

---

## 光强调制法测光速

### 一、实验简介

光速是物理学中最重要的基本常数之一，也是所有各种频率的电磁波在真空中的传播速度。历史上光速测量方法可以分为天文学测量方法、大地测量方法和实验室测量方法等。

1607 年伽利略最早提出大地测量方法来测量光速。1676 年，丹麦天文学家罗默通过观察从卫星蚀的时间变化和地球轨道直径求出了光速。1728 年，英国天文学家布莱德雷（1693—1762）采用恒星的光行差法测量了光速，这些是天文学测定的方法。1849 年，法国人菲索第一次在地面上设计转齿轮装置测定光速。1850 年，法国物理学家傅科设计了转镜法测出的光速是 298000 千米/秒。另外傅科还测出了光在水中的传播速度，它小于光在空气中的速度，彻底否定了光的经典微粒说。

1928 年，卡瑟拉斯和米太斯塔德首先提出利用克尔盒法来测定光速。1951 年，贝奇斯传德用这种方法测出的光速是 299793 千米/秒。

### 二、实验原理

可见光的频率为  $10^{14}$  HZ 的数量级，超出了所有仪器的响应。在本实验中光源是发光二极管。用 50 兆赫兹的高频正弦电压信号将光的强度进行调制，对强度调制光检波后就得到周期大大扩展了的电子学信号。发光二极管所发红光在仪器内调制后，分为两路，一束输入到双踪示波器的 X 通道；另一束从出射孔射出，见图 1。出射光经过直角反射镜改变传播方向，从接收孔又进入到仪器内，输入到示波器的 Y 通道。这二个频率相同的强度调制波信号在示波器内相干，屏幕上得到李萨如图形。一般而言，这种图形是椭圆。如果两种信号之间的相位差为 0 或  $\pi$ ，李萨如图形为直线。对应于相位差为 0 和为  $\pi$  的这两条直线应有不同方向，一个在一、三象限，另一个在二、四象限。这两束调制信号之间的相位差与出射光在空气中传播的距离有关。如果直角反射镜靠近出射孔时，两束信号之间的相位差相等（可通过调节仪器上的相位旋钮做到），示波器上得到一条直线。将反射镜移远的过程中，李萨如图形变化为椭圆。椭圆的方位和椭圆度也随距离而改变。当示波器上再度出现直线时，说明示波器中 Y 分量相位改变了  $\pi$ 。即这束调制光程变化了半个波长。考虑到光经过两次平面镜的反射，半个波长等于直角反射镜移动距离  $l$  的两倍，或写成  $\lambda=4l$ 。已知调制频率  $f$ ，即可得到光在空气中传播速度：

$$c = \lambda f = 4lf \quad (1)$$

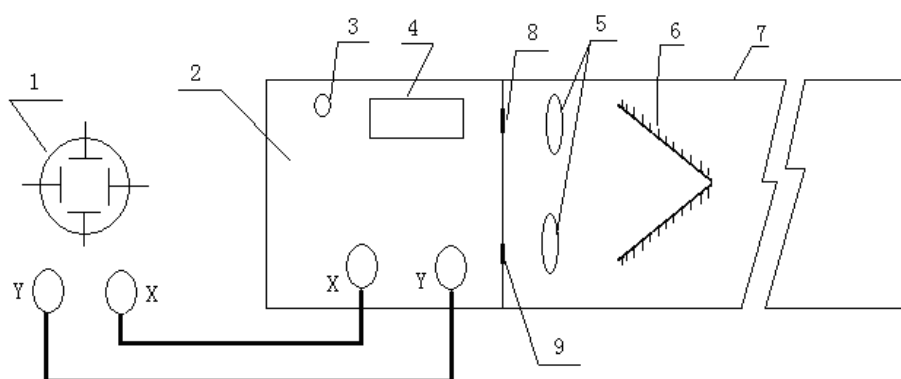


图1 光速测量装置原理图

1. 示波器 2. 光速测定仪 3. 相位调节旋钮 4. 频率显示  
5. 透镜 6. 直角反射镜 7. 地板 8. 发射孔 A 9. 接收孔 B

求出这种光强调制信号在空气中的传播速度，这就是光在空气中的速度。

利用这种仪器还可以测量透明介质的折射率以及光在这些介质中的速度。让光透过光路中一定长度  $L$  的某种透明介质，譬如水，先将示波器上图形调节为直线。然后移去液体，这时，示波器上图形为一椭圆。移动直角反射镜一段距离  $\Delta x$ ，直至示波器上又得到直线。这说明强度调制波在空气中通过  $2\Delta x$  产生的相位变化（空气的折射率为 1），相当于波在待测介质中通过  $L$  产生的变化。介质的折射  $n$ 。根据公式：

$$(n - 1)l = 2\Delta x \quad (2)$$

可以求介质的折射率。光在这种介质的速度为：

$$v = \frac{c}{n} \quad (3)$$

### 三、实验内容

#### 1. 测量光在空气中速度

(1) 开启光速测定仪，将其两个输出端分别连接到双踪示波器 X 通道接口和 Y 通道接口。

(2) 调节光路共轴：仪器上光的发射孔 A 和接收孔 B 外各有一个凸透镜，调节透镜位置，使发射孔处于其焦点附近。这样，光通过透镜后就大体上成为平行光了。在底板上前后移动直角反射镜，使得它反射的光经过另一个透镜会聚到接收孔 B。为此，首先调节两个反射镜片背后的螺钉，使镜片垂直于底板且彼此成直角。其次，调节透镜的位置，使光线会聚到仪器的接收孔 B。这样，在 1.5 米长的底板上前后移动直角反射镜，示波器上的李萨如图形都会发生变化，如果在底板远端移动反射镜时，图形无变化，说明光线尚未充分聚焦到接收孔，仍需继续调节光轴。

(3) 完成了步骤 2，反射镜在远端附近移动时李萨如图形呈椭圆，其大小与方位与反射镜的位置有关。这时可调节仪器上的相位旋钮，令李萨如成为一条直线。

记录这时直角反射镜的坐标  $X_1$ 。

(4) 将反射镜向着仪器方向移动，注意观察示波器上的图形，椭圆会越来越大（为什么？），方向也逐渐改变。如果图形太大，可调节示波器的电压灵敏度旋钮，使图形大小适当。当反射镜靠近接收孔时，示波器的上的李萨如图形又成为一条直线，它的斜率应与开始时直线在不同象限。记录反射镜坐标  $X_2$ 。当然，也可将反射镜从靠近仪器的位置逐渐移远，方向同上。

(5) 计算出反射镜移动的距离，根据调制波的频率  $f$ ，按(1)式计算出光在空气中的速度。

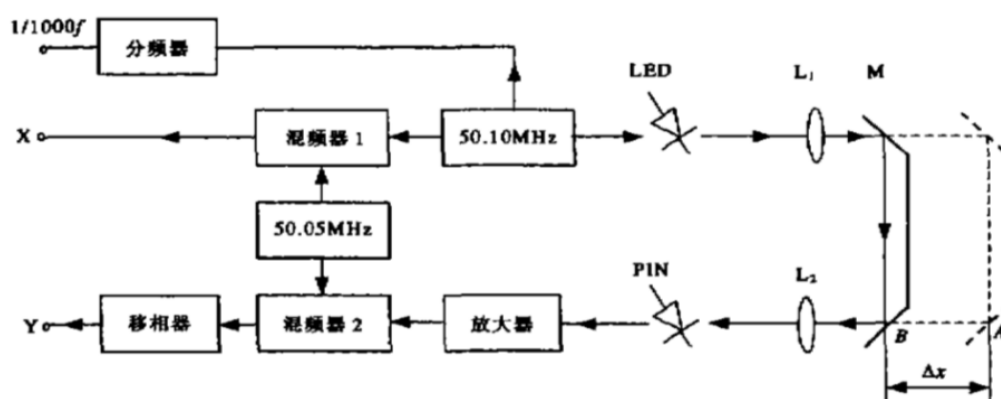
## 2. 测量光在水中的速度

将专用的 1 米左右的圆管内装满水，密封两端透明的盖子后，放在光路中。测量管长  $L$ 。光经过管内的水照到放置在其后的直角反射镜。这时示波器上应有椭圆状李萨如图形。调节相位旋钮，使李萨如图成为一条直线。记录反射镜的坐标  $X_1$ 。然后去掉水管，移动反射镜的位置，直至示波器上的图形又成为一条直线。记录此时反射镜的坐标  $X_2$ 。这说明光强调制信号在空气中经过 2 倍 $|X_2-X_1|$  的距离与该信号经过水中  $L$  距离产生的相位变化相等。根据(2)式计算水的折射率，根据(3)式计算光在水中的传播速度。

## 四、实验仪器

光强调制法测光速实验装置包括：光速测定仪、示波器、信号发生器、透镜 2 个、直角反光镜、1 米长的水管

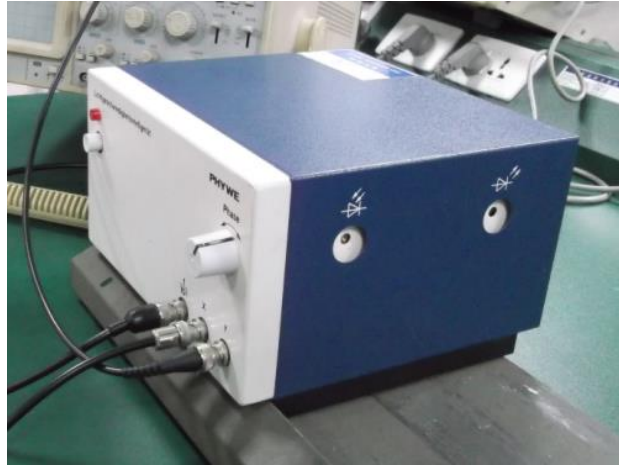
### 1. 光速测定仪：



测量仪器原理图

由晶体振荡器产生频率约为  $50\text{MHz}$  的高频正弦电压信号，该信号被分为两路：一束输入到双踪示波器的  $X$  通道；另一束加在发光二极管上，使它所发射的光被调制成频率约为  $50.0\text{MHz}$  的光强调制波。出射光信号经由外光路后，最终反射到光速测定仪接收孔的光电二极管上，由光电二极管接收到的光调制信号进行光电转换，输出与发光二极管同频的信号送入混频器 2，与加在该混频器上的晶体振荡器  $G_1$  所产生的  $50.50\text{MHz}$  的晶振信号进行混频，最后得到  $50\text{KHz}$  的差频信号，该信号经过移相器送至示波器的  $Y$  轴。与此同时，由  $G_2$  产生的  $50.10\text{MHz}$  的晶振信号送入混频器 1，与加在该混频器上的由  $G_1$  所产生的

50.05MHz 的晶振信号进行混频，产生 50KHz 的差频信号送入示波器的 X 轴，这一路信号是没有经过移相的，可作为参考信号。这样，加在示波器 X 轴和 Y 轴的两路具有相同频率不同幅度的信号，实验中就可以通过比较李萨如图形来判断它们所产生的相位差。



光速测定仪实物图



光速测定仪仿真图

使用方法：电源开关：鼠标点击开关按钮，可以打开或关闭电源开关；

相位调节旋钮：鼠标左击或右击相位调节旋钮，可以改变通道 X 与通道 Y 输出信号的相位差。

## 2. 示波器：

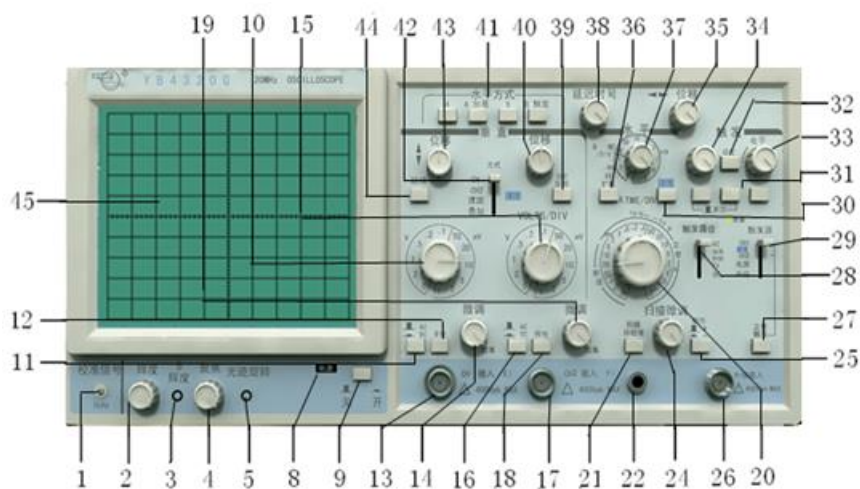
双击实验桌上示波器小图标弹出示波器的调节窗体，在示波器调节窗口上可以对示波器进行调节、操作。真实仪器和程序中仪器如图：



示波器实物图



示波器仿真图



实验中示波器调节界面

功能及其用法介绍：

## 1. 主机电源

### (9) 电源开关 (POWER)

将电源开关按键弹出即为“关”位置，将电源接入，按电源开关，以接通电源。

仿真实验中使用方法：点击进行打开和关闭进行切换。

### (8) 电源图标

### (2) 辉度旋钮 (INTENSITY)

顺时针方向旋转旋钮，亮度增强。接通电源之前将该旋钮逆时针方向旋转到底。

仿真实验中使用方法：单击左键或右键进行调节。

### (4) 聚焦旋钮 (FOCUS)

用亮度控制钮将亮度调节至合适的标准，然后调节聚焦控制钮直至轨迹达到最清晰的程度，虽然调节亮度时聚焦可自动调节，但聚焦有时也会轻微变化。如果出现这种情况，需重新调节聚焦。

仿真实验中使用方法：单击左键或右键进行调节。

---

(5) 光迹旋转旋钮 (TRACE ROTATION)

由于磁场的作用,当光迹在水平方向轻微倾斜时,该旋钮用于调节光迹与水平刻度线平行。

(45) 显示屏

仪器的测量显示终端。

数据 (1) 校准信号输出端子 (CAL)

提供  $1\text{kHz} \pm 2\%$ ,  $4\text{ VP-P} \pm 2\%$  方波作本机 Y 轴、X 轴校准用。

2. 垂直方向部分

(13) 通道 1 输入端 [CH1 INPUT (X)]

该输入端用于垂直方向的输入。在 X-Y 方式时输入端的信号成为 X 轴信号。

(17) 通道 2 输入端 [CH2 INPUT (Y)]

和通道 1 一样,但在 X-Y 方式时输入端的信号仍为 Y 轴信号。

(11)、(12)、(16)、(18) 交流—直流—接地耦合选择开关 (AC—DC—GND)

选择输入信号与垂直放大器的耦合方式

交流 (AC): 垂直输入端由电容器来耦合。

接地 (GND): 放大器的输入端接地。

直流 (DC): 垂直放大器的输入端与信号直接耦合。

仿真实验中使用方法:单击 AC-DC 按钮进行 AC 和 DC 方式切换,接地按钮按下为接地,弹出为非接地。

(10)、(15) 衰减器开关 (VOLTS/DIV)

用于选择垂直偏转灵敏度的调节。如果使用的是 10:1 的探头,计算时将幅度  $\times 10$ 。

仿真实验中使用方法:右键单击进行顺时针旋转,左键打击进行逆时针旋转。

(14)、(19) 垂直微调旋钮 (VARIABLE)

垂直微调用于连续改变电压偏转灵敏度,此旋钮在正常情况下应位于顺时针方向旋转到底的位置。将旋钮逆时针方向旋转到底,垂直方向的灵敏度下降到 2.5 倍以下。

仿真实验中使用方法:右键单击进行顺时针旋转,左键打击进行逆时针旋转。

(43)、(40) 垂直移位 (POSITION)

调节光迹在屏幕中的垂直位置。

仿真实验中使用方法:右键单击进行顺时针旋转,左键打击进行逆时针旋转。

(42) 垂直方式工作开关

选择垂直方向的工作方式

通道 1 选择 (CH1): 屏幕上仅显示 CH1 的信号。

通道 2 选择 (CH2): 屏幕上仅显示 CH2 的信号。

双踪选择 (DUAL): 同时按下 CH1 和 CH2 按钮,屏幕上会出现双踪并自动以断续或交替方式同时显示 CH1 和 CH2 上的信号。

---

叠加 (ADD): 显示 CH1 和 CH2 输入电压的代数和。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行向上调节, 左键单击进行向下调节。

(39) CH2 极性开关 (INVERT): 按此开关时 CH2 显示反相电压值。

仿真实验中使用方法: 左键单击进行按下和弹出间切换。

### 3. 水平方向部分

(20) 主扫描时间因数选择开关 (A TIME/DIV)

共 20 档, 在  $0.1\mu\text{s}/\text{div} \sim 0.5\text{s}/\text{div}$  范围选择扫描速率。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

(30) X-Y 控制键

如 X-Y 工作方式时, 垂直偏转信号接入 CH2 输入端, 水平偏转信号接入 CH1 输入端。

仿真实验中使用方法: 左键单击进行按下和弹出间切换。

(21) 扫描非校准状态开关键

按入此键, 扫描时基进入非校准调节状态, 此时调节扫描微调有效。

(24) 扫描微调控键 (VARIABLE)

此旋钮以顺时针方向旋转到底时处于校准位置, 扫描由 Time/Div 开关指示。该旋钮逆时针方向旋转到底, 扫描减慢 2.5 倍以上。正常工作时, (21) 键弹出, 该旋钮无效, 即为校准状态。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

(35) 水平位移 (POSITION)

用于调节轨迹在水平方向移动。顺时针方向旋转该旋钮向右移动光迹, 逆时针方向旋转向左移动光迹。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

(36) 扩展控制键 (MAG $\times$ 5)

按下去时, 扫描因数 $\times$ 5 扩展, 扫描时间是 Time/Div 开关指示数值的 1/5。

(37) 延时扫描 B 时间系数选择开关 (B TIME/DIV)

共 12 档, 在  $0.1\mu\text{s}/\text{div} \sim 0.5\text{ms}/\text{div}$  范围选择 B 扫描速率。

(41) 水平工作方式选择 (HORIZ DISPLAY)

主扫描 (A): 按入此键主扫描单独工作, 用于一般波形观察。

A 加亮 (A INT): 选择 A 扫描的某区段扩展为延时扫描。可用此扫描方式。与 A 扫描相对应的 B 扫描区段 (被延时扫描) 以高亮度显示。

被延时扫描 (B): 单独显示被延时扫描 B。

B 触发 (B TRIG' D): 选择连续延时扫描和触发延时扫描。

### 4. 触发系统 (TRIGGER)

(29) 触发源选择开关 (SOURCE): 选择触发信号源。

通道 1 触发 (CH1, X-Y): CH1 通道信号是触发信号, 当工作方式在 X-Y 时, 波动开关应设置于此挡。

---

通道 2 触发 (CH2): CH2 上的输入信号是触发信号。

电源触发 (LINE): 电源频率成为触发信号。

外触发 (EXT): 触发输入上的触发信号是外部信号, 用于特殊信号的触发。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行向上调节, 左键单击进行向下调节。

#### (27) 交替触发 (ALT TRIG)

在双踪交替显示时, 触发信号交替来自于两个 Y 通道, 此方式可用于同时观察两路不相关信号。

(26) 外触发输入插座 (EXT INPUT): 用于外部触发信号的输入。

(33) 触发电平旋钮 (TRIG LEVEL): 用于调节被测信号在某选定电平触发同步。

#### (32) 电平锁定 (LOCK)

无论信号如何变化, 触发电平自动保持在最佳位置, 不需人工调节电平。

仿真实验中使用方法: 右键单击进行顺时针旋转, 左键打击进行逆时针旋转。

#### (34) 释抑 (HOLDOFF)

当信号波形复杂, 用电平旋钮不能稳定触发时, 可用此旋钮使波形稳定同步。

(25) 触发极性按钮 (SLOPE): 触发极性选择, 用于选择信号的上升沿和下降沿触发。

#### (31) 触发方式选择 (TRIG MODE)

自动 (AUTO): 在自动扫描方式时扫描电路自动进行扫描。在没有信号输入或输入信号没有被触发同时, 屏幕上仍然可以显示扫描基线。

常态 (NORM): 有触发信号才能扫描, 否则屏幕上无扫描显示。当输入信号的频率低于 50Hz 时, 请用常态触发方式。

复位键 (RESET): 当“自动”与“常态”同时弹出时为单次触发工作状态, 当触发信号来到时, 准备 (READY) 指示灯亮, 单次扫描结束后熄灭, 按复位键 (RESET) 下后, 电路又处于待触发状态。

#### (28) 触发耦合 (COUPLING)

根据被测信号的特点, 用此开关选择触发信号的耦合方式。

交流 (AC): 这是交流耦合方式, 触发信号通过交流耦合电路, 排除了输入信号中的直流成分的影响, 可得到稳定的触发。

高频抑制 (HF REJ): 触发信号通过交流耦合电路和低通滤波器作用到触发电路, 触发信号中的高频成分被抑制, 只有低频信号部分能作用到触发电路。

电视 (TV): TV 触发, 以便于观察 TV 视频信号, 触发信号经交流耦合通过触发电路, 将电视信号送到同步分离电路, 拾取同步信号作为触发扫描用, 这样视频信号能稳定显示。TV-H 用于观察电视信号中行信号波形, TV-V: 用于观察电视信号中场信号波形。注意: 仅在触发信号为负同步信号时, TV-V 和 TV-H 同步。

直流 (DC): 触发信号被直接耦合到触发电路, 当触发需要触发信号的直流



部分或需要显示低频信号以及信号空占比很小时，使用此种方式。

3. 信号发生器：

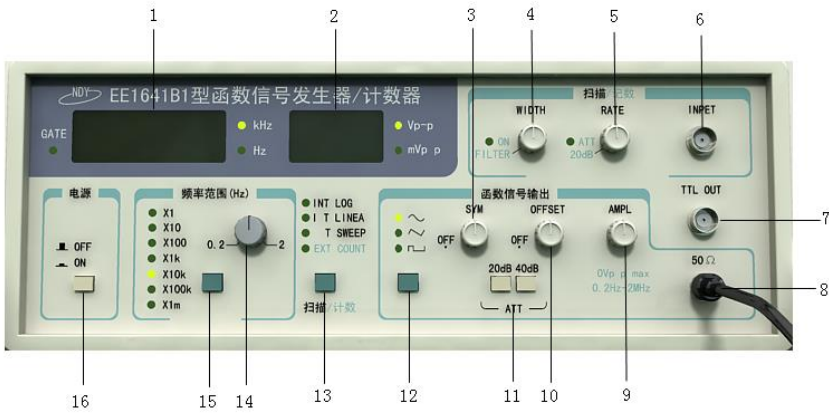
双击实验桌上信号发生器小图标弹出信号发生器的调节窗体，在信号发生器调节窗口上可以对信号发生器进行调节、操作。



信号发生器实物图



信号发生器仿真图



信号发生器调节界面

功能介绍：

- 1. 频率显示窗口：显示输出信号的频率或外测频信号的频率，用五位数字显示信号的频率，且频率连续可调（输出信号时）。
- 2. 幅度显示窗口：显示函数输出信号的幅度，由三位数字显示信号的幅度。
- 3. 输出波形，对称性调节旋钮（SYM）：调节此旋钮可改变输出信号的对称性。当电位器处在关闭或者中心位置时，则输出对称信号。输出波形对称调节器可改变输出脉冲信号空度比，与此类似，输出波形为三角或正弦时可使三角波调变为锯齿波，正弦波调变为正与负半周分别为不同角频率的正弦波形，且可移相180°。

仿真实验中使用方法：右键单击进行顺时针旋转，左键打击进行逆时针旋转。

- 4. 速率调节旋钮（WIDTH）：调节此电位器可以改变内扫描的时间长短。在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过低通开关进入测量系统。

- 5. 扫描宽度调节旋钮（RATE）：调节此电位器可调节扫频输出的扫频范围。在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过衰减“20dB”进

入测量系统。

6. 外部输入插座 (INPUT): 当“扫描/计数键”(13) 功能选择在外扫描外计数状态时, 外扫描控制信号或外测频信号由此输入。

7. TTL 信号输出端 (TTL OUT): 输出标准的 TTL 幅度的脉冲信号, 输出阻抗为  $600\Omega$ 。

8. 函数信号输出端: 输出多种波形受控的函数信号, 输出幅度  $20V_p - p$  ( $1M\Omega$  负载),  $10V_p - p$  ( $50\Omega$  负载)。

9. 函数信号输出幅度调节旋钮 (AMPL): 调节范围 20dB。

仿真实验中使用方法: 右键按下进行顺时针连续旋转, 信号幅度增大, 左键按下进行逆时针连续旋转, 信号幅度减小。

10. 函数信号输出信号直流电平预置调节旋钮(OFFSET): 调节范围:  $-5V \sim +5V$  ( $50\Omega$  负载), 当电位器处在中心位置时, 则为 0 电平, 由信号电平设定器选定输出信号所携带的直流电平。

11. 函数信号输出幅度衰减开关 (ATT): “20dB” “40dB” 键均不按下, 输出信号不经衰减, 直接输出到插座口。“20dB” “40dB” 键分别按下, 则可选择 20dB 或 40dB 衰减。

12. 函数输出波形选择按钮: 可选择正弦波、三角波、脉冲波输出。

仿真实验中使用方法: 左键打击进行波形间进行切换

13. “扫描/计数” 按钮: 可选择多种扫描方式和外测频方式。

14. 频率范围细调旋钮: 调节此旋钮可改变 1 个频程内的频率范围。

仿真实验中使用方法: 右键按下进行顺时针连续旋转, 信号幅度增大, 左键按下进行逆时针连续旋转, 信号幅度减小。

15. 频率范围选择按钮: 调节此旋钮可改变输出频率的 1 个频程, 共有 7 个频程。

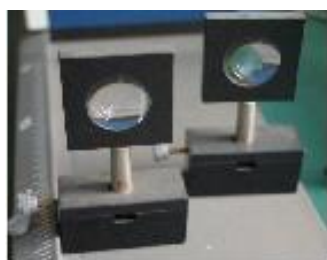
仿真实验中使用方法: 左键打击进行波形间进行切换

16. 整机电源开关: 此按键按下时, 机内电源接通, 整机工作。此键释放为关掉整机电源。

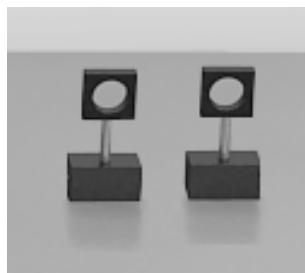
仿真实验中使用方法: 左键打击进行打开和关闭切换。

#### 4. 透镜 (两个):

仪器图片如下图所示:



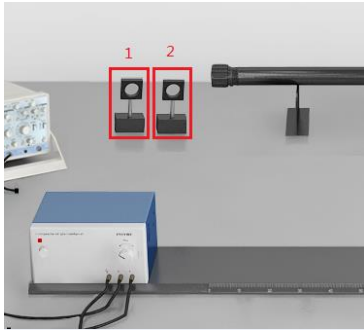
透镜实物图



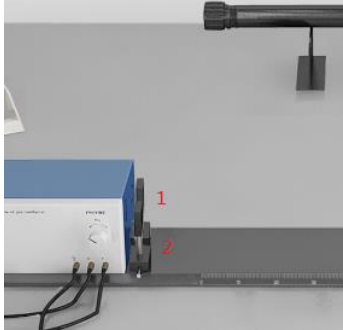
透镜仿真图

使用方法:

在主界面鼠标左键选择并拖动至导轨上的合适位置释放。在导轨上前后调节透镜 1 位置，使发射孔 A 处于其焦点附近，这样，光通过透镜后就大体上成为平行光了；在底板上前后移动直角反射镜，使得它反射的光经过另一个透镜 2 会聚到接收孔 B。



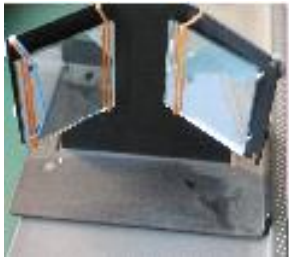
透镜在实验桌上放置的位置



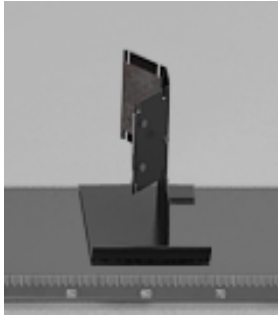
透镜拖动到导轨上的位置

**5. 直角反光镜：**

仪器图片如下图所示：



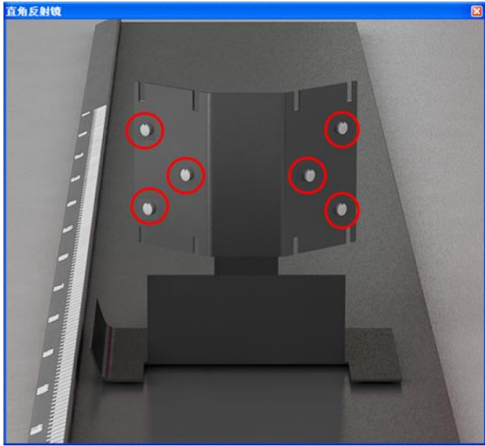
直角反光镜实物图

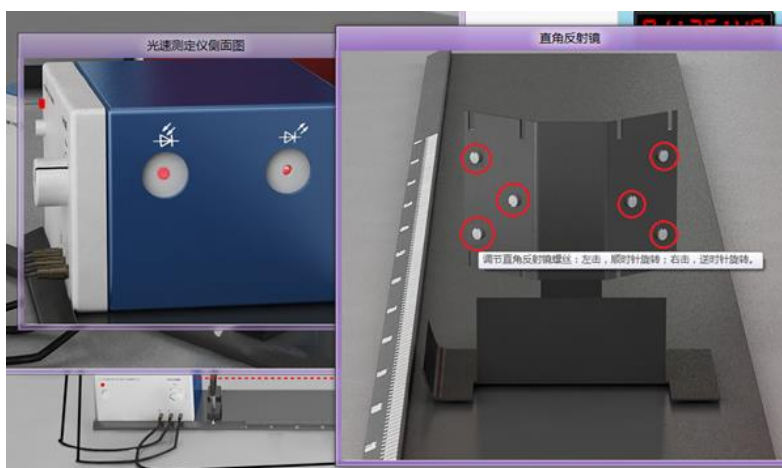


直角反光镜仿真图

使用方法：

在主界面鼠标左键选择并拖动至导轨上释放。使发射孔发出的光入射到直角反射镜的一个镜面，并通过另一镜面反射，进入接受光孔。双击打开的视图，如下图所示：

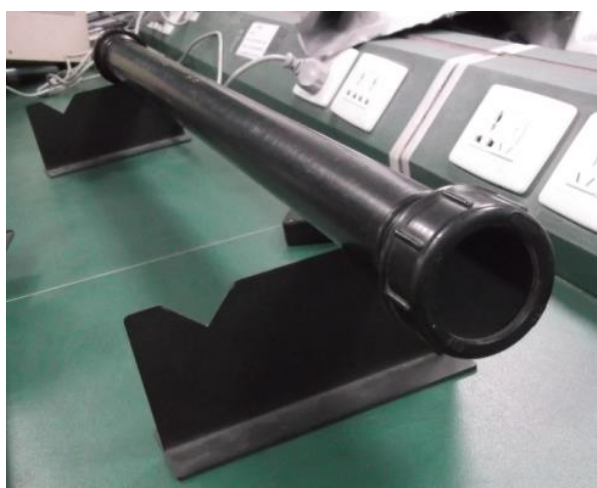




使用方法：使用鼠标分别左击或右击反射镜背后的 6 个旋钮，通过调节双面镜的角度，使得发光孔出射的光经过双面镜后反射到仪器的接收孔。

### 6.1 米长的水管：

用来测水的折射率。水管长度为 1 米，中间装满水，两端用玻璃片密封（玻璃片的对实验的影响可以忽略）。

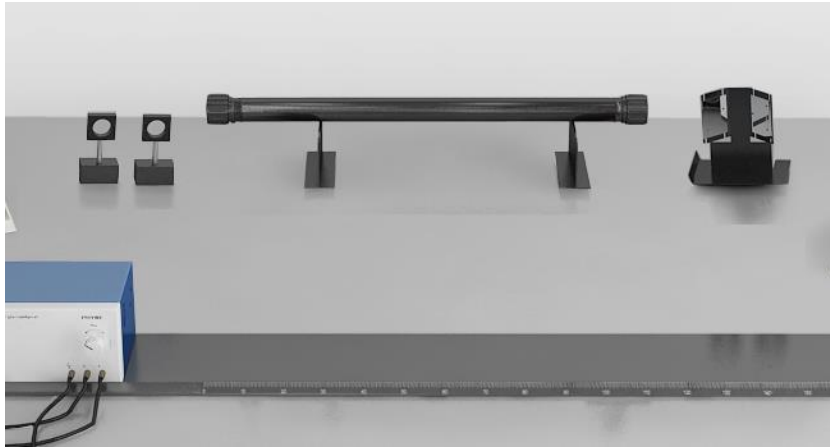


水管实物图



水管仿真图

使用方法：使用鼠标拖动场景中的水管，可以将水管放置到光路中的导轨上；同样使用鼠标拖动水管，可以将水管从光路中的导轨上移动到实验桌上。



水管在实验桌上放置的位置



水管拖动到导轨上的位置

## 五、实验指导

### 实验重点

1. 掌握光强调制法测光速原理。
2. 了解光速测定仪结构,并理解李萨如图像的成像原理。

### 实验难点

1. 两透镜的调节,使发射光和接收光都是平行光。
2. 反光镜的调节,如何的都成直线的李萨如图像。

### 辅助功能介绍:

界面的右上角的功能显示框:当在普通做实验状态下,显示实验实际用时、记录数据按钮、结束实验按钮、注意事项按钮;在考试状态下,显示考试所剩时间的倒计时、记录数据按钮、结束考试按钮、显示试卷按钮(考试状态下显示)、注意事项按钮。

右上角工具箱:各种使用工具,如计算器等。

右上角 help 和关闭按钮: help 可以打开帮助文件,关闭按钮功能就是关闭实验。

实验仪器栏:存放实验所需的仪器,可以点击其中的仪器拖放至桌面,鼠标

触及到仪器，实验仪器栏会显示仪器的相关信息；仪器使用完后，则不允许拖动仪器栏中的仪器了。

提示信息栏:显示实验过程中的仪器信息，实验内容信息，仪器功能按钮信息等相关信息，按 F1 键可以获得更多帮助信息。

实验状态辅助栏:显示实验名称和实验内容信息(多个实验内容依次列出)，当前实验内容显示为红色，其他实验内容为蓝色；可以通过单击实验内容进行实验内容之间的切换。切换至新的实验内容后，实验桌上的仪器会重新按照当前实验内容进行初始化。

**实验操作方法:**

**(1) 主窗口介绍**

成功进入实验场景窗体，实验场景的主窗体如下图组所示：

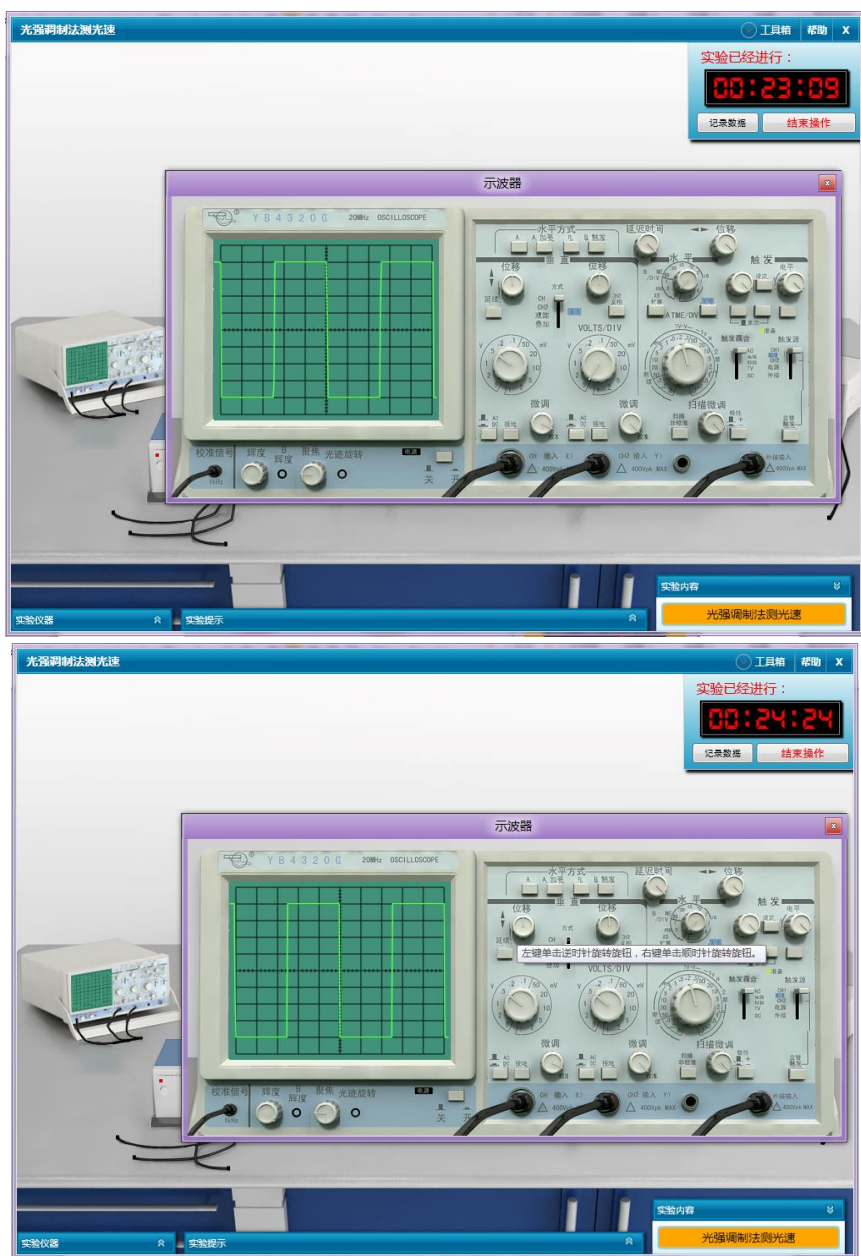


光强调制法测光速实验主场景图

**(2) 示波器校准**

连接示波器校准信号与 CH1 通道接线柱，将示波器校准信号接入到 CH1 通道；双击打开示波器窗体，鼠标点击示波器开关按钮，打开电源开关；调节示波器的辉度旋钮以及聚焦旋钮，完成辉度以及聚焦的调节；选择示波器方式档位为 CH1，选择适当的 CH1 通道增益档位以及时基扫描档位，调节相应的微调旋钮和扫描微调旋钮，完成示波器 CH1 通道校准；将校准信号连接到 CH2 通道，方式档位置于 CH2 档，选择合适的 CH2 通道增益档位，并调节对应的微调旋钮，完成 CH2 档的校准；如下图：





### (3) 实验连线

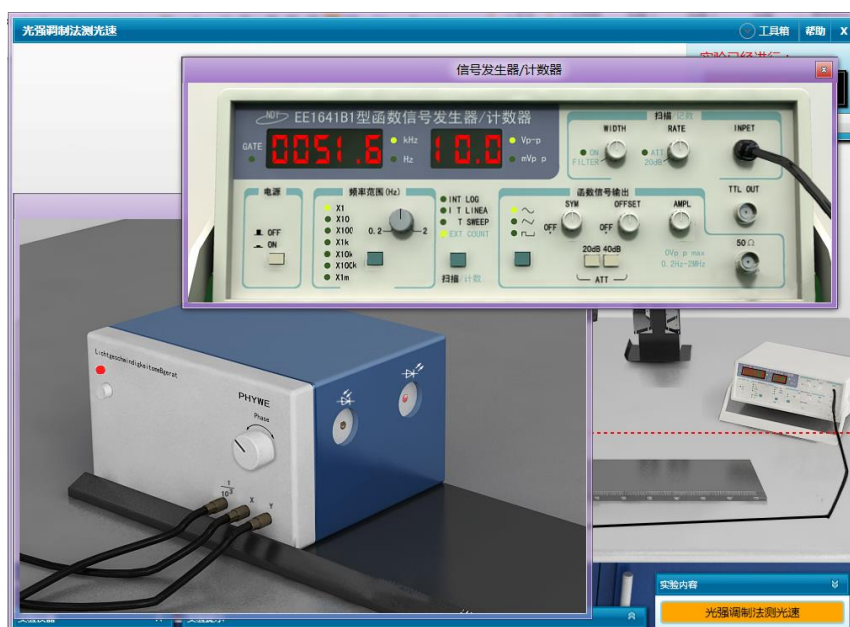
当鼠标移动到实验仪器接线柱的上方，拖动鼠标，便会产生“导线”，当鼠标移动到另一个接线柱的时候，松开鼠标，两个接线柱之间便产生一条导线，连线成功；如果松开鼠标的时候，鼠标不是在某个接线柱上，画出的导线将会被自动销毁，此次连线失败。根据实验电路图正确连线，连线操作完成，如下图所示：



根据电路图连接好电路，然后在数据表格中点击“连线”模块下的“确定状态”按钮，保存连线状态。

#### (4) 测量光信号的调制频率

打开光速测定仪电源开关以及信号发生器电源开关，从信号发生器上读取测量的信号频率，由于光速测定仪使用的是  $1/1000$  的输出频率，因此，光信号调制后的频率是信号发生器上测得信号的  $1000$  倍。例如，当信号发生器的读数为  $51.6\text{KHZ}$ ，此时调制频率应为  $51.6\text{MHZ}$ ，如下图：

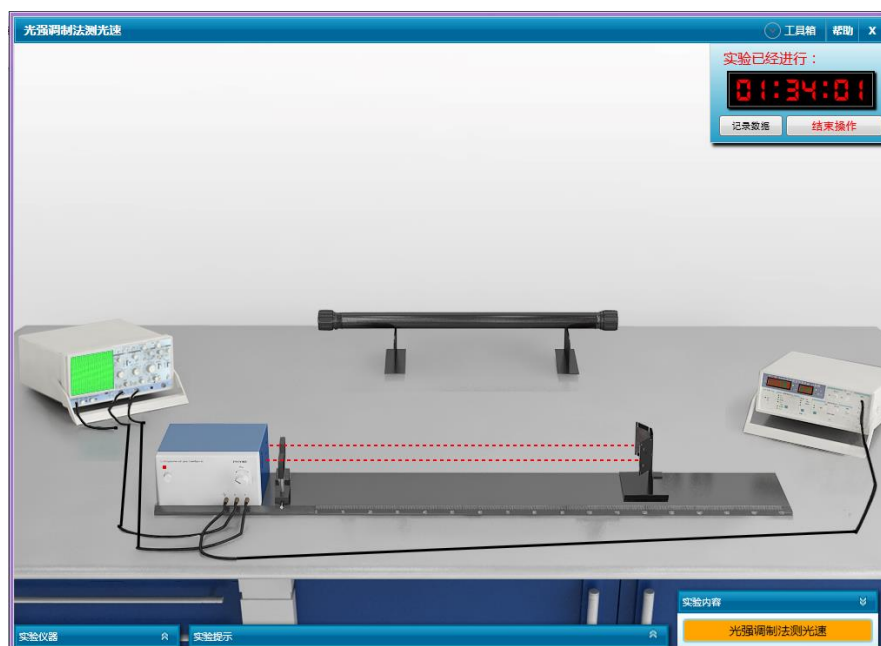


#### (5) 调节相应的仪器构成测量光路

##### 1) 将透镜以及反射镜拖放到测量尺上

使用鼠标先将出射孔透镜拖放到光速测定仪的出射孔前面的导轨位置，再将入射孔透镜拖放到入射孔前面的导轨位置，并将反射镜拖放到导轨上，放置效果如下图：





## 2) 调节出射孔透镜和入射孔透镜的位置

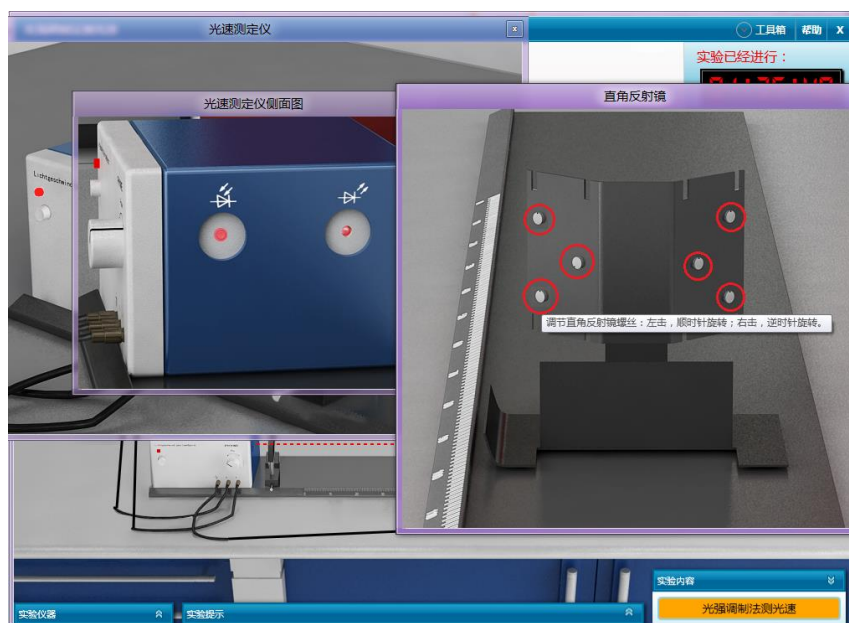
双击打开光速测定仪调节窗体，并在弹出窗体中双击透镜对应的位置打开光速测定仪侧面视图，使用鼠标在主场景中微调两个透镜的位置，并观察这时光斑的变化，出射光线和入射光线是平行光的时候，相应的光斑最小，当光斑都最小时，两光线为平行光，此时，接受光孔接收的光线强度最强。

如下图：



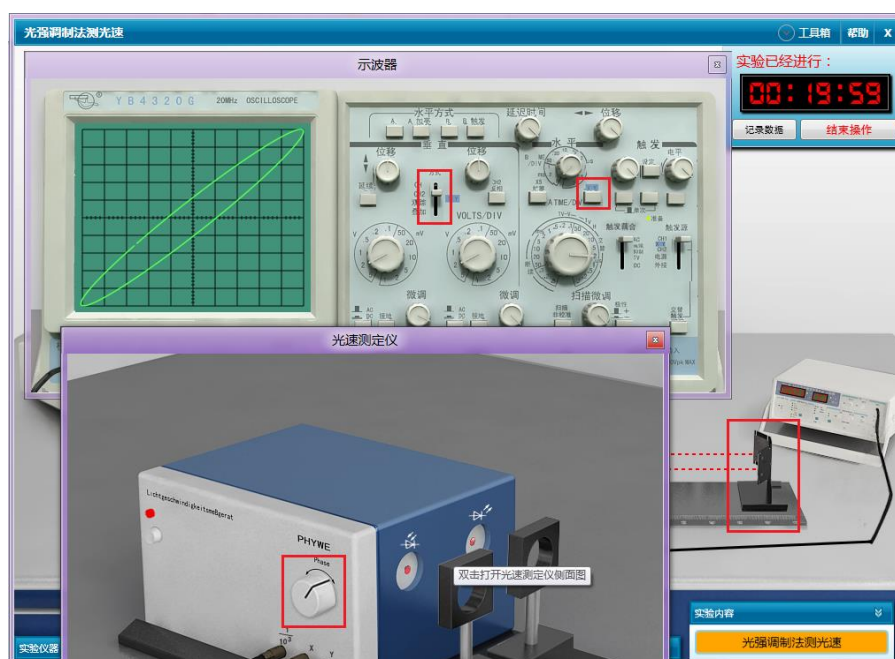
## 3) 调节反射镜两个面镜的角度

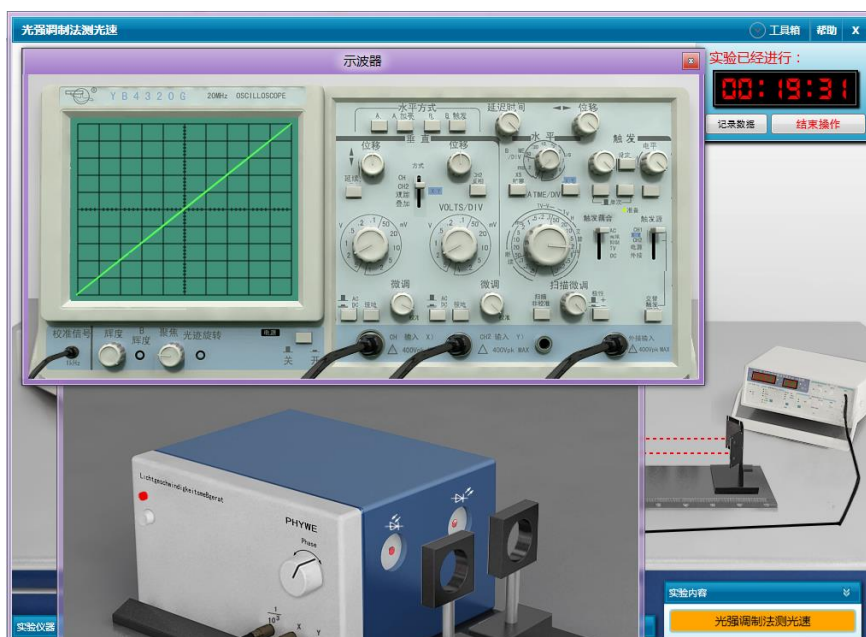
通过鼠标左击或右击直角反射镜背后的 6 个旋钮，将聚焦后的光斑中心调节到与接收光孔中心重合，如下图：



(6) 调节光速测定仪相位旋钮，得到李萨如图形

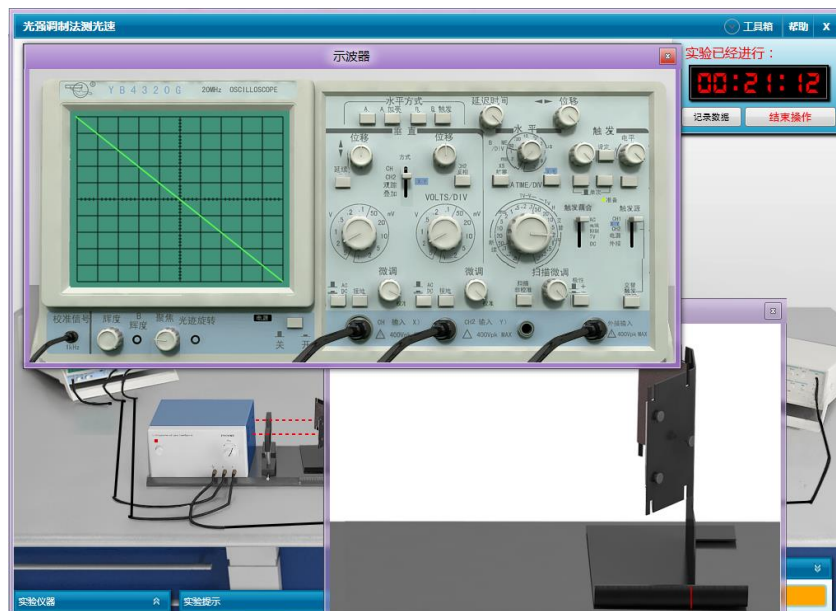
打开示波器，并把“方式”开关拨到"CH2"并按下"X-Y"按钮，此时示波器是双通道模式，调节反光镜的位置和相位调节旋钮，使示波器中的李萨如图形成一条直线，记录下此时，反光镜的位置。





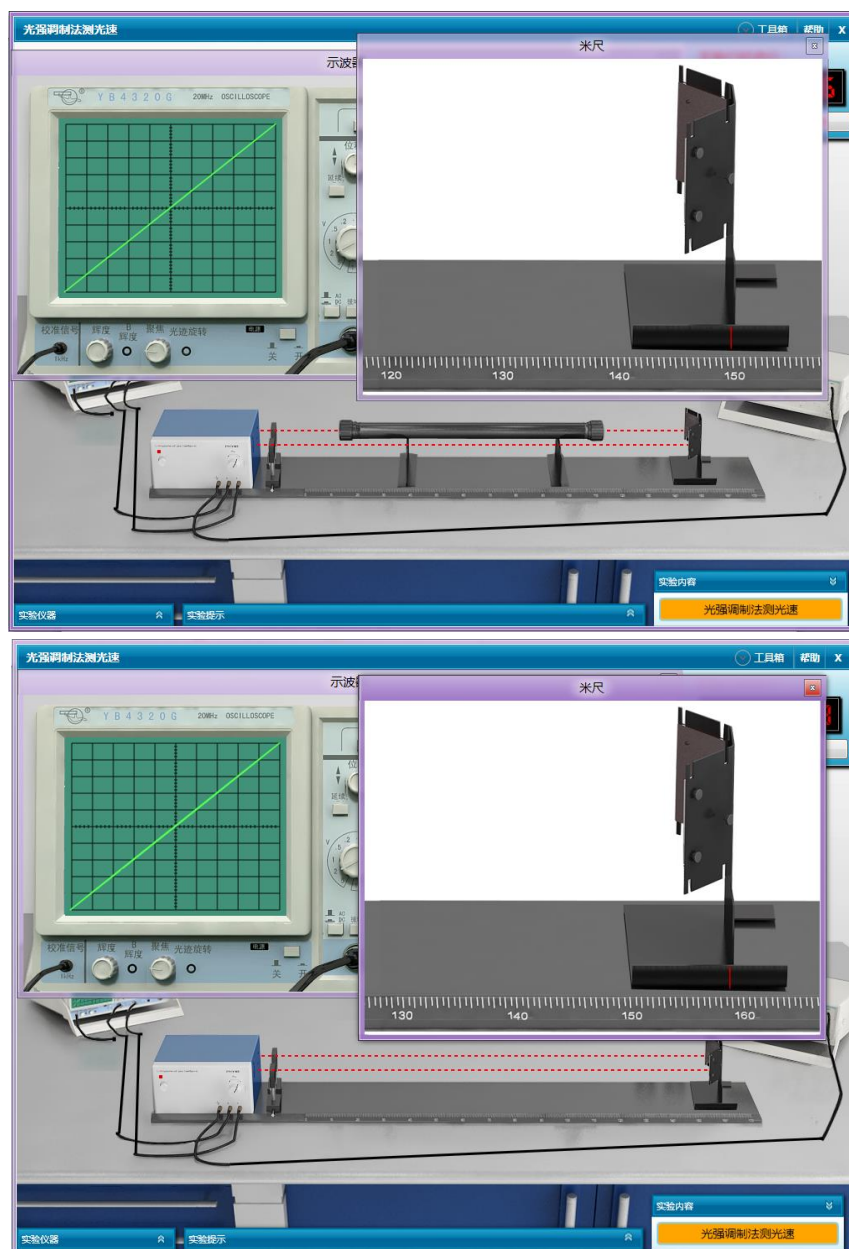
### (7) 测量调制光强度的波长

移动反光镜的位置，注意此时不可以再调节光速测定仪的相位旋钮，观察示波器中的李萨如图像，当李萨如图形再次成一条直线，且此刻的直线于第一次直线垂直，记下此刻反光镜的位置。根据两次测量得到的反射镜位置差值,利用公式计算出调制光强的波长，并求解出光速值，并将计算结果填入到相应的数据表格中。



### (8) 测量水的折射率

把水管拖动到导轨上，并放置在反光镜和透镜之间的位置，调节反光镜的位置和相位调节旋钮，是示波器中的李萨如图像成直线，记下此刻反光镜的位置；移去水管，调节反光镜的位置，使示波器中的李萨如图像再成直线，记下此刻反光镜的位置。根据反射镜两次测量的位置差值,利用公式计算出水的折射率。



实验过程中，及时记录所测量的数据，并填写到数据表格中对应的位置，完成数据表格。

## 六、思考题

1. 红光的波长约为 0.6 微米。在空气中只走 0.3 微米就会产生 相位差。而我们在实验中却将直角反射镜移动了 1.5 米左右的距离，李萨如图表明两信号之间的相位才改变。这是为什么？

2. 光从直角反射镜的一块镜片被反射到另一块镜片，其间约为 10 厘米作用。而计算光速时却并未考虑到它。为什么？

3. 设水管两端的玻璃片厚度均为 2 毫米，玻璃的折射率为 1.5。本实验中忽略的影响会对测量产生多大的误差？

## 七、参考资料

- 
1. 谢行恕, 康世秀, 霍剑青主编. 大学物理实验[M]. 北京: 高等教育出版社. 2005.