



大学物理-基础实验 | 实验报告

姓名 王元叙
学号 PB22000195
班级 22 级少年班学院 5 班
日期 2023 年 6 月 20 日

质量与密度的测量

1 卡尺法测量金属圆柱体的密度

金属圆柱体质量 m 为

$$m = 10.33 \text{ g}$$

其直径 D 为

$$D = 12.00 \text{ mm}$$

其高度 H 为

$$H = 12.03 \text{ mm}$$

因此, 其密度为

$$\rho = \frac{\bar{m}}{\frac{\pi}{4}HD^2} = \frac{10.33}{\frac{\pi}{4} \times 12.03 \times 12.00^2} = \frac{1033}{43308\pi} \text{ g/cm}^3 = 7.59 \text{ g/cm}^3$$

2 流体静力称衡法测量金属圆柱体的密度

金属圆柱体质量 m 为

$$m = 163.17 \text{ g}$$

金属圆柱体排开液体质量 m_0 为

$$m_0 = 19.45 \text{ g}$$

实验前两两次测量水温分别为 $T_0 = 25.4^\circ\text{C}$, $T_1 = 25.5^\circ\text{C}$, 取平均 25.5°C 。查表可得水的密度取 $\rho_0 = 0.996940 \text{ g/cm}^3$ 。因此, 金属圆柱体的密度为

$$\rho = \frac{m}{m_0}\rho_0 = \frac{163.17}{19.45} \times 0.996940 \text{ g/cm}^3 = 8.36 \text{ g/cm}^3$$

3 利用转动定律测量金属棒的质量

表 1: 利用转动定律测量金属棒的质量

$r(\text{cm})$	$t(\text{s})$	$r^2(\text{m}^2)$	$T(\text{s})$	$rT^2(\text{ms}^2)$
20	84.48	2.816	0.0400	158.5971
25	77.87	2.596	0.0625	168.4371
30	73.62	2.454	0.0900	180.6635
35	70.41	2.347	0.1225	192.7943
40	68.59	2.286	0.1600	209.0928

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:

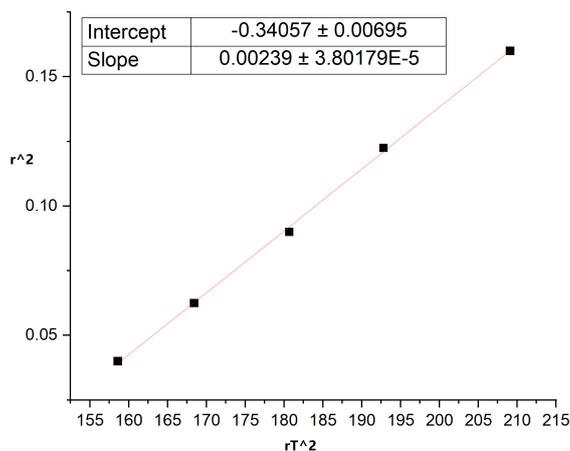


图 1: Origin 最小二乘法拟合

由图 1 得截距 $b = -\frac{I_C}{2m} = -0.3406\text{m}^2$, 已知 $m = 10.33\text{ g}$, 故:

$$I_C = -2mb = -2 \times 10.33 \times 10^{-3} \times (-0.3406) = 7.037 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

我们测量得到数据

$$T = \frac{46.47}{30} \text{ s} = 1.775 \text{ s}, \quad L = 62.10 \text{ mm}, r = 30.00 \text{ cm}$$

利用如下公式

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{m_1gr}{I_C + \frac{1}{12}m_1L^2 + m_1r^2}$$

可得金属棒的质量为

$$M = \frac{I_C}{\frac{gr}{4\pi^2}T^2 - \frac{1}{12}L^2 - r^2} = \frac{7.037 \times 10^{-3}}{\frac{9.8 \times 0.30}{4\pi^2} \times 1.775^2 - \frac{1}{12} \times 0.0621^2 - 0.30^2} = 48.76 \text{ g}$$

4 动力学方法测量物体的质量

首先, 以托盘为振子, 该弹簧振子周期为 T_1 , 测量 30 个周期。然后, 以托盘和砝码为振子, 该弹簧振子周期为 T_2 , 测量 30 个周期。最后, 以托盘和待测物体为振子, 该弹簧振子周期为 T_3 , 测量 30 个周期。

根据关系式

$$\frac{m_1}{T_1^2} = \frac{m_1 + m_2 \text{ 砝}}{T_2^2} = \frac{m_1 + m_3}{T_3^2}$$

可知待测物体质量为

$$m_3 = \frac{T_3^2 - T_1^2}{T_2^2 - T_1^2} m_2$$

根据砝码上的标签读出 $m = 99.85 \text{ g}$ 测量得到:

$$T_1 = 37.23 \text{ s}, T_2 = 54.11 \text{ s}, T_3 = 46.35 \text{ s}$$

计算得到:

$$T_1 = 1.241 \text{ s}, T_2 = 1.804 \text{ s}, T_3 = 1.545 \text{ s}$$

因此, 待测物体质量为

$$m_3 = \frac{T_3^2 - T_1^2}{T_2^2 - T_1^2} m_2 = \frac{397854322}{8571675} \text{ g} = 46.42 \text{ g} .$$