Arte y Ciencia
Ley Cero de la Termodinámica

Abraham Tamir, Department of Chemical Engineering, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheba, Israel
Francisco Ruiz Beviá, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante

La Ley Cero de la Termodinámica es un principio de generalización del equilibrio térmico entre cuerpos, o sistemas termodinámicos, en contacto, en el que interviene como parámetro físico empírico la temperatura. Sobre 1850 Rudolf Clausius y William Thomson Kelvin establecieron la Primera Ley y la Segunda Ley de la Termodinámica. La Tercera Ley de la Termodinámica fue desarrollada sobre 1906 por Walther Nernst. Comparada con estas, la Ley Cero tardó mucho tiempo en que la comunidad científica estuviese convencida de su importancia básica, pues fue formulada por Ralph H. Fowler en 1931. Su aceptación, aunque tardía, de su carácter básico y fundamental como punto de partida para entender las otras tres leyes termodinámicas, hizo que se la denominase Ley Cero y no Cuarta Ley.

La temperatura es la propiedad que determina si un sistema dado está en equilibrio térmico con otros sistemas. Es una de las siete propiedades físicas básicas en función de las cuales se definen todas las otras cantidades físicas. Se diferencia de las otras por ser una propiedad intensiva, mientras las otras seis son propiedades extensivas. Los primeros termómetros fueron creados con fines clínicos y meteorológicos, para medir cambios de temperatura en el cuerpo humano y en el aire, siendo el más famoso termoscopio (termómetro sin escala) el inventado por Galileo (1564-1642) en 1592. Gabriel Fahrenheit ideó su escala de temperatura en 1724 y Anders Celsius en 1742 definió como 100 grados el punto de ebullición del agua y como 0 grados el punto de congelación. A mediados del siglo XIX Lord Kelvin desarrolló una escala en la que el punto cero es equivalente a -273.15ºC en el que el movimiento térmico cesa según la descripción clásica de la termodinámica. Las Fgs. 1-3 están relacionadas con la temperatura. La Fig. 1 muestra el retrato de Anders Celsius (1701-1744), físico y astrónomo sueco, supervisor de la construcción del observatorio de Uppsala del que fue nombrado director en 1740. El punto de congelación del agua a 0ºC se representa en la Fig. 2 por pequeñas bayas heladas en las que las gotas de hielo refuerzan la sensación de congelación. El punto de ebullición del agua a 100ºC se muestra en la Fig. 3 mediante la fotografía de Wick.

Volvamos a la Ley Cero de la Termodinámica o principio de generalización del equilibrio térmico entre cuerpos en contacto. Esta ley se usa para comparar la temperatura de dos o más sistemas por el uso común del termómetro. La ley establece: *"cuando dos sistemas o cuerpos están por separado en equilibrio con un tercer sistema, entonces los dos sistemas también están en equilibrio uno con el otro"*. Una proposición equivalente de la ley dice: *"si la energía calorífica del material 1 es igual a la energía calorífica del material 3, y la de 2 es igual a la energía calorífica del material 3, entonces las de 1 y 2 deben ser también iguales"*. El concepto que se deriva de la ley cero es la *temperatura* y entonces la ley se formula cuantitativamente como sigue: si $T_1 = T_3$ y $T_2 = T_3$, entonces $T_1 = T_2$, donde 1, 2 y 3 designan sistemas. La importancia de la ley es que si dos sistemas 1 y 2 no están en contacto y queremos saber si ellos están a la misma temperatura, entonces la aplicación de la ecuación anterior lo hace posible si hay contacto entre los sistemas 1 y 3 y 2 y 3. La ley implica que el equilibrio térmico es una relación transitiva que proporciona base científica a la termometría y al establecimiento de las escalas empíricas de temperatura. En la práctica, el tercer sistema de la ley cero es un termómetro. Se pone en contacto térmico con un conjunto de patrones de temperatura, y se calibra. Posteriormente, el termómetro se lleva al equilibrio con un sistema de temperatura desconocida, y se determina un valor. Si existe equilibrio durante el proceso de calibración y durante el ensayo con el sistema, en virtud de la ley cero, la temperatura del sistema debe ser la misma que la establecida con los patrones de calibración.

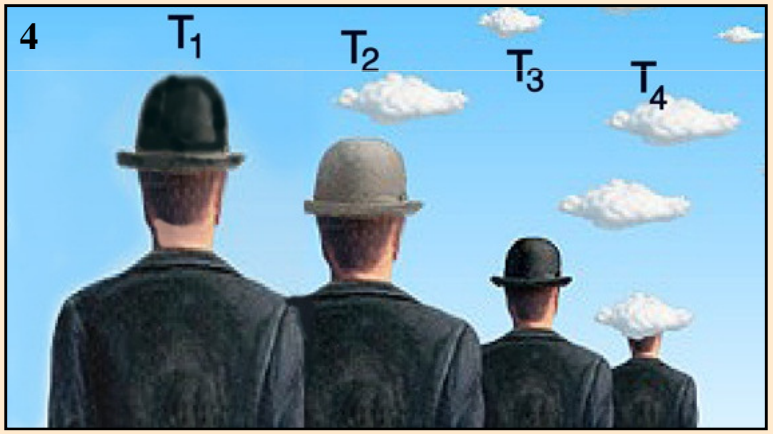
La Fig. 4 ilustra esta ley transitiva mediante una obra del artista surrealista belga Magritte (1898-1967)

donde se aplica la siguiente formulación cuantitativa: si $T_1 = T_4$; $T_2 = T_4$; $T_3 = T_4$ entonces $T_1 = T_2$; $T_1 = T_3$ y $T_2 = T_3$. En la Fig. 5 de Fernando Botero el parámetro es la masa donde si $m_1 = m_3$ y $m_2 = m_3$, entonces $m_1 = m_2$.

1

2

3


4
T_1
T_2
T_3
T_4

5
6
m_1
m_2
m_3