

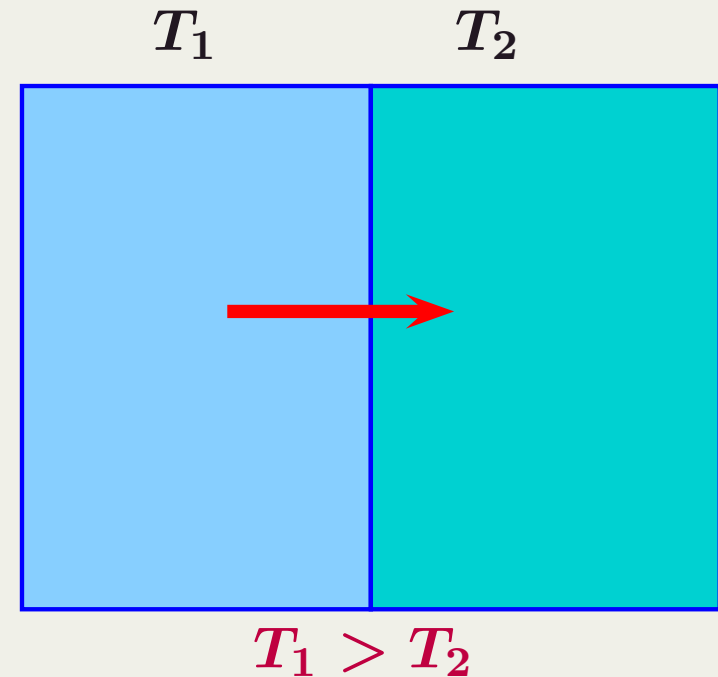
Ley cero de la termodinámica

Jesús Hernández Trujillo
Facultad de Química, UNAM

Febrero de 2018

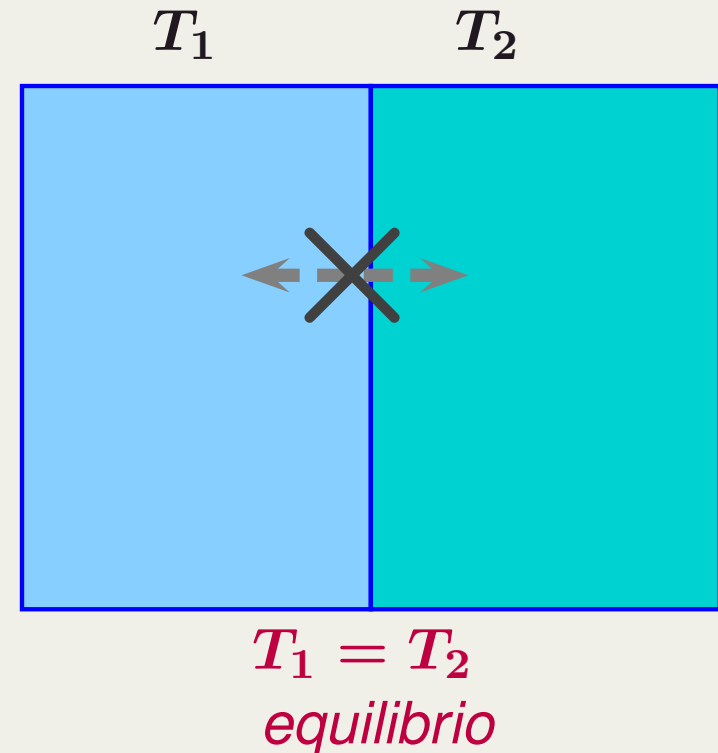
Temperatura

- Dos sistemas en contacto con una pared diatérmica:
- La temperatura es la propiedad que indica la dirección de flujo de energía entre los sistemas.

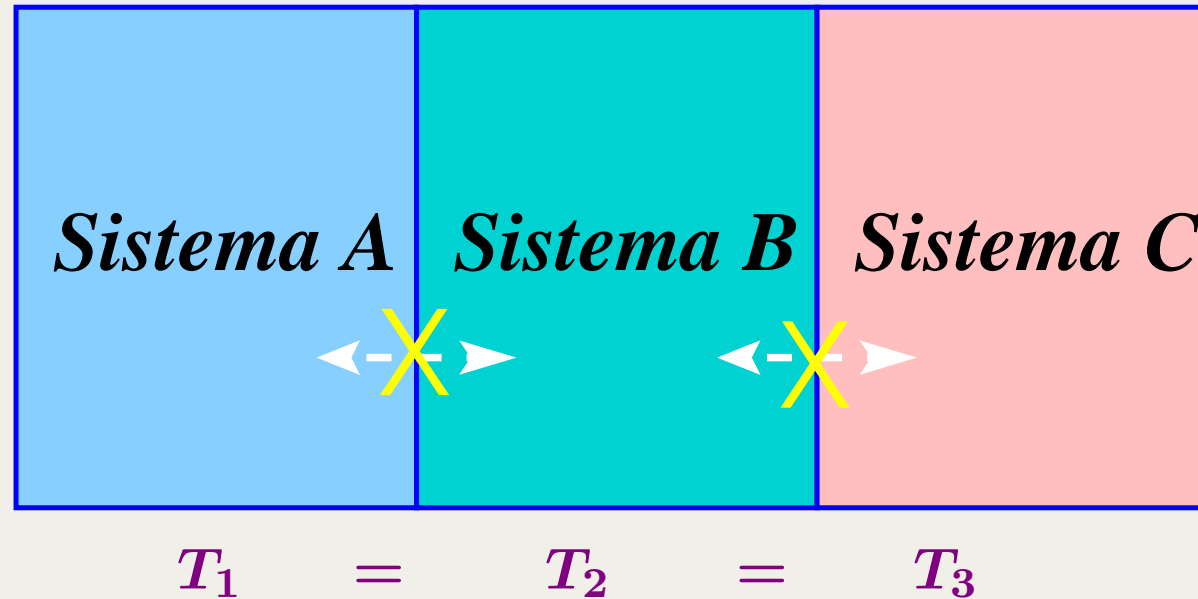


Temperatura

- Dos sistemas en contacto con una pared diatérmica:
- La temperatura es la propiedad que indica la dirección de flujo de energía entre los sistemas.
- Dos sistemas en equilibrio mediante una pared diatérmica están a la misma temperatura.



observación
experimental:



Si A está en equilibrio térmico con B y a su vez B está en equilibrio térmico con C, entonces A está en equilibrio térmico con C.

Ley cero de la termodinámica

La condición de equilibrio térmico es transitiva.

La Ley cero:

- Permite definir la variable no mecánica **temperatura**, T , y su medición.
- Asegura que existe **relación funcional** entre T y las variables mecánicas del sistema:

$$T = f(\underbrace{X_1, X_2, \dots, X_N}_{\text{variables mecánicas}}) \quad \text{Relación empírica}$$

- A nivel molecular, T se relaciona con la energía cinética promedio de los átomos o moléculas del sistema (**mecánica estadística**)
- Justifica la definición y construcción de un **termómetro**
- Un termómetro es un aparato que permite medir la temperatura en términos de las variables mecánicas del sistema

Por ejemplo:

Una columna de mercurio

- **Termómetro:**

Sistema termodinámico en el que todas excepto una variable mecánica permanecen fijas.

- La variable mecánica que no está fija se llama **propiedad termométrica**

Ejemplos:

- Volumen de una columna líquida
 - La presión de un gas a volumen constante
 - La resistencia eléctrica de un alambre de platino
 - La radiación emitida por un sólido caliente
- A la propiedad termométrica se le permite variar con la temperatura

Más ejemplos:

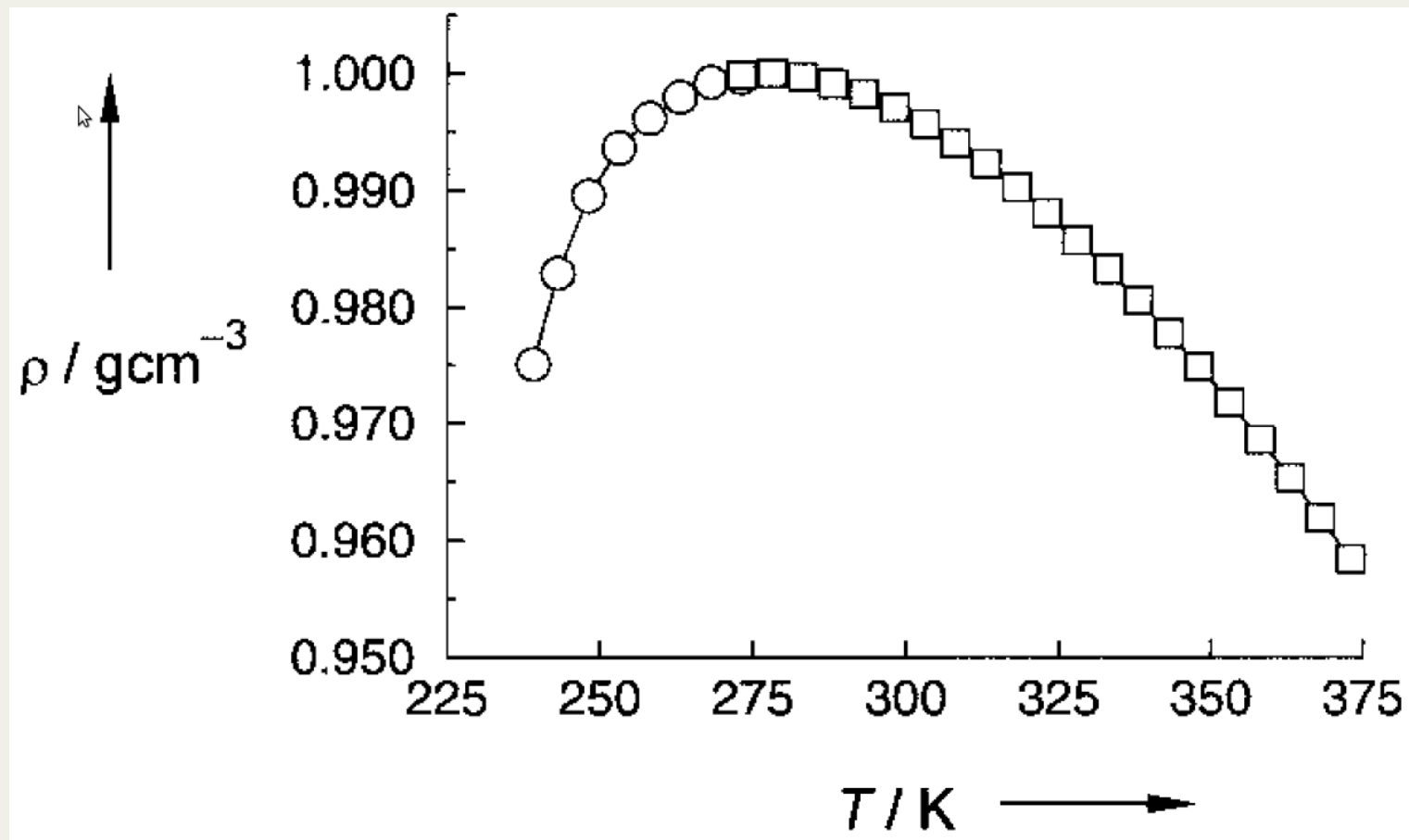


Pasos para la construcción de un termómetro:

1. Selección de un sistema termodinámico de referencia
 - Es homogéneo
 - Tiene composición fija
2. Elección de una escala de temperatura (conjunto arbitrario de números y método de asignación de valores de temperatura)
 - El termómetro ha de ser tal que asigne un solo valor a cada temperatura
 - El intervalo de temperaturas se establece asignando puntos fijos

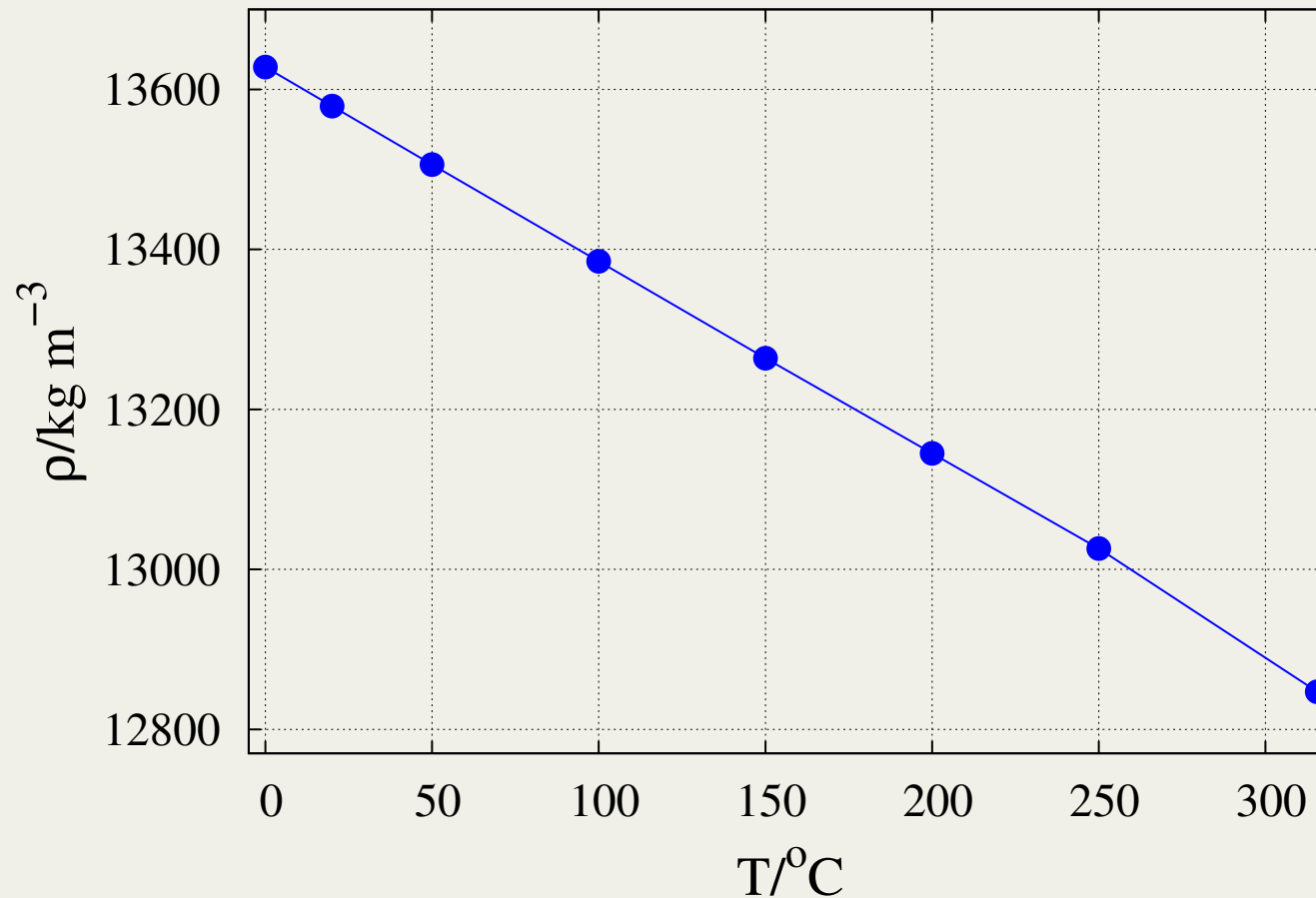
Ejemplos:

- El agua líquida no puede ser la sustancia de trabajo de un termómetro cerca de su punto de fusión a 1 atm



Ejemplos:

- El mercurio sí puede ser la sustancia de trabajo en las condiciones anteriores



fuentes: www.engineeringtooltoc.com/mercury-d_1002.html

Los valores de los puntos fijos dependen de:

- La sustancia que se use como termómetro
- La propiedad termométrica
- El diseño o construcción del termómetro

Ejemplo:

Escala de temperaturas en grados Celsius

- La temperatura θ es una función lineal del volumen de un líquido.

$$\theta = k_1 V + b, \quad k_1, b \text{ constantes}$$

- Si el líquido se coloca en un capilar de altura h :

$$\theta = k_1 (Ah) + b$$

Es decir:

$$\theta = kh + b, \quad k = k_1 A$$



- Para encontrar k y b :

$\theta = 0^{\circ}\text{C}$: punto de fusión del hielo

$\theta = 100^{\circ}\text{C}$: punto de ebullición del agua

⇒ a 1 atm

- Dividir en 100 intervalos iguales el segmento entre 0 y 100°C .

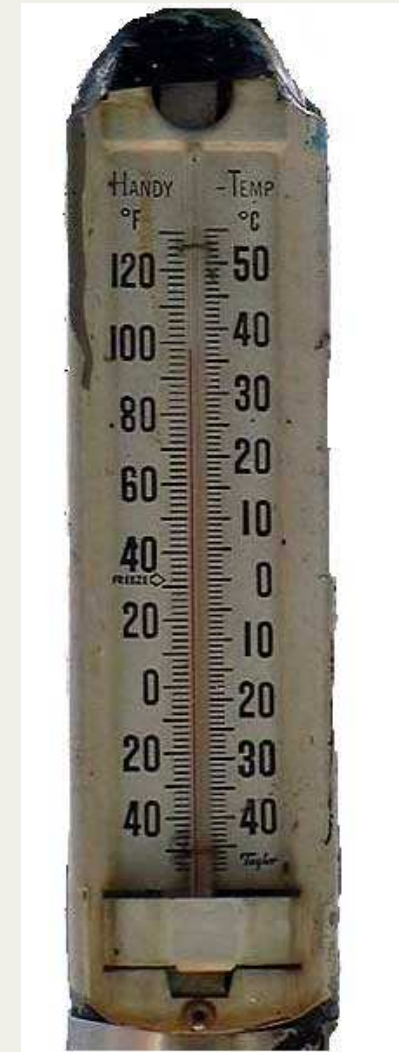
- Otra opción: Grados Farenheit

$\theta_F = 32^{\circ}\text{F}$: punto de fusión del hielo

$\theta_F = 212^{\circ}\text{F}$: punto de ebullición del agua

⇒ a 1 atm

- Dividir en 180 intervalos iguales el segmento entre 32 y 212°C



Ejercicio:

En base a la información anterior, obtén la expresión para realizar la conversión de grados Celsius, θ , a Farenheit, θ_F

Lectura recomendada:

“Fahrenheit and Celsius, A story”,
E. R. Jones, Jr., *The Physics Teacher*, **vol. 18**, páginas 594–595 (1980)