

TERMODINÁMICA es la disciplina que estudia a las transformaciones de la **energía**, reversibles e irreversibles en forma de **calor** y **trabajo** de los **sistemas macroscópicos**.

SISTEMAS MACROSCÓPICOS $\xrightarrow{\# \text{ átomos}} N \sim 10^{20} \quad N_A \approx 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}$

Sistemas y ESTADOS de los sistemas

↳ Suponga la Mecánica Clásica es válida para una descripción de átomos y moléculas, en particular considere un sistema de N átomos (gas Argón) de masa m y $q=0$, i.e. neutro, no spin. Para dar una descripción completa del sistema necesitaremos ecuaciones de movimiento:

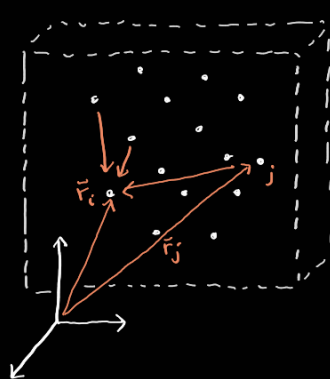
$$\vec{r}_i = \frac{\vec{p}_i}{m} \quad i=1,2,\dots,N$$

$$\vec{p}_i = \vec{F}_i + \vec{F}_i^{\text{ext}}$$

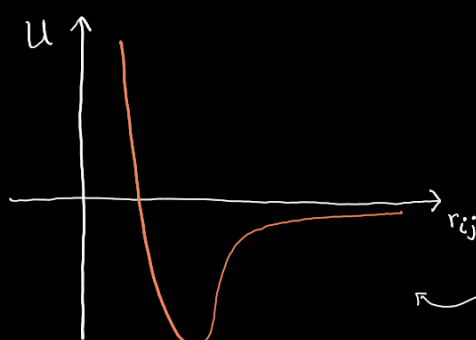
$$\vec{F}_i = -\nabla_i \sum_{j \neq i} u(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|)$$

\vec{F}_i : fuerza que siente la i -ésima partícula ejercida por las demás

\vec{F}_i^{ext} : fuerza externa sobre i



$u(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|)$: energía potencial entre la i y la j



$$r_{ij} = |\vec{r}_i - \vec{r}_j|$$

Solución: $(\vec{r}_i(t), \vec{p}_i(t))$

así $F = -\nabla U$. Damos la condición inicial $\vec{r}_1(0), \vec{r}_2(0), \dots, \vec{r}_N(0), \vec{p}_1(0), \vec{p}_2(0), \dots, \vec{p}_N(0)$. El **estado del sistema** son todas las soluciones de la posición y momentos en un instante t .

Dar una solución de un sistema de 10^{20} átomos, como diría Landau no es imposible, sino IMPRACTICABLE.

Energía del sistema (interna) $\vec{E}(r_i, p_i) = \sum_{i=1}^N \frac{\vec{p}_i^2}{2m} + \sum_{i \neq j} u(r_{ij}) + \sum_{i=1}^N V_{\text{ext}}(\vec{r}_i) \quad \forall i$

$\xrightarrow{\text{cinética}}$ \downarrow potencial externo

"Hecho" u OBSERVACIÓN EMPIRICA

Un **sistema macro** solo "tiene" unas cuantas variables macroscópicas T, P, E, S, \dots, ρ .

Si dejamos de perturbar exteriormente a un sistema y esperamos un tiempo suficientemente largo, el sistema alcanza un estado de equilibrio (termodinámico).

Equilibrio Termodinámico

Cuando las variables macro dejan de variar en el tiempo (...cuando todos los flujos internos son cero).

"Vivir es estar fuera de equilibrio"
- Rochín comentando sobre hippies de Acapulco que buscaban ser uno con el universo

Equilibrio estado A \rightarrow Transformaciones o procesos \rightarrow Equilibrio estado B

no tiene que ser en equilibrio

Relajamiento a equilibrio
 $I \equiv$ Proceso Irreversible

Tema recomendado: Demonio de Maxwell