|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习报告 | | 实验记录 | | 分析讨论 | | 总成绩 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 年级、专业： | 本科二年级 物理学 | 组号： | 第六组 | | 姓名： | 肖良、吴嘉涛 | 学号： | 17353068、17353065 | | 日期： | 2019.4.28 | 教师签名： |  |   **设计性实验 基于迈克尔逊干涉仪测量微小位移**  【实验报告注意事项】   1. 实验报告由三部分组成： 2. 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。 3. 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。 4. 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。   1. 每次完成实验后的一周内交**实验报告**。 2. 除实验记录外，实验报告其他部分建议双面打印。 |
| **设计性实验 基于迈克尔逊干涉仪测量微小位移**  【实验目的】   1. 进一步了解迈克尔逊干涉仪的构造、原理和调节方法； 2. 学习用迈克尔逊干涉仪测量微小位移的方法，并与螺旋测微计的读数进行比较； 3. 尝试对实验仪器和实验方法进行改进以获得更高的精度。   【仪器用具】   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 编号 | 仪器用具名称 | 数量 | 主要参数（型号，测量范围，测量精度等） | | 1  2  3  4  5 | 迈克尔逊干涉仪  He-Ne激光器  螺旋测微计  光强传感器  示波器 | 1  1  1  1  1 | （待定） |     【原理概述】  **1、迈克尔逊干涉仪工作原理**  迈克尔逊干涉仪的工作原理如图（一）所示。光源S发出的光经过扩束镜后在分束镜P1处进行分离，分为光束1和光束2。其中，光束1由半反射膜反射并经可调反射镜M2反射后再次进入分束镜P1；光束2在半反射膜处折射，经过补偿镜P2后被可调反射镜M1反射，再次经过P2被半反射膜反射，从而同光束1进行干涉，并在观察屏E处呈现干涉后的结果。半反射膜和补偿镜均和光束呈45°夹角，可以保证光束1和光束2均是垂直射向两面可调反射镜。  扩束镜（也称为准直器和上准直器）的作用是在具有长光束路径的系统中保持光束的准直。补偿镜P2的作用是使光束2同光束1在除空气中光程以外的光程上相等。因为补偿镜材料和厚度与分束镜一样，在光束1经历三次分束镜的时候光束2仅仅经历一次分束镜，所以在光束2的路线上增加分束镜后，两束光在除空气方面的光程便一样了，这时就只需要计算在空气中的光程差就可以了，大大简化了运算。  在光路中，M1’是M1被半反射膜反射后所产生的虚像，在观察屏E处观察时，两束光相当于从M1’和M2过来。从光路的角度分析可知，干涉结果和M1’、M2之间的空气薄膜所形成的干涉条纹完全等效，因此接下来对干涉的分析可以基于平行平板模型。平行平板模型中产生的是等倾干涉。  本实验所利用的是定域干涉中的等倾干涉，因而实验现象为一定范围内的干涉圆环。等倾干涉可以视为观察屏在无限远处的非定域干涉，所以可以利用非定域干涉模型进行分析。  **2、点光源产生的非定域干涉条纹**  光源为点光源时，它向空间发射球面波，经反射镜M1、M2反射后，相当于由两个虚光源S1’和S2’发出，如图二所示。但注意，两光源的距离是M1、M2的两倍（2d）。若采用激光作为光源，则S1’和S2’发出的球面波在它们相遇的空间处处相干。若用平面屏观察干涉图样，在不同的位置和方向可观察到圆、椭圆、双曲线、直线等条纹。这种干涉现象称为“非定域干涉”。若观察屏垂直于S1’和S2’的连线，对应的干涉图样是一组同心圆，圆心在S1’和S2’连线的延长线和屏的交点E。  观察屏上，离中心E点远处某一点P，EP的距离为R，则两束光的光程差为：  （1）  当L>>d时，展开上式并略去二阶无穷小量可得：  （2）  式中是圆形干涉条纹的倾角，所以亮条纹为：  （3）  由此式可知，当k、一定时，如果d逐渐缩小，则将增大，即将逐渐减小。这意味着，对于同一级条纹，当d减小时，圆环半径R便减小，看见的现象是干涉圆环内缩；同理得知，当d增大时，看到的现象是干涉圆环向外扩大，且会“生成”新的圆环。而每改变一个圆环，就相当于光程差改变了一个波长。假设反射镜M1移动的距离为d，相应的中央变化的圆环数目为N，则光程差变化为：  （4）  因此，只要测出圆环变化的数目，再结合光源的波长，即可测量出微小位移的大小。  3、定域干涉——等倾干涉条纹  原理如右图所示：当M1和M2互相平行，光源为扩展光源（如光源前加了一块毛玻璃）时，入射角为的光经M1、M2反射后的①和②两束光互相平行，它们的光程差为  （5）  和式（2）等价，这也说明了等倾干涉和非定域干涉之间的相关联性。因此，借用式（4）可得到等倾干涉中光程差，在本实验中即微小位移的两倍。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 专业： |  | 年级： |  | | 姓名： |  | 学号： |  | | 室温： |  | 实验地点： |  | | 学生签名： |  | 评分： |  | | 日期： |  | 教师签名： |  |   **设计性实验 基于迈克尔逊干涉仪测量微小位移**  【实验内容、步骤、结果】  一、调节迈克尔逊干涉仪，使产生定域等倾干涉条纹  （1）实验步骤  1. 安装并打开 He-Ne 或半导体激光器（注意不要直射眼睛），但先不安装扩束镜，调节出射激光束平行于光学平台，并使激光束从分束镜 P1 的中心附近入射；  2. 调节可调反射镜 M2 背面的三个螺钉，使得 M1 和 M2 反射的光点的最亮处在观察屏 E 上重合；  3. 装上扩束镜（以获得点光源），此时应能在观察屏上看到等倾干涉条纹（如观察不到，则可微调固定激光器的螺钉，使得光束能顺利通过扩束镜）。  （2）实验现象  二、手动测量微小位移  （1）实验步骤  1. 记录此时 M1处精密测微头的读数 di；  2. 旋转 M1 处精密测微头来移动 M1，使得观察屏上的圆环数目发生变化，中心处每“出现”（或“消失”）50 个圆环时记录一次精密测微头的读数 di，共记录 5 组 di；  3. 用逐差法求出 M1 移动的距离 d。  4. 利用波长计算出“出现”50个圆环时精密测微头的移动距离，并与实验值比较。  （2）实验现象  （3）实验数据记录   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 测量次数 i | N\_i | d\_i/mm | 测量次数 i+3 | N\_i+3 | d\_i+3/mm | δ\_d\_i | | 1 | 0 |  | 4 | 150 |  |  | | 2 | 50 |  | 5 | 200 |  |  | | 3 | 100 |  | 6 | 250 |  |  |   三、配合光强检测器测量微小位移  （1）实验步骤  1. 将白屏换成光强检测器（从CC3微振动实验中获取），将光强检测器连接至数字示波器  2. 旋转 M1 处精密测微头来移动 M1，使得示波器上的信号幅值发生变化，每到达50 次波峰时记录一次精密测微头的读数 di，共记录 5 组 di；  3. 记录实验前后牛顿环圆心的位置变化△c，最后对圆环数进行修正；  4. 将理论值与实验值作比较；将实验二的位移与实验三的位移作比较  （2）实验现象  （3）实验数据记录   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 测量次数 i | N\_i | d\_i/mm | △c/mm | 测量次数 i+3 | N\_i+3 | d\_i+3/mm | △c/mm | δ\_d\_i | | 1 | 0 |  |  | 4 | 150 |  |  |  | | 2 | 50 |  |  | 5 | 200 |  |  |  | | 3 | 100 |  |  | 6 | 250 |  |  |  |   四、配合光强检测器测量微小位移（选做）  （1）实验步骤  1. 将数字示波器连接至电脑中，打开已设定好的labview程序自动记录光强信息变化；  2. 使用公式自动计算出位移变化；  4. 将理论值与实验值作比较；将实验四的位移与实验二、三的位移作比较  （2）实验现象  【实验过程遇到问题记录】 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 专业： |  | 年级： |  | | 姓名： |  | 学号： |  | | 日期： |  |  |  | | 评分： |  | 教师签名： |  |   **设计性实验 基于迈克尔逊干涉仪测量微小位移**  【分析与讨论】  【实验思考题】 |