



Conceptos básicos de refrigeración

Objetivo:

En este libro veremos distintos conceptos fundamentales que nos ayudarán a comprender el funcionamiento de cualquier tipo de equipo en refrigeración y/o aire acondicionado. A medida que vayamos avanzando en conocimientos, podremos ir trabajando más sobre ejemplos e ir adquiriendo una visión más práctica del funcionamiento de los mismos.

A continuación repasaremos algunos conceptos de termodinámica, principios fundamentales al iniciarnos en refrigeración.

Qué es la Refrigeración? Al hablar de refrigeración nos referimos al enfriamiento del aire o de líquidos para proporcionar bajas temperaturas cuya finalidad puede ser el almacenamiento de alimentos, enfriamiento de bebidas, fabricación de hielo, conservación de medicamentos como por ejemplo vacunas, etc.

La refrigeración es el proceso mediante el cual se reduce la temperatura de un cuerpo o espacio determinado quitándole una parte de su calor natural. Cuando decimos "quitar calor" enseguida lo asociamos a la palabra "frío", el frío en realidad no existe, es un ente, es algo que sentimos pero no se ve ni se toca, si tuviéramos que definir qué es el frío podría decirse que es "la ausencia de calor". Desde hace muchísimos siglos, incluso desde el principio, el hombre prehistórico necesitó la manera de conservar su alimento como también en tiempos de calor extremo, buscaba espacios frescos como cuevas o cerca de lagos o ríos, para aclimatarse y refrescarse.



Con el correr del tiempo, y luego de muchos inventos e intentos por mejorar la calidad de vida, se crea la heladera que era un mueble confinado, en donde se colocaban trozos de hielo para conservar los alimentos y de esa manera poder estirar la vida útil de los mismos. Pero lamentablemente el hielo no duraba mas que unos pocos días. Existían fabricas de hielo que eran grandes depósitos en los cuales se almacenaba hielo que se obtenía de la nieve recogida en épocas invernales y se utilizaba en verano para abastecer a los hogares para la conservación de alimentos o enfriar bebidas. El hielo se utilizaba en los hogares pero presentaba el inconveniente de no mantener una temperatura uniforme en el refrigerador, además de resultar incómodo por la necesidad de reemplazarlo periódicamente y las molestias que ocasionaba el agua producida al derretirse.



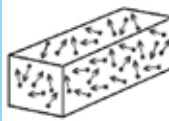
La invención y el perfeccionamiento de la heladera eléctrica (en algunos países llamada refrigerador o nevera), ha proporcionado un gran alivio y comodidad por su eficiencia y economía no solo para el hogar sino también para su uso comercial e industrial. La principal razón para utilizar la refrigeración es la conservación de alimentos ya que las carnes, frutas, verduras, etc, se deterioran rápidamente con el calor del medio ambiente. La heladera eléctrica moderna, puede regularse para mantener con bastante exactitud la temperatura apropiada para conservar alimentos y proporcionar también temperaturas mucho más bajas incluso debajo de 22°C bajo cero.

Cuando hablamos de refrigeración también incluimos al aire acondicionado con lo cual, nos referimos a mejorar la calidad del aire interior a través de procesos que incluyen el enfriamiento, la ventilación, el filtrado, etc.

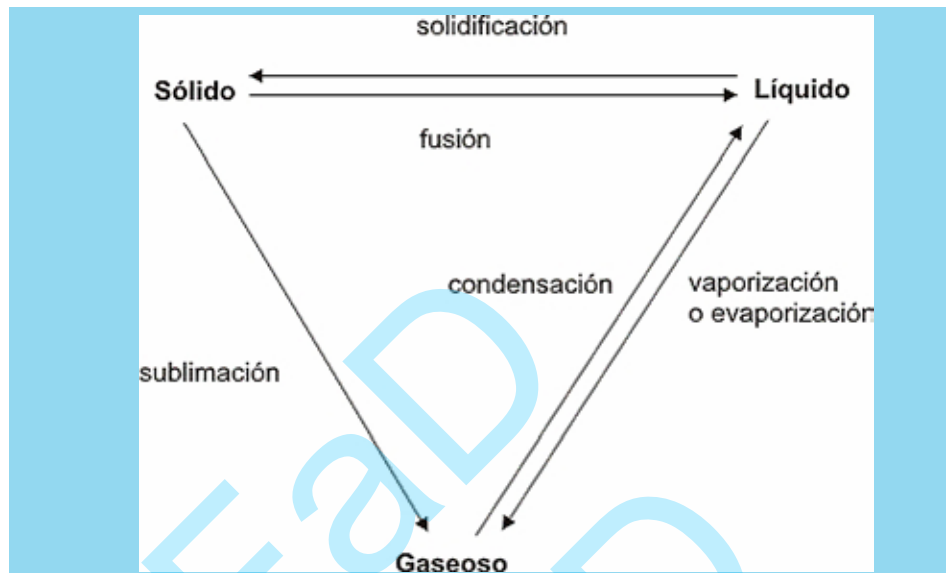
Antes de entrar al tema Refrigeración, es necesario tener en cuenta algunos conocimientos previos que enunciaremos a continuación:

-Materia: Es todo lo que tiene peso y ocupa espacio. Todos los cuerpos se componen de partículas muy pequeñas, llamadas moléculas, que se mantienen unidas entre si por el efecto de distintas fuerzas internas. Estas moléculas se encuentran constantemente en movimiento dependiendo su velocidad de la sustancia de la que está compuesta el cuerpo, de su estado y de su temperatura.

-Estado de los cuerpos: Los cuerpos se presentan en la naturaleza en tres estados físicos:

	sólido	Se caracteriza por tener forma propia y volumen determinado, debido a que las moléculas están muy cerca unas de otras y no tienen tanta libertad para separarse. Por ejemplo: cobre, roca, madera, etc
	líquido	Se caracteriza por tener un volumen determinado y no tomar forma propia ya que adopta la forma del recipiente que lo contiene. Por ejemplo: agua, alcohol, vinagre, etc
	gaseoso	No tiene volumen fijo ni forma determinada y ocupan el espacio que se le presenta ya que tiende a expandirse continuamente. Por ejemplo: oxígeno, nitrógeno, aire, etc

-Cambios de estado: De acuerdo al tipo de tratamiento (enfriar, calentar, etc) que le apliquemos al cuerpo este puede modificar su estado. Veamos algunos ejemplos:



Los dos cambios de estado que nos ocuparán en este curso son: **la vaporización o evaporación y la condensación**. Ahora pasaremos a definirlos:

-Vaporización: Es el pasaje de estado líquido a gaseoso con generación y desprendimiento de vapores en toda la masa (ebullición). Por ejemplo: cuando calentamos el agua al llegar a 100 ° esta se convierte en vapor.

-Evaporación: Es también el pasaje de estado líquido a gaseoso pero la formación de vapores se produce en forma lenta y sólo en la superficie libre del líquido. Por ejemplo: el agua que se encuentra en un recipiente con el paso del tiempo desaparecerá.

-Condensación: Es el proceso inverso a la vaporización, se produce el pasaje de estado gaseoso a líquido. Por ejemplo: al empañarse un vidrio, el vapor de agua al tomar contacto con una superficie fría se condensa pasando al estado líquido.

-Energía: Es la capacidad para realizar un trabajo. La energía se puede presentar de diversas formas, por ejemplo: mecánica, eléctrica, química, calórica, hidráulica, eólica, etc.

-Calor: Es una de las formas en las que se puede manifestar la energía, ocasionando una variación en el movimiento molecular de las sustancias que consecuentemente modificaran el valor de la temperatura de acuerdo a la cantidad de energía contenida.

-Se puede transformar el calor en energía mecánica con algunas restricciones. Por ejemplo: la máquina de vapor.

-Se puede transformar energía mecánica en calor.
Por ejemplo: el rozamiento.

-Calor específico: Es la relación entre el calor entregado a una sustancia y su aumento de temperatura. Es la cantidad de calor necesaria para aumentar 1 grado centígrado 1 gramo de la sustancia considerada. El calor específico del agua es por convención 1.

-Transmisión de calor: el calor se transmite de un cuerpo con mayor temperatura a otro con menor temperatura. Pero existen diferentes maneras en la que este calor se puede transmitir:

- 1.-por conducción
- 2.-por convección
- 3.-por radiación.



-Por conducción: Cuando un cuerpo es sometido a una diferencia de temperatura, se origina, a través de su estructura, un pasaje de calor desde la zona de mayor temperatura a la de menor. Es decir se transfiere energía de una molécula a otra, haciendo que cada vez se muevan más rápido.

Algunos materiales son más aptos para conducir calor que otros. A los malos conductores se los denomina "aislantes del calor" : lana de vidrio, corcho, poliuretano expandido, plástico etc. Por ejemplo: seguramente cualquier pava que se encuentre en sus casas tendrá una manija de plástico o madera para que al ser expuestas al fuego y comience a aumentar la temperatura el calor no se transfiera a la manija y evite que se quemen.

Por el contrario existen otros materiales que son buenos conductores del calor, entre los que se encuentran los metales: plata, cobre, aluminio, etc. Por ejemplo: si la misma pava que vimos en el ejemplo anterior tendría una manija de metal, rápidamente el calor del cuerpo de la pava se transferiría a esta y nos quemaríamos.

Esta forma de transmisión se favorece cuando la sección de pasaje es grande y el recorrido que tiene que realizar el calor es pequeño.

-Por convección natural: Cuando un cuerpo se encuentra en contacto con un fluido (agua, aire, etc) a distinta temperatura, se origina un pasaje de calor desde el que posee mayor temperatura al de menor. El fluido, al variar su temperatura, varía su peso específico y esto provoca movimientos convectivos, transportando el calor. Por ejemplo: cuando el aire se calienta se expande y se vuelve menos denso que el aire no caliente que lo rodea por lo cual se eleva desplazando al aire más frío y generando una corriente de aire denominada convectiva. Esto lo podemos apreciar en una estufa o en cualquier otra fuente de calor.

-Por convección forzada: Cuando un fluido es impulsado sobre la superficie de un cuerpo a distinta temperatura por la acción de ventiladores o bombas, se mejora el intercambio de calor entre ambos. Por ejemplo: se genera mayor intercambio de calor en un caloventor que en una estufa a cuarzo de la misma potencia.

En ambos casos de convección se favorece el intercambio de calor cuando la superficie de contacto entre el fluido y el cuerpo es grande, como así también es grande la velocidad del fluido. Además, es necesario considerar algunas características del fluido, como ser: viscosidad, calor específico, etc.

-Por radiación: Todos los cuerpos con temperatura emiten una cantidad de calor en todas direcciones. Si esta radiación incide sobre otro cuerpo, le provoca una ganancia de calor. Esta forma de transmitir calor se lleva a cabo aún cuando entre los cuerpos emisor y receptor no exista materia. Así nos llega el calor del sol. Esta forma de transmisión se favorece cuando las superficies enfrentadas de ambos cuerpos son grandes y la distancia que los separa es pequeña. Además, es necesario considerar las temperaturas de los cuerpos y las características de sus superficies, como ser: brillo, color y rugosidad.

-Calorías y frigorías: La unidad con que se mide el calor es la Caloría o kilocaloría. Representa el calor necesario para aumentar en un grado centígrado la temperatura de un litro de agua. Como ésta unidad es demasiado grande se suele emplear la pequeña caloría también llamada gramo caloría que representa "la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua". Pero como la pequeña caloría resulta ser mil veces más pequeña que la kilocaloría, para evitar confusiones, la pequeña caloría o "caloría" se utiliza en trabajos de laboratorio, mientras que la Kilocaloría o Caloría se la emplea en la práctica.

-Kilocaloría: Es la unidad de medida del calor o energía térmica. Se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar de 15,5 °C a 16,5 °C 1 kilogramo de agua pura.

-Temperatura: Es la intensidad o el nivel de calor. La temperatura es la que provoca espontáneamente el pasaje de calor desde un cuerpo a mayor temperatura hacia otro de menor temperatura. Los cuerpos modifican sus características en función de la temperatura. Por ejemplo: dilatación, fusión, evaporación, etc.



-Diferencia entre calor y temperatura: Calor y temperatura, que con frecuencia suelen confundirse, son conceptos completamente distintos. La temperatura nos dice cuánto calor tiene un cuerpo, aunque no mide la cantidad de calor que este contiene. Un cambio en la temperatura de un cuerpo, es una medida de la cantidad de calor que ha ganado o perdido el mismo.

Ej.: si aplicamos una misma cantidad de calor a 2 trozos de hierro de distinto tamaño, la menor tendrá una temperatura superior a la mayor.
El instrumento para medirla es el termómetro y las escalas pueden ser: Kelvin, Fahrenheit o Celsius. Siendo las más utilizadas en refrigeración las dos últimas.

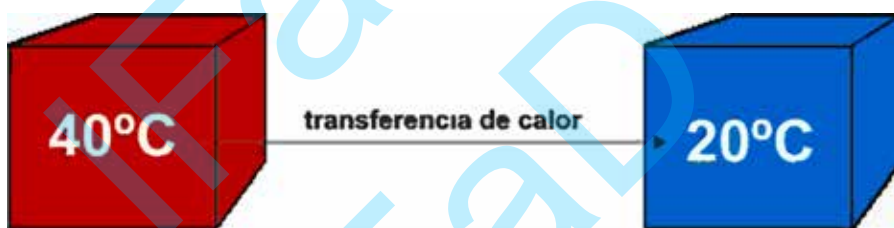
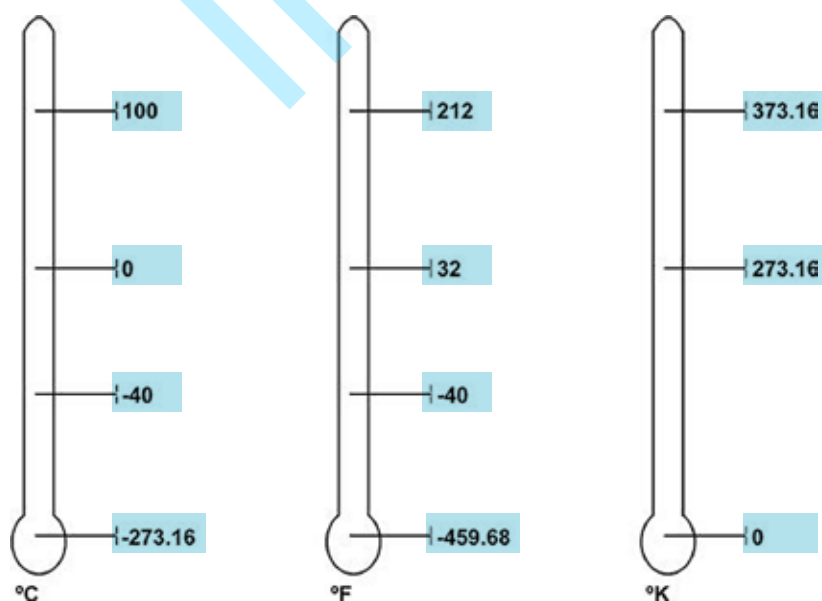


TABLA COMPARATIVA DE UNIDADES DE TEMPERATURA



-Grado centígrado: Es la unidad de temperatura de la escala Celsius. Es la más empleada para uso corriente y científico. El cero de esta escala corresponde a la temperatura de congelación del agua y los cien grados, al punto de ebullición del agua, la distancia entre ambas marcas se divide en cien partes iguales y cada una de estas divisiones corresponde a un grado centígrado.

-Grado Fahrenheit: En esta escala la temperatura de congelación del agua corresponde a los 32° Fahrenheit (0°C). y la de ebullición los 212°F. de 32° a 212° esta escala se divide en 180 partes, denominando a cada una de estas 1° Fahrenheit. En esta escala, el cero corresponde a una mezcla de hielo, cloruro de sodio y amoníaco.

Para convertir temperaturas de grados centígrados a grados Fahrenheit se utiliza la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32$$

para realizar el proceso inverso, o sea para llevar de grados Fahrenheit a centígrados se procederá al uso de la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$$



Conceptos básicos de refrigeración

-Calor y Temperatura:

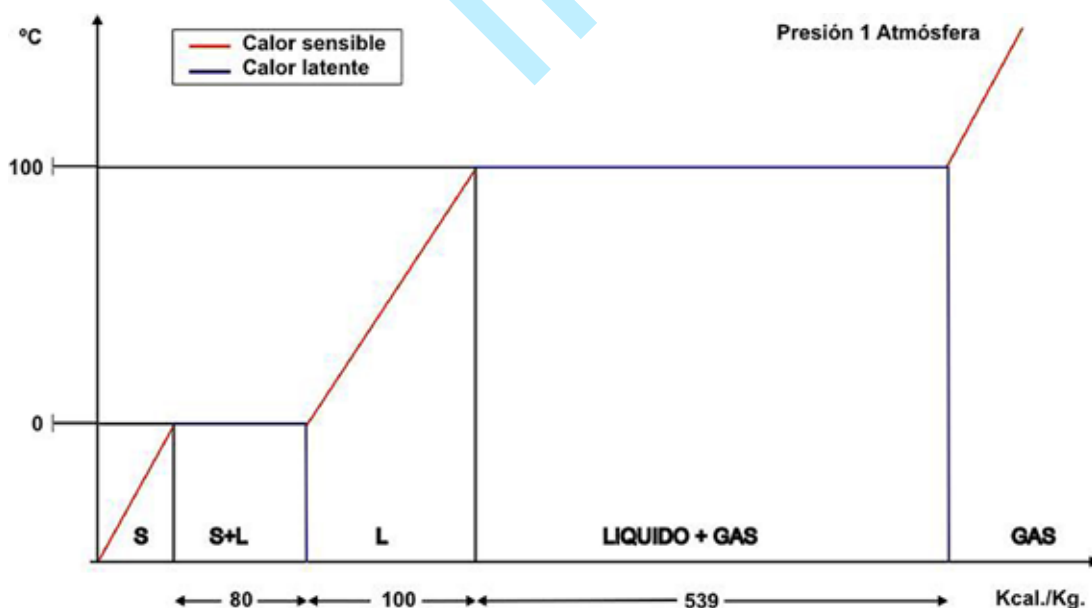
El calor y la temperatura son conceptos que suelen confundirse, por lo que mediante ejemplos trataremos de ayudar a su comprensión. Diferenciaremos la cantidad de calor, el nivel y la intensidad de calor.

-Por ejemplo 1: Si a un pozo de 150 metros de profundidad que contiene agua lo comparamos con una laguna de 25 metros de profundidad podremos afirmar que el nivel de agua contenida en el pozo es mayor que el de la laguna, pero no podremos afirmar lo mismo con respecto a la cantidad de agua total.



-Por ejemplo 2: Si a un hilo de alambre de cobre lo exponemos a la llama de un fósforo seguramente este se fundirá, lo que nos está indicando que hemos alcanzado la temperatura de fusión del cobre (aproximadamente 1100 °C). Si a una taza de café, que habitualmente lo tomamos a 75-80 °C, la exponemos a la misma llama que al hilo de cobre no lograremos calentarla. De esta manera observamos que si bien la cantidad de calor entregada es la misma en ambas experiencias no lo es la intensidad de calor alcanzada, porque ello depende del calor específico de cada sustancia y de la masa de la misma.

Agua: Calor – Temperatura

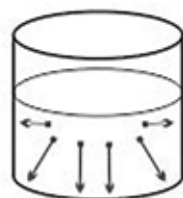




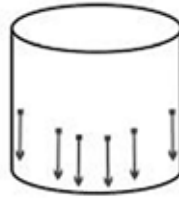
-Calor sensible: Es la cantidad de calor utilizada para cambiar el valor de temperatura de una sustancia determinada sin que se provoquen cambios de estado.

-Calor latente: (o calor de cambio de estado) es la cantidad de calor utilizada en cambiar de estado una determinada porción de materia a temperatura constante

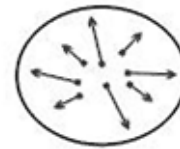
-Presión: Es la relación (cociente) entre una fuerza y la superficie sobre la que actúa. Si bien una de las escalas más conocida es Kg / cm^2 (es la fuerza que ejerce una pesa de 1 Kg sobre una superficie de 1 cm^2). Trabajaremos por comodidad con PSI como escala (es la fuerza que ejerce una pesa de una Libra sobre una superficie de una pulgada cuadrada). Todo cuerpo aplica una presión, cuando hablamos de los cuerpos sólidos la presión se manifiesta solo hacia abajo, en los líquidos la presión se ejerce hacia abajo y hacia los costados, en los gases la presión se ejerce en todas las direcciones



— Líquido



— Sólido



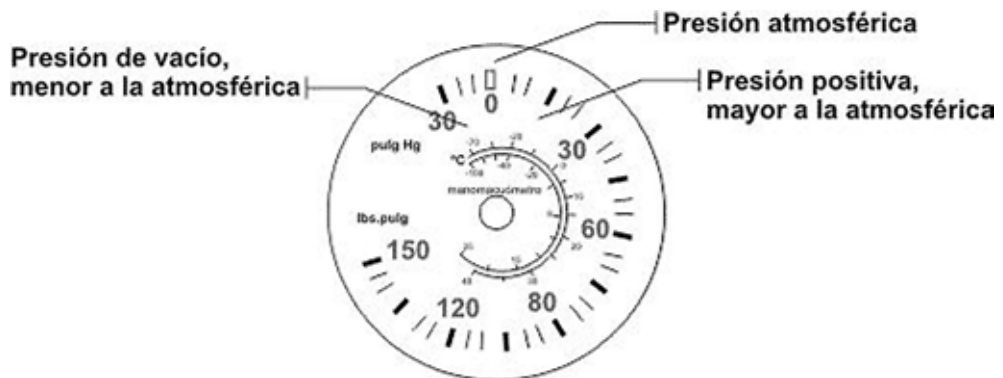
— Gaseoso

-Presión atmosférica: Es la presión que ejerce la atmósfera sobre los cuerpos. Al nivel del mar es aproximadamente $1 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 1 \text{ Atm}$.

-Vacío: Es la presión considerada cuando su valor es inferior a la atmosférica

-Presión manométrica: Es la presión indicada por los manómetros que miden la presión restando la presión atmosférica. Cuando un manómetro indica cero es porque el valor de presión medido es igual a la presión atmosférica.

-Presión absoluta: Es la verdadera presión a la que se encuentra sometido el sistema considerado. Por razones de simplicidad, se calcula sumando la presión manométrica a la presión atmosférica.



Lead
Lead



Lead
Lead



Anexo 1

Listado de herramientas



Equipo de
microsoldadura



Tubo de nitrógeno de 1m³
con regulador de presión

-Compuesto por:

- 1 tubo de oxígeno de 0,5 m³ (como mínimo)
- 1 regulador con 2 manómetros y válvula arresta-llama
- 1 mango con juego de picos
- 1 garrafa c/regulador y válvula arresta-llama
- mangueras
- 1 antiparras



Cortador y minicortador de caños



Pestañadota de 3/16" a 5/8"

Pinza selladora



Elementos para soldar



- 1.- varilla de cobre/fósforo p/soldar cobre con cobre
- 2.- varilla de plata al 30% p/soldar cobre con hie-rro y cobre con bronce
- 3.- Fundente para utilizar con la varilla de plata
- 4.- Cepillo de alambre para limpieza de soldaduras
- 5.- Antiparras
- 6.- Chisperm

1.- Dosivac modelo DVR 30 de 2 etapas 30 l/min - 50 micrones de Hg

2.- Dosivac modelo DVR 95 de 2 etapas 95 l/min - 15 micrones de Hg



Bomba de vacío

Accesorio



1.- Expansor múltiple de caños de 1/4" a 1/2"
2.- Llave de servicio de cuatro medidas 3/16", 1/4", 3/8" y 5/16"

Accesorio



1.- Espejo articulado
2.- Sonda para capilares



Termómetros



Pinza amperométrica



Analizador
(tres mangueras, manovacuómetro de baja y manómetro de alta)

Anexo 1b: Tabla de unidades

Energía calórica:

1 Kilocaloría (Kcal.)= 1,162 watt h
= 3,968 British Thermal Unit (BTU)
860 Kcal.= 1 Kw h

Energía calórica/Tiempo:

1 Kcal/h = 1,162 watt
= 3,968 BTU/h
1 Tonelada de Refrigeración (TR)= 3024 Kcal/h
= 11.999,32 BTU/h

Energía calórica/Tiempo:

1 Kcal/h= 1,162 watt
= 3,968 BTU/h
1 Tonelada de Refrigeración (TR)= 3024 Kcal/h
= 11.999,32 BTU/h

Presión:

1 Kg / cm² = 14,223 Libras / Pulgada² (PSI)
= 0,986 Bar
= 0,968 Atmósferas (Atm) antigua
= 98,0665 Kilopascales (Kpa)
= 737,4 milímetros de columna de mercurio (mmHg) a 15 °C
= 10 metros de columna de agua (mca) 4°C
1 PSI = 6,9 Kilopascales
1 Mpascal = 142,86 PSI

Temperatura:

°C= °Kelvin (°K) – 273
= $\frac{°\text{Fahrenheit (°F)} - 32}{1.8}$
°F= °Celsius (°C) x 1,8 + 32

Tabla de conversión de unidades de temperatura (°C y °F)

(°C)	Valor	(°F)	(°C)	Valor	(°F)
-32,2	-26	-14,8	-3,3	26	78,8
-31,7	-25	-13,0	-2,8	27	80,6
-31,1	-24	-11,2	-2,2	28	82,4
-30,6	-23	-9,4	-1,7	29	84,2
-30,0	-22	-7,6	-1,1	30	86,0
-29,4	-21	-5,8	-0,6	31	87,8
-28,9	-20	-4,0	0,0	32	89,6
-28,3	-19	-2,2	0,6	33	91,4
-27,8	-18	-0,4	1,1	34	93,2
-27,2	-17	1,4	1,7	35	95,0
-26,7	-16	3,2	2,2	36	96,8
-26,1	-15	5,0	2,8	37	98,6
-25,6	-14	6,8	3,3	38	100,4
-25,0	-13	8,6	3,9	39	102,2
-24,4	-12	10,4	4,4	40	104,0
-23,9	-11	12,2	5,0	41	105,8
-23,3	-10	14,0	5,6	42	107,6
-22,8	-9	15,8	6,1	43	109,4
-22,2	-8	17,6	6,7	44	111,2
-21,7	-7	19,4	7,2	45	113,0
-21,1	-6	21,2	7,8	46	114,8
-20,6	-5	23,0	8,3	47	116,6
-20,0	-4	24,8	8,9	48	118,4
-19,4	-3	26,6	9,4	49	120,2
-18,9	-2	28,4	10,0	50	122,0
-18,3	-1	30,2	10,6	51	123,8
-17,8	0	32,0	11,1	52	125,6
-17,2	1	33,8	11,7	53	127,4
-16,7	2	35,6	12,2	54	129,2
-16,1	3	37,4	12,8	55	131,0
-15,6	4	39,2	13,3	56	132,8
-15,0	5	41,0	13,9	57	134,6
-14,4	6	42,8	14,4	58	136,4
-13,9	7	44,6	15,0	59	138,2
-13,3	8	46,4	15,6	60	140,0
-12,8	9	48,2	16,1	61	141,8
-12,2	10	50,0	16,7	62	143,6
-11,7	11	51,8	17,2	63	145,4
-11,1	12	53,6	17,8	64	147,2
-10,6	13	55,4	18,3	65	149,0
-10,0	14	57,2	18,9	66	150,8
-9,4	15	59,0	19,4	67	152,6
-8,9	16	60,8	20,0	68	154,4
-8,3	17	62,6	20,6	69	156,2
-7,8	18	64,4	21,1	70	158,0
-7,2	19	66,2	21,7	71	159,8
-6,7	20	68,0	22,2	72	161,6
-6,1	21	69,8	22,8	73	163,5
-5,6	22	71,6	23,3	74	165,2
-5,0	23	73,4	23,9	75	167,0
-4,4	24	75,2	24,4	76	168,8
-3,9	25	77,0	25,0	77	170,6

Nota: Los número resaltados equivalen a la lectura (valor) que se está realizando, si está dada en °C su equivalencia en °F se obtiene de la columna de la derecha y si la lectura está dada en °F su equivalencia en °C se obtiene de la columna de la izquierda.

Anexo 1