

预习报告		实验记录		分析讨论		总成绩	

年级、专业:	2017 级 物理学	组号:	实验班 2
姓名:	高寒	学号:	17353019
日期:		教师签名:	

实验 CC3 微振动基本实验 (双光栅测量微弱振动实验)

【实验报告注意事项】

1. 实验报告由三部分组成:

- 1) 预习报告: (提前一周) 认真研读**实验讲义**, 弄清实验原理; 实验所需的仪器设备、用具及其使用 (强烈建议到实验室预习), 完成讲义中的预习思考题; 了解实验需要测量的物理量, 并根据要求提前准备实验记录表格 (由学生自己在实验前设计好, 可以打印)。预习成绩低于 10 分 (共 20 分) 者不能做实验。
- 2) 实验记录: 认真、客观记录实验条件、实验过程中的现象以及数据。实验记录请用珠笔或者钢笔书写并签名 (**用铅笔记录的被认为无效**)。**保持原始记录, 包括写错删除部分, 如因误记需要修改记录, 必须按规范修改。** (不得输入电脑打印, 但可扫描手记后打印扫描件); 离开前请实验教师检查记录并签名。
- 3) 分析讨论: 处理实验原始数据 (学习仪器使用类型的实验除外), 对数据的可靠性和合理性进行分析; 按规范呈现数据和结果 (图、表), 包括数据、图表按顺序编号及其引用; 分析物理现象 (含回答实验思考题, 写出问题思考过程, 必要时按规范引用数据); 最后得出结论。

实验报告就是预习报告、实验记录、和数据处理与分析合起来, 加上本页封面。

2. 每次完成实验后的一周内交**实验报告**。

3. 除实验记录外, 实验报告其他部分建议双面打印。

实验 CC3 微振动基本实验 (双光栅测量微弱振动实验)

【实验目的】

1. 了解利用光的多普勒频移形成光拍的原理并用于测量光拍拍频。
2. 学会使用精确测量微弱振动位移的一种方法。
3. 应用双光栅微弱振动实验仪测量音叉振动的微振幅

【仪器用具】 【原理概述】

仪器名称	数量	仪器参数
半导体激光器	1	$\lambda = 650 \text{ nm}$, 功率 2 – 5 mW
音叉	1	频率 500 Hz 左右
示波器等	1	位移量分辨率: 5 μm

利用光的多普勒频移形成拍，并以此测量微振动的位移。
光栅衍射的极大值位置满足

$$k\lambda = d \sin \theta \quad (1)$$

但当光从 x 方向入射，而光栅在 y 方向上运动的时候，它将在 t 时间内带来额外的相位差

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \frac{2\pi}{\lambda} vt \sin \theta \\ &= \frac{2\pi}{\lambda} vt \frac{k\lambda}{d} \\ &= \frac{k}{\omega_d} t \end{aligned} \quad (2)$$

其中 $\omega_d = 2\pi \frac{v}{d}$ 。移动的光栅带来光频率的变化，这就是光的多普勒频移。

如果有两个光栅，一个静止而一个以 v 的速度移动，那么，它们形成的衍射光将叠加在一起。忽略它们原有的相位差，两个光束叠加后的强度为

$$\begin{aligned} I &= (E_1(t) + E_2(t))^2 \\ &= E_1^2 \cos^2 \omega_0 t + E_2^2 \cos^2(\omega_0 + \omega_d)t + 2E_1 E_2 \cos \omega_0 t \cos(\omega_0 + \omega_d)t \\ &= E_1^2 \cos^2 \omega_0 t + E_2^2 \cos^2(\omega_0 + \omega_d)t + E_1 E_2 \cos \omega_d t + E_1 E_2 \cos(2\omega_0 - \omega_d)t \end{aligned} \quad (3)$$

这里 $\omega_0 \gg \omega_d$ ，且仪器无法对 $\sim \omega_0$ 的光强变化做出相应，故示波器上将只显示以 ω_d 为频率振动的拍频，它在示波器上显示的频率为

$$\begin{aligned} f_d &= \frac{\omega_d}{2\pi} \\ &= \frac{2\pi v/d}{2\pi} \\ &= \frac{v}{d} \end{aligned} \quad (4)$$

其中 $d = 0.01 \text{ mm}$ 为实验中的光栅常数，故以拍频计算运动速度的公式就是

$$v = 0.01 \frac{f}{\text{Hz}} \text{ mm/s} \quad (5)$$

如果 v 随时间变化， f 也将随时间变化，再进一步地，如果 v 以正弦（余弦）形式变化，那么，简谐运动的振幅就是

$$A = \frac{1}{2} \int_{t=0}^{\frac{T}{2}} v(t) dt = 0.005 \int_{t=0}^{\frac{T}{2}} f(t) dt \text{ mm} \quad (6)$$

积分就是拍频的个数，于是我们就得到了微振动的振幅。

专业:	2017 级 物理学	年级:	实验班 2
姓名:	高寒	学号:	17353019
室温:		实验地点:	珠海教学楼 A5
学生签名:	高寒	评分:	
日期:		教师签名:	

实验 CC3 微振动基本实验 (双光栅测量微弱振动实验)

【实验内容、步骤、结果】

1. 熟悉各仪器的使用方法

按照讲义上的要求和知道, 熟悉装置的组成, 掌握各仪器的使用方法。

2. 光路和音叉的调整

调整光路, 使得各光学仪器共线; 调整使得两光栅尽可能平行。

按讲义要求调整驱动力频率使得音叉发生谐振, 此时能够在示波器中看到 15 个左右的波形, 此时的实验相关数据如下

表 1: 音叉谐振的振幅

频率/Hz	
$T/2$ 时间内的波形数	
音叉振幅/mm	

3. 音叉谐振曲线的测量

在谐振点附近调节驱动力频率, 测得频率与振幅的关系如下 (表格不必全部用完)。

表 2: 音叉谐振曲线的测量

频率/Hz								
$T/2$ 时间内的波形数								
音叉振幅/mm								

表 3: 音叉谐振曲线的测量 (续表)

频率/Hz								
$T/2$ 时间内的波形数								
音叉振幅/mm								

4. 音叉质量对谐振曲线的影响

将软管插入音叉，再次测量驱动力频率与振幅的关系如下（表格不必全部用完）。

表 4: 软管插入在_____时，音叉谐振曲线的测量

频率/Hz								
$T/2$ 时间内的波形数								
音叉振幅/mm								

表 5: 软管插入在_____时，音叉谐振曲线的测量

频率/Hz								
$T/2$ 时间内的波形数								
音叉振幅/mm								

表 6: 软管插入在_____时，音叉谐振曲线的测量

频率/Hz								
$T/2$ 时间内的波形数								
音叉振幅/mm								

【实验过程中遇到问题记录】

专业:	物理学	年级:	2017 级
姓名:	高寒	学号:	17353019
日期:			
评分:		教师签名:	

实验 CC3 微振动基本实验 (双光栅测量微弱振动实验)

【分析与讨论】

(Content)

【实验思考题】

(Content)