

Cálculo de la densidad del mármol

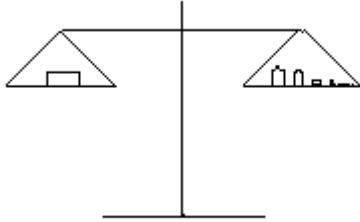
- Objetivos: Cálculo de la densidad del mármol usando la teoría de errores.

- Introducción: Para obtener la densidad del mármol utilizaremos:
 - El Principio de Arquímedes, según el cual todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado.
 - Y el tratamiento de errores con el cual obtendremos datos más precisos y reales.

- Diseño experimental:

Queremos saber la densidad de un trozo de mármol, para ello empezaremos pesándolo.

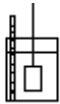
Pesamos el mármol en la báscula poniendo las pesas con pinzas para no dejar



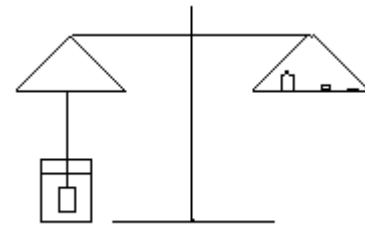
en ellas grasa de los dedos y que así no pesen más. Equilibramos las pesas y el trozo de mármol, lo que nos dará el peso del mármol.

Ahora queremos saber el peso del mármol dentro del agua. Para ello pegamos un trozo de hilo al mármol, lo atamos a uno de los platos de la báscula y lo introducimos dentro de un recipiente con agua sin que toque las paredes ni el fondo. El peso dentro del agua m_2 es menor que fuera.

Cogemos un termómetro y medimos la



temperatura del agua de dentro del recipiente.



- Tabla de resultados de las mediciones:

Masa mármol	$(51,24 \pm 0,02) \text{ g}$
M_2	$(32,44 \pm 0,02) \text{ g}$
M_3	$(18,80 \pm 0,04) \text{ g}$
Temperatura agua	20° C
Densidad del agua a 20°	$(0,9982 \pm 0,0001) \text{ g/cm}^3$
V mármol	$(18,74 \pm 0,04) \text{ cm}^3$
Densidad mármol	$(2,734 \pm 0,007) \text{ g/cm}^3$
Error relativo	0,26%

- Cálculos:

Suma de las pesas correspondientes a la masa del mármol:

$$50 \text{ g} + 1 \text{ g} + 200 \text{ mg} + 20 \text{ mg} + 20 \text{ mg} = 51,24 \text{ g}$$

Suma de las pesas correspondientes a m_2 :

$$32 \text{ g} + 20 \text{ mg} + 50 \text{ mg} + 100 \text{ mg} + 20 \text{ mg} + 20 \text{ mg} + 20 \text{ mg} + 10 \text{ mg} + 20 \text{ mg} = 32,440 \text{ g}$$

Cálculo del volumen del mármol sin contar el error absoluto:

$$E = m_{\text{agua desalojada}} \cdot g$$

$$E = m_{\text{agua desalojada}} \cdot g = \text{densidad agua} \cdot v_{\text{agua des.}} \cdot g$$

$$m_2 \cdot g = m_{\text{mármol}} \cdot g - E$$

$$E = m_{\text{mármol}} \cdot g - m_2 \cdot g$$

$$\text{densidad agua} \cdot v_{\text{agua des.}} \cdot g = m_{\text{mármol}} \cdot g - m_2 \cdot g$$

$$v_{\text{agua des.}} = v_{\text{mármol}}$$

$$v_{\text{mármol}} = \frac{m_{\text{mármol}} - m_2}{\text{densidad agua}}$$

$$v_{\text{mármol}} = \frac{(51,24 - 32,44) \text{ g}}{0,9982 \text{ g/cm}^3} = 18,7415 \text{ cm}^3$$

Cálculo de la densidad del mármol sin contar el error absoluto:

$$\text{Densidad mármol} = \frac{m}{v} = \frac{51,24 \text{ g}}{18,7415 \text{ cm}^3} = 2,73404 \text{ g/cm}^3$$

Obtención de m_3 :

$$v_{\text{mármol}} = \frac{m_{\text{mármol}} - m_2}{\text{densidad agua}} = \frac{m_3}{\text{densidad agua}}$$

$$m_3 = m_{\text{mármol}} - m_2 = 18,80 \text{ g}$$

$$\Delta m_3 = 0,04 \text{ g}$$

$$m_3 = (18,80 \pm 0,04) \text{ g}$$

Cálculo del volumen con error absoluto y del incremento del volumen:

$$v \text{ mármol} = \frac{m_3}{\text{densidad agua}}$$

$$m_3 = \text{densidad del agua} \cdot v \text{ mármol}$$

$$\Delta m_3 = \text{densidad del agua} \cdot \Delta v \text{ mármol} + v \text{ mármol} \cdot \Delta \text{ densidad agua}$$

$$\Delta v \text{ mármol} = \frac{\Delta m_3 + v \text{ mármol} \cdot \Delta \text{ densidad agua}}{\text{densidad agua}}$$

$$\Delta v \text{ mármol} = \frac{0,04 + 18,7415 \cdot 0,0001}{0,9982} = 0,042 \text{ cm.}^3 \approx 0,04 \text{ cm.}^3$$

$$\Delta v \text{ mármol} = 0,04 \text{ cm.}^3$$

$$v \text{ mármol} = (18,74 \pm 0,04) \text{ cm.}^3$$

Cálculo de la densidad con error absoluto, y del incremento de la densidad:

$$\text{Densidad mármol} = \frac{m}{v}$$

$$m \text{ mármol} = \text{densidad del mármol} \cdot v \text{ mármol}$$

$$\Delta m \text{ mármol} = \text{densidad del mármol} \cdot \Delta v \text{ mármol} + v \text{ mármol} \cdot \Delta \text{ densidad mármol}$$

$$\Delta \text{ densidad del mármol} = \frac{\Delta m \text{ mármol} + \text{densidad mármol} \cdot \Delta v \text{ mármol}}{v \text{ mármol}}$$

$$\Delta \text{ densidad mármol} = \frac{0,02 + 2,7342 \cdot 0,04}{18,74} = 0,007 \text{ g /cm.}^3$$

$$\text{Densidad mármol} = (2,734 \pm 0,007) \text{ g/cm.}^3$$

Cálculo del error relativo:

$$0,026\%$$

- Resultado final:
Densidad mármol = $(2,734 \pm 0,007) \text{ g/cm.}^3$

- Opinión:

Creo que esta forma de calcular la densidad del mármol aunque se tarde y cueste un poco más es preferible debido al poco error que obtenemos en comparación con la otra forma. Podríamos haber tenido menos error con algún instrumento más preciso, como por ejemplo una balanza digital, pero en este caso no importa ya que el error resultante es muy pequeño.