
Sistemas de medida

Sistema Internacional

Durante la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas de 1960, efectuada en París, se definieron y establecieron las unidades SI. La tabla A.1 muestra las unidades SI con sus símbolos. El SI se basa en el *sistema métrico*, originado por los científicos franceses en 1791, poco tiempo después de la Revolución francesa. Lo ordenado de ese sistema lo hace adecuado para los trabajos científicos, y lo usan los hombres de ciencia de todo el mundo. El sistema métrico se divide en dos sistemas de unidades. En uno de ellos, la unidad de longitud es el metro, la de masa es el kilogramo, y la de tiempo es el segundo. Se trata del sistema *metro-kilogramo-segundo* (mks), que es el que se prefiere en física. La otra rama es la del sistema *centímetro-gramo-segundo* (cgs), que debido a los valores menores, es el que se prefiere en química. Las unidades cgs y mks se relacionan entre sí como sigue: 100 centímetros equivalen a 1 metro, 1,000 gramos equivalen a 1 kilogramo. La tabla A.2 muestra la conversión de diversas unidades de longitud.

TABLA A.1
Unidades SI

<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo</i>
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Fuerza	newton	N
Energía	joule	J
Corriente	ampere	A
Temperatura	kelvin	K

TABLA A.2
Tabla de conversiones entre distintas unidades de longitud

<i>Unidad de longitud</i>	<i>Kilómetro</i>	<i>Metro</i>	<i>Centímetro</i>	<i>Pulgada</i>	<i>Pie</i>	<i>Milla</i>
1 kilómetro	= 1	1000	100,000	39,370	3280.84	0.62140
1 metro	= 0.00100	1	100	39.370	3.28084	6.21×10^{-4}
1 centímetro	= 1.0×10^{-5}	0.0100	1	0.39370	0.032808	6.21×10^{-6}
1 pulgada	= 2.54×10^{-5}	0.02540	2.5400	1	0.08333	1.58×10^{-5}
1 pie	= 3.05×10^{-4}	0.30480	30.480	12	1	1.89×10^{-4}
1 milla	= 1.60934	1609.34	160,934	63,360	5280	1

Una de las principales ventajas de un sistema métrico es que emplea el sistema decimal, donde todas las unidades se relacionan con otras menores o mayores, dividiéndolas entre 10 o multiplicándolas por este número. Los prefijos que muestra la tabla A.3 se usan para indicar la relación entre las unidades.

TABLA A.3
Algunos prefijos

<i>Prefijo</i>	<i>Definición</i>
micro-	Un millonésimo: un microsegundo es la millonésima parte de un segundo
milli-	Un milésimo: un miligramo es la milésima parte de un gramo
centi-	Un centésimo: un centímetro es la centésima parte de un metro
kilo-	Un kilogramo son 1,000 gramos
mega-	Un millón: un megahertz es 1 millón de hertz

Metro

La unidad fundamental de longitud del sistema métrico se definió originalmente en términos de la distancia desde el Polo Norte hasta el ecuador. En esa época se creía que esa distancia era de 10,000 kilómetros. Se determinó con cuidado la diezmillonésima parte de esa distancia y se marcó haciendo rayas a una barra de aleación de platino-iridio. Esta barra se guarda en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en Francia. Desde entonces, se ha calibrado el metro patrón de Francia en términos de la longitud de onda de la luz: es 1,650,763.73 veces la longitud de onda de la luz anaranjada emitida por los átomos del kriptón 86 gaseoso. Ahora se define al metro como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío, durante un intervalo de tiempo de $1/299,792,458$ de segundo.

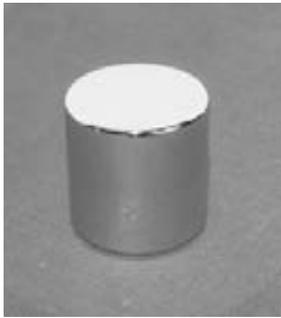


FIGURA A.1
El kilogramo estándar.

Kilogramo

El kilogramo patrón de la masa es un cilindro de aleación de platino (90%) e iridio (10%), que también se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en Francia (figura A.1). El kilogramo equivale a 1,000 gramos. Un gramo es la masa de 1 centímetro cúbico (cc) de agua a una temperatura de 4° Celsius. (La libra patrón se define en función del kilogramo patrón: la masa de un objeto que pesa 1 libra equivale a 0.4536 kilogramos.)

Segundo

La unidad oficial de tiempo, para el USCS y para el SI es el segundo. Hasta 1956, se definía en términos del día solar medio, dividido en 24 horas. A la vez, cada hora se divide en 60 minutos, y cada minuto en 60 segundos. Así, hay 86,400 segundos por día, y el segundo se definía como la 1/86,400 parte del día solar medio. Esto resultó poco satisfactorio, porque la rapidez de rotación de la Tierra está disminuyendo en forma gradual. En 1956 se eligió el día solar medio del año 1900 como patrón para basar el segundo. En 1964 se definió al segundo, en forma oficial, como la duración de 9,192,631,770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Newton

Un newton es la fuerza necesaria para acelerar 1 kilogramo a 1 metro por segundo por segundo. El nombre de la unidad es en honor a Sir Isaac Newton.

Joule

Un joule equivale a la cantidad de trabajo efectuado por una fuerza de 1 newton que actúa a través de una distancia de 1 metro. En 1948 el joule fue adoptado como unidad de energía por la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas. En consecuencia, el calor específico del agua a 15 °C se considera hoy como 4185.5 joules por kilogramo por grado Celsius. Esta cifra siempre se asocia con el equivalente mecánico del calor: 4.1855 joules por caloría.

Ampere

El ampere se define como la intensidad de la corriente eléctrica constante que, cuando se mantiene entre dos conductores paralelos de longitud infinita y sección transversal despreciable, colocados a 1 m de distancia en el vacío, produce entre ellos una fuerza igual a 2×10^{-7} newtons por metro de longitud. En nuestra descripción de la corriente eléctrica, en este libro, hemos usado la definición no oficial, pero más fácil de comprender del ampere, como la rapidez de flujo de 1 coulomb de carga por segundo, donde un coulomb es la carga de 6.25×10^{18} electrones.

Kelvin

La unidad fundamental de temperatura lleva su nombre en honor al científico William Thomson, Lord Kelvin. Se define al Kelvin como la 1/273.15 parte de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (que es el punto fijo en el

que coexisten en equilibrio el hielo, el agua líquida y el vapor de agua). Se adoptó esta definición en 1968, al decidir cambiar el nombre *grado Kelvin* ($^{\circ}\text{K}$) por sólo *kelvin* (K). La temperatura de fusión del hielo a la presión atmosférica es 273.15 K. La temperatura a la cual la presión de vapor del agua pura es igual a la presión atmosférica normal es 373.15 K (la temperatura de ebullición del agua pura a la presión atmosférica normal).

Área

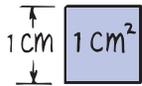


FIGURA A.2
Unidad de área.

La unidad de área es un cuadrado con la unidad patrón de longitud por lado. En el USCS es un cuadrado con lados de 1 pie de longitud cada uno, y se llama pie cuadrado; se escribe ft^2 . En el sistema internacional es un cuadrado cuyos lados tienen 1 metro de longitud, que definen una unidad de área de 1 m^2 . En el sistema cgs es 1 cm^2 . El área de determinada superficie se especifica con la cantidad de pies cuadrados, metros cuadrados o centímetros cuadrados que caben en ella. El área de un rectángulo es igual a su base multiplicada por su altura. El área de un círculo es igual a πr^2 , donde $\pi \approx 3.14$ y r es el radio del círculo. Las fórmulas para calcular las áreas de las superficies de otras formas u objetos se encuentran en los libros de texto de geometría.

Volumen

El volumen de un objeto indica el espacio que ocupa. La unidad de volumen es el espacio que ocupa un cubo que tiene una unidad patrón de longitud por lado. En el USCS, una unidad de volumen es el espacio ocupado por un cubo de 1 pie por lado, y se llama 1 pie cúbico (se escribe 1 ft^3). En el sistema métrico es el espacio ocupado por un cubo con lados de 1 metro (SI) o de 1 centímetro (cgs). Se escribe 1 m^3 o 1 cm^3 (o 1 cc). El volumen de determinado espacio se especifica con la cantidad de pies cúbicos, metros cúbicos o centímetros cúbicos que caben en él.

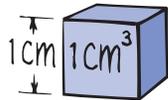


FIGURA A.3
Unidad de volumen.

En el USCS también se miden los volúmenes en onzas fluidas, pintas líquidas, pintas secas, cuartos líquidos y secos, galones, pecks, bushels y pulgadas cúbicas, además de los pies cúbicos. Hay 1728 ($12 \times 12 \times 12$) pulgadas cúbicas en 1 ft^3 . Un galón estadounidense tiene un volumen de 231 in^3 . Cuatro cuartos equivalen a un galón. En el SI, los volúmenes también se miden en litros. Un litro es igual a 1000 cm^3 .