

# 1 Temperatura

Por experiencia se sabe que muchas propiedades físicas de los cuerpos cambian si los calentamos. Por ejemplo el volumen de una columna de Mercurio aumenta al aplicarle una llama. Con esta observación podemos construir un termómetro elemental que nos permite especificar cuando dos objetos tienen dos temperaturas distintas. (Si pongo en contacto un objeto con el termómetro elemental y espero un tiempo suficiente la columna de Mercurio se estabilizará. Esto define la temperatura del objeto. Naturalmente se supone que el objeto+termómetro están aislados del resto del Universo.)

Para definir temperatura necesitamos introducir dos conceptos básicos:

**Contacto térmico**

**Equilibrio térmico**

Dos sistemas físicos están en contacto térmico cuando es posible el intercambio de calor entre ellos. Daremos una definición cuantitativa del calor cuando estudiemos la Primera Ley. Por ahora basta decir que el calor es la forma de energía que se intercambia entre los dos sistemas debido a una diferencia de temperatura entre ellos.

Dos sistemas están en equilibrio térmico cuando, estando en contacto térmico, ya no intercambian energía en forma de calor. Veremos que esto implica que las temperaturas de los dos sistemas son iguales.

Consideremos tres objetos, A,B,C, donde C es un termómetro. Pongo A en contacto térmico con C y espero hasta lograr el equilibrio térmico. Leo la altura del termómetro. Luego hago lo mismo con B. Si las dos lecturas en C coinciden, entonces A y B están en equilibrio térmico. Esto da lugar a la:

**Ley Cero de la Termodinámica:** Si A y B están en equilibrio térmico con C, entonces A está en equilibrio térmico con B Note que esto define una relación de equivalencia en el conjunto de Sistemas Físicos. La propiedad que iguala a los sistemas en equilibrio térmico se llama temperatura. Podemos decir ahora que:

- Si A y B tienen la misma temperatura están en equilibrio térmico.
- Si A y B tienen temperaturas diferentes, no están en equilibrio térmico.

### **Escalas de Temperatura**

-0° Celsius: Punto de congelamiento del agua: Agua y hielo en equilibrio térmico a la presión de una atmósfera.

- 100° Celsius: Punto de ebullición del agua: Agua y vapor en equilibrio térmico a una atmósfera.

La escala se divide en 100 partes iguales, cada una corresponde a 1°Celsius.

### **Escala Fahrenheit**

- 32°F : Punto de congelamiento del agua: Agua y hielo en equilibrio térmico a la presión de una atmósfera.

- 212°F: Punto de ebullición del agua: Agua y vapor en equilibrio térmico a una atmósfera.

$$F = 1.8C + 32$$

## 1.1 El termómetro de gas a volumen constante

Las lecturas de temperatura en un termómetro de gas son casi independientes de la sustancia utilizada, para bajas densidades y presiones (gas ideal). La propiedad que define la temperatura es el cambio de presión con la temperatura.

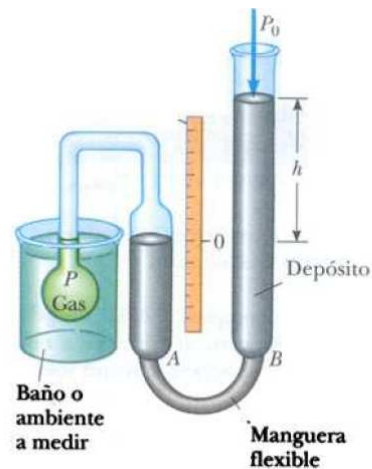


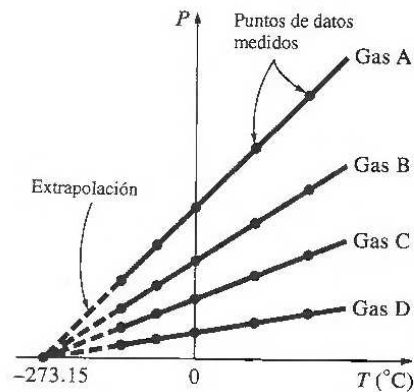
Figura 1.

## 1.2 Escala absoluta de temperatura

Se hace un gráfico  $P$  versus  $T$ (Celcius) y se extrapola a  $P$  nulo. Se obtiene  $T$ (Celcius)=-273.15. A esta temperatura el gas tiene presión cero. Se llama el cero absoluto de temperatura. Así se introduce la escala absoluta de temperatura, que se mide en grados Kelvin (K):

$$T = T_c + 273.15$$

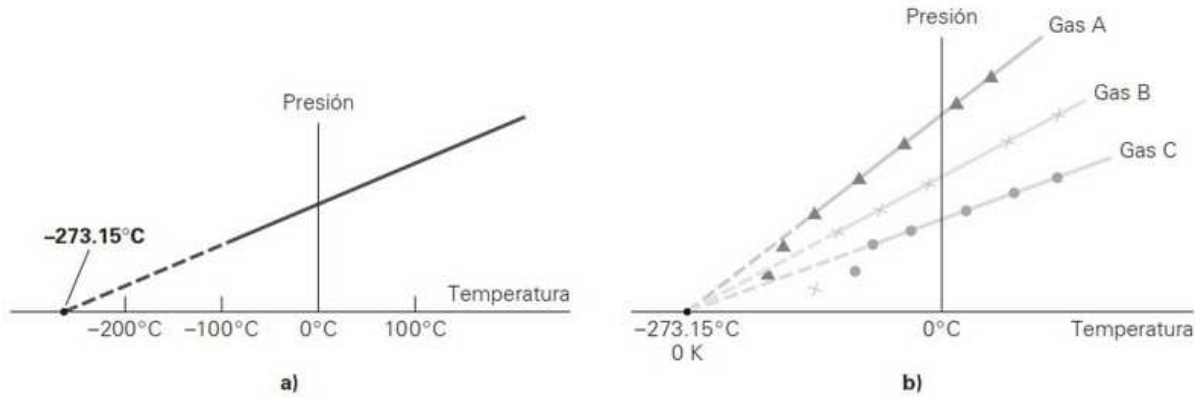
A partir de 1954 se usa como referencia el punto triple del agua: En este punto coexisten el gas, el líquido y el sólido. Se da para una única presión y temperatura:  $T_3 = 273.16K$  , presión=4.58mm de Hg.



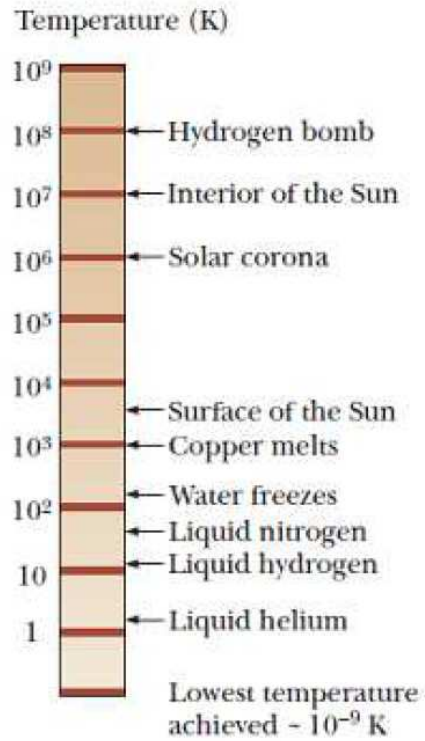
**Figura 2.** Datos experimentales obtenidos con un termómetro de gas a volumen constante, utilizando distintos gases.

### Presión contra temperatura

a) Un gas de baja densidad cuyo volumen se mantiene constante da una línea recta en una gráfica de  $p$  contra  $T$ , es decir,  $p = (Nk_B/V)T$ . Si la línea se extiende hasta el punto de presión cero, se obtiene una temperatura de  $-273.15^\circ\text{C}$ , la cual se toma como cero absoluto. b) La extrapolación de las líneas correspondientes a todos los gases de baja densidad indica la misma temperatura de cero absoluto. El comportamiento real de los gases se desvía de esta relación de línea recta a bajas temperaturas porque los gases comienzan a licuarse.



**Figura 3.**



**Figura 4.**

## 1.3 Termómetros

- Detectores resistivos de temperatura (-180 °C y 670 °C)

variación de la resistencia eléctrica con la temperatura.

- Termocupla (-200 °C y 1700 °C)  
efecto seebeck, variación del voltaje en la junta de metales debido a una diferencia de temperatura
- Pirometro Optico (700 °C y 3200 °C)  
capta la radiación emitida por un objeto.
- Cámara termográfica ( $T < 200^{\circ}\text{C}$ )  
emisiones de infrarojo del espectro electromagnético.

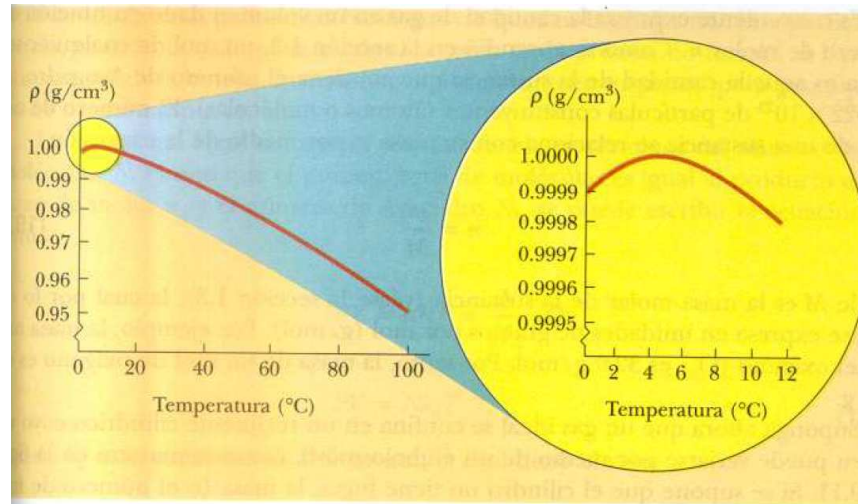


**Figura 5.** Termografía de un auto, donde se observan las diferentes temperaturas de sus partes.

## 1.4 Insólita propiedad del agua

La curva de densidad versus temperatura del agua tiene un máximo para  $4^{\circ}$  Celsius ( $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ). Esta notable propiedad hace que el agua se congele en la superficie

primero (el hielo flota) mientras el agua del fondo sigue cercana a 4° C. De no ser esto así desaparecería la vida en el mar.



**Figura 6.** La densidad máxima del agua ocurre a 4 °C.