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： 杨氏模量的测量**

**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： 209**

**实验时间： 2024 年 4 月 日**

**提交时间：**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1. 了解材料的杨氏模量的概念和测量方法  2. 学习使用光杠杆放大法测量长度的微小变化  3. 学习望远镜调节技巧与用逐差法处理数据。  4. 训练对不确定度的评估能力，深刻理解仪器选择要遵循的误差均等分配原则 |
| 1. 实验原理 2. 杨氏模量   物体受力产生的形变，去掉外力后能立刻恢复原状的称为弹性形变；因受力过大或受力时间过长，去掉外力后不能恢复原状的称为塑性形变。物体受单方向的拉力或压力，产生纵向的伸长和缩短是最简单也是最基本的形变。设一物体长为Ｌ，横截面积为Ｓ，沿长度方向施力Ｆ后，物体伸长（或缩短）了δＬ。Ｆ／Ｓ是单位面积上的作用力，称为应力，δＬ／Ｌ是相对变形量，称为应变。在弹性形变范围内，按照胡克定律，物体内部的应力正比于应变，其比值  称为杨氏模量。  　　实验证明，Ｅ与试样的长度Ｌ、横截面积Ｓ以及施加的外力Ｆ的大小无关，而只取决于试样的材料。从微观结构考虑，杨氏模量是一个表征原子间结合力大小的物理参量。  ２）用静态拉伸法测金属丝的杨氏模量  　　杨氏模量测量有静态法和动态法之分。动态法是基于振动的方法，静态法是对试样直接加力，测量形变。动态法测量速度快，精度高，适用范围广，是国家标准规定的方法。静态法原理直观，设备简单。  　　用静态拉伸法测金属丝的杨氏模量，是使用如图５—１所示杨氏模量仪。在三角底座上装两根支柱，支柱上端有横梁，中部紧固一个平台，构成一个刚度极好的支架。整个支架受力后变形极小，可以忽略。待测样品是一根粗细均匀的钢丝。钢丝上端用卡头Ａ夹紧并固定在上横梁上，钢丝下端也用一个圆柱形卡头Ｂ夹紧并穿过平台Ｃ的中心孔，使钢丝自由悬挂。通过调节三角底座螺丝，使整个支架铅直。下卡头在平台Ｃ的中心孔内，其周围缝隙均匀而不与孔边摩擦。圆柱形卡头下方的挂钩上挂一个砝码盘，当盘上逐次加上一定质量的砝码后，钢丝就被拉伸。下卡头的上端面相对平台Ｃ的下降量，即是钢丝的伸长量δＬ。钢丝的总长度就是从上卡头的下端面至下卡头的上端面之间的长度。钢丝的伸长量δＬ是很微小的，本实验采用光杠杆法测量。  ３）光杠杆  光杠杆是用放大的方法来测量微小长度（或长度改变量）的一种装置，由平面镜Ｍ、水平放置的望远镜Ｔ和竖直标尺Ｓ组成（图５—１）。平面镜Ｍ竖立在一个小三足支架上，Ｏ、Ｏ′是其前足，Ｋ是其后足。Ｋ至ＯＯ′连线的垂直距离为ｂ（相当于杠杆的短臂），两前足放在杨氏模量仪的平台Ｃ的沟槽内，后足尖置于待测钢丝下卡头的上端面上。当待测钢丝受力作用而伸长δＬ时，后足尖Ｋ就随之下降δＬ，从而平面镜Ｍ也随之倾斜一个α角。在与平面镜Ｍ相距Ｄ处（约１～２ｍ）放置测量望远镜Ｔ和竖直标尺Ｓ。如果望远镜水平对准竖直的平面镜，并能在望远镜中看到平面镜反射的标尺像，那么从望远镜的十字准线上可读出钢丝伸长前后标尺的读数n0和n1。这样就把微小的长度改变量δＬ放大成相当可观的变化量δｎ＝n1－n0。从图５—２所示几何关系看，平面镜倾斜α角后，镜面法线ＯＢ也随之转动α角，反射线将转动２α角，有  在α很小的条件下tanα≈α；tan 2α≈ 2α。  于是，得光杠杆放大倍数    在本实验中，Ｄ为１ｍ～２ｍ，ｂ约为７ｃｍ，放大倍数可达３０～６０倍。光杠杆可以做得很精细，很灵敏，还可以采用多次反射光路，常在精密仪器中应用。    图1：光杠杆原理  ４）静态拉伸法测金属丝杨氏模量的实验公式  　　由上式可得钢丝的伸长量：  于是得测量杨氏模量的实验公式：    另外，根据杨氏模量不确定度传递公式可以求出相对不确定度展开式： |
| 三、实验仪器：  杨氏模量测定仪 ，待测金属丝  螺旋测微计 (仪器误差：±0.004mm）  游标卡尺(仪器误差：±0.02mm）  米尺(仪器误差：±1mm）  砝码(仪器误差：±1g）  标尺(仪器误差：±0.5mm） |
| 四、实验内容：  1.调节仪器：调节光杠杆和望远镜。  （1）调整望远镜水平,光杠杆平面镜竖直；  （2）调整望远镜与光杠杆平面镜高度相同；  （3）沿望远镜外侧边沿上方使凹口、瞄准星面镜在同一直线上，左、右移动望远镜在镜子里找到竖直尺的像;若找不到,可微调镜子的角度,直到找到为止；  （4）旋动望远镜目镜,使十字叉丝清晰;再旋动聚焦手轮,直到看清竖直尺的像。  2.记录金属丝伸长变化  逐次加一个砝码，在望远镜中读对应标尺的位置，共7次；然后将所加砝码逐次去掉，并读取相应读数。  用逐差法计算每增减4个砝码，钢丝的伸长量  3. 测量金属丝长度L、平面镜与竖尺之间的距离D，金属丝直径d，光杠杆常数b。  (1)用钢卷尺测量L 和D（L 、D测一次）  (2)在钢丝上选不同部位用螺旋测微计测量d（测5次）  (3)取下光杠杆在展开的白纸上同时按下三个尖脚的位置，用直尺作出光杠杆后脚尖到前两尖脚连线的垂线，用游标卡尺测出b。 |
| 五、数据记录：  组号： 20 ；姓名 詹耿羽  1、钢丝长度变化记录：   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | *I* | (cm) | (cm) |  | | 1 | 1.70 | 1.90 | 1.80 | | 2 | 2.40 | 2.60 | 2.50 | | 3 | 3.20 | 3.30 | 3.25 | | 4 | 4.40 | 4.30 | 4.35 | | 5 | 5.20 | 4.90 | 5.05 | | 6 | 5.60 | 5.70 | 5.65 | | 7 | 6.40 | 6.30 | 6.35 | | 8 | 7.00 | 7.10 | 7.05 |   用逐差法计算每增加4个砝码钢丝伸长量  ， ， ，   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 | | （cm） | 3.25 | 3.15 | 3.10 | 2.70 | 3.05 |   2. 金属丝长度:  516.0 mm 平面镜与竖尺的距离：*D* = 192.40 cm 光杠杆常数：*b* = 57.22 mm 零值误差：-0.102 mm  金属丝的直径：d   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 | 修正值 | |  | 0.554mm | 0.544mm | 0.556mm | 0.548mm | 0.548mm | 0.550mm | 0.652mm | |
| **六、数据处理**      =0.11%  =0.03%    =0.0577mm      0.0147mm  E 95745695152≈ 1.2746pa  1.2746 Pa |
| **七、结果陈述：** |
| **八、实验总结与思考题**  **实验总结：**  杨氏模量实验主要是测量实验，利用光学放大法来测量微小量。实验过程需要了解光杠杆的基本原理，掌握几种基本测量工具的使用，处理多组数据时需要用到逐差法，以及A、B类不确定度的定义与计算公式。  **思考题：**  1.本实验中哪一个量的测量误差对结果影响最大？试做讨论分析  本实验中，竖尺上的位移l对测量结果影响最大，从  可知，每个不确定的权值都是一样的，但是l的不确定度最大，对结果影响最大。 |
| 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** | |  |  |  |  |  |  | |