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：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**班 级 号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_电科2102\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

专业：\_\_\_\_\_\_电子科学与技术\_\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_\_\_\_电科2102\_\_\_\_\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_谌梓轩\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_\_\_\_3210105209\_\_\_\_\_\_\_\_\_

实验日期:\_\_12\_\_月\_\_26\_\_日 星期\_\_一\_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. 学习用等厚干涉法测量平透镜曲率半径和薄膜厚度 3. 学习使用读数显微镜 |
| 【实验原理】（电学、光学画出原理图）   1. 牛顿法测曲率半径   http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image001.jpg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 ，所以相干的两条光线还具有的附加光程差，总的光程差为：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image002.gif，当△满足条件：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image003.gif时，发生相长干涉，出现第K级亮纹。而当：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image004.gif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。设第k级条纹的半径为rk，对应的膜厚度为ek ，则: http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image005.gif，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：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image006.gif，可以算出：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image011.gif，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，则有：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image012.gif和http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image013.gif由此得出: http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image014.gif   1. 劈尖测细丝直径   劈尖干涉  如图所示，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，二者的光程差等于劈尖厚度的两倍，即  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，与之对应的光程差为，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：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image019.gif。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，则有http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image020.gif，http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image021.gif  n = 0时，，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。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http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image024.gif。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。求得细丝的直径：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/%E5%B9%B2%E6%B6%89%E6%B3%95%E6%B5%8B%E5%BE%AE%E5%B0%8F%E9%87%8F/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image025.gif   |  |  | | --- | --- | |  |  | |

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验内容】（重点说明）  一、牛顿环测曲率半径  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。  二、劈尖测细丝直径  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】  牛顿环法测曲率半径实验的主要仪器有:  1.读数显微镜  2.Na光源  3.牛顿环仪  用劈尖测细丝直径实验的主要仪器有:  1.读数显微镜  2.Na光源  3.劈尖 |

**数据结果 不得涂改**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 【实验数据与结果】   1. 牛顿环测曲率半径  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 圈数号 | 标尺读数 | | d右-d左 | 直径平方 | 平方差 | R/m | | d右/mm | d左/mm | | 5 | 57.678 | 53.765 | 3.913 | 15.31 | 57.91 | 1.240 | | 10 | 58.458 | 53.001 | 5.457 | 29.77 | 60.24 | 1.278 | | 15 | 59.047 | 52.415 | 6.632 | 43.98 | 60.81 | 1.290 | | 20 | 59.551 | 51.898 | 7.653 | 58.56 | 60.96 | 1.293 | | 25 | 59.998 | 51.441 | 8.557 | 73.22 |  |  | | 30 | 60.4 | 50.912 | 9.488 | 90.02 |  |  | | 35 | 60.775 | 50.538 | 10.23 | 104.8 |  |  | | 40 | 61.125 | 50.192 | 10.93 | 119.5 |  |  |   其中，，可得，  R的不确定度为：  所以，R的大小为：     1. 劈尖测量细丝大小  |  |  |  | | --- | --- | --- | | 标尺读数s1/mm | 标尺读数s2/mm | s2-s1（10个暗纹） | | 54.889 | 55.488 | 0.599 | | 55.518 | 56.119 | 0.601 | | 56.149 | 56.75 | 0.601 | | 56.781 | 57.385 | 0.604 | | 57.413 | 58.016 | 0.603 | | 58.046 | 58.648 | 0.602 | | 58.681 | 59.279 | 0.598 |   右表可得：，则  e的不确定度为：，  所以，e的表达式为： |

**分析合理 善于思考**

|  |
| --- |
| 【误差分析】   1. 平凸透镜与平面玻璃接触点可能存在有灰尘，会引起附加光程差，导致明暗条纹产生出现偏差。 2. 通过肉眼观察条纹，存在读数误差。 3. 在读数过程中由于条纹数多而且密，难以准确找到相切点 4. 在劈尖实验中，叉丝并不能同条纹完全平行，导致无法完全重合，造成测量误差 |
| 【实验心得及思考题】  心得体会：  在本次实验中，我实际体会了等厚干涉原理在精细化测量中的运用，从实验设计到实验操作都极具创意性，是我又掌握一个间接测量微小量的方法。同时，在这一过程中，进一步掌握牛顿环和劈尖的干涉原理，并对其实际运用有了新的理解。  思考题：   1. 光线先经过玻璃，在空气和玻璃的交界处反射，此时无半波损失，再经过空气，又在交界处反射，此时产生半波损失，因此，两束相干光存在一个半波损失。 2. 与接触点（面）的大小、接触点上是否留有空隙有关。 3. 不绝对等距，应该是中间小，两边大，主要原因是推导过程中有两处近似，一个是小角度近似，第二是在条纹不多且缝间距远大于波长是忽略掉了波长。 |

**仔细读数 认真记录**

|  |
| --- |
| 【数据记录及草表】  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\15edf50bba0857e7ab3759d36d4a29e.png  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\96f17160785907f1da1184bb4e7a76b.png  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\52c65afe2e1387ff07023738d1ac98a.png  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\1c7e320508953478293bec612729c52.png  教师签字： |