



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 大学物理-基础实验 | 实验数据处理

姓名

学号

班级

日期

# 质量与密度的测量

## 1 卡尺法测量金属柱体的密度

铜块质量为  $m = 163.46\text{g}$ , 铜块直径  $d = 2.508\text{cm}$ , 铜块长度为  $H = 4.010\text{cm}$

计算铜块的密度为

$$\rho = \frac{4m}{\pi H D^2} = \frac{4 \times 163.46}{\pi 2.508^2 \times 4.010} = 8.25\text{g/cm}^3$$

## 2 液体法测量物体密度

### 2.1 实验原理

利用阿基米德原理和牛顿第三定律, 可用电子天平测量金属圆柱体排开液体的质量  $m_0$ 。

先将装有适量水的烧杯放在电子天平上, 读出水的重量  $m_1$ 。然后, 用金属丝悬挂金属圆柱体悬浮在水中, 待物体及示数稳定后, 天平示数即为  $m_2$ 。则  $m_0 = m_1 - m_2$

室温为  $23^\circ\text{C}$ , 查表得水的密度为  $\rho_0 = 0.997563\text{g/cm}^3$

计算可得金属的密度

$$\rho = \frac{m}{m_0} \rho_0 = 8.41\text{g/cm}^3$$

**讨论** 两次实验测量密度有一定偏差, 误差可能包括实验一中铜块不是完全规则的圆柱体, 上表面接金属丝部分有凸起, 因此用游标卡尺测量其高度时存在误差。排水法用电子天平测量, 相对精确。

### 3 用转动定律测量质量

#### 3.1 实验数据

距转轴距离 $r/\text{m}$	0.2500	0.3000	0.3520	0.4000	0.4535
30 次周期的时间 $T/\text{s}$	74.9	71	68.3	66.5	64.9

表 1: 转动定律测量数据

利用最小二乘法拟合得到下图。

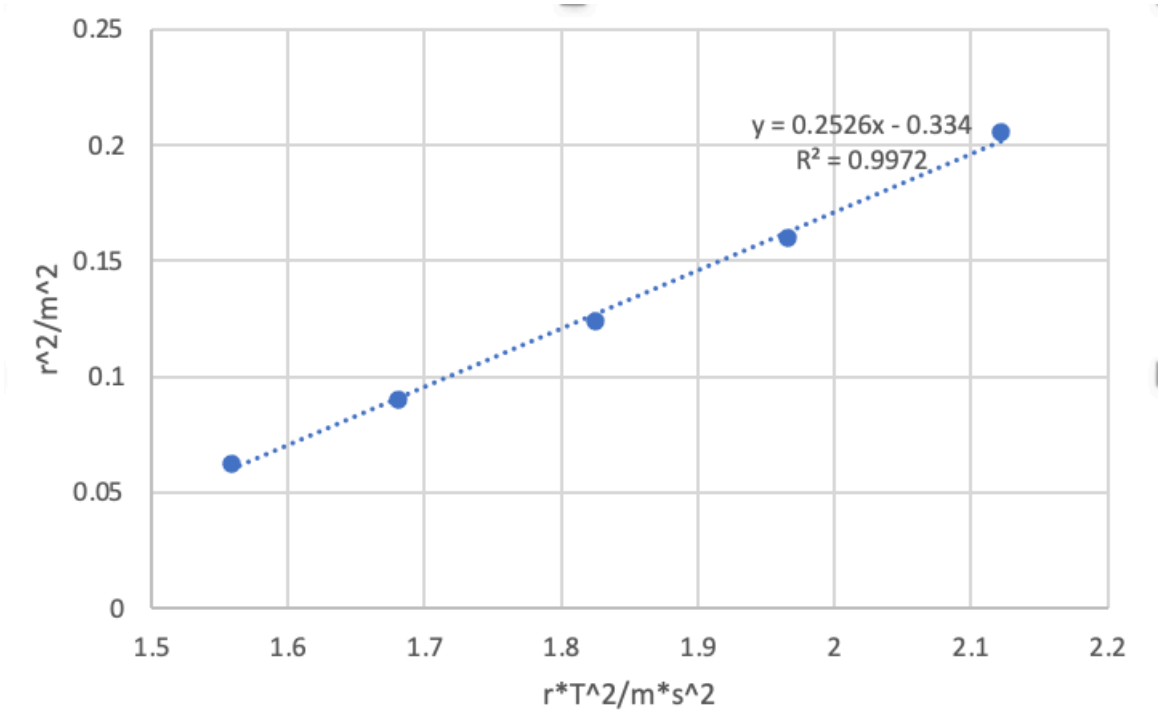


图 1: 木条转动  $r^2$  与  $rT^2$  关系

根据 excel 拟合结果, 截距为

$$b = -0.334 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

根据公式

$$r^2 = \frac{g}{4\pi^2} \cdot rT^2 - \frac{I_C}{2m}$$

计算得转动惯量为

$$I_C = 0.334 \times 0.02076 \text{ g} \cdot \text{m}^2 = 6.933 \text{ g} \cdot \text{m}^2$$

由公式

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{Mgr}{I_C + \frac{1}{12}ML^2 + Mr^2}$$

得物体的质量为

$$M = \frac{I_C}{-\frac{L^2}{12} + \frac{grT^2}{4\pi^2} - r^2} = 55.24g$$

## 4 动力学方法测量质量

### 4.1 方案设计

设托盘、砝码及待测物体的质量分别为  $m_{\text{盘}}, m_{\text{码}} = 99.81g, m$ 。先以托盘为振子, 测量振动 30 个周期的时间, 设振动周期为  $T_1$ , 再以托盘和砝码, 托盘和待测物体为振子, 分别测量 30 个周期, 设振动周期为  $T_2, T_3$ 。

根据弹簧振子周期公式  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  可得

$$\frac{m_{\text{盘}}}{T_1^2} = \frac{m_{\text{盘}} + m_{\text{码}}}{T_2^2} = \frac{m_{\text{盘}} + m}{T_3^2}$$

解得

$$m = \frac{T_3^2 - T_1^2}{T_2^2 - T_1^2} m_{\text{码}}$$

### 4.2 数据处理

测得周期为

$$T_1 = 36.96/30 = 1.232s, T_2 = 52.67/30 = 1.756s, T_3 = 45.70/30 = 1.523s$$

解得待测物体质量为

$$m = \frac{1.523^2 - 1.232^2}{1.756^2 - 1.232^2} = 51.11g$$

**讨论** 本实验中, 仅测量一次数据, 测量周期时人有反应误差, 可能误差较大。