

大学物理实验报告

基本测量实验报告

专 业： 自动化 153 班

学生姓名： 廖俊智

学号： 6101215073

指导教师： 肖晴

完成时间： 2016 年 3 月 14 日

基本测量实验

实验之一：

一、实验项目名称：圆柱体体积的测量

二、实验目的：

- 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。

三、实验原理

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

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

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

四、实验仪器

游标卡尺、螺旋测微器。

五、实验内容及步骤

1.用游标卡尺测量圆柱的高度 h

(1) 利用表达式 a/d (其中 a 为主尺刻度间距， n 为游标分度数) 确定所用的游标卡尺的最小分度值。

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

(3) 用游标卡尺在圆柱体不同部位测量五次，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。

六、数据记录及处理

物理量 次数	1	2	3	4	5
h/mm(未修正)	30.36	30.30	30.32	30.38	30.36
h/mm (修正)	30.20	30.14	30.16	30.22	30.20
d/mm(未修正)	14.872	14.865	14.868	14.879	14.874
d/mm(修正)	14.881	14.874	14.877	14.888	14.883

h 零点误差 +0.16mm

d 零点误差 -0.009mm

1. 写出各直接测量结果表达式。

$$h = \bar{h} \pm u_h$$

$$d = \bar{d} \pm u_d$$

$$\Delta_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, u_h = \sqrt{\Delta_h^2 + \Delta_{B1}^2}$$

$$\Delta_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, u_d = \sqrt{\Delta_d^2 + \Delta_{B2}^2}$$

游标卡尺 B 类不确定度 $\Delta_{B1} = 0.02mm$, 螺旋测微器 B 类不确定度 $\Delta_{B2} = 0.004mm$ 。

解得 $\bar{h} = 30.184\text{mm}$, $u_h = 0.038\text{mm}$, $h = 30.184 + 0.038\text{mm}$;

$\bar{d} = 14.8826\text{mm}$, $u_d = 0.000022\text{mm}$, $d = 14.8826 + 0.000022\text{mm}$ 。

2.按公式计算圆柱体体积的平均 \bar{V} 值及其不确定度 u_V 。

$$\frac{u_V}{\bar{V}} = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln V}{\partial d}\right)^2 (u_d)^2 + \left(\frac{\partial \ln V}{\partial h}\right)^2 (u_h)^2}$$

得到 $\left(\frac{u_V}{\bar{V}}\right)^2 = \left(\frac{2u_d}{d}\right)^2 + \left(\frac{u_h}{h}\right)^2$, 可求得

$\bar{V} = 5250.79\text{mm}^3$, $u_V = 6.61\text{mm}^3$, $V = 5250.79 + 6.61\text{mm}^3$ 。

七、实验结果分析与小结

有测量就有误差, 必须将系统误差和偶然误差降到最低以得到较准确的结果, 本实验通过多次测量取平均值来降低偶然误差, 所计算出的结果的不确定度能直观的表现出结果误差的范围,

此结果中的不确定度 $u_V = 6.61\text{mm}^3$, 与 $\bar{V} = 5250.79\text{mm}^3$ 的比值比较小, 所以结果的可信度比较高。

八、原始数据

物理量 次数	1	2	3	4	5
h/mm(未 修正)	30.36	30.30	30.32	30.38	30.36
h/mm (修 正)	30.20	30.14	30.16	30.22	30.20

d/mm(未修正)	14.872	14.865	14.868	14.879	14.874
d/mm(修正)	14.881	14.874	14.877	14.888	14.883

实验之二：

一、实验项目名称：密度的测量

二、实验目的

- 1.掌握物理天平的正确使用方法。
- 2.用流体静力称衡法测定形状不规则的固体的密度。
- 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

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，设物体在空气中的重量为 m_1g ，全部浸入液体中的视重为 m_2g ，则物体在液体总所受的浮力为

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

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，液体为水，室温为 25 摄氏度，水密度为 $\rho_t = 0.99707 / 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

四、实验仪器

物理天平、烧杯、温度计、待测物等。

五、实验内容与步骤

1. 将待测物用细线悬挂在天平左方的小钩上，称出其质量 m_1 。
2. 将盛有大半杯盛有纯水的烧杯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入水中（不能与烧杯内壁接触），称出物体在水中的质量 m_2 。
3. 按公式算出物体的密度。

次数 物理量	m1/g	m2/g
1（修正后）	15.96	10.04
2(修正后)	15.88	9.96
3（修正后）	16.02	9.98

六、实验数据记录与处理

零点误差为 +0.956g

此实验中估天平的 B 类不确定度为 $\Delta_B = 0.02 \text{ g}$ 。

根据公式 $\Delta_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$, $u = \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_B^2}$,

求得 $\bar{m}_1 = 15.95\text{g}$, $\bar{m}_2 = 9.99\text{g}$, $\bar{\rho} = 2.66833/10^3 \cdot \text{m}^{-3}$

$u_{m1} = 0.0541$, $u_{m2} = 0.04637$

由 $\frac{u_{\rho}}{\bar{\rho}} = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln \rho}{\partial m_1}\right)^2 (u_{m1})^2 + \left(\frac{\partial \ln \rho}{\partial m_2}\right)^2 (u_{m2})^2}$, 即

$$\frac{u_{\rho}}{\bar{\rho}} = \sqrt{\left(\frac{m_2}{(m_1 - m_2)m_1}\right)^2 (u_{m1})^2 + \frac{u_{m2}^2}{m_2 - m_1}}$$

$u_{\rho} = 0.01286$, $\rho = 2.66833 \pm 0.01286/10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
得到 ,

七、实验结果分析与小结

实验结果中 $\frac{u_{\rho}}{\bar{\rho}} = 0.00482$, 此数值非常小, 结果可信度较高。实验中称量 m_2 的操作难度较高, 误差较大。

八、原始数据

次数 物理量	m1/g	m2/g
1	15.96	10.04
2	15.88	9.96
3	16.02	10.00