

microestados y macroestados

Para entender el concepto de microestados y macroestados discutamos un ejemplo.

Supongamos que tienes una caja con tapa que contiene 100 monedas idénticas. De repente agitas con fuerza esta caja cerrada de tal forma que escuchas cómo las monedas se mueven en su interior como si lanzaras todas las monedas al aire. Después colocas a la caja con monedas en una mesa y al retirar la tapa de la caja notarás que algunas monedas estarán con la cara hacia arriba y varias están con la cruz hacia arriba.

Existen 2^{100} posibles configuraciones las cuales asumiremos que son igualmente probables de que ocurran. Por lo tanto, cada configuración tiene una probabilidad de 10^{-30} que ocurra. Llamemos a cada una de estas configuraciones un **microestado** de este sistema. Si quisieras identificar a un microestado en particular de este sistema debes identificar a cada una de las monedas (etiquetarla) y registrar su estado (cara o cruz). Otra forma de identificar el estado de este sistema sería contar el número de monedas que tienen el estado cara y el número de monedas que tienen el estado cruz (por ejemplo, 60 monedas con cara y 40 monedas con cruz). Hacer este tipo de categorización se conoce como **macroestado** del sistema. A diferencia de los microestados, los macroestados no son igualmente probables que ocurran. Por ejemplo, el número de configuraciones (microestados) con 50 monedas en estado cruz y 50 monedas en estado cara (macroestado) es 4×10^{27} mientras que el número de configuraciones donde tengas 100 monedas en estado cruz y cero monedas en estado cara es 1. En este último caso nota que el macroestado contiene únicamente 1 microestado.

Por favor nota que con el ejemplo anterior vemos que el estado de un sistema puede ser descrito por un número muy grande de microestados igualmente probables. Recuerda las primeras sesiones donde hablamos un poco de números grandes, su importancia y manejo. Además, si quieres medir alguna propiedad del sistema ésta será una propiedad del macroestado del sistema. Los macroestados no son igualmente probables y están compuestos por diferentes números de configuraciones o microestados. El macroestado más probable del sistema será aquel que corresponda al que tiene un mayor número de microestados.

Resulta que los sistemas térmicos se comportan de una forma muy similar a este ejemplo. Para poder especificar un macroestado del sistema necesitarás dar los diferentes microestados (configuraciones microscópicas de cada átomo del sistema como velocidad o energía). Nota que en la práctica es imposible hacer alguna medida sobre un microestado en particular (son demasiados).

El macroestado de un sistema térmico se puede especificar si conocemos sus propiedades macroscópicas tales como presión, energía total o volumen. Una configuración microscópica de un gas, por ejemplo, con presión de 10^5 Pascales en un volumen de 1 m^3 estará asociado con una gran cantidad de microestados.

Con estas ideas en mente intentaremos dar una definición estadística de la temperatura: un sistema térmico puede tener un número muy grande de microestados igualmente probables del cual solo estamos en la posibilidad de medir las propiedades del macroestado del sistema. Si el sistema tiene una energía total E , entonces puede estar en cualquiera de los $\Omega(E)$ microestados igualmente probables. Nota que $\Omega(E)$ es un número muy grande.