课程编号 1800450069

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 双光栅测微振动**

**学 院： 数学与统计学院**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 刘欢 组号： 18**

**学号 2022190014 实验地点 致原楼204A**

**实验时间： 年 月 日**

**提交时间： 年 月 日**

# 预习试卷

题目：   双光栅测微振动

学号：2022190014    姓名：刘欢    总分：100    成绩：100  
开始时间：2023-10-23 18:54:14   结束时间：2023-10-23 18:56:17

一、单选题 共 6 小题 共 36 分 得 36 分

**1.** (6分)通过光拍方法，本实验将对微小位移的测量转化为光拍信号（ ）的测量

**学生答案：**A   √

**A.**波数

**B.**波速

**C.**波长

**D.**周期

**2.** (6分)由于多普勒频移，音叉的振动速度与衍射光的频率建立关系，音叉在不同驱动频率下引起的多普勒频移（ ）

**学生答案：**C   √

**A.**大小相等

**B.**始终不变

**C.**始终随时间变化

**D.**在一个周期的期望值相等

**3.** (6分)位相光栅是指光通过光栅后，（ ）发生周期性的改变

**学生答案：**A   √

|  |
| --- |
| 1. 实验目的   1、了解光的多普勒频移形成光拍的原理；  2、精确测量微弱振动位移的方法；  3、测量出外力驱动音叉时的谐振曲线； |
| 二、实验原理  ⒈ 谐振  定义：又称“共振”。振荡系统在周期性外力作用下，当外力作用频率与系统固有振荡频率相同或很接近时，振幅急剧增大的现象。产生谐振时的频率称“频率”。  ⒉ 光拍  定义：两个在同一方向上传播的振动方向相同、振幅相同而频率相差很小的单色光波叠加后出现光学拍现象。  ⒊ 实验方法及其应用  本实验法是通过双光栅形成光拍的来精确测定微弱的振动位移，主要用于力学实验中作音叉振动的分析、微弱振幅（位移）的测量和光拍研究等。  ⒋光栅及光栅方程  ⑴振幅光栅：又称平面二元振幅光栅，简称光栅，是由一系列等宽a又等间距b的平行狭缝所组成，光栅由光栅常数d描述，为缝宽a和缝距b之和d=a+b。  振幅光栅示意图    沿衍射角方向的光程差为：d sinθ 。  光程差满足波长的整数倍时，光线干涉加强，叠加为明条纹，即得光栅方程：  ①  参数解释：d 为光栅常数 ；θ 为衍射角；λ 为波长  ⑵相位光栅：通常为正弦型位相光栅，为光密和光疏（折射率n）媒质周期性分布的位相延迟片，相位延迟2π对应的光栅长度为光栅常数d。当平面波垂直入射到光栅时，出射光沿Y方向的相位以正弦规律变化,由入射的平面波变成出射时的正弦变化波阵面。  相位光栅示意图    由于衍射光的干涉，在远场主极大光栅方程为(两类光栅的光栅方程相同)①。  ⒌ 振幅光栅与位相光栅比较  振幅光栅，透光狭缝出射光相位相同，光强\振幅周期性变化；正弦光栅，光栅所有部分均透光，振幅\光强相同，初始相位周期性变化。同相位区域周期性分布，如同振幅光栅一样。  ⒍ 多普勒效应  定义：波在波源向观察者接近时，接收频率变高，而在波源远离观察者时，接收频率变低。  ⒎ 位相光栅的多普勒频移  ⑴定义：当以速度v移动位相光栅时，在t时间后，光栅移动距离vt,对于衍射角为θ的k 级衍射光波而言，则产生一个附加的光程差∆s,对应相位差∆φ，称为多普勒频移。    ⑵所得公式：  ②  ③  ④：多普勒角频率  （注：d为光栅的相位变化2π对应的长度;n=1/d为光栅单位长度相位变化2π的次数）  ⑶结论:  i衍射光:  ⑤  ii移动的位相光栅的k 级衍射光波，相对于静止光栅有了一个多普勒频移。得：  ⑥  iii衍射光波级数越高，多普勒频移引起的相位差越大。  ⒏光拍的获得与检测  ⑴光拍获得的方法：将一光栅固定在音叉上，使得光栅随音叉振动一起运动（光栅垂直方向沿运动方向）；另一相同的光栅平行静止放置；则动光栅的零级衍射垂直入射静光栅，其它级衍射斜入射静光栅（考虑+1级）令动光栅的零级衍射出射静光栅后振幅E1，动光栅的+1级衍射出射静光栅后振幅E2，二者发生相干叠加（二者频率相差了wd）  方法图    ⑵光拍的检测  在检测器方向上, 频率不同、频率差较小的的光束叠加产生光拍。光的频率很高，光电检测器对这么高的频率不能有所反应，所以光电检测器只能反应上式中第四项角频率为wd的拍频讯号。  公式图如下：    ⑶拍频： ⑦  ⑧  ⑨  实验中，光栅粘在音叉上，是周期性变化的，所以光拍信号频率 也是随时间而变化的。  光栅振动幅度： ⑩  （注：）  ⒐拍频波形数计算  ⑴性质：波群首尾是相对的，某一点如果是某一群首，同时也是上一波群的尾。  ⑵计算公式：波形数N=整波形数+分数波形数。  （注：不足一个完整波形的首数和尾数中，按满1/2或1/4或 3/4个波形取相应分数值。）  ⒑仪器原理  ⑴原理：从⑦式可知，光栅密度n为常数，只正比于光移动速度，与光频率无关，如果把光栅粘在音叉上，如图 5 所示，则v，是周期性变化的。所以光拍信号频率 也是随时间而变化的，微弱振动的位移振幅为⑩ 。  （注：为半个周期（一个波群）内的波数）  ⑵原理图： |
| 三、实验仪器：  1. 双光栅微弱振动测量仪  内部结构：    （注：1—光电池升降调节手轮2—光电池座，在顶部有光电池盒，盒前有一小孔光阑，3—电源开关，4—音叉座，5—音叉，6—动光栅（粘在音叉上的光栅），7—静光栅（固定在调节架上），8—静光栅调节架，9—半导体激光器，10—激光器升降调节手轮，11—调节架左右调节止紧螺钉，12—激光器输出功率调节，13—耳机插孔，14—音量调节，15—信号发生器输出功率调节，16—信号发生器频率调节，17—静光栅调节架升降调节手轮，18—驱动音叉用的蜂鸣器，19—蜂鸣器电源插孔，20—频率显示窗口，21—三个信号输出插口，Y1拍频信号，Y2音叉驱动信号，X为示波器提供“外触发”扫描信号，可使示波器上的波形稳定。）  外部结构：    2.示波器  3.电源  4.导线 |
| 四、实验内容：  （1）实验前调节：  i使得某一穿过两光栅的衍射光点恰好入射探测器  ii X方波，为示波器提供“外触发”扫描信号  iii音量调到最小  iv调到音叉谐振频率附近并调节至光拍数量最大  v开始调至6-7点钟附近；调谐后调大驱动功率，增大振幅，增大光拍数量（12-20个），降低读拍误差  vi扫描时间0.1-0.5s  vii触发信号源——外部  viii灵敏度0.2V/DIV  ix双通道选择——ALT  （2）几何光路调整  微调半导体激光器的左右、俯昂调节手轮，让光束从安装静止光栅架的孔中心通过。调节光电池架手轮，让某一级衍射光正好落入光电池前的小孔内。锁紧激光器。  （3）双光栅调整  慢慢转动光栅架，务必仔细观察调节，使得二个光束尽可能重合。去掉观察屏，轻轻敲击音叉，在示波器上应看到拍频波。  （4）音叉谐振调节  先将“功率”旋钮置于6--7点钟附近，调节“频率”旋钮，（500Hz附近），使音叉谐振。如音叉谐振太强烈，将“功率”旋钮向小钟方向转动，使在示波器上看到的T/2内光拍的波数为10～20个左右较合适。  （5）波形调节  光路粗调完成后，就可以看到一些拍频波，但欲获得光滑细腻的波形，还须作些仔细的反复调节。稍稍松开固定静光栅架的手轮，试着微微转动光栅架，改善动光栅衍射光斑与静光栅衍射光斑的重合度，在两光栅产生的衍射光斑重合区域中，不是每一点都能产生拍频波，所以光斑正中心对准光电池上的小孔时，并不一定都能产生好的波形，有时光斑的边缘即能产生好的波形，可以微调光电池架或激光器的X-Y微调手轮，改变一下光斑在光电池上的位置，看看波形有否改善。  （6）测出外力驱动音叉时的揩振曲线  固定“功率”旋钮位置，小心调节“频率”旋钮（调节量很小，0.1Hz），记录波形数 N  再作出音叉的频率－－振幅曲线。  注意事项：  1.音叉不要遮挡衍射光；  2.激光要穿过静光栅和动光栅，要确保光斑的重合度（调整光栅架）；  3.光电检测器窗口入射的是一级衍射光；  4.示波器显示时间轴大于T/2，小于T，并将一个完整的光拍信号移到窗口中央；  5.调整一个光拍内的波形数在10-20之间，且尽量大于15；  6.频率调节要缓慢，且每调整一下后稳定一会再接着调整。 |
| 五、数据记录：  组号： 18 ；姓名 刘欢 ；实验名称 双光栅测微振动 ；  本实验*d=*0.01 mm    音叉的频率－－振幅记录表   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 频率 | 波形数N | 位移振幅A | 频率 | 波形数N | 位移振幅A | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |
| 六、数据处理 |
| 七、结果陈述：  答：音叉谐振频率：  音叉受迫振动规律： |
| 八、实验总结与思考题  实验总结：   1. 如何判断动光栅与静光栅的刻痕已平行？衍射角度 2. 作外力驱动音叉谐振曲线时，为什么要固定信号功率？共振判断方法   3．本实验测量方法有何优点？测量微振动位移的灵敏度是多少？即相当于测量最小刻度 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |

原始数据记录表：

组号： 18 ；姓名 刘欢 ；实验名称： 双光栅测微振动 ；

本实验*d=*0.01 mm

音叉的频率－－振幅记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率 | 波形数N | 位移振幅A | 频率 | 波形数N | 位移振幅A |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |