



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

INSTITUTO PEDAGÓGICO DE BARQUISIMETO

DR “LUIS BELTRÁN PRIETO FIGUEROA”

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

PROGRAMA DE FÍSICA

DILATACIÓN TÉRMICA

USO DEL DILATOMETRO

Autor:

Andrés Soler

Ana Castro

Tutor:

Prof. Cruz Díaz

Barquisimeto; Julio del 2011

INTRODUCCIÓN

Cualquier tipo de material tiende a experimentar un fenómeno conocido como dilatación térmica esto produce un aumento lineal de longitud al variarle la temperatura del mismo produciendo en este efectos tales como: la expansión lineal y expansión volumétrica estos dos fenómenos están asociados a un agente externo al sistema llamado el delta de temperatura.

En el caso de los sólidos debemos tener en cuenta una cualidad que posee esta clase de materiales y es el coeficiente de dilatación lineal y para el caso de un rompimiento del sólido debido a un cambio abrupto de temperatura también se debe tener en cuenta el espesor del mismo; entonces si el coeficiente de dilatación lineal es grande y además su espesor es pequeño, el objeto tiende a romperse mas fácilmente que uno que tenga las condiciones opuestas a lo anteriormente dicho; por tal razón esta área ha sido últimamente esencial para valiosos estudios de ingenierías ya que permite comprender este fenómeno y tomarlo como base para los cálculos de grandes construcciones.asi como sus aplicaciones de la vida diaria tales como:

En las carreteras de hormigón o en los embaldosados de gran tamaño se ven, a intervalos regulares líneas de material asfáltico destinadas a absorber las dilataciones producidas por el calor; de otro modo la construcción saltaría en pedazos en los días de mucho sol, El vidrio común es un mal conductor del calor y se dilata apreciablemente; si echamos agua hirviendo en un vaso grueso, la parte interior se calienta y expande, mientras la parte exterior queda fría y encogida, de modo que el recipiente se rompe.

Con este informe se pretende comparar distintos materiales (metales) como el latón y el acero y ver cual es la variación de la longitud entre ellos determinando el coeficiente de dilatación lineal de cada uno.

ATECEDENTES

Algunos efectos de la dilatación de los sólidos y de los líquidos habían sido observados desde la Antigüedad y la expansión térmica del aire y del vapor de agua se había aplicado al funcionamiento de ingeniosos instrumentos utilizados muy a menudo como autómatas.

En este sentido **Filón de Bizancio** (siglos III-II antes de Cristo) y **Herón de Alejandría** (siglo I antes de Cristo?) describieron en sus *Pneumáticos* una especie de termoscopios que permitían evidenciar el acaloramiento o enfriamiento del aire contenido en un balón. Sin embargo, parece que en esta ocasión no se hizo ningún intento de localización de temperatura; en efecto, aunque Filón estaba influenciado por el mecanicismo Democriteo a través de Estratón, se refiere explícitamente a la teoría aristotélica de las cualidades.

La publicación por Commandino en 1575 de una traducción latina de los *Pneumáticos* de Héron volvió a poner de moda estos instrumentos en el momento en que los principios de la Física aristotélica empezaban a ser seriamente criticados.

Por otra parte, es un símbolo el que sea Galileo quien parece haber sido el primero que redescubrió el termoscopio (hacia 1592): uno de los escasos textos de Galileo que se refieren explícitamente a este instrumento condena la distinción aristotélica entre lo frío y lo caliente considerados en tanto que cualidades fundamentales.

Las sustancias se dilatan con el calor y se contraen con el frío. **Galileo** fue quien intentó por primera vez aprovechar tal hecho para observar los cambios de temperatura. En 1603 invirtió un tubo de aire caliente sobre una vasija de agua. Cuando el aire en el tubo se enfrió hasta igualar la temperatura de la habitación dejó subir el agua por el tubo, y de este modo consiguió Galileo su «termómetro» (del griego *thermes* y *metron*, «medida del calor»). Cuando variaba la temperatura del aposento cambiaba también el nivel de agua en el tubo. Si se caldeaba la habitación, el aire en el tubo se dilataba y empujaba el agua hacia abajo; si se la enfriaba, el aire se contraía y el nivel del agua ascendía. La única dificultad fue que aquella vasija de

agua donde se había insertado el tubo, estaba abierta al aire libre y la presión de éste era variable. Ello producía ascensos y descensos de la superficie líquida, es decir, variaciones ajenas a la temperatura que alteraban los resultados.

Partidario entusiasta de los métodos cuantitativos en las ciencias biológicas, Santorio fue uno de los primeros que utilizó una escala termométrica (antes de 1612). Ésta, definida por sus puntos extremos (la temperatura de la nieve y la de la llama de una vela), tenía una graduación uniforme con subdivisión decimal. Utilizando este instrumento para estimar la temperatura humana con fines médicos, Santorio destruyó la antigua creencia según la cual el cuerpo humano está más frío por la noche que por el día.

Otros termoscopios inspirados en modelos de Filón, Herón o Santorio fueron descritos en esta época por numerosos autores:

- C. Drebbel (hacia 1600),
- Francis Bacon (1620),
- J. Leurechon (1624),
- R. Fludd (1638),
- A. Kircher (1641),
- O. de Guericke (1672), etc.

Pero el termoscopio de aire -al que Leurechon dio equivocadamente el nombre de termómetro- era sólo un instrumento de localización poco fiel y sensible tanto a las variaciones de la presión atmosférica como a las de la temperatura. La gravedad de este último defecto revelada por las primeras observaciones barométricas fue señalada por Pascal en 1648 y luego por Boyle en 1662.

El termoscopio de aire, condenado en esta forma demasiado sumaria, tenía que contar entonces ya con la competencia de los termómetros de líquido.

En cuanto a los primeros termómetros de líquidos En una carta de Jean Rey a Mersenne fechada en primero de enero de 1632 se encuentra la primera mención conocida de un termómetro de líquido. Simple trasposición del termoscopio de aire, este primitivo instrumento se reducía a una bola llena de agua a la que se superponía un tubo fino abierto en su extremidad superior. Algunos años más tarde (desde antes de 1650) se hicieron modelos más perfeccionados en Florencia, bajo la protección del gran duque de Toscana.

Se trataba de termómetros de "espíritu de vino" (alcohol diluido) cuyos tubos -unos rectilíneos, adaptados a las medidas efectivas; otros recargados con adornos destinados a figurar en los salones- estaban sellados a fin de evitar las pérdidas por evaporación y llevaban una escala graduada realizada con ayuda de pequeñas perlas de vidrio y que permitía valorar la temperatura. Para posibilitar el empleo sistemático de estos instrumentos con fines de observación meteorológica o científica era necesario asegurar su comparabilidad.

Con esta finalidad los científicos florentinos definieron los puntos extremos de sus escalas (temperatura invernal mínima, temperatura animal) y dividieron el intervalo obtenido en un número constante de partes iguales, lo que postulaba la uniformidad del calibre del tubo termométrico.

Observaciones de control, realizadas por ejemplo en el hielo fundido, permitían verificar el resultado obtenido. En otros casos era utilizado un único "punto fijo", obteniéndose la graduación por el conocimiento experimental del coeficiente de dilatación del líquido termométrico y de la relación entre los volúmenes interiores de reserva y una porción determinada del tubo.

La utilización de estos termómetros por la Academia del Cimento en el cuadro de un amplio esfuerzo experimental que la citada Academia emprendió a partir de 1657 le valió una gran notoriedad. Algunos ejemplares introducidos en Francia e Inglaterra

contribuyeron al florecimiento de la ciencia experimental y a los nuevos progresos de la Termometría. Los perfeccionamientos esenciales a alcanzar en esta última vía se situaban en dos planos:

- uno teórico -profundización conceptual de la noción de temperatura y definición de una escala termométrica más precisa y más racional-;
- otro técnico: realización de instrumentos más fieles, más precisos y mejor adaptados a las diferentes necesidades teóricas y prácticas.

Será necesario más de un siglo para que este doble esfuerzo conceptual y técnico llegue a alcanzar resultados bastante satisfactorios, pero abrirá el camino para un estudio teórico de conjunto de los fenómenos caloríficos, para una utilización práctica más eficaz de sus efectos y conducirá al mismo tiempo a importantes progresos en numerosas ramas de la ciencia pura y aplicada donde intervienen estos fenómenos, tales como la Química o la Meteorología.

Los progresos de la termometría del siglo XVIII, La dilatación de los líquidos aparecía como el fenómeno termométrico más sencillo de señalar; pero faltaba elegir el líquido más cómodo.

En 1693 Halley rechazaba el empleo del agua a causa del punto de congelación demasiado elevado de este líquido.

En 1772 J.A. Deluc mencionó otra incompatibilidad: la irregularidad de dilatación del agua y la existencia de un máximo de densidad a cuatro grados centígrados (confirmada en 1805 por un experimento célebre de Hope). En el cual proponía que:

Entre 0°C (fusión del hielo) y 4°C , el volumen de una masa determinada de agua disminuye cuando la temperatura se aumenta, contrariamente a lo que ocurre con los otros líquidos; por encima de 4°C el agua sigue la regla general y su volumen es una función creciente de la temperatura. De aquí resulta, evidentemente, que el agua presenta un máximo de densidad a 4°C y que, en un cierto intervalo

aproximadamente sobre esta temperatura, cada graduación de un termómetro de agua correspondería a dos valores posibles.

El espíritu de vino, mezcla de agua y alcohol, líquido de coeficiente de dilatación elevado, permitía obtener termómetros muy sensibles; pero tenía un punto de ebullición poco elevado y una composición mal definida, al no tenerse idea clara de la distinción entre mezcla y especie química y de un método preciso para medir densidades que no será puesto a punto hasta 1768 por Baumé.

Ello no obstante, numerosos experimentadores, en particular Réaumur, consiguieron mejorar las condiciones de su empleo que seguirá siendo muy extendido. Sin los defectos del espíritu de vino, al menos en su forma purificada, el mercurio poseía, en cambio, un coeficiente de dilatación más débil, lo que retardó su adopción como líquido termométrico.

Si bien **Boulliau** lo utilizó con esta finalidad bajo la influencia de Fahrenheit.

Este último, que se interesaba por la Termometría desde 1709, definió la primera escala termométrica que ha sobrevivido hasta nuestros días. En efecto, tras diferentes ensayos fijó en cero grados la temperatura de una cierta mezcla refrigerante y en noventa y seis grado la del cuerpo de un hombre con buena salud. En este sentido verificó que la congelación del agua y su ebullición bajo la presión atmosférica normal se producían a temperaturas fijas (respectivamente 32° y 212° de su escala) que pronto fueron empleadas de una manera general como puntos fijos fundamentales.

El punto de congelación del agua, adoptado como punto intermedio por los físicos de la Academia del Cimento, fue sugerido como punto fijo por Hooke (1665), Huygens (1665), Dalancé (1688), Renaldini (1693), Newton (1701), etc.; pero la existencia del fenómeno de superfusión justificaba algunas reservas a este respecto. El punto de ebullición del agua, sugerido igualmente como punto fijo por Huygens (1665), Renaldini (1693), Amontons (1702), etc., no era superior a otros "puntos

fijos" utilizados en esta época más que en el caso de que la pureza del líquido y la constancia de la presión estuvieran prescritos de forma imperativa; no parece haber sido éste el caso del termómetro de Renaldini quien, por otra parte, fue el primero en utilizar simultáneamente las dos temperaturas del cambio de estado del agua como puntos fijos.

Con la ayuda de un instrumento construido especialmente - el hipsómetro -, Fahrenheit mostró que el punto de ebullición del agua varía en función de la presión exterior, hecho que posteriormente fue utilizado por Deluc en la medida de altitudes; determinó igualmente el punto de ebullición de diferentes líquidos.

Otra escala termométrica utilizada en algunos países de Europa occidental hasta los comienzos del siglo XIX, fija en 0° y en 80° las temperaturas de congelación y ebullición del agua bajo presión normal. Aunque introducida en esta forma precisa en 1772 por el físico y meteorólogo genovés **J. A. Deluc** (en sus *Investigaciones sobre las modificaciones de la atmósfera*), esta escala lleva equivocadamente el nombre del naturalista francés **Réaumur**, quien en realidad graduaba sus termómetros a partir de un solo punto fijo ($0'$, correspondiente a la congelación del agua) para un estudio previo de la dilatación del líquido termométrico y una minuciosa calibración del tubo.

Finalmente la escala termométrica centesimal clásica (0° y 100° , respectivamente, para los puntos de congelación y ebullición del agua en condiciones normales) fue introducida por el lionés **J. P. Christin** (1743). Esta escala, definida hoy de manera precisa a partir de la escala internacional absoluta, lleva el nombre del físico sueco A. Celsius, que la utilizó - en forma invertida - a partir de principios de 1744.

El empleo de los termómetros con fines meteorológicos dio origen a una parte importante de los perfeccionamientos aportados en su fabricación. Produjo igualmente la puesta a punto de instrumentos especiales tales como el

- Termómetro de máximo y mínimo
 - (Ch. Cavendish, 1757: instrumentos separados;

- desde 1659, su empleo sólo se extendió ampliamente a partir de J. Six, 1782: instrumento único;
- D. Rutherford, 1790: íd.);
- Termómetro registrador (A. Keith, 1795), etc.

La mayoría de los numerosos pirómetros construidos a lo largo del siglo

- (P. van Mussehebroek, e. 1740;
- J. Ellicott, 1736;
- J. Smeaton, 1754;
- Lavoisier y Laplace, 1781;
- J. Ramsden, 1785)

Tienen, en realidad, por objeto el estudio de la dilatación térmica de los metales sobre todo para aplicaciones en relojería y meteorología.

El único pirómetro verdadero fue concebido por **J. Wedgwood** en 1782 para la determinación de la temperatura de los hornos de cerámica; se fundó en la dilatación de cubitos de arcilla.

La lenta puesta a punto de los termómetros de diversos tipos, las largas discusiones sobre la elección del fenómeno físico escogido, sobre la definición de la escala y su graduación (punto fijo único o dos puntos fijos, etc.) revelaban de hecho el carácter convencional de cualquier intento para definir la temperatura a partir de un fenómeno físico concreto. De aquí que sean los estudios comparativos, mucho más precisos, emprendidos en la primera mitad del siglo XIX los que permitieron establecer claramente este hecho, llevando así a la definición de la escala termodinámica absoluta.

Aunque prematuros, algunos intentos realizados en los comienzos del siglo XVIII abren, sin embargo, este camino.

En la actualidad estas investigaciones se llevan a cabo ya que tienen muchas aplicaciones diarias como las que se mencionan continuación:

- En las carreteras de hormigón o en los embaldosados de gran tamaño se ven, a intervalos regulares líneas de material asfáltico destinadas a absorber las dilataciones producidas por el calor; de otro modo la construcción saltaría en pedazos en los días de mucho sol.
- El vidrio común es un mal conductor del calor y se dilata apreciablemente; si echamos agua hirviendo en un vaso grueso, la parte interior se calienta y expande, mientras la parte exterior queda fría y encogida, de modo que el recipiente se rompe. Si previamente, colocamos una cucharilla capaz de absorber el calor, neutralizaremos en parte la brusquedad del ataque y, posiblemente, salvaremos el vaso.
- El vidrio pírex se usa para cambios bruscos de temperatura, simplemente porque su coeficiente (de dilatación es muy bajo y se libra así del peligro de ruptura.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Al calentar una sustancia, su volumen en general tiende a aumentar y cada una de sus dimensiones tiende a crecer en la forma correspondiente. El aumento de tamaño se debe al incremento de la energía cinética de los átomos y las moléculas que conforman la materia. La energía cinética que está siendo suministrada provoca que cada molécula choque con más fuerza contra sus vecinas, dando como resultado que estas se alejen un poco las unas de las otras y el material finalmente se dilate. A nivel macroscópico es posible encontrar una relación entre el cambio de longitud de un objeto y la variación de su temperatura.

Se piensa, inicialmente en un objeto de longitud L y se provoca un pequeño cambio de la longitud denotado por ΔL cuando la temperatura sufre un pequeño cambio ΔT . El cambio de longitud ΔL es directamente proporcional a la longitud L , y es posible comprobar experimentalmente que si la temperatura aplicada es duplicada, la dilatación también se duplica. Estas dos características se relacionan mediante la siguiente ecuación.

El coeficiente de dilatación lineal, designada por α_L , para una dimensión lineal cualquiera, se puede medir experimentalmente comparando el valor de dicha magnitud antes y después de cierto cambio de temperatura como:

$$\alpha_L = \frac{1}{L} \left(\frac{dL}{dT} \right)_P = \left(\frac{d \ln L}{dT} \right)_P \approx \frac{1}{L} \left(\frac{\Delta L}{\Delta T} \right)_P$$

Donde ΔL , es el incremento de su integridad física cuando se aplica un pequeño cambio global y uniforme de temperatura ΔT a todo el cuerpo. El cambio total de longitud de la dimensión lineal que se considere, puede despejarse de la ecuación anterior:

$$L_f = L_0[1 + \alpha_L(T_f - T_0)]$$

Donde:

α =coeficiente de dilatación lineal [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

L_0 = Longitud inicial

L_f = Longitud final

T_0 = Temperatura inicial.

T_f = Temperatura final

El coeficiente de dilatación volumétrico, designado por α_V , se mide experimentalmente comparando el valor del volumen total de un cuerpo antes y después de cierto cambio de temperatura como, y se encuentra que en primera aproximación viene dado por:

$$\alpha_V \approx \frac{1}{V(T)} \frac{\Delta V(T)}{\Delta T} = \frac{d \ln V(T)}{dT}$$

Experimentalmente se encuentra que un sólido isótropo tiene un coeficiente de dilatación volumétrico que es aproximadamente tres veces el coeficiente de dilatación lineal. Esto puede probarse a partir de la teoría de la elasticidad lineal. Por ejemplo si se considera un pequeño prisma rectangular (de dimensiones: L_x , L_y y L_z), y se somete a un incremento uniforme de temperatura, el cambio de volumen vendrá dado por el cambio de dimensiones lineales en cada dirección:

$$\begin{aligned} \Delta V = V_f - V_0 &= ((1 + \alpha_L \Delta T)L_x \cdot (1 + \alpha_L \Delta T)L_y \cdot (1 + \alpha_L \Delta T)L_z) - L_x L_y L_z = \\ &= (3\alpha_L \Delta T + 3\alpha_L^2 \Delta T^2 + \alpha_L^3 \Delta T^3)(L_x L_y L_z) \approx 3\alpha_L \Delta T V_0 \end{aligned}$$

Esta última relación prueba que $\alpha_V \approx 3\alpha_L$, es decir, el coeficiente de dilatación volumétrico es numéricamente unas 3 veces el coeficiente de dilatación lineal de una barra del mismo material.

En cuanto a la Dilatación de un área o superficie se dilata, lo hace incrementando sus dimensiones en la misma proporción. Por ejemplo, una lámina metálica aumenta su largo y ancho, lo que significa un incremento de área. La dilatación de área se diferencia de la dilatación lineal porque implica un incremento de área.

El Coeficiente de dilatación de área es el incremento de área que experimenta un cuerpo de determinada sustancia, de área igual a la unidad, al elevarse su temperatura un grado centígrado. Este coeficiente se representa con la letra griega gamma (γ). El coeficiente de dilatación de área se usa para los sólidos. Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de un sólido, su coeficiente de dilatación de área será dos veces mayor:

$$\gamma_A \approx 2\alpha$$

Al conocer el coeficiente de dilatación de área de un cuerpo sólido se puede calcular el área final que tendrá al variar su temperatura con la siguiente expresión:

$$A_f = A_0[1 + \gamma_A(T_f - T_0)]$$

Donde:

γ =coeficiente de dilatación de área [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

A_0 = Área inicial

A_f = Área final

T_0 = Temperatura inicial.

T_f = Temperatura final

A continuación, se muestra el cuadro de los coeficientes de Dilatación Lineal

Material	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
<u>Hormigón</u>	2.0×10^{-5}
<u>Acero</u>	1.0×10^{-5}
<u>Hierro</u>	1.2×10^{-5}
<u>Plata</u>	2.0×10^{-5}
<u>Oro</u>	1.5×10^{-5}
<u>Invar</u>	$0,04 \times 10^{-5}$
<u>Plomo</u>	3.0×10^{-5}
<u>Zinc</u>	2.6×10^{-5}

<u>Aluminio</u>	2.4×10^{-5}
<u>Latón</u>	1.8×10^{-5}
<u>Cobre</u>	1.7×10^{-5}
<u>Vidrio</u>	$0.7 \text{ a } 0.9 \times 10^{-5}$
<u>Cuarzo</u>	0.04×10^{-5}
<u>Hielo</u>	5.1×10^{-5}
<u>Diamante</u>	0.12×10^{-5}
<u>Grafito</u>	0.79×10^{-5}

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Calorimetría

Es la medida del calor que se desprende o absorbe en los procesos físicos, químicos o biológicos.

Calor

El calor es la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. Este flujo siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico

Energía Térmica

Se denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor, obtenida de la naturaleza (energía geotérmica), mediante la combustión de algún combustible fósil (petróleo, gas natural o carbón), mediante electricidad por efecto Joule, por rozamiento, por un proceso de fisión nuclear o como residuo de otros procesos mecánicos o químicos.



Ley cero de la termodinámica

Establece que si dos sistemas A y B están en equilibrio térmico, con un tercer sistema C, entonces los sistemas A y B estarán en equilibrio térmico entre sí.¹ Este es un hecho empírico más que un resultado teórico. Ya que tanto los sistemas A, B, y C están todos en equilibrio térmico, es razonable decir que comparten un valor común de alguna propiedad física. Llamamos a esta propiedad temperatura.

Sin embargo, para que esta definición sea útil es necesario desarrollar un instrumento capaz de dar un significado cuantitativo a la noción

cualitativa de esa propiedad que presuponemos comparten los sistemas A y B. A lo largo de la historia se han hecho numerosos intentos, sin embargo en la actualidad predominan el sistema inventado por Anders Celsius en 1742 y el inventado por William Thomson (mejor conocido como lord Kelvin) en 1848.

Temperatura

Es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente o frío. Por lo general, un objeto más "*caliente*" que otro puede considerarse que tiene una temperatura mayor, y si es frío, se considera que tiene una temperatura menor.

Termómetro

Instrumento usado para medir la temperatura. El más usado es el de mercurio formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por un extremo con una ampolla de mercurio. Todo el conjunto está sellado para mantener un vacío parcial. De tal manera que cuando aumenta la temperatura, el mercurio se dilata y comienza a ascender por el capilar.

Termómetro Clínico:

El termómetro marca la temperatura gracias al mercurio que contiene, el cual se expande con el calor. El pequeño conducto que corre a todo lo largo de la parte interna del cristal, tiene un estrechamiento que impide el regreso del metal cuando ya no está en contacto con el paciente.



Este es el termómetro casero y sirve para detección de temperatura en la salud.

Ahora se dice que para ahorrarse líos existe el termómetro clínico digital que permite una lectura gracias a un sensor que se encuentra en la punta y hace una lectura que se registra en la pantalla.

Termómetro de Gas:

El termómetro de gas se compone de un recipiente lleno de gas unido a un capilar en forma de "U" lleno de mercurio. El nivel de mercurio se mantiene constante, por lo que el volumen de gas no varía. Por lo tanto, es la presión (atmosférica + columna de mercurio) la variable que utilizamos para medir la temperatura. Como el volumen es constante, la presión varía linealmente con la temperatura.



Pirómetro Óptico:

Un pirómetro óptico es un instrumento utilizado para medir la temperatura de un cuerpo. Funciona comparando el brillo de la luz emitida por la fuente de calor con la de una fuente estándar.

El pirómetro consta de dos partes: un telescopio y una caja de control. El telescopio contiene un filtro para color rojo y una lámpara con un filamento calibrado, sobre el cual la lente del objetivo enfoca una imagen del cuerpo cuya temperatura se va a medir. También contiene un interruptor para cerrar el circuito eléctrico de la lámpara y una pantalla de absorción para cambiar el intervalo del pirómetro. Este tipo de pirómetro óptico mide una temperatura que alcanza los 2.400 °F, pero existen otros más complejos que pueden alcanzar los 10.000 °F (5.538 °C) o más. También existe otro tipo de pirómetro, llamado termoeléctrico, que funciona de forma satisfactoria hasta los 3.000 °F (1.649 °C).

Termómetro de Radiación:

Lo último de tecnología casera o clínica para mediciones de temperatura corporal eliminando el riesgo al tomar la temperatura de niños pequeños y de personas ancianas, como la posibilidad de perforar el intestino o de una contaminación bacteriana.

El instrumento mide la intensidad de la radiación que procede del tímpano y los tejidos circundantes y convierte esta información a una lectura numérica normal. El tímpano es un lugar especialmente apropiado para medir la temperatura corporal porque está cerca del hipotálamo, que es el centro de la temperatura del organismo.



Termómetro infrarrojo de oído:

- La innovadora tecnología por infrarrojos permite la medición de la temperatura en el oído en un segundo
- Ofrece la posibilidad de medir la temperatura

superficial de los siguientes objetos

Termostato

Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura

Dilatómetro

Es un instrumento científico para medir el cambio del volumen. Son instrumentos utilizados para medir la expansión/contracción relativa de sólidos en diferentes tempe

METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

Actividad Experimental Dilatación Térmica, utilizando un termóstato de inmersión

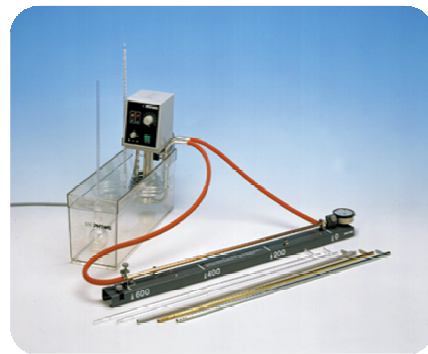
Materiales.

1. Dilatómetro.
2. Termómetro.
3. Termóstato.
4. Dos mangueras látex.
5. Agua.
6. Cinta métrica
7. Varillas metálicas



Montaje Experimental

- a) Inicialmente llena un recipiente con agua, seguidamente coloca el termóstato dentro del recipiente
- b) Seleccione la varilla metálica a la que se le medirá el coeficiente de dilatación lineal
- c) Mida su longitud con la cinta métrica.
- d) Coloque la varilla en el dilatómetro, asegurándose de que quede bien asentada y procede a conectar las mangueras en los extremo de la barra y el termóstato respectivamente
- e) Verifica la temperatura ambiente haciendo uso de un termómetro
- f) Ajusta el termóstato 10 grados por encima de la temperatura ambiente y procede a encenderlo



g) Toma nota de la temperatura inicial esta será tu T_0

Procedimiento Experimental

1. Una vez alcanzada la temperatura, que inicialmente se ha seleccionado, procede a elevar 10 grados en forma secuencial hasta llegar hasta los 99 grados Celsius aproximadamente
2. Para cada cambio de longitud de la varilla que haya medido, obtenga el cambio de temperatura: $T - T_0$.
3. Con la longitud inicial, cada cambio de longitud y los cambios de temperatura correspondientes, halle el valor del coeficiente de dilatación lineal del material.

Resultados Experimentales

Determinación del coeficiente de dilatación de las varillas de latón

$$l_0 = 500 \text{ mm}$$

$$T_0 = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta l = 0.08 \text{ mm}$$

Se calcula la variación de la temperatura

$$\Delta T = 34 \text{ } ^\circ\text{C} - 24 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se calcula el coeficiente de dilatación lineal

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$$

$$\alpha_1 = \frac{0.08 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_1 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_2 = \frac{0.08 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_2 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_3 = \frac{0.09 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_3 = 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Calculo de Errores

Promedio del Coeficiente de Dilatación

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{3} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\bar{\alpha} = 1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Absoluto en una Serie de Medidas

$$\overline{\Delta\alpha_1} = |\overline{\alpha} - \alpha_1| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\overline{\Delta\alpha_2} = |\overline{\alpha} - \alpha_2| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\overline{\Delta\alpha_3} = |\overline{\alpha} - \alpha_3| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 1.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Medio Absoluto de una Serie de Medidas

$$\overline{\Delta\alpha} = \frac{\overline{\Delta\alpha_1} + \overline{\Delta\alpha_2} + \overline{\Delta\alpha_3}}{3}$$

$$\overline{\Delta\alpha} = \frac{6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{3}$$

$$\Delta\alpha = 8 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Relativo

$$E_r = \frac{\overline{\Delta\alpha}}{\overline{\alpha}} = \frac{8 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 0.0481$$

Error Porcentual

$$E_r = \frac{\overline{\Delta\alpha}}{\overline{\alpha}} = \frac{8 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 0.048 \times 100\% = 4.81\%$$

Material	Lo	ΔL	ΔT	α
Varilla de latón	500 mm	0.08mm	10 ° c	$\alpha_1 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
		0.08mm	10 ° c	$\alpha_2 = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

		0.09mm	10 ° c	$\alpha_3 = 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Determinación del coeficiente de dilatación de las varillas de Acero

$$l_0 = 500 \text{ mm}$$

$$T_0 = 24 \text{ } ^\circ\text{c}$$

$$T_f = 34 \text{ } ^\circ\text{c}$$

$$\Delta l = 0.08 \text{ mm}$$

Se calcula la variación de la temperatura

$$\Delta T = 34 \text{ } ^\circ\text{C} - 24 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se calcula el coeficiente de dilatación lineal

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$$

$$\alpha_1 = \frac{0.06 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_1 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_2 = \frac{0.06 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_2 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_3 = \frac{0.07 \text{ mm}}{500 \text{ mm} \cdot 10 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad \alpha_3 = 1.4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Calculo de Errores

Promedio del Coeficiente de Dilatación

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{3} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\bar{\alpha} = 1.26 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Absoluto en una Serie de Medidas

$$\overline{\Delta\alpha}_1 = |\bar{\alpha} - \alpha_1| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 6.66 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\overline{\Delta\alpha}_2 = |\bar{\alpha} - \alpha_2| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.6 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 6.66 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\overline{\Delta\alpha}_3 = |\bar{\alpha} - \alpha_3| = |1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 1.8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}|$$

$$= 1.4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Medio Absoluto de una Serie de Medidas

$$\overline{\Delta\alpha} = \frac{\overline{\Delta\alpha}_1 + \overline{\Delta\alpha}_2 + \overline{\Delta\alpha}_3}{3}$$

$$\overline{\Delta\alpha} = \frac{6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 6 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} + 1.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{3}$$

$$\Delta\alpha = 8.2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Error Relativo

$$E_{r=} = \frac{\overline{\Delta\alpha}}{\bar{\alpha}} = \frac{8 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{1.26 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 0.051$$

Error Porcentual

$$E_{r=} = \frac{\overline{\Delta\alpha}}{\bar{\alpha}} = \frac{8 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{1.66 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} = 0.048 \times 100\% = 5.1\%$$

Material	Lo	ΔL	ΔT	α
Varilla de Acero	500 mm	0.06mm	10 ° c	$\alpha_1 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
		0.06mm	10 ° c	$\alpha_2 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
		0.07mm	10 ° c	$\alpha_3 = 1.4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Debido a que el coeficiente de dilatación α es una constante para cada metal; la dilatación va a depender única y exclusivamente de Δt y L_0 , $\Delta L \propto \Delta t$
- Al analizar los resultados obtenidos, las varillas eran de latón y de acero, se observó que el coeficiente de dilatación de la varilla de latón es mayor debido a sus propiedades físicas, ya que ambas varillas fueron expuestas a las mismas temperaturas, gracias al termostato de inmersión que nos permitió equilibrar dichas temperaturas y que su variación fue de 10°C para efecto de todas las mediciones.
- Unos de los factores que causó errores experimentales fue el dilatómetro que se le adaptaron varillas que no le pertenecían lo que causó que varias veces se hicieran estas medidas, era un poco impreciso.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar un dilatómetro más actualizado con la finalidad de obtener medidas con mayor precisión
- Se recomienda calibrar adecuadamente todos los instrumentos de medición
- Se recomienda pulir las barras metálicas con la finalidad de eliminar cualquier corrosivo

Referencias

J. Güemes,(2003) técnicas experimentales *Departamento de Física Aplicada* Universidad de Cantabria.[Documento en línea] Disponible: <http://www.loreto.unican.es/ATEIWeb/TEII2004/TEII2004A03.pdf>[Consulta: 2011, junio 28]

Protocolo del Dilatómetro (2008) faculta de ingeniera industrial [Documento en línea] Disponible: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/MATE/PROTOCOLO%20DILATOMETRO.pdf> [Consulta: 2011, julio 5]

Dilatación lineal (s.f) [Documento en línea] Disponible: www.portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/.../DILATAACION%20LINEAL.pd [Consulta: 2011, julio 5]

Dilatación lineal (s.f) [Documento en línea] Disponible:www.cafpe3.ugr.es/teaching/labo_fisica_general/guiones/.../Dilatacion_geo.pdf[Consulta: 2011, julio 5]

Cengel, Yunus A. “Transferencia de calor”. Segunda edición. México: 2004, McGraw- Hill.

Temperatura s.f) [Documento en línea] Disponible:[www. http:// en. wikipedia. org/wiki/ Temperatura?action=history](http://en.wikipedia.org/wiki/Temperatura?action=history)[Consulta: 2011, julio 8]

J. E. Drinkwater (1832)*Life of Galileo Galilei* pág 41

Creus Solé, Antonio (2005), *Instrumentacion industrial* Documento en línea]
Disponible [http:// books. google. com/ books?id=cV6ZOqQ0ywMC& hl=es](http://books.google.com/books?id=cV6ZOqQ0ywMC&hl=es)).
Marcombo. ISBN
84-267-1361-0. Págs. 283-296[Consulta: 2011, julio 8]

