浙江大学

物 理 实 验 报 告

实验名称： 示波器的使用

实验桌号： _____

指导教师： _____

班级： _____

姓名： _____

学号： _____ _____

实验日期： 2025 年 12 月 23 日　　**星期** 二 **下午**

（此处填实验选课系统内日期）

浙江大学物理实验教学中心

如有实验补做，补做日期：

情况说明：

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。）

见下页。图1和图2

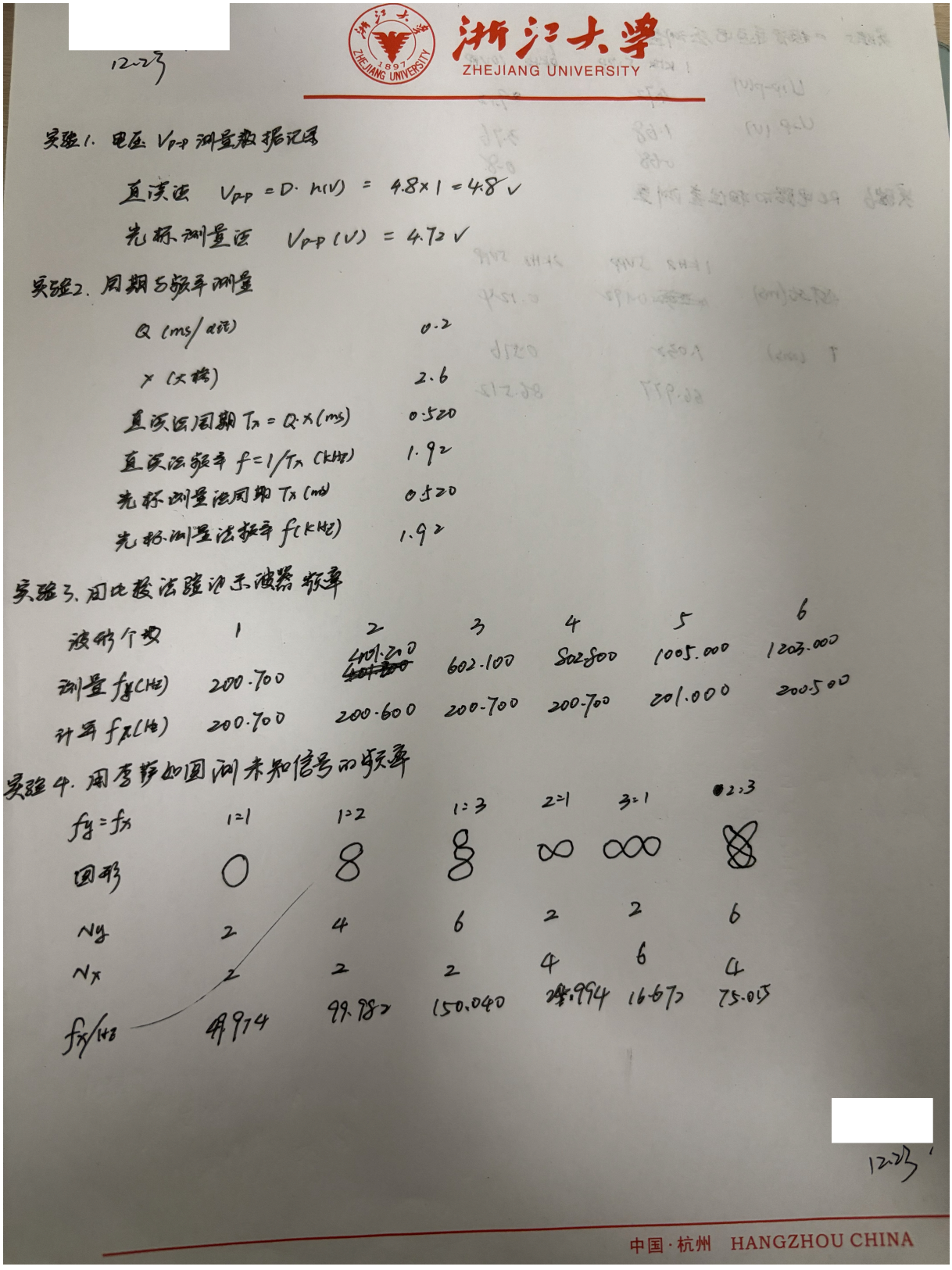

浙江大学
ZHEJIANG UNIVERSITY
实验1. 电压 V_{p-p} 测量数据记录
直读法 $V_{pp} = D \cdot h(V) = 4.8 \times 1 = 4.8\ V$
光标测量法 $V_{pp}(V) = 4.72\ V$
实验2. 周期与频率测量
Q (ms/div) 0.2
X (大格) 2.6
直读法周期 $T_x = Q \cdot X$ (ms) 0.520
直读法频率 $f = 1/T_x$ (kHz) 1.92
光标测量法周期 T_x (ms) 0.520
光标测量法频率 f_x (kHz) 1.92
实验3. 用比较法测示波器频率
被测个数 1 2 3 4 5 6
测量 f_x (Hz) 200.700 401.200 602.100 802.500 1005.000 1203.000
计算 f_x (Hz) 200.700 200.600 200.700 200.700 201.000 200.500
实验4. 用李萨如图测未知信号的频率
$f_y = f_x$ 1:1 1:2 1:3 2:1 3:1 2:3
图形
N_y 2 4 6 2 2 6
N_x 2 2 2 4 6 4
f_x/Hz 99.974 99.987 150.040 199.994 166.672 75.015
中国·杭州 HANGZHOU CHINA

图 1: 实验数据

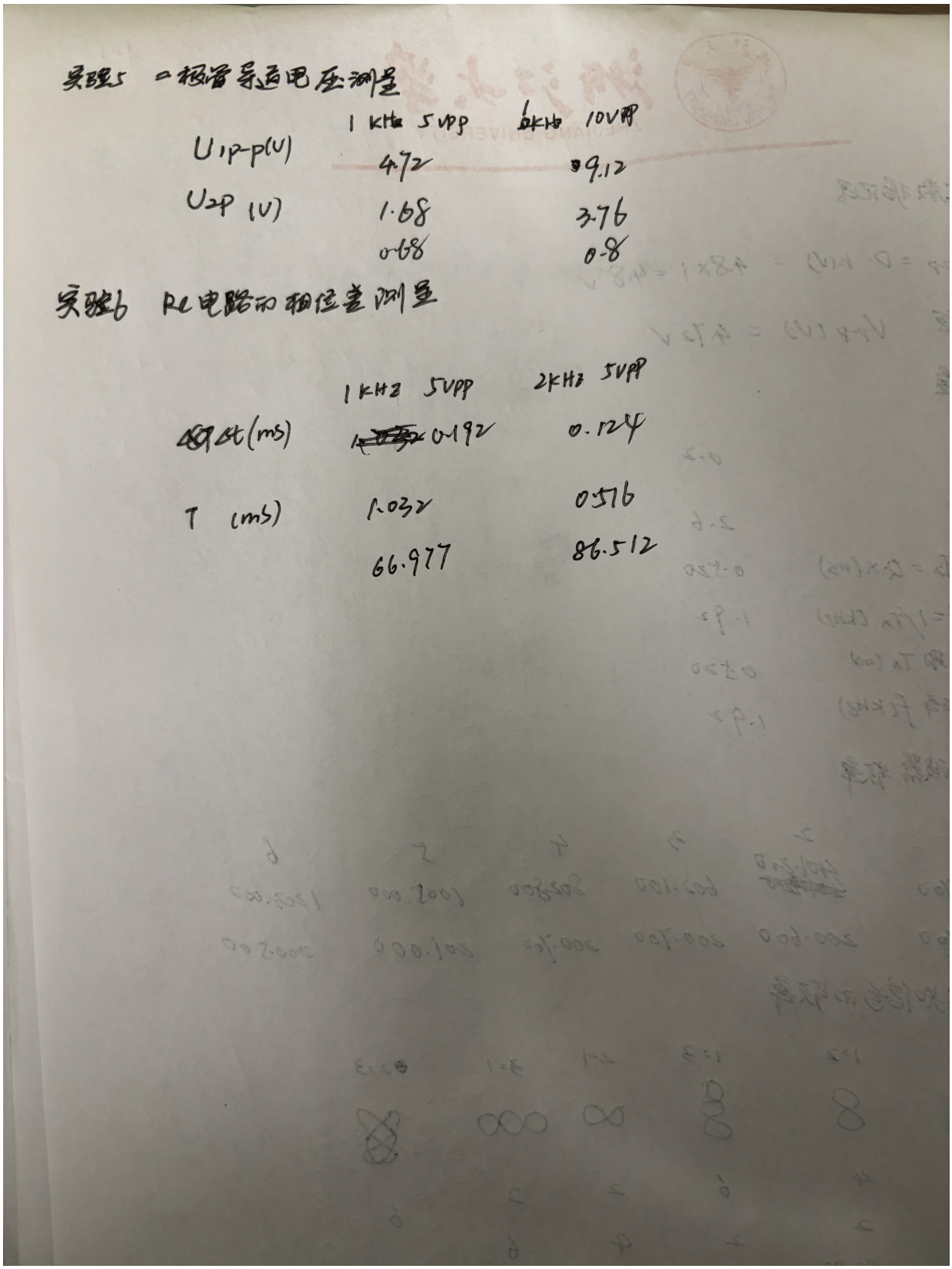

实验5 二极管导通电压测量
1 KHz 5Vpp
10KHz 10Vpp
Uip-p(V)
4.72
9.12
U2p (V)
1.68
3.76
0.68
0.8
实验6 RL电路的相位差测量
1KHz 5Vpp
2KHz 5Vpp
Δt(ms)
0.192
0.124
T (ms)
1.032
0.576
66.977
86.512

图 2: 实验数据

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) 比较法验证 $f_y = nf_x$

在扫描时基信号 0.5ms/div 条件下，$f_{x0} = 200Hz$，测得数据如下：

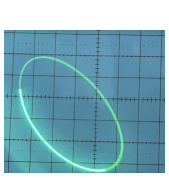
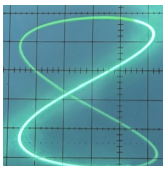
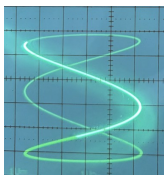
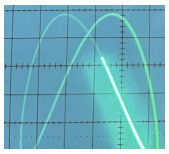
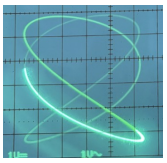
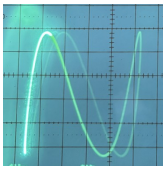
表 1: 比较法验证 $f_y = nf_x$ 关系

波形个数 n	1	2	3	4	5	6
测量 f_y/Hz	200.700	401.200	602.100	802.800	1005.000	1203.000
计算 f_x/Hz	200.700	200.600	200.700	200.700	201.000	200.500

由上述数据，可得：
平均值 $\overline{f_x} = 200.700\text{Hz}$，$U_A(f_x) \approx 0.07\text{Hz}$，$E_{f_x} = 0.35\%$。

(2) 用李萨如图形测量信号频率（$f_{y0} = 50Hz$）

表 2: 不同 $f_y : f_x$ 下的信号对比

$f_y : f_x$	1:1	1:2	1:3	2:1	2:3	3:1
图形						
N_y	2	4	6	2	6	2
N_x	2	2	2	4	4	6
测量 f_x/Hz	49.974	99.982	150.040	24.994	75.015	16.672
计算 f_y/Hz	49.974	49.991	50.013	49.988	50.010	50.016

(3) 二极管正向导通电压测量

表 3: 二极管正向导通电压测量数据

实验条件	U_{1p-p}/V	U_{2p}/V	$U_{导通}$/V
1kHz, 5Vpp	4.72	1.68	0.68
1kHz, 10Vpp	9.12	3.76	0.80

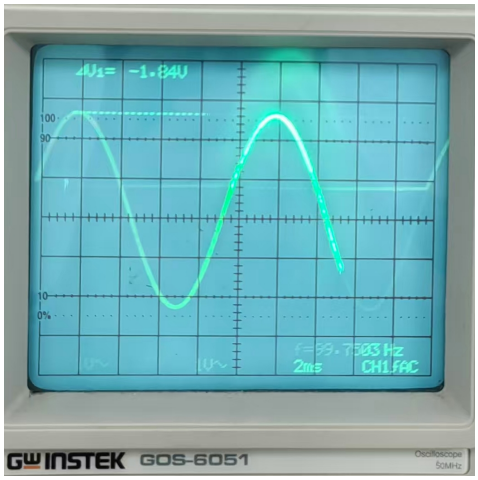


图 3: 示波器显示图形

如表3，利用光标法，当实验条件为 1kHz, 5Vpp, 测得输入数据信号峰值 $U_{1P-P} = 4.72V$，输出信号峰峰值 $U_{2p} = 1.68V$，则正向导通电压为 $(\frac{U_{1P-P}}{2} - U_{2P}) = 0.68V$。

当实验条件为 1kHz, 10Vpp, 测得输入数据信号峰值 $U_{1P-P} = 9.12V$，输出信号峰峰值 $U_{2p} = 3.76V$，则正向导通电压为 $(\frac{U_{1P-P}}{2} - U_{2P}) = 0.80V$。

(4) 相位差的测量

表 4: RC 电路相位差测量数据

实验条件	Δt/ms	T/ms	$\Delta\varphi$/(°)
1kHz, 5Vpp	0.192	1.032	66.977
2kHz, 5Vpp	0.124	0.516	86.512

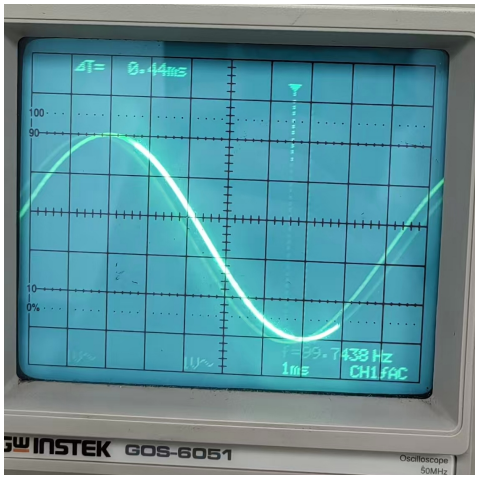


图 4: 示波器显示图形

如表4, 利用光标法，当实验条件为 1kHz, 5Vpp，测得输入信号一个周期 $T = 1.032ms$，输入输出波形峰值时间差最小值 $\Delta t = 0.192ms$，则相位差 $\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360° = 66.977°$。

当实验条件为 2kHz, 5Vpp，测得输入信号一个周期 $T = 0.516ms$，输入输出波形峰值时间差最小值 $\Delta t = 0.124ms$，则相位差 $\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360° = 86.512°$。

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。）

本次实验的误差主要源于物理测量限制与人为主观判定。由于荧光屏上的波形存在一定线宽，利用光标法捕捉波峰或测量时间差时难免产生读数偏差，虽可通过调细波形减小影响，但无法完全消除。同时，信号发生器的输出精度及稳定性对测量结果有直接影响，特别是在观察李萨如图形时，信号的微小漂移会导致图形出现翻转，且输出值与预设值之间的浮动也带来了随机误差。此外，在判定波形完整周期个数、锁定图形最稳定状态以及对齐光标等环节中，实验者的主观视觉判断也为测量引入了不可避免的偏差。

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。）

本实验通过学习示波器基本操作，掌握了扫描法与李萨如图形法测量频率，并研究了二极管导通特性。实验发现，触发电平调节是获得稳定波形的关键。相比扫描比较法，李萨如图形法受时基精度影响较小，测频精度显著更高。整体实验加深了对电子运动控制及信号同步概念的理解。

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. 示波器为什么能显示被测信号的波形？

示波器利用电子枪发射电子束。在 X 轴偏转板加随时间线性变化的锯齿波电压（扫描电压），使电子束水平匀速扫描；同时在 Y 轴偏转板加上待测信号电压。电子束受两个方向电压的共同作用，在荧光屏上合成出待测电压随时间变化的函数波形。

2. 在观察李萨如图形时，为什么它总是不断地来回翻转，翻转快慢受什么因素影响？

李萨如图形的形状取决于两个信号的频率比和相位差。由于信号发生器的频率不绝对稳定，两个信号间的相位差 $\Delta\varphi$ 会随时间缓慢变化，导致合成图形在不同相位状态间转换（如圆-椭圆-线），呈现翻转现象。翻转快慢由两信号频率偏离理论整数比的程度决定，偏离越大，相位差变化越快，翻转也越快。

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

同步是指使示波器的扫描周期与被测信号周期保持整数倍关系，且每次扫描都从信号的相同相位开始。若波形左右移动，说明扫描与信号不同步。应调整“触发电平”（Level）旋钮，使其落入信号的电压幅值范围内；同时检查触发源（Source）是否选对通道，并可尝试调节扫描时基（Time/div）使波形周期与扫描周期匹配。

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。

浙江大学物理实验教学中心制