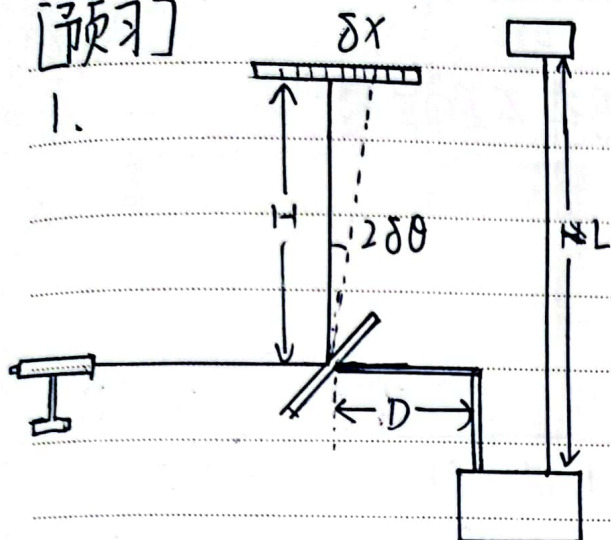


杨氏模量

[预习]

1.



$$\delta\theta = \frac{\delta L}{D}$$

$$\delta x = H \cdot 2\delta\theta = \frac{2H}{D} \delta L$$

放大倍数 $k = \frac{2H}{D}$

2. 施加一定预拉力, 可将金属丝原本存在弯曲的地方拉直

3.

这样做在一定程度上可以消除样品滞弹性和系统摩擦力的影响

$$4. E = \frac{F/\Delta L}{\Delta L/L} = \frac{FL}{S \cdot \frac{D}{2H} \delta x} = \frac{8FLH}{\pi d^2 D \delta x} = \frac{8LH}{\pi d^2 D \alpha}$$

$$\Rightarrow \ln E = \ln 8 + \ln L + \ln H - \ln \pi - 2 \ln d - \ln D - \ln \alpha$$

$$\therefore \frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta H}{H} - \frac{2\Delta d}{d} - \frac{\Delta D}{D} - \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

$$\Rightarrow u(E) = E \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(H)}{H}\right)^2 + \left(\frac{2u(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\alpha)}{\alpha}\right)^2}$$



5. ① 因为测量 L, H 使用米尺时米尺是否^①竖直由人主观判定,
故假定 $\Delta_{\text{仪}} = 1 \text{ mm}$

$$U(L) = U(H) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = 6 \times 10^{-4} (\text{m})$$

② d 的不确定度分为 A 类不确定度与 B 类不确定度

A 类: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$

$$U_A(d) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}$$

B 类: $U_B(d) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}}$

标准合成不确定度 $U_c(d) = \sqrt{U_A(d)^2 + U_B(d)^2}$

③ D 的不确定度: $U(D) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}}$

④ α 的不确定度: $X_i = \alpha F_i + \beta$

$\frac{U_c(\alpha)}{\alpha} = \sqrt{\frac{r^2 - 1}{n - 2}}$, 其中 r 为线性回归的相关系数

~~$\frac{U_c(\alpha)}{\alpha} = \dots$~~

[实验目的]

1. 掌握拉伸法测量杨氏模量的方法
2. 学习用光杠杆放大微小位移的方法
3. 学习练习用最小二乘法处理数据和评定不确定度

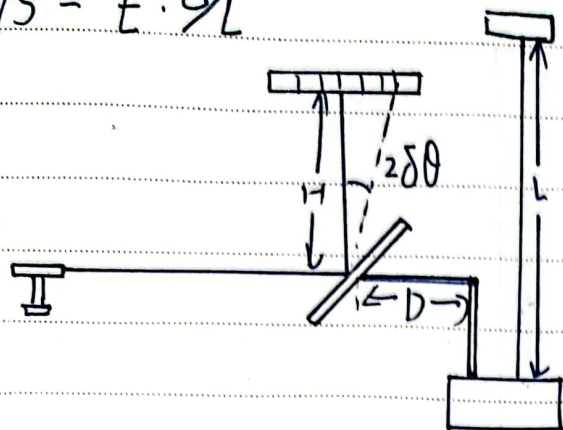
[实验仪器]

ZKY-YM 数显近距转镜式杨氏模量仪, 钢卷尺, 游标卡尺, 螺旋测微器, 待测金属丝等



[实验原理]

$$F/S = E \cdot \delta L$$



$$\delta\theta = \frac{\delta L}{D}, \quad \delta x = 2H\delta\theta = \frac{2H}{D} \delta L$$

$$\therefore E = \frac{F}{S} \cdot \frac{L}{\delta L} = \frac{2HFL}{SD\delta x} = \frac{8HFL}{\pi d^2 D \delta x}$$

[实验步骤]

1. 调节测试架

- 1) 检查仪器, 确保上下头均夹紧, 不会发生相对滑移, 仪器之间连接完好
- 2) 打开数字拉力计电源开关, 预热 10 min, 使木示尺刻度在背景光源下清晰可见,

3) 调节光杠杆常数 D 为设定值

2. 调节望远镜

- 1) 使望远镜筒中心大致与反射镜转轴等高
- 2) 调焦, 使焦尺刻度清晰可见
- 3) 调节支架螺钉, 使十字分划线与刻度线平行

3. 数据测量

- 1) 用钢卷尺测量金属丝原长 L , 反射镜转轴到标尺距离 H
- 2) 用游标卡尺与螺旋测微器测量光杠杆常数 D
- 3) 用螺旋测微器在钢丝不同位置测量 10 次 d
- 4) 记录金属丝拉力 F 与位置 x



[数据处理]

$$L = 73.700$$

	分辨率	误差限	测量量
标尺(mm)	1	0.5	ΔX
钢卷尺(mm)	1	0.5	L, H
卡尺(mm)	0.02	0.02	D
螺旋测微器(mm)	0.01	0.005	d
数字拉力计(kg)	0.01	0.005	m

$$u(L) = \frac{\Delta L}{\sqrt{3}} = \frac{0.3}{\sqrt{3}} \text{ mm} \quad L = 73.30(3) \text{ cm}$$

$$u(H) = 0.3 \text{ mm} \quad H = 70.10(3) \text{ cm}$$

$$u(D) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012 \text{ mm} \quad D = 2.980(12) \text{ cm}$$

d(mm)	0.690	0.686	0.690	0.691	0.693	0.691	0.690	0.695	0.690	0.691
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

$$\bar{d} = 0.691$$

$$u_A(d) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (d_i - \bar{d})^2} = 7 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

$$u_B(d) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ mm}$$

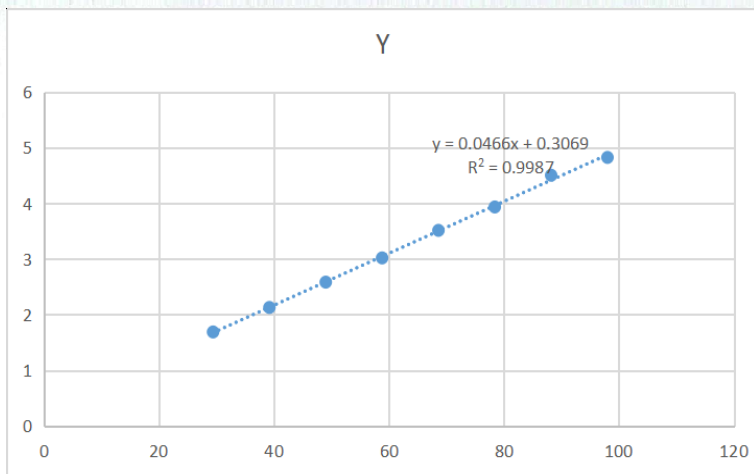
$$u_C(d) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.003 \text{ mm}$$

$$\therefore d = 0.691(3) \text{ mm}$$

$$F = mg, \quad g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \bar{x} = \frac{x_+ + x_-}{2}$$

质量 m(kg)	力 F(N)	x_+ (cm)	x_- (cm)	\bar{x} (cm)
3	29.4	1.70	1.68	1.69
4	39.2	2.11	2.15	2.13
5	49	2.58	2.59	2.59
6	58.8	3.00	3.04	3.02
7	68.6	3.53	3.50	3.52
8	78.4	3.89	3.98	3.94
9	88.2	4.50	4.51	4.51
10	98	4.842	4.83	4.83





Date

No.

$$x_i = \alpha F_i + \beta, \quad \alpha = 0.0466, \quad \beta = 0.3069, \quad R^2 = 0.9987$$

$$u(\alpha) = \alpha \sqrt{\frac{R^2 - 1}{n - 2}} = 6 \times 10^{-4} \text{ (cm/V)} \Rightarrow \alpha = 0.0466(6) \text{ (cm/V)}$$

$$E = \frac{8LI}{\pi d^4 D \alpha} = \frac{8 \cdot 0.7330 \times 0.7010}{\pi \cdot (0.691 \times 10^{-3})^2 \cdot 0.012 \times 10^{-3} \cdot 0.0466 \times 10^{-3}} = 1.97 \times 10^{11}$$

$$u(E) = E \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(I)}{I}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{2u(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{u(\alpha)}{\alpha}\right)^2} = 0.02 \times 10^{11}$$

$$\therefore E = (1.97 \pm 0.02) \times 10^{11}$$

