

# 2017 (秋) 大学物理实验报告

成绩

姓

实验时间 17.9.29 第 12 周, 周 五, 第 7-8 节

教师签名

教师评语

实验名称 示波器的原理与使用

实验目的: 1. 了解示波器的工作原理

2. 学习用示波器观察各种信号波形.

3. 用示波器测量信号的电压、频率和相位差

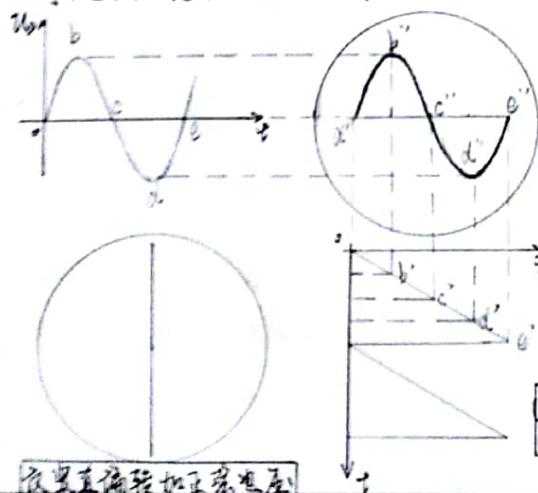
实验仪器:

YB4320G 双踪示波器; E6161B 型函数信号发生器.

按预习要求回答问题:

1. 从示波器的原理出发, 解释输入示波器的未知信号是怎么在示波器的显示屏上显示出来的?

答: 如输入信号则偏转最上层加以适当电压使阴极发射的电子束偏转; 如只在垂直偏转最上层加一变化交变正弦电压或其他交变信号, 而 X 偏转板无电压时, 则电子束的光点将随电压变化在垂直方向来回运动, 则荧光屏上将显示一条垂直亮线。



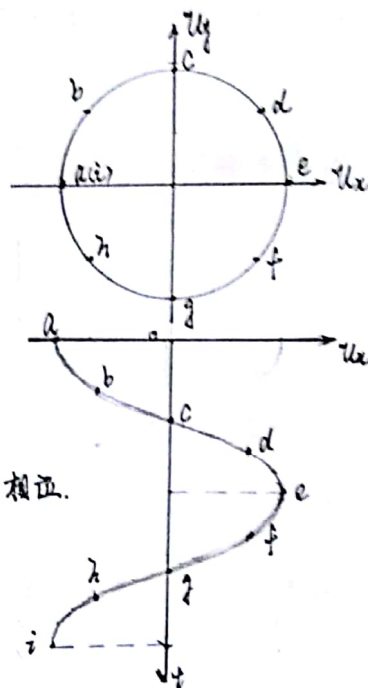
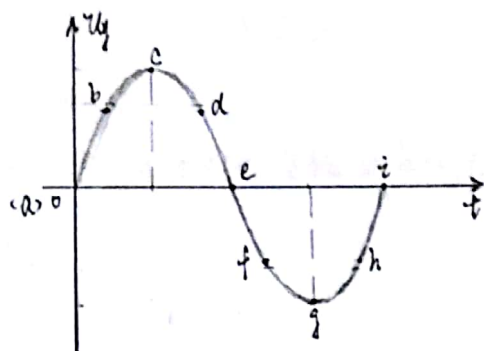
垂直偏转加正弦电压

而若在 Y 偏转板上加上正弦电压, 同时在 X 偏转板上加锯齿波电压, 电子受垂直水平两个方向力的作用, 电子的运动是两相互垂直运动的合成, 当锯齿波电压与正弦电压的变化周期相等时, 荧光屏上将能显示出完整周期的所加正弦波的波形图。

两板均加电压  
示波器显示正弦波形



2. 阐述李萨如图形的原理, 并绘一个在:  $f_y = 1:1$ , 且  $U_x$  落后  $U_y$   $\pi/2$  相位所形成的李萨如图形。  
解: 若  $CH_1$  (对应  $x$  轴) 与  $CH_2$  (对应  $y$  轴) 输入的信号是频率相同或成简单整数比的正弦电压, 则屏幕上荧光点将合成规则的、稳定的闭合曲线, 即李萨如图形。

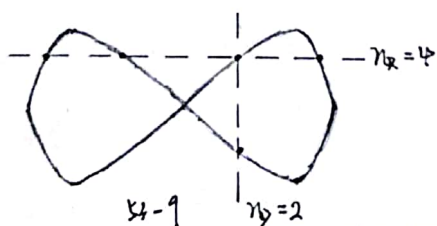


其中  $U_x = U_y = 1$ , 且  $U_x$  落后  $U_y$   $\pi/2$  个相位。

形成李萨如图形如右上图。

为圆形。

3. 如示波器屏幕显示李萨如图形如图 53-9 所示, 其中已知输入  $CH_2$  信号通道的频率为  $210.0\text{Hz}$ , 则输入  $CH_1$  通道信号频率是多少? 如交换  $CH_1$  和  $CH_2$  通道的信号, 李萨如图形将如何变化?

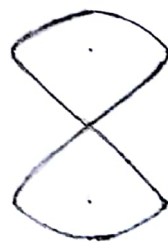


如左图,  $n_x = 4, n_y = 2$ :

$$\frac{n_y}{n_x} = \frac{f_x}{f_y} = \frac{2}{4}$$

$$\therefore f_x = \frac{1}{2} f_y = 105.0\text{Hz}$$

则  $CH_1$  信号为  $105.0\text{Hz}$ , 交换  $CH_1, CH_2$  信号, 图形将顺时针旋转  $90^\circ$ , 如右图。



4. 在使用示波器的过程中, 想将示波器恢复默认设置该如何操作? 想将屏幕进行截图该如何操作? 在显示李萨如图形时, 如果很多测量点都聚集在波形的某一部, 造成波形显示不完整, 该如何操作?

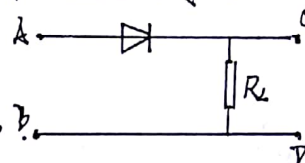
解: ① 点击 Storage 键, 在该菜单中可将示波器恢复默认设置。



2) 点击 RUN/STOP 键即可进行屏幕截图;

3) 在 MENU 键中选择 "X-Y" 模式, 用 SCALE 键控制轨迹延迟时间与采样点多少, 从而改变存储如图形的完整程度。

5. 在图 53-8 所示半波整流电路中, 将未知信号接 AB 两端, 什么情况下二极管不导通? 此时 CD 端电压是多少?



解: A 端接低电压, B 端接高电压则不导通, 此时 CD 端电压为 0。

6. 在计算  $V_p-p$  的公式 53-2 和计算周期  $T$  的公式 53-3 中,  $a, h, l, b$  分别是什么? 从哪儿读取? 它们的单位分别是什么?

解:  $a$ : 垂直偏转因数, 从屏幕左下角读出, 单位为  $V/div$  或  $mV/div$

$h$ : 波形高度, 从屏幕面板读取, 单位为  $div$  (大格)。

$l$ : 所输入信号一个周期的宽度, 从屏幕面板读取, 单位为  $div$ 。

$b$ : 扫描时间系数, 从示波器的扫描时间系数选择开关上直接读出, 单位为  $s/div$  或  $ms/div, \mu s/div$ 。

拓展题: 分析人体接触示波器输入信号线, 出现杂乱波形的原因。

解: 人体接收 50Hz 的交流电将引起电磁场变化并产生干扰信号, 这种干扰信号的电压可高达几十伏, 但输出电阻也极大, 因此这种高电压干扰无法产生电击或提供功率输出。当遇到高输入阻抗的仪器时, 却能将这种电压体现在输入端, 而示波器的输入电阻很大, 因此会显示出这个电压。

思考题:

1. 如果待测信号总周期是  $4.35 \pm 0.05 ms$ , 则计算出该信号的频率应保留几位有效数字?

解: 乘除时应与各数值中有效数字最少的位数对齐,  $\therefore$  应保留三位有效数字。

2. 在实验中如果 16 个同学同时观测同一信号波形, 此时如果有一位同学将信号短路, 则其他同学所观测到的波形将如何变化?

解: 均将变化为短路后的波形, 波形将变得杂乱。



不在观测周期内图形, 如发现波形不停旋转, 这是什么原因? 应如何解决? 频率比为1:  
的周期必图形何时为圆? 何时为椭圆?

解: 是因为  $\omega/\omega_0$  的值不是简单整数而是无理数或较复杂的有理数, 可通过调节  
输入信号的频率令其达到简单整数比从而稳定。当  $\omega/\omega_0 = 1$  时, 相位差为  $k\pi + \pi/2$   
则为圆, 相位差为  $k\pi$  则为椭圆, 其中  $k = 0, 1, 2, \dots$





## 【数据记录与处理】（本实验当堂上交实验记录与数据处理）

### 1. 基本参数测量

	原始数据	峰峰值	周期	频率
正弦波	$l = 4.4 \text{ div}$ $a = 5.00 \text{ V/div}$ ; $\lambda = 4.4 \text{ div}$ ; $b = 1.00 \text{ ms/div}$	22.0 V	4.400 ms	227.3 Hz
半波整流	$a = 5.00 \text{ V/div}$ ; $\lambda = 1.7 \text{ div}$ ; $l_1 = 2.1 \text{ div}$ ; $l_2 = 2.3 \text{ div}$ ; $b = 1.00 \text{ ms}$	8.5 V	被: 2.10 ms 残: 2.30 ms	227.3 Hz

### 2. 波形数据点记录

正弦波	X/ms	0.0	0.6	1.1	1.6	2.2	2.6	3.2	4.0	4.4
	Y/V	0.0	8.0	11.0	8.0	0.0	-6.0	-11.0	-6.0	0.0
半波整流	X/ms	0.0	0.6	1.05	1.6	2.1	4.4			
	Y/V	0.0	6.0	8.5	6.0	0.0	0.0			



04. 2023/11/02 11:13:41

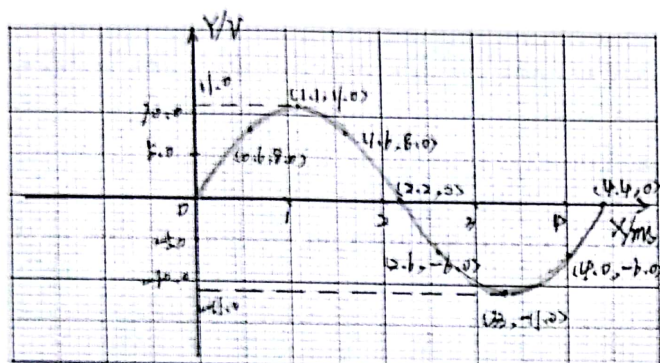


图 a

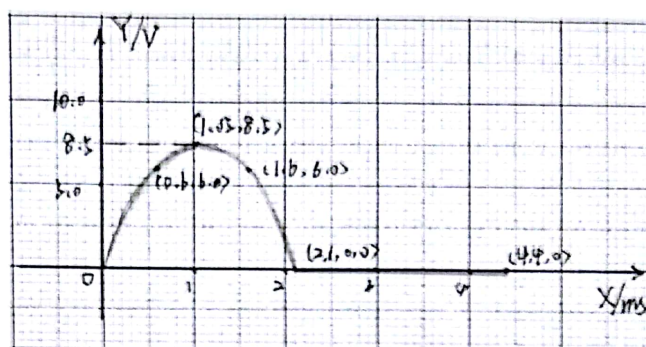


图 b

4. 用李萨如图形法计算待测信号频率

$n_x : n_y$	$2 = 1$	$4 = 2$	$2 = 4$	$2 = 8$
图形形状				
$f_x / \text{Hz}$	225.323	225.314	225.294	225.308
$f_y / \text{Hz}$	225.323	450.627	112.647	56.327
$f_{\text{测}} / \text{Hz}$	225.310			

