正弦波之间的相位差为

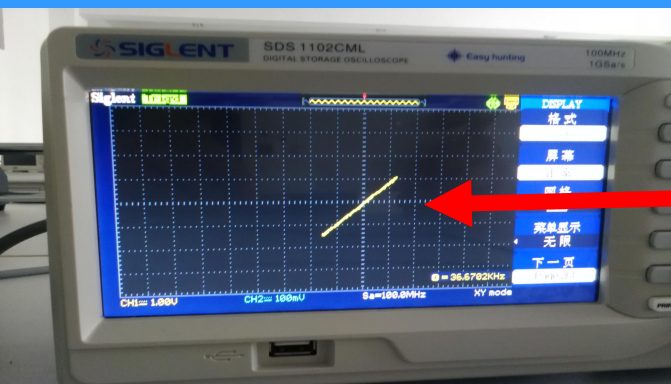
$$\varphi = \omega t = 2\pi f / v = 2\pi l / \lambda$$

S<sub>1</sub>与S<sub>2</sub>之间变化一个波长 $\lambda$ ， $\varphi$ 相位差变化 $2\pi$ ，示波器上所观察到的李萨如图随之变化一个周期。

# 相位法操作演示



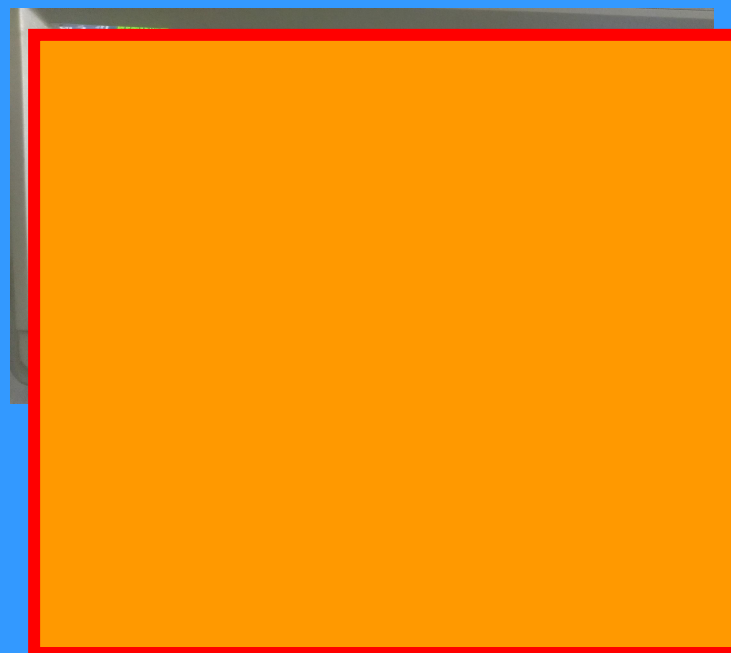
连接电路后，连续移动S2，读取对应的S2的位置坐标



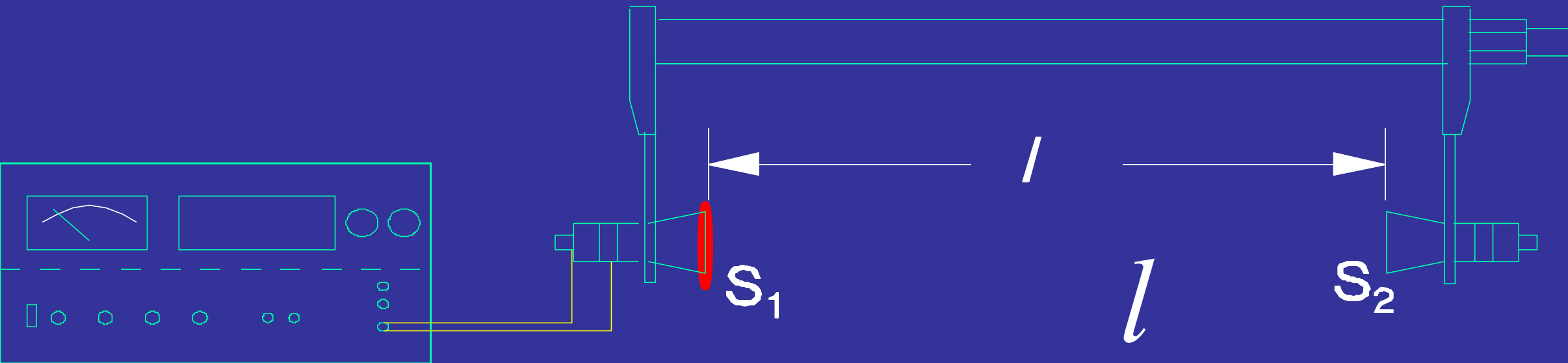
斜率为正的  
李萨茹直线

大家都只读取左边的  
图对应的S2坐标，相邻的两次读

数之差 =  $\lambda$



# 声速的测定—方法三



$$v = \frac{l}{t}$$



脉冲波

为减少误差必须多次测量!

# 逐差法

连续移动S2，改变16次位置，分别读取超声波脉冲从S1-S2所需要的时间 $t_i$ ,

$$\bar{v} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \frac{(L_{i+8} - L_i)}{(t_{i+8} - t_i)}$$