

测量物质密度的方法

一、测物质密度的原理和基本思路

1.实验原理: $\rho = \frac{m}{V}$

2.解决两个问题: ①物体的质量 m ②物体的体积 V $G = F_{浮} = \rho_{水}gV_{排}$

3 基本思路 (1) 解决质量用: ①天平 ②弹簧秤 $m = \frac{G}{g}$ ③量筒和水 漂浮: $m = \frac{F_{浮}}{g}$

(2) 解决体积用:

①刻度尺 (物体形状规则)

②量筒、水、(加)大头针

③天平 (弹簧秤)、水 $V_{物} = V_{排水} = \frac{m_{排水}}{\rho_{水}}$

④弹簧秤、水 利用浮力 $V_{物} = V_{排} = \frac{F_{浮}}{\rho_{水}g} = \frac{G - F_{拉}}{\rho_{水}g}$

二、必须会的十种测量密度的方法 (无特殊说明, 设 $\rho_{物} > \rho_{液}$, 就是物体在液体中下沉。)

第一种方法: 常规法 (天平和量筒齐全)

1.形状规则的物体

①.仪器: 天平、刻度尺

②.步骤: 天平测质量、刻度尺量边长 $V=abh$

③.表达 $\rho_{物} = \frac{m}{abh}$ 式:

2.形状不规则的物体

①.仪器: 天平、量筒、水

②.步骤: 天平测质量、量筒测体积 $V=V_2-V_1$

③.表达式: $\rho_{物} = \frac{m}{V_2 - V_1}$

3.测量液体的密度:

①.仪器: 天平、量筒、小烧杯。待测液体。

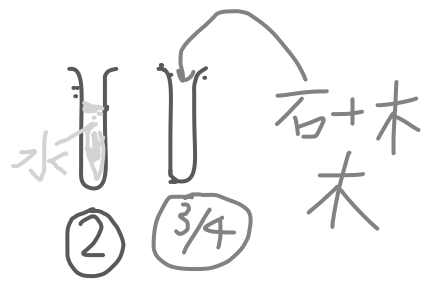
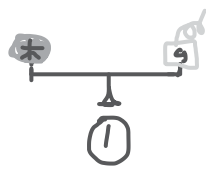
②.步骤: 第一步: 天平测烧杯和待测液体的总质量 m_1 质量、第二步: 将一部分液体倒入量筒中测出体积为 V , 第三步: 测出剩余液体和烧杯的总质 m_2 。

③.表达式: $\rho = \frac{m_1 - m_2}{V}$

【想一想】 为什么不测空烧杯的质量? 如果先测出空烧杯的质量在再装入适量液体, 然后将全部液体倒入量筒测出体积, 也能测出密度, 这样做对测量结果有什么影响?

【想一想】 假如被测固体溶于水, 比如: 食盐、白糖、如何用量筒测出体积?

第二种方法: 重锤法 ($\rho_{液} > \rho_{物}$)



1: 仪器: 天平砝码量筒水细线重物 (石块)

2: 步骤:

1.器材: 天平 (含砝码)、细线、小烧杯、溢水杯和水. 待测木块

2.步骤: ①用天平测出木块的质量 m .

②在量筒中放适量的水.

③将石块和木块用细线栓在一起石块在下木块在上之间有适当距离. 将石块浸没在量筒中, 记下体积 V_1

④将木块浸没量筒中. 记下体积 V_2

3.表达式:

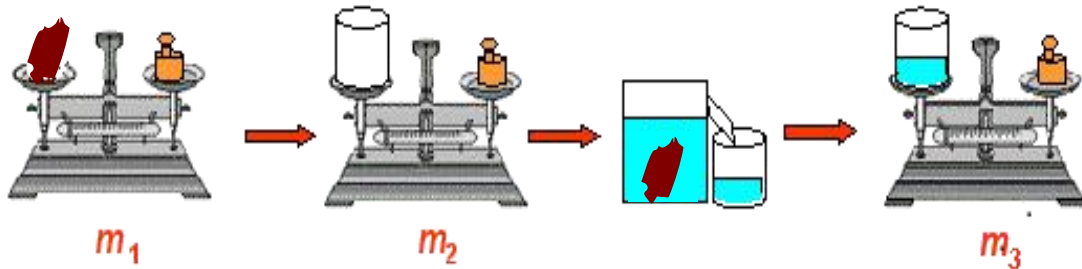
$$\rho_{\text{物}} = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

【想一想】 为什么要把石块放入量筒中在记录数据 V_1 ? 为什么没有记录装入量筒中水的体积?

第三种方法: 溢水等体积法 (有天平、没有量筒)

1. 器材: 天平砝码、小烧杯、水、溢水杯、待测物体

2. 步骤:



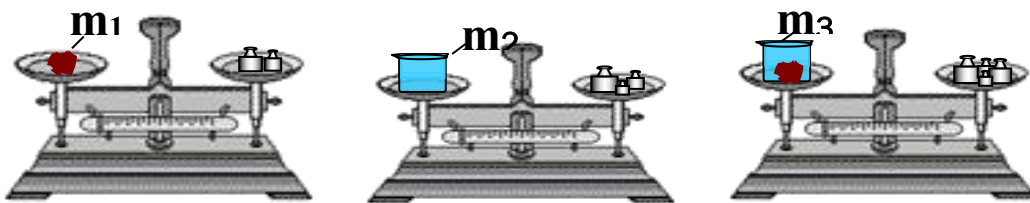
3: 表达式:
$$\rho_{\text{物}} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \rho_{\text{水}}$$

第四种方法: 密度瓶法

1.器材: 天平 (含砝码)、细线、小烧杯、水.

$$\rho_{\text{物}} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \rho_{\text{水}}$$

2.步骤:



分析:

$$m_{\text{排水}} = m_2 + m_1 - m_3$$

$$V_{\text{物}} = V_{\text{排水}} = \frac{m_2 + m_1 - m_3}{\rho_{\text{水}}}$$

3.表达式:

$$\rho_{\text{物}} = \frac{m_1}{m_2 + m_1 - m_3} \rho_{\text{水}}$$

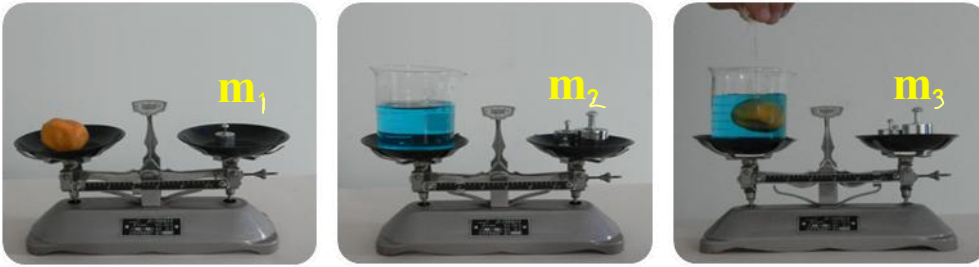
【想一想】

去了?

$m_1 + m_2 - m_3$ 为什么等于待测物体排开水的体积? 水都排到哪里

第五种方法：悬提法

- 1.器材：天平（含砝码）、细线、小烧杯、水.
- 2.步骤：



分析：天平右盘增加的砝码重力等于浮力

3.表达式
$$\rho = \frac{m_1}{V} = \frac{m_1}{\frac{m}{\rho}} = \frac{m_1}{m} = \frac{m_1}{\frac{m_3 - m_2}{\rho}} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \rho$$

【想一想】天平增加的砝码的重力为什么等于物体受的浮力？直接将待测物体放入烧杯中行不为什么？

第六种方法：两提法

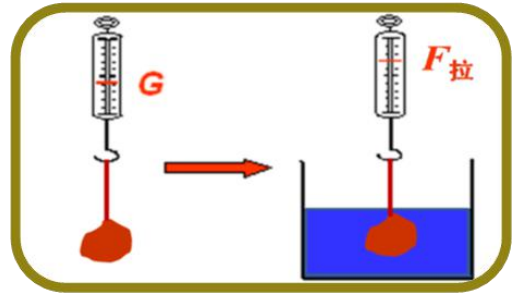
- 1.器材：弹簧秤、细线、烧杯、水
- 2.步骤：

- 一提得质量
- 二提得体积

$$m = \frac{G}{g}$$

$$F_{\text{浮}} = G - F \quad V_{\text{物}} = V_{\text{排}} = \frac{F_{\text{浮}}}{\rho_{\text{水}}g}$$

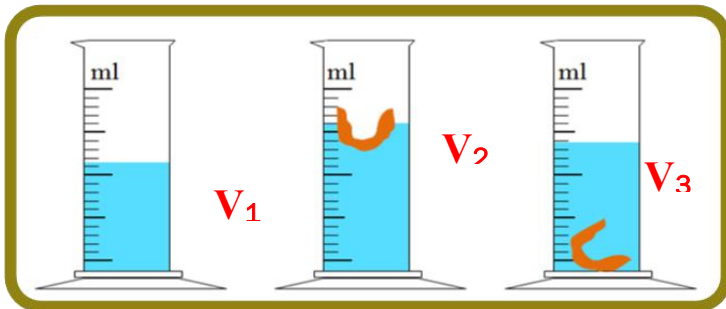
3.表达式：
$$\rho_{\text{物}} = \frac{G}{G - F_{\text{拉}}} \rho_{\text{水}}$$



第七种方

法：一漂一沉法（只有量筒，没有天平）——测量橡皮泥的密度

1. 仪器：量筒、水 一漂一沉法
2. 步骤：



分析：一漂得质量 $G = F_{\text{浮}} \quad mg = \rho_{\text{水}}g(V_2 - V_1)$

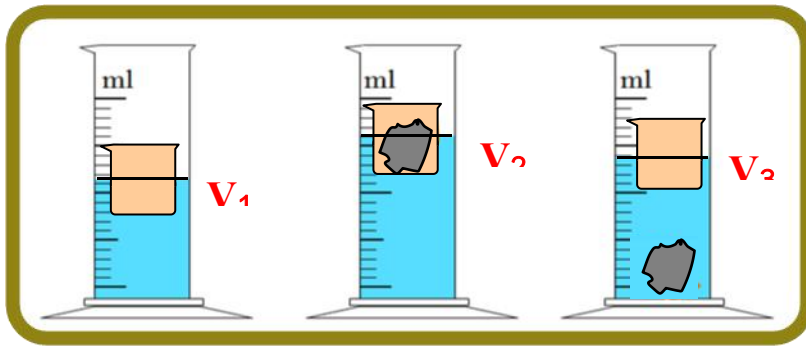
$$m = \rho_{\text{水}}(V_2 - V_1)$$

一沉得体积 $V = V_3 - V_1$ 3.表达式

$$\rho = \frac{V_2 - V_1}{V_3 - V_1} \rho_{\text{水}}$$

应变：1.仪器：量筒+水+小烧杯，测密度 一漂一沉法

2.步骤：



分析：一漂得质量 $G = F_{\text{浮}}$

$$mg = \rho_{\text{水}}g(V_2 - V_1) \quad m = \rho_{\text{水}}(V_2 - V_1)$$

一沉得体积 $V = V_3 - V_1$

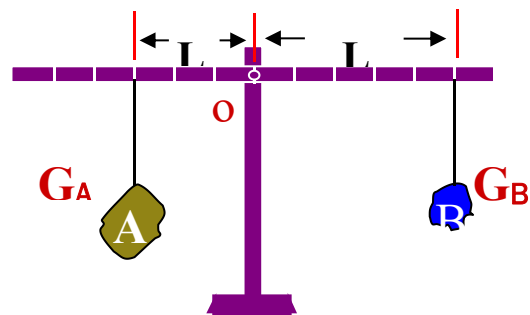
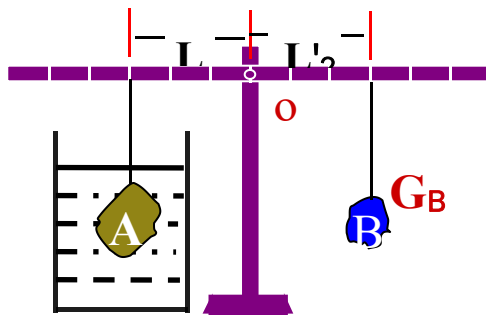
3. 表达式：
$$\rho = \frac{V_2 - V_1}{V_3 - V_1} \rho_{\text{水}}$$

第八种方法（杠杆平衡法）没有量筒，也没有天平

1. 器材：杠杆、细线、刻度尺、烧杯、水

2. 用刻度尺测出 L_2 和 L_2'

3. 表达式
$$\rho_A = \frac{L_2}{L_2 - L_2'} \rho_{\text{水}}$$



分析：杠杆第一次平衡时

$$G_A L_1 = G_B L_2 \quad \text{---(1)}$$

杠杆第二次平衡时

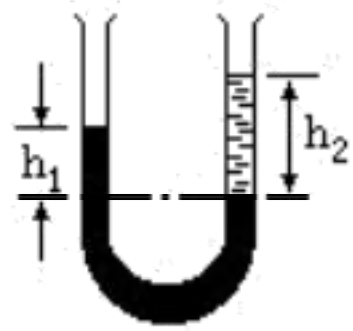
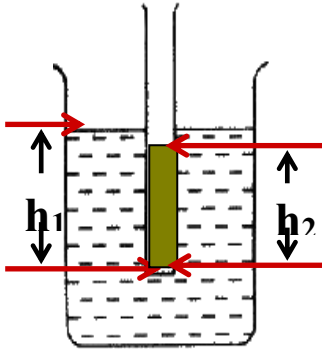
$$(G_A - F_{\text{浮}}) L_1 = G_B L_2' \quad \text{---(2)}$$

(1)式 可得：
$$\frac{G_A}{G_A - F_{\text{浮}}} = \frac{L_2}{L_2'} \quad \therefore \frac{\rho_A V_A g}{\rho_A V_A g - \rho_{\text{水}} g V_A} = \frac{L_2}{L_2'} \quad \therefore \frac{\rho_A}{\rho_A - \rho_{\text{水}}} = \frac{L_2}{L_2'} \quad \rho_A = \frac{L_2}{L_2 - L_2'} \rho_{\text{水}}$$

第九种方法：等压强法（测量液体的密度）

1. 仪器：玻璃管(平底薄壁) + 刻度尺 + 水 + 大容器

分析：玻璃管内外液体对管底压强相等 $P_{液} = P_{水} \quad \therefore \rho_{液}gh_2 = \rho_{水}gh_1 \quad \rho_{液} = \frac{h_1}{h_2}\rho_{水}$



也可用两端开口的玻璃管，
下端用橡皮膜扎紧（或用薄塑料片盖住），
橡皮膜水平时，同上。

变形题：仪器：U型玻璃管 + 刻度尺 + 水

分析：

U型管两侧液体压强相等 $\rho_{液}gh_1 = \rho_{水}gh_2 \quad \rho_{液} = \frac{h_2}{h_1}\rho_{水}$

第十种方法：双漂法---等浮力

漂浮： $G = F_{浮}$ 两次浮力相等 $F_{浮} = F'_{浮}$

