



EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.

El Sistema internacional de Unidades es una forma aceptada internacionalmente de utilización de las unidades de medida de las magnitudes físicas de los cuerpos.

En el Sistema Internacional de unidades existen 3 clases de unidades.

1. UNIDADES BÁSICAS O FUNDAMENTALES:

Se trata de las unidades que se han conviene considerar cómo independientes desde el punto de vista dimensional:

Metro	m	longitud
Kilo	kg	masa
Segundo	s	tiempo
Amperio	A	intensidad de corriente eléctrica
Kelvin	K	temperatura
Mol	mol	cantidad de materia
Candela	cd	Intensidad lumínica

2. UNIDADES DERIVADAS:

Son las unidades que pueden formarse combinando las unidades básicas según relaciones algebraicas escogidas que ligen las magnitudes correspondientes:

velocidad, aceleración, tensión, fuerza, potencia, volumen...

Si trabajamos con las siete unidades fundamentales y con las dos unidades derivadas del sistema internacional, todas las unidades que utilizaremos son combinación de las unidades fundamentales del SI.

Unidades suplementarias:

En la XI Conferencia General de Pesos y Medidas se decidió admitir una tercera clase de unidades SI, para estas unidades no se ha decidido si se trata de unidades básicas o bien si se trata de unidades derivadas.

radian	rad	ángulo plano
esterorradián	sr	ángulo sólido



3. DEFINICIONES DE LAS UNIDADES.

El **metro** es la longitud del camino recorrido por la luz en el vacío durante un tiempo de $1/229792458$ de segundo (decreto 85-1500 del 30/12/85)

El **kilogramo** es la masa del prototipo internacional conservado en la sede del BIPM.

El **segundo** es la duración de 9 192 631 770 ciclos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

El **kelvin** es la fracción $1/273.16$ de la temperatura termodinámica (o absoluta) del punto triple del agua (273.16 K)

El **ampere** es la intensidad de la corriente eléctrica constante, que mantenida en dos conductores rectilíneos paralelos de longitud infinita y de sección transversal despreciable, y situados a la distancia de 1 m en el vacío produce una fuerza de $2 \cdot 10^{-7}$ N/m entre los conductores.

El **mol** es la cantidad de unidades elementales (átomos, moléculas iones, etc.) en un sistema material, igual al número de átomos existente en 0,012 kg de carbono 12. (él número es de $6.022 \cdot 10^{23}$, este número es la constante de Avogadro)

La **candela** es la intensidad luminosa en una dirección dada, correspondiente a una energía de $1/683$ W/sr de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia igual a $540 \cdot 10^{12}$ Hz.

El **radián** es el ángulo plano que teniendo su vértice en el centro de un círculo, intercepta sobre la circunferencia de este círculo, un arco de longitud igual a la del radio.

El **estereoradián** es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, delimita sobre la superficie esférica correspondiente a un área igual a la de un cuadrado que tiene como lado el radio de la esfera.



4. UNIDADES DERIVADAS CON NOMBRE PROPIO.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades del SI	Expresión en unidades básicas del SI
Frecuencia	Hertz	Hz		s^{-1}
Fuerza	Newton	N		$m \text{ kg } s^{-2}$
Presión (tensión mecánica)	Pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \text{ kg } s^{-2}$
Energía, Trabajo, Calor	Julio	J	$N \text{ m}$	$m^2 \text{ kg } s^{-2}$
Potencia, flujo energético	Vatio	W	J/s	$m^2 \text{ kg } s^{-3}$
Carga eléctrica	Culombio	C		$s \text{ A}$
Potencial eléctrico	Voltio	V	W/A	$m^2 \text{ kg } s^{-3} \text{ A}^{-1}$
Capacidad eléctrica	Faradio	F	C/V	$m^{-2} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^4 \text{ A}^2$
Resistencia eléctrica	Ohmio	Ω	V/A	$m^2 \text{ kg } s^{-3} \text{ A}^{-2}$
Conductancia	Siemens	S	A/V	$m^{-2} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^3 \text{ A}^2$
Flujo de inducción magnética	weber	Wb	$V \text{ s}$	$m^2 \text{ kg } s^{-2} \text{ A}^{-1}$
Inducción magnética	Tesla	T	Wb/m^2	$\text{kg } s^{-2} \text{ A}^{-1}$
Inductancia	Henrio	H	Wb/A	$m^2 \text{ kg } s^{-2} \text{ A}^{-2}$
Flujo luminoso	lumen	lm		cd sr
luminancia	lux	lx	lm/m^2	$m^{-2} \text{ cd sr}$



5. MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS:

Para formar múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades del sistema internacional se han propuesto una serie de prefijos,

MÚLTIPLOS:

exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
hecto	h	10^2
deca	da	10^1

SUBMÚLTIPLOS:

deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Ato	a	10^{-18}

Sobre el uso de múltiplos y submúltiplos el sistema internacional recomienda las siguientes reglas:

a.- los símbolos y prefijos se respresaran en caracteres réctos sin espacio entre el simbolo del prefijo y el simbolo de la unidad.

b.- Si un símbolo que contiene un prefijo está afectado de3 un exponenete, este indica que el múltiplo o submúltiplo de la unidad está elevado a la potencia que expresa el exponente.

c.- No se admiten prefijos compuestos formados por yuxtaposición de varios prefijos.



6. UNIDADES ACEPTADAS POR EL SISTEMA INTERNACIONAL DEBIDO A SU USO MUY DIVERSIFICADO

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

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$$

$$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

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

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \frac{1}{\text{m}^2} = 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{m}}$$

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

$$1 \text{ Joule (J)} = 1 \text{ Ws} = \text{Nm} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ Volt (V)} = 1 \text{ W/A} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{A}} = 1 \Omega \text{ A} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{s}}$$

$$1 \text{ Ohm } (\Omega) = 1 \text{ W/A} = 1 \frac{\text{W}}{\text{A}^2} = 1 \frac{\text{J}}{\text{sA}^2} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{A}^2}$$

$$1 \text{ Siemens (s)} = 1/\Omega$$

$$1 \text{ Coloumb (C)} = 1 \text{ A s}$$



7. EQUIVALENCIAS DE LAS DISTINTAS UNIDADES CON LAS UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL.

LONGITUD

1 Å (amstrong)	1,0000 10^{-10}	m
1 μ (micra)	1,0000 10^{-6}	m
1 in	2,5400 10^{-2}	m
1 ft = 12in	3,0480 10^{-1}	m
1 yd = 3 ft = 36 in	9,1440 10^{-1}	m
1 thou	2,5400 10^{-5}	m
1 1 milla	1,6094 10^3	m
1 1 milla (náutica)	1,8533 10^3	m
1 1 rod = 1 perch = 5,5 yd	5,292	m
1 chain	2,0117	m
1 furlong	2,0117 10^2	m
1 ua (unidad astronómica)	1.496 10^{11}	m

SUPERFICIE

1 in ²	6,4516 $\cdot 10^{-4}$	m ²
1 ft ²	9,2903 $\cdot 10^{-2}$	m ²
1 yd ²	8,3613 $\cdot 10^{-1}$	m ²
1 acre	4,0469 $\cdot 10^3$	m ²
1 mile ²	2,5900 $\cdot 10^6$	m ²
1 Area	100	m ²
1 b (barnio)	1 $\cdot 10^{-28}$	m ²

ANGULO

1 ° (grado)	$\pi/180$	rad
1 ' (minuto)	$\pi/(1,08 \cdot 10^5)$	rad
1 " (segundo)	$\pi/(6,48 \cdot 10^6)$	rad
1 revolución	2π	rad



VOLUMEN

1 l (litro) = 1 dm ³	1,0000	10 ⁻³	m ³
1 in ³	1,6387	10 ⁻⁵	m ³
1 ft ³	2,8317	10 ⁻²	m ³
1 yd ³	7,6455	10 ⁻¹	m ³
1 US gal	3,7853	10 ⁻³	m ³
1 UK gal	4,5460	10 ⁻³	m ³
1 US bushel (dry)	3,5239	10 ⁻²	m ³
1 UK bushel (dry)	3,6369	10 ⁻²	m ³
1 barrel (petroleum US)	1,5898	10 ⁻¹	m ³
1 lube oil barrel	2,0819	10 ⁻¹	m ³
1 cubeta	2,3659	10 ⁻⁴	m ³
1 gill	1,1829	10 ⁻⁴	m ³
1 register ton = 100 ft ³	2,8317		m ³
1 quater = 8 UK bushels			
= 32 pecks			
= 64Ukgallons			
= 256 quarts			
= 512 pints	=2.9095		m ³

VELOCIDAD

1 km/h	0.2778	m/s
1 ft/hr	8,4667.10 ⁻⁵	m/s
1 ft/min	5,0800.10 ⁻³	m/s
1 ft/s	3,0480.10 ⁻¹	m/s
1 mile/hr	4,4704.10 ⁻¹	m/s
1 c (velocidad de la luz)	2,9998 10 ⁸	m/s

ACELERACIÓN

1 ft/s ²	3,0480.10 ⁻¹	m/s ²
1 g	9,8106	m/s ²



MASA

1 kp s ² /m = u.t.m.	9,80665	kg
1 g (gramo)	1,0000 10 ⁻³	kg
1 grain	6,4800 10 ⁻⁵	kg
1 lb	4,5359 10 ⁻¹	kg
1 ton (short) = 20 cwt brit.	9,0718 10 ²	kg
1 ton (long) = 20 cwt UK	1,0160 10 ³	kg
1 ct (quilate)	2,0000 10 ⁻⁴	kg

FUERZA

1 kp	9,8067	N
1 dyn	1,0000.10 ⁻⁵	N
1 Dyn	1,0000	N
1 pdl	1,3825.10 ⁻¹	N
1 lbf	4,4482	N
1 tonf	9,9640.10 ³	N

PRESIÓN

1 bar	1,0000.10 ⁵	Pa
1 at	9,8067.10 ⁴	Pa
1 kp/cm ²	9,8067.10 ⁴	Pa
1 atm .	1,0133.10 ⁵	Pa
1 Torr	1,3332.10 ²	Pa
1 mmHg	1,3332 10 ²	Pa
1 mmca	9,8067 Pa	Pa
1 dyn/cm ²	1,0000.10 ⁻¹	Pa
1 pdl/ft ²	1,4881	Pa
1 lbf/ft ²	4,7880.10	Pa
1 pdl/in ²	2,1429.10 ²	Pa
1 in agua	2,4909.10 ²	Pa
1 ftwater	2,9891 10 ³	Pa
1 inHg	3,3866.10 ³	Pa
1 lbf/in ² o psi	6,8948 10 ³	Pa
1 tonf/in ²	1,5444.10 ⁷	Pa



VISCOSIDAD DINÁMICA

1 kps/m ²	9,80665	Pa s
1 kph/m ²	3,532.10 ⁻⁴	Pa s
1 Poise = 1 glcm 5	1,0000.10 ⁻¹	Pa s
1 lb/ft ^{hr}	4,1338.10 ⁻⁴	Pa s
1 kg/ft ^{hr}	9,1134.10 ⁻⁴	Pa s
1 lb/ft 5	1,4882	Pa s

VISCOSIDAD CINEMÁTICA

1 Stoke = 1 cm ² /s	1,0000.10 ⁻⁴	m ² /s
1 dm ³ /hrin	1,0936.10 ⁻⁵	m ² /s
1 ft ² /hr	2,5806.10 ⁻⁵	m ² /s
1 ft ² /s	9,2903.10 ⁻²	m ² /s

ENERGÍA, TRABAJO, CALOR

1 Nm	1,0000	J
1 Ws	1,0000	J
1 dyn ^{cm}	1,0000.10 ⁻⁷	J
1 erg	1,0000.10 ⁻⁷	J
1 Dynm	1,0000	J
1 kpm	9,8067	J
1 kcal	4,1868.10 ³	J
1 Cal	4,1868	J
1 frigoria	4,1868.10 ³	J
1 KWh =	3,6000.10 ⁶	J
1 PSh	2,6478.10 ⁶	J
1 Btu	1,0551.10 ³	J
1 Chu	1,8991.10 ³	J
1 ftpdl	4,2139.10 ⁻²	J
1 ftlbf	1,3558	J
1 hphr (britisch)	2,6845.10 ⁶	J
1 therm	1,0551.10 ⁸	J
1 Termia	4,187.10 ⁶	J
1 electrón-volt	1,6.10 ⁻¹⁹	J



DILATACIÓN VOLUMÉTRICA

1 g/cm ³ °C	1,0000.10 ³	kg/m ³ K
1 lb/ft ³ °C	1,6018.10	kg/m ³ K
1 lb/ft ³ °F	2,8833.10	kg/m ³ K

DENSIDAD

1 grain/ ft3	2,2884.10 ⁻³	kg/m ³
1 lb/ft3	1,6018.10	kg/m ³
1 lb/Ukgal	9,9779.10	kg/m ³
1 lb/Usgal	1,1983.10 ²	kg/m ³

ENTALPIA ESPECÍFICA.

1 kcal/kg	4,1868.10 ³	J/kg
1 frigoria/kg	4,1868.10 ³	J/kg
1 Btu/lb	2,3260.10 ³	J/kg
1 Chu/lb	4,1868.10 ³	J/kg

ENERGÍA VOLÚMICA

1 kcal/m3	4,1868.103	J/m ³
1 Btu/ft3	3,7260.104	J/m ³
1 Chu/ft3	6,7067.104	J/m ³
1 therm/ft3	3,7260.109	J/m ³

CAUDAL MÁSICO

1 lb/hr	1,2600.10 ⁻⁴	kg/s
1 ton/day (short)	1,0500.10 ⁻²	kg/s
1 ton/day (long)	1,1760.10 ⁻²	kg/s
1 ton/hr (short)	2,5200.10 ⁻¹	kg/s
1 ton/hr (long)	2,8224.10 ⁻¹	kg/s



DENSIDAD DE CAUDAL MÁSSICO

1 lb/hr ft ²	1,3562 · 10 ⁻³	kg/m ² s
1 kg/hr ft ²	2,9900 · 10 ⁻³	kg/m ² s
1 lb/s ft ²	4,8824	kg/m ² s

CAUDAL VOLUMÉTRICO

1 ft ³ /hr	7,8658 · 10 ⁻⁶	m ³ /s
1 ft ³ /min = 1 cumin	4,7195 · 10 ⁻⁴	m ³ /s
1 lft ³ /s =lcusec	2,8317 · 10 ⁻²	m ³ /s
1 US gal/hr	1,0515 · 10 ⁻⁶	m ³ /s
1 Ukgal/hr	1,2628 · 10 ⁻⁶	m ³ /s
1 barrel/ day (petroleum US)	1,8401 · 10 ⁻⁶	m ³ /s
1 US gal/min	6,3089 · 10 ⁻⁵	m ³ /s
1 Ukgal/min	7,5766 · 10 ⁻⁵	m ³ /s
1 mgd = 106Ukgal/day	5,2617 · 10 ⁻²	m ³ /s

POTENCIA

1 mkp/s	9,80665	W
1 kcal/h	1,1630	W
1 erg/s	1,0000 · 10 ⁻⁷	W
1 PS	7,3548 · 10 ²	W
1 m ³ atm/h	2,8150 · 10	W
1 ft lbf/min	2,2597 · 10 ⁻²	W
1 ft lbf/s	1,3558	W
1 ftpdl/s	4,2139 · 10 ⁻²	W
1 Btu/hr	2,9308 · 10 ⁻¹	W
1 Chu/hr	5,2754 · 10 ⁻¹	W
1 hp (britisch)	7,4570 · 10 ²	W
1 frigoria/h	1,1630	W
1 ton refrigeracion	3,5169 · 10 ³	W
1 therm/hr	2,9308 · 10 ⁴	W



TRANSMISIÓN SUPERFICIAL DE CALOR.

1 kcal/m ² h °C	1,163	W/m ² K
1 cal/m ² s °C	4,1868.10 ⁴	W/m ² K
1 kcal/ft ² hr °C	1,2518.10	W/m ² K
1 Btu/ft ² hr°F	5,6785	W/m ² K
1 Chu/ft ² hr°C	5,6783	W/m ² K

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

1 1 kcal/mh°C	1,1630	W/mK
1 1 cal/cm s°C	4,1868.10 ²	W/mK
1 1 Btu/ft2hr(°F/in)	1,4423 10 ⁻¹	W/mK
1 1 Btu/fthr °F	1,7308	W/mK
1 1 Chu/fthr°C	1,7308	W/mK

CALOR ESPECÍFICO, MÁSIKO, ENTROPIA MÁSIKA.

1 kcal/kg °C	4,1868.10 ³	J/kgK
1 cal/g °C	4,1868.10 ³	J/kgK
1 Btu/lb °F	4,1868.10 ³	J/kgK
1 Chu/lb °C	4,1868.10 ³	J/kgK

POTENCIA TRANSMITIDA POR UNIDAD DE SUPERFICIE

1 kcal/m ² h	1,1630	W/m ²
1 kcal/ft ² hr	1,2518.10	W/m ²
1 cal/cm ² s	4,1868.10 ⁴	W/m ²
1 Btu/ft ² hr	3,1546	W/m ²
1 Chu/ft ² hr	5,6784	W/m ²

CARGA ELÉCTRICA

1 u.e.s	3,335 10 ⁻¹⁰	C
---------	-------------------------	---



TEMPERATURA

T °C	$T + 273,15$	K
T °F (Fahrenheit)	$\frac{5}{9}(t - 32) + 273,15$	K
T °R (rankine)	$5/9$	K

DIFERENCIA DE TEMPERATURA

1 °C	1	K
1 °F (Fahrenheit)	$5/9$	K
1 °R (rankine)	$5/9$	K



8. EJEMPLO DE CAMBIO DE UNIDADES.

El coeficiente de transmisión superficial de calor. $\alpha = 200 \frac{Btu}{ft^2 hr ^\circ F}$ es una magnitud del sistema anglosajón de unidades, queremos expresarlo en unidades del sistema internacional.

Las relaciones entre las unidades del sistema anglosajón y las unidades del sistema internacional son las siguientes:

$$1 \text{ Btu} = 1,0551 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$1 \text{ Ft} = 3,0480 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

$$1 \text{ hr} = 3600 \text{ s}$$

$$1^\circ \text{F} = 5/9 \text{ K}$$

Para realizar convertir las unidades del sistema anglosajón a unidades del sistema internacional debemos multiplicar α por expresiones que no modifiquen su valor, (multiplicar por 1)

$$1 = 1,0551 \cdot 10^3 \text{ J/Btu}$$

$$1 = 3,0480 \cdot 10^{-1} \text{ m/ft}$$

$$1 = 3600 \text{ s/h}$$

$$1 = 5/9 \text{ K/}^\circ \text{F}$$

Ahora operaremos y debemos obtener el siguiente valor.

$$1 \text{ Btu/ft}^2 \text{hr}^\circ \text{F} \qquad 5,6785 \qquad \text{W/m}^2 \text{K}$$

$$1 = 5,6785 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \frac{\text{ft}^2 \text{hr}^\circ \text{F}}{\text{Btu}}$$

9. CONSTANTES FÍSICAS:

Numero de Avogadro: $N_A = L = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Constante de los gases $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1} = 0,082 \text{ atm l mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Constante de Plank $h = 6,626 \cdot 10^{34} \text{ J s}$



El Sistema Internacional de Unidades.	1
Unidades básicas o fundamentales:.....	1
Unidades derivadas:.....	1
Definiciones de las unidades.	2
Unidades derivadas con nombre propio.	3
Múltiplos y submúltiplos:	4
Múltiplos:	4
Submúltiplos:	4
Unidades aceptadas por el sistema Internacional debido a su uso muy diversificado	5
Equivalencias de las distintas unidades con las unidades del Sistema Internacional.....	6
Longitud	6
Superficie	6
Angulo	6
Volumen	7
Velocidad.....	7
Aceleración.....	7
masa	8
Fuerza	8
Presión.....	8
Viscosidad dinámica	9
Viscosidad cinemática	9
Energía, trabajo, Calor.....	9
Dilatación volumétrica.....	10
Densidad	10
Entalpía específica.	10
Energía volúmica.....	10
Potencia	10
Caudal másico	10
Densidad de caudal másico	11
Caudal volumétrico.....	11
Transmisión superficial de calor.	12
Conductividad térmica	12
Calor específico, másico, entropía másica.....	12
Potencia transmitida por unidad de superficie.....	12
Carga eléctrica.....	12
Temperatura	13
Diferencia de temperatura.....	13
Ejemplo de cambio de unidades.	14
Constantes físicas:	14