

Determinación del cero absoluto en la escala Kelvin

Resumen: *Presentamos una aplicación física donde el cálculo de límites laterales es la herramienta matemática fundamental.*

Si consultamos en la Wikipedia el concepto de cero absoluto encontramos lo siguiente:

El cero absoluto es la temperatura teórica más baja posible y se caracteriza por la total ausencia de calor. A esta temperatura el nivel de energía del sistema es el más bajo posible por lo que las partículas, según la mecánica clásica, carecen de movimiento; no obstante, según la mecánica cuántica, en el cero absoluto debe tener una energía residual, llamada energía de punto cero para poder cumplir el principio de indeterminación de Heisenberg.

El cero absoluto sirve de punto de partida tanto para la escala de Kelvin como para la escala de Rankine. Así, $0^\circ K$ corresponden, aproximadamente, a la temperatura de $-273,15^\circ C$ y $-459,7^\circ F$.

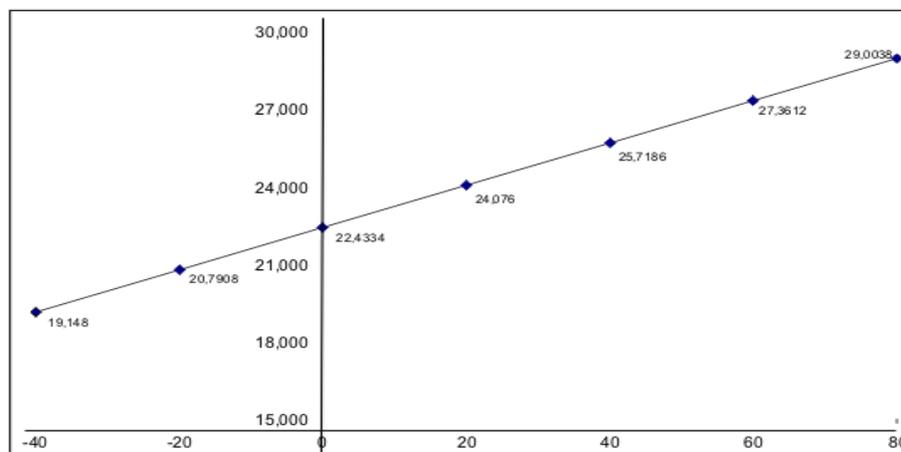
Según la tercera ley de la termodinámica el cero absoluto es un límite inalcanzable.

En la escala Kelvin, el cero absoluto es la temperatura $0^\circ K$. A pesar de que se han obtenido temperaturas muy pequeñas en laboratorio, nunca se ha alcanzado el cero absoluto, ni nunca se conseguirá. ¿Cómo determinaron entonces los científicos este valor de $0^\circ K$ como límite inferior de la temperatura de la materia? ¿A qué equivale este cero absoluto en la escala Celcius?

La determinación del cero absoluto proviene del trabajo del físico francés Jaques Charles(1746-1823), quien descubrió que el volumen de un gas a presión constante crece de manera lineal, esto es una prerepresentación funcional, con respecto a la temperatura.

En la tabla siguiente se ilustra la relación entre volumen y temperatura. Un mol de hidrógeno se mantiene a presión constante de una atmósfera; el volumen V se mide en litros y la temperatura T se mide en grados Celcius.

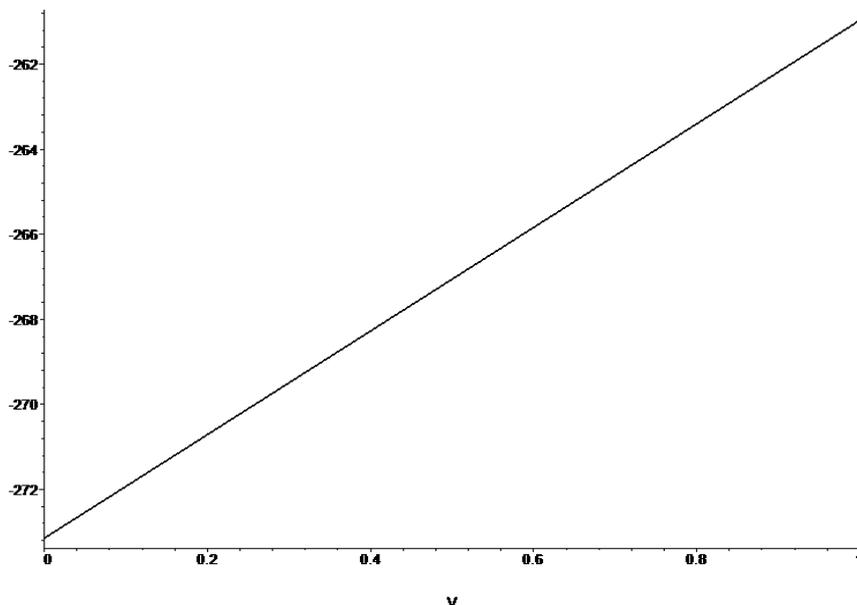
T	-40	-20	0	20	40	60	80
V	19,1482	20,7908	22,4334	24,0760	25,7186	27,3612	29,0038



Empleando dichos puntos, se puede determinar que T y V se relacionan a través de la ecuación

$$\frac{V - 22,4334}{24,0760 - 22,4334} = \frac{T - 0}{20 - 0} \implies T = \frac{V - 22,4334}{0,08213}$$

Su gráfica para V en $[0, 1]$ es



Mediante el razonamiento de que el volumen del gas puede tender a cero (pero nunca ser igual o menor que cero) se puede concluir que la temperatura mínima posible se obtiene por medio de

$$\lim_{V \rightarrow 0^+} T = \lim_{V \rightarrow 0^+} \frac{V - 22,4334}{0,08213} = \frac{-22,4334}{0,08213} \simeq -273,15$$

De tal manera, el cero absoluto en la escala Kelvin es de aproximadamente $-273,15^\circ\text{C}$. De aquí se sigue la fórmula de conversión de grados celsius a grados Kelvin

$$T(^{\circ}\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.$$