课程编号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（一）**

**实验名称： 等厚干涉**

**学 院： 数学科学学院**

**指导教师： 郭树青**

**报告人：詹耿羽 组号： 20**

**学号：2023193026 实验地点： 211**

**实验时间： 2024 年 4 月 30 日**

**提交时间：**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1.了解读数显微镜的调节和使用  2.利用等厚干涉图像测量玻璃的曲率半径  3.学习使用逐差法处理数据 |
| 二、实验原理  1.牛顿环  当入射光I(钠黄光波长589.3nm)垂直入射时，经平凸透镜与平面玻璃之间的空气层上、下两个表面反射的两束反射光δ1和δ2频率相同，光程差恒定，是相干光产生干涉。由于平凸透镜凸面以中心O为圆心的同一个同心圆上所有点两束干涉光光程差相同，形成等厚干涉，生成一系列明暗相间的同心圆环。    图1：牛顿环等厚干涉光路图  由几何关系：  R2=(R-e)2+rk2=R2+rk2-2Re+e2  由于e2为高阶无穷小，可舍去，得：  rk2=2Re  其中：R为平凸透镜的曲率半径，rk为K级圆环半径，E为K级圆环处空气层厚度。  两束相干光的光程差：  Δ=δ2-δ1=2ne+λ/2  由于δ2存在半波损失，故应有λ/2的附加光程差。  根据干涉原理(由于是空气，n=1)：    由rk2=2Re 和干涉条件得：  ）  以rn表示第n个暗环的半径，rm表示第m个暗环的半径，则：        从而有：    需要注意的是：不必需确定某一环的级数；不必需确定牛顿环的中心。    图2：实验原理关系图 |
| 三、实验仪器：  1.读数显微镜  2.牛顿环装置  3.单色光源（钠光灯）（λ=589.3 nm）  4.稳压源    图3：实验仪器图 |
| 四、实验内容：  1.调整仪器：  a.调节牛顿环装置金属框上的螺丝，使平凸透镜自然地放在平板玻璃上。  b.调整45°反射平面玻璃及读数显微镜的位置，使入射光近乎垂直入射，并使钠黄光充满整个视场。c.调节目镜，使十字叉丝清晰(消除视差)；显微镜调焦，看清干涉条纹，摇动测微鼓轮，使叉丝交点大致在牛顿环环心位置。  d.观察待测各环，其左右、上下是否清晰、光强均匀。    图4：牛顿环干涉光路图  2.测量平面凸透镜的曲率半径：  1)调节目镜镜筒，使一根十字又丝与显微镜移动方向垂直，另一根和显微镜移动方向一致;  2)旋转显微镜测微鼓轮，使十字叉丝由牛顿环中央缓慢移动到一侧，然后自此开始，单方向移动，依次测出显微镜十字又丝与各条纹相切的位置读数，继续越过中央暗斑，读取;    图5：牛顿环等厚干涉图样和测量顺序 |
| 1. 数据记录：   组号： 20 ；姓名: 詹耿羽  **λ＝589.3nm**（原数据在附页）   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **环的级数** | **m** | **24** | **23** | **22** | **21** | **20** | **19** | **18** | **17** | **16** | **15** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **环的直径Dm** | **(mm)** | 9.233 | 9.054 | 8.883 | 8.697 | 8.446 | 8.232 | 8.012 | 7.776 | 7.551 | 6.415 | | **Dm2** | **(mm2)** | 85.248 | 81.975 | 78.908 | 75.638 | 71.335 | 67.766 | 64.192 | 60.466 | 57.018 | 41.152 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **环的直径Dn** | **(mm)** | 7.067 | 6.853 | 6.598 | 6.279 | 5.022 | 5.711 | 5.419 | 5.037 | 4.718 | 4.270 | | **Dn2** | **(mm2)** | 49.942 | 46.964 | 43.534 | 39.426 | 25.220 | 32.616 | 29.366 | 25.371 | 22.260 | 18.233 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Dm2-Dn2** | **(mm2)** | 35.306 | 35.011 | 35.374 | 36.212 | 46.114 | 35.150 | 34.827 | 35.095 | 34.758 | 22.919 | |  | **(m)** | 1.498 | 1.485 | 1.501 | 1.536 | 1.956 | 1.491 | 1.477 | 1.489 | 1.475 | 0.972 | | **△R** | **(m)** | 0.010 | 0.003 | 0.013 | 0.048 | 0.468 | 0.003 | 0.011 | 0.001 | 0.014 | 0.516 |   R== （1.498+1.485+1.501+1.536+1.956+1.491+1.477+1.489+1.475+0.972）/10=1.48807 m  Δ‾R==(0.010+0.003+0.013+0.048+0.468+0.003+0.011+0.001+0.014+0.516)/10=0.10853 m  误差分析计算：  R=‾R±Δ‾R=1.48807±0.10853 m |
| **六、数据处理**  R ==（1.498+1.485+1.501+1.536+1.956+1.491+1.477+1.489+1.475+0.972）/10=1.48807 m  Δ‾R == (0.010+0.003+0.013+0.048+0.468+0.003+0.011+0.001+0.014+0.516)/10=0.10853 m  **误差分析计算：**  R=‾R±Δ‾R=1.48807±0.10853 m |
| **七、结果陈述：**  平面凸透镜的曲率半径R = 1.48807 m  曲率半径R的不确定度Δ‾R = 0.10853 m  **球面镜的曲率半径：**R=‾R±Δ‾R=1.48807±0.10853 m |
| **八、实验总结与思考题**  **总结：**  本次实验了解了等厚干涉的实验原理，对用干涉法测量微小量有初步了解,同时也了解了利用牛顿环测定球面镜的曲率半径的方法，并且熟悉了避免系统误差的实验方法---多项逐差法。  **思考题：**  1.试分析本次牛顿环实验误差的可能来源；  牛顿环实验中容易产生故障及影响实验结果的因素很多。此处从读数显微镜，牛顿环和测量方法三个方面具体分析。  从读数显微镜方面分析，   1. 目镜进灰或有污物，会造成读数显微镜视野内含糊不清，影响测量结果。   （2）目镜的位置不当，使得观察时十字叉丝有重影。  （3）透反镜没有和水平面成45度角，会造成平凸透镜上聚光不足，最终影响干涉现象呈现。  （4）显微镜零位不当导致的示值误差超差，主要是对准零位刻度时，测微鼓轮的零位没有对准指标线。  从牛顿环方面分析：  （1）牛顿环的测量级数过低，会使得曲率半徑的测量结果误差偏高，因此牛顿环用以测量的级数应尽量取高级，研究表明，级数越高对应求得的曲率半径误差越小。  （2）牛顿环装置上方的三个调节螺丝过紧，则牛顿环中心的环心直径过大，直接导致曲率半径测量结果产生高误差。其原因是螺丝过紧，平凸透镜和平板玻璃之间产生形变。解决方法是将螺丝适当调松，保持牛顿环环心的合适大小。  （3）牛顿环环心过小，即平凸透镜和平板玻璃间隙过大，又可能有附加杂质在间隙中，还容易造成螺丝松动，牛顿环偏移，影响测量。  从测量方法方面分析：  （1）计算曲率半径是用随机的方法，任选一级不求平均值，容易造成很大偏差，解决方法是多测不同级数的暗环直径，代入利用逐差法求曲率半径。  （2）利用测微鼓轮测量直径时，反复转回测量，则易形成回程误差，解决方法是在整个测量过程中保持同一方向调节。  以上原因都有可能引起牛顿环实验的实验误差，因此在实验过程中，必须严格按照操作规范和合理步骤完成。  2.若测量某种透明液体光学介质的折射率，设计具体的实验装置，并分析需注意的事项，请简要概述。  在进行厚干涉实验测量透明液体光学介质的折射率时，需要设计一个精密的实验装置，以下是具体的实验装置设计和需注意的事项：  # 实验装置设计：  1） 光源：使用单色光源，如激光器或钠光灯，确保光的单色性和稳定性。  2） 分束器：将光分成两束，一束通过空气，另一束通过待测透明液体介质。  3） 厚干涉装置：包括平行光管、平面玻璃片和待测液体介质，构成厚干涉环。平面玻璃片表面需光滑平整，以确保光的反射和折射充分。  4） 目镜：用于观察厚干涉环的形成及其变化。  5） 测量仪器：可选用显微镜或干涉仪，用于测量干涉环的直径或者进行干涉条纹的观察和记录。  # 实验步骤：  1） 将光源放置在合适的位置，使光线垂直射入分束器。  2） 使用分束器将光分成两束，其中一束通过空气，另一束通过待测透明液体介质。  3） 调整厚干涉装置，确保光线通过平面玻璃片和液体介质形成明显的干涉环。  4） 使用目镜观察干涉环的形成，并记录干涉环的直径或干涉条纹的变化。  5） 根据厚干涉环的特征参数，如直径或条纹间距，结合光的波长等信息，计算透明液体介质的折射率。  # 注意事项：  1） 实验环境：保持实验室环境稳定，避免温度和湿度对实验结果的影响。  2） 光源稳定性：使用稳定的光源，并避免光源的波动对实验结果的干扰。  3） 光路调整：精确调整光路，确保光线垂直射入分束器，以获得清晰的干涉环。  4） 液体介质：选择透明度高、纯净度高的液体介质，并在实验前确保其表面光滑无气泡。  5） 数据记录：准确记录干涉环的直径或条纹间距，并进行多次重复实验以提高数据的可靠性和准确性。  6） 安全注意：注意实验中的安全问题，避免光源和化学试剂对人身和设备造成伤害。  综上所述，通过精心设计实验装置、严格控制实验步骤和注意事项，可以准确测量透明液体光学介质的折射率，并获得可靠的实验结果。 |
| 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** | |  |  |  |  |  |  | |