浙江大学

**物 理 实 验 报 告**

**实验名称：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_干涉法测微小量\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**指导教师：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_郭红丽\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**班 级 号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

专业：\_\_\_\_\_\_\_\_\_软件工程\_\_\_\_\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_\_\_\_软工2102\_\_\_\_\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_黄文杰\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_\_\_3210103379\_\_\_\_\_\_\_\_\_

实验日期:\_\_12\_\_月\_\_13\_\_日 星期\_\_二\_\_下午

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验目的】   1. 理解牛顿环和劈尖干涉条纹的成因 2. 学习使用等厚干涉法测量平透镜曲率半径和薄膜厚度 3. 学会使用读数显微镜 |
| 【实验原理】（电学、光学画出原理图） 实验内容一：牛顿环法测曲率半径 IMG_256   图1  如图所示，在平板玻璃面DCF上放一个曲率半径很大的平凸透镜ACB，C点为接触点，这样在ACB和DCF之间，形成一层厚度不均匀的空气薄膜，单色光从上方垂直入射到透镜上，透过透镜，近似垂直地入射于空气膜。分别从膜的上下表面反射的两条光线来自同一条入射光线，它们满足相干条件并在膜的上表面相遇而产生干涉，干涉后的强度由相遇的两条光线的光程差决定，由图可见，二者的光程差△’等于膜厚度e的两倍，即△’ =2e  此外，当光在空气膜的上表面反射时，是从光密媒质射向光疏媒质，反射光不发生相位突变，而在下表面反射时，则会发生相位突变，即在反射点处，反射光的相位与入射光的相位之间相差p ，与之对应的光程差为 l /2 ，所以相干的两条光线还具有 l /2的附加光程差，总的光程差为：   |  |  | | --- | --- | | IMG_257 | (1) |   当△满足条件：   |  |  | | --- | --- | | IMG_258 | (2) |    时，发生相长干涉，出现第K级亮纹。  而当：   |  |  | | --- | --- | | IMG_259 | (3) |   时，发生相消干涉，出现第k级暗纹。因为同一级条纹对应着相同的膜厚，所以干涉条纹是一组等厚度线。可以想见，干涉条纹是一组以C点为中心的同心圆，这就是所谓的牛顿环。  如图所示，设第k级条纹的半径为rk，对应的膜厚度为ek ，则:   |  |  | | --- | --- | | IMG_260 | (4) |   在实验中，R的大小为几米到十几米，而ek的数量级为毫米，所以R >>ek ，ek2相对于2Rk是一个小量，可以忽略，所以上式可以简化为   |  |  | | --- | --- | | IMG_261 | (5) |   如果rk是第k级暗条纹的半径，由式(1)和(3)可得:   |  |  | | --- | --- | | IMG_262 | (6) |   代入式(5)得透镜曲率半径的计算公式   |  |  | | --- | --- | | IMG_263 | (7) |   对给定的装置，R为常数，暗纹半径   |  |  | | --- | --- | | IMG_264 | (8) |   和级数k的平方根成正比，即随着k的增大，条纹越来越细。  同理，如果rk是第k级明纹，则由式(1)和(2)得   |  |  | | --- | --- | | IMG_265 | (9) |   代入式(5)，可以算出   |  |  | | --- | --- | | IMG_266 | (10) |   由式(8)和(10)可见，只要测出暗纹半径（或明纹半径），数出对应的级数k，即可算出R。  在实验中，暗纹位置更容易确定，所以我们选用式(8)来进行计算。  在实际问题中，由于玻璃的弹性形变及接触处不干净等因素，透镜和玻璃板之间不可能是一个理想的点接触。这样一来，干涉环的圆心就很难确定，rk就很难测准，而且在接触处，到底包含了几级条纹也难以知道，这样级数k也无法确定，所以公式(8)不能直接用于实验测量。  在实验中，我们选择两个离中心较远的暗环，假定他们的级数为m和n，测出它们的直径dm = 2rm，dn = 2rn，则由式(8)有   |  | | --- | | IMG_267 | | IMG_268 |   由此得出:   |  |  | | --- | --- | | IMG_269 | (11) |   从这个公式可以看出，只要我们准确地测出某两条暗纹的直径，准确地数出级数m和n之差（m-n）（不必确定圆心也不必确定具体级数m和n），即可求得曲率半径R。  **实验内容二：劈尖测细丝直径实验原理：**  IMG_270  图2  如图2所示，两片叠在一起的玻璃片，在它们的一端夹一待测直径的细丝，于是两玻璃片之间形成一层厚度不均匀的空气劈尖。单色光从上方垂直入射到透镜上，透过透镜，近似垂直地入射于空气劈尖时，会产生干涉现象。因为光程差相等的地方是平行于两玻璃片交线的直线，所以等厚干涉条纹是一组明暗相间、平行于交线的直线。  由于从劈尖的上下表面反射的两条光线来自同一条入射光线，它们满足相干条件并在劈尖的上表面相遇而产生干涉，干涉后的强度由相遇的两条光线的光程差决定，由图可见，二者的光程差IMG_271等于劈尖厚度IMG_272的两倍，即IMG_273  此外，当光在空气劈尖的上表面反射时，是从光密媒质射向光疏媒质，反射光不发生相位突变，而在下表面反射时，则会发生相位突变，即在反射点处，反射光的相位与入射光的相位之间相差p ，与之对应的光程差为l/2 ，所以相干的两条光线还具有l/2的附加光程差，总的光程差为   |  |  | | --- | --- | | IMG_274 | (12) |   当光程差D为半波长的奇数倍时为暗纹，若第n级暗纹处空气劈尖的厚度为IMG_275，则有   |  |  | | --- | --- | | IMG_276 | (13) | | IMG_277 | |   由(13)式可知，n = 0时，IMG_278，即在两玻璃片交线处为零级暗条纹。如果在细丝处呈现n = N级条纹，则待测细丝直径为   |  |  | | --- | --- | | IMG_279 | (14) |   但是，由于玻璃接触处所到的压力引起了局部的弹性形变，同时因玻璃表面的不洁净所引入的附加程差，使实验中看到的干涉级数并不代表真正的干涉级数n 。为此，我们将(13)式作一些变化，有   |  |  | | --- | --- | | IMG_280 | (15) |   其中L为劈尖两玻璃片交线处到夹细丝处的总长度，单位长度的干涉条纹数m=20/Δl，可见我们测得单位长度的干涉条纹数m和总长度L，就可有(15)式计算细丝的直径。  在实验中，我们在劈尖玻璃面上选择三个不同的部分，测出20条暗纹的总长度Δl1、Δl2、Δl3，求其平均值Δl及单位长度的干涉条纹数m=20/Δl。  测三次两玻璃片交线处到夹细丝处的总长度L1、L2、L3并求其平均值L。  由(15)式，求得细丝的直径   |  |  | | --- | --- | | IMG_281 | (16) | |

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验内容】（重点说明）  **实验内容一：牛顿环法测曲率半径**  IMG_256  图3  本实验的主要内容为利用干涉法测量平凸透镜的曲率半径。  1. 观察牛顿环。  (1) 将牛顿环按图3所示放置在读数显微镜镜筒和入射光调节架下方，调节玻璃片的角度，使通过显微镜目镜观察时视场最亮。  (2) 调节目镜，看清目镜视场的十字叉丝后，使显微镜镜筒下降到接近牛顿环仪然后缓慢上升，直到观察到干涉条纹，再微调玻璃片角度和显微镜，使条纹清晰。  2. 测牛顿环半径。  (1) 使显微镜十字叉丝交点和牛顿环中心重合，并使水平方向的叉丝和标尺平行（与显微镜移动方向平行）。  (2) 转动显微镜微调鼓轮，使显微镜沿一个方向移动，同时数出十字叉丝竖丝移过的暗环数，直到竖丝与第45环相切为止。记录标尺读数。  (3) 反向转动鼓轮，当竖丝与第40环相切时，记录读数显微镜上的位置读数，然后继续转动鼓轮，使竖丝依次与第35、30、25、20、15、10、5环相切，顺次记下读数。  (4) 继续转动鼓轮,越过干涉圆环中心，记下竖丝依次与另一边的5、10、15、20、25、30、35、40环相切时的读数。  3．利用逐差法处理得到的数据，得到牛顿环半径R。  **实验内容二：劈尖测细丝直径**  IMG_257  图4  本实验的主要内容为利用干涉法测量细丝的直径。  1. 观察干涉条纹。  (1) 将劈尖按图4所示放置在读数显微镜镜筒和入射光调节架下方，调节玻璃片的角度，使通过显微镜目镜观察时视场最亮。  (2) 调节目镜，看清目镜视场的十字叉丝后，使显微镜镜筒下降到接近劈尖然后缓慢上升，直到观察到干涉条纹，再微调玻璃片角度和显微镜，使条纹清晰。  2. 测量。  (1) 使显微镜的十字叉丝交点与劈尖中心重合，并使其与显微镜镜筒移动方向平行。  (2) 在劈尖玻璃面的三个不同部分，测出20条暗纹的总长度，测3个求平均值。  (3) 按公式求细丝直径。 |
| 【实验器材及注意事项】  **实验器材：**  牛顿环法测曲率半径实验的主要仪器有：读数显微镜、钠光源、牛顿环仪  用劈尖测细丝直径实验的主要仪器有：读数显微镜、钠光源、劈尖  **注意事项：**   1. 在测量过程中读数显微镜的鼓轮只能往一个方向转动。 2. 正式读数之前，鼓轮必须先转几圈，以便消除初始值。 3. 两个实验均需调节反光镜和显微镜的垂直距离，把视野调到最亮最清晰，从而方便观察。 4. 在移动显微镜读数接近目标位置的时候，需要降低移动速度，防止过头。 5. 劈尖测细丝直径时，要先把目镜移动到条纹的某一端，防止计数过程中条纹数量不够。 |

**数据结果 不得涂改**

|  |
| --- |
| 【实验数据与结果】  1    lADPJxDj1FsfH6fNAd3NBDg_1080_477  2    lADPJxRxUv-Je4vNAgjNBDg_1080_520 |

**分析合理 善于思考**

|  |
| --- |
| 【误差分析】   1. 测量时起止点在圆条纹或矩形条纹处的相对位置存在差异，从而会引起误差。 2. 随着级数的增加，目镜中的明环会变得越来越小且越来越模糊模糊，对何时应该读数的判定会造成干扰，由此导致误差。 3. 读数显微镜没有调节到位，引起测量时的误差。 4. 读数时，由于估读不准确会引起主观误差。 |
| 【实验心得及思考题】  **思考题：**   1. **牛顿环实验中，半波损耗的起因；**   入射光在光疏媒质中前进，遇到光密媒质界面时，在掠射或垂直入射2种情况下，在反射过程中会产生半波损失。而牛顿环的光从玻璃进入空气（光疏介质），再进入玻璃（光密介质），所以产生了半波损失   1. **牛顿环中心暗纹和哪些因素有关；**   牛顿环中心暗纹的半径和入射光波长、透镜的曲率半径有关。   1. **劈尖干涉条纹是绝对等间距条纹吗？分析原因。**   一方面，可能是空气劈尖的玻璃片发生了形变，另一方面，可能是由于入射光并不是严格的平行光（即发散的散射光），这两个原因使得干涉条纹不一定等距。  **实验心得**：  通过这次实验，我理解了牛顿环和劈尖干涉条纹的成因，学会了读数显微镜的使用方法，掌握了使用等厚干涉法测量平透镜曲率半径和薄膜厚度的技巧。 |

**仔细读数 认真记录**

|  |
| --- |
| 【数据记录及草表】  实验过程截图：  1  2  3  4  教师签字： |