

Año III, No. 05 Enero-Junio 2015

ISSN: En trámite.

# PROYECTOS INSTITUCIONALES Y DE VINCULACIÓN



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®



**FIME**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

## **ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE TERMODINÁMICA Y SU APLICACIÓN EN EL EFECTO MPEMBA**

**Verónica Sánchez Ovalle (veerovalle@gmail.com), Luis Gerardo Hernández López,  
Omar Francisco Castellanos Ramos, Omar Guillermo Rodríguez Bárcenas**

### **RESUMEN.**

En este artículo se trabajó en el concepto de la termodinámica en general, su definición, principios básicos, así como las leyes establecidas como lo son: la ley cero de termodinámica y su aplicación en alimentos, la primera ley de termodinámica, la segunda ley y su aplicación en el efecto MPEMBA ésta supuesta paradoja fue observada y documentada por primera vez en la antigüedad por Aristóteles, quien en una estancia en Turquía observó cómo los habitantes de un pueblo rociaban las estacas de sus empalizadas con agua muy caliente para de esta manera asegurarlas, porque se congelaban con mucha más rapidez.

En este efecto se explica el por qué el agua caliente se congela antes que la fría este fenómeno parece atentar contra el sentido común, cabe destacar que funciona solo en determinadas circunstancias. Las causantes más probables son que en el recipiente caliente el líquido circula mejor, el agua más caliente se evapora más.

Cuento más caliente está un líquido, menos gases disueltos le quedan ya que los gases dificultan la congelación. La causa radica en la mayor convección interna y durante más tiempo del vaso más caliente, que favorece la transferencia de calor al congelador (Wordpress.com)

**PALABAS CLAVE:** Termodinámica: está conformada por la unión de tres partes claramente. Diferenciadas: El vocablo thermos que viene a definirse como “caliente”, sustantivo dinamos que es equivalente a “fuerza” o a “poder”, y el sufijo -ico que puede determinarse que significa “relativo a”.(Definicion.De)

### **INTRODUCCIÓN.**

En éste artículo se habla sobre el efecto MPEMBA, se eligió ya que es de los ejemplos más claro de la aplicación de la termodinámica ya que en él se involucra los cambios de temperatura así como lo es la primera ley de termodinámica, como van a ser vistos en la explicación más adelante.

### **OBJETIVO.**

Aprender acerca de la termodinámica: la definición, conceptos básicos, las leyes y obtener el conocimiento sobre el efecto MPEMBA.

## TERMODINAMICA.

### DEFINICIÓN

La termodinámica es la disciplina que dentro de la Física, se ocupa del estudio de las relaciones que se establecen entre el calor y el resto de las formas de energía (química, térmica, mecánica, cinética, potencial, luminosa, electromagnética, etc.). También analiza los efectos que producen los cambios de magnitudes tales como: la temperatura, la densidad, la presión, la masa, el volumen, en los sistemas y a un nivel macroscópico

La base sobre la cual se ciernen todos los estudios de la termodinámica es la circulación de la energía y como ésta es capaz de infundir movimiento.

### PRINCIPIOS BÁSICOS

La energía es la fuerza vital de la naturaleza, está presente en todos los procesos químicos, físicos, estructurales, etc., que se dan en nuestro entorno y que permiten el desarrollo de nuestras actividades en las diferentes áreas de trabajo. Previo a profundizar en este tema de la termodinámica, es imprescindible establecer una clara distinción entre tres conceptos básicos: temperatura, calor y energía interna:

- **La temperatura:** es una medida de la energía cinética media de las moléculas individuales. El calor es una transferencia de energía, como energía térmica, de un objeto a otro debida a una diferencia de temperatura.
- **El flujo de calor:** es siempre desde el objeto a mayor temperatura hacia el objeto a menor temperatura.
- **La energía interna:** es la energía total de todas las moléculas del objeto, o sea incluye energía cinética de traslación, rotación y vibración de las moléculas, energía potencial en moléculas y energía potencial entre moléculas.

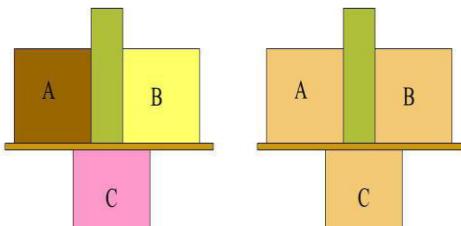
### LEY CERO DE TERMODINÁMICA

Si se tienen tres sistemas A, B y C, se encuentran en contacto térmico A con B y B con C, pero A y C no están en contacto, llegará un momento en el que los tres sistemas alcanzarán el equilibrio térmico.

Esto sucede porque el A y B alcanzan el equilibrio, por otro lado B y C alcanzan también el equilibrio, por lo que se puede establecer que A y C también alcanzan el equilibrio térmico.

**Ley Cero de la Termodinámica**

*“Cuando dos sistemas A y B están en equilibrio térmico con un tercero C, A y B también están en equilibrio térmico entre si”*



Sistema en equilibrio

La ley cero establece que:

- Los sistemas que están en equilibrio térmico entre si tienen el mismo valor de una propiedad llamada temperatura.
- Los sistemas que no están en equilibrio térmico entre sí tienen diferentes temperaturas.
- Se define temperatura en relación a objetos en contacto. Con estos principios se tiene una definición operacional de la temperatura, que es aplicada para el uso y fabricación de termómetros.

**Ejemplo:** Si pones un cuerpo caliente sobre otro más frío estos después de cierto rato equilibrarán su temperatura, lo que pasa el termómetro es que queda en equilibrio térmico con el cuerpo, y su sustancia termométrica alcanza un nivel que ya calibrado me dice la referencia de la temperatura.

 **$Q_c - Q_f$** 

**$Q_c$**  = Energía que se absorbe y  **$Q_f$**  = Energía que se libera.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Dónde: **m** = masa, **c** = capacidad calorífica,  **$\Delta T$**  = cambio de temperatura.

Dependiendo el estado de la materia a evaluar puede ser la capacidad de evaporación o de fusión.

**PRIMERA LEY DE TERMODINAMICA**

La primera ley de la termodinámica, es la aplicación del principio de conservación de la energía, a los procesos de calor y termodinámica, hace uso de los conceptos claves de energía interna, calor, y trabajo sobre un sistema.

La unidad estándar de todas estas cantidades es el julio ( $J$ ), aunque algunas veces se expresan en calorías o **BTU**.

El cambio de energía interna en un sistema es igual a al calor del sistema ganado menos el trabajo perdido por el sistema.

$$\Delta U = Q - W$$

Change in internal energy	Heat added to the system	Work done by the system
---------------------------------	-----------------------------	----------------------------

*Se define  $Q$  como el calor ganado en el sistema y  $W$  como el trabajo realizado por el sistema.*

En el contexto de procesos y reacciones químicas, suelen ser más comunes, encontrarse con situaciones donde el trabajo se realiza sobre el sistema, más que el realizado por el sistema (*cambio de entalpía*).

La entalpía se define por:

$$H = U + PV$$

*Donde  $P$  y  $V$  son la presión y el volumen, y  $U$  es la energía interna. La entalpía es por tanto una variable de estado medible de forma precisa, puesto que se define en función de las otras tres variables de estado medibles de forma precisa.*

## SEGUNDA LEY DE TERMODINAMICA

Esta ley indica que en un sistema aislado no intercambia materia ni energía con su entorno, la entropía siempre habrá aumentado. En otras palabras: El flujo espontáneo de calor siempre es unidireccional, desde una temperatura más alta a una más baja. Aporta fundamentos que permiten predecir cuándo un proceso es o no natural.

Procesos como la combustión serán la principal fuente de energía conocida en el mundo moderno los cuales son un ejemplo de la degradación de la calidad de la energía. El uso de la segunda ley de la termodinámica no se limita a identificar la dirección de los procesos, también se puede afirmar que la energía puede tener calidad así como cantidad.

Existen enunciados destacándose:

“Es imposible construir una máquina cíclica, que no tenga otro efecto que transferir calor continuamente de un cuerpo hacia otro, que se encuentre a una temperatura más elevada”.

*Enunciado de Clausius*

*“Es imposible construir un aparato que opere cíclicamente, cuyo único efecto sea absorber calor de una fuente de temperatura y convertirlo en una cantidad equivalente de trabajo”.*

*Definición de Kelvin-Planck*

En términos sencillos, el calor no puede fluir espontáneamente de un objeto frío a otro cálido. Este enunciado de la segunda ley establece la dirección del flujo de calor entre dos objetos a diferentes temperaturas. El calor sólo fluirá del cuerpo más frío al más cálido si se hace trabajo sobre el sistema.

## EFFECTO MPEMBA.

Es el nombre que se le da a un fenómeno en la congelación del agua. En honor a Erasto Mpemba quien observó por primera vez en 1963, que la mezcla caliente para los helados se congelaba antes que la fría. Más tarde comenzó a realizar experimentos para comprobarlo junto al Dr. Denis G. Sobornen en 1969.

## METODOLOGÍA.

En el recipiente caliente el líquido circula mejor, con lo cual el agua caliente de la zona central se mueve con más rapidez hacia las paredes del recipiente o hacia la superficie superior produciéndose su enfriamiento. El agua más caliente se evapora más. Cuanto más caliente está un líquido, menos gases disueltos le quedan (*los gases dificultan la congelación*).

## MATERIAL Y MÉTODOS.

Según la teoría al meter en el congelador un vaso de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  que tarda 10 minutos en congelarse y otro vaso de agua a  $95^{\circ}\text{C}$ ; podemos suponer que el segundo se congelará en un tiempo igual a lo que tarde en disminuir su temperatura a  $80^{\circ}\text{C}$ , más los 10 minutos de congelación. Mas no es así: ya que la disminución de  $15^{\circ}\text{C}$  del agua más caliente produce un cambio en la masa (el agua más caliente pierde más masa por evaporación), cambios en el gas y la pureza del agua, entre otras cosas, que afectan a la velocidad de congelación de la misma.

## RESULTADOS.

Si se taparan los vasos para evitar la evaporación, se sigue congelando antes el vaso más caliente, pero ahora con menos diferencia. La causa es que en el vaso de agua más caliente se favorece la transferencia de calor al congelador. Lo fundamental del efecto Mpemba es que no se aplica a dos temperaturas cualesquiera.

## CONCLUSION.

El efecto no ocurre en dos temperaturas al azar, ya que esto ocurre en las burbujas de gas en el agua y en cada temperatura varía la cantidad.

El agua caliente contiene menos burbujas de gas. Estas burbujas, en gran cantidad aunque imperceptibles para el ojo humano, en el agua a temperatura ambiente o incluso fría, impiden la formación de cristales de hielo. Como el agua caliente tiene menos moléculas de gas, los cristales de hielo se forman de forma más rápida.

La masa tiene también algo que ver en el efecto Mpemba. El agua fría se va congelando por partes, creando estructuras cristalinas de hielo que se van juntando entre ellas. El agua caliente lo hace en una sola vez.

Se comprendió que la **termodiná-mica** se utiliza día a día en nuestras vidas, ésta actúa en todos los movimientos de la atmósfera con el calor el frío, se puede ver reflejado en las diversas estaciones del año. Los procesos termodinámicos en nuestro entorno afectan el medio en que vivimos y de ahí se presentan alternativas de mejoramiento en la conservación del ambiente. Se basa sobre leyes:

### ***Primera Ley de la Termodinámica:***

La energía puede ser convertida de una forma a otra, pero no se puede crear o destruir.

### ***Segunda Ley de la Termodinámica:***

La entropía del universo aumenta en un proceso espontáneo y se mantiene constante en un proceso que se encuentra en equilibrio.

## BIBLIOGRAFÍA.

(s.f, *Leyes de la termodinámica - Ley Cero*, Recuperado de:  
<http://fluidos.eia.edu.co/fluidos/principios/termodinamica0.html>

(s.f.), Web Social, *Termodinamica*, Recuperado de:  
<http://www.jfinternational.com/mf/termodinamica.html>  
<http://www.allaboutscience.org/spanish/segunda-ley-de-la-termodinamica.htm>  
<http://curiocierias.blogspot.mx/2013/09/efecto-mpemba-por-adonis.html>  
<http://conceptodefinicion.de/temperatura/>  
<http://www.definicionabc.com/ciencia/calor.php>  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/segundo/segundo.htm>  
[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Enunciado\\_de\\_Kelvin-Planck](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Enunciado_de_Kelvin-Planck)  
[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena1/2q1\\_contenidos\\_4d.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena1/2q1_contenidos_4d.htm)

m

<http://www.wordreference.com/definicion/temperatura>  
<http://biotay.blogspot.mx/2009/02/efecto-mpemba.html>  
<http://definicion.mx/trabajo/>  
<http://es.thefreedictionary.com/termodin%C3%A1mica>  
[http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F\\_DE\\_T-75.htm](http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-75.htm)  
<http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Termodinamica/node21.html>  
<http://blogingenieria.com/general/la-ley-cero-de-la-termodinamica/>  
<http://www.jfinternational.com/mf/termodinamica.html>

Enciclopedia científica Larousse TOMO II.

[http://fisicanet.com.ar/fisica/f2\\_termodinamica.php](http://fisicanet.com.ar/fisica/f2_termodinamica.php)  
[http://fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/ap05\\_segundo\\_principio.php](http://fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/ap05_segundo_principio.php)