



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
Unidad Xochimilco

# UNIDAD I

## Sistemas de unidades y conversión de unidades

Dra. Cristina Iuga

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

# Sistemas de unidades y conversión de unidades

- En 1960 se llegó a un acuerdo internacional que especificaba un grupo de unidades métricas para emplearse en las mediciones científicas. Estas unidades se denominan **unidades SI**, que es la abreviatura de *Système International d'Unités*.
- El sistema SI tiene siete unidades fundamentales de las cuales se derivan todas las demás.

# Magnitudes básicas y derivadas del SI

Magnitudes fundamentales	Unidades (SI)	Símbolos
Longitud ( $l$ )	metro	m
Masa ( $m$ )	kilogramo	kg
Tiempo ( $t$ )	segundo	s
Temperatura ( $T$ )	kelvin	K
Intensidad de corriente ( $I$ )	amperio	A
Intensidad luminosa ( $I$ )	candela	cd
Cantidad de sustancia ( $n$ )	mol	mol

Magnitudes derivadas	Unidades y símbolos	Otras unidades equivalentes
Volumen ( $V$ )	$m^3$	L (litro)
Densidad ( $\rho$ )	$kg/m^3$	$g/cm^3$ ; g/mL; g/L
Velocidad ( $v$ )	m/s	km/h
Aceleración ( $a$ )	$m/s^2$	N/m
Fuerza ( $F$ )	$kg \cdot m/s^2 = N$ (newton)	kp
Presión ( $p$ )	$N/m^2 = Pa$ (pascal)	mmHg; atm
Trabajo ( $W$ )	$N \cdot m = J$ (julio)	erg; kW·h

# Prefijos usados con unidades del SI

Prefijo	Símbolo	Significado	Ejemplo
Tera-	T	1 000 000 000 000 ó $10^{12}$	1 terametro (Tm) = $1 \times 10^{12}$ m
Giga-	G	1 000 000 000 ó $10^9$	1 gigametro (Gm) = $1 \times 10^9$ m
Mega-	M	1 000 000 ó $10^6$	1 megametro (Mm) = $1 \times 10^6$ m
Kilo-	k	1 000 ó $10^3$	1 kilómetro (km) = $1 \times 10^3$ m
Deci-	d	1/10 ó $10^{-1}$	1 decímetro (dm) = 0,1 m
Centi-	c	1/100 ó $10^{-2}$	1 centímetro (cm) = 0,01 m
Mili-	m	1/1 000 ó $10^{-3}$	1 milímetro (mm) = 0,001 m
Micro-	μ	1/1 000 000 ó $10^{-6}$	1 micrómetro (μm) = $1 \times 10^{-6}$ m
Nano-	n	1/1 000 000 000 ó $10^{-9}$	1 nanómetro (nm) = $1 \times 10^{-9}$ m
Pico-	p	1/1 000 000 000 000 ó $10^{-12}$	1 picómetro (pm) = $1 \times 10^{-12}$ m

# NOTACIÓN CIENTÍFICA

Usamos **notación científica o exponencial** cuando tratamos con números muy grandes o muy pequeños.

Por ejemplo, 197 gramos de Au contienen aproximadamente 60200000000000000000000000 átomos y la masa de un átomo de Au es aproximadamente 0.000000000000000000000000327 gramos.

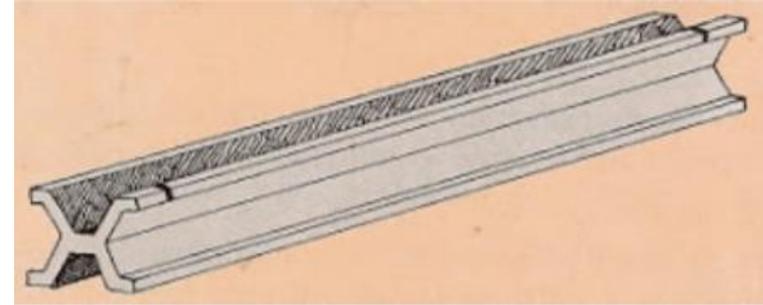
Se usa la notación científica dónde se escribe el número en forma exponencial y se coloca un dígito no nulo a la izquierda de la coma decimal. Así tenemos  $6.02 \times 10^{23}$  átomos en 197 g de oro y la masa de un átomo de oro es de  $3.27 \times 10^{-22}$  gramos.

60200000000000000000000000 átomos  $\longrightarrow$   $6.02 \times 10^{23}$  átomos

0.000000000000000000000000327 gramos  $\longrightarrow$   $3.27 \times 10^{-22}$  gramos

# Longitud

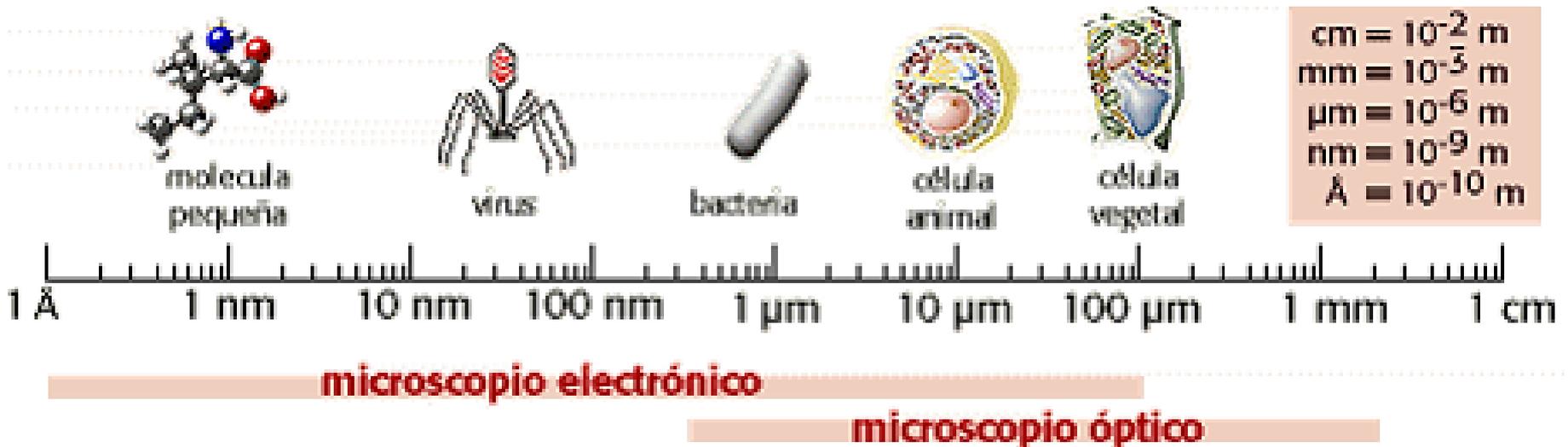
El metro actualmente se define como la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299792458$  segundos (aprox. 3.34 ns)



El metro patrón

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm}$$

Se emplea para medir distancias de escala atómica



### Ejercicio 1.

La distancia entre dos átomos de hidrógeno en una molécula de hidrógeno es de 74 picómetros. Convierta esta distancia a metros.

**Solución:**

$$1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$74 \text{ pm} = 74 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$\text{En notación científica: } 74 \text{ pm} = 7.4 \times 10^{-11} \text{ m}$$

### Ejercicio 2.

La longitud de enlace en cada uno de los compuestos orgánicos X, Y, Z son:  $1.2 \times 10^0 \text{ \AA}$ ,  $1.52 \times 10^{-1} \text{ nm}$ , y  $1.47 \times 10^2 \text{ pm}$ , respectivamente. ¿Cuál es el enlace más corto? Y el más largo?

**Solución:**

Para comparar las tres medidas, tenemos que convertir primero a la misma unidad de medida. Vamos a elegir el Ångström.

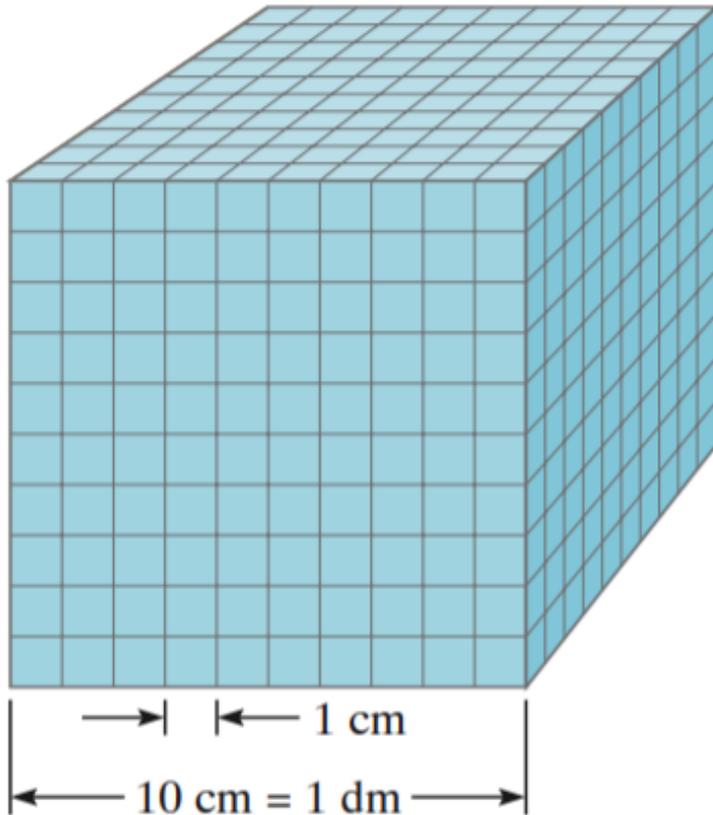
$$1.2 \times 10^0 \text{ \AA} = 1.2 \text{ \AA}$$

$$1.52 \times 10^{-1} \text{ nm} = 1.52 \text{ \AA} \quad (1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA})$$

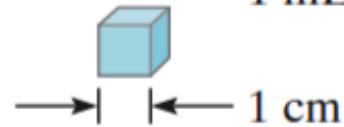
$$1.47 \times 10^2 \text{ pm} = 1.47 \text{ \AA} \quad (1 \text{ pm} = 10^{-2} \text{ \AA})$$

# Área y Volúmen

Volumen:  $1\ 000\ \text{cm}^3$ ;  
 $1\ 000\ \text{mL}$ ;  
 $1\ \text{dm}^3$ ;  
 $1\ \text{L}$



Volumen:  $1\ \text{cm}^3$ ;  
 $1\ \text{mL}$



# Área y Volúmen

## Ejercicio 1.

Un adulto promedio tiene 5.2 litros de sangre. ¿Cuál es el volumen de sangre en  $\text{m}^3$ ?

R:  $5.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

## Ejercicio 2.

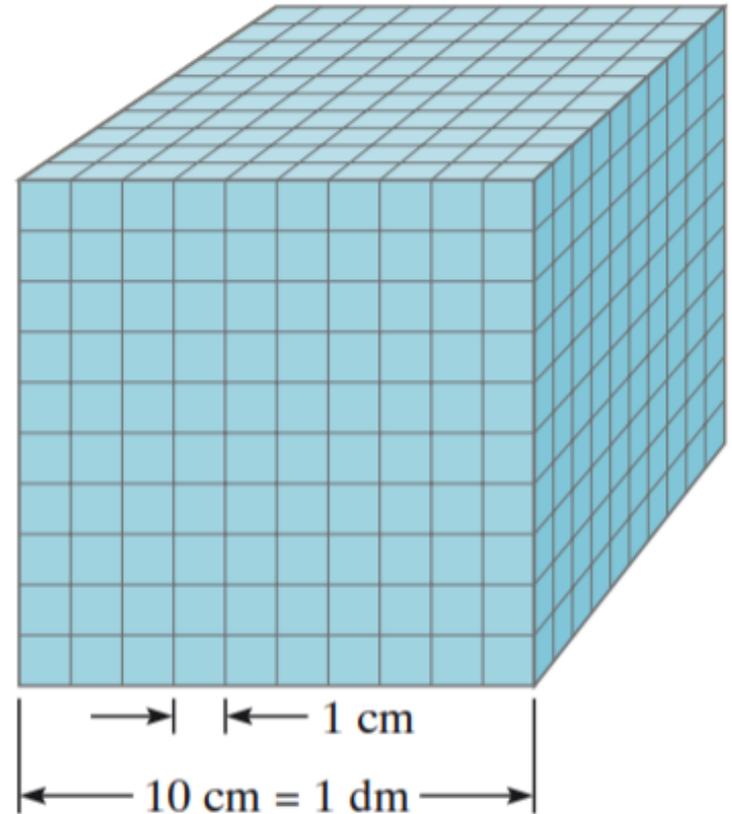
El área de un cristal es de  $1.9 \times 10^2 \text{ mm}^2$ .  
Calcule el área en  $\text{m}^2$ .

$1 \text{ m} = 1,000 \text{ mm}$

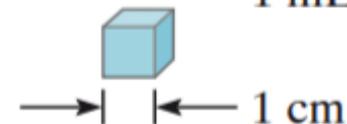
$1 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ mm}^2$

R:  $1.9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

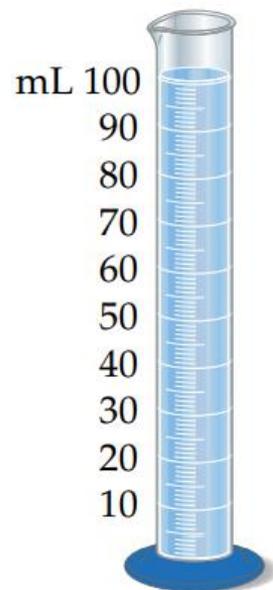
Volumen:  $1\ 000 \text{ cm}^3$ ;  
 $1\ 000 \text{ mL}$ ;  
 $1 \text{ dm}^3$ ;  
 $1 \text{ L}$



Volumen:  $1 \text{ cm}^3$ ;  
 $1 \text{ mL}$



Aparatos comunes empleados en el laboratorio de química para medir y entregar volúmenes de líquido.

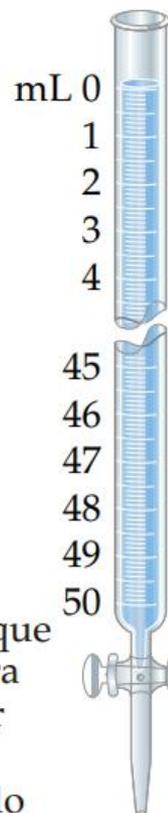


Probeta graduada



Jeringa

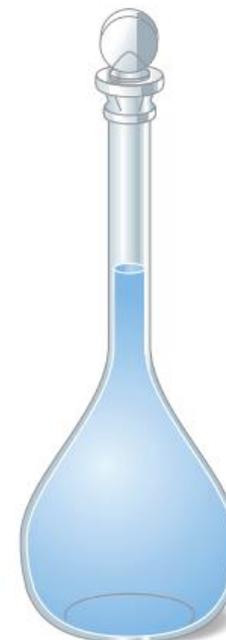
Llave de paso, válvula que sirve para controlar el flujo de líquido



Bureta



Pipeta



Matraz volumétrico

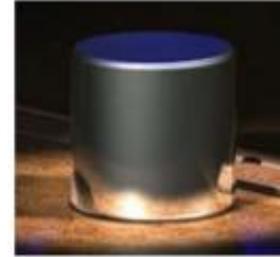
- La probeta graduada, la jeringa y la bureta sirven para entregar volúmenes variables de líquido;
- La pipeta sirve para entregar un volumen específico de líquido;
- El matraz volumétrico contiene un volumen específico de líquido cuando se le llena hasta la marca.

# Masa

La masa es la medida de la cantidad de materia contenida en una muestra de cualquier material. Mientras más masa tenga un objeto, más fuerza se requerirá para ponerlo en movimiento.

Hasta el 20 de mayo del 2019 el kilogramo estuvo definido por la masa que tiene el cilindro patrón, compuesto de una aleación de platino e iridio, que se guarda en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en Sèvres, Francia. Es la única unidad que emplea un prefijo.

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1 \times 10^3 \text{ g}$$



Aleación de platino e iridio,



La Oficina Internacional de Pesos y Medidas, en Sèvres, Francia.

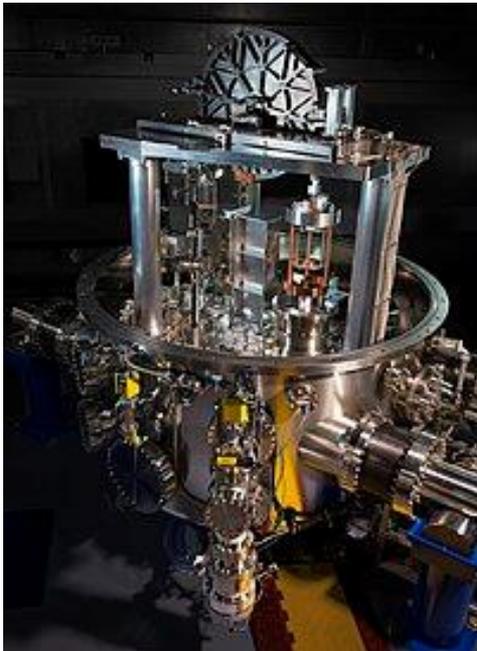
# Masa

La definición oficial del kilogramo es:

«El kilogramo, símbolo kg, es la unidad SI de **masa**. Se define al fijar el valor numérico de la **constante de Planck**,  $h$ , como  $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  expresado en J·s (julios por segundo), unidad igual a  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ , donde el **metro** y el **segundo** se definen en función de  $c$  (**velocidad de la luz** en el vacío) y  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$  (duración del **segundo atómico**).»<sup>8</sup>

De la relación exacta  $h=6.626\ 070\ 15\cdot 10^{-34}\ \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ , se obtiene la expresión para el kilogramo en función del valor de la constante de Planck,  $h$ :

$$1\text{kg} = \left( \frac{h}{6.62607015 \times 10^{-34}} \right) \text{m}^{-2}\text{s}$$



La balanza de Watt NIST-4, que comenzó a funcionar a principios de 2015 en el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología estadounidense en **Gaithersburg (Maryland)**, que midió la constante de Planck con una precisión de 13 partes por millardo en 2017, lo cual fue lo suficientemente preciso para ayudar con la redefinición del kilogramo.

# Diferencia entre masa y peso

La **masa** de un objeto se refiere a la cantidad de materia contenida por el objeto. Es una medida de su inercia.

El **peso** de un objeto es la fuerza de gravedad actuando sobre el objeto.



Masa en la Tierra de 65 kg

Peso en la Tierra de 64.4 kg

Gravedad en la Tierra:  $9.81 \text{ m/s}^2$

(En la Luna la fuerza gravitatoria es una sexta parte de la misma fuerza en la Tierra.)

Comparación de peso y masa de una persona en la Tierra y la Luna.



Masa en la Luna de 65 kg

Peso en la Luna de 10.8 kg

Gravedad en la Luna:  $1.62 \text{ m/s}^2$

# *Masa*

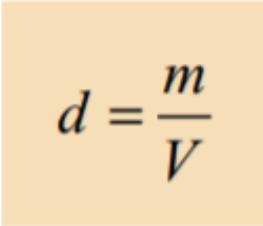


*La Tierra tiene una masa del orden de  $1 \cdot 10^{24}$  kg.*

# Densidad

- La **densidad** se utiliza ampliamente para caracterizar las sustancias; se define como la cantidad de masa en una unidad de volumen de la sustancia:

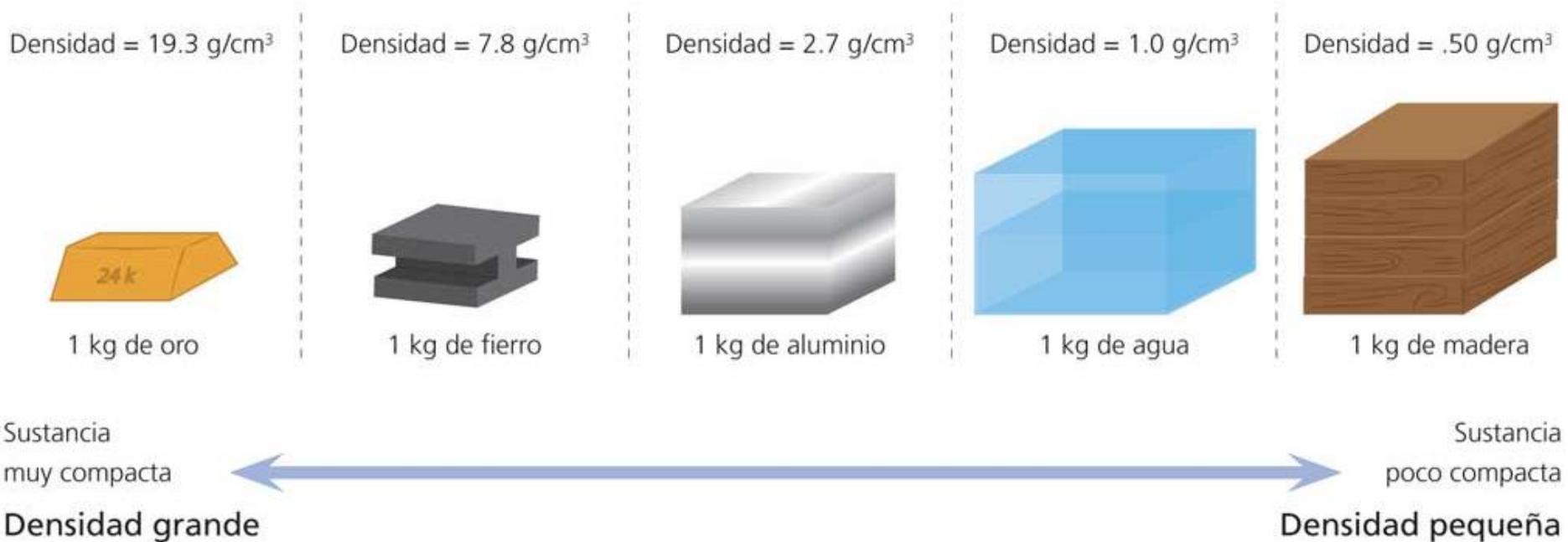
$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$


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

- Dado que casi todas las sustancias cambian de volumen al calentarse o enfriarse, la densidad depende de la temperatura.
- Al informar densidades, se debe especificar la temperatura. Por lo regular se supone que la temperatura es 25°C, la temperatura ambiente normal, si no se indica la temperatura.

# Densidad

- Las densidades de sólidos y líquidos se expresan comúnmente en unidades de gramos por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ) o gramos por mililitro ( $\text{g/mL}$ ).



# Densidad



**Figura 3.16** Una lata de bebida gaseosa dietética flota en el agua, no así la bebida gaseosa normal, debido a la diferencia de densidad entre ellas.



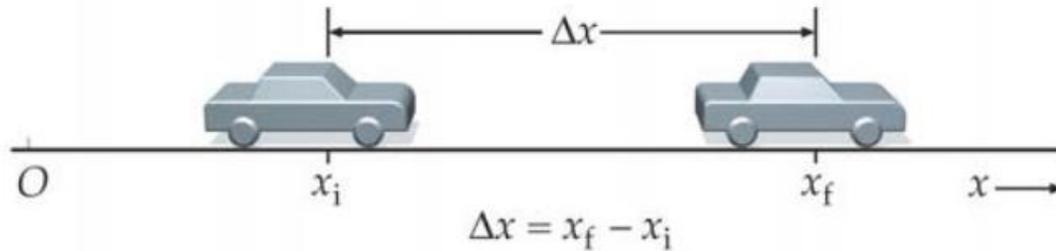
**Figura 3.18** Los líquidos inmiscibles se separan en capas; el líquido más denso se va al fondo y el menos denso sube hasta la superficie. De arriba hacia abajo: aceite de maíz, agua, champú, detergente para vajillas, anticongelante y jarabe de arce.

# Tiempo

El **segundo** actualmente se define tomando como base el tiempo atómico (un segundo es igual a 9.192.631.770 periodos de radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio  $^{133}\text{Cs}$ , medidos a 0K).

Unidad	Equivalencia
Segundo	
Minuto	60 segundos
Hora	60 minutos
Día	24 horas
Semana	7 días
Mes	28, 29, 30 o 31 días
Año	365 días y 1/4
Lustro	5 años
Década	10 años
Siglo	100 años
Milenio	1,000 años

# Velocidad



$$v = \frac{\Delta x}{t}$$

Pasar de km/h a m/s /h.  $1 \text{ km/h} = \frac{1 \cancel{\text{km}}}{1 \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = \frac{10}{36} \text{ m/s}$

Pasar de m/s a km/h.  $1 \text{ m/s} = \frac{1 \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{s}}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \cancel{\text{m}}} \cdot \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ h}} = 3,6 \text{ km/h}$

**Ejercicio.** Convierta 13 km/h a m/s

**Solución:** En este caso tenemos velocidad en unidades de longitud y tiempo, para ello veamos los recursos que tenemos para identificar los factores de conversión posibles. Sabemos que:

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

Con estos datos podemos obtener la conversión sin problemas:

$$13 \frac{\cancel{km}}{h} \left( \frac{1000\cancel{m}}{1\cancel{km}} \right) \left( \frac{1\cancel{h}}{60\cancel{min}} \right) \left( \frac{1\cancel{min}}{60s} \right) = 3.61 \frac{m}{s}$$



¿Cuánto tarda en llegar la luz del sol a la Tierra, si la velocidad de la luz es de 300.000 km/s y el sol se encuentra a 150.000.000 km de distancia?

$$Velocidad = \frac{Distancia}{Tiempo}$$

$$Velocidad = 300,000 \text{ km/s}$$

$$Distancia = 150,000,000 \text{ km}$$



La velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s y la de la luz es de aproximadamente 300.000 km/s. Se produce un relámpago a 50 km de un observador. a) ¿Qué recibe primero el observador, la luz o el sonido?. b) ¿Con qué diferencia de tiempo los registra? R : 147.059 segundos

# Intensidad de corriente eléctrica

El **amperio** o **ampere** es una corriente constante que, si es mantenida en dos conductores paralelos de largo infinito, circulares y colocados a un metro de distancia en el vacío, produciría entre esos conductores una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de largo.

# Intensidad luminosa

La **candela** es la unidad básica del SI de intensidad luminosa en una dirección dada, desde una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hercios y de la cual la intensidad radiada en esta dirección es  $1/683$  vatios por estereorradián.

## AIRIS M137. Televisor LCD 26''

Carrefouronline



### Características técnicas

- TV LCD 26'' - 16:9
- Resolución: 1280 x 768
- Brillo  $500 \text{ Cd/m}^2$  →  $\text{cd/m}^2$
- Contraste 600:1
- Sonido Estéreo Nicam
- Soporte de pared incorporado

# Temperatura

La temperatura se puede expresar en diferentes escalas de temperatura. Tres escalas de temperatura usadas comúnmente son: Celsius, Kelvin (absoluta) y Fahrenheit.

La unidad de temperatura en las escalas Celsius y Fahrenheit se llama grado. El signo de grado no se utiliza con la temperatura Kelvin.

<p>De Kelvin a Celsius</p> $C = K - 273.15$	<p>De Kelvin a Fahrenheit</p> $F = \frac{9(K - 273.15)}{5} + 32$
<p>De Fahrenheit a Celsius</p> $C = \frac{5(F - 32)}{9}$	<p>De Fahrenheit a Kelvin</p> $K = \frac{5(F - 32)}{9} + 273.15$
<p>De Celsius a Kelvin</p> $K = C + 273.15$	<p>De Celsius a Fahrenheit</p> $F = \frac{9C}{5} + 32$



# Cantidad de sustancia

El **mol** se define como la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales del tipo considerado cómo átomos de C hay en 12 gramos de  $^{12}\text{C}$ .

1[decena] ——— 10 [unidades]

1[centena] ——— 100 [unidades]

1[mol] ———  $6.022 \times 10^{23}$  [unidades]

constante de Avogadro

*el número de partículas contenidos en un mol es enormemente grande!*

# *Cantidad de sustancia*

Un mol contiene  $6.022 \times 10^{23}$  unidades de lo que sea

Un mol de granos de arena equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  granos de arena.

Un mol de lápices equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  lápices.

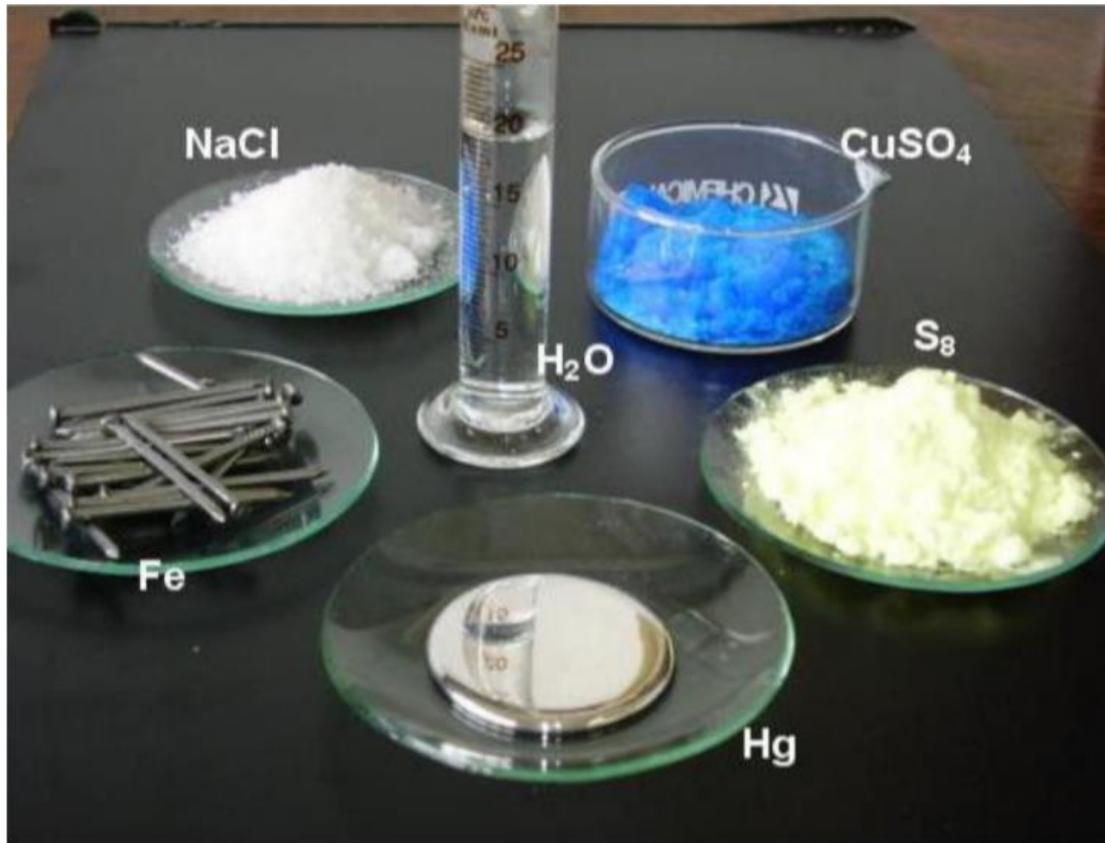
Un mol de átomos equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  átomos.

Un mol de moléculas equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  moléculas.

1 mol de granos de sal cubriría la superficie de todo nuestro planeta con una capa de poco más de 1 m de espesor; por ello, **resulta poco práctico emplear el concepto de mol para entidades macroscópicas.**

# Cantidad de sustancia

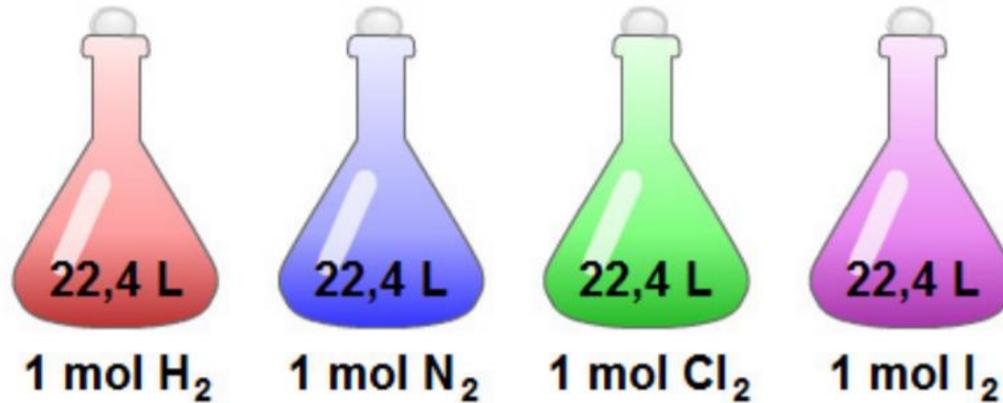
**Ejemplo:** Un mol de agua está constituido por un mol de moléculas de dicha sustancia, y corresponde a un volumen de tan sólo 18 mililitros y una masa de 18 gramos.



1 Mol de distintas sustancias:  
cloruro de sodio, sulfato de  
cobre (II), azufre, mercurio,  
hierro, agua

# CANTIDAD DE SUSTANCIA

Un mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4 litros a 0 °C de temperatura y 1 atm de presión.



## Ejercicio 1.

Calcula los moles de gas metano CH<sub>4</sub> que habrá en 30 litros del mismo, medidos en condiciones normales de temperatura y presión.

## Sistema técnico inglés

Longitud	Fuerza	Tiempo
pie	libra	segundo

- Solo se usa en mecánica y termodinámica
- No decimal: 1 yarda = 3 pies; 1 pie = 12 pulgadas
- Equivalencias:

$$1 \text{ yd} = 0,9144 \text{ m}$$

$$1 \text{ pie} = 0,3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ pulgada (inch)} = 2,54 \text{ cm}$$

$$1 \text{ milla} = 1,609 \text{ km}$$

$$1 \text{ lb} = 4,4482 \text{ N}$$



# Incertidumbre en las mediciones

En los trabajos científicos se manejan dos tipos de números:

- **números exactos** (cuyos valores se conocen con exactitud) y
- **números inexactos** (cuyos valores tienen cierta incertidumbre).

Los números que se obtienen midiendo siempre son inexactos. Siempre hay limitaciones inherentes en el equipo empleado para medir cantidades (errores de equipo), y hay diferencias en la forma en que diferentes personas realizan la misma medición (errores humanos).

# Precisión y exactitud

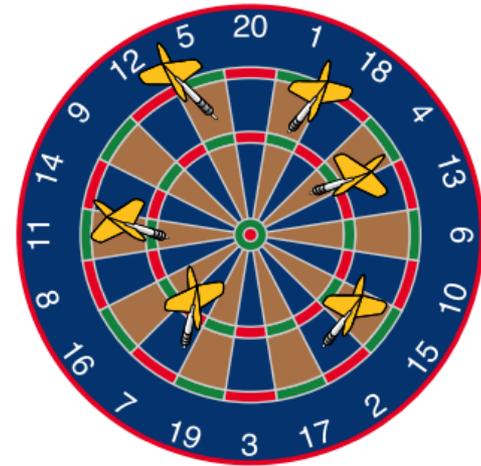
La distribución de los dardos en un blanco ilustra la diferencia entre exactitud y precisión



Buena exactitud  
Buena precisión



Mala exactitud  
Buena precisión



Mala exactitud  
Mala precisión

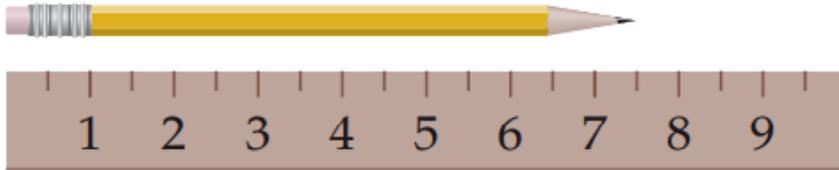
La **precisión** es una medida de la concordancia de mediciones individuales entre sí.

La **exactitud** se refiere a qué tanto las mediciones individuales se acercan al valor correcto, o “verdadero”.

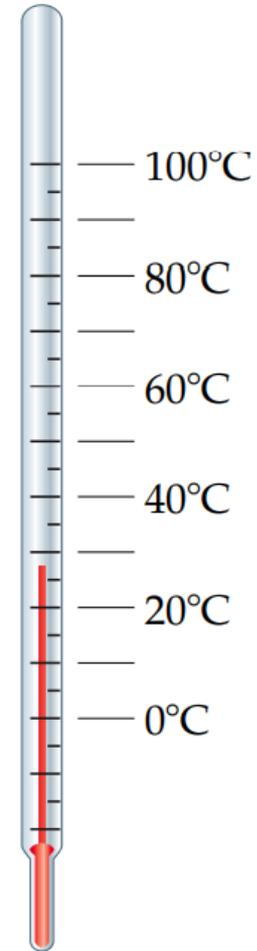
# Cifras significativas

- Supongamos que pesamos una moneda en una balanza capaz de medir hasta 0.0001 g. Podríamos informar que la masa es  $2.2405 \pm 0.0001$  g.
- La notación  $\pm$  expresa la **incertidumbre** de una medición.
- En muchos trabajos científicos omitimos la notación en el entendido de que existe una incertidumbre de por lo menos una unidad en el último dígito de la cantidad medida. Es decir, las cantidades medidas generalmente se informan de tal manera que sólo el último dígito es incierto.
- Todos los dígitos de una cantidad medida, incluido el incierto, se denominan **cifras significativas**.
- Una masa medida que se informa como 2.2 g tiene dos cifras significativas, mientras que una que se informa como 2.2405 g tiene cinco cifras significativas.
- Cuanto mayor es el número de cifras significativas, mayor es la certidumbre implícita de una medición.

# Cifras significativas



Termómetro con marcas cada 5°C.  
La temperatura está entre 25°C y  
30°C, y es aproximadamente 27°C.



# Cifras significativas



¿Qué diferencia hay entre 4.0 g y 4.00 g?

**Solución:**

Muchas personas dirían que no hay diferencia, pero un científico notaría la diferencia en el número de cifras significativas en las dos mediciones.

El valor 4.0 tiene dos cifras significativas, en tanto que 4.00 tiene tres. Esto implica que la primera medición tiene más incertidumbre.

Una masa de 4.0 g indica que la masa está entre 3.9 y 4.1 g; la masa es  $4.0 \pm 0.1$  g.

Una medición de 4.00 g implica que la masa está entre 3.99 y 4.01 g; la masa es  $4.00 \pm 0.01$  g.