

Recursos energéticos de acuerdo con su aprovechamiento, impacto ambiental y contexto

Dimensiones y unidades

Dimensiones y unidades

• Unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional.

Las cantidades físicas se clasifican teniendo en cuenta la manera en que se definen. Estas pueden ser básicas (o primarias o fundamentales) o derivadas (o secundarias). Las magnitudes básicas o fundamentales son definidas arbitrariamente, por convención entre países, organismos o la comunidad científica. Son magnitudes básicas la longitud, la masa, el tiempo, entre otras. Las magnitudes derivadas se definen en función de las magnitudes básicas. Son magnitudes derivadas: la fuerza, la aceleración, la energía o trabajo, la potencia, entre otras. En las siguientes tablas se muestran las unidades básicas y derivadas del SI más frecuentes en termodinámica.

Tabla 1. Unidades básicas del SI.

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	<i>m</i>
Masa	kilogramo	<i>kg</i>
Tiempo	segundo	<i>s</i>
Temperatura termodinámica	kelvin	<i>K</i>
Corriente eléctrica	amperio	<i>A</i>
Intensidad luminosa	candela	<i>cd</i>
Cantidad de sustancia	mol	<i>mol</i>

Nota. Adaptado de <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/ereader/senavirtual/128554>

Tabla 2. Algunas unidades derivadas del S.I. utilizadas en termodinámica.

Magnitud	Nombre	Símbolo	Fórmula
Aceleración	aceleración	<i>m/s²</i>	<i>m/s²</i>
Área	metro cuadrado	<i>m²</i>	<i>m²</i>
Energía o trabajo	joule	<i>J</i>	<i>N·m</i>
Fuerza	newton	<i>N</i>	<i>Kg·m/s²</i>
Potencia	Watt (vatio)	<i>W</i>	<i>J/s</i>
Presión	pascal	<i>Pa</i>	<i>N/m²</i>
Volumen	metro cúbico	--	<i>m³</i>

Nota. Adaptado de <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/ereader/senavirtual/128554>

• Prefijos Sistema Internacional (SI).

En el SI las unidades están relacionadas entre sí por múltiplos o submúltiplos de 10. Los prefijos utilizados para expresar las cifras de manera más sencilla se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Prefijos del Sistema Internacional de Unidades.

Factor	Nombre	Símbolo	Factor	Nombre	Símbolo
10^1	deca	da	10^1	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	M	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Nota. Adaptado de Centro Español de Metrología (2013).

• Unidades Sistema Internacional y Sistema inglés.

Vea algunas unidades en el Sistema Internacional (SI) y en el Sistema Inglés.

- **Masa:** en el SI, la unidad de masa es el kilogramo (kg), mientras que en el sistema inglés es la libra-masa (lbm).

$$1 \text{ lbm} = 0.45359 \text{ kg}$$

- **Longitud:** en el SI, la unidad de longitud es el metro (m); en el sistema inglés es el pie (ft).

$$1 \text{ pie} = 0.3048 \text{ m}$$

Ahora bien, también se utiliza la pulgada (in), que expresada en función del pie:

$$12 \text{ in} = 1 \text{ pie}$$

- **Tiempo:** en ambos sistemas, la unidad básica para el tiempo es el segundo (s).
- **Fuerza (F):** es una magnitud secundaria que se define, a partir de la segunda ley de Newton, como el producto de la masa (m) por la aceleración (a) ($F = m \times a$). La unidad de fuerza en el SI es el newton (N). Representa la fuerza que se necesita para acelerar la masa de 1 kg a 1 m/s^2 .

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

En el sistema inglés, la unidad de fuerza es la libra-fuerza (lbf). Representa la fuerza necesaria para acelerar la masa de 32.174 lbm a 1 pie/s^2 .

$$1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm pie/s}^2$$

● Factores de conversión.

En las siguientes tablas se muestran los factores de conversión entre el SI y el sistema inglés, y además algunas de las constantes físicas utilizadas en termodinámica.

Tabla 4. Factores de conversión.

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
Aceleración	$1 \text{ m/s}^2 = 100 \text{ cm/s}^2$	$1 \text{ m/s}^2 = 3.2808 \text{ ft/s}^2$ $1 \text{ ft/s}^2 = 0.3048^* \text{ m/s}^2$
Área	$1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2 = 10^6 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ km}^2$	$1 \text{ m}^2 = 1\,550 \text{ in}^2 = 10.764 \text{ ft}^2$ $1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ in}^2 = 0.09290304^* \text{ m}^2$
Densidad	$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/L} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$	$1 \text{ g/cm}^3 = 62.428 \text{ lbm/ft}^3 = 0.036127 \text{ lbm/in}^3$ $1 \text{ lbm/in}^3 = 1\,728 \text{ lbm/ft}^3$ $1 \text{ kg/m}^3 = 0.062428 \text{ lbm/ft}^3$
Energía, calor, trabajo, energía interna, entalpía	$1 \text{ kJ} = 1\,000 \text{ J} = 1\,000 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3$ $1 \text{ kJ/kg} = 1\,000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ $1 \text{ kWh} = 3\,600 \text{ kJ}$ $1 \text{ cal}^* = 4.184 \text{ J}$ $1 \text{ IT cal}^* = 4.1868 \text{ J}$ $1 \text{ Cal}^* = 4.1868 \text{ kJ}$	$1 \text{ kJ} = 0.94782 \text{ Btu}$ $1 \text{ Btu} = 1.055056 \text{ kJ}$ $= 5.40395 \text{ psia} \cdot \text{ft}^3 = 778.169 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$ $1 \text{ Btu/lbm} = 25\,037 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 2.326^* \text{ kJ/kg}$ $1 \text{ kJ/kg} = 0.430 \text{ Btu/lbm}$ $1 \text{ kWh} = 3\,412.14 \text{ Btu}$ $1 \text{ termia} = 10^5 \text{ Btu} = 1.055 \times 10^5 \text{ kJ}$ (gas natural)
Fuerza	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 10^5 \text{ dina}$ $1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N}$	$1 \text{ N} = 0.22481 \text{ lbf}$ $1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2 = 4.44822 \text{ N}$
Flujo de calor	$1 \text{ W/cm}^2 = 10^4 \text{ W/m}^2$	$1 \text{ W/m}^2 = 0.3171 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$
Coefficiente de transferencia de calor	$1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 0.17612 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$
Longitud	$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1\,000 \text{ mm} = 10^6 \mu\text{m}$ $1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$	$1 \text{ m} = 39.370 \text{ in} = 3.2808 \text{ ft} = 1.0926 \text{ yd}$ $1 \text{ ft} = 12 \text{ in} = 0.3048^* \text{ m}$ $1 \text{ milla} = 5\,280 \text{ ft} = 1.6093 \text{ km}$ $1 \text{ in} = 2.54^* \text{ cm}$
Masa	$1 \text{ kg} = 1\,000 \text{ g}$ $1 \text{ tonelada métrica} = 1\,000 \text{ kg}$	$1 \text{ kg} = 2.2046226 \text{ lbm}$ $1 \text{ lbm} = 0.45359237^* \text{ kg}$ $1 \text{ onza} = 28.3495 \text{ g}$ $1 \text{ slug} = 32.174 \text{ lbm} = 14.5939 \text{ kg}$ $1 \text{ ton corta} = 2\,000 \text{ lbm} = 907.1847 \text{ kg}$
Potencia, velocidad de transferencia de calor	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} = 1.341 \text{ hp}$ $1 \text{ hp}^* = 745.7 \text{ W}$	$1 \text{ kW} = 3\,412.14 \text{ Btu/h}$ $= 737.56 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s}$ $1 \text{ hp} = 550 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s} = 0.7068 \text{ Btu/s}$ $= 42.41 \text{ Btu/min} = 2544.5 \text{ Btu/h}$ $= 0.74570 \text{ kW}$ $1 \text{ hp de caldera} = 33\,475 \text{ Btu/h}$ $1 \text{ Btu/h} = 1.055056 \text{ kJ/h}$ $1 \text{ ton de refrigeración} = 200 \text{ Btu/min}$
Presión	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa} = 10^{-3} \text{ MPa}$ $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa} = 1.01325 \text{ bars}$ $= 760 \text{ mm Hg a } 0^\circ\text{C}$ $= 1.03323 \text{ kgf/cm}^2$ $1 \text{ mm Hg} = 0.1333 \text{ kPa}$	$1 \text{ Pa} = 1.4504 \times 10^{-4} \text{ psia}$ $= 0.020886 \text{ lbf/ft}^2$ $1 \text{ psi} = 144 \text{ lbf/ft}^2 = 6.894757 \text{ kPa}$ $1 \text{ atm} = 14.696 \text{ psia} = 29.92 \text{ in Hg a } 30^\circ\text{F}$ $1 \text{ in Hg} = 3.387 \text{ kPa}$
Calor específico	$1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 1 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$	$1 \text{ Btu/lbm} \cdot ^\circ\text{F} = 4.1868 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $1 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R} = 4.1868 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ $1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 0.23885 \text{ Btu/lbm} \cdot ^\circ\text{F}$ $= 0.23885 \text{ Btu/lbm} \cdot \text{R}$

* Factores de conversión exactos entre las unidades métricas e inglesas.

¹La caloría se define originalmente como la cantidad de calor requerida para aumentar 1°C la temperatura de 1 g de agua, pero ésta varía con la temperatura. La caloría de la tabla de vapor internacional (IT), generalmente preferida por los ingenieros, es exactamente 4.1868 J por definición y corresponde al calor específico del agua a 15°C . La caloría termoquímica, por lo general preferida por los físicos, es exactamente 4.184 J por definición y corresponde al calor específico del agua a temperatura ambiente. La diferencia entre las dos es aproximadamente 0.06 por ciento, lo cual es despreciable. La Caloría con inicial mayúscula utilizada por los nutricionistas en realidad es una kilocaloría ($1\,000$ calorías IT).

Nota. Tomado de Çengel & Boles (2015).

Tabla 5. Algunas constantes físicas utilizadas en termodinámica.

Constante universal de los gases	$R_u = 8.31447 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ $= 8.31447 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{K}$ $= 0.0831447 \text{ bar} \cdot \text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{K}$ $= 82.05 \text{ L} \cdot \text{atm/kmol} \cdot \text{K}$ $= 1.9858 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R}$ $= 1\,545.37 \text{ ft} \cdot \text{lbf/lbmol} \cdot \text{R}$ $= 10.73 \text{ psia} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$
Aceleración de la gravedad estándar	$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ $= 32.174 \text{ ft/s}^2$
Presión atmosférica estándar	$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$ $= 1.01325 \text{ bar}$ $= 14.696 \text{ psia}$ $= 760 \text{ mm Hg (0°C)}$ $= 29.9213 \text{ in Hg (32°F)}$ $= 10.3323 \text{ m H}_2\text{O (4°C)}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ $= 0.1714 \times 10^{-8} \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4$
Constante de Boltzmann	$k = 1.380650 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Velocidad de la luz en el vacío	$c_o = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$ $= 9.836 \times 10^8 \text{ ft/s}$
Velocidad del sonido en aire seco a 0°C y 1 atm	$c = 331.36 \text{ m/s}$ $= 1089 \text{ ft/s}$
Calor de fusión del agua a 1 atm	$h_{if} = 333.7 \text{ kJ/kg}$ $= 143.5 \text{ Btu/lbm}$
Entalpía de vaporización del agua a 1 atm	$h_{fg} = 2\,256.5 \text{ kJ/kg}$ $= 970.12 \text{ Btu/lbm}$

Nota. Tomado de Çengel & Boles (2015).