



南昌大学实验报告

学生姓名： 马文青 学 号： 5502215035 专业班级： 应用物理学 152 班
实验类型： ☐ 验证 ☐ 综合 ☐ 设计 ☐ 创新 实验日期： 2016.3.17 实验成绩： _____

一、实验项目名称

基本测量实验（实验之一：长度和圆柱体体积的测量，实验之二：密度的测量）

二、实验目的

实验之一：1、掌握游标的原理，学会正确使用游标卡尺。

2、了解螺旋测微器的结构和原理，学会正确使用螺旋测微器。

3、掌握不确定度和有效数字的概念，正确表达测量结果。

实验之二：1、掌握物理天平的正确使用方法。

2、用流体静力称衡法和比重瓶法测定形状不规则的固体和液体的密度（本次实验使用的是流体静力称衡法）。

3、进一步练习间接测量量的不确定度传递运算，正确表达测量结果。

三、实验原理

实验之一： 当待测物体是一直径为 d 、高度为 h 的圆柱体时，物体的体积为：

$$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$$

只要用游标卡尺测出高度 h ，用螺旋测微器测出直径 d ，代入此公式就可算出该圆柱体的体积。

一般说来，待测圆柱体各个断面大小和形状都不尽相同。从不同方位测量它的直径，数值会稍有差异；圆柱体的高度各处不完全一样。为此，要精准测定圆柱体的体积，必须在它的不同位置测量直径和高度，求出直径和高度的算术平均值。

实验之二： 若一物体的质量为 m ，体积为 V ，则它的密度为：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

因此，密度是间接测量。实验中，可用天平测出物体的质量。对于形状规则的固体，可通过测出它的外形尺寸直接算出体积，而对于液体或形状不规则的固体，其外形不定或难以简化为若干易测尺寸的函数，难算出其体积。这个问题，可选用流体静力称衡法，把密度的测量转化为质量测量问题；对于液体和某些固体的密度，还可采用比重瓶法测定。

流体静力称衡法

根据阿基米德原理，物体在液体中所受的浮力等于它所排开的液体的质量。若不计空气浮力，设物体在空气中的质量为 $m_1 g$ ，全部浸入液体中的视重为 $m_2 g$ ，则物体在液体中受的浮力为：

$$(m_1 - m_2)g = \rho_l Vg$$

根据阿基米德原理可知：

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_t}$$

式中， ρ_t 为液体在室温时的密度。由上式得被测物体的密度为：

$$\rho = \frac{m_1}{V} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \rho_t$$

实验中，液体通常用水，此式只适用于被测物体的密度 $\rho > \rho_t$ 。

如果将上述物体再浸入密度为 ρ' 的待测液体中，并称出此时的物体重量 m_3g ，则物体所受浮力为 $(m_1 - m_3)g$ ，且

$$(m_1 - m_3)g = \rho' Vg$$

则上两式联立，可解出待测液体的密度为：

$$\rho = \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \rho_t。$$

四、实验仪器

实验之一：游标卡尺、螺旋测微器

实验之二：物理天平、烧杯、温度计、待测物等

五、实验内容及步骤

实验之一：1、用游标卡尺测量圆柱的高度 h

(1) 利用表达式 a/n （其中 a 为主尺刻线间距， n 为游标分度数）确定游标卡尺的最小分度值。

(2) 检查当外卡钳口合拢时，游标零线是否和主尺零线对齐，如不对齐，则读出这个初读数（即零点偏差）。

(3) 用游标卡尺在圆柱体不同部位测量高度五次，将测得的结果填入自拟表中。

2、用螺旋测微器测圆柱直径 d

(1) 弄清所用螺旋测微器的量程、精度和最大允差，并读出零点偏差。

(2) 在圆柱体的不同部位测直径五次，分别填入自拟表中。

实验之二：1、将待测物体用细线悬挂在天平左方的小钩上，称出其质量 m_1 。

2、将盛有大半杯纯水的杯子放在天平左边的托盘上，然后将细线悬挂的待测物体全部浸没在水中（切勿与杯底或杯壁相碰），称出物体在水中的质量 m_2 。

3、从附表中查出室温为 t 时纯水的密度 ρ_0 ，按式计算出物体的密度。

六、数据记录及处理（一定要有数据计算的具体步骤，要进行不确定度的计算）

实验之一：1、游标主尺零线对齐。

2、螺旋测微器零点偏差： -0.275mm 。

测量值：

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| h/mm | 30.16 | 30.24 | 30.16 | 30.10 | 30.20 | 30.17 |
| d/mm | 14.375 | 14.724 | 16.680 | 14.671 | 14.735 | 14.709 |

计算：游标卡尺 A 类不确定度：
$$\Delta_A = \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.11$$

故 $u_h = \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_B^2} \approx 0.11$

同理有螺旋测微器不确定度 $u_d=0.028$

所以 $h = 30.17 \pm 0.52 \text{ mm}$

$d = 14.434 \pm 0.028 \text{ mm}$

所以 $(\frac{u_v}{V})^2 = (\frac{2u_d}{d})^2 + (\frac{u_h}{h})^2, u_v = \bar{V} \cdot \frac{u_v}{V}$

经计算， $\bar{V} = 4936.72 \text{ mm}^3$

所以得， $u_v = 26 \text{ mm}^3$

所以 $V = 4936.72 \pm 26 \text{ mm}^3$

实验之二： $m_1=16.44 \text{ g}$ $m_2=10.42 \text{ g}$ $T=15^\circ\text{C}$ $\rho=0.9913 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

计算：由数据得，

$$\rho = \frac{m_1}{V} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \rho_0 = \frac{16.44}{16.44 - 10.42} 0.9913 = 2.71 \text{ g} / \text{cm}^3$$

七、实验结果分析与小结

实验之一：1、测量次数偏少，实验结果可能有误差。

2、测量时，可能由于读数问题导致偶然误差。

实验之二：1、测量次数偏少，实验结果可能有误差。

2、对室温的错误估计可能导致实验偏差。

3、天平的稳定调节和读数也可能导致误差。

总结：做实验时要秉持认真态度，反复测量，尽量减少偶然误差，提高准确度，不确定度也需要认真计算。

八、附上原始数据

(见下页)



南昌大学实验报告

学生姓名: 马文青 学号: 1102215035 专业班级: 应用物理学152班

实验类型: ☐验证 ☐综合 ☐设计 ☐创新 实验日期: 2016.3.17 实验成绩: _____

实验之一: ①游标零线与主尺零线对齐 ②螺旋测微器零点偏差: -0.215mm

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| h/mm | 30.16 | 30.24 | 30.16 | 30.10 | 30.20 | 30.17 |
| d/mm | 14.735 | 14.724 | 14.680 | 14.671 | 14.735 | 14.709 |

实验之二

$m_1 = 16.44\text{g}$ $m_2 = 10.42\text{g}$ $T = 15^\circ\text{C}$ $\rho = 0.9913 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

