

浙江大学

物理实验报告

实验名称：示波器的使用

实验桌号：1

指导教师：王宙洋

班级：

姓名：

学号：

实验日期：2025 年 11 月 27 日 星期四 下午

浙江大学物理实验教学中心

一、预习测试（10 分）

上课前到学在浙大上完成，注意测试仅 1 次机会。期末时测试分数会与报告其他部分的分数进行加和处理。

二、原始数据（20 分）

（将有老师签名的“自备数据记录草稿纸”的扫描或手机拍摄图粘贴在下方，完整保留姓名，学号，教师签字和日期。）

三、结果与分析（60 分）

1. 数据处理与结果（30 分）

（列出数据表格、选择适合的数据处理方法、写出测量或计算结果。）

（1）用比较法验证 $f_y = n * f_x$

设定信号发生器频率 $f_x = 200Hz$

波形个数 n	信号频率 $f_y (Hz)$	测得的扫描频率 $f_x (Hz)$
1	198.4	198.4
2	395.8	197.9
3	592.7	197.6
4	789.7	197.4
5	989.3	197.9
6	1185.4	197.6

最终结果 $\bar{f}_x = \frac{1}{6}(198.4 + 197.9 + 197.6 + 197.4 + 197.9 + 197.6) = 197.8Hz$

相对误差 $E = \left| \frac{\bar{f}_x - f_x}{f_x} \right| = 1.1\%$

（2）用李萨如图形测量未知信号的频率

信号发生器背后输出的约为 $50Hz$ 的电压，记为 f_y

频率比 $f_y : f_x$	1:1	1:2	1:3	2:1	3:1	3:2
图形	见图 1	见图 2	见图 3	见图 4	见图 5	见图 6
垂直交点数 N_y	2	4	6	2	2	4
水平交点数 N_x	2	2	2	4	6	6
读出 $f_x (Hz)$	49.973	100.114	150.209	24.996	16.667	33.334
计算 $f_y (Hz)$	49.973	50.057	50.070	49.992	50.001	50.001

最终结果 $\bar{f}_y = \frac{1}{6}(49.973 + 50.057 + 50.070 + 49.992 + 50.001 + 50.001) = 50.016Hz$

相对误差 $E = \left| \frac{\bar{f}_y - f_y}{f_y} \right| = 0.031\%$

李萨如图图片 6 张依次附上：

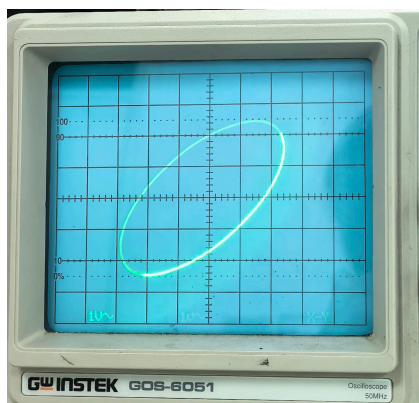


图 1

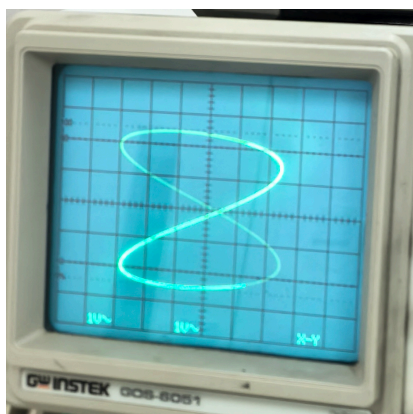


图 2

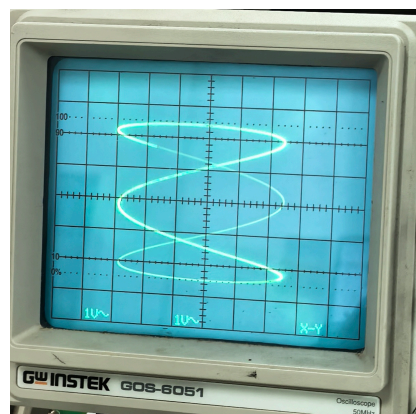


图 3

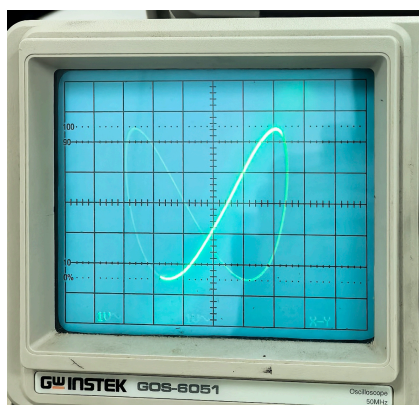


图 4

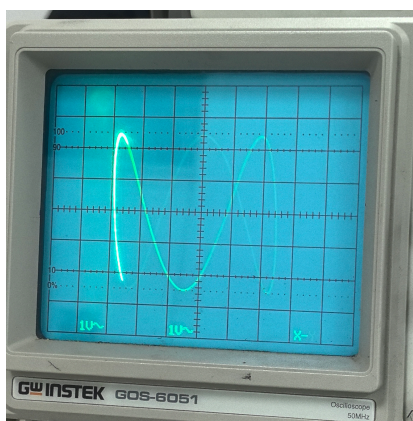


图 5

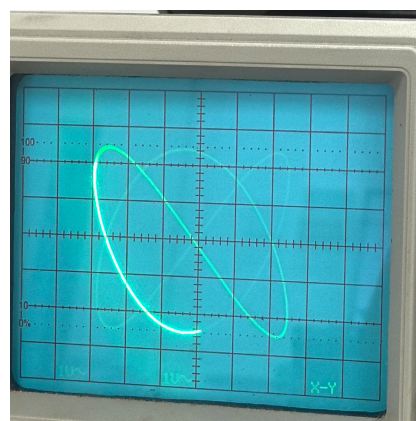


图 6

(3) 二极管正向导通电压的测量

光标法测量结果：

$$U_{1p-p} = 5.20V, U_{2p} = 1.92V$$

$$U_{\text{导通}} = \frac{1}{2}U_{1p-p} - U_{2p} = 0.68V$$

(4) RC 电路输入输出波形相位差的测量

输入信号：2kHz, 5V

光标法测量结果：

波形时间差 $\Delta t = 0.108ms$, 周期 $T = 0.500ms$

$$\text{计算相位差: } \Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ = 77.76^\circ$$

2. 误差分析 (20 分)

(运用测量误差、相对误差或不确定度等分析实验结果，写出完整的结果表达式，并分析误差原因。)

(1) 实验结果分析

1. 比较法验证 $f_y = n * f_x$

$$\text{计算 A 类不确定度: } u_A = \sqrt{\frac{1}{6 \times 5} \times \sum_{i=1}^6 (f_{xi} - \bar{f}_x)^2} = 0.1Hz$$

实验要求中未考虑 B 类不确定度，最终结果： $\bar{f}_x = (197.8 \pm 0.1)Hz$

相对误差 $E = 1.1\%$ ，与信号发生器显示频率有一定误差。

2. 李萨如图形测量未知信号的频率

计算 A 类不确定度： $u_A = \sqrt{\frac{1}{6 \times 5} \times \sum_{i=1}^6 (f_{yi} - \bar{f}_y)^2} = 0.016Hz$

实验要求中未考虑 B 类不确定度，最终结果： $\bar{f}_y = (50.016 \pm 0.016)Hz$

相对误差 $E = 0.031\%$ ，与 $50Hz$ 误差较小。

(2) 误差原因分析

1. 由于波形存在一定宽度，测量存在一定的误差。

2. 实验“比较法验证 $f_y = n * f_x$ ”中，调整波形个数恰好为整数个存在一定的主观性，可能导致一定的误差。

3. 实验“李萨如图形测量未知信号的频率”中，判断李萨如图形的稳定状态存在一定的主观性，且由于信号发生器精度有限，难以通过调节频率使得李萨如图形保持近乎稳定，从而引入误差。

4. 实验“RC 电路输入输出波形相位差的测量”中，示波器光标法测量波形时间差的最小分度为 $4ms$ （合适比例下），可能对读数准确性有影响。

3. 实验探讨（10 分）

（对实验内容、现象和过程的小结，不超过 100 字。）

本次实验了解示波器的结构和工作原理，了解示波器的扫描原理，熟悉了示波器面板旋钮的功能，掌握了示波器的调节和使用方法。学习了用示波器观察信号波形，并测量其幅度大小、周期（或频率）、相位，掌握了李萨如图形测量正弦信号频率的原理和方法。实验中能够正确调整示波器显示相关波形，过程顺利。

四、思考题（10 分）

（解答教材或讲义或老师布置的思考题，请先写题干，再作答。）

1. 示波器的主要结构与各部分的作用是什么？示波器为什么能显示被测信号的波形？

示波器主要分为四个基本部分：示波管、放大器、扫描与触发同步系统和电源。示波管是核心显示部件，通过电子枪发射电子束，经偏转板控制偏转后，在荧光屏上呈现波形；放大器含 X 轴和 Y 轴放大，用于放大微弱被测信号和扫描信号，确保信号幅值适配显示需求；扫描与触发同步系统产生锯齿波扫描信号提供时间基准，同时通过触发控制使扫描起始点与被测信号相位固定，保障波形稳定；电源为各模块提供稳定高压（供电子加速）和低压（供电路工作），支撑整机正常运行。

示波器阴极因受热而发出电子，经电场加速后高速射向荧光屏，显示亮点。若在两块 Y（或 X）偏转版上加电压，电子束在偏转电场中发生偏转。若施加交变正弦电压，电子偏转的位移会随电压变化而相应变化，从而显示波形。

2. 在观察李萨如图形时为什么总是来回不断翻动，翻动的快慢是受哪种因素所影响？

翻转是由于两个信号的频率并非成严格的整数比，因此导致两信号的相位差不断改变。翻转快慢即相位差改变的快慢，这与两者频率整数倍间的差值 $|pf_x - qf_y|$ (p, q 互质)有关。

3. 切实理解示波器同步的概念，如果发生波形左移或右移时应该如何调整才能使其稳定下来？

同步：保证被测信号与扫描信号的频率成整数比。否则，由于相位不断变化会导致波形的左移或右移。

调整：用 TRIG LEVEL 调节触发电平幅值，使得每次触发抓取的信号相位相同，从而显示一条稳定的波形。

• 注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名+学号+实验名称+周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。