

# 实验一 固体密度的测量

## 【实验目的】

1. 学习用阿基米德原理测定固体密度；
2. 学习天平及各测量长度仪器的使用方法。

## 【实验原理】

### 1. 测量方法

物质在某一温度下的密度 $\rho$ 定义为该物质在某一温度下单位体积的质量

$$\rho = m / V \quad (1)$$

其中， $m$ 为该物的质量， $V$ 为该物的体积。对于规则物体，我们很容易测量它的体积 $V$ 和重量 $W_a$ ，利用（1）式，它的密度为

$$\rho = W_a / (V \cdot g) \quad (2)$$

但是对于不规则物体其体积较难测得，一般常采用阿基米德原理法。

阿基米德原理指出：浸在液体中的物体受到一向上的浮力，其大小等于物体所排开液体的重量。利用电子天平分别秤得固体在空气中和在液体中的重量分别为 $W_a$ 和 $W_f$ ，如果忽略空气的浮力，已知液体的密度为 $\rho_f$ ，该固体的密度即为

$$\rho = \frac{W_a \cdot \rho_f}{W_a - W_f} \quad (3)$$

（3）式是用阿基米德原理测量固体密度的基本公式。

### 2. 公式的修正

#### （1）温度引起的修正

因为液体的密度与温度有关，故需考虑温度对实验结果的影响。本实验采用的液体是水，室温下水的密度 $\rho_f$ 的可由附表 1 查得。温度每变化一度，蒸馏水的密度将改变 0.02%。

#### （2）空气浮力引起的修正

$1 \text{ cm}^3$ 的空气重量取决于当时的温度、湿度和大气压，一般可近似认为等于 1.2 mg。如一物体在空气中被秤，则应考虑空气的浮力，它会对测量结果的小数点后第三位有影响。考虑到空气浮力，公式（3）将被修正为

$$\rho = \frac{W_a \times (\rho_f - \rho_a)}{W_a - W_f} + \rho_a \quad (4)$$

式中 $\rho_a$ 是空气的密度。温度为  $20^\circ \text{C}$ ，大气压为  $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时空气的密度为 $\rho_a = 0.0012$

$\text{g/cm}^3$ 。

(3) 浸入深度引起的修正

由于物体需浸入液体进行测量，这将导致液面有微弱的上升，故样品底盘的连接金属丝将被液体浸没得更深，从而产生额外的浮力。该浮力与烧杯的直径和连接金属丝的直径有关，(4) 式将被进一步修正为

$$\rho = \frac{W_a \times (\rho_{fl} - \rho_a)}{(W_a - W_{fl}) \times (1 - 2 \frac{d^2}{D^2})} + \rho_a \quad (5)$$

其中  $d$  为连接金属丝的直径， $D$  为盛放液体的烧杯的直径。

(4) 连接固体的金属丝和液体的粘着力

当物体放入水中时，由于水和金属之间有粘着力，所以水会沿着连接金属丝上升，这也导致了测量误差。

(5) 气泡的影响

当物体放入水中后，物体表面形成的气泡同样会产生测量误差。一个直径为 0.5 mm 大小的气泡会产生小于 0.1 mg 的额外浮力；直径为 1 mm 大小的气泡会产生约为 0.5 mg 的额外浮力；直径为 2 mm 大小的气泡会产生近似 4.2 mg 的额外浮力。大的气泡在测量前必须除去。小的气泡可根据以上参数估算后扣除。

### 【实验仪器】

电子天平（感量 1 mg，量程 300 mg）、密度计支架、容器、螺旋测微仪、游标卡尺、水银温度计和待测样品若干。

### 【实验内容】

1. 利用阿基米德原理测量固体密度

(1) 测量被测样品在空气中的重量  $W_a$

- a. 将天平秤按清零钮清零。
- b. 将样品放入上样品托盘内，秤出该物体的重量  $W_a$ 。

(2) 测定被测样品在水中的浮力  $G = W_a - W_{fl}$

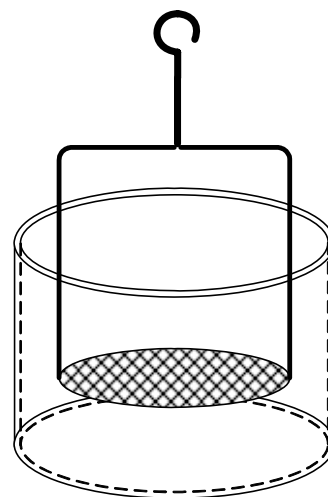
- a. 将样品放入天平上面的秤盘内，按清零钮清零。
- b. 将样品用镊子放入天平下面的网状秤盘内，记录下天平读数的绝对值，该值即为  $G$ 。
- c. 利用公式 (3) 计算出该物体的密度。

测量数据及结果记录在表 1 中。

2. 利用密度的定义测量规则物体的密度

(1) 利用游标卡尺和螺旋测微计测量出被测样品的各尺寸。

- (2) 将天平秤按清零钮清零。
- (3) 将被测样品放入上样品托盘内，秤出该物体的重量。
- (4) 计算出该物体体积并用 (2) 式计算该物体的密度，测量数据及结果记录在表 2 中。



图一 密度计支架

### 【进一步实验内容】

1. 如考虑空气的浮力及考虑浸入深度的影响，可用螺旋测微计测量连接金属丝的直径，用游标卡尺测量烧杯直径，利用公式（5）修正实验结果，将实验结果记录在表3中。

### 【附表】

水在一定温度下（℃）的密度（g/cm<sup>3</sup>）

$T$ (°C)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.	0.99973	0.99972	0.99971	0.99970	0.99969	0.99968	0.99967	0.99966	0.99965	0.99964
11.	0.99963	0.99962	0.99961	0.99960	0.99959	0.99958	0.99957	0.99956	0.99955	0.99954
12.	0.99953	0.99951	0.99950	0.99949	0.99948	0.99947	0.99946	0.99944	0.99943	0.99942
13.	0.99941	0.99939	0.99938	0.99937	0.99935	0.99934	0.99933	0.99931	0.99930	0.99929
14.	0.99927	0.99926	0.99924	0.99923	0.99922	0.99920	0.99919	0.99917	0.99916	0.99914
15.	0.99913	0.99911	0.99910	0.99908	0.99907	0.99905	0.99904	0.99902	0.99900	0.99899
16.	0.99897	0.99896	0.99894	0.99892	0.99891	0.99889	0.99887	0.99885	0.99884	0.99882
17.	0.99880	0.99879	0.99877	0.99875	0.99873	0.99871	0.99870	0.99868	0.99866	0.99864
18.	0.99862	0.99860	0.99859	0.99857	0.99855	0.99853	0.99851	0.99849	0.99847	0.99845
19.	0.99843	0.99841	0.99839	0.99837	0.99835	0.99833	0.99831	0.99829	0.99827	0.99825
20.	0.99823	0.99821	0.99819	0.99817	0.99815	0.99813	0.99811	0.99808	0.99806	0.99804
21.	0.99802	0.99800	0.99798	0.99795	0.99793	0.99791	0.99789	0.99786	0.99784	0.99782
22.	0.99780	0.99777	0.99775	0.99773	0.99771	0.99768	0.99766	0.99764	0.99761	0.99759
23.	0.99756	0.99754	0.99752	0.99749	0.99747	0.99744	0.99742	0.99740	0.99737	0.99735
24.	0.99732	0.99730	0.99727	0.99725	0.99722	0.99720	0.99717	0.99715	0.99712	0.99710
25.	0.99707	0.99704	0.99702	0.99699	0.99697	0.99694	0.99691	0.99689	0.99686	0.99684
26.	0.99681	0.99678	0.99676	0.99673	0.99670	0.99668	0.99665	0.99662	0.99659	0.99657
27.	0.99654	0.99651	0.99648	0.99646	0.99643	0.99640	0.99637	0.99634	0.99632	0.99629
28.	0.99626	0.99623	0.99620	0.99617	0.99614	0.99612	0.99609	0.99606	0.99603	0.99600
29.	0.99597	0.99594	0.99591	0.99588	0.99585	0.99582	0.99579	0.99576	0.99573	0.99570
30.	0.99567	0.99564	0.99561	0.99558	0.99555	0.99552	0.99549	0.99546	0.99543	0.99540