

Clase 1.1. Termodinámica. Conceptos Fundamentales

Sistemas Termodinámicos:

Sistema: Es una cantidad de materia o una región en el espacio elegida para estudio. La masa o región fuera del sistema recibe el nombre de alrededores (o medio ambiente).

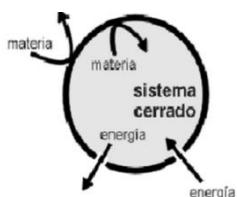
Límite del sistema: Superficie o pared o frontera que delimita al sistema termodinámico, la cual puede ser física o imaginaria, variable o invariable en su forma y/o volumen, adiabática o diatérmica.



Universo: Sistema + medio ambiente (alrededores).

Los sistemas, por sus interacciones con el medio se clasifican en cerrados, abiertos y aislados.

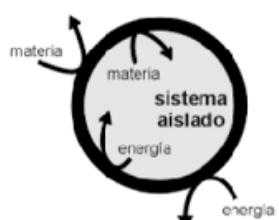
Sistema cerrado: Es aquel que no puede intercambiar materia con el medio, pero sí energía.



Sistema abierto: Es aquel que puede intercambiar materia y energía con el medio.



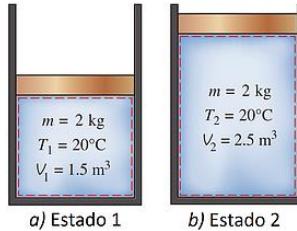
Sistema aislado: No se produce intercambio alguno de materia ni energía con el medio.



Estado de un Sistema: El estado de un sistema termodinámico queda determinado por los valores de ciertas magnitudes medibles experimentalmente denominadas coordenadas termodinámicas (o propiedades o variables de estado).

Ejemplos: temperatura, presión, volumen, etc.

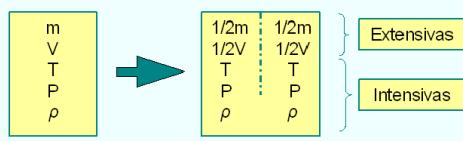
Sistema termodinámico: Es aquel sistema que puede ser descrito en términos de coordenadas termodinámicas. La figura muestra un sistema en dos estados diferentes.



Propiedades extensivas e intensivas

Propiedades extensivas: Son proporcionales a la masa del sistema. Son propiedades aditivas. Ejemplos: volumen total, energía total, etc.

Propiedades intensivas: Son independientes de la masa. Si el sistema se divide en varios subsistemas su valor permanecerá inalterable, por este motivo no son aditivas. Ejemplos: temperatura, presión, densidad, etc.



Valor específico de una propiedad extensiva: Se define como el cuociente del valor de la propiedad por la masa del sistema.

Ejemplo: volumen específico (v) = volumen total (V)/masa (m).

$$v = \frac{V}{m}$$

Valor molar específico: Razón de una propiedad extensiva al número de moles.

$$v = \frac{V}{n} \quad n: \text{número de moles del Sistema.}$$

Densidad y Presión

Densidad (letra griega ρ (rho)): Cuociente entre la masa de una sustancia y su volumen.

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{m}{V}$$

Unidad de densidad en el SI: kg/m³

Presión: Cuando se sumerge un cuerpo en un fluido como el agua, el fluido ejerce una fuerza perpendicular a la superficie del cuerpo en cada punto de la superficie. Esta fuerza por unidad de área se denomina presión del fluido:

$$P = \frac{\text{Fuerza}}{\text{área}} = \frac{F}{A}$$

Unidad de presión en el SI: Newton/ metro cuadrado (N/m²).

Pascal (Pa) = Newton/ metro cuadrado (N/m²).

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Otra unidad común es la atmósfera (atm), que es aproximadamente la presión del aire a nivel del mar.

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Presión atmosférica: Es la presión de la atmósfera terrestre, es decir, la presión en el fondo de este “mar” de aire en que vivimos. Esta presión varía con el estado del tiempo y con la altitud. La presión atmosférica normal al nivel del mar (valor medio) es 1 atmósfera.

Pared Adiabática y Diatérmica

Pared adiabática: Capa ideal que impide toda variación de temperatura del sistema. Esta pared está formada por una capa de un material aislante (Ejemplos: gruesas capas de hormigón, lana de vidrio, etc.) Estas capas no permiten el intercambio de materia ni el flujo de calor.

Un sistema incluido en el interior de una pared adiabática, puede permanecer indefinidamente a una temperatura distinta a la del medio ambiente, sin que alcance el equilibrio térmico con él.

Una superficie adiabática ideal es aquella en la cual el flujo de calor a través de ella es cero, aún cuando exista una diferencia de temperatura entre sus caras opuestas.

Pared diatérmica: Permiten el flujo de calor, pero no el intercambio de materia. Estas paredes están compuestas por un material buen conductor térmico (Ejemplo: lámina delgada de cobre).

La temperatura de un sistema incluido en una superficie límite diatérmica, se approxima muy rápidamente a la de su medio ambiente exterior.

Estado de Equilibrio: un sistema está en equilibrio cuando no tiene tendencia por sí mismo para cambiar su estado, y por tanto sus propiedades.

Equilibrio Térmico y Temperatura

Concepto de temperatura: Tiene su origen en las percepciones sensoriales del hombre. Puede vincularse con la sensación relativa de calor y frío.

Para alcanzar una medición objetiva del sentido de temperatura, hay que establecer un criterio de igualdad de temperatura.

Consideremos el siguiente ejemplo:

Dos bloques metálicos A y B del mismo material. Nuestro tacto nos dice que A está más caliente que B.

Si A y B se ponen en contacto uno con el otro, encontramos que después de un tiempo suficiente, los dos parecen estar a igual temperatura. Se dice que A y B se encuentran en equilibrio térmico.

Equilibrio térmico: Estado en la cual la temperatura del sistema es la misma en todos los puntos.

Todos los objetos ordinarios poseen una propiedad física que determina si están o no en equilibrio térmico con otros objetos en contacto. Esta propiedad es la temperatura.

- Si dos cuerpos están en equilibrio térmico cuando se ponen en contacto, por definición sus temperaturas son iguales.
- Recíprocamente, si las temperaturas de dos cuerpos son iguales, al ponerlos en contacto estarán en equilibrio térmico.

Principio cero de la termodinámica

Si dos cuerpos, A y B, por separado están en equilibrio térmico con un tercer cuerpo C, entonces A y B están en equilibrio térmico entre sí.

Los cuerpos A y B están en equilibrio térmico si poseen igual temperatura.

Temperatura

La temperatura de un objeto está directamente relacionada con la energía cinética de los átomos y moléculas que componen dicho objeto. Nuestra percepción de lo frío y lo caliente es una medida de la rapidez con la que intercambian energía los objetos.

Medición de temperatura:

- Se necesita un “aparato de medida”.
- Se basa en la variación de las propiedades físicas de los materiales con la temperatura. Ejemplo: Propiedad física: cambio de volumen de un líquido.

Termómetro de mercurio:

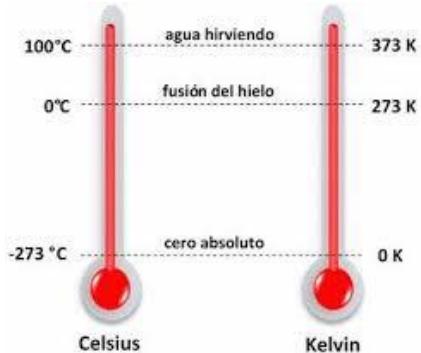
- La temperatura tiene dependencia lineal con la longitud de la columna de mercurio dentro del capilar de vidrio.
- Se realizan graduaciones separadas a intervalos iguales para indicar los valores de la temperatura entre dos puntos fijos.
- Estos puntos pueden ser los puntos de congelación (fusión del hielo) y ebullición normales del agua (normal = 1 atm de presión). Esto se denomina calibración.
- A esta escala se le denomina escala Celsius de temperatura, si elegimos 0°C en el punto de fusión o congelación y 100°C en el punto de ebullición.

Otros termómetros: De resistencia, gas a volumen constante, etc.

Nota: Como el grado Celsius y el kelvin tienen el mismo tamaño, las diferencias de temperaturas son las mismas tanto en la escala Celsius como en la escala de temperatura absoluta (se denomina también escala Kelvin). Esto quiere decir, que una variación de 1 K es idéntica a una variación de 1 °C.

Para convertir de grados Celsius a Kelvin, basta con sumar 273,15.

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$$



Otra escala de temperatura es la escala Fahrenheit (°F). En esta escala el agua se congela a 32°F y hierve a 212°F. Relación entre temperatura en grados Celsius y en grados Fahrenheit:

$$T(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[T(^{\circ}F) - 32^{\circ}F]$$

Equilibrio Termodinámico

Supongamos un sistema arbitrario aislado y abandonado a sí mismo:

Si inicialmente existen diferencias de temperatura entre partes del sistema, después de un tiempo suficientemente largo, la temperatura será la misma en todos los puntos y entonces se dice que el sistema se encuentra en equilibrio térmico.

Si existen variaciones de presión o de tensión elástica dentro del sistema, partes de él se desplazarán, se expansionarán o se contraerán. Eventualmente, estos movimientos, expansiones o contracciones, cesarán y, cuando esto ocurra, diremos que el sistema está en equilibrio mecánico.

Supongamos que un sistema contiene sustancias que pueden reaccionar químicamente. Después de un tiempo suficientemente largo habrán tenido lugar todas las reacciones químicas posibles y el sistema se dice que está en equilibrio químico.

Equilibrio Termodinámico: El sistema está en equilibrio térmico, mecánico y químico.

Procesos

Proceso o transformación: Cuando alguna de las propiedades del sistema cambia, el estado del sistema se modifica y se dice que experimenta un proceso o transformación.

Proceso cuasiestático (casi estático): Si el proceso se realiza de modo que en cada instante el sistema difiere solo infinitesimalmente de un estado de equilibrio. Se aproxima a una sucesión de estados de equilibrio.

Proceso no cuasiestático: Si existen diferencias finitas con el equilibrio. Todos los procesos reales son no cuasiestáticos (Debido a que tienen lugar con diferencias finitas de P, T, etc.).

Proceso Adiabático: Aquel proceso en el cual el sistema termodinámico no intercambia calor (Q) con el medio (entorno).

Proceso Reversible: Aquel proceso cuyo “sentido” pueda invertirse por un cambio infinitesimal en alguna propiedad del sistema. Se hace evolucionar a un sistema termodinámico desde un estado de equilibrio inicial a otro nuevo estado de equilibrio final a través de infinitos estados de equilibrio.

Nota:

Si la temperatura de un sistema dentro de unos límites diatérmicos es siempre ligeramente inferior que la de su entorno, existirá un flujo procedente de éste hacia el sistema, si en cambio, la temperatura del sistema es ligeramente superior a la del medio exterior, existirá un flujo de calor en sentido opuesto. Tal proceso es, por tanto, reversible, así como cuasiestático.

Proceso Irreversible: Si existe una diferencia finita de temperaturas entre el sistema y el medio ambiente, el sentido de flujo de calor no puede invertirse por un cambio infinitesimal en la temperatura del sistema. En este caso el proceso es irreversible, así como no cuasiestático.

Muchos procesos se caracterizan por el hecho de que alguna propiedad de un sistema permanece constante durante el proceso.

Proceso Isócoro: Cuando el volumen del sistema permanece constante.

Proceso Isobárico: Si la presión permanece constante.

Proceso Isotérmico: Si la temperatura permanece constante.

Figura: Representación en un diagrama presión-volumen de diferentes procesos (isobárico, isotérmico e isócoro).

