

Medida de densidades

Conocimientos previos

- Medida de masas con balanza
- Medida de pequeñas longitudes con calibre
- Medida de volúmenes de sólidos y líquidos
- Medida de temperaturas con el termómetro
- Magnitudes y unidades. Sistema Internacional.
- Medidas directas e indirectas. Precisión y exactitud.
- Errores e imprecisión en la medida
- Cifras significativas y redondeo
- Análisis de datos experimentales

Fundamento teórico

La densidad es una propiedad característica de la materia, ya que su valor no depende de la cantidad elegida, sino sólo de su naturaleza. Cada sustancia tiene, a una temperatura dada, una densidad propia que la caracteriza.

$$d = \frac{m}{V}$$

La densidad de un cuerpo se define como la masa contenida en su unidad de volumen:

La unidad SI de densidad es el Kg/m^3 y en la práctica se utiliza también el g/cm^3 ($1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/L}$)

Generalmente, para medir la densidad de una sustancia habrá que hacerlo indirectamente midiendo la masa y el volumen de una muestra de la misma.

Los sólidos y líquidos normalmente tienen densidades del orden de los *miles* de kg/m^3 (*unidades* de g/cm^3), mientras que los gases son mil veces más ligeros, del orden de las *unidades* de kg/m^3

(Aire: $\sim 1 \text{ kg/m}^3$, agua: $\sim 1000 \text{ kg/m}^3$, alcohol: $\sim 800 \text{ kg/m}^3$, aluminio: $\sim 3000 \text{ kg/m}^3$, hierro $\sim 8000 \text{ kg/m}^3$)

1. Medida de densidad de líquidos

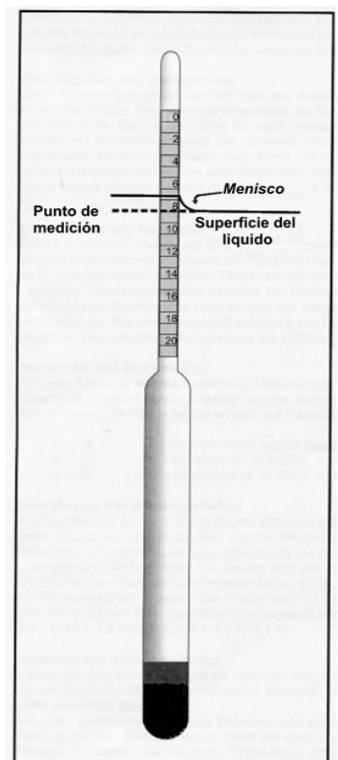
Material

- Balanza
- Matraz aforado de 100 mL
- Probeta de 250 mL
- Densímetros (con escalas al menos desde 700 hasta 1200 kg/m^3)
- Mosto comercial
- Agua corriente
- Alcohol

Densímetro

El *densímetro* o *areómetro* es un aparato que permite medir directamente la densidad de los líquidos basándose en su mayor o menor flotabilidad en éstos. Consta de un bulbo lastrado por abajo, rematado por arriba por un vástago con una escala graduada en unidades de densidad (o de alguna otra magnitud relacionada con ésta, según el uso a que vaya destinado).

Al sumergirlo en el líquido, según el principio de Arquímedes, el peso del líquido desplazado ha de ser igual al peso del instrumento, por lo que la densidad estará



relacionada, de forma inversa, con la profundidad alcanzada por el vástago del densímetro que contiene la escala graduada.

Utilización: El densímetro limpio y seco se introduce ¡sin dejarlo caer! en el líquido cuya densidad queremos calcular. Se espera a que se estabilice y flote. La densidad del líquido corresponde con la indicación sobre la escala de la línea de flotación. Normalmente a lectura ha de hacerse por debajo del menisco (ver figura). Si la temperatura del líquido difiere sensiblemente de la de calibración del aparato (normalmente 20°C), deberá corregirse la lectura de la escala según indiquen las instrucciones.

Práctica 1.1. Medidas directa e indirecta de la densidad de un líquido

1º. Mide **directamente** con el densímetro la densidad del *agua* y del *alcohol*. Anota la temperatura ambiente a la que se realiza la medida por si fuera necesario corregir. Anota los resultados con sus correspondientes unidades.

$T =$	$d_{\text{agua}} =$	$d_{\text{Alcohol}} =$
-------	---------------------	------------------------

2º. Mide **indirectamente** las densidades midiendo masa y volumen. Procede como se indica a continuación. Primero con el agua y seguidamente con el alcohol. Anota los resultados en la tabla.

- Toma un matraz aforado de 100 ml, limpio y seco, y tara la balanza tras colocarlo encima de ella.
- Retira el matraz y llénalo del líquido justo hasta el enrase.
- Vuelve a colocarlo sobre la balanza para medir la masa del líquido.
- Calcula la densidad del líquido

Líquido	Masa de líquido m (g)	Volumen de líquido V (cm ³)	Densidad del líquido $d = m / V$	
			d (g/cm ³)	d (kg/m ³)
Agua				
Alcohol				

Práctica 1.2. Aplicación del densímetro: Azúcar y alcohol probable de un mosto.

La densidad de un mosto está determinada por su concentración de azúcares, y éstos determinan el grado alcohólico probable, que es el % Vol de alcohol que tendrá al transformarse todo el azúcar en alcohol cuando se haga vino.

Se procede con el mosto igual que en el caso A -1º. Se hace la corrección de temperatura para obtener la densidad a 20°C, (d_{20}) y de este dato se induce el contenido en azúcar y el grado probable consultando una tabla (supuesto que cada 17g/L de azúcar dan lugar a 1% Vol de alcohol)

Temperatura	Lectura directa	Densidad a 20°C	Azúcares (g/L)	Alcohol probable (%Vol)
-------------	-----------------	-----------------	----------------	-------------------------

$T =$	$d =$	$d_{20} =$		
-------	-------	------------	--	--

2. Medida de densidad de sólidos

Fundamento

Hay dos métodos para medir en el laboratorio la densidad de cuerpos o sustancias en estado sólido:

1.- Por inmersión.

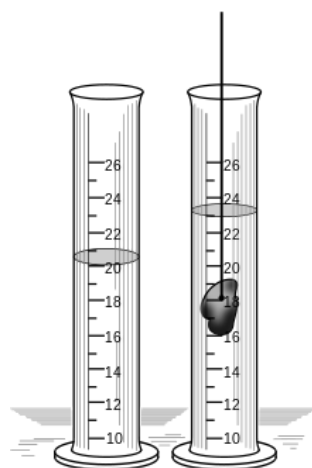
Introduciendo el objeto en un recipiente con líquido (agua) y estudiando el líquido que ha desplazado. Esto puede hacerse a su vez de varios modos:

- Midiendo directamente su volumen sumergiendo el objeto en una *probeta graduada*.
- Con un *matraz aforado* o su versión perfeccionada denominada *picnómetro*, comparando el peso lleno hasta el enrase sólo con el líquido y con el sólido sumergido.
- Comparando el peso del cuerpo al aire y su peso aparente sumergido en el líquido, con un *dinamómetro* y una *probeta*, o con una *balanza hidrostática*.

2.- Geométricamente.

Sólo en el caso verificado de que el sólido tenga una **forma geométrica regular** (esfera, prisma, cilindro, etc. o una combinación de éstas). En este caso *se miden las dimensiones de longitud significativas* (radio, ancho, alto, etc.) y *se operan aritméticamente* como corresponda para obtener el volumen.

El método de inmersión en principio es aplicable a cuerpos de cualquier forma, pero es obligado en el caso de tratarse de cuerpos de **forma irregular** (que quepan en la probeta), o sustancias sólidas insolubles que se presenten en pequeños fragmentos o puedan reducirse a esa forma (grava, arenas o incluso polvos, siempre que se dejen mojar por el líquido). *La probeta* es lo más rápido y directo, pero tiene el inconveniente de que la imprecisión relativa en la medida del volumen es bastante alta (mucho sección para poco volumen desplazado). En el caso de cuerpos perfectamente regulares, el método geométrico es mucho más preciso.



desplazado
hidrostática
Picnómetro



Medida
del
volumen

Balanza

Práctica 2.1. Medida de densidad de sólidos regulares

Objetivo

Medir las densidades de tres cuerpos regulares de diferentes formas y materiales, a partir de la medida de sus masas y dimensiones, hallando los volúmenes aritméticamente según su geometría.

Procedimiento

Para las tres piezas regulares 1, 2 y 3, a partir de sus dimensiones medidas con el calibre en la práctica de “**medidas de longitud**” y de sus respectivas masas, de la práctica “**medidas de masas con la balanza electrónica**”, hallar sus volúmenes y sus densidades. Expresa en la tabla siguiente los datos con su margen de error o imprecisión, y los resultados con sus correspondientes cifras significativas y unidades.

Resultados

	Pieza 1	Pieza 2	Pieza 3
Forma y material Del objeto			
Dibujo de la pieza y dimensiones de longitud a medir (a, b, c, r, h ...)			
Longitudes medidas $L \pm \Delta L$ (mm)			
Volumen V (fórmula)			
Volumen hallado V (cm ³)			
Masa $m \pm \Delta m$ (g)			
Densidad d (g/cm ³)			
Densidad d (kg/m ³)			

--	--	--	--

Práctica 2.2. Medida de la densidad de un sólido irregular

Objetivo

Medir de forma precisa la densidad de un material sólido por el procedimiento de inmersión en agua.

Material

- Probeta graduada de 100 mL
- Fragmentos de un mismo material sólido (mármol, roca homogénea, hierro, plástico, etc.
- Balanza

Procedimiento

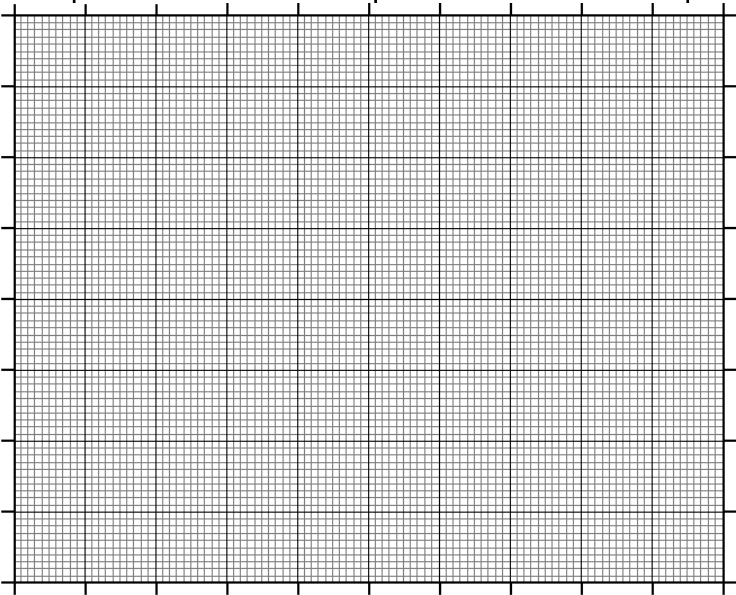
- 1º. Coloca en la balanza una probeta de 100 ml con la cantidad exacta de 50 ml de agua, y tara.
- 2º. Añade sucesivamente 5 trozos del sólido del mismo material anotando masa y volumen desplazado **totales** después de cada adición. Completa el siguiente cuadro y representa los datos.

Resultados

Calcula la densidad media de la sustancia. Primero analíticamente (media y error). A continuación, gráficamente (pendiente de la recta). Expresa correctamente y compara los resultados obtenidos.

Adiciones	Masa total m (g)	Volumen total V (cm ³)	Densidad $d = m / V$ (g/cm ³)	Desviación $\pm \Delta$ (g/cm ³)
1ª				
2ª				
3ª				
4ª				
5ª				
				\pm

m (g)



Pendiente $k = m / V = d$

$d =$

¿Son concordantes los dos resultados?

$V(\text{cm}^3)$