

班级

学号

姓名

教师签字

实验日期 2025.11.23

预习成绩 2.0

总成绩

实验名称 双光栅检测微弱振动

一、 预习

1. 本实验中的拍频是如何产生的?

2. 为何认为 $\int_0^{T/2} F_{\text{拍}}(t) dt$ 表示 $T/2$ 内的波的个数?

1. 引入“频率差”，产生拍频。频率分别为 f_1, f_2 的两列波，在空间中某一定位置的振动方程分别为 $A_1(t) = A_0 \sin(2\pi f_1 t)$, $A_2(t) = A_0 \sin(2\pi f_2 t)$ 。这两列波在该位置相遇，合振动方程为 $A(t) = A_1(t) + A_2(t) = 2A_0 \sin 2\pi \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right) t \cos 2\pi \left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right) t$ ，这是一个频率为 $F_{\text{拍}} = |f_1 - f_2|$ 的拍频波。
2. 拍频定义为 $F_{\text{拍}}(t) = \frac{V(t)}{d}$ 。积分 $\int_0^{\frac{T}{2}} F_{\text{拍}}(t) dt = \int_0^{\frac{T}{2}} \frac{V(t) dt}{d}$ ，其中 $\int_0^{\frac{T}{2}} V(t) dt$ 是动光栅在 $\frac{T}{2}$ 时间内的位移。由于每移动一个光栅常数 d 对应 1 个拍频波，因此位移与 d 的比值即为 $\frac{T}{2}$ 内拍频波的个数。

二、原始数据记录

1.

测量音叉共振时的振幅数据记录

频率 (Hz)	503.430
半个周期的波数	24.62

$$24 + \frac{1}{4}, H=64.2, h_2=44.2$$

2.

测量音叉在不同的驱动频率下的振幅数据记录

频率 (Hz)	503.350	503.370	503.390	503.410	503.430	503.450	503.480	503.500	503.520
半个周 期的波 数	12.16	19.16	20.84	22.75	24.62	21.06	16.50	14.10	11.15

右:

$$503.460: 20 + \frac{3}{4} \quad H=82, h_2=32$$

$$503.480: 16 + \frac{1}{2}$$

$$503.500: 13 + \frac{3}{4} \quad H=133 \quad h_2=81.7$$

$$503.520: 10 + \frac{3}{4} \quad H=177 \quad h_2=140$$

左:

$$503.410: 22 + \frac{3}{4}$$

$$503.390: 20 + \frac{1}{2} \quad H=75, h_2=40$$

$$503.370: 18 + \frac{3}{4} \quad H=67, h_2=28$$

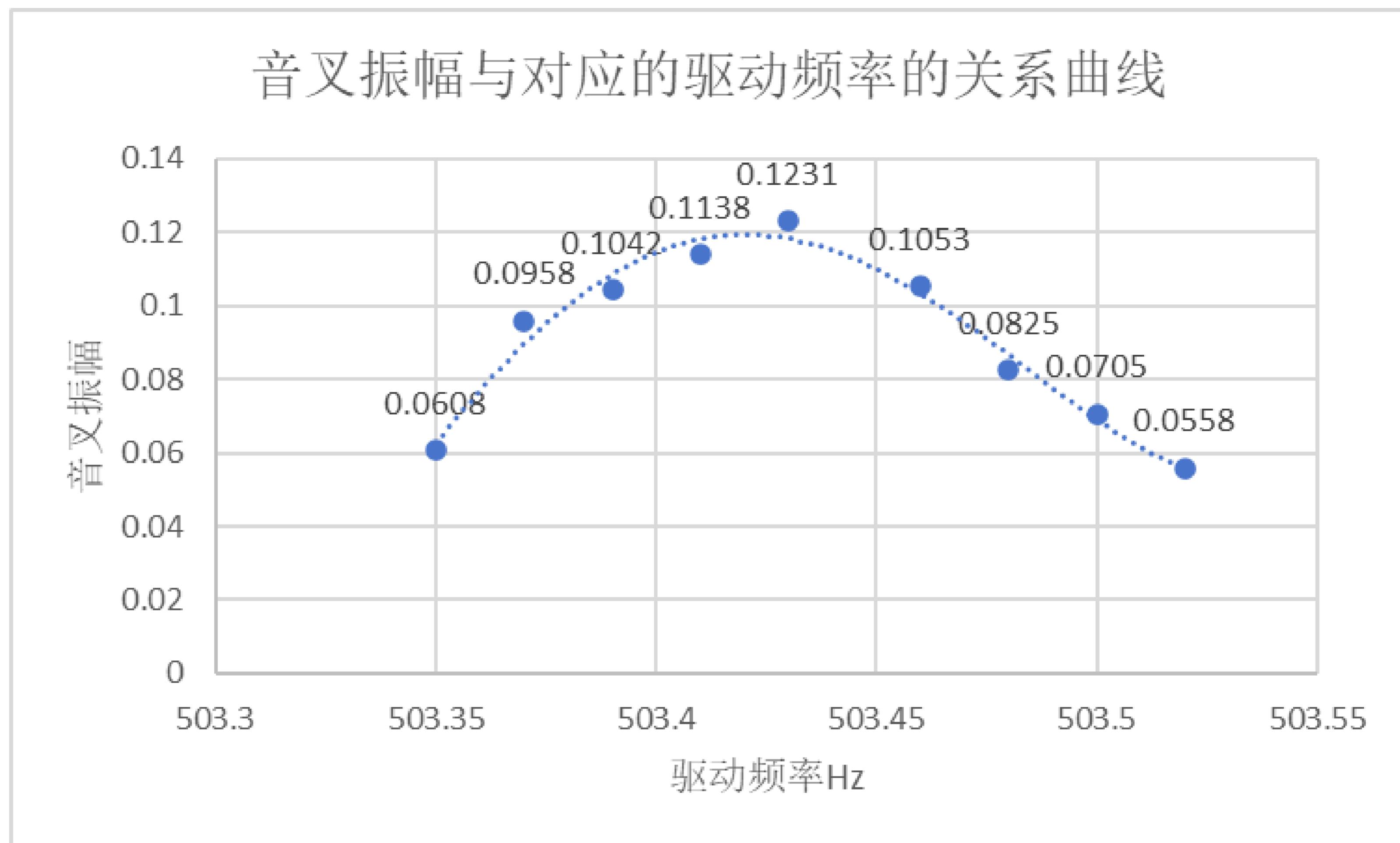
$$503.350: 11 + \frac{3}{4} \quad H=160, h_2=135$$

教师	姓名
签字	3.0

三、数据处理

将 9 个不同驱动频率下测得的音叉振幅与对应的驱动频率的关系曲线绘制出来（电脑作图、坐标纸等等均可）。

excel作图



四、实验现象分析及结论

1. 音叉做受迫振动时，当驱动频率等于其固有频率（约 503.430 Hz）时，系统发生共振，振幅达到最大值。驱动频率偏离固有频率时，振幅随频率偏离程度增大而减小，符合受迫振动共振规律。
2. 双光栅法实现了将微弱机械振动力转化为光学信号，实现微弱振动的非接触式高精度检测。

五、讨论题

1. 测量音叉谐振曲线时，为什么要固定驱动信号功率？

2. 静光栅和动光栅的前后位置是否可以互换，为什么？

1. 谐振曲线描述的是音叉振幅与驱动频率的关系，而驱动信号功率会直接影响音叉的振幅，功率越大，驱动力越大。若不固定功率，振幅变化同时受频和功率影响无法单独反映频率对谐振特性的影响，导致谐振曲线失真，无法准确找到谐振频率和振幅峰值。

2. 不可以互换，动光栅的作用是产生多普勒频移，需随音叉振动，且其衍射光需与静光栅的0级衍射光平行叠加。静光栅作用是提供无频移的射光，且需保证两光栅平行，使频移光与无频移光满足叠加条件。

若互换位置，激光先经过动光栅衍射频移再经过静光栅时，衍射方向会改变，无法形成稳定平行的两束叠加光，相位信号会失真或消失。