

【215】金属弹性模量的测量

实验日期 8.31 实验组号 1 实验地点 215 报告成绩 46

I 用拉伸法测量金属丝的杨氏弹性模量

[实验目的]

1. 学习用静态拉伸法测量金属丝的杨氏模量;
2. 掌握用光杠杆法测量微小长度变化量的原理和方法;
3. 学会用逐差法处理实验数据。

[实验仪器]

杨氏模量仪, 光杠杆, 望远镜, 标尺, 千分尺, 游标卡尺, 米尺, 砝码等

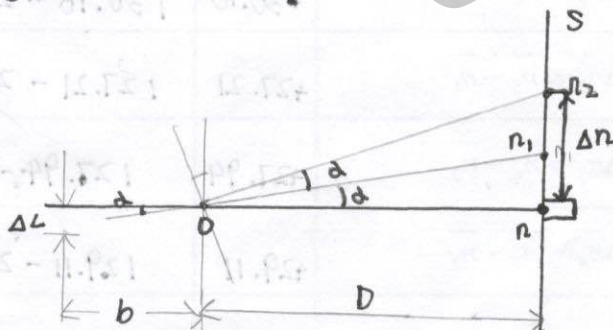
[实验原理摘要]

1. 根据胡克定律有: 在弹性限度内, 物体的拉伸应力 F/S 和所产生的拉伸应变变成 正比。用公式表示, 即为: $E = \frac{F/S}{\Delta L/L} = \frac{FL}{S\Delta L}$, 比例系数 E 称为钢丝的杨氏模量, 杨氏弹性模量是 表征固体材料性质 的重要物理量。

2. 本实验采用 光杠杆 方法测量微小伸长量, 由光杠杆原理图可知, 在 $\Delta L \ll b$ 的情况下, α 角很小, ΔL 很小, 要用 光杠杆法 测量, 所以 $\Delta L = \frac{b\Delta n}{2D}$ 。

因此 E 可表示为 $\frac{FL2D}{Sb\Delta n}$, 将 $S = \pi d^2/4$ 代入, 则有 $E = \frac{8FLD}{\pi d^2 b \Delta n}$

画出光杠杆的原理图



3. 采用逐差法处理数据的条件是 一元函数、自变量变化等距, 用

逐差法处理数据的优点 提高实验数据利用率, 减小随机误差影响。

4. 实验中的注意事项:

光杠杆、望远镜, 一经调好不可再动; 加减砝码轻拿轻放

[实验内容及步骤]

(1) 调节杨氏模量仪的底座螺钉, 用水准仪检查立柱是否垂直。(2) 在金属丝下端挂上砝码钩并放一个 1kg 的砝码, 使钢丝自然伸直。(3) 将光杠杆放在工作台上, 两前足在工作台的横槽内, 后足放在架子上与钢丝几乎接触, 但不得与钢丝相碰, 调平面镜竖直。(4) 调整望远镜及标尺的位置。(5) 旋转目镜, 使望远镜分划板上的十字叉清晰, 从望远镜内观察光杠杆反射镜内标尺的像, 调节物镜的调焦手轮, 记录标尺刻度 n_0 。

预习遇到的问题:

因无实际操作, 所以对操作不甚理解

[数据表格及处理]

1. $L \pm \Delta L = 0.684 \pm 0.001 \text{ m}$, $D \pm \Delta D = 1.476 \pm 0.001 \text{ m}$,
 $\bar{b} \pm \Delta b = (80.02 \pm 0.02) \times 10^{-3} \text{ m}$, $\bar{d} \pm \Delta d = (10.50 \pm 0.005) \times 10^{-3} \text{ m}$

2. 用逐差法处理标尺读数

每加四个砝码标尺读数差 Δn_i (mm)		$\Delta(\Delta n) = \Delta n_i - \bar{\Delta n} $ (mm)	
$\Delta n_1 = \bar{n}_4 - \bar{n}_0$	+30.16	$ 30.16 - 28.61 $	1.55
$\Delta n_2 = \bar{n}_5 - \bar{n}_1$	+27.21	$ 27.21 - 28.61 $	1.40
$\Delta n_3 = \bar{n}_6 - \bar{n}_2$	+27.94	$ 27.94 - 28.61 $	0.67
$\Delta n_4 = \bar{n}_7 - \bar{n}_3$	+29.11	$ 29.11 - 28.61 $	0.50
$\bar{\Delta n}$	+28.61	$\overline{\Delta(\Delta n)}$	1.03

3. 计算杨氏模量及偏差

$$E = \frac{8FLD}{\pi d^2 b \Delta n} = \frac{8 \times 10 \times 0.684 \times 1.476 \times 3}{3.14 \times (0.501 \times 10^{-3})^2 \times 80.02 \times 28.61} \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta(\Delta n)}{\Delta n}$$

$$= \frac{0.01}{30} + \frac{0.001}{0.6842} + \frac{0.001}{1.476} + \frac{2 \times 0.005}{0.501} + \frac{0.02}{80.02} + \frac{1.03}{28.61}$$

$$= 39\%$$

$$\Delta E = \frac{\Delta E}{E} \cdot E = \left(\frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta(\Delta n)}{\Delta n} \right) \times E$$

$$= 5.132 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$E \pm \Delta E = (1.316 \pm 0.513) \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

[思考题]

1. 本实验中必须满足哪些实验条件?

金属丝必须材质和尺寸均匀; 弹性要好, 而且仪器能够清晰读数

2. 实验中需要特别测准哪些量? 为什么?

需要特别测准钢丝直径, 标尺读数, 光杠杆常数。因为这些量测量相对误差比较大, 当发生微小变化时, 实验结果发生很大的改变。

[实验体会与收获]

通过本次实验我学会了如何用光杠杆法测量金属弹性模量。实验中需要我们要认真读数, 仔细识别, 受益匪浅。

[指导教师意见]

金属弹性模量的测量

原始数据记录

实验日期 8.30 实验组号 1 实验地点 215 仪器编号 7

[数据表格]

1. 长度测量

游标卡尺的分度值 0.02 mm, 零点读数 0.00 mm.

千分尺的分度值 0.01 mm, 零点读数 -0.003 mm.

钢丝长度 $L =$ ~~62.42~~ 62.42 m, 镜面和标尺的距离 $D =$ 1.476 m,

螺旋测微计测量钢丝直径 d (mm)

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
直径	<u>0.502</u>	<u>0.503</u>	<u>0.501</u>	<u>0.502</u>	<u>0.498</u>	<u>0.500</u>	<u>0.501</u>	<u>0.499</u>	<u>0.504</u>	<u>0.503</u>

游标卡尺测量光杠杆的距离 b (mm)

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
距离	<u>79.72</u>	<u>80.00</u>	<u>79.64</u>	<u>80.24</u>	<u>79.86</u>	<u>80.12</u>	<u>80.24</u>	<u>79.98</u>	<u>80.24</u>	<u>80.12</u>

2. 标尺读数记录表格

序号	砝码 (kg)	标尺读数 (mm)		
		增加砝码 n_i	减少砝码 n_i'	平均 \bar{n}_i
0	1	<u>86.05</u>	<u>83.50</u>	<u>84.28</u>
1	2	<u>78.98</u>	<u>76.98</u>	<u>75.48</u>
2	3	<u>71.00</u>	<u>69.02</u>	<u>70.01</u>
3	4	<u>64.46</u>	<u>62.96</u>	<u>63.71</u>
4	5	<u>56.22</u>	<u>54.02</u>	<u>55.12</u>
5	6	<u>48.55</u>	<u>47.98</u>	<u>48.27</u>
6	7	<u>41.98</u>	<u>42.16</u>	<u>42.07</u>
7	8	<u>34.60</u>	<u>34.60</u>	<u>34.60</u>

指导教师签字:

日期:

1位小数

8.31