|  |
| --- |
| **一、实验目的**  杨氏模量是结构材料最基本的特性之一，用拉伸法测量材料的杨氏模量在现代工业和新材料研制中被广泛采用。本实验主要学习静态拉伸法测量金属丝的杨氏模量。   1. 理解杨氏模量的定义及测量原理。 2. 掌握用光杠杆法测量微小长度的原理。 3. 学习用逐差法处理实验数据。 4. 进行测量结果的不确定度分析 |
| 二、实验原理  **１）杨氏模量**  　　物体受力产生的形变，去掉外力后能立刻恢复原状的称为弹性形变；因受力过大或受力时间过长，去掉外力后不能恢复原状的称为塑性形变。物体受单方向的拉力或压力，产生纵向的伸长和缩短是最简单也是最基本的形变。设一物体长为Ｌ，横截面积为Ｓ，沿长度方向施力Ｆ后，物体伸长（或缩短）了δＬ。Ｆ／Ｓ是单位面积上的作用力，称为应力，δＬ／Ｌ是相对变形量，称为应变。在弹性形变范围内，按照胡克定律，物体内部的应力正比于应变，其比值  （５—１）  称为杨氏模量。  　　实验证明，Ｅ与试样的长度Ｌ、横截面积Ｓ以及施加的外力Ｆ的大小无关，而只取决于试样的材料。从微观结构考虑，杨氏模量是一个表征原子间结合力大小的物理参量。  **２）用静态拉伸法测金属丝的杨氏模量**  　　杨氏模量测量有静态法和动态法之分。动态法是基于振动的方法，静态法是对试样直接加力，测量形变。动态法测量速度快，精度高，适用范围广，是国家标准规定的方法。静态法原理直观，设备简单。  　　用静态拉伸法测金属丝的杨氏模量，是使用如图５—１所示杨氏模量仪。在三角底座上装两根支柱，支柱上端有横梁，中部紧固一个平台，构成一个刚度极好的支架。整个支架受力后变形极小，可以忽略。待测样品是一根粗细均匀的钢丝。钢丝上端用卡头Ａ夹紧并固定在上横梁上，钢丝下端也用一个圆柱形卡头Ｂ夹紧并穿过平台Ｃ的中心孔，使钢丝自由悬挂。通过调节三角底座螺丝，使整个支架铅直。下卡头在平台Ｃ的中心孔内，其周围缝隙均匀而不与孔边摩擦。圆柱形卡头下方的挂钩上挂一个砝码盘，当盘上逐次加上一定质量的砝码后，钢丝就被拉伸。下卡头的上端面相对平台Ｃ的下降量，即是钢丝的伸长量δＬ。钢丝的总长度就是从上卡头的下端面至下卡头的上端面之间的长度。钢丝的伸长量δＬ是很微小的，本实验采用光杠杆法测量。  **３）光杠杆**  　　光杠杆是用放大的方法来测量微小长度（或长度改变量）的一种装置，由平面镜Ｍ、水平放置的望远镜Ｔ和竖直标尺Ｓ组成（图５—１）。平面镜Ｍ竖立在一个小三足支架上，Ｏ、Ｏ′是其前足，Ｋ是其后足。Ｋ至ＯＯ′连线的垂直距离为ｂ（相当于杠杆的短臂），两前足放在杨氏模量仪的平台Ｃ的沟槽内，后足尖置于待测钢丝下卡头的上端面上。当待测钢丝受力作用而伸长δＬ时，后足尖Ｋ就随之下降δＬ，从而平面镜Ｍ也随之倾斜一个α角。在与平面镜Ｍ相距Ｄ处（约１～２ｍ）放置测量望远镜Ｔ和竖直标尺Ｓ。如果望远镜水平对准竖直的平面镜，并能在望远镜中看到平面镜反射的标尺像，那么从望远镜的十字准线上可读出钢丝伸长前后标尺的读数n0和n1。这样就把微小的长度改变量δＬ放大成相当可观的变化量δｎ＝n1－n0。从图５—２所示几何关系看，平面镜倾斜α角后，镜面法线ＯＢ也随之转动α角，反射线将转动２α角，有  在α很小的条件下ｔｇα≈α；ｔｇ２α≈２α  于是得光杠杆放大倍数  （５—２）  在本实验中，Ｄ为１ｍ～２ｍ，ｂ约为７ｃｍ，放大倍数可达３０～６０倍。光杠杆可以做得很精细，很灵敏，还可以采用多次反射光路，常在精密仪器中应用。  *图５—２　光杠杆原理*  **４）静态拉伸法测金属丝杨氏模量的实验公式**  　　由式（５—２）可得钢丝的伸长量  （５—３）  　　将式（５—３）以及拉力Ｆ＝Ｍｇ（Ｍ为砝码质量），钢丝的截面积Ｓ＝１／４πd2（ｄ为钢丝直径）代入式（５—１），于是得测量杨氏模量的实验公式  （５—４）    另外，根据杨氏模量不确定度传递公式可以求出相对不确定度展开式： |
| **三、实验仪器：**  虚拟仿真系统：  杨氏模量测定仪  螺旋测微计 (仪器误差：±0.004mm）  卷尺(仪器误差：±1mm）  砝码(仪器误差：±1g）  待测金属丝  光杠杆镜  尺度望远镜 |
| 四、实验内容：  **1、调节仪器：**  **调节光杠杆和望远镜：**   1. **调整望远镜水平,光杠杆平面镜竖直** 2. **调整望远镜与光杠杆平面镜高度相同** 3. **沿望远镜外侧边沿上方使凹口、瞄准星面镜在同一直线上，左、右移动望远镜在镜子里找到竖直尺的像;若找不到,可微调镜子的角度,直到找到为止。** 4. **旋动望远镜目镜,使十字叉丝清晰;再旋动聚焦手轮,直到看清竖直尺的像。**   **2、记录金属丝伸长变化（每一次读数都要注意有效数字位数）**  **逐次加一个砝码，在望远镜中读对应标尺的位置，共7次；然后将所加砝码逐次去掉，并读取相应读数。**    **用逐差法计算每增减4个砝码，钢丝的伸长量**      **3、测量金属丝长度*L*、平面镜与竖尺之间的距离*D*，金属丝直径*d*，光杠杆常数*b*。**  **(1) 用钢卷尺测量*L* 和*D（L 、D测一次）。***  **(2) 在钢丝上选不同部位用螺旋测微计测量*d（测5次）***  **(3) 光杠杆用米尺测量*b（测一次）。*** |
| 五、数据记录：  组号： 6 ；姓名 王嘉浩 |
| **六、数据处理**  1．单次直接测量量测量值：  金属丝长度：； 钢卷尺仪器误差：0.1cm  光杠杆与镜尺组距离：D = 121.91 cm ； 钢卷尺仪器误差：0.1cm  光杠杆常数：b = 7.42 cm ； 钢卷尺仪器误差：0.1cm  2．多次直接测量量测量值：  金属丝直径测定：   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 | |  | 0.296 | 0.307 | 0.298 | 0.292 | 0.291 | 0.309 | 0.298 | |  | -0.002 | 0.009 | 0.000 | -0.006 | -0.007 | 0.011 |  |   金属丝长度变化记录   |  |  |  | | --- | --- | --- | | I |  |  | | 1 | 0 | 0.00 | | 2 | 500 | 1.01 | | 3 | 500×2 | 2.08 | | 4 | 500×3 | 3.10 | | 5 | 500×4 | 4.13 | | 6 | 500×5 | 5.19 | | 7 | 500×6 | 6.22 | | 8 | 500×7 | 7.29 |   = ， ， ，   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平 均 | |  | 4.13 | 4.18 | 4.14 | 4.19 | 4.16cm |  1. 杨氏模量*E*的测量值：   将各测量量代入公式  =    由不却定度传递公式:                            Pa  **实验结果表示：** |
| **七、结果陈述：**  测量出的金属丝杨氏模量为：，其不确定度为3.0%。  利用光杠杆可以放大微小变化情况。 |
| **八、实验总结与思考题**  实验总结：  杨氏模量的值可看出十分的大，可说明金属丝的延展性比较的差，抗延展性好。网络上的模拟实验与现实中真实的实验相比较而言是比较简单的。不需要过多的进行繁杂的操作，也不会出现一些因为操作不当而产生的误差。整个实验操作比较简单，但是数据处理比较繁琐，计算不确定度时平方开方比较多。多次测量取平均值可以相应的减小实验误差。  思考题：  本实验中哪个物理量的测量误差对实验结果影响最大？  影响较大的测量误差应该是在望远镜中对标尺的读数。金属丝的伸长量时十分微小的，而且任何干扰都会影响他的数值。由于十分微小且伸长量是在分母位置，若有一点误差则反映在公式中就会产生极大的误差。而望远镜中标尺的读数就是反映出金属丝的伸长量，所以误差最大的应该是在望远镜中对标尺的读数。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  | |