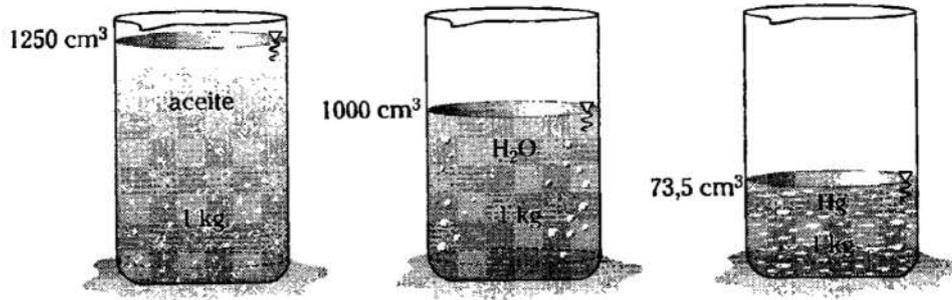


DENSIDAD

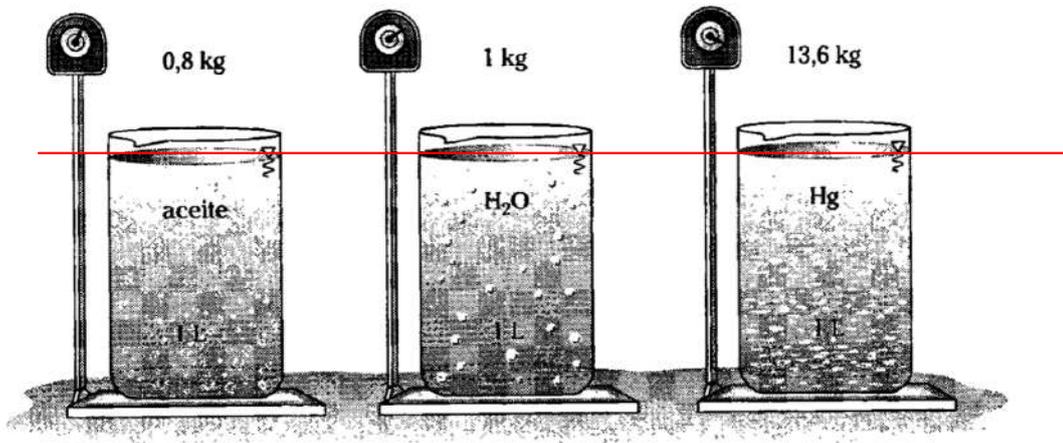
La experiencia nos muestra que si tenemos tres sustancias diferentes, por ejemplo aceite, agua y mercurio, cada una de 1 kg en recipientes de igual capacidad, notaremos que ocuparán volúmenes diferentes.



Se obtiene del experimento

Volumen del aceite > Volumen de agua > Volumen de mercurio

Por otro lado, si tuviéramos iguales volúmenes ($V = 1\text{ L}$) de las mismas sustancias al colocarlas sobre la balanza notaremos masas diferentes.



Luego

masa de aceite < masa de agua < masa de mercurio

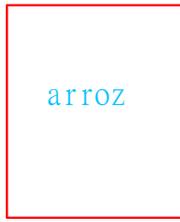
Las sustancias se diferencian entre si por su densidad

PREGUNTA

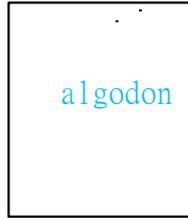
Que pesa mas: una libra de plumas o una libra de hierro?

Extremos de densidad

¿Qué pesa más: una libra de plumas o una libra de hierro? La respuesta a este acertijo juvenil es que, por supuesto, pesan lo mismo. La diferencia importante entre los dos materiales es la *densidad*; aunque los dos pesan lo mismo, tienen volúmenes muy diferentes. La densidad es la comparación de las masas de las dos sustancias con los mismos volúmenes. Es obvio que 1 metro cúbico de hierro tiene mucha más masa que 1 metro cúbico de plumas.



1kg



1 kg

ma=malgodon

V1DIFERENTE V2

Una bolsa llena de arroz y una bolsa llena de algodon



m1 diferente masa 2

volumen 1 igual volumen 2

DEFINICIÓN

Densidad es la cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia, se denota con la letra griega ρ (rho)

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

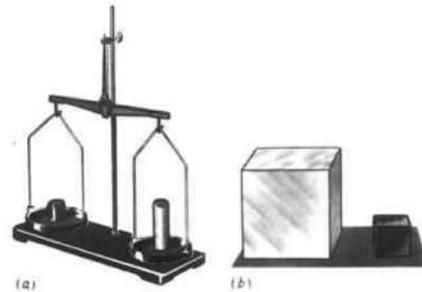


Fig. 45

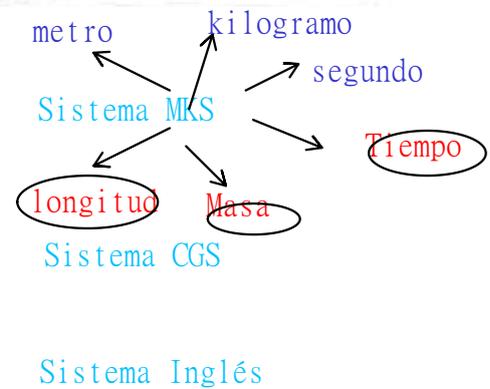
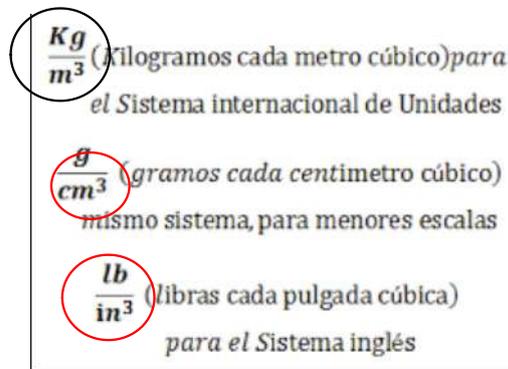
La densidad de una misma sustancia en estado sólido, líquido y gaseoso es diferente. Por ejemplo, la densidad del hielo es igual a 900 kg/m^3 ; la del agua, 1000 kg/m^3 ; la del vapor de agua, $0,590 \text{ kg/m}^3$.

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

Sistema Técnico

$$\frac{utm}{m^3}$$

UNIDADES DE MEDIDA



DENSIDAD RELATIVA DE UN CUERPO

La densidad relativa de una sustancia es un número adimensional y nos indica cuántas veces es más densa dicha sustancia que el agua; es decir:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Densidad relativa} \\ \text{de una sustancia} \end{array} \right) = \left(\frac{\text{Densidad de la sustancia}}{\text{Densidad del agua}} \right) \Bigg|$$

$$\rho_{\text{relativa}} = \frac{\rho_{\text{sub}}}{\rho_{H_2O}}$$

EJERCICIO

Datos

$$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$V = a^3 = (0,12 \text{ m})^3$$

m=?

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

$$m = \rho * V = (2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(0,12 \text{ m})^3$$

$$m = 4,66 \text{ kg}$$

Instrumento de medida de la densidad

Un densímetro se gradúa colocándolo en diferentes líquidos de densidad conocida, como agua, alcohol o aceite. Al sumergirlo en agua, por ejemplo, el nivel que ésta alcance indicará el valor de 1 g/cm³ (figura 1.13).

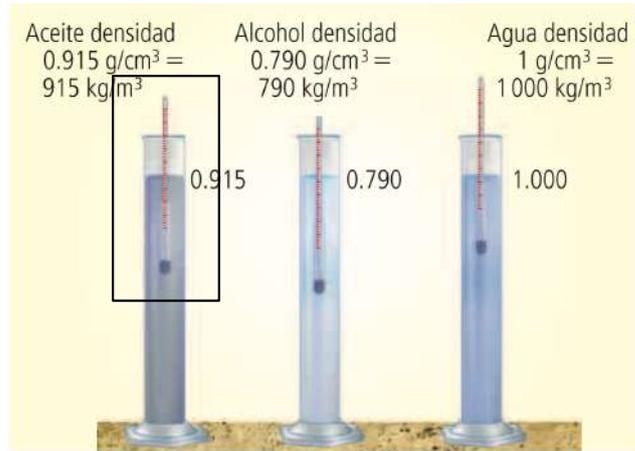


Figura 1.13
Determinación de la densidad de un líquido usando un densímetro.

CONSIDEREMOS UN EJEMPLO. Dos m³ de hielo tienen una masa de 1800 kg. Determinemos la densidad del hielo.

Datos

$$V = 2\text{m}^3$$

$$m = 1800 \text{ Kg}$$

ρ

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

$$1 \text{ m}^3 \quad 900 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{1800\text{kg}}{2\text{m}^3}$$

$$\rho = \frac{900\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Peso específico

El peso específico es la cantidad de peso por unidad de volumen de una sustancia. Se denota el peso específico con la letra griega γ (gamma), entonces,

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

$$\swarrow \quad \searrow$$

$$\gamma = \frac{W}{V} \qquad \gamma = \rho g$$

Unidades de medida
SI O MKS

EJERCICIO

Un matraz de 500 mL está lleno con una sustancia desconocida; se pone en una balanza y se ve que su masa es de 397 g. Calcula su densidad, su densidad relativa y su peso específico en los tres sistemas de unidades.



Datos

$$V = 500 \text{ ml} \left| \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} = 0,5 \text{ l} \right| \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ l}}$$

$$m = 397 \text{ g} \left| \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,397 \text{ kg} \right|$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,397 \text{ kg}}{5 * 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\frac{(1 \text{ m})^3}{(100 \text{ cm})^3} = 5 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rho = 794 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma = \rho * g = (794 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\gamma = 7781,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

2) Un dije de oro puro se quiere realizar de forma completamente esférica, con un radio de 1,5 cm. ¿Cuántas libras de oro cargará esa persona al momento de ponerse ese dije?



Datos

$$r = 1,5 \text{ cm} = 0,015 \text{ m}$$

$$m = ?$$

$$\rho = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = \frac{4}{3} * \rho * r^3$$

$$V = \frac{4}{3} * \gamma * (0,015 \text{ m})^3$$

$$V = 1,41 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

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

$$m = \rho * V$$

$$m = (19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (1,41 * 10^{-5} \text{ m}^3)$$

$$m = 0,27 \text{ kg}$$

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

$$\gamma = \rho g$$

UNIDADES DE MEDIDA DEL PESO ESPECIFICO

SISTEMA SI O MKS.

$$\frac{N}{m^3}$$

SISTEMA CGS.

$$\frac{dy}{cm^3}$$

SISTEMA TÉCNICO

$$\frac{kgf}{m^3}$$

SISTEMA INGLÉS

$$\frac{lbf}{plg^3}$$

Viscosidad

Esta propiedad se origina por el rozamiento de unas partículas con otras cuando un líquido fluye. Por tal motivo, la viscosidad se puede definir como una medida de la resistencia que opone un líquido a fluir.



Si en un recipiente perforado en el centro se hacen fluir por separado miel, leche, agua y alcohol, observamos que cada líquido fluye con rapidez distinta; **mientras más viscoso es un líquido, más tiempo tarda en fluir (figura 1.5)**. En la industria, la viscosidad se cuantifica en forma práctica, utilizando recipientes con una determinada capacidad que tienen un orificio de un diámetro establecido convencionalmente. Al medir el tiempo que el líquido tarda en fluir se conoce su viscosidad, para ello se usan tablas que relacionan el tiempo de escurrimiento con la viscosidad.

UNIDAD DE MEDIDA DE LA VISCOSIDAD

La unidad de viscosidad en el Sistema Internacional es el pascal-segundo (Pa·s), definido como la viscosidad que tiene un fluido cuando su movimiento rectilíneo uniforme sobre una superficie plana es retardado por una fuerza de un newton por metro cuadrado de superficie de contacto con el fluido, cuya velocidad respecto a la superficie es de un metro por segundo.

VISCOSIDAD DINÁMICA

$$\eta = \frac{\tau}{\Delta v / \Delta y} = \tau \left(\frac{\Delta y}{\Delta v} \right)$$

$$\eta = \frac{N}{m^2} \times \frac{m}{m/s} = \frac{N \cdot s}{m^2}$$

SISTEMA DE UNIDADES	UNIDADES PARA LA VISCOSIDAD DINÁMICA
Sistema Internacional (SI)	N.s/m ² , Pa.s o kg/(m.s)
Sistema Tradicional de Estados Unidos	Lb.s/pie ² o slug/(pie.s)

VISCOSIDAD CINÉTICA

$$\nu = \eta / \rho$$

Sistema de unidades	Unidades de la viscosidad cinética
Sistema Internacional	m ² /s
Sistema Tradicional de Estados Unidos	pies ² /s

$$1 \text{ Pa.s} = \frac{1 \text{ N.s}}{\text{m}^2} = \frac{1 \text{ kg}}{\text{m.s}}$$



Figura 1.5
Dispositivo para comparar la viscosidad de varios líquidos al llenar el vaso con cada uno de ellos y observar el tiempo que tardan en fluir por el orificio.

TENSIÓN SUPERFICIAL

La tensión superficial hace que la superficie libre de un líquido se comporte como una finísima membrana elástica.

Este fenómeno se presenta debido a la atracción entre las moléculas del líquido. Cuando se coloca un líquido en un recipiente, las moléculas interiores se atraen entre sí en todas direcciones por fuerzas iguales que se contrarrestan unas con otras, pero las moléculas de la superficie libre del líquido sólo son atraídas por las inferiores y laterales más cercanas. Por tanto, la resultante de las fuerzas de atracción ejercidas por las moléculas próximas a una de la superficie se dirige hacia el interior del líquido, lo cual da origen a la tensión superficial (figura 1.6).

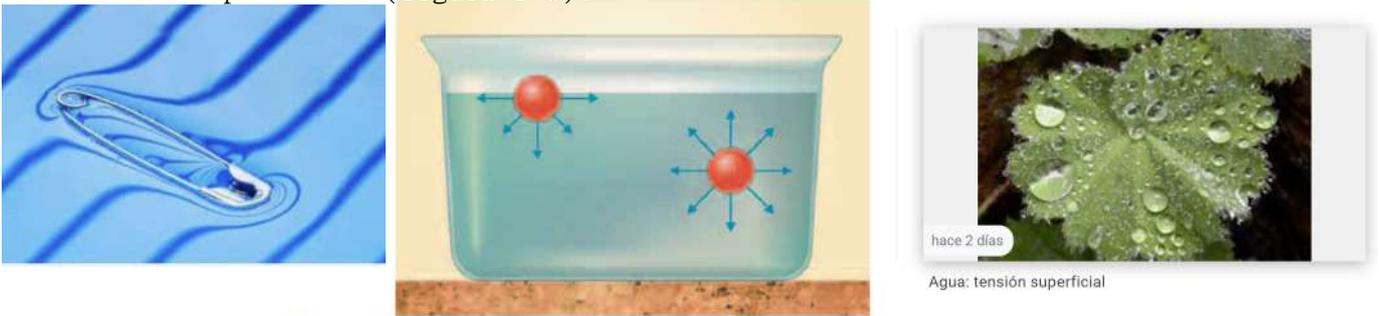


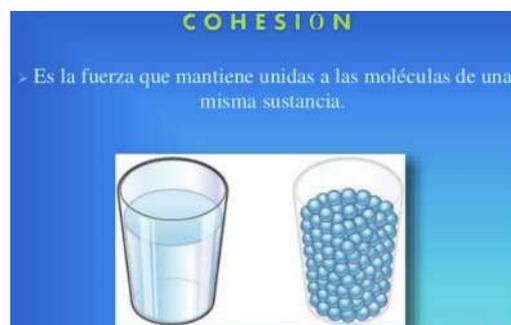
Figura 1.6
Tensión superficial. Las moléculas de la superficie libre del líquido sólo son atraídas por las inferiores y laterales, en tanto que las del interior del líquido son atraídas en todas direcciones, por lo cual está en equilibrio.

Debido a la tensión superficial una pequeña masa de líquido tiende a ser redonda en el aire, tal es el caso de las gotas; los insectos pueden caminar sobre el agua, o una aguja puede ponerse en forma horizontal sobre un líquido y no se hundirá.

Cuadro 1.1 Valores de la viscosidad de algunas sustancias	
Sustancia	Viscosidad Pascal-segundo
Agua a 20 °C	0.001
Aceite de oliva a 20 °C	0.0970
Mercurio a 20 °C	0.0016
Glicerina a 20 °C	1.5

COHESIÓN

Cohesión Es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia. Por la fuerza de cohesión, si se juntan dos gotas de agua forman una sola; lo mismo sucede con dos gotas de mercurio.



Adherencia

La adherencia es la fuerza de atracción que se manifiesta entre las moléculas de dos sustancias diferentes en contacto. Comúnmente las sustancias líquidas se adhieren a los cuerpos sólidos.

Al sacar una varilla de vidrio de un recipiente con agua está completamente mojada, esto significa que el agua se adhiere al vidrio. Pero si la varilla de vidrio se introduce en un recipiente con mercurio, al sacarla se observa completamente seca, lo cual indica que no hay adherencia entre el mercurio y el vidrio.

En general, cuando el fenómeno de adherencia se presenta significa que la fuerza de cohesión entre las moléculas de una misma sustancia es menor a la fuerza de adherencia que experimenta al contacto con otra. Tal es el caso del agua adherida al vidrio (figura 1.7), la pintura al adherirse a un muro (figura 1.8), el aceite al papel o la tinta a un cuaderno. Si la fuerza de cohesión entre las moléculas de una sustancia es mayor que la fuerza de adherencia que experimenta al contacto con otra, no se presenta adherencia y se dice que el líquido no moja al sólido (figura 1.9).



Figura 1.7
El agua moja a la varilla de vidrio debido a que es mayor la fuerza de adherencia que la de cohesión.



Figura 1.8
La pintura se adhiere al muro debido a la fuerza de atracción que se manifiesta entre las moléculas de dos sustancias diferentes.



Figura 1.9
El mercurio no moja a la varilla de vidrio debido a que es menor la fuerza de adherencia que la de cohesión.

Capilaridad

La capilaridad se presenta cuando hay contacto entre un líquido y una pared sólida, especialmente si son tubos muy delgados (casi del diámetro de un cabello) llamados capilares. Al introducir un tubo de diámetro muy pequeño en un recipiente con agua se observa que el líquido asciende por el tubo y alcanza una altura mayor que la de la superficie libre del líquido. La superficie del líquido contenido en el tubo no es plana, sino que forma un menisco cóncavo (figura 1.10).



Figura 1.10
Formación de meniscos cóncavos al introducir tubos delgados en agua.

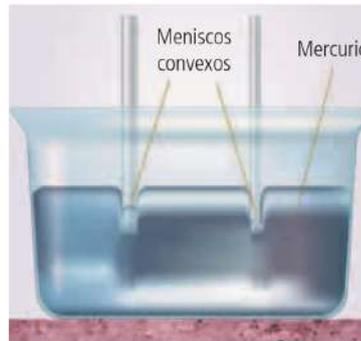


Figura 1.11
Formación de meniscos convexos al introducir tubos delgados en mercurio.

Si se introduce un tubo capilar en un recipiente con mercurio, se observa que el líquido desciende debido a una depresión. En este caso se forma un menisco convexo (figura 1.11).

Incompresibilidad

Los líquidos se consideran prácticamente incompresibles. No sucede así con los gases que, como ya señalamos, pueden comprimirse con facilidad debido a la separación existente entre sus moléculas y son expansibles, por lo cual su volumen no es constante. Un líquido no tiene forma definida, pero sí volumen definido.





La hidráulica es la parte de la física que estudia la mecánica de los fluidos; su estudio es importante porque nos permite analizar las leyes que rigen el movimiento de los líquidos y las técnicas para el mejor aprovechamiento de las aguas. También, mediante el cálculo matemático, el diseño de modelos a pequeña escala y la experimentación con ellos, determina las características de construcción que deben tener presas, puertos, canales, tuberías y máquinas hidráulicas como el gato y la prensa. Se divide en dos partes: la hidrostática que tiene por objetivo estudiar los líquidos en reposo. Se fundamenta en leyes y principios como el de Arquímedes, de Pascal y la paradoja hidrostática de Stevin, mismos que contribuyen a cuantificar las presiones ejercidas por los fluidos y al estudio de sus características generales. La hidrodinámica estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento. Para ello, considera, entre otras cosas, la velocidad, la presión, el flujo y el gasto del líquido.

