

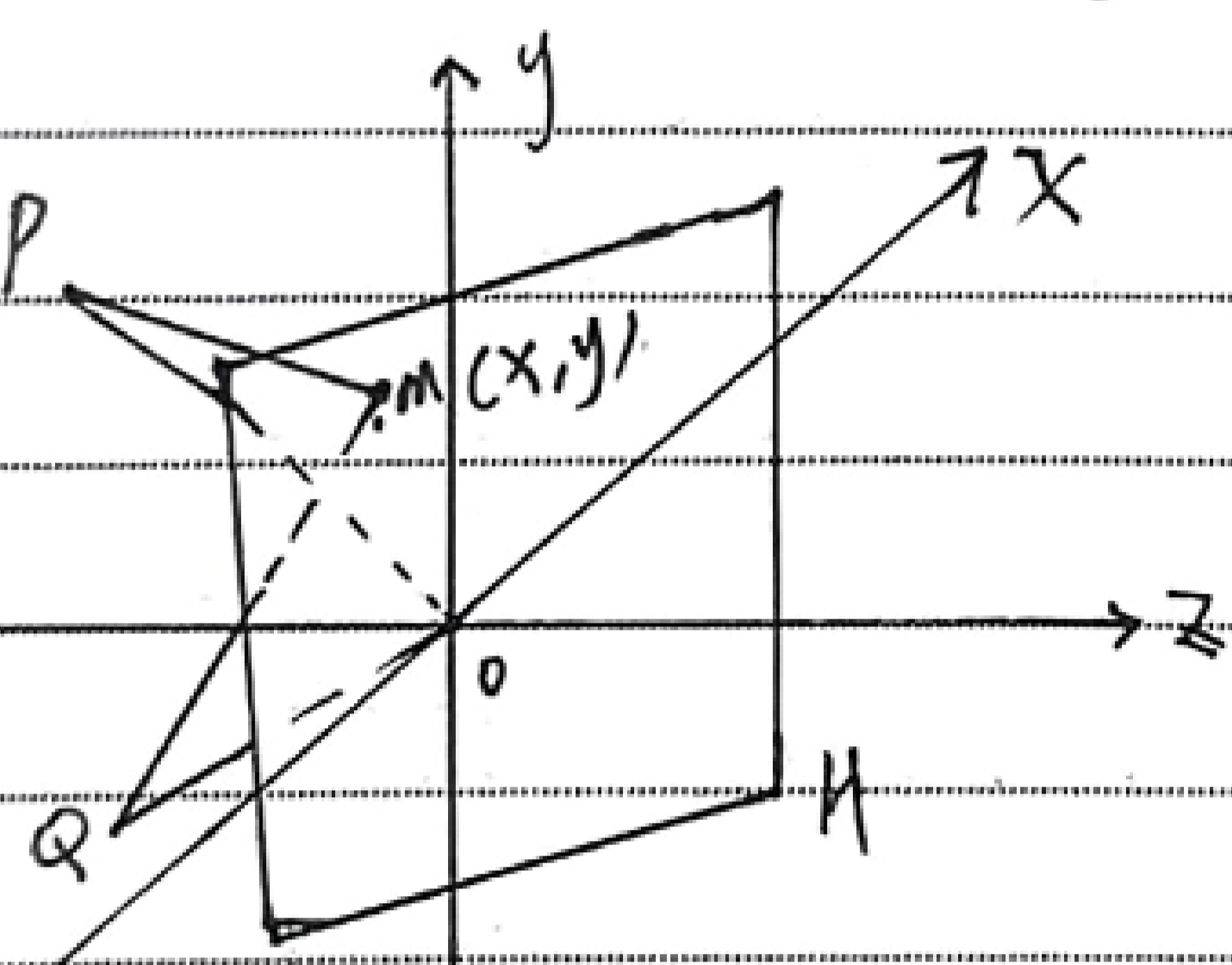
实验目的

- 1) 了解全息摄影的基本原理
- 2) 掌握全息摄影的基本技术
- 3) 学习暗室技术, 提高动手能力

实验原理

原理说明: 全息摄影记录过程, 利用光的干涉原理, 将物光光波与参考光光波叠加, 会产生干涉现象和干涉条纹, 使用感光干板可以较高精度地记录下这些干涉条纹。

光学干涉原理示意图



设 M 为感光板平面 H 上的任意一点, P 表示物体的一个点光源, Q 表示参考光的一个点光源, 它们在感光板的任意一点 $M(x, y)$ 上的复振幅分别为

$$P(x, y) = A_1(x, y) \exp[i\phi_1(x, y)]$$

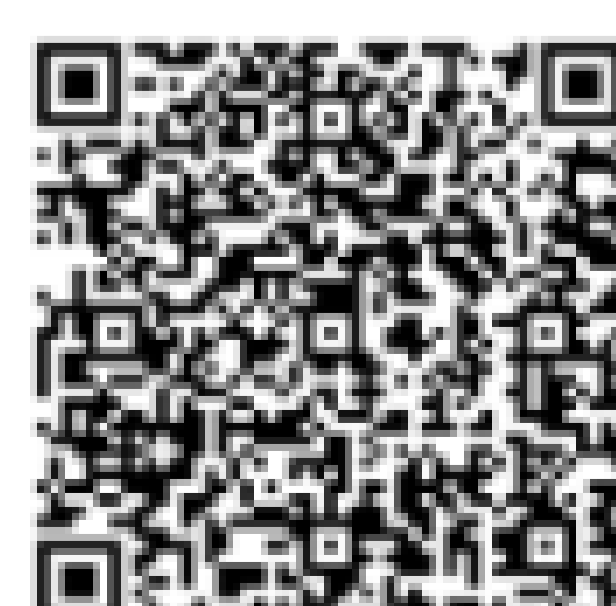
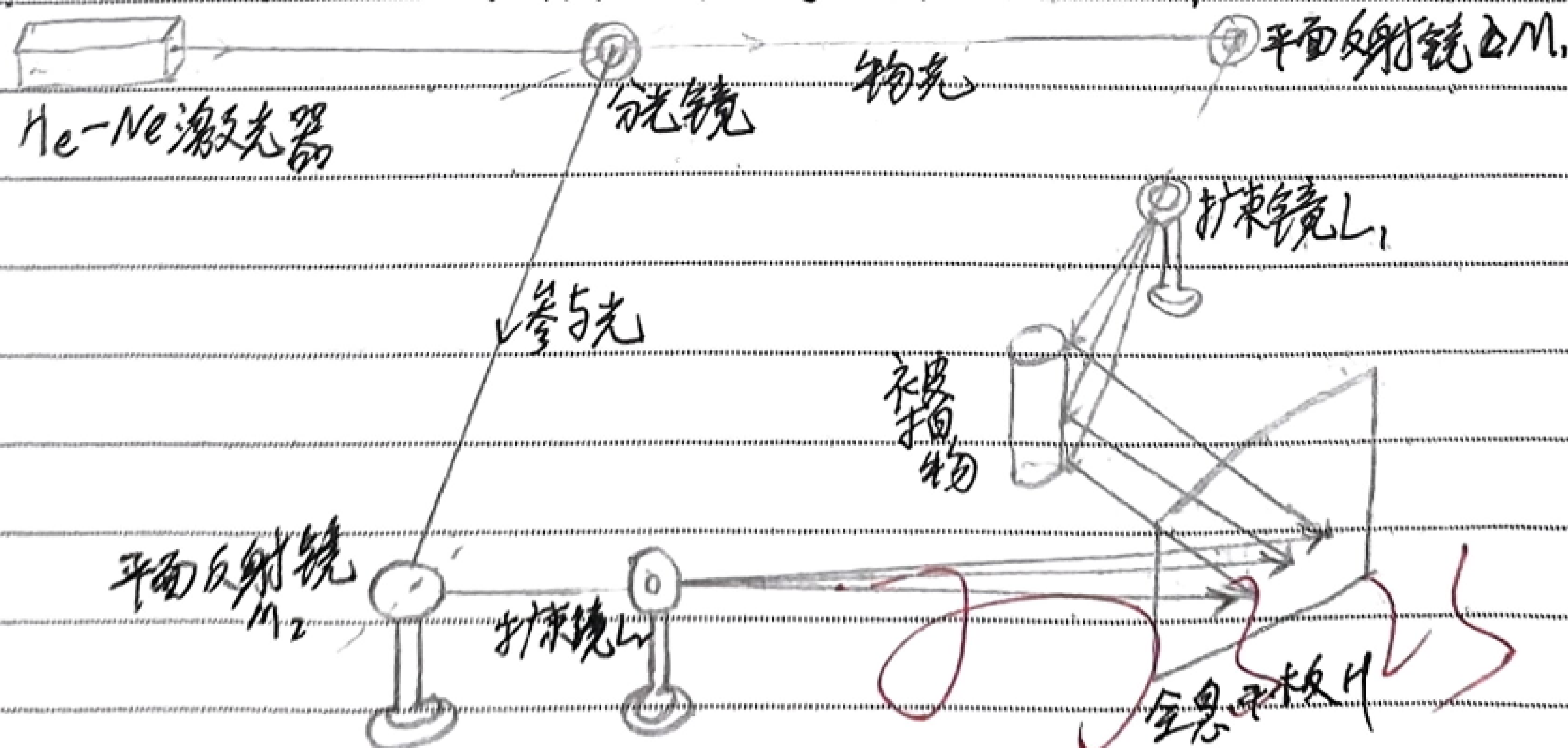
$$Q(x, y) = A_2(x, y) \exp[i\phi_2(x, y)]$$

光波叠加后点 $M(x, y)$ 的强度为:

$$I(x, y) = |P(x, y) + Q(x, y)|^2$$

$$= |P(x, y)|^2 + |Q(x, y)|^2 + P(x, y)Q^*(x, y) + P^*(x, y)Q(x, y)$$

$$= A_1^2 + A_2^2 + A_1 A_2 \exp[i(\phi_1 - \phi_2)] + A_1 A_2 \exp[-i(\phi_1 - \phi_2)]$$



实验仪器 半导体激光器、全息实验台、载物台及支架附件,分光板1片,反射镜2片,被摄物1个,曝光定时器及光快门,全息干板及干板架,暗室冲洗设备等

实验步骤与数据记录

- (1) 打开激光器,识别各光学元件,调节各元件的高度及倾斜度,以保证激光束构成的平面平行于全息台
- (2) 按照光路图摆放光学元件,并按照实验原理中拍摄条件逐一进行光路调节
- (3) 在老师的指挥下,统一曝光,将干板固定到干板架上,干板的药膜面朝向被拍摄物体,使用干板架的固定螺钉固定干板。在老师指挥下统一曝光完成拍摄,曝光时间一般为35秒左右。
- (4) 显影时,如曝光量合适,显影液温度在 20°C 左右,则显影时间一般在 $2\sim 3\text{min}$,具体时间要根据显影液浓度及曝光强度确定,显影后放入清水中进行冲洗,再放入定影液中定影,定影时间不少于 3min ,然后使用清水冲洗、晾干,即得一张全息照片。
- (5) 取下被拍摄物体,将干板放入原光路中观察虚像,并使用手机照机拍摄记录
- (6) 记录实验现象

表 2.8.2		漫反射物体的三维全息摄影记录	
被拍摄物		胶猫头像	
描述体显影状态		良好	
虚像与 原物 进行比 较	大小	等大	
	色彩	橡胶色	
	完整度	良好	
	清晰度	良好	



实验结论

- (1) 了解了全息摄影的基本原理
- (2) 掌握了全息摄影的基本技术
- (3) 学习了部分暗室技术, 提高了动手能力
- (4) 观察并记录到了清晰的虚像

实验讨论

- (1) 注意事项:
 - ① 禁止用眼直视激光, 禁止用手或其它东西触摸光学镜头
 - ② 移动光学元件时, 应贴着全息台的台面缓慢移动, 轻移轻放
 - ③ 拍摄时应保持肃静, 切勿喧哗
 - ④ 拍摄和冲洗底片在暗室进行, 不用手直接接触药水或全息干板的药膜面
- (2) 错误及其纠正: 在实验中, 小组成员或将各光学元件不能很好像的将其中心置于同一水平面, 并且不能很好的光学元件摆放至同一直线上, 在测量间距时偶尔会有较大误差。在实验中应仔细调节各光学元件, 做到细致入微, 尽可能完美地完成实验, 小组成员间永不气馁, 互相鼓励, 争取得出一个良好的实验结果。
- (3) 可能导致误差的因素:
 - ① 物光和参考光的光程不等
 - ② 曝光前或曝光时可能会受到其它光照影响。
 - ③ 各光学元件中心高度可能不同, 实验中位置可能偏移
 - ④ 物光与参考光光强非1:4左右, 角度不合适
- (4) 改进措施:
 - ① 保证各光学元件的稳稳定性
 - ② 加强实验中的干涉效果
 - ③ 保证显影剂的效果
 - ④ 使感光板位置不变



思考题

1) 光波的信息包含哪些因素?

包括频率、振幅、相位,其中振幅和相位是光波的主要特征。

2) 全息摄影和普通摄影有何异同?

相同点:两者都需要光与设备。

不同点:	类别	全息摄影	一般摄影
	记录方式	物束光与参考光束	光学镜头成像(物束光)
	记录内容	物体散射光的强度及相位	景物本身或反射光强度
	成像介质	记录后称全息片(全灰色调)	感光胶片
	影像观察方式	一般借助激光还原观察	眼睛直接接观察
	色彩表现	彩色干涉条纹图像	彩色物体图像
	影像特点	三维空间立体感的景物 只有散射光线无实物	平面物体图像

全息摄影记录所有信息,并能在与拍摄条件相同下再现

普通摄影只能记录部分信息

3) 再现与原物相同的虚像所需条件是什么?

还原光线与原参考光发散程度相同,沿拍摄时一样的方向照射平板药膜面,眼睛看向拍摄时物体放置的位置

4) 振动对全息摄影有什么影响?如何消除?

影响很大,振动导致干板记录的条纹起伏,紊乱,会导致全息摄影失败

消除方法:保证全息摄影台绝对稳定不动,或远离振动源拍摄,若无法避免就要采取减振措施



原始记录

表 2.8.2 漫反射物体的三维全息摄影记录

被拍摄物	猫头鹰	
干涉板显影状态	良好	
虚像	大小	等大
与原物比较	色彩	棕白色
	完整度	良好
	清晰度	良好

2.8.23

