

TERMODINÁMICA CLASE 5

CONVERSIÓN DE UNIDADES FACTORES DE CONVERSIÓN

TABLAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES

ELABORÓ:

PROFESOR EFRÉN GIRALDO T. MSc.

REVISÓ:

PROFESOR CARLOS A. ACEVEDO Ph.D

Contenido

- **Factor unitario**
- **Conversión de unidades**
- **Tablas de conversión de unidades**

-
- Es absolutamente indispensable que se maneje con suma destreza la conversión de unidades.
 - Es una competencia que se requiere en todos los campos de la ciencia. Más aún en las diversos áreas de la ingeniería.

MÉTODO DEL FACTOR UNITARIO

-
- Cuando se habla de un factor unitario, equivale a decir una expresión igual a 1.
 - Así, por ejemplo, cuando se dice que 1 pulgada es igual a 2,54 cm y se expresa según el sistema internacional de unidades (SI), se tiene:

■ $1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} \quad (1)$

$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} * 1 \quad (2)$$

Lo que equivale a decir que donde haya 1 in puedo remplazar por 2,54 cm o viceversa.

Se vuelve unitario del siguiente modo:

$$\frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 1 \quad (3)$$

o

$$\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} = 1 \quad (4)$$

-
- Una ecuación como la (3) consta de dos partes. La parte derecha 1 y la parte izquierda $\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$.
 - Como es una ecuación, cada parte es exactamente igual a la otra.

-
- Decir 1 es lo mismo que decir $\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$ y *viceversa*.
 - Por tanto donde se encuentre $\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$ puedo colocar 1 o al contrario.
 - Cualesquier número o expresión siempre lleva implícito el 1 sea multiplicando o dividiendo.

■ luego cualesquier expresión se puede multiplicar o dividir por un factor unitario y no se altera.

$$1000 = 1000 * 1 \quad (5)$$

$$\frac{1000}{1} = 1000 \quad (6)$$

$$a * b * 1 = a * b \quad (7)$$

Etapas

- Convertir 9 in a cm
- 1. Buscar el factor de conversión en tablas o en internet. Es justo la ecuación (1)

$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} \quad (1)$$

- 2. Escribir el término a convertir 9 in

- 3. Se observa que en el numerador está 9 in . Para eliminar in se debe necesariamente dividir entre in . O colocar en el denominador in , que equivale a lo mismo.

$$\frac{9 \text{ in}}{1 \text{ in}}$$

4. Como en el denominador se puso in, en el numerador se debe colocar el equivalente 2,54 cm del factor de conversión (1) para no alterar la expresión.

$$\frac{9 \text{ in}}{1 \text{ in}} * 2,54 \text{ cm}$$

Se observa que la expresión anterior no se altera porque el factor $\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}}$ es igual a 1

-
- Ahora se elimina in del numerador y denominador y se realiza la operación:

$$\frac{\cancel{9 \text{ in}}}{\cancel{1 \text{ in}}} * 2,54 \text{ cm} = 22,86 \text{ cm} \quad (7)$$

$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} \quad (1)$$

Lo mismo vale para el caso de convertir
cm a in. Convertir 50 cm a in

1. 50 cm

2. $\frac{50 \text{ cm}}{2,54 \text{ cm}} \rightarrow$ **Factor completo**

3. $\frac{50 \text{ cm}}{2,54 \text{ cm}} * 1 \text{ in}$

4. $\frac{50 \text{ cm} * 1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = 19,86 \text{ in}$

-
- Este método se puede emplear para convertir cualesquier clase de unidad en otra.

Unidades elevadas a un exponente

Convertir $5 m^3$ a cm^3

1. Hallar el factor lineal (no exponencial)

$$1 m = 100 cm \quad (8)$$

$$1m = 10^2 cm \quad (9)$$

2. Elevar cada lado al cubo

$$(1m)^3 = (10^2 cm)^3 \quad (10)$$

$$1m^3 = 10^6 cm^3 \quad (11)$$

Un metro cúbico tiene 1 millón de centímetros cúbicos.

3. Se escribe la unidad a convertir $5 m^3$. En el denominador se debe colocar $1 m^3$ para poder simplificar y en el numerador el otro factor:

$$5 m^3 * \frac{10^6 cm^3}{1 m^3} \quad (12)$$

Simplificar y hacer las operaciones:

$$5 \cancel{m^3} * \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \cancel{m^3}} \quad (13)$$

$$5 * 10^6 \text{ cm}^3 \quad (14)$$

Conversión de unidades compuestas

- Convertir $\frac{50 \text{ g}}{\text{cm}^3}$ a $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Se procede en forma similar con cada unidad.

1. Hallar los factores de conversión:

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} \quad (15)$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \quad (16)$$

$$1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm} \quad (17)$$

$$1m^3 = 10^6 cm^3 \quad (18)$$

2. Escribir la expresión a convertir:

$$\frac{50 g}{cm^3} \quad (19)$$

3. Como el numerador hay g, en el denominador también se coloca g para poder simplificar. Por tanto, de la ecuación (15) tomo $1000 g$ y los coloco en denominador. Y en el numerador $1 kg$.

$$\frac{50 \text{ g} * 1 \text{ kg}}{\text{cm}^3 * 1000 \text{ g}} \quad (20)$$

4. Simplificar y hacer operaciones:

$$\frac{50 \cancel{\text{ g}} * 1 \text{ kg}}{\text{cm}^3 * 1000 \cancel{\text{ g}}} \quad (21)$$

$$\frac{5 \text{ kg}}{100 \text{ cm}^3} \quad (22)$$

5. Ahora trabajo con la otra unidad cm^3 y el factor de conversión de la ecuación (11)

$$1m^3 = 10^6 cm^3 \quad (11)$$

$$\frac{5 kg}{100 cm^3} * \frac{10^6 cm^3}{1m^3} \quad (23)$$

6. Simplificar y hacer operaciones:

$$\frac{5 * 10^4 \text{ kg}}{m^3} \quad (24)$$

Convertir

$$\frac{30 \text{ ft}^3 \cdot \text{hr}^3}{\text{g}^3 \cdot \text{cal}^3} \quad \text{a} \quad \frac{\text{m}^3 \cdot \text{s}^3}{\text{kg}^3 \cdot \text{kJ}^3} \quad (25)$$

2. Hallar los factores de conversión lineales

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m} \quad (26)$$

$$1 \text{ hr} = 3600 \text{ s} = 3,6 * 10^3 \text{ s} \quad (27)$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1 * 10^3 \text{ g} \quad (28)$$

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} \quad (29)$$

$$1 \text{ cal} = 0,00418 \text{ kJ} \quad (30)$$

$$1 \text{ cal} = 4,18 * 10^{-3} \text{ kJ} \quad (31)$$

2. Llevar los factores de conversión lineales a exponenciales:

$$(1 \text{ ft})^3 = (0,3048 \text{ m})^3 \quad (32)$$

$$1 \text{ ft}^3 = 0,028 \text{ m}^3 \quad (33)$$

$$(1 \text{ hr})^3 = (3,6 * 10^3 \text{ s})^3 \quad (34)$$

$$1 \text{ hr}^3 = 46,65 * 10^9 \text{ s}^3 \quad (35)$$

$$(1 \text{ kg})^3 = (10^3 \text{ g})^3 \quad (36)$$

$$1 \text{ kg}^3 = 10^9 \text{ g}^3 \quad (37)$$

$$(1 \text{ cal})^3 = (4,18 * 10^{-3} \text{ kJ})^3 \quad (38)$$

$$1 \text{ cal}^3 = 73,03 * 10^{-9} \text{ kJ}^3 \quad (39)$$

$$\frac{30 \text{ ft}^3 \cdot \text{hr}^3}{\text{g}^3 \cdot \text{cal}^3} \text{ a } \frac{\text{m}^3 \cdot \text{s}^3}{\text{kg}^3 \cdot \text{kJ}^3} \quad (25)$$

3. Las ecuaciones (33), (35), (37) y (39) se remplazan adecuadamente en (25), teniendo cuidado que se eliminen los respectivos factores:

$$\frac{30 \cancel{\text{ft}^3} \cdot \cancel{\text{hr}^3} \cdot 0,028 \text{ m}^3 \cdot 46,65 * 10^9 \text{ s}^3 \cdot 10^9 \cancel{\text{g}^3} \cdot 1 \cancel{\text{cal}^3}}{\cancel{\text{g}^3} \cdot \cancel{\text{cal}^3} \cdot 1 \cancel{\text{ft}^3} \cdot 1 \cancel{\text{hr}^3} \cdot 1 \text{ kg}^3 \cdot 73,03 * 10^{-9} \text{ kJ}^3} \quad (40)$$

3. Se simplifican las unidades:

$$\frac{30.0,028 \text{ m}^3 \cdot 46,65 * 10^9 \text{ s}^3 \cdot 10^9}{1 \text{ kg}^3 \cdot 73,03 * 10^{-9} \text{ kJ}^3} \quad (41)$$

4. Se hacen las respectivas operaciones:

$$\frac{0,535 * 10^{27} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^3}{\text{kg}^3 \cdot \text{kJ}^3} \quad (42)$$

LINC CONVERSIÓN DE UNIDADES

Tabla de prefijos y equivalencias



Símbolo

10

[LINC DE POTENCIAS DE 10](#)

PARA VER LA EQUIVALENCIA DE LOS PREFIJOS APRIETA EL LINK SUPERIOR DONDE DICE POTENCIAS DE 10

EQUIALENCIA DE PREFIJOS
POTENCIAS E 10
NOTACIÓN CIENTÍFICA

Conversiones y equivalencias

Unidades de Presión

	pascal (Pa)	bar (bar)	milibar (mbar)	atmósfera técnica (at)	atmósfera (atm)	torr (Torr)	libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi)
1 Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	10^{-5}	10^{-2}	$1,0197 \times 10^{-5}$	$9,8692 \times 10^{-6}$	$7,5006 \times 10^{-3}$	$145,04 \times 10^{-6}$
1 bar	100.000	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	10^3	1,0197	0,98692	750,06	14,5037744
1 mbar	100	10^{-3}	$\equiv \text{hPa}$	0,0010197	0,00098692	0,75006	0,0145037744
1 at	98.066,5	0,980665	980,665	$\equiv 1 \text{ kgf/cm}^2$	0,96784	735,56	14,223
1 atm	101325	1,01325	1.013,25	1,0332	$\equiv 1 \text{ atm}$	760	14,696
1 torr	133,322	$1,3332 \times 10^{-3}$	1,3332	$1,3595 \times 10^{-3}$	$1,3158 \times 10^{-3}$	$\equiv 1 \text{ Torr}; \approx \text{mm Hg}$	$19,337 \times 10^{-3}$
1 psi	$6,894 \times 10^3$	$68,948 \times 10^{-3}$	68,948	$70,307 \times 10^{-3}$	$68,046 \times 10^{-3}$	51,715	$\equiv 1 \text{ lbf/in}^2$

Ejemplo: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar} = 10^{-2} \text{ mbar} = 1,0197 \times 10^{-5} \text{ at} = 9,8692 \times 10^{-6} \text{ atm}$, etc.

Tabla 1. Factores de conversión de unidades de presión.

http://es.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_presi%C3%B3n

[LINC A CONVERSIÓN DE UNIDADES DE PRESIÓN](#)

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	$1 \text{ kJ} = 1\,000 \text{ J} = 1\,000 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3$ $1 \text{ kJ/kg} = 1\,000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ $1 \text{ kWh} = 3\,600 \text{ kJ}$ $1 \text{ cal}^\dagger = 4.184 \text{ J}$ $1 \text{ IT cal}^\dagger = 4.1868 \text{ J}$ $1 \text{ Cal}^\dagger = 4.1868 \text{ kJ}$	$1 \text{ kJ} = 0.94782 \text{ Btu}$ $1 \text{ Btu} = 1.055056 \text{ kJ}$ $\quad = 5.40395 \text{ psia} \cdot \text{ft}^3 = 778.169 \text{ lbf} \cdot \text{ft}$ $1 \text{ Btu/lbm} = 25\,037 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 2.326^* \text{ kJ/kg}$ $1 \text{ kJ/kg} = 0.430 \text{ Btu/lbm}$ $1 \text{ kWh} = 3\,412.14 \text{ Btu}$ $1 \text{ termia} = 10^5 \text{ Btu} = 1.055 \times 10^5 \text{ kJ}$ (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	$1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 0.17612 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

Tabla 2. Factores de conversión de aceleración, área, densidad, energía, fuerza, flujo de calor, coeficiente de transferencia de calor.

Factores de conversión

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
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	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} = 1.341 \text{ hp}$ $1 \text{ hp}^\dagger = 745.7 \text{ W}$	$1 \text{ kW} = 3\,412.14 \text{ Btu/h}$ $\quad = 737.56 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s}$ $1 \text{ hp} = 550 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s} = 0.7068 \text{ Btu/s}$ $\quad = 42.41 \text{ Btu/min} = 2544.5 \text{ Btu/h}$ $\quad = 0.74570 \text{ kW}$ $1 \text{ hp de caldera} = 33\,475 \text{ Btu/h}$ $1 \text{ Btu/h} = 1.055056 \text{ kJ/h}$ $1 \text{ ton de refrigeración} = 200 \text{ Btu/min}$

Tabla 3. Factores de conversión de longitud, masa, Potencia.

Cengel y Boles. 2012)

Factores de conversión

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
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	$1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 1 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$	$1 \text{ Btu/lbm} \cdot ^\circ\text{F} = 4.1868 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ $1 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R} = 4.1868 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ $1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 0.23885 \text{ Btu/lbm} \cdot ^\circ\text{F}$ $= 0.23885 \text{ Btu/lbm} \cdot \text{R}$

Tabla 4. Factores de conversión de Presión, Calor específico.

(Cengel y Boles. 2012)

DIMENSIÓN	MÉTRICO	MÉTRICO/INGLÉS
Volumen específico	$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 1\,000 \text{ L}/\text{kg} = 1\,000 \text{ cm}^3/\text{g}$	$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.02 \text{ ft}^3/\text{lbm}$ $1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$
Temperatura	$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$ $\Delta T(\text{K}) = \Delta T(^{\circ}\text{C})$	$T(\text{R}) = T(^{\circ}\text{F}) + 459.67 = 1.8T(\text{K})$ $T(^{\circ}\text{F}) = 1.8 T(^{\circ}\text{C}) + 32$ $\Delta T(^{\circ}\text{F}) = \Delta T(\text{R}) = 1.8 \Delta T(\text{K})$
Conductividad térmica	$1 \text{ W}/\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C} = 1 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$	$1 \text{ W}/\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C} = 0.57782 \text{ Btu}/\text{h} \cdot \text{ft} \cdot ^{\circ}\text{F}$
Velocidad	$1 \text{ m}/\text{s} = 3.60 \text{ km}/\text{h}$	$1 \text{ m}/\text{s} = 3.2808 \text{ ft}/\text{s} = 2.237 \text{ mi}/\text{h}$ $1 \text{ mi}/\text{h} = 1.46667 \text{ ft}/\text{s}$ $1 \text{ mi}/\text{h} = 1.6093 \text{ km}/\text{h}$
Volumen	$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L} = 10^6 \text{ cm}^3 (\text{cc})$	$1 \text{ m}^3 = 6.1024 \times 10^4 \text{ in}^3 = 35.315 \text{ ft}^3$ $= 264.17 \text{ gal (U.S.)}$ $1 \text{ U.S. galón} = 231 \text{ in}^3 = 3.7854 \text{ L}$ $1 \text{ fl onza} = 29.5735 \text{ cm}^3 = 0.0295735 \text{ L}$ $1 \text{ U.S. galón} = 128 \text{ fl onzas}$
Tasa de flujo volumétrico	$1 \text{ m}^3/\text{s} = 60\,000 \text{ L}/\text{min} = 10^6 \text{ cm}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s} = 15\,850 \text{ gal}/\text{min} (\text{gpm}) = 35.315 \text{ ft}^3/\text{s}$ $= 2\,118.9 \text{ ft}^3/\text{min} (\text{cfm})$

[‡]Caballo de fuerza mecánico. El caballo de vapor eléctrico se toma para que sea exactamente igual a 746 W.

Tabla 5. Factores de conversión de volumen específico, temperatura, conductividad térmica, velocidad, volumen, tasa de flujo volumétrico.

Algunas constantes físicas

Constante universal de los gases

$$\begin{aligned}
 R_u &= 8.31447 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K} \\
 &= 8.31447 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{K} \\
 &= 0.0831447 \text{ bar} \cdot \text{m}^3/\text{kmol} \cdot \text{K} \\
 &= 82.05 \text{ L} \cdot \text{atm}/\text{kmol} \cdot \text{K} \\
 &= 1.9858 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R} \\
 &= 1\,545.37 \text{ ft} \cdot \text{lbf}/\text{lbmol} \cdot \text{R} \\
 &= 10.73 \text{ psia} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}
 \end{aligned}$$

Aceleración de la gravedad estándar

$$\begin{aligned}
 g &= 9.80665 \text{ m/s}^2 \\
 &= 32.174 \text{ ft/s}^2
 \end{aligned}$$

Presión atmosférica estándar

$$\begin{aligned}
 1 \text{ atm} &= 101.325 \text{ kPa} \\
 &= 1.01325 \text{ bar} \\
 &= 14.696 \text{ psia} \\
 &= 760 \text{ mm Hg (0}^\circ\text{C)} \\
 &= 29.9213 \text{ in Hg (32}^\circ\text{F)} \\
 &= 10.3323 \text{ m H}_2\text{O (4}^\circ\text{C)}
 \end{aligned}$$

Constante de Stefan-Boltzmann

$$\begin{aligned}
 \sigma &= 5.6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4 \\
 &= 0.1714 \times 10^{-8} \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4
 \end{aligned}$$

Tabla 6 . Constantes físicas más frecuentes. (Cengel y Boles, 2012)

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	$h_{fg} = 2\,256.5 \text{ kJ/kg}$ $= 970.12 \text{ Btu/lbm}$

Tabla 7 . Constantes físicas más frecuentes. (Cengel y Boles, 2012)