

篇一：大学物理实验报告 测量刚体的转动惯量

测量刚体的转动惯量

实验目的：

1. 用实验方法验证刚体转动定律，并求其转动惯量；
2. 观察刚体的转动惯量与质量分布的关系
3. 学习作图的曲线改直法，并由作图法处理实验数据。

二.实验原理：

1. 刚体的转动定律

具有确定转轴的刚体，在外力矩的作用下，将获得角加速度 β ，其值与外力矩成正比，与刚体的转动惯量成反比，即有刚体的转动定律：

$$M = I\beta \quad (1)$$

利用转动定律，通过实验的方法，可求得难以用计算方法得到的转动惯量。

2. 应用转动定律求转动惯量

图片已关闭显示，[点此查看](#)

如图所示，待测刚体由塔轮，伸杆及杆上的配重物组成。刚体将在砝码的拖动下绕竖直轴转动。

设细线不可伸长，砝码受到重力和细线的张力作用，从静止开始以加速度 a 下落，其运动方程为 $mg - T = ma$ ，在 t 时间内下落的高度为 $h = at^2/2$ 。刚体受到张力的力矩为 Tr 和轴摩擦力矩 M_f 。由转动定律可得到刚体的转动运动方程： $Tr - M_f = I\beta$ 。绳与塔轮间无相对滑动时有 $a = r\beta$ ，上述四个方程得到：

$$2m(g - a)r - M_f = 2hI/rt \quad (2)$$

M_f 与张力矩相比可以忽略，砝码质量 m 比刚体的质量小的多时有 $a \ll g$

所以可得到近似表达式：

$$2mgr = 2hI/rt \quad (3)$$

式中 r 、 h 、 t 可直接测量到， m 是试验中任意选定的。因此可根据 (3) 用实验的方法求得转动惯量 I 。

3. 验证转动定律，求转动惯量

从 (3) 出发，考虑用以下两种方法：

2a. 作 m^{-1}/t 图法：伸杆上配重物位置不变，即选定一个刚体，取固定力臂 r 和砝码下

落高度 h ，(3) 式变为：

$$2m = k_1/t \quad (4)$$

2 式中 $k_1 = 2hi/ gr$ 为常量。上式表明：所用砝码的质量与下落时间 t 的平方成反比。实验中选用一系列的砝码质量，可测得一组 m 与 $1/t$ 的数据，将其在直角坐标系上作图，应是直线。即若所作的图是直线，便验证了转动定律。

222 从 $m - 1/t$ 图中测得斜率 k_1 ，并用已知的 h 、 r 、 g 值，由 $k_1 = 2hi/ gr$ 求得刚体的 i 。

b. 作 $r - 1/t$ 图法：配重物的位置不变，即选定一个刚体，取砝码 m 和下落高度 h 为固定值。将式 (3) 写为：

$$r = k_2/t \quad (5)$$

式中 $k_2 = (2hi/ mg)$ 是常量。上式表明 r 与 $1/t$ 成正比关系。实验中换用不同的塔轮半径 r ，测得同一质量的砝码下落时间 t ，用所得一组数据作 $r - 1/t$ 图，应是直线。即若所作图是直线，便验证了转动定律。

1/21/2 从 $r - 1/t$ 图上测得斜率，并用已知的 m 、 h 、 g 值，由 $k_2 = (2hi/ mg)$ 求出刚体的 i 。

三.实验仪器

刚体转动仪，滑轮，秒表，砝码。

四.实验内容

1. 调节实验装置：调节转轴垂直于水平面

调节滑轮高度，使拉线与塔轮轴垂直，并与滑轮面共面。选定砝码下落起点到地面的高度 h ，并保持不变。

2. 观察刚体质量分布对转动惯量的影响

取塔轮半径为，砝码质量为 $20g$ ，保持高度 h 不变，将配重物逐次取三种不同的位置，分别测量砝码下落的时间，分析下落时间与转动惯量的关系。本项实验只作定性说明，不作数据计算。

3. 测量质量与下落时间关系：

测量的基本内容是：更换不同质量的砝码，测量其下落时间 t 。

用游标卡尺测量塔轮半径，用钢尺测量高度，砝码质量按已给定数为每个；用秒表记录下落时间。

将两个配重物放在横杆上固定位置，选用塔轮半径为某一固定值。将拉线平行缠绕在轮上。逐次选用不同质量的砝码，用秒表分别测量砝码从静止状态开始下落到达地面的时间。对

每种质量的砝码，测量三次下落时间，取平均值。砝码质量从 5g 开始，每次增加 5g，直到 35g 止。

用所测数据作图，从图中求出直线的斜率，从而计算转动惯量。

4. 测量半径与下落时间关系

测量的基本内容是：对同一质量的砝码，更换不同的塔轮半径，测量不同的下落时间。将两个配重物选在横杆上固定位置，用固定质量砝码施力，逐次选用不同的塔轮半径，测砝码落地所用时间。对每一塔轮半径，测三次砝码落地之间，取其平均值。注意，在更换半径是要相应的调节滑轮高度，并使绕过滑轮的拉线与塔轮平面共面。由测得的数据作图，从图上求出斜率，并计算转动惯量。

五.实验数据及数据处理：

$r-1/t$ 的关系：

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

由此关系得到的转动惯量 $i=103\text{kgm}^2$

$m-(1/t)^2$ 的关系：

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

由此关系得到的转动惯量 $i=103\text{kgm}^2$

六.实验结果：

验证了转动定律并测出了转动惯量。由 $r-1/t$ 关系得到的转动惯量 $i=10$

由 $m-1/t$ 的关系得到转动惯量 $i=103\text{kgm}^2. 23\text{kgm}^2$

七.实验注意事项：

1. 仔细调节实验装置，保持转轴铅直。使轴尖与轴槽尽量为点接触，使轴转动自如，且不能摇摆，以减少摩擦力矩。

2. 拉线要缠绕平行而不重叠，切忌乱绕，以防各匝线之间挤压而增大阻力。

3. 把握好启动砝码的动作。计时与启动一致，力求避免计时的误差。

4. 砝码质量不宜太大，以使下落的加速度 a 不致太大，保证 $a \ll g$ 条件的满足。

八.实验思考题：

1. 定性分析实验中的随机误差和可能的系统误差。

答：随机误差主要出现在计时与启动的一致性上面还有，拉线的平行情况。系统误差主要是轴的摩擦及空气阻力。

篇二：刚体转动惯量的测定实验报告

刚体转动惯量的测定

物本 1001 班

张胜东 (0024)

李春雷 (0059)

郑云娟 (0019)

刚体转动惯量的测定实验报告

【实验目的】

1. 熟悉扭摆的构造、使用方法和转动惯量测试仪的使用。
2. 用扭摆测定弹簧的扭转常数 k 和几种不同形状的物体的转动惯量，并与理论值进行比较。

3. 验证转动定理和平行轴定理。 【实验仪器】

(1) 扭摆（转动惯量测定仪）。

(2) 实心塑料圆柱体、空心金属圆桶、细金属杆和两个金属块及支架。 (3) 天平。

(4) 游标卡尺。 (5) hld-th-ii

转动惯量测试仪（计时精度

）

图片已关闭显示，[点此查看](#)

。

图片已关闭显示，[点此查看](#)

【实验原理】

1. 扭摆

扭摆的构造如图所示，在垂直轴 1 上装有一根薄片状的螺旋弹簧 2，用以产生恢复力矩。在轴的上方可以装上各种待测物体。垂直轴与支座间装有轴承，以降低磨擦力矩。3 为水平仪，用来调整系统平衡。

将物体在水平面内转过一角度 θ 后，在弹簧的恢复力矩作用下物体就开始绕垂直轴作往返扭转运动。根据虎克定律，弹簧受扭转而产生的恢复力矩 m 与所转过的角度 θ 成正比，即

$$m = -k\theta \quad (1) \quad \text{式中，} k \text{ 为弹簧的扭转常数，根据转动定律 } m = i\beta$$

式中， i 为物体绕转轴的转动惯量， β 为角加速度，由上式得

$$m = -k\theta \quad (2)$$

k

忽略轴承的磨擦阻力矩，由 (1)、(2) 得

$$i \frac{d^2\theta}{dt^2} + k\theta = 0 \quad (3)$$

idt

上述方程表示扭摆运动具有角简谐振动的特性，角加速度与角位移成正比，且方向相反。此方程的解为：

$$\theta = a \cos(\omega t + \phi) \quad (4)$$

式中， a 为谐振动的角振幅， ϕ 为初相位角， ω 为角速度，此谐振动的周期为

T

2π

2π

i

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{i}{k}} \quad (5)$$

由 (5) 可知，只要实验测得物体扭摆的摆动周期，并在 i 和 k 中任何一个量已知时即可计算出另一个量。

本实验用一个几何形状规则的物体，它的转动惯量可以根据它的质量和几何尺寸用理论公式直接计算得到，再算出本仪器弹簧的 k 值。若要测定其它形状物体的转动惯量，只需将待测物体安放在本仪器顶部的各种夹具上，测定其摆动周期，由公式 (3) 即可算出该物体绕转动轴的转动惯量。

2. 弹簧的扭转系数

实验中用一个几何形状规则的物体（塑料圆柱体），它的转动惯量可以根据它的质量和集合尺寸用理论公式直接计算得到，再由实验数据算出本一起弹簧的 k 值。方法如下：（1）测载物盘摆动周期 t_0 ，由（5）式得其转动惯量为：

（2）塑料圆柱放在载物盘上，测出摆动周期 t_1 ，由（5）式其总惯量为：

（3）塑料圆柱的转动惯量理论值为

则由得：

3. 测任意物体的转动惯量

若要测定其它形状物体的转动惯量，只需将待测物体安放在本仪器顶部的各种夹具上，测其摆动周期，即可算出该物体绕转动轴的转动惯量。

待测物体的转动惯量为

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

4. 转动惯量的平行轴定理

理论分析证明，若质量为 m 的物体绕通过质心轴的转动惯量为 i_0 时，当转轴平行移动距离 x 时，则此物体对新轴线的转动惯量变为

$$i=i_0+mx^2(6)$$

称为转动惯量的平行轴定理。【实验步骤】

测定弹簧的扭转系数 k 及各种物体的转动惯量。

（1）用游标卡尺分别测定各物体的外形尺寸（各量重复测定六次），用天平测出相应质量

（2）调整扭摆基地脚螺丝，是水平仪的气泡位于中心。

（3）将金属载物盘卡紧在扭摆垂直轴上，调节它使之静止时正对传感器。给一个力矩，测出摆动周期 t_0 。

（4）将塑料圆柱体垂直放在载物盘上，测出摆动周期 t_1 。（5）用金属圆筒代替塑料圆柱体，测出摆动周期 t_2 。 2 验证平行轴定理

（1）取下载物盘，将金属细杆及夹具卡紧在扭摆垂直轴上（金属细杆中心必须与转轴重合），测定摆动周期 t_3 。

(2) 将滑块对称放置在细杆两边的凹槽内，此时滑块质心离转轴的距离分别为，，，，厘米，测定摆动周期 t 。此时由于周期较长，可将摆动次数减少。

【数据记录及处理】

设周期的误差限为 Δ ，其标准差 s ，（ k 为与该未定系差分量的可能分布有关的常数），故： $s_{\text{周期}} = \frac{\Delta}{k}$ ， $s_{\text{卡尺}} =$

$s_{\text{天平}} =$

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

则有： $t_0 =$

$=$

$\Delta =$

$k =$ 图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

kg^*

$\Delta i_2 = \text{kg}^*$

$= * \text{kg}^*$

百分误差： $e = \% 2$ 。验证平行轴定理

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

由表格中的数据得，故平行轴定理得到验证。

图片已关闭显示，[点此查看](#)

篇三：实验报告-用扭摆法测定物体的转动惯量

扭摆法测定物体的转动惯量

实验原理：

1. 扭摆运动——角简谐振动

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

(1)

此角谐振动的周期为

图片已关闭显示, 点此查看

(2)

图片已关闭显示, 点此查看

式中,

图片已关闭显示, 点此查看

2

图片已关闭显示, 点此查看

. 弹簧的扭转系数

实验中用一个几何形状规则的物体, 它的转动惯量可以根据它的质量和几何尺寸用理论公式直接计算得到,

图片已关闭显示, 点此查看

再由实验数据算出本仪器弹簧的 (1

图片已关闭显示, 点此查看

) 测载物盘摆动周期

值。方法如下:

的测定:

为弹簧的扭转常数式中,

为物体绕转轴的转动惯量。

, 由 (2) 式其转动惯量为

图片已关闭显示, 点此查看

(2)

图片已关闭显示, 点此查看

) 塑料圆柱体放在载物盘上, 测出摆动周期

, 由 (2) 式其总转动惯量为

图片已关闭显示, 点此查看

(3) 塑料圆柱体的转动惯量理论值为

图片已关闭显示, 点此查看

图片已关闭显示, 点此查看

则由

, 得

图片已关闭显示, 点此查看

(周期我们采用多次测量求平均值来计算)

3. 测任意物体的转动惯量:

若要测定其它形状物体的转动惯量, 只需将待测物体安放在本仪器顶部的各种夹具上, 测定其摆动周期, 即

可算出该物体绕转动轴的转动惯量。

根据 2 内容, 载物盘的转动惯量为

图片已关闭显示, 点此查看

待测物体的转动惯量为

图片已关闭显示, 点此查看

4. 转动惯量的平行轴定理

图片已关闭显示, 点此查看

实验内容与要求:

必做内容:

1. 熟悉扭摆的构造及使用方法, 以及转动惯量测试仪的使用方法。调整扭摆基座底脚螺丝, 使水平仪的气

泡位于中心。(认真阅读仪器使用方法和实验注意事项)

2

图片已关闭显示, 点此查看

. 测定扭摆的弹簧的扭转常数

图片已关闭显示, 点此查看

3

图片已关闭显示, 点此查看

. 测定塑料圆柱(金属圆筒)的转动惯量

4. 测定金属细杆+

图片已关闭显示, 点此查看

。

。并与理论值比较，求相对误差。

，写出

。

。滑块对称放置在细杆两边的凹槽内，改变滑块在金属细杆上的位置，验证转动惯量平行轴定理。数据记录：

一、测定弹簧的扭转系数

及各种物体的转动惯量：

；

图片已关闭显示，[点此查看](#)

；

图片已关闭显示，[点此查看](#)

表格一：

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

二、验证平行轴定理：

表格二： ；

； ； ； 。

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示，[点此查看](#)

图片已关闭显示, 点此查看

图片已关闭显示, 点此查看

滑块的总转动惯量为:

数据处理: (要求同学们写出详细的计算过程)

1. 计算弹簧的扭转系数

;

;

;;

;;

;

2. 计算物体的转动惯量 (公式见表格)

3. 验证平行轴定理 (公式见表格)

;

;

拓展与设计内容: (实验方法步骤、数据表格自行设计)。

图片已关闭显示, 点此查看

1. 滑块不对称时平行轴定理的验证, 并与滑块对称放置的结果进行对比。

2. 测量某种不规则物体的转动惯量。

注意事项:

1. 由于弹簧的扭转系数不是固定常数, 与摆角有关, 所以在实验中测周期时摆角应相同

(例如

图片已关闭显示, 点此查看

均取

2. 给扭摆初始摆角是应逆时针旋转磁柱, 避免弹簧振动, 且放手时尽量避免对磁柱施力。

3. 被测物件避免磕碰。

思考题:

-) 数字计时仪的仪器误差为, 实验中为什么要测量 20 个周期
- (2) 如何用转动惯量测试仪测定任意形状物体绕特定轴的转动惯量
- (3) 在用扭摆测定物体转动惯量实验中, 弹簧扭转系数越大, 摆动周期是否越大
- (4) 实验中测量物体摆动周期时, 摆角为何要取确定值, 你认为摆角取多少合适)。

篇四: 大学物理实验转动惯量的测量(实验报告)

测量物体的转动惯量

1. 刚体的转动定律

具有确定转轴的刚体, 在外力矩的作用下, 将获得角加速度 β , 其值与外力矩成正比, 与刚体的转动惯量成反比, 即有刚体的转动定律:

$$M = I\beta \quad (1)$$

利用转动定律, 通过实验的方法, 可求得难以用计算方法得到的转动惯量。 2 应用转动定律求转动惯量

如图所示, 待测刚体由塔轮, 伸杆及杆上的配重物组成。刚体将在砝码的拖动下绕竖直轴转动。

设细线不可伸长, 砝码受到重力和细线的张力作用, 从静止开始以加速度 a 下落, 其运动方程为 $mg - T = ma$, 在 t 时间内下落的高度为 $h = at^2/2$ 。刚体受到张力的力矩为 Tr 和轴摩擦力矩 M_f 。由转动定律可得到刚体的转动运动方程: $Tr - M_f = I\beta$ 。绳与塔轮间无相对滑动时有 $a = r\beta$, 上述四个方程得到:

$$m(g - a)r - M_f = 2hI/rt^2 \quad (2)$$

M_f 与张力矩相比可以忽略, 砝码质量 m 比刚体的质量小的多时有 $a \ll g$, 所以可得到近似表达式:

$$mgr = 2hI/rt^2 \quad (3)$$

式中 r 、 h 、 t 可直接测量到, m 是试验中任意选定的。因此可根据 (3) 用实验的方法求得转动惯量 I 。

3. 验证转动定律, 求转动惯量从 (3) 出发, 考虑用以下两种方法:

a. 作 $m - 1/t^2$ 图法: 伸杆上配重物位置不变, 即选定一个刚体, 取固定力臂 r 和砝码下落高度 h , (3) 式变为:

$$m = k1/t^2 \quad (4)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/138122074077006035>