

Sistemas de Medición

A continuación se explican 3 sistemas de medición: el Sistema Internacional, el Sistema cgs y el Sistema Inglés.

Sistema Internacional

El **Sistema Internacional de Unidades** (abreviado **SI**, del francés: *Le Système International d'Unités*), también denominado **Sistema Internacional de Medidas**, se usa en casi todos los países. Se fundamenta en siete magnitudes básicas.

El **SI** está formado por unidades base y unidades derivadas. Sus nombres y símbolos se definen conforme a reglas dadas por la **Conferencia General de Pesas y Medidas** (CGPM), ocurrida en 1960. En dicha Conferencia se reconocieron inicialmente 6 unidades físicas básicas, y en 1971 se añadió la séptima unidad básica: el mol.

Las definiciones de las unidades de base adoptadas por la CGPM, y que aparecen en la página electrónica del Centro Nacional de Metrología (CENAM).

La **Ley Federal sobre Metrología y Normalización** establece que el **SI** es el Sistema de Unidades Oficial en México, el cual está definido por la Norma Oficial Mexicana **NOM-008-SCFI-2002, "Sistema General de Unidades de Medida"**. La Tabla 1.1 presenta las magnitudes y unidades básicas del **SI**.

Tabla 1.1. Magnitudes y unidades básicas del SI

Símbolo	Magnitud básica		Unidad básica	
	Nombre	Símbolo dimensional	Nombre	Símbolo
l, x, r	Longitud	L	metro	m
m	Masa	M	kilogramo	kg
t	Tiempo	T	segundo	s
I, i	Corriente Eléctrica	I	ampere, amperio	A
T	Temperatura Termodinámica	Θ	Kelvin	K
n	Cantidad de Sustancia	N	mol	mol
I_v	Intensidad Luminosa	J	candela	cd

De las unidades básicas existen múltiplos y submúltiplos, que se expresan mediante prefijos. Por ejemplo, la expresión "kilo" indica "mil"; por lo tanto, 1 km equivale a 1,000 m.

Del mismo modo, “mili” significa “milésima” (parte de); por ejemplo, 1 mA es 0.001 A. La Tabla 1.2 presenta los prefijos y notación científica de los múltiplos y submúltiplos utilizados en el SI.

Tabla 1.2. Prefijos y notación científica

10^n	Prefijo	Símbolo	10^n	Prefijo	Símbolo
10^{15}	peta	P	10^{-1}	deci	d
10^{12}	tera	T	10^{-2}	centi	c
10^9	giga	G	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^3	kilo	k	10^{-9}	nano	η
10^2	hecto	h	10^{-12}	pico	p
10^0	Ninguno		10^{-15}	femto	f

Unidades derivadas

Las unidades derivadas se forman a partir de productos de potencias de unidades básicas. Las unidades derivadas coherentes son productos de potencias de unidades básicas. Las unidades básicas y las unidades derivadas coherentes del SI forman un conjunto coherente, denominado **conjunto de unidades SI coherentes**.

Las Tablas 1.3 y 1.4 presentan algunas magnitudes derivadas a partir de las magnitudes básicas.

Tabla 1.3. Ejemplos de magnitudes derivadas coherentes expresadas a partir de las unidades básicas

Magnitud SI derivada		Unidad SI derivada	
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Área, superficie	A	metro cuadrado	m^2
Volumen	V	metro cúbico	m^3
Velocidad	v	metro por segundo	m/s
Aceleración	a	metro por segundo cuadrado	m/s^2
Densidad	ρ	kilogramo por metro cúbico	kg/m^3
Volumen específico	v	metro cúbico por kilogramo	m^3/kg
Densidad de corriente	J	amperio por metro cuadrado	A/m^2
Campo magnético	H	amperio por metro	A/m
Luminancia	L_v	candela por metro cuadrado	cd/m^2

Tabla 1.4. Ejemplos de magnitudes derivadas con nombres y símbolos especiales

Nombre	Magnitud SI derivada		Unidad SI derivada	
	Nombre	Símbolo	Unidades derivadas SI	Unidades básicas SI
Frecuencia	Hercio	Hz	Hz	s ⁻¹
Fuerza	Newton	N	N	kg m s ⁻²
Presión, tensión	Pascal	Pa	N/m ²	kg m ⁻¹ s ⁻²
energía, trabajo, cantidad de calor	Julio Joule	J	N·m	kg m ² s ⁻²
potencia, flujo energético	Vatio Watt	W	J/s	kg m ² s ⁻³
temperatura Celsius	Grado Celsius	°C		K

Sistema Cegesimal de Unidades

El **Sistema Cegesimal de Unidades** (CGS) es un sistema de unidades basado en el *centímetro*, el *gramo* y el *segundo*. Su nombre es el acrónimo de estas tres unidades.

El sistema **CGS** ha sido casi totalmente reemplazado por el SI; sin embargo, aún se utiliza en algunos campos científicos y técnicos muy concretos, con resultados ventajosos en algunos contextos.

La Tabla 1.5 presenta algunas de las magnitudes y unidades que usa el sistema CGS.

Tabla 1.5. Sistema CGS.

Magnitud	Unidad	Símbolo	Expresión mediante unidades básicas
longitud ^b	centímetro	cm	cm
masa ^b	gramo	g	g
tiempo ^b	segundo	s	s
aceleración ^d	gal	gal	cm/s ²
fuerza ^d	dina	dyn	g.cm/s ²
energía ^d	ergio	erg	dyn cm
potencia ^d	ergio por segundo		erg/s
presión ^d	baria	baria	dyn/cm ²
viscosidad dinámica	poise	P	g(cm s) ⁻¹

^b Unidad base del CGS

^d Unidad derivada en el CGS

Sistema Inglés de Unidades

El Sistema Inglés de Unidades, o Sistema Imperial, es usado ampliamente en los Estados Unidos de América (EUA) y países de tradición británica.

Debido a la intensa relación comercial que tiene nuestro país con los EUA, existen en México muchos productos fabricados con especificaciones en este sistema; por ejemplo, instrumentos de medición, tornillería, cables conductores y tuberías metálicas.

Los factores de conversión entre el SI y el Sistema Inglés de unidades pueden consultarse en la página electrónica del CENAM. Para obtener información más detallada sobre el sistema inglés, el CENAM recomienda referirse al portal *Metric Information and Conversions* del *National Institute of Standards and Technology* (NIST) de los EUA.

Tablas de conversión entre sistemas de unidades

Las Tablas 1.6 a 1.14 presentan algunas equivalencias y conversión de unidades entre los diferentes sistemas.

Tabla 1.6. Equivalencias de unidades de longitud en diferentes sistemas de unidades

	cm	m	km	in	ft	mi
1 centímetro	1	1×10^{-2}	1×10^{-5}	0.3937	3.281×10^{-2}	6.214×10^{-6}
1 metro	100	1	1×10^{-3}	39.37	3.281	6.214×10^{-4}
1 kilómetro	1×10^5	1000	1	3.937×10^4	3281	0.6214
1 pulgada	2.540	2.540×10^{-2}	2.540×10^{-5}	1	8.333×10^{-2}	1.578×10^{-5}
1 pie	30.48	0.3048	3.048×10^{-4}	12	1	1.894×10^{-4}
1 milla	1.609×10^5	1609	1.609	6.336×10^4	5280	1

Tabla 1.7. Equivalencias de unidades de áreas en diferentes sistemas de unidades

	m ²	cm ²	ft ²	in ²
1 metro cuadrado	1	1×10^4	10.76	1550
1 centímetro cuadrado	1×10^{-4}	1	1.076×10^{-3}	0.155
1 pie cuadrado	9.290×10^{-2}	929	1	144
1 pulgada cuadrada	6.452×10^{-4}	6.452	6.994×10^{-3}	1

Tabla 1.8. Equivalencias de unidades de volumen en diferentes sistemas de unidades

	m ³	cm ³	L	ft ³	in ³
1 metro cúbico	1	1×10^6	1000	35.31	6.102×10^4
1 centímetro cúbico	1×10^{-6}	1	1.000×10^{-3}	3.351×10^{-5}	6.102×10^{-2}
1 litro	1×10^{-3}	1000	1	3.351×10^{-2}	61.02
1 pie cúbico	2.832×10^{-2}	2.832×10^{-4}	28.32	1	1728
1 pulgada cúbica	1.639×10^{-5}	16.39	1.639×10^{-2}	5.787×10^{-4}	1

Tabla 1.9. Equivalencias de unidades de masa en diferentes sistemas de unidades

	g	kg	slug	oz	lb
1 gramo	1	0.001	6.852×10^{-5}	3.527×10^{-2}	2.205×10^{-3}
1 kilogramo	1000	1	6.852×10^{-2}	35.27	2.205
1 slug	1.459×10^4	14.59	1	514.8	32.07
1 onza	28.35	2.835×10^{-2}	1.943×10^{-3}	1	6.250×10^{-2}
1 libra	453.6	0.4536	3.108×10^{-2}	16	1

Tabla 1.10. Equivalencias de unidades de velocidad en diferentes sistemas de unidades

	ft/s	km/s	m/s	mi/h	cm/s
1 pie por segundo	1	1.097	0.3048	0.6818	30.48
1 kilómetro por hora	0.9113	1	0.2778	0.6214	27.78
1 metro por segundo	3.821	3.6	1	2.237	100
1 milla por hora	1.467	1.609	0.447	1	44.7
1 centímetro por segundo	3.281×10^{-2}	3.6×10^{-2}	0.01	2.237×10^{-2}	1

Tabla 1.11. Equivalencias de unidades de fuerza en diferentes sistemas de unidades

	dyn	N	lb-f
1 dina	1	1×10^{-5}	2.248×10^{-6}
1 newton	1×10^5	1	0.2248
1 libra-fuerza	4.448×10^5	4.448	1

Tabla 1.12. Equivalencias de unidades de presión en diferentes sistemas de unidades

	atm	dina/cm ²	cmHg	Pascal	lb/in ²
1 atmósfera	1	1.013×10^6	76	1.013×10^5	14.7
1 dina por cm ²	9.869×10^7	1	7.501×10^{-5}	0.1	1.405×10^{-5}
1 cmHg a 0 °C	1.316×10^{-2}	1.333×10^4	1	13333	0.1934
1 Pascal	9.869×10^{-6}	10	7.501×10^{-4}	1	1.450×10^{-4}
1 libra por in ²	6.805×10^{-2}	6.985×10^4	5.171	6.985×10^3	1

Tabla 1.13. Equivalencias de unidades de energía en diferentes sistemas de unidades

	BTU	erg	J	cal	kWh
1 unidad térmica británica	1	1.055×10^{10}	1055	252	2.93×10^{-4}
1 ergio	9.481×10^{-11}	1	1×10^{-7}	2.389×10^{-8}	2.778×10^{-14}
1 joule	9.481×10^{-4}	1×10^7	1	0.2389	2.778×10^{-7}
1 caloría	3.969×10^{-3}	4.186×10^7	4.186	1	1.163×10^{-6}
1 kilowatt hora	3413	3.6×10^{13}	3.6×10^6	8.6×10^5	1

Tabla 1.14. Equivalencias de unidades de potencia en diferentes sistemas de unidades

	BTU/h	hp	cal/s	W
1 unidad térmica británica por hora	1	3.929×10^{-4}	6.998×10^{-2}	0.239
1 caballo de fuerza	2545	1	178.1	745.7
1 caloría por segundo	14.29	5.615×10^{-3}	1	4.186
1 watt	3.413	1.341×10^{-3}	0.2389	1

Conversión de unidades**Ejemplos**

1. Pasar 15 pulgadas a centímetros.

Solución:

Se tiene un factor de conversión de $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$

$$15 \text{ in} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} = 38.1 \text{ cm}$$

2. Expresar las siguientes medidas en las unidades que se indican utilizando factores de conversión.

- a) 120 km/h en m/s
- b) 5 g/cm³ en kg/m³

Solución:

a)

$$\frac{120 \text{ km}}{\text{h}} = \frac{120 \text{ km}}{1 \text{ h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3,600 \text{ s}} = \frac{33 \text{ m}}{\text{s}}$$

b)

$$\frac{5 \text{ g}}{\text{cm}^3} = \frac{5 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1,000 \text{ g}} \times \frac{1,000,000 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = \frac{5,000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{5 \text{ g}}{\text{cm}^3} = \frac{5 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1,000 \text{ g}} \times \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^3 = \frac{5,000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$$

BIBLIOGRAFÍA

Velázquez F. V, Flores V. R, Jaimes M. R y Guerra P.N (2016). Guía de Física: Curso Propedéutico. FCQeI, UAEM.