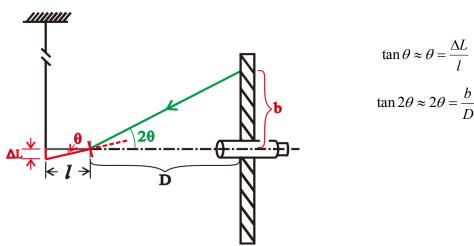
固体杨氏模量的测量

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。

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

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 \triangle L/L,即可计算出材料的杨氏模量 E。因一般伸长量 \triangle L 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 \triangle L 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 2 θ 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,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 r_i 。((为什么?)

m(Kg)	0	1	2	3	4	5	6	7
r_i (cm)								
$r_{i}^{'}$ (cm)								
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 \triangle E/E,给出 E 的最终表达式 \triangle m=5g \triangle L=0.5mm \triangle D=0.5mm \triangle l=0.5mm \triangle b=0.5mm
- (四)选作内容:用作图法处理数据,并求 $\triangle E/E$,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,