# 用三线摆、扭摆测量刚体的转动惯量-实验报告

**姓名：夏弘宇 学号：2023011004 实验日期：20241105 实验组/台号：M11**

## 【实验目的】

1. 学习质量、长（高）度、摆动周期（时间）等基本物理量测量及其相应仪器的使用

2. 掌握用三线摆和扭摆测量刚体转动惯量的原理和方法；

3. 加深对刚体转动运动的有关概念及定理的理解。

## 【数据处理】

1. 用三线摆测量转动惯量



1. 三线摆摆盘转动惯量





其中

计算不确定度：注意

则

思考：根据测量不确定度的估算过程，分析本实验中上下圆盘间竖直距离H是否有必要进行多次测量？

答：没有必要，因为不确定度都来自于仪器误差。

1. 钢球对其质心轴的转动惯量Jc



先计算整体的值



计算不确定度：

则

再计算小钢球的转动惯量





则

理论值

则相对误差为

2. 验证平行轴定理





理论值

相对误差为

3. 用扭摆测定转动惯量及金属丝的切变模量







(1)大圆环转动惯量

加大环时，大环对悬线的转动惯量为：







则

(2)扭摆转动惯量和金属丝的切变模量











又因为，所以切变模量





(3)含小圆环转动惯量







则测出的三爪盘的转动惯量为：

又因为，所以切变模量



在本实验中，约定小环测出的值作为理论值，以此计算大环测出的值的相对误差。三爪盘的转动惯量的相对误差为：



悬线的切变模量的相对误差为：



## 【实验总结】

经测量得到三线摆和扭摆空摆的转动惯量，并且以之为标定计算带负载时的情况，得出刚体转动惯量的理论值，并与测量值进行比较。分析测量相对误差，对照实验结果，在误差范围内进行理论验证，并讨论误差的可能来源。

误差分析：各种仪器精度误差、摆在开始摆动时可能存在水平运动分量、可能存在风等环境因素印象、实验者测量产生偶然误差、实验器材固有问题，如球不是完美圆球，并且可能出现生锈等情况。

这里着重说明一下小球转动惯量出现非常大实验误差的情况：由于小球的转动惯量比摆盘小一个数量级，相对于小球的测量误差可能会更大，如果将代入的t=37.367s改成最小值36.504s，就能使得误差减小到100%以下，而如此短的时间差极可能产生于各种随机扰动、水平运动分量的影响等，因此该处产生较大误差合乎情理。要想减小误差，需要提高仪器精度，减少外部扰动影响等。

验证平行轴定理时，实验误差也超过了5%，参考上述误差分析过程。

其余数据都与理论值差异较小，满足5%的要求。总之本次实验总体顺利，感谢助教的悉心指导！

## 【思考题】

1. 三线摆在摆动过程中要受到空气的阻尼，振幅会越来越小，它的周期是否会随时间而变化？

·根据阻尼振动的结论，当阻尼系数β小于固有角频率𝛚𝟎时，周期不变。

2. 在三线摆下圆盘上加上待测物体后的摆动周期是否一定比不加物体时的周期大？

·三线摆下盘质量与转动惯量的关系：，由此式不难发现周期是否增大，要看转动惯量与质量的比值是否增大。

3. 证明三线摆的机械能为，并求出运动的微分方程，从而导出转动惯量公式。

·下盘旋转θ时，增加高度

机械能：

## 【原始数据记录】

