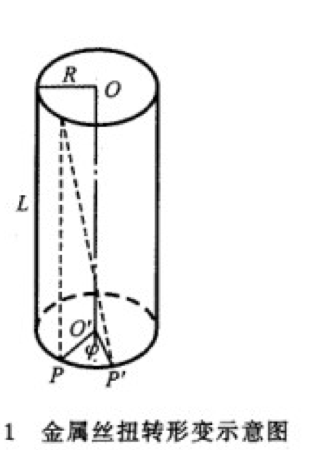
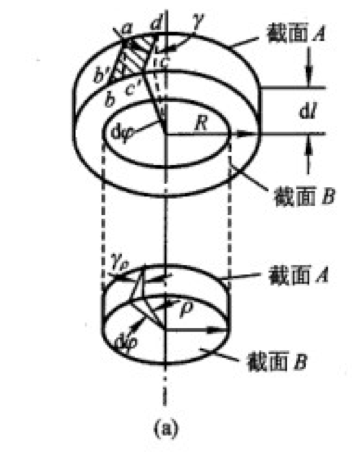
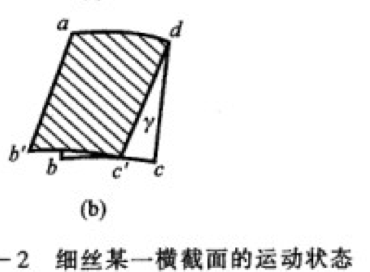
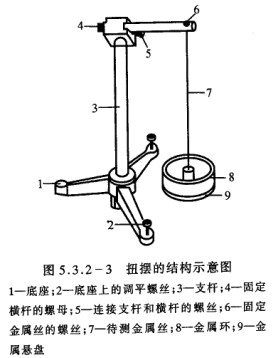
** 实验题目：**切变模量的测量

**实验目的：**

1. 了解剪切胡克定律；
2. 了解切变模量的推导关系式；
3. 测量金属丝带切变模量并掌握不确定度分析方法

**实验原理：**

****实验对象是一根均匀而细长的钢丝，几何上为细长的圆柱体(如图1)，其半径为R，长度为L。将上端固定，使下端面发生扭转，扭转力矩使圆柱体各截面小体积元均发生切应变。在弹性限度内， ，这就是剪切胡克定律，比例系数G为材料的切变模量。

****钢丝下端面绕中心轴线OO'转过φ角，相应的，钢丝各横截面都发生转动，单位长度的转角。分析这细圆柱中长为的一小段(如图2所示)。由于发生切变，其侧面上的线ab的下端移至b'，即ab转动了一个角度γ，，即切应变。在钢丝内部半径为ρ的位置，其切应变为。由剪切胡克定律可得横截面上距轴线OO'为ρ处的切应力。这个切应力产生的恢复力矩为 ，截面A、B之间的圆柱体，其上下截面相对切变引起的恢复力矩M为。因钢丝总长为L，总扭转角，所以总恢复力矩。

于是求切变模量G的问题转化成求钢丝的扭矩的问题。为此在钢丝下端悬挂一圆盘，它可绕中心线自由扭动，成为扭摆。摆扭过的角度φ正比于所受的扭力矩，，D为金属丝的扭转模量。故有。由转动定律，为摆的转动惯量，可得。这是一个简谐运动微分方程，其角频率，周期。将一个金属环对称地置于圆盘上，质量为m，内外半径分别为r内和r外，转动惯量为，这时扭摆的周期，最终得到。

**实验仪器：**

扭摆，秒表，米尺、游标卡尺

**实验步骤：**

本实验用扭摆法测量钢丝的切变模量：

1. 装置扭摆，使钢丝与作为扭摆的圆盘面垂直，圆环应能方便地置于圆盘上。
2. 用螺旋测微器测钢丝直径，用游标卡尺测环的内外径，用米尺测钢丝的有效长度。
3. 写出相对误差公式，据此估算应测多少个周期较合适。
4. 计算钢丝的切变模量G和扭转模量D，分析误差。

**测量记录：**（见附页）

**数据处理与误差分析：**

金属丝直径平均值

它的标准差

那么它的展伸不确定度为

=0.000345cm

所以

金属环内直径平均值

它的标准差

那么它的展伸不确定度为

=0.00378cm

金属环外直径平均值

它的标准差

那么它的展伸不确定度为

=0.01537cm

根据多个周期测量数据得到单个周期数据如下

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| /s | 3.5202 | 3.5250 | 3.5246 |
| /s | 2.324 | 2.3195 | 2.323 |

的平均值

它的标准差

那么它的展伸不确定度为

=0.0071594s

的平均值

它的标准差

那么它的展伸不确定度为

=0.006813s

又，，，

所以

=

根据误差均分原理，有

=

=

=0.0149

=

=

=0.0356

所以，

其中，

其余各项不确定度均小于，未能满足实验要求。

最终结果为扭转模量，

切变模量，

**误差分析：**

通过不确定度分析的计算结果得知，本次实验误差不在预期的范围内。误差的来源主要有金属丝直径的测量、周期的测量等。实验误差偏大说明在实验设计过程中的估计值与真实值有偏差，应测量更多周期（如测量60次，测量50次），才能达到更好的效果，符合实验要求。

**思考题：**

1. 本实验中，满足条件
2. 为提高测量精度，本实验在设计上作了如下安排：
3. 对同一物理量进行多次等精度测量
4. 实验前先进行估测需要测量多少个周期才能达到预期试验精度，根据测量精度的要求设计试验
5. 对不同的物理量选用适当的仪器进行测量

在具体测量时要注意：

1. 测量金属丝直径时，选取不同位置处的直径，取平均值
2. 仪器的读数与记录无误
3. 测量时间准确记录特定周期数的时间长度

**实验总结：**

本次实验涉及在正式实验前根据要求的实验精度进行估算，但考虑到耗时成本，测量周期数也不宜过多。根据不确定度分析结果，实验最终精度未能满足要求，说明设计的周期数偏小，仍需改进。