浙江大学

**物 理 实 验 报 告**

**实验名称： 钢丝杨氏模量的测定**

**指导教师： 厉位阳**

专业： 竺可桢学院混合班

班级： 混合1903班

姓名： 徐圣泽

学号： 3190102721

实验日期: 3 月 27 日 星期 五 下午

1. 实验目的：

1、掌握钢丝杨氏模量测量的实验原理并熟悉实验操作

2、体会利用光杠杆测定微小形变的思想和方法

3、掌握最小二乘法处理数据的方法

4、选取最合适的方法处理数据并竭尽可能优化数据处理过程

5、分析实验结果并反思总结实验过程

1. 实验内容：

1、前期准备工作（熟悉仪器，仪器的调平：调整平台使之水平、调整光杠杆位置、调整平面镜的仰角使镜面垂直、调节望远镜目镜使叉丝清楚并调节聚焦旋钮瞄准标尺）

2、选择合适仪器（米尺）测量钢丝长度、光杠杆臂长、标尺到平面镜的水平距离并记录数据

3、选择合适仪器（螺旋测微计）多次测量钢丝直径并记录数据

4、依次增加500g的砝码，直至3500g，记录每增加500g时望远镜中标尺的读数，再依次减去砝码，记录读数

5、数据处理，测得各已知物理量的平均值和不确定度，利用最小二乘法计算斜率k并得出k的不确定度

6、计算得到钢丝杨氏模量的平均值、不确定度和最终表达式

7、分析实验误差，回顾实验总结经验

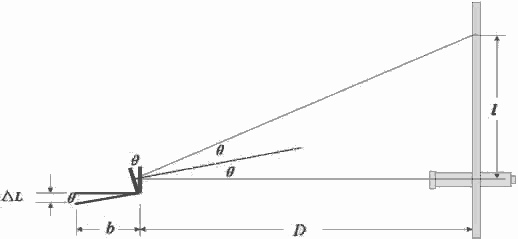
1. 实验原理

1、 杨氏模量

本实验采用拉伸法测定杨氏模量，实验过程中需要利用光杠杆测定微小形变。任何物体在外力作用下都会发生形变，只要不超过某一限度，在外力撤走后形变会随之消失，这种形变称之为弹性形变。如果外力撤走后仍有形变，该形变为塑性形变。

本实验中的微小形变属于弹性形变。根据胡克定律，应力F/S(即力与力所作用的面积之比)和应变ΔL/L(即长度或尺寸的变化与原来的长度或尺寸之比)在定律成立范围之内是一个常数，即E=(F/S)/(ΔL/L)。在该式子中，E就是此次实验要求得到的材料的杨氏模量，仅与材料的结构、化学成分及其加工制造方法有关。

2、光杠杆法测量原理

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ΔL/L，即可计算出材料的杨氏模量E。因一般伸长量ΔL很小，故常采用光学放大法，将其放大，如用光杠杆测量ΔL。

当杠杆支脚随被测物上升或下降微小距离ΔL时，镜面法线转过一个角，而入射到望远镜的光线转过角，如图2所示。当很小时时，。

根据光的反射定律，反射角和入射角相等，故当镜面转动角时，反射光线转动角，由图可知。

又有，最后合并各个式子得到的表达式为。

3、数据处理的原理

列表记录数据，利用最小二乘法计算得到斜率的平均值及其不确定度，再由不确定度均匀原理解得的平均值和不确定度，最终确定钢丝杨氏模量的表达式。

1. 实验仪器

光杠杆（包括支架、金属钢丝、平面镜），望远镜镜尺组，砝码，米尺，螺旋测微计

1. 实验数据原始记录

（1）使用米尺测量光杠杆臂长、钢丝长度、标尺到平面镜的水平距离

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物理量 | 光杠杆臂长b | 钢丝长度L | 标尺到平面镜距离D |
| 数据(单位：m) | 0.0712 | 1.0055 | 1.2209 |

表1 、、等物理量原始数据记录表

（2）使用螺旋测微计测量钢丝直径，并将结果填入下表：

测量6次金属丝直径d(单位：mm)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 钢丝直径 | 0.299 | 0.302 | 0.300 | 0.303 | 0.298 | 0.299 |

表2 金属丝直径原始数据记录表

钢丝直径6次测量的平均值d(单位：mm) 0.300

（3）增加（减少）砝码，测量钢丝的拉伸量，并将结果填入下表：

钢丝伸长量r(单位：cm)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砝码质量 | 0.0kg | 0.5kg | 1.0kg | 1.5kg | 2.0kg | 2.5kg | 3.0kg | 3.5kg |
| r（加砝码） | 0.00 | 1.15 | 2.32 | 3.50 | 4.69 | 5.88 | 7.04 | 8.21 |
| r（减砝码） | 0.00 | 1.16 | 2.33 | 3.50 | 4.69 | 5.87 | 7.03 | 8.21 |

表3 增减砝码钢丝伸长量原始数据记录表

1. 实验数据处理和结果分析：

（1）光杠杆臂长、钢丝长度、标尺到平面镜的水平距离的数据处理

米尺的仪器误差是，，又，由得到，故，

得到下表数据：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表4 、、等物理量数据处理记录表

（2）钢丝直径的数据处理

由公式得到钢丝直径的平均值，由公式得到A类不确定度，又，，解得，最后得到，填入下表中。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

表5 金属丝直径数据处理记录表

（3）钢丝伸长量的数据处理

初始位置为0，计算得到七次依次增减砝码得到的标度尺示数（钢丝伸长量）的平均值并记录于下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

表6 增减砝码钢丝伸长量数据处理记录表

在此特别感谢赵晨希同学的程序，利用最小二乘法的原理，简化了大量计算过程，程序运行结果如下：

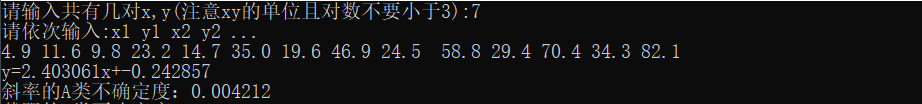


图 最小二乘法程序运行结果

程序利用最小二乘法的原理求得，其中，斜率的A类不确定度为，B类不确定度为，最后解得。

（4）计算杨氏模量

由公式，此时代入各物理量的平均值解得，由公式，故，最后得到杨氏模量的表达式为

1. 实验心得：

思考题：

1、利用光杠杆把测微小长度△L变成测b，光杠杆放大率为2D/L，根据此式能否以增加D减小l来提高放大率，这样做有无好处？

答：有好处。由△L=bl/(2D)，2D/l越大，b越大，从刻度尺上读数的误差会减小，使实验更精确。

2、上述方法有无限度？应该怎样考虑这个问题？

答：虽然这种做法有好处，但也是有限度的。第一，望远镜的性质限制了光杠杆和尺的距离，超出范围无法看清物体；第二，为了确保光杠杆立在平台上的稳定性，需要保证光杠杆支脚尖到刀口的垂直距离足够大。因此，实际操作中应该综合考虑各种因素,通过多次实践找到最好的实验条件。

心得体会：

1. 在本此钢丝杨氏模量实验的学习过程中，我大致达到了实验目标，完成了学习任务。
2. 在本次实验原理的学习和具体的实际操作过程中，我深切体会到了将微小的不明显的实验现象放大的思想，将微小的形变通过光杆法转变成肉眼可见的标度尺示数改变，从而能够更好地研究物理规律。
3. 在数据处理的过程中，由于虚拟平台提供的砝码数量不够多，于是相较于需要较多组实验数据的逐差法，我选择了更为合适的最小二乘法。在运用最小二乘法处理实验数据的过程中，通过编写代码运行程序的方法大大简化了计算过程，在此也要十分感谢赵晨希同学的程序，节省了很多时间也避免了很多不必要的麻烦。
4. 在实验的过程中，我发现虚拟平台仍有较多可以优化之处：①可以适当增加提供的砝码数量，这样可以得到更多组的数据，从而利用逐差法处理实验数据；②测量钢丝长度时能够将米尺贴近钢丝测量，在本次测量的过程中，需要目测判断米尺零刻度线与钢丝最上端是否齐平，容易造成较大的实验误差；③提供实验仪器的允差范围，否则在计算不确定度时对于仪器误差的计算不明确。
5. 通过这个实验的学习和上一个密立根油滴实验的学习，我发现，在物理实验的学习过程中，能够灵活运用其他学科的知识能够带来极大的便利。这一点也大大启发了我，目前多学科交叉学习和知识的融合是大势所趋，我们要灵活运用自身所学，融会贯通，将已有的知识付诸实践，这样才能有更大的提升。