

班级 计科5班 学号 220110515 姓名 金正达 教师签字 陈晓琳
 实验日期 2023.12.11 预习成绩 2 总成绩 _____

实验名称 拉伸法测杨氏弹性模量

一. 实验目的

1. 学习用光杠杆测量微小长度变化的原理.
2. 研究用拉伸法测金属丝的杨氏弹性模量
3. 掌握用逐差法处理实验数据.

二. 实验预习

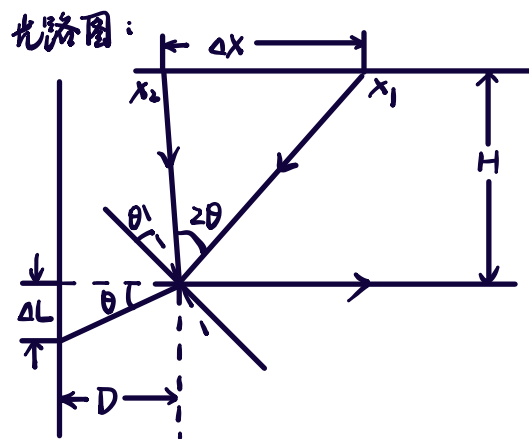
1. 杨氏模量的物理意义是什么? 国标单位是什么?

物理意义: 描述固体材料抵抗形变能力的物理量.

单位: N/m^2

2. 光杠杆法的原理是什么, 是如何实现微小量放大的? (画出测量原理光路图)。

原理: 利用平面镜转动, 将微小角位移放大或放大的线位移后进行测量微小长度变化.



3. 本实验需要测量哪些物理量来间接得到杨氏模量?

拉力变化量、铜丝直径、镜面到标尺的距离.

棒状物体原长、光杠杆原长、后支脚改变微小距离.

三. 实验现象及数据记录

一次性测量数据

$L(mm)$	$H(mm)$	$D(mm)$
732.2	687.0	55.10

金属丝直径测量数据 螺旋测微器零差 $d_0 = -0.002 mm$

序号 i	1	2	3	4	5	6	平均值
直径视值 $d_{视i}(mm)$	0.601	0.598	0.598	0.596	0.598	0.596	0.596

加减小力时标尺刻度与对应拉力数据

序号 i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
拉力视值 $f_i(kg)$	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
加力时标尺刻度 $x_i^+(mm)$	11.0	14.8	18.1	21.9	25.2	29.0	32.0	35.8	39.4	43.0
减力时标尺刻度 $x_i^-(mm)$	11.3	14.6	18.3	22.5	26.0	29.4	32.6	36.0	39.8	42.8
平均标尺刻度 (mm) $x_i = (x_i^+ + x_i^-)/2$	11.15	14.7	18.2	22.2	25.6	29.2	32.3	35.9	39.6	42.9
标尺刻度改变量 (mm) $\Delta x_i = x_{i+5} - x_i$	18.05	17.6	17.7	17.4	17.3					

教师	姓名
签字	陈晓林

四. 数据处理

(要有详细的计算过程, 推导不确定度的表达式, 计算杨氏模量及其不确定度, 给出完整的测量结果表达形式)

$$\bar{\Delta x} = \frac{1}{5}(18.05 + 17.6 + 17.7 + 17.4 + 17.3) = 17.61 \text{ mm}$$

$$\bar{\Delta F} = 5 \text{ kg}, \quad \Delta \bar{F} = \Delta \bar{f} \cdot g = 49 \text{ N}$$

$$\bar{d} = \frac{1}{6}(0.601 + 0.598 + 0.598 + 0.596 + 0.598 + 0.596) - 0.002 = 0.596 \text{ mm}$$

$$E = \frac{8 \Delta \bar{F} H L}{\pi \bar{d}^2 D \bar{\Delta x}} = 2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$\Delta x: \quad U_A = \sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^5 (\Delta x_i - \bar{\Delta x})^2} = 0.13 \text{ mm}$$

$$U_B = U_A / \sqrt{3} = 0.076 \text{ mm}, \quad U_x = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.15 \text{ mm}$$

$$L: \quad U_L = \frac{\Delta L}{\sqrt{3}} = 0.51 \text{ mm}, \quad H: \quad U_H = \frac{\Delta H}{\sqrt{3}} = 0.50 \text{ mm}$$

$$d: \quad U_A = \sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=1}^5 (\Delta x_i - \bar{\Delta x})^2} = 0.60 \text{ mm}$$

$$U_B = U_A / \sqrt{3} = 0.35 \text{ mm}, \quad U_d = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.601 \text{ mm}$$

$$D: \quad U_D = \frac{\Delta D}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{ mm},$$

$$\Delta f: \quad U = \frac{\Delta(\Delta f)}{\sqrt{3}} = 0.003,$$

$$U_E = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial \Delta x}\right)^2 U_x^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial L}\right)^2 U_L^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial H}\right)^2 U_H^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial d}\right)^2 U_d^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial D}\right)^2 U_D^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial \Delta f}\right)^2 U_{\Delta f}^2}$$

$$\left(\frac{\partial E}{\partial \Delta f}\right)^2 U_{\Delta f}^2 = 3.0 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$E = (2.1 + 0.03) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

五. 实验结论及误差分析

误差来源: 钢尺容易变形
肉眼从望远镜中读数存在误差
金属丝切面不一定直径一致

六. 讨论问题

1. 材料相同, 但粗细、长度不同的两根钢丝, 它们的杨氏模量是否相同?

相同

2. 从误差分析的角度分析为什么同是长度测量, 需要采用不同的量具?

测量长度不同, 所需精度不同, 才能使相对误差较小

3. 实验过程中为什么加力和减力过程, 施力螺母不能回旋?

为了消除弹性滞后效应带来的误差.

4. 用逐差法处理数据的优点是什么? 应该注意什么问题?

提高实验数据利用率, 减小了随机误差.