



Trabajo y Energía Cinética e introducción a la Termodinámica

¿Qué se entiende por trabajo en física?

En la vida cotidiana es común escuchar que las personas dicen: "Voy hacia mi trabajo". Otros dicen que sacar buenas notas en el estudio les cuesta mucho trabajo. Cada persona tiene su propio concepto e idea de lo que es el trabajo. Pero, para los científicos, la palabra trabajo tiene un significado muy diferente al que para la mayoría de la gente tiene. Por ejemplo, dicen que se desarrolla trabajo si un objeto es impulsado a moverse de un punto a otro cuando se le aplica una fuerza. Observa la siguiente imagen y contesta en tu cuaderno de ciencias las siguientes preguntas:

1. ¿Se aplica una fuerza sobre las cajas?
2. ¿Qué clase de energía tienen las cajas, con respecto al nivel de altura sobre el suelo?
3. ¿Los músculos del joven logran desarrollar algún trabajo sobre las cajas cuando las levanta?
4. ¿En qué momento las cajas tienen energía cinética?



Trabajo y potencia:

En todo trabajo se transfiere energía

Fuerza es toda acción que aplicada sobre un cuerpo, es capaz de cambiarle su estado de reposo, o su movimiento y su trayectoria.

La energía es la capacidad de realizar un trabajo como leer, estudiar, o manipular una máquina, por lo que necesitas alimentarte de los frutos de la tierra y de los animales de donde obtienes energía. En general, esta transferencia de energía proviene en primera instancia del Sol y es capturada y transformada por las plantas en las partes verdes.

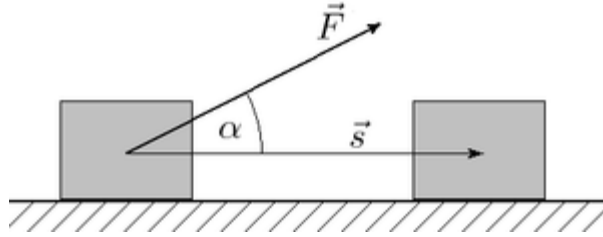
Energía cinética. Es la energía de un cuerpo en movimiento. Cuando un trabajador empuja una carretilla, ésta adquiere energía cinética.

El trabajo: La fuerza aplicada a la carretilla genera desplazamiento produciéndose un trabajo. La fórmula para calcular el trabajo es:

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza} \times \text{distancia. } w = f \cdot d$$

El trabajo, en mecánica clásica, es el producto de una fuerza por la distancia que recorre y por el coseno del ángulo que forman ambas magnitudes vectoriales entre sí.

$$W = |\vec{F}| |\vec{s}| \cos \alpha$$



El trabajo, en general, depende de la trayectoria y, por tanto, no constituye una variable de estado. La unidad básica de trabajo en el Sistema Internacional es el newton x metro que se denomina joule, y es la misma unidad que mide la energía. Por eso, se entiende que la energía es la capacidad para realizar un trabajo, o que el trabajo provoca una variación de energía.

Hay casos en los que el cálculo del trabajo es muy sencillo. Si el módulo de la fuerza es constante y el ángulo que forma con la trayectoria también es constante, tendremos: Fuerza (F) por distancia (d) igual a Trabajo (W).

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

Es el caso de una fuerza constante y trayectoria rectilínea.



Fuerza paralela a una trayectoria rectilínea.

Además, si la fuerza es paralela al desplazamiento, tendremos:

$$W = Fd$$

Si la fuerza es paralela al desplazamiento, pero en sentido contrario:

$$W = -Fd$$

Si sobre una partícula actúan varias fuerzas y queremos calcular el trabajo total realizado sobre esta partícula, entonces \vec{F} representa al vector resultante de todas las fuerzas aplicadas.

La energía cinética es igual al trabajo desarrollado.

Esta se calcula por la fórmula:
$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Energía potencial: es energía asociada a la fuerza que depende solo de la posición del cuerpo. Cualquier cambio en la ubicación de un cuerpo se traduce en trabajo. Por

ejemplo, un bloque unido a un resorte vertical, comprimido, tiene energía potencial, ya que al soltarlo realiza un trabajo. Existen varios tipos de energía potencial, una de ellas se debe a la fuerza de la gravedad y la otra a la fuerza de la restitución en los cuerpos elásticos.

La función que relaciona el trabajo y la energía mediante una distancia x , viene dada por la expresión:

$$W = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Esta es la fórmula del teorema del trabajo y la energía.

Dónde: W es el trabajo realizado sobre la masa m , la expresión anterior es el cambio de energía cinética que resulta de ese trabajo.

Puedes hacer uso de la fórmula anterior si tienes los datos de la velocidad inicial, velocidad final y el valor de la masa y harás sustituciones de valores dados.

Según el miembro derecho de la fórmula de trabajo y energía puedes concluir que: la energía cinética proviene del trabajo (W) y es igual a la mitad de la masa por el producto del cuadrado de la velocidad:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

La Potencia: importancia y aplicación

En la definición de trabajo no se utilizó el factor tiempo. Por ejemplo, una máquina de coser que no sea eléctrica puede procesar 200 vestidos en quince días, pero una máquina eléctrica podrá coser la misma cantidad de vestidos en tres días. En el último caso dirás que existe una rapidez en procesar los vestidos, existe mayor eficiencia o rapidez con la que se efectúa el trabajo.

A esta relación la identificarás como potencia.

Potencia es el trabajo realizado por unidad de tiempo. $P = T/t$

La potencia mecánica de una máquina (P) se define como la rapidez con que se realiza un trabajo y en el Sistema Internacional se mide en watts. Para una mayor comprensión del término, se dice que existe una potencia mecánica de un watt, cuando se realiza un trabajo mecánico de un joule en un segundo. **1 Watt = Joule / segundo**
El caballo de fuerza (1 hp = 746 W) y el caballo de vapor (1 cv = 736 watt) son medidas para expresar la potencia de una máquina.

¿Cuál es la importancia de la potencia? Las acciones o trabajos se hacen con más eficiencia, ya que la potencia es la velocidad con que se efectúa un trabajo.

¿Cómo explicas que el motor de un vehículo rinde más kilometraje que otro motor?,

¿Será por la calidad de motor o por la calidad del combustible? Es por la calidad del motor si es de mayor potencia por el diseño y por la calidad de combustible que da mayor rendimiento por kilometraje.

Energía mecánica total

¿Cómo interactúa la energía cinética con la potencial?

La rueda de una turbina transforma la energía cinética del agua en energía mecánica; la energía química surge de los cambios químicos de los cuerpos, como de la madera al arder; la energía eléctrica, que puede ser producida por energía mecánica o la química, se transforma en luz, calor, ondas de sonido y de radio

Energía cinética es la que se desarrolla con el movimiento y **la potencial** es la capacidad de trabajo que aún no se ha desarrollado.

Cuando se realiza cualquier trabajo, se está aumentando gradual o rápidamente la energía cinética y está disminuyendo la potencial

Energía total = E. potencial + E. cinética. (En ausencia de la resistencia del aire)

Energía cinética final = Energía potencial inicial – Esfuerzo contra el rozamiento.

$(\frac{1}{2}mv_f^2 = mgh - Fs.)$

Energía gravitatoria y elástica

¿Qué es la energía potencial gravitatoria?

Entre dos cuerpos cualesquiera existe siempre una atracción mutua debido a la existencia de lo que llamamos fuerza gravitatoria (o fuerza de la gravedad). Esta es una fuerza débil entre objetos pequeños como una silla y una fruta; pero se hace muy importante para objetos de gran tamaño como los astros. Esto indica que el Sol, la Luna, la Tierra y los planetas se atraen entre sí y debido a ello mantienen sus órbitas. La manifestación más evidente es el peso de los cuerpos, que no es otra cosa que la fuerza de la gravedad que ejerce la Tierra sobre ellos.

Una propiedad interesante de la fuerza de gravedad es que bajo su acción todos los cuerpos que están en un mismo lugar se aceleran en la misma forma, con la aceleración de la gravedad que se simboliza "g", que en nuestro caso tiene un valor de 9.8m/s^2

¿Qué es energía potencial elástica?

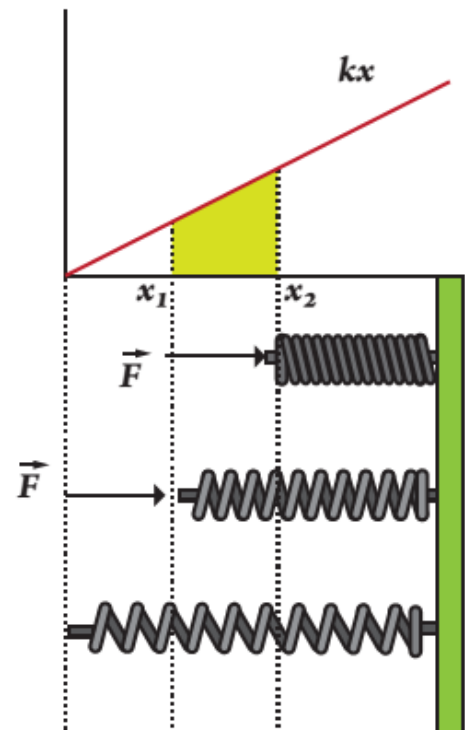
Otra forma común de energía potencial es la que posee un muelle o resorte cuando se comprime. Esta energía potencial elástica tiene un valor igual a:

$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$$

Donde x es la posición del extremo del resorte y k una constante de proporcionalidad.

Al soltar el muelle o resorte se libera energía potencial elástica, al tiempo que el extremo del muelle adquiere velocidad (y también, energía cinética).

Al comprimir un resorte, se realiza un trabajo que se acumula como una energía potencial elástica.



Introducción a la Termodinámica

¿Cuál es la temperatura de tu cuerpo?

Sabes que con unas cuantas décimas que aumente la temperatura de tu cuerpo, puedes tener síntomas de alguna enfermedad; esto sería 37.8°C o 37.9°C; si llegas a 40°C estás de hospital; por eso debes leer con atención los siguientes contenidos, hacer los ejercicios y aprender más de física.

¿Sabías que si pones en contacto dos objetos con temperaturas diferentes, terminan por alcanzar la misma temperatura o sea que se transfieren la cualidad de frío o de caliente? Cuando ocurre esto, puedes decir que tus objetos están en equilibrio térmico.

Energía calorífica: La suma de la energía potencial y de la energía sintética de un sistema no permanece siempre constante.

De una manera general, la energía mecánica total de un sistema disminuye con el frotamiento y los choques. Si por ejemplo, se frena un cuerpo durante su caída por un plano inclinado, de forma que su velocidad permanezca constante, se producirá una disminución de su energía potencial sin que aumente su energía cinética. Pero, en todos los fenómenos de esta naturaleza se produce calor. Así el fósforo de las cerillas se inflama por frotamiento, las herramientas se calientan al labrar los metales, etc. Si una bala de plomo se dispara contra una placa de acero, se puede alcanzar, en el momento del choque, una temperatura superior a su punto de fusión. El calor debe, por consiguiente, considerarse como una forma de energía, hipótesis que se ve corroborada por la posibilidad de producir trabajo mecánico consumiendo calor, por ejemplo, en las máquinas de calor.

Otras formas de energía: eléctrica. La corriente eléctrica es uno de los numerosos fenómenos que pueden producir trabajo mecánico o calor. La primera transformación se realiza en los motores y la inversa de los generadores electromagnéticos de corriente (dínamos, alternadores). En todos los conductores por los que pasan una corriente hay una producción de calor, conocida con el nombre de *efecto de joule*; la transformación contraria directa, es decir de calor en electricidad, se observa en las pilas termoeléctricas y basta calentar una de las dos soldaduras de dos metales diferentes que forman parte de un circuito para que se engendre en el mismo una corriente. De ellos se deduce que existe *energía eléctrica* y que el paso de una corriente es en realidad un transporte de energía a lo largo de un circuito.

Un condensador cargado de corriente también energía eléctrica, puesto a descargarse es capaz de producir una corriente, pero esta energía es potencial.

Química: Las reacciones químicas tienen lugar con absorción o desprendimiento de calor, según los casos. La combustión, que es la combinación del oxígeno del cuerpo combustible o con los elementos que lo integran, revelan que una muestra de carbón y

oxígeno contiene energía *química* potencial, que puede utilizarse al iniciar la combustión o la combinación de ambos cuerpos.

La energía química se emplea a si mismo en las pilas y acumuladores eléctricos, que la transforman en energía eléctrica, y el fenómeno inverso se produce en la electrólisis, en particular al cargar los acumuladores.

Las explosiones son un ejemplo de transformación de energía química en trabajo mecánico.

Radiante: La luz se produce de diversas formas, pero la más corriente de éstas consiste en calentar cuerpos a una temperatura bastante elevada (lámpara de gas, Lámpara eléctrica de incandescencia). La incandescencia es precisamente la transformación de energía calorífica en *energía radiante*.

En los fenómenos de luminiscencia, o emisión de luz en frío, interviene otra forma de energía que es mecánica en el caso de la triboluminiscencia. La ruptura de ciertos cristales que se producen por ejemplo al machacar azúcar provoca la aparición de luz. En la electroluminiscencia, la energía eléctrica se transforma directamente en luz sin que pase por la forma calorífica intermedia. Así acorde en los tubos de gas rarificado como el neón y los vapores de sodio y mercurio. En la quimioluminiscencia, algunas reacciones químicas, como la oxidación lenta del fósforo blanco en contacto del aire, provocan emisión de luz, sin calentamiento apreciable. La luz emitida por las luciérnagas se debe a un fenómeno análogo, puesto que produce de las reacciones químicas que se producen durante la digestión.

La energía radiante puede convertirse en cualquiera de las otras cuatro formas de energías que se han considerado. Así, cuando una sustancia absorbe radiaciones, se calienta y este efecto calorífico es particularmente intenso en el caso de las radiaciones infrarrojas. Por otra parte, los haces luminosos dirigidos hacia los cuerpos ejercen en estos una fuerza de empuje que produce efectos mecánicos y recibe el nombre de *presión de radiación*, fenómenos que explica la repulsión de la cola de cometas por los rayos solares. La transformación de energía luminosa en energía eléctrica tiene lugar en la fotoelectricidad al captárselos electrones que emiten algunos metales cuando recibe la luz. Este fenómeno ha dado lugar a innumerables aplicaciones prácticas, entre las cuales pueden mencionarse el cine sonoro y la televisión.

Las modificaciones químicas sufridas por los cuerpos bajo la influencia de la luz son numerosas y constituyen el objeto de la ciencia denominada *fotoquímica*, que estudia la transformación de la energía luminosa en energía química. Las plantas realizan esta transformación gracias a la clorofila, que absorbe las radiaciones solares, y la energía así almacenada se emplea para sintetizar los alimentos hidrocarbonatos.

Ley cero de la termodinámica

Si los cuerpos A y B están en equilibrio térmico con el cuerpo C, entonces A y B están en equilibrio entre sí.

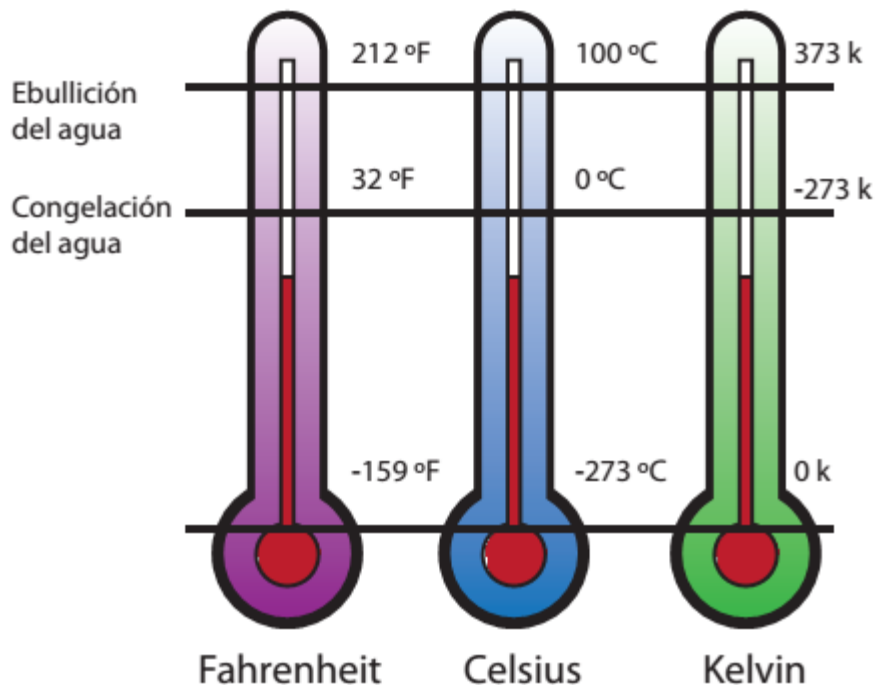
Si en un depósito A tienes agua fría y en el depósito B agua caliente, y los combinas en el depósito C, entonces, la temperatura de A aumentó y la de B, disminuyó y el conjunto adquirió la temperatura promedio en C.

Escalas de temperatura

Temperatura:

La temperatura es proporcional a la energía cinética media de las moléculas de un cuerpo.

La temperatura depende de la velocidad de las moléculas y es independiente de la masa total del cuerpo.



Escala centígrada:

La graduación de los termómetros de la escala centígrada podría extenderse por debajo de 0°C y por encima de 100°C .

Cero grados (0°C) es el punto de fusión del hielo, pero es más conocido como el punto donde el agua y el hielo están en equilibrio térmico y cien grados (100°C) es el punto de ebullición también conocido como el punto donde el agua y el vapor están en equilibrio térmico. En ambos casos la presión atmosférica es de 1 atmósfera.

En la escala Fahrenheit los puntos fijos fueron determinados por el punto de fusión de una mezcla de NaCl (cloruro de sodio) y NH₄Cl (cloruro de amonio). La fusión del hielo y la temperatura normal del cuerpo humano fueron determinadas a partir de 0°F y 100°F, respectivamente.

Pero fíjate que en esta escala Fahrenheit el termómetro marca los puntos extremos de la temperatura, así: 32°F: punto de fusión del hielo y 212°F punto ebullición del agua

Para medir la temperatura existen los termómetros en sus diferentes escalas: Termómetro de Celsius (grados o escala centígrados °C) y el de Fahrenheit (grados o escala Fahrenheit °F), grados Kelvin (K). Las relaciones para convertir entre escalas son las siguientes:

De Fahrenheit a Celsius: °C = 5/9 (°F - 32)

De Celsius a Fahrenheit. °F = (9/5 °C) + 32

De Celsius a Kelvin: K = °C + 273.15

De Kelvin a Celsius °C = K - 273.15

Dilatación de los cuerpos, lineal, superficial y volumétrica

Los cambios de temperatura pueden alterar el tamaño de los cuerpos, ya sea agrandándose o contrayéndose, aumente o disminuya la temperatura respectivamente.

A este cambio en el tamaño como consecuencia del cambio de temperatura se llama dilatación. Los gases se dilatan más que los líquidos y estos aún más que los sólidos.

La dilatación puede ser lineal, superficial o volumétrica.

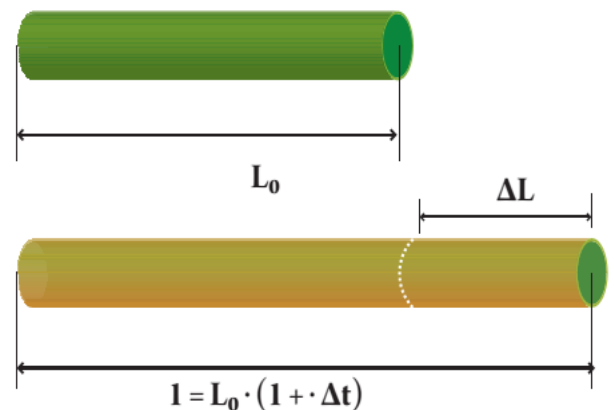
Dilatación lineal. Es el alargamiento en la longitud (L) de un material, cuando su temperatura se eleva un grado Celsius.

Cada material tiene su propio coeficiente de dilatación lineal y se representa por la letra griega alfa (α).

Por ejemplo, los siguientes:

- Hierro α = 11.7 × 10⁻⁶ / °C
- Aluminio α = 22.4 × 10⁻⁶ / °C
- Cobre α = 16.7 × 10⁻⁶ / °C

Si conocemos el coeficiente de dilatación lineal (α) de una sustancia y queremos calcular la longitud final que tendrá un cuerpo al variar su temperatura podemos utilizar la siguiente expresión:



$$L_f = L_i [1 + \alpha (t_f - t_i)]$$

Dilatación superficial

Es el incremento de área o superficie que experimentan un cuerpo de determinada sustancia, de área igual a la unidad, al elevarse su temperatura un grado centígrado. Cuando un área o superficie se dilata, lo hace incrementado sus dimensiones en la misma proporción.

El coeficiente de dilatación superficial se representa por la letra griega gamma (γ) y se usa para los sólidos. Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal, entonces el de dilatación superficial será dos veces mayor. El área final de un sólido dilatado es:

$$A_f = A_i [1 + 2 \alpha (t_f - t_i)] \quad \text{ó} \quad A_f = A_i [1 + \gamma (t_f - t_i)]$$

Dilatación cúbica.

Implica el aumento en el largo, ancho y alto de un cuerpo, lo que supone un incremento en su volumen. Es el incremento de volumen que experimenta un cuerpo de determinada sustancia, de volumen igual a la unidad, al elevar su temperatura un grado Celsius. El coeficiente de dilatación volumétrica se representa por la letra griega beta β y es el cubo de la dilatación lineal. Si se conoce el coeficiente de dilatación cúbica de un material, se puede calcular su volumen final al cambiar su temperatura, utilizando la expresión

$$V_f = V_i [1 + \beta (t_f - t_i)]$$

Es importante tomar en cuenta lo siguiente:

1. La dilatación de un material sólido, pero hueco, se toma como si el material no fuera hueco, como si estuviera lleno del mismo material.
2. Cuando se dilata un líquido, también lo hace el recipiente que lo contiene, por lo que a la dilatación del líquido debe agregársele la del material del que está hecho el recipiente
3. El coeficiente de dilatación cúbica es el mismo para cualquier gas, esto es:

$$\beta = \frac{1}{273^\circ C} = 0.00366^\circ C^{-1}$$

Esto significa que si calentamos un gas si cambiar la presión, por cada grado Celsius que cambie su temperatura, su volumen variará una unidad. Por ejemplo Si se tienen 273 litros de cualquier gas y se calientan hasta $1^\circ C$, su volumen será de 274 litros, a $2^\circ C$ su volumen será de 275 litros y así en lo sucesivo.

Una de las excepciones al fenómeno de la dilatación se presenta en el agua cuando su temperatura es inferior a $4^\circ C$. Por ejemplo, si llenas una botella con agua, la tapas herméticamente y luego la introduces en el congelador, se producirá una explosión del vidrio cuando el agua se haya congelado.

Explicación: el agua al disminuir su temperatura por debajo de $4^\circ C$, se dilata.

Otro ejemplo de dilatación: el termostato, utilizado por los aparatos calefactores y refrigeradores para controlar la temperatura, consta de dos metales unidos entre sí. Cuando la temperatura del lugar supera cierto valor, el termostato se dobla, ya que uno de los metales se dilata más que el otro. Esto se debe a que no toda la materia se dilata de igual manera.

El calor: (Q)

Es la energía transportada por las moléculas en su paso por zonas de diferente temperatura. La cantidad de calor se mide en calorías.

Caloría: Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua pura desde 14.5 °C a 15.5 °C.

Una caloría = 4.154 joules.

Calor específico: Es la cantidad de calor (Ce) que es necesario suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en 1 °C.

Calorimetría: estudia el comportamiento de los cambios de temperatura sobre los cuerpos y las características del calor.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\text{Calorías}}{^{\circ}\text{C}} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{BTU}}{^{\circ}\text{F}} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{Caloría}}{^{\circ}\text{K}}$$

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q/m}{\Delta T} = \frac{Q}{m\Delta T} = \left[\frac{\text{Cal}}{\text{g } ^{\circ}\text{C}} \quad \text{ó} \quad \frac{\text{BTU}}{\text{Lb } ^{\circ}\text{F}} \right]$$

De la ecuación anterior se deduce que el calor que ha de suministrarse a un cuerpo de masa (m), cuyo valor específico es "c", para aumentar su temperatura en ΔT, es:

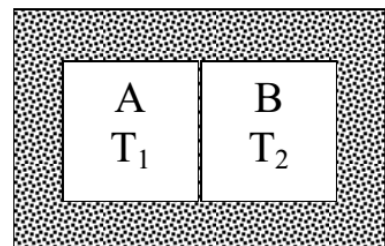
$$Q = mc\Delta T = mc(T_f - T_i)$$

Equilibrio Térmico: Si se tienen dos cuerpos A y B a temperaturas diferentes y aisladas de los alrededores, al ponerlos en contacto se establecerá entre ellos un flujo de calor del objeto de mayor temperatura al de menor. El flujo de calor cesará cuando ambos alcancen una temperatura común, denominada temperatura de equilibrio. Se dice que los objetos han alcanzado el equilibrio térmico. Como solamente se ha verificado intercambio de calor, se cumple que:

Calor ganado por el cuerpo de menor temperatura = -Calor cedido por el cuerpo de mayor temperatura

$$Q_A = -Q_B$$

$$m_A c_A \Delta T_A = -m_B c_B \Delta T_B$$



Calor latente.

La materia puede existir en varios estados de agregación, entre estos los más comunes son: Sólido, Líquido y Gaseoso. Los cambios de un estado a otro van acompañados de un desprendimiento o una absorción de calor. El calor que necesita la unidad de masa de una sustancia para que pueda cambiar su estado se denomina

Calor Latente y se representa simbólicamente por L .

Dependiendo del cambio de estado que se realice, se puede tener calor latente de fusión L_f , de solidificación L_s , de vaporización L_v , de condensación o licuefacción L_l .

El calor absorbido o liberado en el cambio de estado de una masa es: $Q = mL$

Mecanismos de propagación de calor.

Existen tres mecanismos mediante los cuales puede transferirse calor de un lugar a otro; ellos son: conducción, convección y radiación.

Conducción.

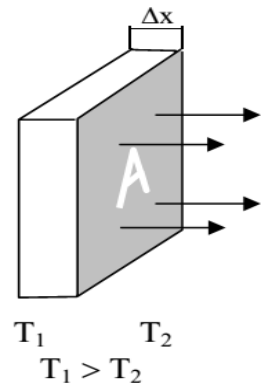
La conducción es la transferencia de calor, sin que se produzca transferencia de materia o movimiento del cuerpo a través del cual se transmite la energía. Así por ejemplo, si uno de los extremos de una cuchara metálica se introduce en un líquido caliente, el otro extremo se calienta por conducción.

En el proceso de conducción, la energía se transmite por choques a nivel molecular o atómico. La velocidad de conducción del calor varía de una sustancia a otra; generalmente los metales son buenos conductores de calor, otros como la madera, el ladrillo, asbesto, etc. son malos conductores o buenos aisladores.

Considerando una lámina delgada de cierto material: sea A , el área de sus caras paralelas, ΔX el espesor. Si las caras se mantienen a temperaturas distintas T_1 y T_2 habrá un flujo de calor (Q) de una cara a otra.

$T_2 - T_1 = \Delta T$: DIFERENCIA DE TEMPERATURA; ΔX ESPESOR.

$\Delta T / \Delta X$ = Gradiente de temperatura (dirección en la cual se obtiene el máximo o mínimo aumento de temperatura).



En estado estacionario, fluye calor desde la zona a temperatura más alta a la más baja. La ley de Fourier de la conducción térmica establece que el ritmo de flujo de calor:

$\left[\frac{Q}{\Delta t} = \frac{\text{calor}}{\text{tiempo}} \right]$ es proporcional con el área A de la sección transversal y con el gradiente de temperatura.

En símbolos:

$$H = \frac{Q}{\Delta t} = -KA \frac{\Delta T}{\Delta X}$$

Donde K es la constante de proporcionalidad y se conoce como conductividad térmica del material, y ΔT es el tiempo en que ocurre el flujo de calor. El signo menos indica que el calor fluye en el sentido en que la temperatura disminuye.

Algunos valores típicos de K:

SUSTANCIA	K (Cal/s cm.
°C) Agua	0.0014
Aire (a 0 °C)	0.000057
Cobre	0.87
Hielo	0.0050
Grasa animal	0.0004
Piel humana	0.002

Convección.

Este tipo de transferencia de calor se manifiesta sólo en los fluidos y ocurre cuando el fluido experimenta movimiento. Esto se debe a que cuando una porción del fluido se calienta, se dilata, su densidad disminuye en relación con el resto del fluido; así el fluido caliente sube y las regiones de fluido frío descienden.

Se establece así un movimiento del fluido o corrientes de convección. Si tales corrientes son originadas por la diferencia de densidad, se denomina al proceso convección natural; pero si el movimiento del fluido se incrementa por medios mecánicos (ventilador, bomba, etc.) el proceso de convección es forzada. En estas circunstancias, el calor cedido por unidad de tiempo por un cuerpo de temperatura T_1 en un ambiente de temperatura T_2 es: $H = hA(T_1 - T_2)$

Donde A es el área superficial y h es una constante, que en el caso del cuerpo humano rodeado de aire vale $h = 1.7 \times 10^{-3} \text{ Kcal.s}^{-1}\text{m}^{-2}\text{Kg}^{-1}$

Radiación

El término radiación se refiere a la energía que los cuerpos emiten en forma de ondas electromagnéticas (como la luz). Cuando las longitudes de onda se encuentran en el intervalo comprendido entre 1 μm y 100 μm , aproximadamente, se denomina radiación térmica o radiación infrarroja. Dos cuerpos cualquiera A y B intercambiarán de energía en forma de radiación térmica, incluso cuando no hay posibilidad de que intervenga conducción o convección. La radiación térmica se propaga en el vacío y viaja a la velocidad de la luz. Algunas sustancias permiten el paso de estas radiaciones, pero absorben parte de la energía transmitida.

Se define el poder emisivo total de un cuerpo como la energía radiante total de todas las longitudes de onda emitidas por el cuerpo por metro cuadrado de superficie y por segundo.

Para un cuerpo negro (el mejor receptor posible, que absorbe toda la energía en forma de radiación que incide sobre él) el poder emisivo total, que se escribe es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta (T)

$$\xi_c = \sigma T^4$$

Esta es la ley de la radiación de Stefan - Boltzman, y σ es una constante universal denominada constante de Stefan -Boltzman, su valor es: $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

El poder emisivo de cualquier otro cuerpo es una fracción de esto,

$$\xi c = \epsilon \sigma T^4 = \mathfrak{R}$$

En donde ϵ es llamada emisividad del cuerpo, y mide la eficiencia del cuerpo como emisor de radiación.

En términos de la potencia radiada por una superficie de área A, la ecuación resulta:

$$P = \sigma \epsilon A T^4$$

Dado que $\xi \epsilon = \xi = P / A \Delta t$ (energía radiada en cada unidad de tiempo por el área).

La radiación de un cuerpo se produce, haya o no diferencia de temperatura entre el cuerpo y el medio que lo rodea. Si no existe diferencia de temperatura, entonces el cuerpo está absorbiendo exactamente la misma radiación que emite y no hay flujo neto de energía hacia el exterior ni hacia el interior. Sin embargo, si un cuerpo a la temperatura T está dentro de una envoltura T_0 , es menor que T, la energía emitida es mayor que la absorbida y el flujo neto hacia fuera es:

$$\epsilon_{neto} = \epsilon_o T^4 - \epsilon_o T_0^4 = \epsilon_o (T^4 - T_0^4)$$

Por unidad de área por segundo.

Cambios de fase

Se puede observar que por acción del calor el agua se evapora. En el mar se evaporan enormes cantidades de agua todos los días y se forman las nubes debido a la radiación solar.

El cambio del estado líquido al gaseoso (vapor de agua) es la fase llamada evaporación.

¿Qué pasa cuando dejas un pedazo de hielo en el vaso por algún tiempo?

Se hace agua. Hay un cambio del estado sólido al estado líquido. Esa fase se llama licuefacción. Pero las nubes son agua en estado gaseoso, entonces cuando llueve ha ocurrido una condensación, aunque el fenómeno de la lluvia en sí se llama precipitación; la condensación solo es el cambio de fase (de gaseoso a líquido)

La sublimación es el cambio del estado sólido al estado gaseoso. La sublimación negativa: Es el cambio de la fase gaseosa a la fase sólida.

Solidificación: es el cambio de la fase líquida a la fase sólida

La energía térmica perdida o ganada por los objetos se llama calor. El calor es otra forma de energía que puede medirse solo en función del efecto que produce. El trabajo mecánico puede convertirse en calor.

Para medir el calor se emplean las siguientes unidades:

Caloría: es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Celsius la temperatura de un gramo de agua.

Kilocaloría: cantidad necesaria para elevar en un grado Celsius un kilogramo de agua.

Joule: cantidad de energía requerida para elevar la temperatura de un kilogramo de sustancia en 100 grados Kelvin.

La diferencia entre calor y temperatura es que el calor depende de la masa y la temperatura no, ya que la temperatura es la medida del promedio de las energías cinéticas de las moléculas y el calor es la suma de las energías cinéticas de las moléculas.

Cuando una sustancia absorbe una cantidad dada de calor, la velocidad de sus moléculas se incrementa y su temperatura se eleva. Sin embargo, ocurren ciertos fenómenos curiosos cuando un sólido se funde o un líquido hierve. En estos casos la temperatura permanece constante hasta que todo el sólido se funde o hasta que todo el líquido pase a fase vapor.

Si cierta cantidad de hielo se toma de un congelador a -20°C y se calienta, su temperatura se incrementa gradualmente hasta que el hielo comience a fundirse a 0°C ; durante el proceso de fusión permanece constante, hasta que todo el hielo pase a agua. Una vez que el hielo se funde la temperatura comienza a elevarse otra vez con una velocidad uniforme hasta que el agua empiece a hervir a 100°C , durante el proceso de vaporización la temperatura permanece constante, si el vapor de agua se almacena y se continúa el calentamiento hasta que toda el agua se evapore de nuevo la temperatura comenzará a elevarse.

Calor Latente de Fusión.

El cambio de fase de sólido a líquido se llama fusión y la temperatura a la cual este cambio ocurre se le llama punto de fusión.

La cantidad de calor necesario para fundir una unidad de masa de una sustancia a la temperatura de fusión se llama calor latente de fusión.

Calor Latente de Vaporización.

El cambio de fase de líquido a vapor se llama vaporización y la temperatura asociada con este cambio se llama punto de ebullición de la sustancia.

El calor latente de vaporización de una sustancia es la cantidad de calor por unidad de masa que es necesario para cambiar la sustancia de líquido a vapor a la temperatura de ebullición.

Cuando cambiamos la dirección de la transferencia de calor y ahora se quita calor, el vapor regresa a su fase líquida, a este proceso se le llama condensación, el calor de condensación es equivalente al calor de vaporización.

Así mismo cuando se sustrae calor a un líquido, volverá a su fase sólida, a este proceso se le llama congelación o solidificación. El calor de solidificación es igual al calor de fusión, la única diferencia entre congelación y fusión estriba en si el calor se libera o se absorbe.

Es posible que una sustancia pase de fase sólida a gaseosa sin pasar por la fase líquida; a este proceso se le llama sublimación. La cantidad de calor absorbida por la unidad de masa al cambiar de sólido a vapor se llama calor de sublimación.

Vaporización.

Existen tres formas en las que puede ocurrir dicho cambio:

- 1) Evaporación: se produce vaporización en la superficie de un líquido (es un proceso de enfriamiento).
- 2) Ebullición: vaporización dentro del líquido.
- 3) Sublimación: el sólido vaporiza sin pasar por la fase líquida