

Resumen de Termodinámica, v0.1

Primera Temporada.

Equilibrio, estabilidad y temperatura.



Episodios de apoyo al libro:

<http://termo.red/libro/>

© Diego Saravia <mailto:dsa@ututo.org>

1.2.- Sistema material

Es una porción de nuestro universo físico.



Rosas del desierto.

1.3.- Cambio, diferencia y estado

Se observan, detectan y miden experimentalmente.



Huracán.

1.4.- Paredes, cerrado

- ↪ Un sistema puede o no estar encerrado en un recipiente.
- ↪ Los recipientes pueden tener paredes. Éstas pueden dejar pasar materia o no.
- ↪ Sólo estudiaremos aquí sistemas cerrados, que no intercambian materia.

1.5.- Aislado

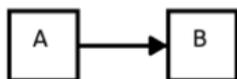
Sus cambios no influyen en el exterior, y los cambios del exterior no influyen en él.

1.6.- Reversible

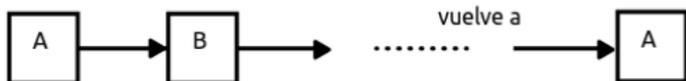
Cuando todo el universo, o una porción aislada que incluya al sistema, vuelve a cambiar hacia un estado previo.

1.7.- Reversible

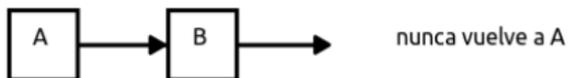
El cambio, en el sistema universo



Es reversible si



Es irreversible si



Dsa - Termo - FDL - 2018

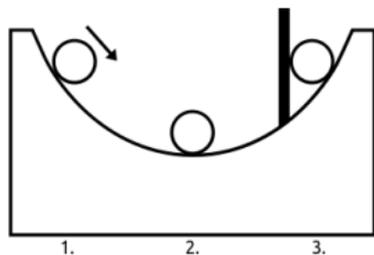
1.8.- Reversible



Un cambio irreversible.

1.9.- Equilibrio

Un sistema aislado que no cambia.



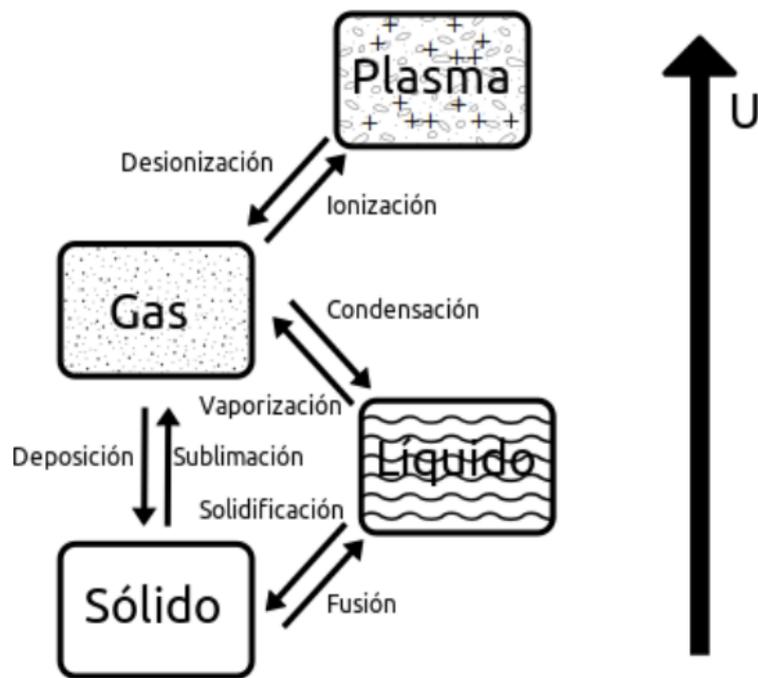
Dsa - Termo - FDL - 2018

1. no está en equilibrio, 2. sí y la 3.
también, bloqueada.

1.10.- Tipos de fases

- **Sólido:** mantiene el volumen y la forma.
- **Líquido:** mantiene el volumen, no la forma.
- **Gas o vapor:** no mantiene ni una, ni otro.
- **Plasma:** algunos incluyen un estado con carga eléctrica.

1.11.- Tipos de fases



1.12.- Tipos de fases

Puede haber muchas fases diferentes, del mismo tipo, en un sistema material.

1.13.- Predecible

- ↪ Queremos predecir (hacemos ciencia) el futuro de los sistemas materiales que estudiamos, que son deterministas.
- ↪ Si podemos predecir el próximo estado sabemos que conocemos totalmente el actual.

1.14.- Variables numéricas

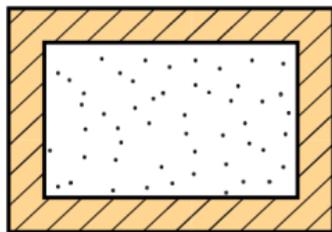
- ↪ Con cada una de ellas identificamos parcialmente el estado de un sistema.
- ↪ Con un conjunto, totalmente.

1.15.- Volumen V , m^3

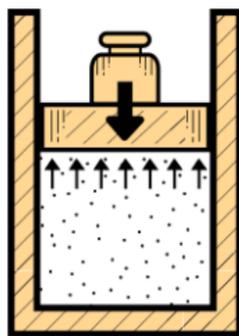
Tamaño.

- ↪ Un sistema puede o no cambiar de volumen, usando paredes móviles.
- ↪ Podemos usar uno o varios volúmenes, que no sean el total del sistema.

1.16.- Pared fija y móvil



Dsa - Termo - FDL - 2018



Dsa - Termo - FDL - 2018

1.17.- Cantidad de Materia N , *mol*

Cantidad de moléculas, de cada tipo que hay en el sistema.

↪ Suele indicarse en moles, son como si fueran docenas, pero con $6,02214076 \cdot 10^{23}$ unidades.

1.18.- Masa M , kg

La calculamos:

- ↪ A partir del peso (fuerza) del sistema en una gravedad dada.
- ↪ También con los moles de cada tipo de moléculas.

1.19.- Presión P , $Pa = \frac{N}{m^2}$

Fuerza por unidad de superficie.

↪ Si el sistema es uniforme, está en equilibrio y no tiene mucha altura, podemos asumir que hay una presión única.

1.20.- Variables extensivas

Son las que si, se divide el sistema en dos partes, la variable del sistema es la suma de las variables en ámbas pártes.

$$V, N, M$$

1.21.- Variables intensivas

Son las que valen lo mismo en todo o en cualquier parte de un sistema homogéneo en equilibrio.

ρ

1.22.- Producto y división

- ↪ Una intensiva por una extensiva da una extensiva.
- ↪ Toda extensiva dividida por otra extensiva es intensiva. Por ejemplo: densidad $\delta = \frac{M}{V}$

1.23.- Balance

Imaginemos una caja con dinero.

Podemos:

- Saber cuanto hay.
- Sacar dinero.
- Ponerlo.
- Destruir billetes.
- Firmar cheques y crear dinero.

1.24.- Balance

Sumando lo que:

- había
- + entró - salió
- + creamos - destruimos
- = habrá

1.25.- Balance

↪ Entre dos momentos en el volumen:

$$\text{habrá} - \text{había} = \Delta \text{hay}$$

↪ En el volumen:

$$\text{generación} = \text{creó} - \text{destruyó}$$

1.26.- Balance

↪ Ingresando por las fronteras o paredes, en dos momentos:

desplazamiento = entró - salió

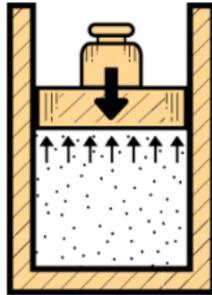
$$\text{flujo} = \frac{\text{entró} - \text{salió}}{\Delta t}$$

1.27.- Balance

- ↪ Algunas cantidades extensivas son balanceables (Masa), otras no (Calor).
- ↪ De las variables intensivas no podemos saber cuanto entra o sale, sí cuanto cambia en el tiempo dado.

1.28.- Pistón

Un pistón esta conformado por una pared móvil y una pared fija, que confinan a un sistema.



1.29.- Pistón

- ↪ La tapa del pistón, o pared móvil, tiene dos fuerzas actuantes sobre sí, la externa y la del sistema que contiene, que suele pensarse en términos de presión, ambas contrarias.
- ↪ Estudiaremos varios tipos de sistemas en un pistón:

1.30.- Sólido o líquido ideal

- ↪ No cambiarán su volumen ante ninguna presión.
- ↪ La presión cambiará y siempre será equilibrada, con el mismo volumen.

1.31.- Dos tipos de fases

Bajo ciertas condiciones, puede achicarse o agrandarse sin cambiar la presión.

↪ Si disminuye el volumen, crecerá la cantidad de sustancia en la fase más densa, hasta que toda la sustancia sea de ésta fase, y cambie su comportamiento.

1.32.- Gas

Si se le aplica mas presión, su volumen disminuirá.

1.33.- Gas

- ↪ De acuerdo a las leyes de Newton se espera que donde existan fuerzas y con una resultante distinta a cero sobre un sistema, el sistema se acelere en la dirección y el sentido de la resultante.
- ↪ Si al moverse (con resistencia dinámica), la resultante:

1.34.- Gas

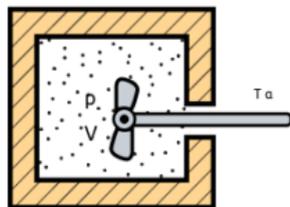
- **Aumenta:** hay realimentación positiva, tendrá una aceleración cada vez mayor y no llegará a un equilibrio. No sucede en sistemas simples.
- **Disminuye:** eventualmente se detendrá en un nuevo punto de equilibrio, con un nuevo volumen para la nueva presión.

1.35.- Gas

- ↪ En un gas existirá una relación inversa entre la presión y el volumen.
- ↪ Si la fuerza externa crece, la tapa achicará el volumen, hasta que la presión interna la equilibre.

1.36.- Paletita

→ Un eje con hélice ingresa a un fluido. Al aplicar un torque, el eje gira en el sentido del torque. Al cesar el torque, deja de girar.



1.37.- Paletita

- ↪ Es muy diferente a un pistón. En el pistón al aumentar la presión el volumen disminuye y uno puede imaginar pistones donde al retirar la presión el volumen vuelva al volumen original (reversible).
- ↪ El volumen no cambia.

1.38.- Paletita

↪ Al girar la paletita en un sentido primero y luego en el contrario, no sólo no se anula el efecto logrado sino que se incrementa. Es totalmente irreversible. No hay forma de revertir lo hecho.

1.39.- Proceso

- ↪ Es una secuencia de cambios, podemos pensarlos como segmentos en un camino.
- ↪ El tiempo entre los extremos de los segmentos, se llama paso.
- ↪ Un ciclo es un proceso que termina donde comienza.

1.40.- Proceso termodinámico

- ↪ Los extremos de los cambios son estados de equilibrio.
- ↪ Una variable de proceso involucra más de un estado, depende del proceso.
- ↪ Las variables de estado de equilibrio y las de proceso son muy usadas en termodinámica.

1.41.- Proceso termodinámico

- ↪ Muchas veces hablamos de variables de un sistema que cambia. Aunque sólo las definimos en estados de equilibrio.
- ↪ En un sistema compuesto que va cambiando mediante flujos que atraviesan sus paredes a través en el tiempo, podemos imaginarnos un proceso similar a uno cuasiestático. Bloqueamos la pared, esperamos el equilibrio, y

1.42.- Proceso cuasiestático

- ↪ Es un proceso termodinámico, controlado. La acción para cada paso es pequeña, la respuesta también y vinculada a la acción.
- ↪ En el límite, cuando el paso es cero y el número de los mismos infinitos, se obtiene un proceso continuo.

1.43.- Cuasiestático o no

Paso a paso, agregamos una pesita al pistón y esperamos el equilibrio.

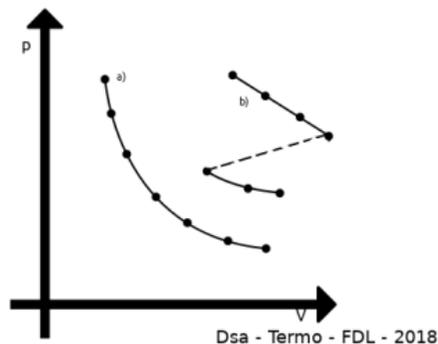


Figura: a) cuasiestático y b) no cuasiestático.

1.44.- Cuasiestático o no

¿Es cuasiestático?:

- **Si:** gas inerte.
- **No:** mezcla combustible. Explota en un punto y da un gran salto. Cambio espontáneo no proporcional a la acción. El tamaño del salto esta dado por las características de la mezcla, no por el paso.

1.45.- Variables: estado, proceso

↪ En un proceso las variables de estado cambian con el tiempo. Si generamos una variable, combinando los valores de las mismas durante todo el proceso, tenemos una de proceso (promedio, suma).

1.46.- Variables: estado, proceso

- ↪ La idea es que la variable de proceso no sea siempre igual al cambio de una de estado.
- ↪ Cuando se encuentra que lo es, suele resultar interesante (entropía, energía).
- ↪ Y se las considera como variable de estado.

1.47.- Variables: estado, proceso

Variable	eq. inicial	cambios→	eq. final
estado	V_i, U_i, S_i		V_f, U_f, S_f
proceso		$\Delta W, \Delta Q,$ ΔS_g	

Algunas variables serán definidas más adelante.

1.48.- Perturbación

- ↪ Cambiando el estado de equilibrio de un sistema aislado, desde afuera, pasando por encima del aislamiento.
- ↪ Se fuerza al sistema hacia un nuevo estado y luego se lo suelta.
- ↪ Una fluctuación es una perturbación espontánea.

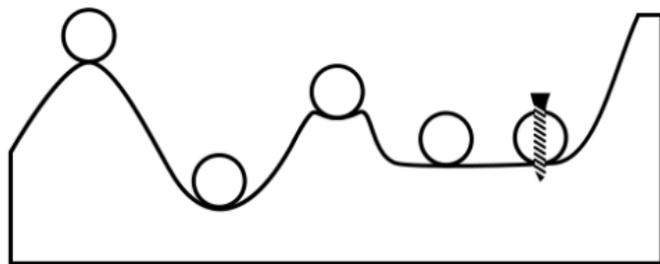
1.49.- Estabilidad

- ↪ Para probarla se perturba el sistema para cada cambio, cada intensidad y en cada sentido posible, dejándolo en reposo.
- ↪ Para cada caso el equilibrio es:

1.50.- Casos de equilibrio

- No queda en equilibrio: **inestable**.
- Retorna: **estable**.
- Queda en otro punto: **metaestable**.
- Queda donde se lo cambió: **indiferente**.
- Imperturbable: **bloqueo**.

1.51.- Analogía de la estabilidad



a) inestable

c) metaestable

e) bloqueado

b) estable

d) indiferente

Dsa - Termo - FDL - 2018

1.52.- Simple, elemental, comp.

- **Simple** o sustancia: no tiene paredes internas.
- **Elemental**: simple, usa sola fase. Homogeneo. Sin cargas eléctricas, magnetismo, aceleración o rotación; inerte.
- **Compuesto**: sistemas simples separados con paredes.

1.53.- Eq. pleno, estado muerto

- Un sistema compuesto está en **equilibrio pleno o mutuo**, cuando no cambia al retirar cualquier pared interna. Si se produce un cambio el equilibrio era parcial.
- Estado **muerto** es cuando está en equilibrio, también con su ambiente.

1.54.- Par. adiabáticas fijas

Son las paredes que aíslan. Las dibujamos como amarillas a rayas.

- ↪ No se alcanza ningún tipo de equilibrio a través de ellas.
- ↪ Nada pasa a través de las mismas, por definición.
- ↪ Experimentalmente podemos verificar que existen.

1.55.- Par. adiabáticas móviles

Si una pared adiabática es móvil, podemos llegar a la misma presión a ambos lados, (pistón).

- ↪ Es un tipo de equilibrio parcial.
- ↪ Se desplaza el volumen (extensiva). Se iguala la presión (intensiva).
- ↪ Es un equilibrio parcial hidráulico.

1.56.- + par. adiabáticas móviles

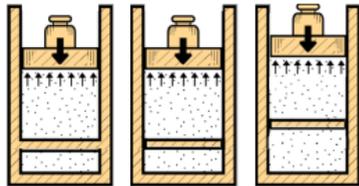
- ↪ Hay paredes adiabáticas móviles similares a las hidráulicas.
- ↪ Ej.: conductoras de electricidad (cables) en sistemas eléctricamente cargados.
- ↪ Serán tomadas como adiabáticas móviles.

1.57.- Paredes diatermas

- ↪ Tenemos un sistema compuesto de dos partes, ambas con la misma sustancia, en equilibrio hidráulico, separado por una adiabática móvil y por una pared X pegada a la anterior.
- ↪ ¿Hay alguna pared X que permita alcanzar un nuevo eq,?

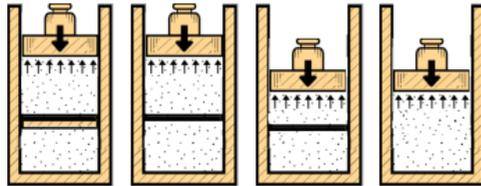
1.58.- Paredes diatermas

↪ Hacemos móvil la pared adiabática fija. Abajo hay mas presión. Sube la movil y la tapa, hasta que la presión sea la atmosférica.



1.59.- Experimento, diaterma

- ↪ Cambiamos la adiabática por X, móvil. X y la tapa se mueven, a un nuevo equilibrio.
- ↪ Retiramos X, y nada cambia. El equilibrio era y es pleno.



1.60.- Paredes diatermas

- ↪ Llamaremos diaterma a X.
- ↪ La existencia de este tipo de paredes es un hecho experimental, es falsable.

1.61.- Paredes permeables

- ↪ Al retirar de la diaterma sólo hay cambios si a ambos lados de la misma hay diferentes sustancias.
- ↪ No estudiamos sistemas abiertos ni desplazamientos de materia ni equilibrios químicos.

1.62.- Eq. parcial: dos tipos

- **Hidráulico:** la presión es igual en los lados de una pared adiabática móvil.
- **Térmico** (ahora definido):
colocamos una pared diaterma y se alcanza otro equilibrio diferente al anterior. Es el único equilibrio que queda para llegar al pleno.

1.63.- Temperatura

- ↪ Podemos preguntarnos si las temperaturas que dijimos iguales a ámbos lados de una pared diaterma tienen algún sentido de orden y si hay forma de medirlas numéricamente.
- ↪ Necesitamos un termómetro.

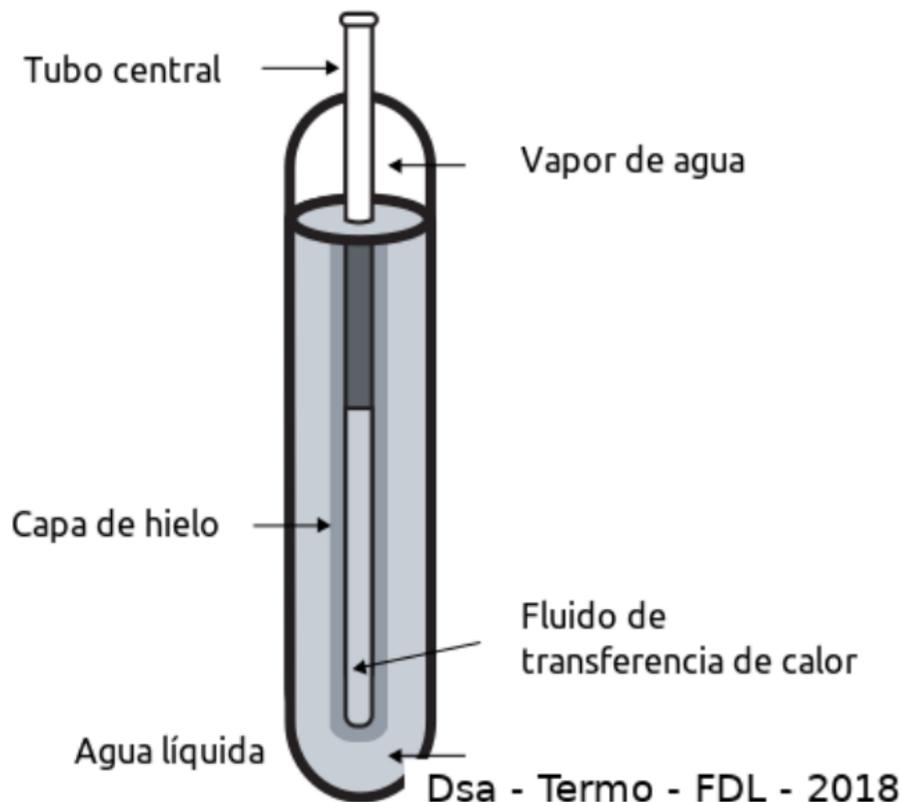
1.64.- Termómetro

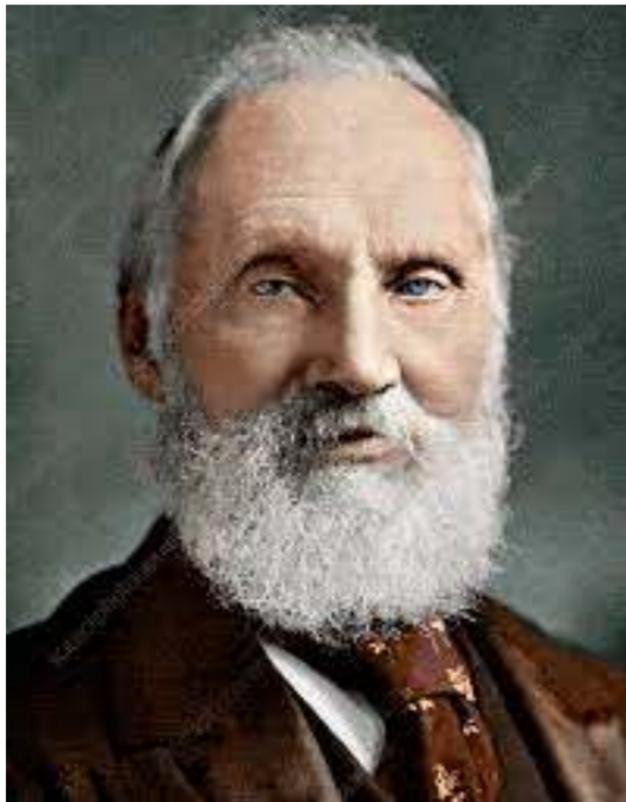
- ↪ Con diferentes equilibrios térmicos los gases cambiaban de volumen.
- ↪ Construimos un pistón, chico, cuyas paredes no cambien con la temperatura, con gas, siempre con la misma presión, y lo contactamos mediante una pared diatermica con diferentes sistemas.

1.65.- Termómetro

- ↪ Diremos que la temperatura de un sistema es proporcional al volumen de este pistón–termómetro en contacto y equilibrio.
- ↪ Al punto triple del agua se le asigna el valor $273,16K$, Kelvins.
- ↪ Esta será una escala arbitraria que nos servirá para entender el concepto.

1.66.- Punto triple del agua.





William Thomson, Lord de Kelvin.

1.68.- Temperatura y calor

- ↪ Llamaremos equilibrio térmico al logrado con una pared diaterma.
- ↪ Suponemos variables:
 - intensiva igual a ambos lados, llamada **temperatura**.
 - extensiva que la atraviesa, llamada **calor**.



Ver video local

<https://www.youtube.com/watch?v=4ANaARHFEzI>
2013