

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las temperaturas en estos días es fundamental, ya que solo con ese dato se puede determinar fácilmente el tiempo necesario para algún proceso, también son necesarias la presión y volumen. No solo procesos ingenieriles, sino que también relacionados con otras actividades, ejemplo : Culinaria, médica, computacional, etc.

Específicamente para el caso de la ingeniería sirve para los procesos de carburación de ejes, recocido y envejecimiento de metales, entre muchos otros.

La temperatura en lo que se refiere a Metrología, es un factor trascendental, hay mediciones que deben realizarse a determinadas temperaturas, como a determinada presión atmosférica y humedad, esto se establece debido a que los instrumentos sufren dilatación cuando son expuestos a cambios de temperatura mayores a su temperatura inicial, por esto la temperatura en general es un factor muy importante a considerar en cualquier actividad.

## **INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Termómetro de líquido de mercurio de vidrio, termómetro bimetalico, termómetro de expansión, pirómetro, termocupla.

## **ACCESORIOS**

Cronometro, deposito, ampollita, jarra metálica.

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Determinar puntos de congelación y de ebullición del agua.
- Determinar la respuesta dinámica de los instrumentos utilizados.
- Determinar temperatura del filamento de la ampollita.

## **OBJETIVOS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

Conocer los instrumentos mas importantes para realizar mediciones de temperatura, comparar la indicación estática y dinámica de algunos de ellos.

## **OBJETIVOS DE LA TEORÍA**

Conocer acerca de las diferentes escalas de medición y su relación entre ellas así como también el principio en que se basan los instrumentos, cuales son sus unidades y conocimiento de éstos.

## LA MEDICIÓN DE TEMPERATURAS

La temperatura mide el grado de calor o frío que un cuerpo posee, más precisamente es el potencial para que el calor fluya o circule, las escalas más comunes son la Fahrenheit y centígrada, las cuales se basan en los puntos de congelación y ebullición del agua pura a la presión atmosférica normal, son escalas llamadas relativas. Las escalas absolutas son aquellas en donde los puntos cero de las escalas antes mencionadas se desplazan de modo que representan la mínima temperatura alcanzable, las más usadas son Rankine y kelvin. A continuación se detallan algunas relaciones entre las distintas escalas existentes ya sean absolutas o relativas.

Escala	Punto de Fusión Hielo	Punto de Ebullición Agua	Relaciones
Fahrenheit [F]	32	212	$F=1.8C+32$
Centígrada [°C]	0	100	$C=5/9(F-32)$
Rankine [R]	491.7	671.7	$R=F+459.7$
Kelvin [K]	273.2	373.2	$K=C+273.2$

### Principios en que se basan los algunos instrumentos

1. Por la dilatación térmica de (termómetro de gas). A volumen constante, la presión de un gas (ideal o perfecto) es directamente proporcional a la temperatura absoluta, así  $P = (P_0/T_0)T$ , en el que  $P_0$  es la presión a cierta temperatura conocida  $T_0$ .
2. Por la dilatación térmica de un fluido o un sólido ( termómetro de mercurio, elemento bimetalico). Las sustancias tienden a dilatarse con la temperatura. Así una variación en la temperatura,  $T_2 - T_1$ , produce un cambio de longitud,  $L_2 - L_1$ , o un cambio de volumen  $V_2 - V_1$ , acuerdo con las siguientes expresiones :

$$L_2 - L_1 = a' (T_2 - T_1)$$

$$V_2 - V_1 = a'' (T_2 - T_1)$$

En las que  $\alpha'$  y  $\alpha'''$  son los coeficientes lineal y volumétrico de la dilatación térmica.

3. Por la presión o tensión de vapor de un líquido (termómetro de ampolla, de vapor). La tensión de vapor de todos los líquidos aumenta con la temperatura. En un intervalo limitado, se verifica la siguiente relación :

$$\text{Log}(P_2/P_1)=2.3(L/R)$$

4. Por el potencial termoeléctrico (termopar). Cuando se ponen en contacto íntimo dos metales distintos se desarrolla un voltaje que depende de la temperatura en la junta y de los materiales particulares empleados. Si se conectan en serie dos juntas como la indicada con un instrumento medidor de voltaje, el voltaje medido será muy aproximadamente proporcional a la diferencia de las temperaturas de dos juntas.
5. Por la variación de la resistencia eléctrica ( Termómetros de resistencia, termistor). Los conductores eléctricos experimentan una variación de su resistencia con la temperatura que puede medirse con un puente de Wheatstone. La fórmula para el platino es muy exacta y sirve por tanto, como norma primaria sobre un amplio intervalo de temperaturas. En trabajos de precisión se usa la ecuación de Gellendar.

$$T = 100 * ((R_t - R_0) / (R_{100} - R_0)) + C(t - 100)t$$

6. Por la variación de la radiación (Pirómetros de radiación y ópticos). Un cuerpo radia energía en proporción a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. El principio se adapta particularmente a la medida de temperaturas muy altas en las que bien se puede medir la cantidad de radiación o su intensidad dentro de una estrecha banda de longitudes de onda. En el primer tipo (pirómetro de radiación), se enfoca la radiación sobre un elemento sensible al calor (como un termopar) y se mide su elevación de temperatura. En el segundo tipo (pirómetro óptico), se compara ópticamente la intensidad de la radiación con la intensidad fija de un filamento calentado, las fórmulas que se utilizan para el diseño de estos aparatos son la leyes de Stefan Boltzman y Wien.

## TIPOS DE TERMÓMETROS

- Termómetros de resistencia

Los termómetros de resistencia se usan ampliamente para medir temperaturas en un intervalo de 260 a 750 °C.

El funcionamiento de los termómetros de resistencia se basa en la propiedad que tienen las sustancias de cambiar su resistencia eléctrica al variar la temperatura. El termómetro de éste tipo se sumerge en el medio cuya temperatura mide, conociendo la variación de la resistencia del termómetro en función de la temperatura, se puede juzgar acerca de la temperatura del medio donde el mismo se halla. Además ha de tenerse en cuenta que en la mayoría de los termómetros de resistencia, la longitud del elemento sensible constituye varios centímetros y por eso, si en el medio se manifiestan gradientes de temperatura, con tal termómetro se mide cierta temperatura media de aquellas capas del medio en las que se halla su elemento sensible.

Antes se estudiaba que los materiales mas favorables para la fabricación de termómetros de resistencia eran solamente los metales puros, sin embargo las investigaciones han demostrado que también una serie de semiconductores pueden utilizarse en calidad de materiales para fabricar tales termómetros.

Es sabido que la mayoría de los metales tienen un coeficiente térmico positivo de resistencia eléctrica, el cual alcanza 0.4 -0.6 °C en los metales puros, esto se explica por el hecho de que el numero de portadores de corriente, osea, de electrones de conducción, es muy grande en los metales y no depende de la temperatura. La resistencia eléctrica del metal crece al aumentar la temperatura, debido a la dispersión creciente de los electrones en las heterogeneidades de la red cristalina, motivada por el incremento de las oscilaciones térmicas de iones alrededor de sus posiciones de equilibrio. En los semiconductores se observa otro cuadro, el numero de electrones de conducción crece bruscamente con el aumento de la temperatura, por eso la resistencia eléctrica de los semiconductores típicos también disminuye bruscamente a esa misma magnitud (de ordinario, con arreglo a una ley exponencial) al calentarlos, además el coeficiente térmico de la resistencia eléctrica de los semiconductores es más alto en un orden que el de los metales puros.

- Termómetro de platino

El platino puro responde en sumo grado a todos los principales requisitos que se le exigen a los metales puros para la fabricación de los elementos sensibles (ES) de los termómetros de resistencia. Los termómetros de con ES de alambre de platino de 0.05 a 0.10 mm de diámetro, se emplean en la practica de laboratorio y en la industria para medir temperaturas de -260 a 750 °C.

Durante el uso de éstos termómetros para medir temperaturas de -260 a -180 °C es necesario tener en cuenta que en este caso se miden resistencias muy pequeñas, sobre todo en la parte inferior del intervalo. Por eso al medir bajas temperaturas con tales termómetros, es preciso emplear junto con éstos, aparatos que permitan medir centésimas de ohm con alta precisión. En algunos casos se

utiliza para medir temperaturas muy altas, por ejemplo en la practica metereologica, de hasta 1065 °C, en éste caso se debe tomar en consideración que el platino a estas temperaturas comienza a atomizarse, por esta razón para disminuir la influencia del atomización del platino, y por consiguiente aumentar la vida útil del termómetro, el elemento sensible del termómetro de resistencia destinado a medir temperaturas de hasta 1100 °C, se fabrica de alambre de platino de cerca de 0.5 mm de diámetro.

- Termómetros bimetalicos

Todos los termómetros bimetalicos deben ser seleccionados considerando el fluido del proceso y las condiciones ambientales donde irá a operar el instrumento, una aplicación impropia puede dañar el termómetro, causar fallas en el equipo o instalación así cómo ocasionar daños al personal.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

Durante este ensayo se tomaron las temperaturas de congelación y ebullición del agua con distintos termómetros, así también el tiempo de respuesta a estas mediciones, se tomo la temperatura ambiente de la sala del laboratorio.

La temperatura de ebullición se consiguió gracias al aporte calórico de un mechero de gas, una vez hervida se procedió a introducir los distintos instrumento registrando la temperatura del agua.

La temperatura de congelación se consiguió gracias a la acción del hielo éste fue depositado en un recipiente en el cual se realizaron las mediciones con cada uno de los instrumentos.

A continuación se muestra tabla con los datos obtenido en la experiencia :

Instrumento	Rango	T ambiente	Hielo	Tiempo respuesta	Ebullición	Tiempo respuesta
	°C					
Hg B	-10 a 260 °C	19°C	1°C	46seg	97°C	14seg
Hg A	-10 a 200°C	17.5°C	0°C	15seg	96°C	15seg
Termocupla	-200 a 1370°C	15.7°C	0.4°C	23seg	99.2°C	3.5seg
Bimetálico B	0 a 120°C	14°C	0°C	66seg	90°C	182seg
Bimetálico A	0 a 50°C	14°C	0°C	55seg	-	-

Promedio punto de congelación agua : 0.28°C

Promedio punto de ebullición del agua :95.55°C

La respuesta dinámica de los instrumentos esta dada por la diferencia de temperaturas y el transcurso de tiempo que demoró en llegar a esta temperatura límite, a continuación se muestra la tabla de respuesta dinámica para la congelación :

Instrumento	Delta temperatura	Tiempo	Respuesta dinámica
	°C	seg.	°C/s
Hg B	18	46	0.391
Hg A	17.5	15	1.166
Termocupla	15.3	23	0.665
Bimetálico B	14	66	0.212
Bimetálico A	14	55	0.254

Tabla de respuesta dinámica para la ebullición :

Instrumento	Delta temperatura	Tiempo	Respuesta dinámica
	°C	seg.	°C/s
Hg B	78	14	5.571
Hg A	78.5	15	5.233
Termocupla	83.5	3.5	23.85
Bimetálico B	76	182	0.417
Bimetálico A	-	-	-

Luego se procedió a conectar la ampollita para calcular la temperatura de su filamento con un Pirómetro óptico del cual se explicó su funcionamiento en párrafos anteriores, el proceso consiste en visualizar el filamento de la ampollita con el Pirómetro, a una distancia aproximada de un metro, luego se presiona el gatillo y se ajusta la intensidad luminosa entregada por el aparato, girando perilla con dial de temperaturas, con la del filamento de la ampollita, de esta forma se obtiene la temperatura en °C. La ampollita era de 40 w de potencia, las diferentes percepciones de los integrantes del grupo se ven reflejadas en la siguiente tabla :

Pirómetro de radiación óptico	Temperatura filamento °C
Medición 1	1650
Medición 2	1647
Medición 3	1675
Medición 4	1645
Medición 5	1670
Medición 6	1655
Medición 7	1650

Promedio temperatura : 1656 °C

Las distintas temperaturas se debe principalmente a la distinta agudeza visual de cada uno de los integrantes del grupo.

## CONCLUSIONES

- Los punto de congelación y ebullición del agua deberían haber sido  $0.5^{\circ}\text{C}$  y  $98.9^{\circ}\text{C}$  respectivamente debido a la altitud latitud y paralelo de la ubicación de nuestro laboratorio, cabe destacar que se lograron temperaturas muy cercanas a éstos valores.
- Las diferencias obtenidas en las lecturas de temperatura con los distintos instrumentos a iguales condiciones probablemente obedece a un problema de calibración ya que los valores obtenidos en desfase nunca sobrepasa los  $10^{\circ}\text{C}$ .
- La respuesta dinámica de los instrumentos es positiva cuanto mayor es el valor de las relaciones de temperaturas y tiempo utilizado, así recíprocamente una baja respuesta dinámica la entrega aquel instrumento cuya relación es cercana a cero. Luego para el punto de congelación la mejor respuesta dinámica fue la del termómetro de mercurio A, y la peor fue el termómetro bimetálico B. Para el caso de la ebullición el mejor fue la Termocupla y el peor el bimetálico B. Cabe hacer notar que para el punto de ebullición no se tomo medición con el termómetro bimetálico A debido a que su escala llega a solo  $50^{\circ}\text{C}$ .
- Las distintas temperaturas medidas con el Pirómetro óptico se debe principalmente a la distinta agudeza visual de cada uno de los integrantes del grupo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Guía de Laboratorio termodinámica experiencia N°2.
- “El Laboratorio del ingeniero Mecánico “ Seymour.