



# 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：

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

根据阿基米德原理可知：

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

式中,  $\rho_t$  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  $\rho'$  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

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

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  $\rho_0$ , 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:  $-0.275\text{mm}$ 。

测量值:

	1	2	3	4	5	平均值
$h/\text{mm}$	30.16	30.24	30.16	30.10	30.20	30.17
$d/\text{mm}$	14.375	14.724	16.680	14.671	14.735	14.709

$$\Delta_A = \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.11$$

计算：游标卡尺 A 类不确定度：

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

同理有螺旋测微器不确定度  $u_d = 0.028$

$$\text{所以 } h = 30.17 \pm 0.52 \text{ mm}$$

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

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

所以

$$\text{经计算, } \bar{V} = 4936.72 \text{ mm}^3$$

$$\text{所以得, } u_v = 26 \text{ mm}^3$$

$$\text{所以 } V = 4936.72 \pm 26 \text{ mm}^3$$

实验之二： $m_1 = 16.44 \text{ g}$     $m_2 = 10.42 \text{ g}$     $T = 15^\circ\text{C}$     $\rho_0 = 0.9913 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

计算：由数据得，

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

## 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: 1502215035 专业班级: 应用物理152班

实验类型: 验证 综合 设计 创新 实验日期: 2016.3.1 实验成绩: \_\_\_\_\_

实验之一: ① 游标零线与主尺零线对齐 ② 爆旋测微器零点偏差: -0.275mm

	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	14.729	14.680	14.671	14.735	14.709

## 实验之二

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

方利广  
1015