

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Atmósfera: La atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea a la Tierra. Comenzó a formarse hace unos 4,600 millones de años con el nacimiento de la Tierra.

La atmósfera de las primeras épocas de la historia de la Tierra estaría formada por vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno, junto a unas pequeñas cantidades de hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono pero con ausencia de oxígeno.

Era una atmósfera ligeramente reductora hasta que la actividad fotosintética de los seres vivos introdujo oxígeno y ozono (a partir de hace unos 2,500 o 2,000 millones de años) y hace unos 1000 millones de años la atmósfera llegó a tener una composición similar a la actual.

También ahora los seres vivos siguen desempeñando un papel fundamental en el funcionamiento de la atmósfera. Las plantas y otros organismos fotosintéticos toman CO_2 del aire y devuelven O_2 , mientras que la respiración de los animales y la quema de bosques o combustibles realiza el efecto contrario: retira O_2 y devuelve CO_2 a la atmósfera.

Los gases fundamentales que forman la atmósfera son:

Gases	% (en vol)
Nitrógeno	78.084
Oxígeno	20.946
Argón	0.934
CO_2	0.033

Otros gases de interés presentes en la atmósfera son el vapor de agua, el ozono y diferentes óxidos de nitrógeno, azufre, etc.

También hay partículas de polvo en suspensión como, por ejemplo, partículas inorgánicas y otros pequeños organismos.

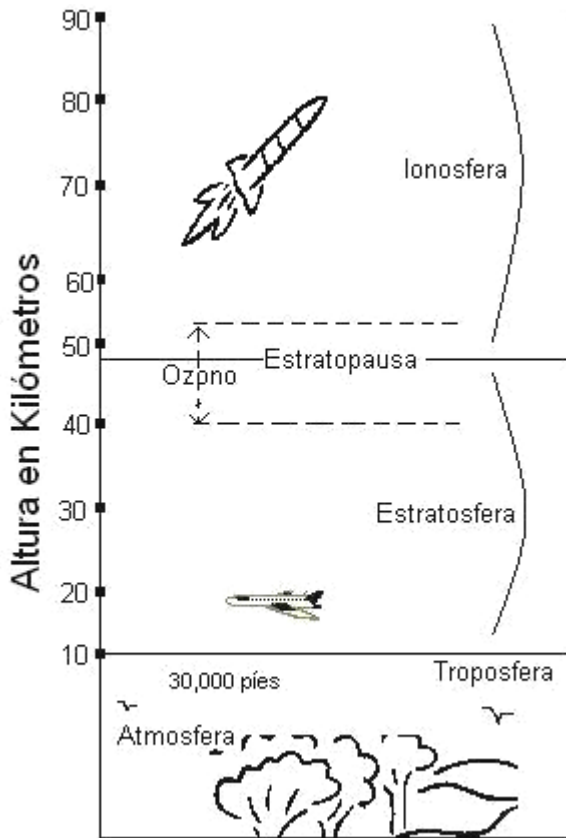
Los componentes de la atmósfera se encuentran concentrados cerca de la superficie, comprimidos por la atracción de la gravedad y, conforme aumenta la altura la densidad de la atmósfera disminuye con gran rapidez.

En los 5.5 kilómetros más cercanos a la superficie se encuentra la mitad de la masa total y antes de los 15 kilómetros de altura está el 95% de toda la materia atmosférica.

La mezcla de gases que llamamos aire mantiene la proporción de sus distintos componentes casi invariable hasta los 80 kilómetros aunque cada vez menos denso conforme vamos ascendiendo.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

La atmósfera se divide en:



La troposfera, que abarca hasta un límite superior que se encuentra a los 9 Km. en los polos y los 18 Km. en el ecuador.

En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire y hay relativa abundancia de agua.

La troposfera es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos, cambios de temperatura, etc. Es la capa de más interés para la ecología.

En la troposfera la temperatura y la presión disminuyen conforme se va subiendo.

La estratosfera comienza a partir de la troposfera y llega hasta un límite superior llamado estratopausa que se sitúa cerca de los 50 kilómetros de altitud.

En esta capa la temperatura cambia su tendencia y varía hasta llegar a ser de alrededor de 0 °C en la estratopausa.

Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/hora, lo que facilita el que cualquier sustancia que llega a la estratosfera se esparza por todo el globo con rapidez, que es lo que sucede con los CFC (Presentes en algunos refrigerantes) que destruyen el ozono.

En esta parte de la atmósfera, entre los 40 y los 55 kilómetros aproximadamente, se encuentra el ozono que es tan importante en la absorción de las dañinas radiaciones.

La ionosfera se encuentra a partir de la estratopausa.

En ella el aire está tan dilatado que su densidad es muy baja. Son los lugares en donde se producen las auroras boreales y en donde se reflejan las ondas de radio.

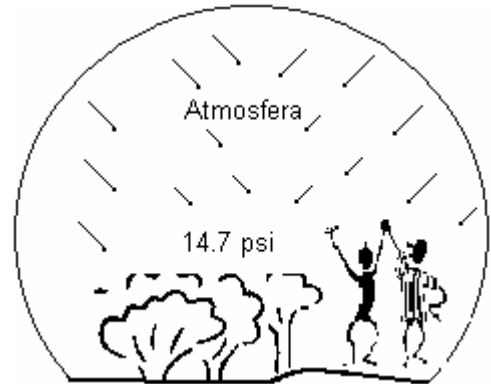
Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Presión atmosférica:

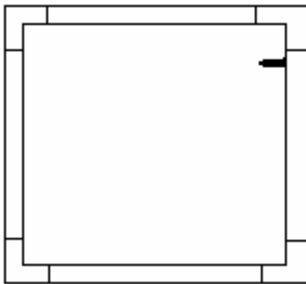
La presión que ejerce la capa de aire que nos rodea sobre los cuerpos que están situados al nivel del mar, es de 14.7 PSI ("Pounds square inch") Libras por pulgada cuadrada.

Esta presión disminuye rápidamente con la altura.

Usualmente no percibimos esta presión porque nacemos y vivimos bajo esta influencia atmosférica, sin embargo al subir sobre el nivel del mar se pueden sentir algunos efectos fisiológicos, como resultado de la masa de aire que nos rodea.



Una masa de aire no puede contener una cantidad ilimitada de vapor de agua. Hay un límite a partir del cual el exceso de vapor se licua en gotitas. Este límite depende de la temperatura ya que el aire caliente es capaz de contener mayor cantidad de vapor de agua que el aire frío. Así, por ejemplo, 1 m³ de aire a 25°C (77 °F) puede contener 23.05 gramos de vapor de agua.

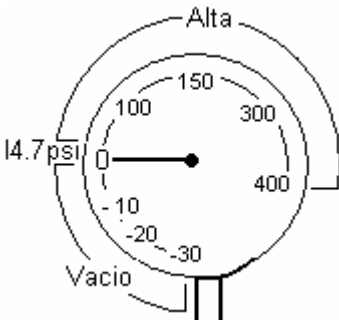


Lógicamente cuando cerramos herméticamente una tubería, una cantidad de aire a presión atmosférica (14.7psi) queda confinada en su interior. En algún momento según cambie la presión y la temperatura, este aire confinado se convertirá parcialmente en agua.

La refrigeración tiene dos enemigos comunes: La humedad y la suciedad, no sea cómplice de ellas.

Para minimizar el problema de la humedad dentro de un sistema, se recurre a extraer el aire confinado en su interior utilizando una bomba de hacer vacío. (Las veremos pronto)

Vacío: Es una presión menor a la presión atmosférica a nivel del mar. (14.7psi)



En los instrumentos diseñados para medir presiones confinadas (manómetros), se marca la presión atmosférica (14.7psi) como el punto de referencia 0.

Las medidas por encima de cero se refieren a presiones positivas de alta y por debajo de cero a presiones negativas o de vacío.

Un instrumento bien calibrado, debe señalar el cero cuando esta abierto a la atmósfera.

Luego estudiaremos los diferentes manómetros, sus usos y su calibración.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

La energía y el calor.

Energía: Es la capacidad que poseen todos los cuerpos para realizar trabajo.

La energía no se crea, ni se destruye, solamente podemos transformarla en otros tipos de energía. (Ley 1ra de la termodinámica)

Cualquier acción efectuada sobre un cuerpo, conlleva un aumento de su energía.



Al doblar un arco o al estirar un resorte se almacena en ellos energía en forma elástica que se manifiesta al soltar la flecha o liberar el resorte.

Esta propiedad de la energía se manifiesta en diversas formas, las cuales pueden transformarse e interrelacionarse unas con otras.

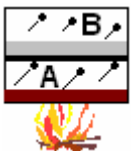
Trabajo: Es simplemente una ecuación matemática, ($T = F \times D$) Trabajo es igual, a la Fuerza aplicada, por la Distancia movida.

Hay trabajo realizado, cuando una fuerza que actúa sobre un objeto lo mueve cierta distancia.

Sí consultamos la energía cinética, que es la energía asociada con el movimiento de un objeto, veremos que los conceptos de trabajo y energía pueden aplicarse a la dinámica de un sistema mecánico sin recurrir a ecuaciones y leyes complejas.

Es importante señalar que los conceptos de energía y trabajo se fundamentan en las leyes de Newton.

Energía térmica: Es una forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos.



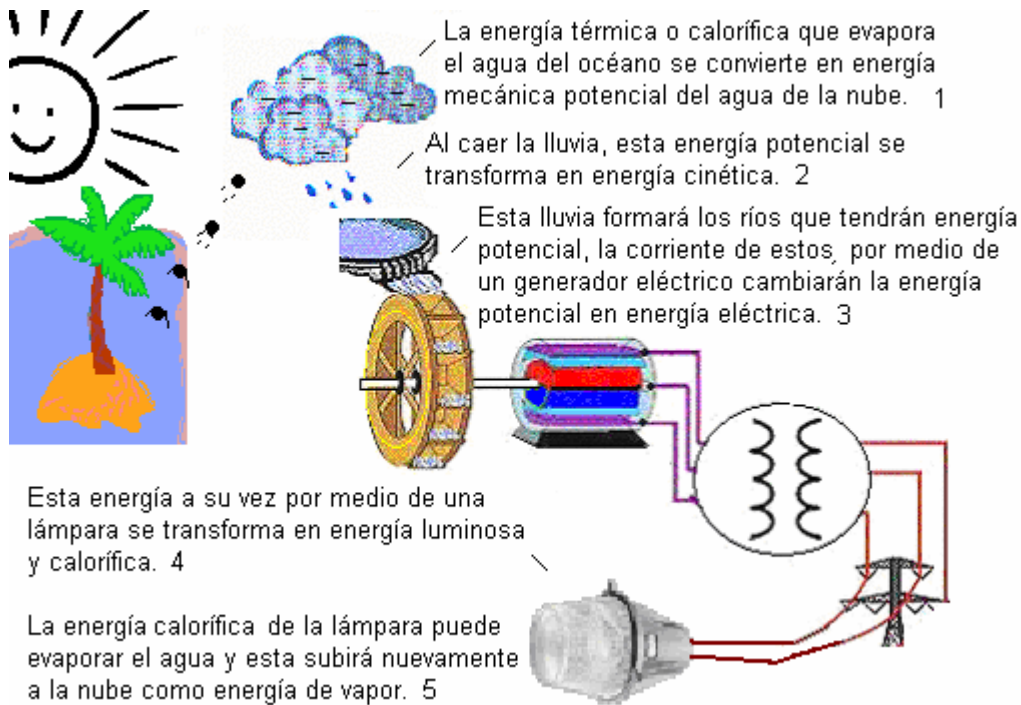
Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el más caliente (A) comunica energía al menos caliente (B) el tipo de energía que se traspasa de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas es precisamente, la energía térmica.

Esto concuerda con la segunda ley de la termodinámica, la cual nos indica, que el calor fluye de un cuerpo caliente a otro que se encuentre a menor temperatura.

La energía tiene un ciclo constante de transformación, continuamente pasa de una forma de energía a otra para realizar diferentes trabajos.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Ciclo de energía.



El calor.

Las experiencias de algunos científicos como, Joule (1818-1889) y Mayer (1814-1878) acerca de la conservación de la energía, señalaban el calor como una forma más de energía.

El calor no sólo era capaz de aumentar la temperatura o modificar el estado físico de los cuerpos, (sólido, líquido y gaseoso) sino que además podía moverlos y realizar algún trabajo de utilidad.

Desde entonces las nociones de calor y energía quedaron unidas y el progreso de la física permitió, a mediados del siglo pasado, encontrar una explicación detallada para la naturaleza de esa nueva forma de energía.

El calor es una forma de energía que guarda estrecha relación con el movimiento atómico molecular.

Esta hipótesis fue corroborada por la posibilidad de producir trabajo mecánico consumiendo calor, por ejemplo, en las calderas y otras máquinas de vapor que producen electricidad.

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos cuerpos.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Métodos de difusión de calor.

Hay tres métodos estudiados, referente al movimiento del calor:

1. **Conducción** = Cuando el calor pasa de un cuerpo a otro a través de los sólidos, moviéndose de una molécula a la siguiente. La propagación tiene lugar cuando se ponen en contacto dos cuerpos que están a diferentes temperaturas. Las moléculas que reciben directamente el calor aumentan su vibración y chocan con las que las rodean, hasta que todas las moléculas del cuerpo se agitan.

Partiendo de esta explicación, si el extremo de una varilla metálica se calienta con una flama, transcurrirá cierto tiempo para que el calor llegue al otro extremo.

2. **Convección** = Cuando el calor viaja a través de los líquidos y los gases. Como el calor hace disminuir la densidad, las masas de aire o agua calientes ascienden y las frías descienden.

En esta forma, las moléculas se mueven libremente a través de la masa.

3. **Radiación** = Cuando el calor pasa de un objeto a otro a través del espacio, sin calentamiento de las moléculas que se encuentran entre ellos. Así recibimos el calor desde el sol hasta la tierra. La transferencia de calor por radiación se hace por medio de ondas electromagnéticas que pueden propagarse igual en un medio material que en la ausencia de este.

Hay diferentes tipos de calor:

1. **Calor Latente** = Es el calor que absorbe o rechaza una sustancia para cambiar el estado físico, sin alterar su temperatura. El termómetro no indica cambio alguno en la temperatura. Se identifica (CL)

El líquido esta cambiando a vapor, pero el termómetro no registra cambio alguno en la temperatura.



2. **Calor Sensible** = Es el calor que absorbe o rechaza un cuerpo para cambiar su temperatura, sin alterar su estado físico. Se puede medir con un simple termómetro. Se identifica (Cs)

Algunos textos usan la (Q) para calor, en lugar de la (C) siga a su maestro.

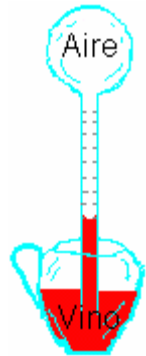
Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

3. **Calor Especifico** = Es el calor que absorbe o rechaza **una libra** de alguna materia, para cambiar su temperatura **1 °Fahrenheit**. Se identifica (CE)

Las expresiones científicas acerca del calor y la temperatura se apoyan en las sensaciones que nos transmite nuestro propio cuerpo. Nos referimos a las sensaciones captadas por el tacto, las cuales permiten clasificar los cuerpos en fríos y calientes, dando esto lugar a la idea de temperatura y calor. Sin embargo, la física busca datos que puedan ser expresados en forma numérica, con magnitudes o valores medibles.

Temperatura: No es una forma de energía, sino una medida de la cantidad de energía que posee un cuerpo. La temperatura es un indicador de la energía cinética de las moléculas. Cuando un objeto se siente caliente, los átomos en su interior se están moviendo rápidamente en direcciones inciertas y cuando se siente frío, los átomos se están moviendo lentamente.

Los primeros equipos usados para medir la temperatura fueron llamados **Termoscopios**. Consistían en un bulbo de vidrio con un largo tubo extendido hacia abajo colocado dentro de un recipiente con agua coloreada, en 1610 Galileo utilizó vino.



Termómetro: Es un instrumento que mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Una forma fácil de construirlo es encontrando una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura, es decir, que varíe linealmente. Por ejemplo, el mercurio es líquido dentro del rango de temperaturas de -38.9°C hasta 356.7°C . Como líquido, el mercurio se expande cuando se calienta, esta expansión es lineal y puede ser calibrada con exactitud matemática.

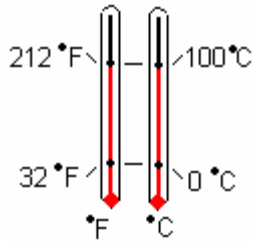
La primer escala termométrica fue construida por un científico sueco de nombre Anders Celsius (1701-1744) El escogió como puntos fijos, la fusión del hielo y la ebullición del agua, aclarando pues, que las temperaturas a las que se daban tales cambios de estado, eran constantes a la presión atmosférica. Le asignó al primero el valor 0 y al segundo un valor 100, con lo cual fijó el tamaño del grado centígrado como la centésima parte del intervalo de temperatura comprendido entre esos dos puntos fijos.



En los países americanos los termómetros están expresados en grados Fahrenheit. La escala Fahrenheit es diferente a la Celsius, en los valores asignados a los puntos fijos, y en el tamaño de los grados. Al primer punto fijo se le asigna el valor 32 y al segundo el valor 212.



Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.



Puede notar que los puntos fijos de los dos termómetros, tanto los de ebullición del agua como los de fusión del hielo, coinciden en ambos instrumentos.

Estas dos escalas pueden ser mutuamente convertibles, mediante las siguientes ecuaciones matemáticas.

Cambiando grados °Fahrenheit a centígrados. **$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \div 1.8$**

Cambiemos 212 °Fahrenheit a centígrados.

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \div 1.8$$

$$^{\circ}\text{C} = (212 - 32) \div 1.8$$

$$^{\circ}\text{C} = 100$$

Cambiando grados centígrados a °Fahrenheit. **$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32)$**

Cambiando 100 grados centígrados a °Fahrenheit.

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = (100 \times 1.8 + 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 212$$

Cambiemos 160 °Fahrenheit a centígrados.

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \div 1.8$$

$$^{\circ}\text{C} = (160 - 32) \div 1.8$$

$$^{\circ}\text{C} = 71.111$$

Cambiando 200 grados centígrados a °Fahrenheit.

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = (200 \times 1.8 + 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 392$$

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

El cero absoluto: Es la temperatura teórica más baja posible y se caracteriza por la total ausencia de calor.

Es la temperatura a la cual cesaría todo movimiento molecular. Aquí el nivel de energía es el más bajo posible.

Nunca se ha alcanzado tal temperatura y la termodinámica asegura que es inalcanzable.

Escala Kelvin (Lord Kelvin): La escala de temperaturas adoptada por el Sistema Internacional (SI) es la llamada escala absoluta o Kelvin.

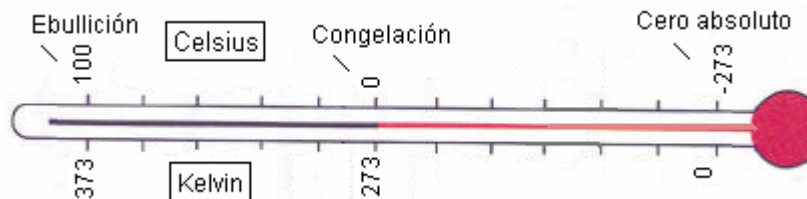
En ella el tamaño de los grados es el mismo que en la escala Celsius, pero el cero de la escala se fija en $-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Este punto llamado el cero absoluto de la temperatura es tal, que a dicha temperatura cesaría el movimiento molecular.

El cero absoluto constituye un límite inferior natural de temperaturas, lo que hace que en la escala Kelvin no existan temperaturas bajo cero.

La escala está fraccionada en un cierto número de partes que reciben el nombre de grados Kelvin.

De este modo el valor superior corresponde a 373 mientras que el inferior es de $0\text{ }^{\circ}\text{K}$.



El cero absoluto en la escala Kelvin corresponde aproximadamente a la temperatura de $-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Lo redondeamos a 273)

Para cambiar grados centígrados a Kelvin, debes sumarle 273.

Esta es la ecuación matemática $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$.

Para cambiar grados Kelvin a centígrados, debes restarle 273.

Esta es la ecuación matemática $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

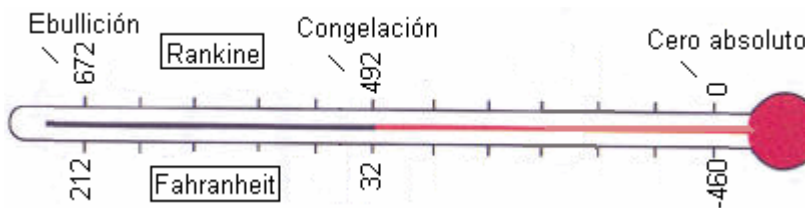
Grados Fahrenheit: En 1724 Gabriel Fahrenheit usó mercurio como líquido termométrico. Su expansión térmica es amplia, no se pega al vidrio y permanece líquido en un amplio rango de temperaturas. Su apariencia plateada hace que sea fácil de leer. Fahrenheit calibró la escala de mercurio de su termómetro de la siguiente manera: Colocando el termómetro en una mezcla de agua salada y hielo, el punto sobre la escala marcado lo llamó cero. Un segundo punto fue obtenido de la misma manera (la mezcla fue usada sin sal) se marcó este punto como 30. Un tercer punto designado como 96 fue obtenido colocando el termómetro en la boca, para medir el calor del cuerpo humano.

Sobre esta escala, Fahrenheit midió el punto de ebullición del agua obteniendo 212. Después le adjudicó el punto de congelamiento del agua como 32. Así el intervalo entre el punto de congelamiento y ebullición del agua puede ser representado por el número racional 180. ($212 - 32 = 180$)



Temperaturas medidas en esta escala son designadas como grados Fahrenheit.

Escala Rankine: Esta escala emplea el cero absoluto como el punto más bajo. En esta escala cada grado de temperatura equivale a un grado en la escala Fahrenheit.



En la escala Rankine, el punto de congelación del agua equivale a 492 °R, y su punto de ebullición a 672 °R.

Para convertir Rankine a Fahrenheit se le suman 459.7 (Lo redondeamos a 460)

Esta es la ecuación matemática $R = ^\circ F + 460$

Para convertir Fahrenheit a Rankine se le restan 460

Esta es la ecuación matemática $F = ^\circ R - 460$

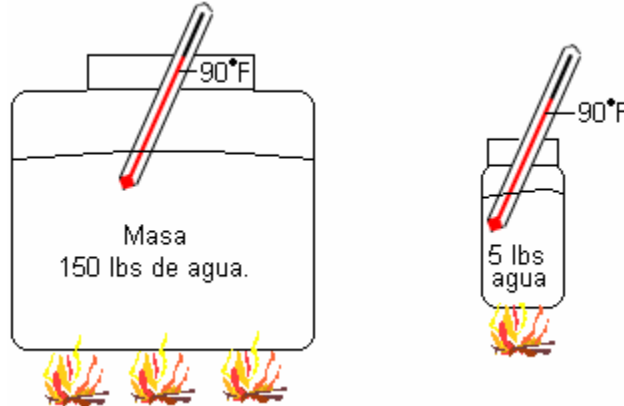
Escala	Cero Absoluto	Fusión del Hielo	Evaporación
Kelvin	0°K	273.2°K	373.2°K
Centígrada	-273.2°C	0°C	100.0°C
Rankine	0°R	491.7°R	671.7°R
Fahrenheit	-459.7°F	32°F	212.0°F

Comparando las diferentes escalas.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Cantidad de calor.

Un asunto fundamental es la cantidad de calor que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente. La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa (peso) de dicho cuerpo y es proporcional a lo que se denomina calor específico de la sustancia de que esta formado.



Dos sustancias con diferentes masas, pueden alcanzar y permanecer a la misma temperatura termométrica, pero la cantidad de calor que tendrán que absorber para alcanzarla será diferente en cada una tomando en cuenta, el peso y el calor específico de la materia.

Calor Específico: Es el calor que absorbe o rechaza una libra de cualquier sustancia para subir o bajar su temperatura 1 °F.

Calor específico de las sustancias más comunes.

Sustancia	CE	Unidad
Agua	1	
Hierro	.12	
Cristal	.20	B.T.U.
Aire	.24	
Aluminio	.22	
Hielo	.504	
Salmuera al 20%	.85	
Vapor de agua	.5	
Mercurio	.0333	
Cobre	0.093	

Partiendo de estas observaciones:

1. Se expresa la temperatura como la intensidad en grados de calor que contiene una sustancia.
2. Se mide su volumen en BTU ("British Thermal Unit") Unidad Británica de medida termal.

Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

Calculo del volumen de calor.

Estudiamos en la lección anterior que una cosa es la temperatura de un cuerpo medida con un termómetro, la cual se expresa en grados de calor y otro asunto es la cantidad o volumen de calor que posee ese cuerpo, expresado en (BTU).

Para calcular los BTU debemos conocer lo siguiente:

1. La masa (M) peso de la sustancia.
2. El calor específico de esa sustancia (CE)
3. El cambio de temperatura (DT) la diferencia entre la temperatura que se encuentra la sustancia y la temperatura a la cual queremos llevarla.

Para este cálculo se utiliza la siguiente ecuación matemática:

$$\text{BTU} = \text{M} \times \text{CE} \times \text{DT}$$

Ejemplo: Un tanque con 30 galones de agua que se encuentra a 77 °F de temperatura lo queremos subir hasta 130 °F.

Busquemos los datos:

Sustancia = agua

Masa = 30 galones x 8.34 = 250.2 Lbs (Un galón de agua pesa 8.34 libras)

CE = 1 BTU (Mire en la tabla de la página anterior, el calor específico del agua)

DT = 53 °F (Reste 130 – 77= 53) diferencia entre la dos temperaturas.

Calculemos los BTU:

$$\begin{aligned}\text{BTU} &= \text{M} \times \text{CE} \times \text{DT} \\ \text{BTU} &= 250.2 \times 1 \times 53 \\ \text{BTU} &= 13,260.6\end{aligned}$$

Otro ejemplo: 300 lbs de salmuera al 20%, la bajaremos de 140 °F hasta 36 °F.

Sustancia = Salmuera al 20%

Masa = 300Lbs.

CE = .85 (Mire en la tabla de la página anterior)

DT = 104 °F (Reste 140 – 36= 104) diferencia entre la dos temperaturas

Calculemos los BTU:

$$\begin{aligned}\text{BTU} &= \text{M} \times \text{CE} \times \text{DT} \\ \text{BTU} &= 300 \times .85 \times 104 \\ \text{BTU} &= 26,520\end{aligned}$$

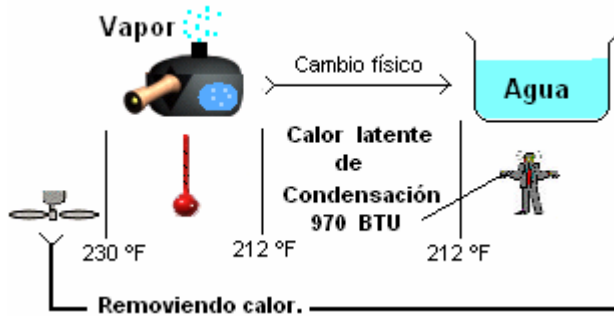
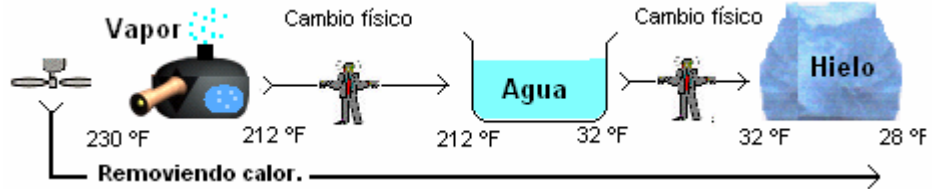
Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

BTU TOTALES.

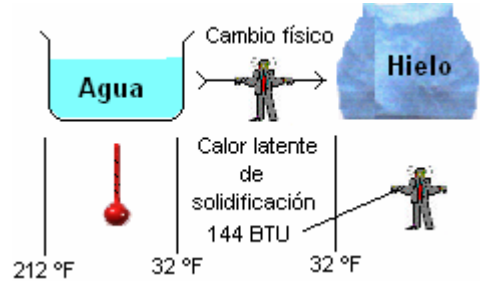
Si tuviéramos que calcular los BTU necesarios para bajar la temperatura de 20 libras de vapor de agua, desde 230 °F hasta 28 °F, tendríamos que tomar en cuenta los cambios de estados físicos y el calor latente en las zonas de cambio.

Fíjese que en este arreglo hay dos cambios físicos:

1. De vapor a líquido.
2. De líquido a sólido.

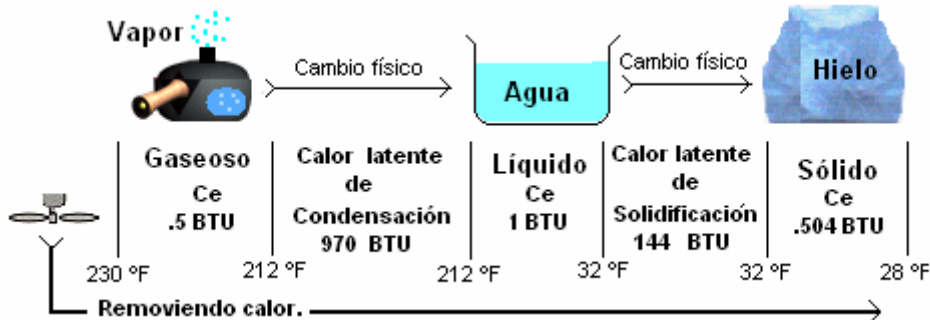


A partir de los 230 °F se registra un cambio de temperatura en el termómetro hasta los 212 °F. Después de este punto el termómetro no registra cambios en la temperatura, pero el vapor comienza a convertirse en líquido. En este proceso de cambio, interviene el calor latente de condensación. (970 BTU)



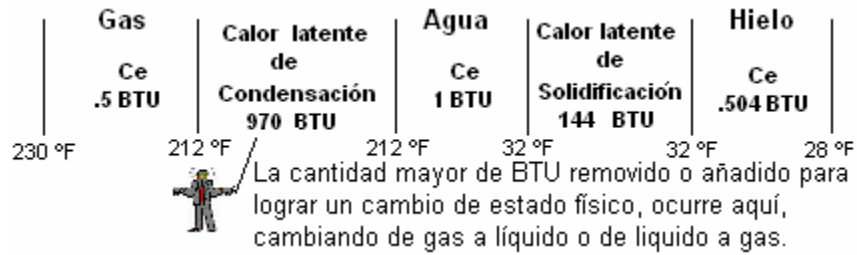
Una vez el vapor se ha convertido completamente en líquido, el termómetro nuevamente registra un cambio en la temperatura hasta alcanzar los 32 °F. En este punto, comienza un cambio físico de líquido a sólido.

El termómetro no registra cambios en la temperatura, pero el líquido continúa absorbiendo calor latente de solidificación (144 BTU) hasta convertirse en hielo completamente. Una vez el hielo está sólido a 32 °F, se comienza nuevamente a registrar cambios en la temperatura, hasta bajar a los 28 °F.



Refrigeración y Aire Acondicionado Tropical.

En esta tabla podemos ver el calor específico (Ce) por libra de la sustancia y el calor latente (CL) que interviene, en el cambio de estado físico.

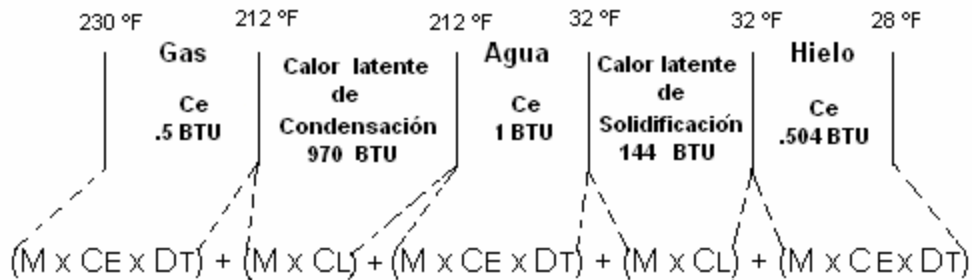


M = Masa o peso de la sustancia en libras.

Ce = Calor específico de la sustancia.

CL = Calor latente o calor escondido

DT = Diferencia de temperaturas (La mayor menos la menor)



Ecuación matemática:

BTU =

$$(M \times CE \times DT) + (M \times CL) + (M \times CE \times DT) + (M \times CL) + (M \times CE \times DT)$$

$$(20 \times .5 \times 18) + (20 \times 970) + (20 \times 1 \times 180) + (20 \times 144) + (20 \times .504 \times 4)$$

$$(180 + 19400 + 3600 + 2880 + 40.32)$$

26100.32 BTU/hr

Calcule los BTU:

1. Baje 100 libras de vapor con una temperatura de 280 °F, hasta convertirlo en líquido a 43 °F.
2. Baje la temperatura de 200 libras de agua desde 190 °F, hasta que se convierta en hielo a 5 °F.
3. Refrigere 40 libras de vapor hasta convertirlo de 300 °F, en hielo a 15 °F.
4. 50 libras de agua a 210 °F se enfriaron hasta convertirse en hielo a 32 °F.
5. 40 libras de salmuera al 20% serán enfriadas de 190 °F, hasta 30 °F.