课程编号 1800450034

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（二）**

**实验名称： 干涉法测热膨胀系数**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 郭志男**

**报告人： 王俊彬 组号： 7**

**学号 2020282017 实验地点 致原楼211**

**实验时间： 2021 年 11 月 2 日**

**提交时间： 2021年 11月 9 日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的 2. 学习薄膜干涉原理。 3. 使用光学干涉方法来测量一种玻璃材料的热膨胀系数和折射率温度系数，并验证牛顿冷却定律。 |
| 1. 实验原理   （一）热膨胀系数和折射率温度系数  光学仪器常常需要在高温或低温的条件下使用。当光学仪器在不同温度下使用时，其光学元件材料的热学性质，包括热膨胀系数和折射率温度系数，会直接影响它的光学性质。  热膨胀系数β的定义：  折射率温度系数y的定义：  其中L是材料的长度，T是温度，n是折射率。  （二）薄膜干涉  1.厚度相等的薄膜  一面光源发出的波长为入的单色光，照射到折射率为、厚度为的均匀透明薄膜上，薄膜放置在空气或真空中。光源发出的一束光经薄膜的上、下表面反射后的两束光1和2经透镜L后相遇，如图3-17-1所示，光程差为  当时为明条纹，当会时为暗条纹，由于光程差取决于入射倾角，倾角相同的地方形成同一级条纹，所以叫等倾条纹。条纹特点：干涉条纹（如图3-17-2所示）为一系列同心圆环；内疏外密；内圆环的级次比外圆环的级次高，中心级次最高。    当光垂直入射时，入射角，光程差为。  若光程差满足：  ，k=1,2,3…时，干涉加强，出现亮条纹。  ，k=1,2,3…时，干涉减弱，出现暗条纹。  当薄膜厚度e增大/2时，条纹从中心向外涌出，并向外扩张，条纹变密。中心每冒出一个亮斑就意味着薄膜厚度增加。当厚度e减小/2时，条纹向内湮灭。  2.厚度均匀变化的薄膜  如果透明薄膜的厚度不均匀，薄膜的上下表面形成劈形夹角，所以也叫劈尖干涉。一般来说光源离薄膜较远，观察干涉条纹的范围又较小，光程差为  入射角i可认为不变，反射光的光程差只决定于薄膜的厚度e，薄膜上厚度相同的地方的反射光到达相遇点的光程相同，相位相同，形成同一级干涉条纹，所以叫等厚干涉条纹。  当薄膜为空气时，其折射率n=1，而且上下表面之间的夹角又很小，使光线几乎垂直人射（即)，则光线11'和22'的光程差为（如图3-17-3所示）：  若光程差满足：  ，k=1,2,3…时，产生亮条纹。  ，k=1,2,3…时，产生暗条纹。  条纹特点：对于厚度均匀变化的劈形薄膜，干涉条纹是平行于劈刃的亮暗相间的直条纹，如图3-17-4所示。在e=0处，k=0，级次最低，满足干涉减弱的条件，应为暗条纹。  随着厚度e的增加，级次k增大。  当薄膜厚度e增大或减小 /2，条纹就移动一级。    （三）样品及β的测定  1.样品  实验所用的样品由均匀各向同性的待测玻璃制成，如图3-17-5所示。其中A是被切去一部分的玻璃圆柱体，上下表面基本平行，高度为L，B和B’是两块也被切去一部分的圆形玻璃板，各自上下表面不平行。三块玻璃A、B、B’胶合成一体，胶的折射率与玻璃相同，厚度可以忽略不计。  为了方便说明，光从有空气柱一侧照射记为从c区照射，从中间照射记为从b区照射，从另一侧照射则记为从a区照射。    2.β的测定  当激光从样品的c区入射和反射时，在屏上可以看到它的3个反射光斑，如图3-17-6所示。其中一个光斑v是由B下表面的反射光与B'上表面的反射光干涉形成的，有清晰的干涉条纹，这两束光的光程差。开始加热后，设温度升高△T，玻璃膨胀。如果干涉条纹因此移动条，则有，式中为激光的波长。  由此可得  已知L与，只要测出干涉条纹移动条数和温度即可求出β。 |
| 三、实验仪器：  （一）加热装置  该实验的加热装置如图3-17-7所示，图中电炉右边的旋钮用于调节电炉温度。大铝块中间有一个圆柱形的样品腔，样品可放在其中。小铝块上有两个孔，小孔可用于通光，大孔可用来插温度计的探头。如要对样品加热，可先小心地将样品滑入大铝块的样品腔中（这时应将大铝块倾斜，以防样品撞碎），再放入小铝块，然后把整个大铝块放入电炉上的钢杯中，就可以对样品加热。    （二）光源支架  如图3-17-8所示，在支架的上部装有He-Ne激光器及其电源，在激光器的下面有一个倾斜的搁架，上面搁放了一块带小孔的平板，贴有方格纸，可用作观察屏。支架底部有三个脚，C脚是固定的，不可调节，A脚和B脚可以调节。    (三）样品平台  光源支架底部有一圆形平台，用于放置样品或电炉，其底部有三个脚a、b、c，高低可调，见图3-17-8。  （四）其他器材  数字式温度计、卷尺、直尺、水盆（内有冷却用水)、毛巾、小纸片。  （五）仪器使用注意事项  （1）将样品放入大铝块样品腔中时，为避免样品撞碎，  应将大铝块倾斜，小心地让样品慢慢地滑入样品腔的底部。  （2）实验时可连续升温，边升温边测数据，以免时间不够。对样品加热时可把电炉的旋钮旋到最大，当温度到达70℃左右，立即将旋钮旋到最小，停止加热。在加热的过程中，左边的加热指示灯会变暗又变亮，这是仪器在自动控制温度，不用理会。  （3）为了方便观察级次移动，应使视野中干涉条纹数较少。调节好后试加热，观察条纹移动，当视野中出现两条亮纹中间夹一条暗纹，且两条暗纹亮度和粗细相同时作为计数点。干涉条纹缓慢移动，如图3-17-9所示，从A-B-C，又从C-B-A如此循环反复。  （4）大铝块样品腔中的样品加热后，自然冷却很慢。如要它快速冷却，可以先将加热过的放有大铝块的钢杯放人水分中，冷却一段时间（至少5分钟）后，再用毛巾小心地裹着大铝块将它直接放入水中，加速冷却，小心烫手！冷却后擦干，仍放回钢杯中，可再次加热。电炉切不可用水冷却，以免短路。（5)实验操作完成后，应及时关断电炉的电源，以免过热。 |
| **四、实验内容：**  已知激光波长，样品中玻璃圆柱A的高度，样品材料对应此波长在测量范围内的平均折射率，测量温度范围为。测量温度范围内视为常数。  （一）判断样品的形状(即B与B'是外侧厚还是内侧厚）  在平台上单独放置样品，使激光从a、b、c三个区域分别入射。根据观察屏上看到的光斑个数，以及光斑中有无干洗条纹，判断光斑是由何处反射光干涉产生的。由此判断样品B与B'的形状，如图3-17-10所示。    （二）测量样品的热膨胀系数β并估算不确定度  （1)组装实验器材，将样品放入铝块中，置于电热锅中加热。使激光从c区入射，此时反射光屏上应有三个光斑，其中心的光斑有干涉条纹出现。  （2）调整中心光斑的位置，使其位于激光出射孔。  （3)在钢杯中加入冷水，用电炉加热样品，观察中心光斑干涉条纹的移动，每移动一个级次记录下样品的温度。  （4)在温度达到70℃左右时停止加热，利用电炉的余热继续升温，直到样品达到90℃左右时停止记录。  （5)样品自然冷却过程中，重复步骤（3)，记录下干涉条纹每移动一个级次时样品的温度，直到温度降低到40℃左右。  注测量时可分为三种情况：①钢杯中不加水，先加热再冷却；②钢杯中加较少水，  水浴加热；③钢杯中加较多水，水浴加热。设计表格，记录温度值和对应条纹移动数，  并分别绘制曲线，计算各种情况下的值及不确定度。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 五、数据记录：  组号： 11 ；姓名 彭浩洋  1.每升高5℃，记录干涉条纹变化的级数，直至升高到60℃。  表1 每升高5℃干涉环变化数记录表   |  |  | | --- | --- | | 温度℃ | 干涉环变化数N | | 20 | \ | | 25 | 56 | | 30 | 50 | | 35 | 49 | | 40 | 47 | | 45 | 46 | | 50 | 44 | | 55 | 42 | | 60 | 37 |   备注：  仪器主要技术参数：  1、He-Ne激光器：功率约1 mW，波长632.8 nm;  2、温控仪适宜升温范围：室温至60℃，测温最小分辨率0.1℃；  3、试件品种：硬铝（20℃起测），黄铜（H62）a=20.8×10-6/℃（25℃～300℃），钢（20℃起测）；  4、试件尺寸：L= 150+0.08 mm ，φ= 18 mm；  5、线膨胀装置系统误差：＜3 %。 |
| 六、数据处理：  1. 用式(6)，计算热膨胀系数：  表2 25-60℃区间每隔5℃时试件的伸长量、热膨胀系数   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 温度℃ | 干涉环变化数N | 试件的伸长量(mm) | 热膨胀系数(/℃) | | 20 | \ | \ | \ | | 25 | 56 | 0.0177 |  | | 30 | 50 | 0.0158 |  | | 35 | 49 | 0.0155 |  | | 40 | 47 | 0.0149 |  | | 45 | 46 | 0.0146 |  | | 50 | 44 | 0.0139 |  | | 55 | 42 | 0.0133 |  | | 60 | 37 | 0.0117 |  |   2.以温度为横坐标，热膨胀系数为纵坐标画折线图，观察热膨胀系数随温度升高的变化趋势。 |
| 七、结果陈述：  1.通过实验，测得试样在25-60℃的平均热膨胀系数约为 ，相比参考值来说，结果相对可靠。  2.根据图1，试样在25-60℃间，随着温度的升高，热膨胀系数在减小。 |
| 八、实验总结与思考题：  1.实验总结  （1）实验前，要先打开激光器，取下扩束镜，然后调节反射镜，使得两个强光点重合，调节反射镜的时候切勿打开温控仪加热。  （2）强光重合后，放上扩束镜，并调节扩束镜位置，使得牛顿环能清晰显示到接收屏上。调节的动作要仔细缓慢。  （3）打开温控仪后，要先设定到初始温度，到达初始温度后，再设定到目标温度，然后开始数每5℃牛顿环变化数。可以巧妙的运用一些计数技巧，以免计数出错。  （4）本实验测量数据中，图一可见25℃到30℃和55℃到60℃热膨胀系数变化幅度大，在得出结论前还需自己检查计数是否出错。时间足够的话，可以选择多次测量。  （5）实验结束后，要先冷却试样，冷却结束后再关闭所有仪器，并盖上防尘盖，然后离开。  2.思考题  （1）实验过程中，接收屏上干涉条纹的中心位置不断在改变，请分析原因并找出处理方法。  答： 可能是因为反射镜的倾角有偏移，使得接收屏的中心位置在改变，调节反射镜2的倾角螺丝使得其最终能垂直射到接收屏并固定好螺丝即可。由于分束镜被固定了，故不调节分束镜。  （2）根据实验结果，不同温度下样品的热膨胀系数是否相同？试分析原因。  答：根据表2及图1可见，不同温度下的样品的热膨胀系数不相同。物体膨胀的原因之一是因为温度升高，热运动加强，分子间的空隙增大。但样品仍然是固体，分子间的空隙增大还是会有一定限度的，所以热膨胀系数不会一直相同的，而实验结果也可见，样品随着温度的增加热膨胀系数在一直减小。 |

|  |
| --- |
| 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  20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | |