

一. 实验目的

1. 用伸长法测定金属丝杨氏模量
2. 掌握用光杠杆测量微小长度变化量的方法
3. 学习用对立影响法消除系统误差
4. 用环差法处理数据

二. 仪器用具

杨氏模量测定仪、千分尺、游标卡尺、米尺

三. 实验原理

若长 l 、截面 S 的金属丝，在长度方向上受到力 F 而伸长 Δl ，则由虎克定律有：

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l}$$

E 即为金属材料杨氏模量： $E = \frac{Fl}{S\Delta l}$

四. 实验内容

1. 调节望远镜，使其可观察到反射镜中标尺的像。
2. 调节看到清晰的尺子的像，使分划板准线对应的刻度略低于轴式刻度
3. 按等时间间隔递加砝码 2kg ，记下相应 h_i 直至 10kg ；再按等时间间隔递减砝码 2kg 记下相应 h_i' ，取平均值为测量值
4. 以米尺测 l 和 B 各一次，以千分尺测金属丝不同部位 D 六次
5. 测光杠杆常数 h

五. 数据处理

单位制: $m(kg)$; $l(cm)$; 零点读数: $D_0 = 0.00mm$.

$i \backslash x$	m_i	h_i	h'_i	\bar{h}_i	$\Delta h_j = \bar{h}_{j+3} - \bar{h}_j$	$S_{\Delta h_j} = 0.13$ cm	Δm_j	D_i /mm	$S_{D_i} = 0.05$ mm	
1	0	1.95	2.05	2.00	-3.79 cm	$S_{\Delta h} = 0.08$ cm	6	0.540	$S_D = 0.04$ mm	
2	2	0.78	0.65	0.72				0.525		
3	4	-0.65	-0.50	-0.57	-3.78 cm	$u_{\Delta h} = 0.05$ cm	6	0.535	$u_{\Delta D} = 9.8 \times 10^{-3}$ mm	
4	6	-1.78	-1.80	-1.79				0.522		
5	8	-3.02	-3.10	-3.06	-3.56 cm	$u_{\Delta h} = 0.05$ cm	6	0.525	$u_D = 0.016$ mm	
6	10	-4.13	-4.14	-4.13				0.536		
平均					-3.71 cm	X	6	0.531	X	
$B = 152.60$ cm					$b = 75.50$ mm		$l = 59.50$ cm			
$u_B = 0.02$ cm					$u_b = 0.02$ mm		$u_l = 0.02$ cm			

由于实验中 B, l 均由尺测量, 且为一次测量, 故有:

$$u_B = u_l = \frac{0.05}{3} \text{ cm} \approx 0.02 \text{ cm}$$

由 b 为游标卡尺单次测量数据, 故有:

$$u_b = \frac{0.02}{1} \text{ mm} = 0.02 \text{ mm}$$

由 D 为千分尺多次测量数据, 故有:

$$u_{D0} = \frac{0.02}{\sqrt{3}} \text{ mm} = 0.012 \text{ mm}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (D_i - \bar{D})^2}{5}} = 0.035 \text{ mm}$$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n}} = 0.014 \text{ mm}$$

$$U_{D0} = t_{(p, \nu)} \cdot S_{\bar{D}} = 9.8 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$U_D = \sqrt{U_{D0}^2 + U_{b0}^2} = 0.016 \text{ mm}$$

同理由 h 为由多次测量数据, 故有:

$$U_{bh} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ mm} = 0.06 \text{ mm}$$

$$S_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{2}} = 0.13 \text{ cm}$$

$$S_{\bar{h}} = \frac{S_h}{\sqrt{n}} = 0.08 \text{ cm}$$

$$U_{ah} = t_{(p, \nu)} S_{\bar{h}} = 0.05 \text{ cm}$$

$$U_h = \sqrt{U_{ah}^2 + U_{bh}^2} = 0.05 \text{ cm}$$

综上, 由 $E = \frac{8BLmg}{\pi D^2 b a h}$

代入可得: $\bar{E} = 1.72 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

由 E 为间接测量: $U_E = \sqrt{\left(\frac{U_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{U_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{2U_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{U_{kg}}{g}\right)^2 + \left(\frac{U_h}{h}\right)^2} = 0.28$

$$\Delta = \bar{E} \cdot U_E = 4.816 \times 10^{10}$$

故: $E = (1.72 \pm 0.48) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

六. 思考题

1. Δh (采用对称称量方法及环差法处理数据);

D (多次不同位置不同方向测量)

2. 否, b 过小不满足近似条件且应满足 $1m \leq b \leq 1.5m$, 不宜过小与过大