

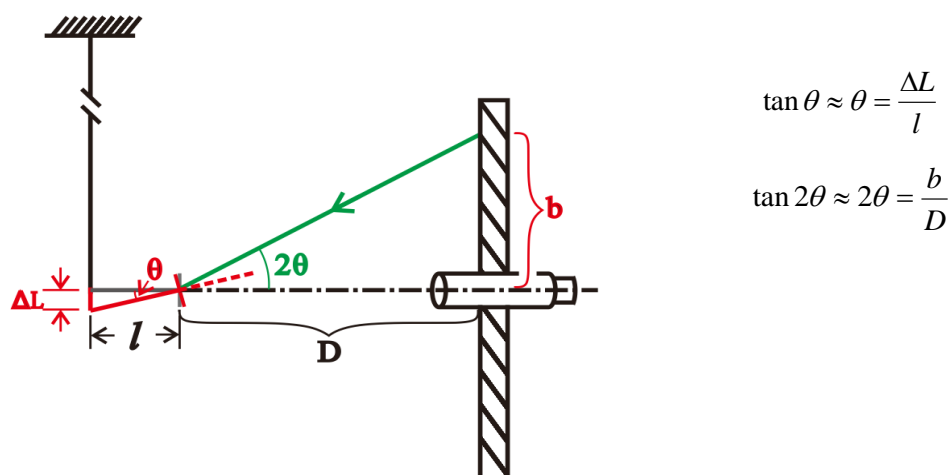
固体杨氏模量的测量

一、实验原理

材料受力后会发生形变,在弹性限度内,材料的应力和应变之比是一个常数,叫做弹性模量,条形物体的沿纵向的弹性模量叫杨氏模量。它的大小标志了材料的刚性。

$$E = (F/S) / (\Delta L/L) = \frac{FL}{S\Delta L} \quad \text{--- (1)}$$

在样品截面积 S 上的作用应力为 F , 测量引起的相对伸长量 $\Delta L/L$, 即可计算出材料的杨氏模量 E 。因一般伸长量 ΔL 很小, 故采用光学放大法将其放大。光杠杆是一个带有可旋转的平面镜的支架, 平面镜的镜面与三个足尖决定的平面垂直, 其后足即杠杆的支脚与被测物接触。当杠杆支脚随被测物上升或下降微小距离 ΔL 时, 镜面法线转过一个微小的 θ 角, 而入射到望远镜的光线转过 2θ 角, 如图所示:



在公式 (1) 中代入 ΔL 可以得到 $E = \frac{2DLF}{Slb}$ 。 L 为金属丝的长度, D 为平面镜与直尺之间的距离,

距离, l 为光杠杆的臂长, b 为望远镜中所观察的到的标尺移动的距离, S 为钢丝的截面积, 通过测量钢丝的直径求得。

二、实验内容

(一) 调节仪器

1. 调节放置光杠杆的平台与望远镜的相对位置, 使光杠杆镜面法线与望远镜轴线大体重合。调节支架底脚螺丝, 确保平台水平, 调平台的上下位置, 使管制器顶部与平台的上表面共面。
2. 光杠杆的调节: 光杠杆和镜尺组是测量金属丝伸长量 Δl 的关键部件, 光杠杆的镜面和足尖(或刀口)应平行, 使用时足尖(或刀口)放在平台的沟槽内, 后锥形足尖放在管制器的槽中(不得与钢丝相碰), 之后再调节平面镜的仰角使镜面垂直, 即光杠杆镜面法线与望远镜轴线大

体重合。

3. 镜尺组的调节：调节望远镜、直尺和光杠杆三者之间的相对位置，使望远镜和光杠杆平面镜处于同等高度。要注意：按先粗调后细调的原则。利用望远镜上的准星瞄准光杠杆平面镜中的标尺像，使其能将标尺上的刻度反射到望远镜里，然后再细调。调节望远镜目镜视度圈，使目镜内分划板刻线（叉丝）清晰，再用手轮调焦使标尺像清晰。调节望远镜进行读数时要消除视差（即眼睛上下移动时，所看到的竖尺刻度像和叉丝之间应没有相对变动）。如果没有找到标尺像，请不要过急调节调焦手轮，重新瞄准光杠杆平面镜中的标尺像，重复上述调试过程。
4. 光杠杆、望远镜、标尺调整好以后，整个实验中防止位置变动。加减砝码要交叉轻放轻取避免晃动、倾斜，使钢丝与管制器之间发生摩擦，待钢丝（钢丝伸长时存在滞后现象）静止后（约 2 分钟左右）再读数。

（二）测量

1. 测量钢丝长度，应注意两端点的位置，上端起于夹钢丝的两个半圆柱的下表面，下端止于管制器的上表面。（为什么？）
2. 记录望远镜中标尺的读数 r_0 作为钢丝的起始长度。在砝码托上逐次加 1kg 砝码（可加到 7kg），观察每增加 1kg 时望远镜中标尺上的读数 r_i ，然后再将砝码逐次减去，记下对应的读数 r'_i ，取两组对应数据的平均值 \bar{r}_i 。（为什么？）

m(Kg)	0	1	2	3	4	5	6	7
r_i (cm)								
r'_i (cm)								
\bar{r}_i (cm)								

3. 用米尺测量金属丝的长度 L 和平面镜与直尺之间的距离 D ，以及光杠杆的臂长 l 。用千分尺测金属丝直径 d ，上、中、下各测 2 次，共 6 次。

（三）用逐差法处理数据，并求 $\Delta E/E$ ，给出 E 的最终表达式

$$\Delta m = 5g \quad \Delta L = 0.5\text{mm} \quad \Delta D = 0.5\text{mm} \quad \Delta l = 0.5\text{mm} \quad \Delta b = 0.5\text{mm}$$

（四）选作内容：用作图法处理数据，并求 $\Delta E/E$ ，给出 E 的最终表达式

三、思考题

利用光杠杆把测微小长度 ΔL 变成测 b ，光杠杆的放大率为 $2D/l$ ，根据此式能否以增加 D 减小光杠杆臂长 l ，来提高放大率，这样做有无好处？有无限度？应怎样考虑这个问题？

注意事项：

1. 切勿直视激光光源或将激光束直射入眼!!!
2. 各手轮及可动部分如发生阻滞不灵现象，应立即报告老师解决。切勿过急操作损坏仪器。

参考：Principles of Physics, Tenth Edition, P297-299, Authors: Jearl Walker, David Halliday, Robert Resnick,