课程编号 1800440001-70

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（1）**

**实验名称： 杨氏模量的测量**

**学 院： 计算机与软件学院**

**指导教师： 张旭琳**

**报告人： 郭昌华 组号： 1**

**学号： 2022190025 实验地点： 致原楼209**

**实验时间： 2024 年 4 月 19 日**

**提交时间： 2024 年 4 月 26 日**

|  |
| --- |
| 一、实验目的：  1.学习杨氏模量的测量方法  2.掌握不确定度的计算方法，包括直接测量量和间接测量量的计算 |
| 二、实验原理：  1.杨氏模量：描述固体材料抵抗性形变能力的物理量  假设一根横截面积为S，长为L的材料，在大小为F的力的拉压下，伸缩短了△L则：    ①应力：是σ= ，物理意义：横截面积为S的物体受到外力F的作用并处于平衡状态时，物体内部单位面积上引起的内力；  ②应变：是ε=,物理意义：单位长度上的伸长量，表征物体受外力作用时产生变化大小的物理量  在弹性限度内，应力和应变成正比，比例系数称为杨氏模量（用E来表示），即：  故杨氏模量的测量公式为：  测量方法：    F : 可由实验中钢丝下面悬挂的砝码的重力给出  L：可由米尺测量  d：为细铁丝的直径，可用螺旋测微仪测量  ΔL: 是一个微小长度变化量，本实验利用光杠杆的光学放大作用实现对金属丝微小伸长量L 的间接测量  3.光杠杆的光学放大原理：  1）尺读望远镜组：  测量时，望远镜水平地对准光杆杆镜架上的平面反射镜，经光杠杆平面镜反射的标尺虚像又成实像于分划板上，从两条视距线上可读出标尺像上的读数    光杠杆常系数b  未命名  ***D***  ***b***  **△*L***  ***θ***  ***θ***  ***θ***  （2）与杨氏模量相关的物理量可用待测金属丝在静态拉伸实验中测得，主要是是△L的测量。在悬重的金属丝下端连着十字叉丝板和砝码盘，当盘中加上质量为M的砝码时，金属丝受力增加了F=Mg，十字叉丝随着金属丝的伸长同样下降是△L，而叉丝板通过显微镜的物镜成像在最小分度为0.05mm的分划板上，再被目镜放大，所以能够用眼睛通过显微镜对△L做直接测量(将微小的伸长量△L 放大为竖尺上的位移l)    由上，可得杨氏模量的最终计算公式为： ß叫光杠杆放大率 |
| 三、实验仪器：  1.杨氏模量测定仪；  2.螺旋测微计（仪器误差：±0.004mm）  3.游标卡尺（仪器误差：±0.02mm）  4.米尺（仪器误差：±1mm）  5.砝码（仪器误差：±1g）  6.标尺（仪器误差：±0.05mm）  7.待测金属丝 |
| 四、实验内容与步骤：  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）调整仪器架水平  （3）打开激光，激光瞄准，使激光反射点打到标尺上  （4）关闭激光，旋动望远镜目镜，使十字叉清晰；再旋动聚焦手轮，直到看清竖直尺的像  注：整个过程中，切勿直视激光  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   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 加砝码 | r0 | r1 | r2 | r3 | r4 | r5 | r6 | r7 | | 减砝码 | r0 | r1 | r2 | r3 | r4 | r5 | r6 | r7 | | 平均值 | ‾r0 | ‾r1 | ‾r2 | ‾r3 | ‾r4 | ‾r5 | ‾r6 | ‾r7 |   用逐差法计算每减4个砝码，钢丝的伸长量  l1=r4-r0 l2=r5-r1 l3=r6-r2 l4=r7-r3   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | li |  |  |  |  |  |   测钢丝直径d：在钢丝上选不同部位及方向，用螺旋测微计测出其直径d，重复测量三次，取平均值  测量并计算D：从望远镜目镜中观察，记下分划板上的上下叉丝对应的刻度，根据望远镜放大原理，利用下丝读数之差，乘以视距常数100，即是望远镜的标尺到平面镜的往返距离，即2D  测量光杠杆常数b：取下光杠杆在展开的白纸上同时按下三个尖脚的位置，用直尺做出光杠杆后脚尖到两前脚尖连线的垂线，再用游标卡尺测出b  实验注意事项：  （1）实验系统调好后，一旦开始测量，不得对仪器进行任何调整  （2）注意维护钢丝的平直状态,在钢丝两端夹点外测量直径,避免伸长部分扭折  （3）确保金属丝与载物台垂直，以减少金属丝的圆柱体与载物台之间的摩擦 |
| **五、数据记录表：**  金属丝长度:  55.1 ± 0.1 （cm） 钢卷尺仪器误差： 0.1cm  光杠杆与镜尺组的距离：*D* = 186.9 ± 0.1 （cm）  光杠杆常数：*b* = 75.38 ± 0.02 （mm） 卡尺的仪器误差： 0.02mm  砝码质量: 1000g/个 砝码质量误差: 1g/个  标尺的仪器误差： 0.5mm  表1. 金属丝直径测定  螺旋测微计零点读数： 0.035mm 螺旋测微计的仪器误差： 0.004mm   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 | |  | 0.542 | 0.543 | 0.541 | 0.545 | 0.542 | 0.543 |   表2. 金属丝长度变化记录   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | *I* | F（g） | (cm) | (cm) | | 1 | 0 | 1.05 | 0.93 | | 2 | 1000 | 0.45 | -0.62 | | 3 | 2000 | -0.15 | -1.63 | | 4 | 3000 | -1.42 | -2.76 | | 5 | 4000 | -2.46 | -3.92 | | 6 | 5000 | -3.81 | -4.75 | | 7 | 6000 | -5.23 | -5.55 | | 8 | 7000 | -6.18 | NaN | |
| 六、数据处理：  数据记录表格计算结果：  表1. 金属丝直径测定  螺旋测微计零点读数： 0.035mm 螺旋测微计的仪器误差： 0.004mm   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 | | d | 0.542 | 0.543 | 0.541 | 0.545 | 0.542 | 0.543 | |  | 0.001 | 0.000 | 0.002 | -0.002 | 0.001 | NaN |   ，  表2. 金属丝长度变化记录   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | *I* | F（g） | (cm) | (cm) |  | | 1 | 0 | 1.05 | 0.93 | 0.99 | | 2 | 1000 | 0.45 | -0.62 | -0.09 | | 3 | 2000 | -0.15 | -1.63 | -0.89 | | 4 | 3000 | -1.42 | -2.76 | -2.09 | | 5 | 4000 | -2.46 | -3.92 | -3.19 | | 6 | 5000 | -3.81 | -4.75 | -4.28 | | 7 | 6000 | -5.23 | -5.55 | -5.39 | | 8 | 7000 | -6.18 | NaN | -6.18 |   逐差法计算每增加4个砝码钢丝伸长量：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 | |  | -4.18 | -4.20 | -4.50 | -4.09 | -4.24 |   ， ， ，   1. **计算杨氏模量 *E：***   根据杨氏模量的计算公式,要计算杨氏模量：  首先，我们把参与计算的各个量表示为的形式，然后再计算杨氏模量E，其中，F、L、D、b均为单次测量，只有B类不确定度。  分别计算如下：   * **钢丝所受的拉力F：**砝码质量1000g，仪器误差：±1g。   因为此处使用逐差法计算的是每次增减4个砝码时钢丝的伸长量，所以计算钢丝所受拉力时要将砝码质量乘4：  钢丝所受拉力为：    不确定度：  故：   * **金属丝长度：**L=55.1cm，钢卷尺仪器误差：±0.1cm。   故：   * **光杠杆与镜尺组距离：**D =186.9cm，钢卷尺仪器误差：±0.1cm。   故：   * **光杠杆常数：**b =75.38mm，卡尺仪器误差：±0.02mm   故：   * **金属丝直径的5次测量值d**：螺旋测微仪仪器误差：±0.004mm  1. 计算A类不确定度： 2. 计算B类不确定度：   *故：*   * **金属丝的伸长量l**，标尺仪器误差：±0.5mm  1. 计算A类不确定度： 2. 计算B类不确定度：   所以  计算△E：测量结果的相对不确定度：   * **最终结果：**   杨氏模量：  相对不确定度： |
| 七、实验结论：  在本次实验中，我们选用了一段规格为长度55.1cm、直径0.543mm的金属丝作为研究对象。实验开始时，我们将试样稳固安装于测试平台上，精确测量其原始长度与直径，随后在试样上逐级施加多个不同质量的砝码，记录下每一级载荷下试样发生的伸长量。同时，我们通过测定光杠杆系数及平面镜至直尺间的间距，为后续数据处理提供必要参数。  经过计算，我们得到该金属丝的杨氏模量 ，对应的不确定度为。考虑到实验设备精度限制、试样材质特性差异等因素可能引入的误差，为提升实验结果的可靠性，建议采取重复实验并取均值的方法来优化测量结果。 |
| 八、思考题：      （2）各种不同长度用不同的仪器测量是如何考虑的？为什么？  答：选取测量工具时，需确保其量程能覆盖被测物体的尺寸，并重视其精度，力求缩小测量偏差，以保证总测量误差维持在5%以内。 |
| 指导教师批阅意见：  成绩评定：     |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | **数据处理及思考题**（40分） | | | **报告整体**  **印 象** | **总分** | | 数据处理  20分 | 结果与讨论10分 | 思考题  10分 | |  |  |  |  |  |  |  | |

**原始数据记录表：**

**组号：\_\_\_\_1\_\_\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_郭昌华\_\_\_\_\_\_\_\_**

金属丝长度:  ± （cm） 钢卷尺仪器误差：

光杠杆与镜尺组的距离：*D* = ± （cm）

光杠杆常数：*b* = ± （mm） 卡尺的仪器误差：

砝码质量: 砝码质量误差:

标尺的仪器误差：

表1. 金属丝直径测定

螺旋测微计零点读数： 螺旋测微计的仪器误差：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 | 修正值 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

=  （mm）

表2. 金属丝长度变化记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *I* | F（g） | (cm) | (cm) |  |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |

用逐差法计算每增加4个砝码钢丝伸长量：

 ， ， ， 

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |