Mec. Estadística: vie 4 sept. 2020

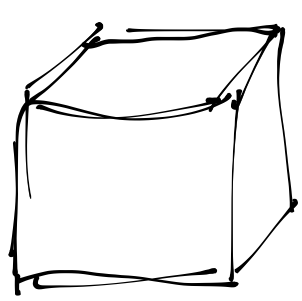
Clase 1/22.

1. Termodinámica:

Física del calor → Termodinámica, Mecánica Est., Teoría cinética → en equilibrio / fuera del equilibrio

$pV = Nk_BT$

· **Estado:**



E, V, N } variables macroscópicas

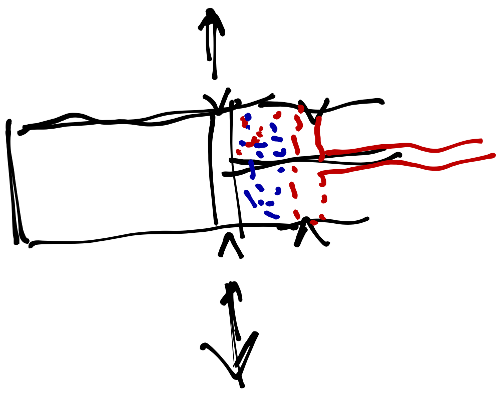
↓

estado macroscópico

que se expresa en ecuaciones de estado, medibles.

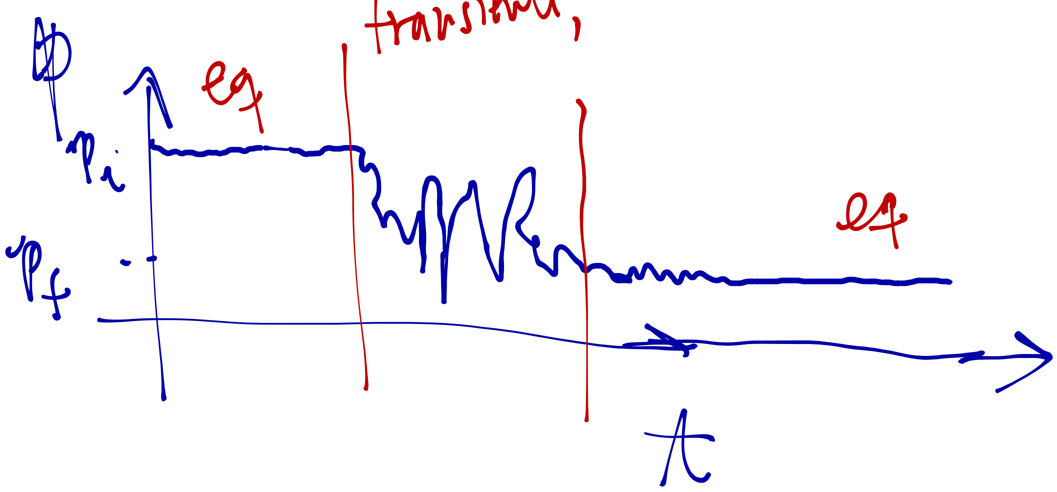
· Problema fundamental de la Termodinámica (Callen)

"determinación de los estados de equilibrio que resultan luego de remover una restricción"

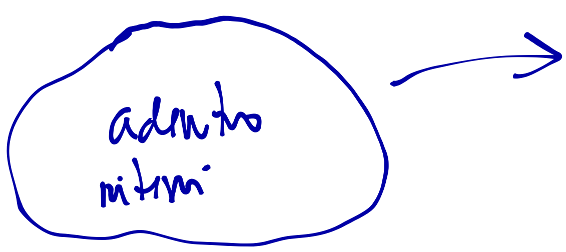


· equilibrio: $\frac{d\theta}{dt} = 0$

θ: observable físico: $p, V, \mu, T, \vec{E}, \vec{B}, \ldots$



o Sistema:



paredes:
- · flexible / · rígida — V
- · permeable / impermeable — N
- o adiabática / diatermica — E.

· sistema cerrado: no permite el flujo de calor, ni de partícula ni de volumen. ↔ o aislado.

o Variables termodinámicas.
- → intensivas: no dependen del tamaño del sist.
- → extensivas: dependen del tamaño del sistema.

Variables.

Intensivas	Extensivas
T	$E \; (U)$
p	S
$\vec{H} \; (\vec{B})$	V
$\vec{E}$	N
μ	$\vec{M}$
$\vdots$	$\vec{P}$
	$\vdots$

- Sist. termodinámico: $N \to \infty : \sim 10^{23}$

  $V \to \infty$

$$\rho = \frac{N}{V} = cte$$

↓

densidad

- sist. termo: $\boxed{\text{debe tener fuerzas de corto alcance.}}$

C. Tsallis: estadísticas no-extensivas

- **Leyes de la termodinámica**

0. Ley cero: cuando dos cuerpos son puestos en contacto, estos llegan a un equilibrio térmico (caracterizado por $T_1 = T_2$)

$\Rightarrow$ existen estados de equilibrio

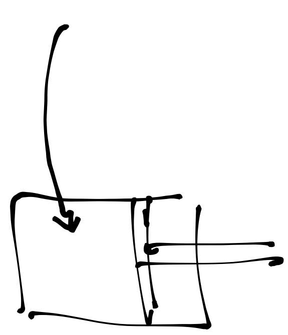
1. Conservación de la energía:

$$(\Delta Q) = \Delta U + \left(\text{trabajo mecánico sobre el sistema}\right)$$

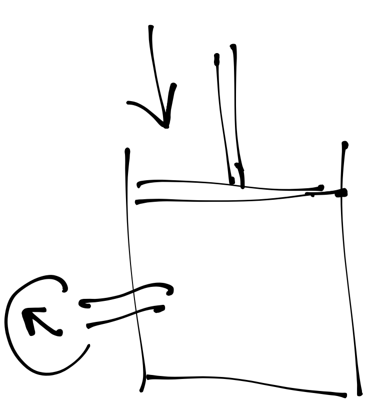
$$\Delta Q = \Delta U + (-\Delta W)$$

o

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$$



$$= \left(\text{trasmit. calor}\right) + \left(\text{transf. trabajo}\right)$$



$$\Delta W = -p\,\Delta V$$

> 0

" $p = \frac{F}{A}$ " =

$W = F \cdot \Delta x$

trabajo $\longrightarrow$ $dW = -p\,dV$
sobre el sistema.

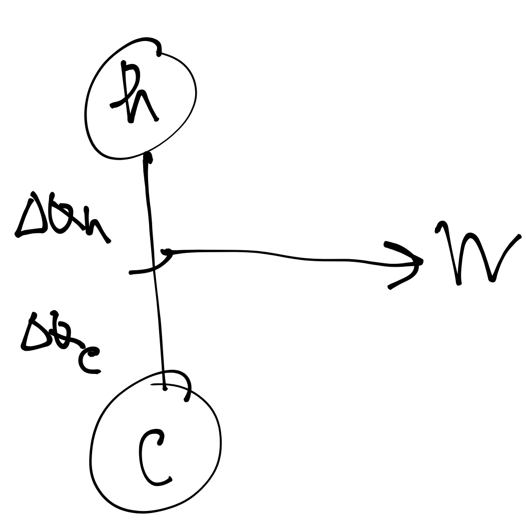
$W = \frac{F}{A}\Delta x \cdot A$

$W = p\,\Delta V$

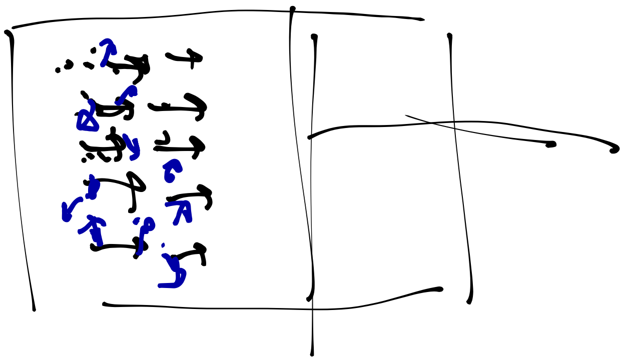
2da. ley de la termodinámica:

- "La tendencia espontánea de un sistema de ir al equilibrio termodinámico no puede evitarse sin tener que cambiar al mismo tiempo una energía organizada (trabajo) en calor"

- "En un proceso cíclico, no es posible convertir el calor de un foco caliente en trabajo, sin al mismo tiempo transferir cierto calor a un foco frío"



$\Delta Q_h = W + \Delta Q_c$



$:\ \Delta Q = T\Delta S$

__3ra Ley:__ cuando $T \to 0$ entonces $S \to 0$

• En definitiva, podemos reescribir la 1ra Ley:

$$dE = đQ + đW \qquad W = \int_{A,\Gamma}^{B} \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

E : __función de estado:__ depende de su estado inicial y final, y no del camino en que se cambió.

• đW es diferencial exacto, si consideramos

$$dW = -p\,dV$$

• đQ es diferencial exacta si $dQ = T\,dS$

• En general $\text{đ}Q = \text{đ}Q_a + TdS$

$$W = \int_{a,\Gamma}^{b} \vec{F} \cdot d\vec{r} \leftarrow \text{đ}W = \text{đ}W_{a} - pdV$$

$$\vec{F} = \vec{F}_a + \vec{F}_{cons}$$

$$W = \int_{a,\Gamma}^{b} \vec{F}_a d\vec{r} + (W_b - W_a)$$

para procesos termodinámicos precisos y específicos, (por ejemplo, cuasiestáticos) esta parte se puede minimizar casi a cero.

• Luego, consideramos de aquí en adelante

$$\boxed{dE = TdS - pdV}$$

Equilibrio: Statistical Mechanics, Ma

• En general 1ra ley:

$$\boxed{dE = TdS - pdV + \mu dN + \vec{H} d\vec{M} \ldots}$$

Estructura matemática de la termodinámica

Tiene 3 niveles:

▷ Existen $\boxed{\text{ecuaciones fundamentales}}$
(relaciones)
(funciones)

- $E = E(S, V, N)$: energía interna.
- $F = F(T, V, N)$: energía libre de Helmholtz.
- $G = G(T, p, N)$: energía libre de Gibbs
- $H = H(S, p, N)$: entalpía

▷ Ecuaciones de estado: relaciones variables intensivas y extensivas.

Ej. $pV = N k_B T$

Veamos:

$$E = E(S, V, N)$$

$$dE = \left(\frac{\partial E}{\partial S}\right)_{V,N} dS + \left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_{S,N} dV + \left(\frac{\partial E}{\partial N}\right)_{S,V} dN$$

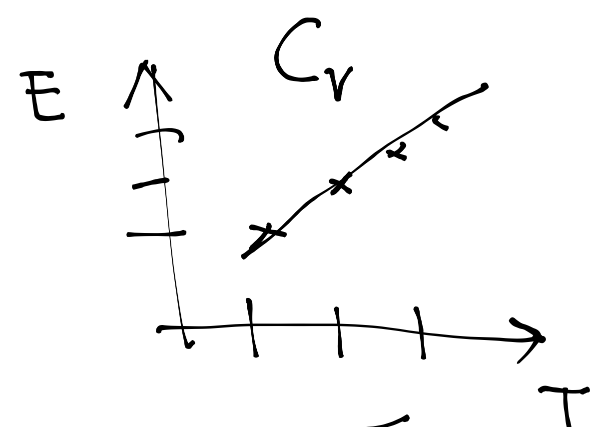
$$dE = T\,dS + (-p)\,dV + \mu\,dN$$

y se $\quad pV = N k_B T$

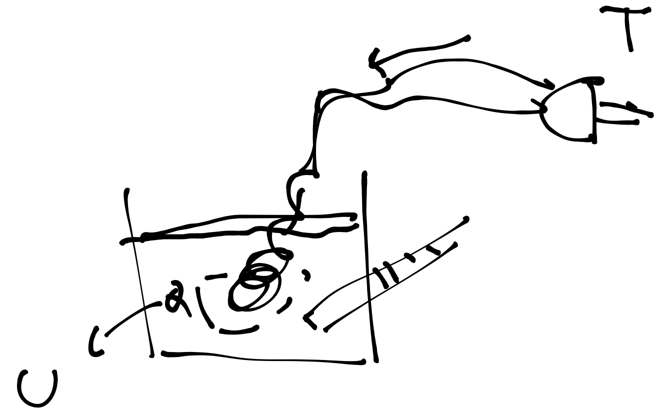
$$\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right) V = N k_B \left(\frac{\partial E}{\partial S}\right)$$

Funciones respuestas.

$$C_V = \left(\frac{dE}{dT}\right)$$



$$C_V = \frac{dE}{d\left(\frac{\partial E}{\partial S}\right)}$$

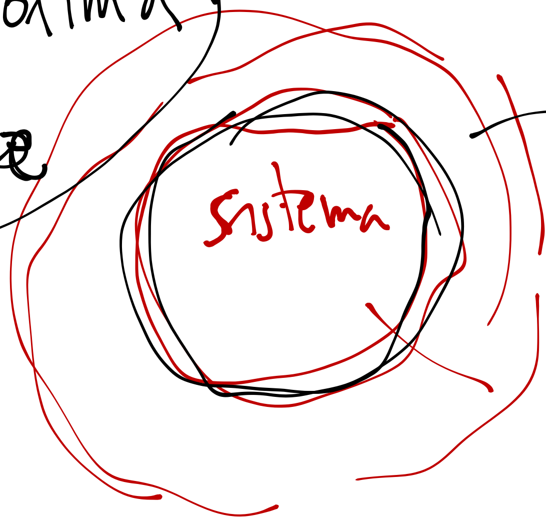


$$K_T = \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right), \text{ etc.}:$$

funciones respuesta son relaciones entre variables termodinámicas y segundas derivadas de una ecuación fundamental.

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p,N}$$

Próxima clase



(E, V, N)

ó (p, T)