**物理实验报告**

**实验名称：示波器的应用**

**指导教师：殷立明**

**班级：混合2402**

**姓名：张驰**

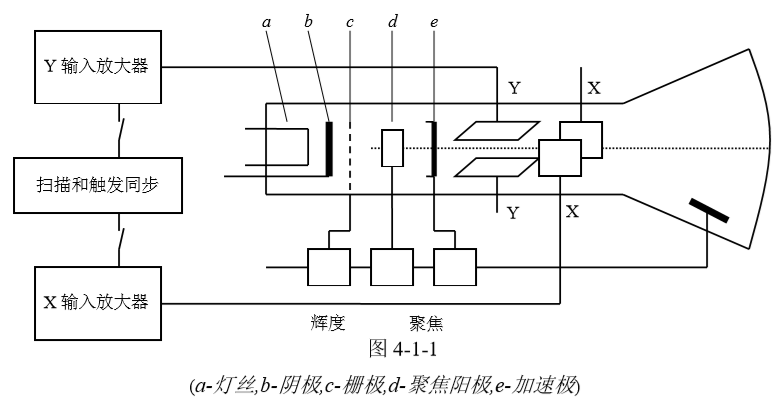
**学号：3240103480**

**实验日期: 2025年5月22日 星期四上午**

浙江大学物理实验教学中心

**1. 实验综述**

（自述实验现象、实验原理和实验方法，不超过300字，5分）

示波器能将振荡信号以波形（正弦波、方波、锯齿波）显示在荧光屏上。它由示波管、放大器（包括轴放大和轴放大）、扫描与触发同步系统和电源四个基本部分组成。如图。

根据偏转系统的原理推导，可以得到：通过两板之间的电子束受电场力作用发生偏转，使荧光屏的亮点发生位移。亮点的偏转位移与加在偏转板间的电压成正比。此时在通道上加有扫描电压的同时，如果在轴上加上待测的正弦变化电压，就可以使沿水平轴展开。

如果让通道上加反复扫描的电压，并让其周期与通道上相同，则可以在示波器上显示稳定的一个周期的波形。但是由于二者周期难以精确相等，所以需要利用触发同步扫描的方式来使二者周期相等。

**李萨如图**：相互垂直的两个振动的叠加，出现李萨如图；当相位差恒定，两者的振动频率是质数比时，可以获得一个稳定的李萨如图，可作于测量频率。

**2.实验重点**

（简述本实验的学习重点，不超过100字，3分）

1. 从物理学角度了解示波器的结构和工作原理。
2. 熟悉示波器面板各旋钮的功能，进而掌握示波器的调节和使用方法。
3. 学习用示波器观察信号波形，并测量其幅度大小、周期以及相位差。
4. 掌握用李萨如图形测量正弦波信号频率的原理和方法。
5. 学习示波器在进行一些应用性电路的测量中的使用方法。

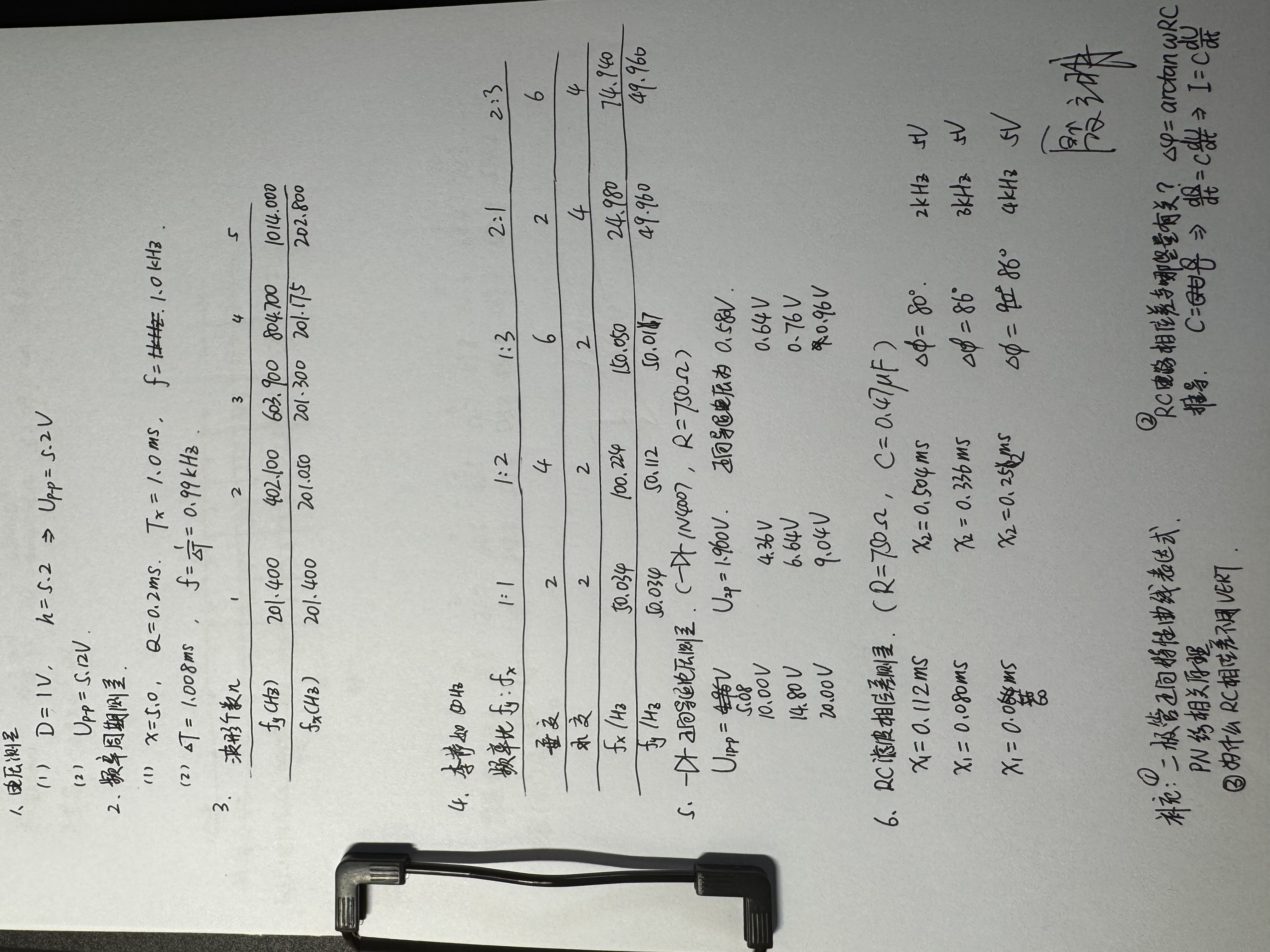
**3.实验难点**

（简述本实验的实现难点，不超过100字，2分）

1. 调整示波器的时间基准和电压刻度，确保波形清晰、稳定，需要一定的技巧和经验。
2. 选择正确的触发源和触发模式，以确保波形稳定显示，避免出现漂移或不稳定的波形。
3. 有时输入信号可能受到噪声或干扰，分辨实际信号与噪声之间的差异需要敏锐的观察力和经验。
4. 在测量多个信号时，确保不同信号之间的同步性，尤其是频率较高的信号时，可能出现相位

**二、原始数据**

（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，20分）



**三、结果与分析**

1. 数据处理与结果

（列出数据表格、选择数据处理方法、给定测量或计算结果，30分）

1. 电压测量  
   直接读数：，，得到

光标读数：

1. 频率周期测量  
   直接读数：，，得到，

光标读数：，

1. 频率验证

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波形个数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | 201.400 | 402.100 | 603.900 | 804.700 | 1014.000 |
|  | 201.400 | 201.050 | 201.300 | 201.175 | 202.800 |

表 1信号频率与扫描频率

计算平均值与相对平均偏差如下：

1. 李萨如图形

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率比 | 1:1 | 1:2 | 1:3 | 2:1 | 2:3 |
| 图形 |  |  |  |  |  |
| 垂直交点数 | 2 | 4 | 6 | 2 | 6 |
| 水平交点数 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 |
|  | 50.034 | 100.224 | 150.050 | 24.980 | 74.940 |
|  | 50.034 | 50.112 | 50.017 | 49.960 | 49.960 |

表 2李萨如图形

计算平均实验值为：

计算结果的相对平均偏差为：

1. 二极管导通压降测量  
   选用的二极管型号为1N4007，电阻大小为。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 5.08 | 10.00 | 14.80 | 20.00 |
|  | 1.96 | 4.36 | 6.64 | 9.04 |
| 导通压降 | 0.58 | 0.64 | 0.76 | 0.96 |

表 3二极管正向导通电压记录

1. RC滤波相位差测量  
   选用电阻大小为，电容为。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2 | 3 | 4 |
|  | 0.112 | 0.080 | 0.060 |
|  | 0.504 | 0.336 | 0.252 |
|  | 80 | 86 | 86 |

表 4相位差计算

2．误差分析

（运用测量误差、相对误差、不确定度等分析实验结果，20分）

由于数据处理已经在上一部分完成，此部分仅分析各实验中可能产生误差的原因。

**在对电压、周期和频率进行测量**的时候，可以发现，肉眼读数和光标读数的结果存在一定的差距。应当认为光标读数的结果更为准确，因为肉眼估读时难以准确得到其实际格数。而光标法读数时，由于光标是离散变化的，所以其读数也并不完全准确。为了提高光标读数的准确度，可以调节坐标的尺度，使其充分利用屏幕上的刻度。

在用**比较法验证**时，其相对平均偏差已经在数据处理部分完成，此处仅计算其不确定度，由于不考虑仪器的允差，所以实际上只需计算A类不确定度，如下：

这样就可以将结果写成：

在**李萨如图形观测实验**中，由于不可能将频率调节至恰好使图形静止，所以是找到使其变化最慢的频率。然而在调节较低位的时候，其变化速度的变化十分不明显，导致在调节了很久仍未能找到最小速度的频率。此处可能在低位产生较大测量误差。同样，在计算其不确定度时也只需要考虑A类不确定度，如下：

所以测量结果可以写成：

在**测量滤波电路的相位差**时，我利用光标法来测量其起点距离和波长。但是由于测量的是起点到起点的距离，由于两个正弦信号幅度不相等，所以会产生误差。改进方法可以通过测量方向上两个波峰之间的距离作为的值。

3．实验探讨

（对实验内容、现象和过程的小结，不超过100字，10分）

本次实验我们系统学习了示波器的使用，特别是认识了示波器上各个按钮和旋钮的含义和用处。经过这次实验，我能够在日后更好、更熟练地使用示波器，并且能够利用示波器来测量并解决各类电路与信号问题。

**四、思考题**

（解答教材或讲义或老师布置的思考题，10分）

1. 示波器内部有X，Y两个方向的偏转板，如果在X方向上施加周期性的线性扫描电压，就能使荧光点周期性地从左扫描到右。再在Y方向上施加需要显示的波形，这样示波器就能显示所需要的波形了。
2. 因为在实际调节中始终难以使得与成整数比，二者的相位差难以保持恒定从而引起图像翻转。其翻转的快慢是受二者频率之比与整数比的接近程度影响的。
3. 示波器采用了触发电平的方式，来使得一个波形恰好对应X方向扫描波形的一个周期。如果波形左移或者右移说明二者没有对应。如果左移可以略调大待测波形周期，反之调小。如果在触发电平模式下，可以调节触发电平大小使其波形稳定。
4. 查阅资料可知，在正向导通时，二极管的伏安特性曲线由肖克利方程 所决定。其中表示二极管反向饱和电流，是其导通压降，是玻尔兹曼常数，是绝对温度，是电子的电荷。  
   PN结是由P型半导体和N型半导体接触而成的界面。P型半导体含有较多的空穴，而N型半导体含有较多的自由电子。当两者接触时，电子从N区扩散到P区，空穴从P区扩散到N区，导致在接触面附近形成一个耗尽区，内建电场使得电子和空穴不容易再复合。PN结具有单向导电性，即在正向偏置下（P端接正电，N端接负电），耗尽区缩小，电流可以流过；而在反向偏置下，耗尽区加宽，电流几乎为零。
5. 推导过程大致如下：

设其解形式为：

则有：

，其中

1. 其一是在测量相位差时应当用恒定的触发电平，从而使其纵线位置代表的相位是不变的。如果采用 VERT 模式，在 ch1 和 ch2 不同模式下，其位置会改变。其二是在 VERT 模式下还可能出现闪烁的情况，这是由于二者触发电平不相等来回切换时导致的。

**注意事项：**

1.用WORD或WPS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”的本课程的对应实验项目的“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，教学评价必须在本次实验结束后3天内进行。

5.“普通物理学实验Ⅰ”和“物理学实验Ⅰ”都用本实验报告。

**浙江大学物理实验教学中心制**