



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106018116 A

(43)申请公布日 2016. 10. 12

(21)申请号 201610541794.1

(22)申请日 2016.07.12

(71)申请人 四川大学

地址 610064 四川省成都市武侯区一环路  
南一段24号

(72)发明人 雍志华 胡再国

(51)Int. Cl.

G01N 3/14(2006.01)

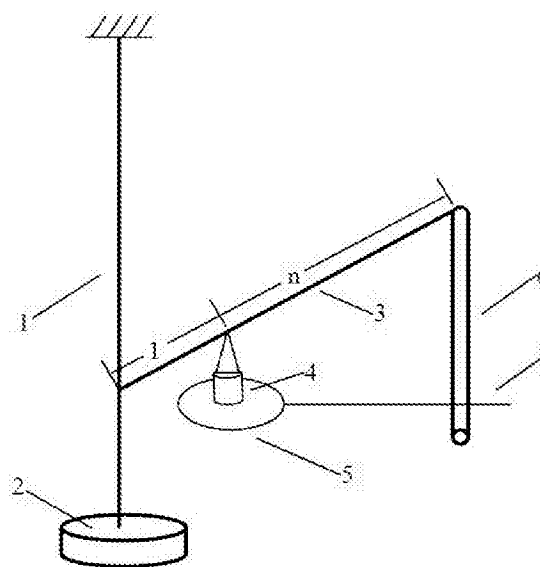
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

金属丝拉伸法杨氏模量测量方法

## (57)摘要

金属丝拉伸法杨氏模量测量方法涉及物理参数测量,为简化杨氏模量测量,技术方案是:一根金属丝上端固定,下端固定一个托盘;一根杠杆,杠杆的一端夹持在金属丝上,杠杆的支点固定在支架上端,杠杆能够绕支点旋转;杠杆的末端悬挂一根圆柱形的刻度尺;固定平台的伸出一根水平细杆,其右侧末端为圆柱状,作读数指针使用;测量金属丝的直径d,测量杠杆在金属丝的固定点到金属丝的上端固定点之间的距离L,测量杠杆的放大倍数n,通过细杆指示的位置读出刻度尺的读数x1,在托盘增加质量为m的砝码,再次读出细杆指示的位置刻度尺的读数x2,则杨氏模量 $Y=4 \frac{m \cdot g \cdot n \cdot L}{\pi \cdot d^2 \cdot |x_2 - x_1|}$ ,其中g为重力加速度、 $\pi$ 为圆周率。有益效果:节约成本,调节方便。



1. 金属丝拉伸法杨氏模量测量方法, 一根金属丝(1)的上端固定在支撑架上, 下端固定一个托盘(2), 固定点位于托盘的中心; 其特征是: 一根杠杆(3), 杠杆(3)的一端夹持在金属丝上, 杠杆(3)的支点固定在支架(4)上端, 杠杆(3)能够绕支点旋转; 支架(4)位于一个固定平台(5)上, 固定平台(5)的底部有三个全向转动轮; 杠杆(3)的末端悬挂一根圆柱形的刻度尺(6), 刻度尺(6)的刻度为圆环形; 固定平台(5)的伸出一根水平细杆(7), 细杆(7)为扁平, 其右侧末端为圆柱状, 作读数指针使用; 测量金属丝(1)的直径 $d$ , 测量杠杆(3)在金属丝的固定点到金属丝的上端固定点之间的距离 $L$ , 测量杠杆的放大倍数 $n$ , 通过细杆(7)指示的位置读出刻度尺(6)的读数 $x_1$ , 在托盘(2)增加质量为 $m$ 的砝码, 再次读出细杆(7)指示的位置刻度尺(6)的读数 $x_2$ , 则杨氏模量 $Y=4 m * g * n * L / (\pi * d^2 * | x_2 - x_1 |)$ , 其中 $g$ 为重力加速度、 $\pi$ 为圆周率。

## 金属丝拉伸法杨氏模量测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及物理参数的测量领域,特别是材料的杨氏模量的测量。

### 背景技术

[0002] 金属丝杨氏模量的测量是大学物理实验的一个常见实验,主要是利用光杠杆放大原理测量钢丝的伸长量,从而计算钢丝的杨氏模量。必须测量的参数有:金属丝的长度,金属丝的直径,金属丝的伸长量,增加的重物的质量(使用砝码,1个砝码的质量为1公斤,一般使用8-9个砝码),其存在的不足有:

金属丝的长度测量不准确:由于金属丝的上端和下端被夹具夹持,上端夹具固定在一个支撑架的支撑板上,下端夹具位于支撑架中部的支撑板的中心圆孔中,实验室每根金属丝的有效长度(上端夹具固定点和下端夹具固定点之间的距离)是不一样的,测量金属丝使用的卷尺在测量钢丝长度时,受金属丝夹具表面与金属丝成近似90度角,贴近钢丝则卷尺发生弯曲,无法靠近钢丝与夹具之间的固定点,带来测量上存在较大误差。

[0003] 光杠杆测量金属丝的伸长量比较复杂:一根竖直标尺固定在望远镜的旁边,钢丝的下端夹具的上表面固定光杠杆的后脚,光杠杆的支点(两个前脚)位于支撑架中部的支撑板上,光杠杆的两个前脚的上方有一个能够旋转的平面镜,标尺的刻度漫反射到光杠杆的平面镜,从平面镜反射到望远镜,从望远镜分划板的横向参考线(称为读数参考线)读出标尺的刻度,随着砝码的增加或减少导致望远镜视场的刻度尺位于读数参考线的刻度发生变化,从而测量出钢丝伸长量与砝码重量之间的关系。需要调节平面镜竖直、在望远镜上方观察到标尺、在望远镜视场找到标尺;测量光杠杆镜面到后脚的距离存在误差,因为镜面一般位于镜框的中间,所以一般简化为测量光杠杆的前脚和后脚之间的距离,而两个前脚在数学上并不一定在镜面内;测量镜面到标尺的距离需要测量点等高,要测量垂直距离,不能发生倾斜,这些在实验上都很难准确。

### 发明内容

[0004] 为简化杨氏模量的测量,本发明设计一种金属丝拉伸法杨氏模量测量方法。

[0005] 本发明实现发明目的采用的技术方案是:金属丝拉伸法杨氏模量测量方法,一根金属丝的上端固定在支撑架上,下端固定一个托盘,固定点位于托盘的中心;其特征是:一根杠杆,杠杆的一端夹持在金属丝上,杠杆的支点固定在支架上端,杠杆能够绕支点旋转;支架位于一个固定平台上,固定平台的底部有三个全向转动轮(有助于使金属丝处于竖直方向);杠杆的末端悬挂一根圆柱形的刻度尺,刻度尺的刻度为圆环形;固定平台的伸出一根水平细杆,细杆为扁平,其右侧末端为圆柱状,作读数指针使用;测量金属丝的直径 $d$ ,测量杠杆在金属丝的固定点到金属丝的上端固定点之间的距离 $L$ ,测量杠杆的放大倍数 $n$ ,通过细杆指示的位置读出刻度尺的读数 $x_1$ ,在托盘增加质量为 $m$ 的砝码,再次读出细杆指示的位置刻度尺的读数 $x_2$ ,则杨氏模量 $Y=4 m * g * n * L / (\pi * d^2 * |x_2 - x_1|)$ ,其中 $g$ 为重力加速度、 $\pi$ 为圆周率。

[0006] 本发明的有益效果:因为杠杆与金属丝的接触的夹具能够做得很小,甚至可以忽略(捆绑固定方式),在该接触处也不需要现有技术的支撑板,因此方便测量金属丝的长度;省略了光杠杆,代替代为机械式杠杆,节约成本,也减少了光杠杆的繁琐的调节步骤;杠杆本身不受力(忽略刻度尺的重力)作用,刻度尺和杠杆能够使用轻便的硬质塑料。

## 附图说明

[0007] 图1是金属丝拉伸法杨氏模量测量方法示意图;

其中,1、金属丝,2、托盘,3、杠杆,4、支架,5、固定平台,6、刻度尺,7、细杆。

## 具体实施方式

[0008] 金属丝拉伸法杨氏模量测量方法,一根金属丝1(待测杨氏模量的物体)的上端固定在支撑架上(即上端固定不动,现有杨氏模量的测量,上端一般固定在支撑架上端的横梁上,也有固定在天花板的,这是现有技术能够实现的),下端固定一个托盘2,托盘2用于增加重物(现有技术是在托盘上增加或者减少砝码,每个砝码质量一般为1公斤),固定点位于托盘的中心。

[0009] 一根杠杆3,杠杆3的一端夹持在金属丝上,由于杠杆本身受力不大,只是在右侧末端悬挂一个刻度尺6(或者称为标尺),根据三角形的相似性,杠杆的目的仅仅是放大左侧的金属丝的伸长量,所以杠杆与金属丝之间的作用力很小,固定方式可以是弹簧夹夹持,这样比较简单,易于操作,也可以使用其他材料捆绑的方式,杠杆3有一个支点,杠杆能够绕支点旋转是一种现有技术:比如天平、磅秤、杆秤、跷跷板等等,杠杆3的支点的固定方式有多种,本发明指需要杠杆能够绕支点转动即可。杠杆3的支点固定在支架4上端,因为杠杆要绕支点旋转,也可以采用:一个转动轴穿过杠杆的小孔,转动轴固定在支架上端,杠杆绕转动轴转动,现有技术能够通过涂抹润滑油减少摩擦,杠杆的长度相对于小孔的大小而言,小孔可以忽略,因此可以不用考虑杠杆旋转导致接触点发生微小变化;也可以是杠杆有一个凹槽,凹槽接触支架4顶部的圆球面,只是这种的稳定性稍差,容易掉落,可以改进为凹槽为长条形圆柱面,支架4的顶部也是长条形圆柱面。

[0010] 支架4位于一个固定平台5上,一个固定平台5的底部有三个全向转动轮(这样能够使金属丝处于竖直方向:如果金属丝在与杠杆的接触处发生弯折,则会产生一个分力指向杠杆,杠杆带动支架4移动,支架4带动固定平台5移动,全向转动轮由于滚动摩擦小,容易移动,使金属丝达到竖直,由于杠杆的质量很小,支架4和固定平台5能够做到很轻便);杠杆3的末端悬挂一根圆柱形的刻度尺6,刻度尺6的刻度为圆环形;固定平台5的伸出一根水平细杆7,其右侧末端为圆柱状,作读数指针使用,细杆7与刻度尺6之间的距离为0-1mm(细杆7表面轮廓线和刻度尺6表面轮廓线之间的距离),细杆7作为刻度尺6的读数参考线,现有技术读数参考线一般为线状或许和尖状指针,因此建议细杆7为扁平(有利于放置水平泡,其右侧末端为细小圆柱状,即线状指针),调节固定平台6使细杆7上端面的水平泡显示细杆处于水平(调节并利用水平泡观察水平是现有技术,不需要在此详细论述,固定平台5和细杆7可以有各自独立的水平调节装置,即固定平台5的底部有水平调节装置,固定平台5的顶部有细杆的水平调节装置,细杆7的水平调节装置也可以独立于固定平台5,比如细杆7固定于一个支架的顶部,支架的底部固定在地面上);测量金属丝1的直径 $d$ ,测量杠杆在金属丝的固

定点到金属丝的上端固定点之间的距离 $L$ ,测量杠杆的放大倍数 $n$ (支点右侧长度与支点左侧长度之比,建议 $n$ 大于20,比如20-100),通过细杆7指示的位置读出刻度尺6的读数 $x_1$ ,在托盘2增加质量为 $m$ 的砝码,再次读出细杆7指示的位置刻度尺6的读数 $x_2$ ,则杨氏模量 $Y=4m \cdot g \cdot n \cdot L / (\pi \cdot d^2 \cdot |x_2 - x_1|)$ ,其中 $g$ 为重力加速度、 $\pi$ 为圆周率。

[0011] 测量原理的推导过程:

一根横截面积为 $S$ 的金属丝,对于直径为 $d$ 的圆柱形金属丝, $S=\pi \cdot (d/2)^2$ ,其中 $\pi$ 为圆周率;金属丝受到拉力 $F$ ,金属丝伸长量 $\Delta L$ 与金属丝的原长 $L$ 之间满足关系式 $F/S=Y \cdot \Delta L/L$ ,其比例系数 $Y$ 称为杨氏模量, $Y= F / S \cdot (L/ \Delta L)$ ;

在本发明设计中,增加重物 $m$ 前后的标尺读数差为 $x_2 - x_1$ ,受到杠杆的放大比例,因此金属丝的伸长量 $\Delta L=|x_2 - x_1|/n$ ,其中 $|x_2 - x_1|$ 表示差值取绝对值, $n$ 为杠杆比例,相当于磅秤的平衡原理;

$F= m \cdot g$ ,其中 $m$ 为增加的重物的质量, $F$ 为增加重物 $m$ 导致金属丝下端受力, $g$ 为本地的重力加速度;

$Y= F/S \cdot L/\Delta L= m \cdot g / [\pi \cdot (d/2)^2] \cdot L / (|x_2 - x_1|/n) = 4 m \cdot g \cdot n \cdot L / (\pi \cdot d^2 \cdot |x_2 - x_1|)$ 。

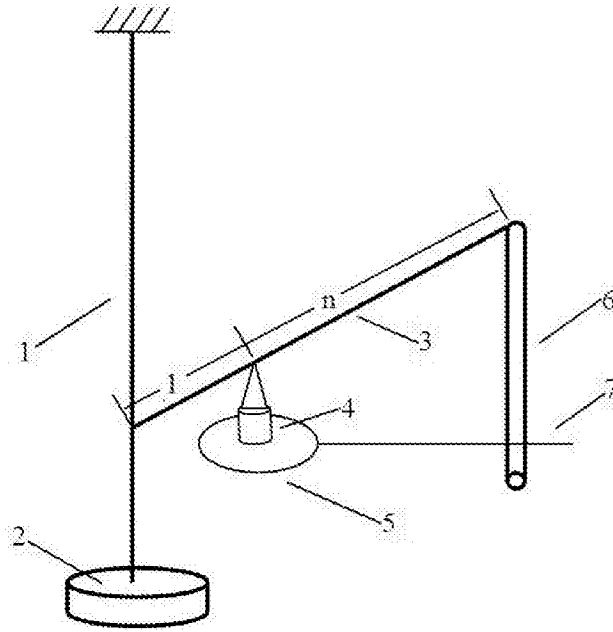


图1