

班级 自动化7 学号 220320726 姓名 彭尚品 教师签字 \_\_\_\_\_

实验日期 2023.9.12 预习成绩 \_\_\_\_\_ 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. 研究用拉伸法测量金属丝的杨氏弹性模量
3. 掌握逐差法处理实验数据

#### 二. 实验预习

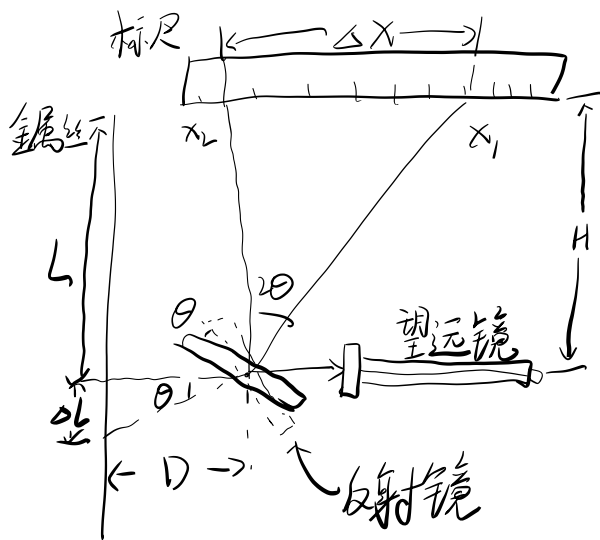
1. 杨氏模量的物理意义是什么? 国际单位是什么?

杨氏模量是描述固体材料抵抗形变能力的物理量

$$E = \frac{4(F'-F)}{\pi d^2} \frac{L}{\Delta l} \quad \text{单位 } N/m^2$$

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, 将微小角位移放大成较大的线位移后进行测量微小长度变化,  $\Delta X = \frac{2H}{D} \cdot \Delta L$



3. 本实验需要测量哪些物理量来间接得到杨氏模量?

$L, H, D, d, \lambda, f$

$$E = \frac{8mgLH}{\pi d^2 D} \cdot \frac{1}{\Delta \lambda}$$

韩建巴  
2023.9.12

三. 实验现象及数据记录

一次性测量数据

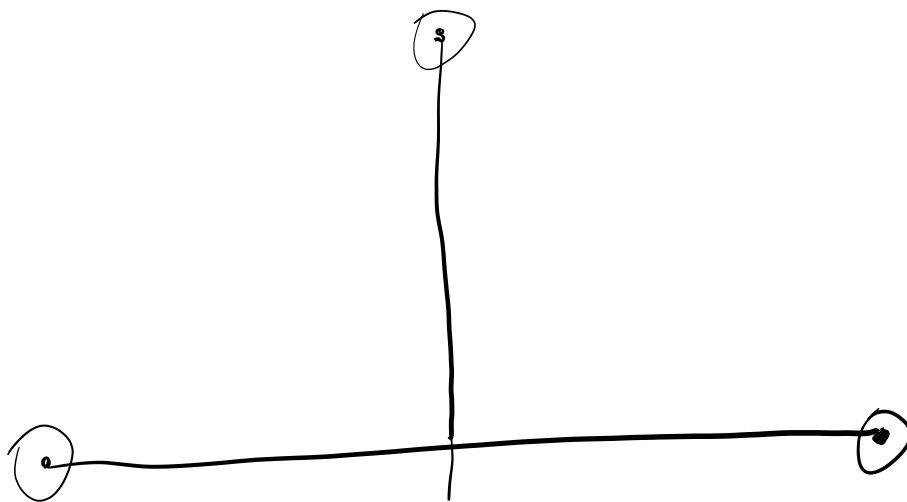
$L(mm)$	$H(mm)$	$D(mm)$
723.1	685.3	45.10

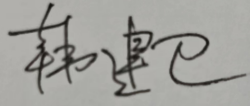
金属丝直径测量数据 螺旋测微器零差  $d_0 = -0.060 mm$

序号 $i$	1	2	3	4	5	6	平均值
直径视值 $d_{视}(mm)$	0.540	0.540	0.547	0.549	0.537	0.541	0.542

加减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 $f_i (kg)$	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
加力时标尺刻度 $x_i^+ (mm)$	7.2	8.5	12.2	16.3	20.8	24.2	28.2	31.7	35.2	39.0
减力时标尺刻度 $x_i^- (mm)$	6.8	10.4	14.0	17.8	21.7	25.5	28.9	32.9	35.5	40.8
平均标尺刻度 $(mm)$ $x_i = (x_i^+ + x_i^-) / 2$	7.0	9.5	13.1	17.0	21.3	24.9	28.6	32.3	35.4	39.9
标尺刻度改变量 $(mm)$ $\Delta X = X_{i+5} - X_i$	17.9	19.1	19.2	18.4	18.6	/				



教师	 2023. 9. 12
签字	

## 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)

$$\text{解: 逐差法求 } \bar{\Delta x} = \frac{12.9 + 19.1 + 19.2 + 18.4 + 18.6}{5} = 18.64 \text{ mm}$$

$$\text{杨氏模量 } E = \frac{8mgLH}{\pi \bar{d}^2 D} \frac{1}{\Delta x}, \text{ 其中 } \bar{d} = 0.602 \text{ mm}$$

$$\text{代入, 得 } E = 1.95 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$\text{系统误差 } \Delta_B = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$$

$$\text{对于 } L, H, u_L = u_H = \frac{0.8}{\sqrt{3}} = 0.46188$$

$$\text{对于 } D, u_D = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.011547$$

$$\text{对于 } d, u_d = \frac{0.004}{\sqrt{3}} = 0.002309$$

$$\text{对于 } \Delta x, u_{\Delta x} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.288675$$

本实验用  $\Delta_B$  作为  $U$

$$U_E = E \sqrt{\left(\frac{u_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{u_H}{H}\right)^2 + \left(-2 \frac{u_d}{d}\right)^2 + \left(-\frac{u_D}{D}\right)^2 + \left(-\frac{u_{\Delta x}}{\Delta x}\right)^2}$$

$$= 0.03 \times 10^{11}$$

从而

$$E = (1.95 \pm 0.03) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$E_{\text{误差}} = \frac{U_E}{E} \times 100\% = 1.54\%$$

$$p = 0.683$$

## 五. 实验结论及误差分析

本实验测出了钢丝的杨氏模量  $E$ ,  $E$  误较小, 可能来自于拉力调节的不精确

$$E = (1.95 \pm 0.03) \times 10^{11} \text{ N/m}^2, E_{\text{误}} = 1.54\%, P = 0.683$$

## 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, 杨氏模量与粗细、长短无关, 仅取决于材料本身的性质

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?

测量的长度不同, 要求的精度不同  
更短的长度需要精度更高的量具测量

3. 实验过程中为什么加力和减力过程, 施力螺母不能回旋?

因为回旋了钢丝也可能无法完全响应, 产生误差

4. 用逐差法处理数据的优点是什么? 应该注意什么问题?

优点: 可以充分利用测量数据减小误差  
注意: 应多测几组数据; 此外逐差法不能完全消除误差