

La magnitud de temperatura y su metrología

1. Definición de la magnitud y su unidad

1.1 Temperatura

Si dos sistemas están separadamente en equilibrio térmico con un tercero, entonces ellos deben estar en equilibrio térmico entre sí.

Y ellos tienen la misma temperatura sin tomar en cuenta el tipo de sistema que cada uno de ellos sea.

Lo expresado en letras itálicas es la denominada *Ley Cero de la Termodinámica* y puede ser escrita más formalmente como:

Si tres o más sistemas están en contacto térmico entre sí y todos en equilibrio al mismo tiempo, entonces cualquier par que se tome separadamente están en equilibrio entre sí, [1].

La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la distribución de la energía. Cuando dos sistemas, se ponen en contacto, se produce una transferencia de energía, en forma de calor, desde el sistema 'caliente' al 'frío', esto ocurre hasta que se alcance un equilibrio térmico entre ambos. En este sentido, la temperatura es un indicador de la dirección que toma la energía en su tránsito de unos sistemas a otros, [2]

1.2 Unidad de temperatura termodinámica (el kelvin)

La definición de la unidad de temperatura termodinámica fue establecida por la X Conferencia General de Pesas y Medidas, **CGPM** (1954, Resolución 3; CR, 79) que eligió el punto triple del agua como punto fijo fundamental, asignándole la temperatura de 273,16 K por definición. La XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, CGPM (1967/68, Resolución 3; CR, 104) adoptó el nombre "kelvin", símbolo K, en lugar de "grado Kelvin", símbolo o K y definió la unidad de temperatura termodinámica del siguiente modo, [3]:

El kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

De aquí resulta que la temperatura termodinámica del punto triple del agua es igual a 273,16 kelvin exactamente,

$$T_{\text{Punto Triple del Agua}} = 273,16 \text{ K} \quad (1)$$

La figura 1 muestra una de las celdas de punto triple de agua del Instituto Nacional de Metrología, **INM**.



Figura 1. Celda de punto triple del agua del Instituto Nacional de Metrología, **INM**

En su reunión de 2005 el Comité Internacional de Pesas y Medidas, **CIPM** afirmó que:

Esta definición se refiere a un agua de una composición isotópica definida por las siguientes relaciones de cantidad de sustancia: 0,000 155 76 mol de ^2H por mol de ^1H , 0,000 379 9 mol de ^{17}O por mol de ^{16}O y 0,002 005 2 mol de ^{18}O por mol de ^{16}O .

Debido a la forma en que habitualmente se definían las escalas de temperatura, la temperatura termodinámica, símbolo T , continuó expresándose en función de su diferencia respecto a la temperatura de referencia $T_0 = 273,15 \text{ K}$, punto de congelación del agua, (ó punto de hielo, $0 \text{ }^\circ\text{C}$). Esta diferencia de temperatura se denomina temperatura Celsius, símbolo t y se define mediante la ecuación entre magnitudes:

$$t = T - T_0 \quad (2)$$

La unidad de temperatura Celsius es el grado Celsius, símbolo °C, cuya magnitud es igual por definición a la del kelvin. Una diferencia o un intervalo de temperatura puede expresarse tanto en kelvin como en grados Celsius (XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, CGPM 1967/68, Resolución 3). Sin embargo, el valor numérico de la temperatura Celsius expresado en grados Celsius se encuentra ligado al valor numérico de la temperatura termodinámica expresada en kelvin por la relación:

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15 \quad (3)$$

El kelvin y el grado Celsius son también las unidades de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (**EIT-90** ó **ITS-90**, por sus siglas en inglés) adoptada por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, CIPM en 1989 en su Recomendación número 5, [4] y [5].

2. Características físicas y metrológicas de los patrones nacionales de medición en temperatura

Los patrones nacionales de medición en temperatura de Colombia se realiza mediante un conjunto de celdas de punto fijo de mercurio, agua, galio, estaño y zinc en un rango de -38,8 °C a 419,5 °C según la definición de la Escala Internacional de Temperatura de 1990, ITS-90; un conjunto de termómetros y un conjunto de medios de comparación en un rango de -80 °C a 1 200 °C para la realización del método de comparación para la calibración de termómetros de contacto; y un conjunto de cuerpos negros de superficie para la calibración de termómetros de radiación en un rango de 0 °C a 500 °C; todos los patrones con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades, **SI**, por medio de calibraciones en Institutos Nacionales de Metrología de nivel primario: el PTB de Alemania y el CENAM de México.

La Resolución 41242 del 11 de julio de 2013 de la Superintendencia de Industria y Comercio, **SIC** oficializa los patrones nacionales de medición de Colombia.

3. Acreditación internacional para el Instituto Nacional de Metrología

El **National Voluntary Laboratory Accreditation Program, NVLAP** organismo adscrito al **National Institute of Standards and Technology, NIST**, (que es el Instituto Nacional de Metrología de los Estados Unidos de América), otorgó el 2013-08-01 la acreditación internacional **ISO/IEC 17025:2005** al Instituto Nacional de Metrología, **INM** en las magnitudes de **Temperatura, Humedad, Tiempo y Frecuencia**.

Esta acreditación confirma la idoneidad técnica del instituto en dichas magnitudes, permitiendo dar un respaldo a las mediciones de la industria colombiana y logrando que sean competitivas y reconocidas en cualquier lugar del mundo cumpliendo adicionalmente con los objetivos de creación del Instituto Nacional de Metrología, **INM**, al obtener un nuevo escalón en la presentación de las capacidades de medición y calibración ante la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, **BIPM**. El registro de la acreditación correspondiente es el **NVLAP LAB CODE 200947-0**, consultar: <http://ts.nist.gov/standards/scopes/2009470.pdf>.

4. Campo de aplicación e importancia de la medición de la temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más importantes en la medición y el control en ciencia, tecnología e industria. Por ejemplo, en la producción de acero para asegurar la confiabilidad de las estructuras que soportan la vida moderna como puentes y vías de ferrocarril, en la producción de vidrio, semiconductores, derivados petroquímicos, plásticos, productos farmacéuticos y alimentos. También en la medición de parámetros clínicos que determinan el estado de salud de una persona, el clima, la preparación, preservación y transporte de los alimentos, muestras biológicas, los cultivos de plantas y de especies acuáticas base de la alimentación, en los sistemas de aire acondicionado, la licuefacción de gases y el enfriamiento de los imanes superconductores de los scanners de imágenes médicas, [6].

5. Referencias

- [1] Quinn, T. J. Temperature. (1990). London: Academic.
- [2] García, M. L. Martínez, P. (2014). Educamix. Temperatura. Recuperado de http://www.educamix.com/educacion/3_eso_materiales/b_ii/conceptos/b2_1_temperatura.htm
- [3] Terrien, J. (1968). News from the International Bureau of Weights and Measures. Metrologia 4(1), 41.
[doi:10.1088/0026-1394/4/1/006](https://doi.org/10.1088/0026-1394/4/1/006)
- [4] Preston-Thomas, H. (1990). The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90). Metrologia, 27(1), 3-10.
[doi:10.1088/0026-1394/27/1/002](https://doi.org/10.1088/0026-1394/27/1/002)
- [5] Bureau International des Poids et Mesures, BIPM. (2006). The International System of Units (SI). 8th edition. Recuperado de http://www.bipm.org/en/si/si_brochure
- [6] Rusby, R. (2012). The Beginner's Guide to Temperature Measurement. NPL Measurement Good Practice Guide No. 125. Recuperado de http://www.npl.co.uk/upload/pdf/Beginner%27s%20guide%20to%20temperature%20measurement%20v1_1.pdf

Por: Físico Ciro Alberto Sánchez Morales
2014-08-21