

Empuje y densidad

Medida de la densidad de un sólido irregular y de un líquido

Fundamento

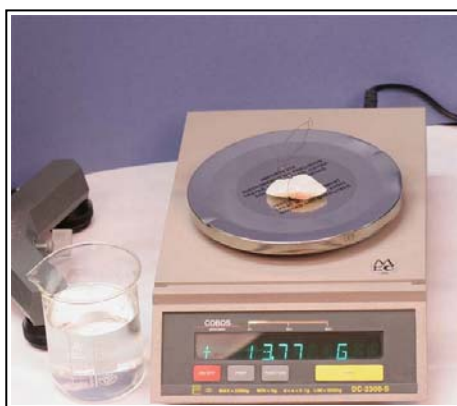
El objetivo del experimento es medir la densidad de un sólido de forma irregular y de un líquido distinto del agua. Como se verá, las medidas, las cuales se realizan con una balanza electrónica, son inmediatas y fáciles de hacer, pero el fundamento de la práctica utiliza diversos conceptos físicos por lo que el Profesor deberá dedicar una clase entera a aclararlos.

Si los alumnos no han entendido el fundamento de la práctica ésta se convertirá en una mera rutina de toma de medidas carentes de valor didáctico.

Como se sabe, la densidad es el cociente entre la masa de un cuerpo y su volumen. En el experimento se utilizan trozos de mármol de forma irregular (cada alumno recibe un trozo de mármol atado con un hilo ligero).

La masa de cada trozo se determina en la balanza electrónica y tal medida es inmediata (foto 1)

Foto 1



Para calcular el volumen del trozo de mármol se recurre al siguiente artificio: En la balanza electrónica se coloca un vaso conteniendo agua hasta aproximadamente la mitad y apretando la tecla correspondiente se coloca a cero de lectura. Luego se introduce por completo un trozo de mármol en el agua sosteniéndolo por la cuerda de modo que el trozo de mármol no toque las paredes ni el fondo del vaso (fotos 2 y 3)



Foto 2

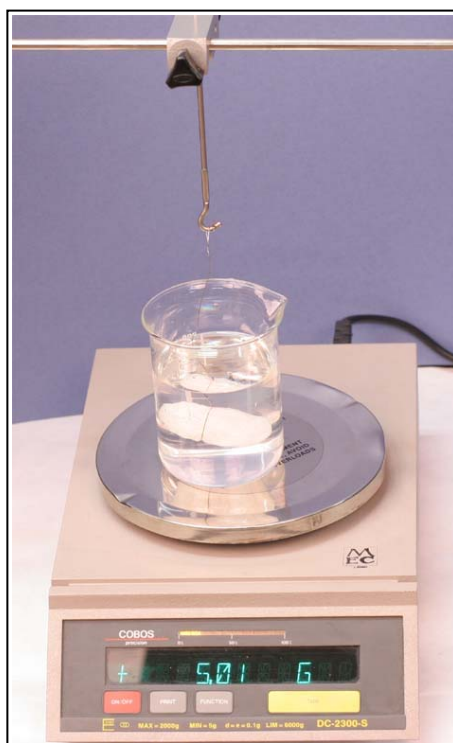
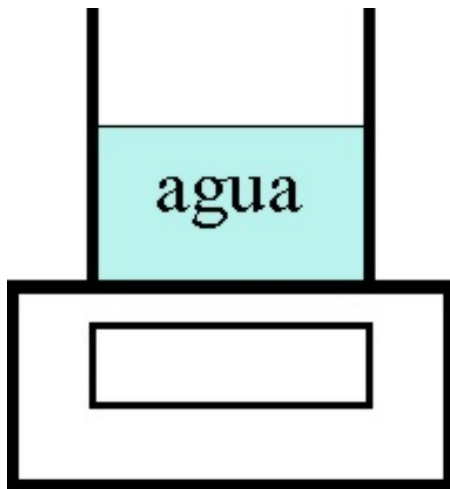


Foto 3

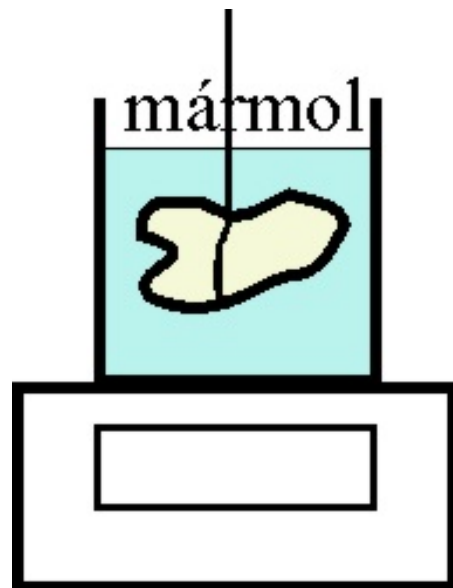
, la balanza indica una lectura en gramos que designamos con L (ver el esquema de las figuras 1, y 2)

Fig.1



Lectura de la balanza 0

Fig.2



Lectura de la balanza , L gramos

Sobre el trozo de mármol actúan las siguientes fuerzas: la tensión T del hilo, el peso P y el empuje E que ejerce el agua (fig.3)

Fig.3



La reacción a T está aplicada en el hilo. La reacción al peso P está aplicada en la Tierra, como E es la fuerza que ejerce el agua sobre el trozo de mármol la reacción a E es una fuerza vertical y hacia abajo que es la que ejerce el trozo de mármol sobre el agua, esta fuerza actúa sobre el platillo de la balanza y es la causante de que ésta indique una lectura L *en gramos*. El empuje es una fuerza que expresamos en N y es igual a la lectura en kilogramos por la intensidad del campo gravitatorio.

$$E = L \cdot 10^{-3} \cdot g$$

Según el principio de Arquímedes el empuje es igual al volumen del cuerpo por la densidad del líquido por g

$$E = V_c d_{\text{agua}} g = L \cdot 10^{-3} \cdot g \Rightarrow V_c = \frac{(L \cdot 10^{-3}) \text{kg}}{d_{\text{agua}}} = \frac{(L \cdot 10^{-3}) \text{kg}}{10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = L \cdot 10^{-6} \text{m}^3 = L \text{cm}^3$$

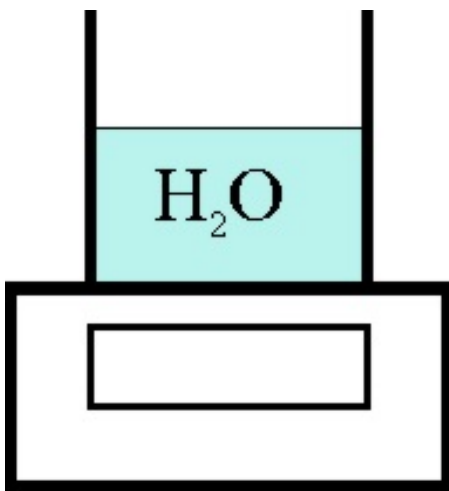
Llegamos a un importante conclusión para el experimento y es **que el volumen del cuerpo expresado en cm^3 coincide numéricamente con la lectura L de la balanza.**

En consecuencia si se mide la masa del trozo de mármol y ese hace la lectura L se obtiene de inmediato la densidad del mármol.

$$d_c = \frac{\text{masa}(g)}{L(\text{cm}^3)}$$

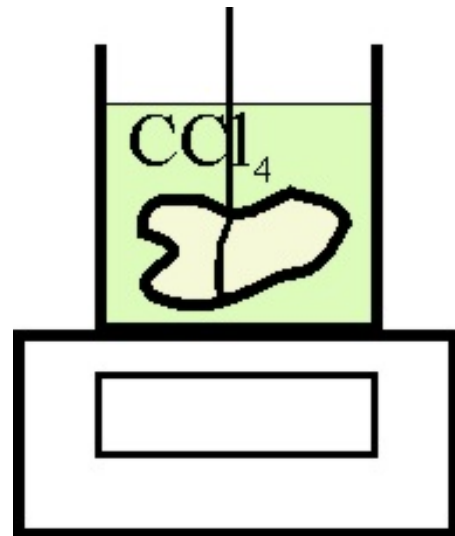
El fundamento que permite determinar la densidad de un líquido diferente del agua (en nuestro experimento CCl_4) es el siguiente (fig. 4 y 5):

Fig.4



Lectura de la balanza
 L en gramos

Fig.5



Lectura de la balanza
 L' en gramos

El volumen del trozo de mármol es el mismo cuando está en el agua que cuando está en el tetracloruro

$$V_c = \frac{L \cdot 10^{-3} g}{d_{\text{agua}}} = \frac{L' \cdot 10^{-3} g}{d_{\text{tetracloruro}}} \Rightarrow L' = L \frac{d_{\text{tetracloruro}}}{d_{\text{agua}}}$$

Con determinar las lecturas L y L' se calcula la densidad del tetracloruro de carbono. Ya que al representar L' frente a L la pendiente es el cociente $\frac{d_{\text{tetracloruro}}}{d_{\text{agua}}}$.

Procedimiento

1) El Profesor lleva al aula la balanza electrónica, dos vasos de precipitados y dos frascos con agua y tetracloruro de carbono. Los alumnos disponen de dos tablas (como las aquí expuestas) en donde anotarán las medidas y cada uno tiene en sus manos el trozo de mármol.

El Profesor coloca en la balanza el vaso con agua y la tara a cero.

2) Siguiendo el orden de los alumnos en clase, pesan su trozo de mármol y dicen en voz alta su valor, el resto de los compañeros anotan ese valor en la tabla I.

Tabla I , medida de la densidad del mármol

Alumno	Masa del trozo de mármol en gramos m/g	Lectura de la balanza L/g	Volumen del cuerpo $V_c = L / \text{cm}^3$	Densidad del mármol $d_{\text{mármol}} = \frac{m}{V_c}$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

3) Siguiendo el mismo orden y procedimiento los alumnos, sostienen su trozo de mármol por el hilo y lo introducen en el agua y de viva voz dicen la lectura L , la cual es anotada por el resto de los alumnos en ambas tablas.

4) El profesor cambia el vaso de agua por el de tetracloruro lo coloca en la balanza y pone la lectura a acero. Mientras tanto los alumnos eliminan las posibles gotas de agua adheridas al trozo de mármol.(debido a la volatilidad del tetracloruro de carbono, conviene hacer esta parte de la práctica en lugar ventilado)

5) Los alumnos siguiendo el orden de la clase introducen el trozo de mármol en el tetracloruro y dicen en voz alta el valor L' . El resto lo anota en la tabla II.

Tabla II , medida de la densidad del tetracloruro de carbono

Alumno	Lectura de la balanza L/g	Lectura de la balanza L'/g	$\frac{L'}{L}$	Densidad del tetracloruro
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

6) Los alumnos completan ambas tablas y construyen las gráficas a) masa del trozo de mármol (eje Y) frente a V_c (eje X), miden la pendiente de la recta y determinan el valor medio de la densidad del mármol , b) L' en el eje Y frente a L en el eje X, miden la pendiente de la recta y determinan la densidad del tetracloruro de carbono.