

---

# 质量和密度的测量数据处理

---

PB22000197 李心玥

2023 年 6 月 13 日

## 1 卡尺法测量金属圆柱体的密度

质量 (g)	直径 (mm)	高 (mm)
10.44	11.98	12.52

表 1: 卡尺法测量数据

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi(D/2)^2 h} = \frac{10.44 \times 10^{-3}}{(11.98/2)^2 \times 12.52 \times 10^{-9} \pi} = 7.40 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

## 2 流体静力法测量金属圆柱体的密度

圆柱体质量 (g)	容器与水总质量 (g)	容器、水与浸没的圆柱体总质量 (g)	水温 ( $^{\circ}\text{C}$ )
162.66	572.23	591.55	30.0

表 2: 流体静力法测量数据

浸没的圆柱体排水质量:

$$\Delta m = 591.55 - 572.23 = 19.32 \text{ g}$$

查表得  $30.0^{\circ}\text{C}$  时的水的密度  $\rho_0 = 0.995672 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 则计算得圆柱体密度:

$$\rho = \frac{m}{\Delta m} \rho_0 = \frac{162.66}{19.32} \times 0.995672 \times 10^3 = 8.38 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

### 3 转动定律测量金属棒质量

r(cm)	t(s)	$r^2(m^2)$	$T(s)$	$rT^2(ms^2)$
20.0	84.42	0.0400	2.814	1.584
25.0	77.88	0.0625	2.596	1.685
30.0	73.64	0.0900	2.455	1.808
35.0	70.38	0.1225	2.346	1.926
40.0	68.53	0.1600	2.284	2.087

表 3: 小铜块转动的数据记录表

由公式  $r^2 = \frac{gr}{4\pi^2} T^2 - \frac{I_C}{2m}$  拟合得  $r^2 - rT^2$  关系曲线如下:

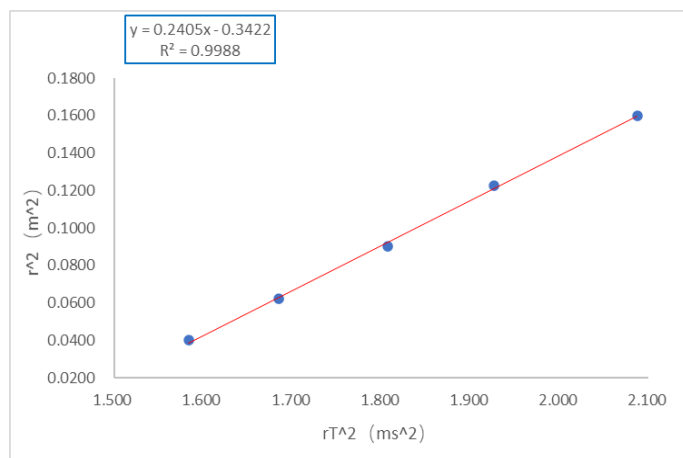


图 1: 线性拟合结果

由图 1 得截距  $b = -\frac{I_C}{2m} = -0.3422m^2$ , 已知  $m = 10.44g$ , 故:

$$I_C = -2mb = -2 \times 10.44 \times 10^{-3} \times (-0.3422) = 7.145 \times 10^{-3} kg \cdot m^2$$

r(cm)	L(cm)	t(s)	T(s)
30.0	6.20	53.18	1.772

表 4: 金属棒转动的数据记录表

将表 4 数据代入公式得金属棒的质量:

$$M = \frac{I_C}{\frac{gr}{4\pi^2} T^2 - \frac{1}{12} L^2 - r^2} = \frac{7.145 \times 10^{-3}}{\frac{9.8 \times 0.3}{4\pi^2} \times 1.772^2 - \frac{1}{12} \times 0.062^2 - 0.3^2} = 49.87g$$

## 4 模拟失重环境利用弹簧测量物体质量

### 4.1 实验方案设计

设砝码托质量为  $m_0$ ，空砝码托的振动周期为：

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}} \quad (1)$$

砝码托上放置一个质量为  $m_1$ （已知）的砝码，振动周期变为：

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + m_1}{k}} \quad (2)$$

砝码托上放置质量为  $m$ （未知）的待测物体，振动周期变为：

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + m}{k}} \quad (3)$$

分别测出  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T$ ，联立式（1）和式（2）可以解出  $k$ ,  $m_0$ ，再代入式（3）即可求得待测物体的质量  $m$

### 4.2 数据处理

$t_0(\text{s})$	$t_1(\text{s})$	$t(\text{s})$	$T_0(\text{s})$	$T_1(\text{s})$	$T(\text{s})$
36.13	52.21	45.35	1.204	1.740	1.512

表 5: 三次振动的周期测量（测 30 个周期）

已知砝码的质量  $m_1 = 99.77\text{g}$ ，代入式（1）和式（2）联立的方程组得：

$$\begin{cases} 1.204 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}} \\ 1.740 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0 + 0.09977}{k}} \end{cases}$$

解得： $k = 2.496\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ,  $m_0 = 91.65\text{g}$ ，代入式（3）得待测物体质量：

$$m = \frac{T^2}{4\pi^2}k - m_0 = \frac{1.512^2}{4\pi^2} \times 2.496 - 0.09165 = 52.89\text{g}$$