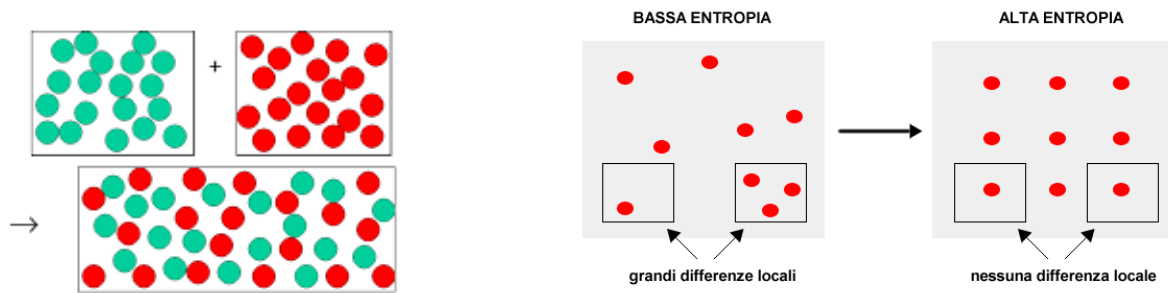


ENTROPIA



Supponiamo di accostare un corpo caldo ad un corpo freddo: dopo un po' di tempo osserviamo che il corpo freddo si sarà riscaldato ed il corpo caldo si sarà raffreddato, in modo che entrambe i corpi avranno acquistato la stessa temperatura.

Questo è un processo spontaneo, cioè avviene senza alcun intervento esterno. Nel linguaggio comune diciamo che il calore è passato dal corpo caldo al corpo freddo. In realtà ciò che accade è questo: le particelle veloci del corpo caldo urtano le particelle più lente del corpo freddo. A causa di questi urti, le particelle lente del corpo freddo accelerano e quelle del corpo caldo perdono energia e rallentano.

La Temperatura di un corpo è infatti proporzionale alla velocità delle particelle che lo costituiscono. Non assisteremo mai, invece, al passaggio spontaneo di calore da un corpo freddo ad un corpo caldo.

Consideriamo adesso un recipiente diviso in due da una parete mobile. In una metà del recipiente ci sia un gas. Se togliamo la parete divisoria, osserveremo che, dopo un po' di tempo, il gas occuperà tutto il recipiente. Anche questo è un processo spontaneo. Non osserveremo mai che un gas contenuto in un recipiente si vada a mettere spontaneamente tutto in una metà del contenitore.

Lo stesso avviene se mettiamo una boccetta di profumo sul tavolo di una stanza: dopo un po' le molecole di profumo si spargeranno per tutta la stanza. Al contrario, se in una stanza c'è del profumo, sarà altamente improbabile che tutto il profumo si vada a mettere in una boccetta aperta su di un tavolo. Abbiamo detto "altamente improbabile", ma non impossibile; infatti, esiste una remota possibilità che questo avvenimento possa avvenire (sicuramente più remota che fare sei al superenalotto...).

Ciò che si evince da questi, e da tanti altri esempi, è che un sistema isolato tende ad assumere uno stato che comporti il massimo disordine possibile.

L'Entropia non è altro che la misura del disordine di un sistema e, in un sistema isolato, essa può solo aumentare.

Che cos'è l'entropia

L'entropia è una grandezza fisica che viene interpretata come una misura del disordine presente in un sistema fisico qualsiasi, incluso, come caso limite, l'universo. Viene generalmente rappresentata dalla lettera S. Nel Sistema Internazionale si misura in joule su kelvin (J/K).



Il disordine in un sistema fisico è una misura del disordine in un sistema fisico.

Perché ho spesso usato la locuzione “sistema isolato”?

Consideriamo un frigorifero: in questo caso noi “produciamo il freddo”, cioè diminuiamo il disordine delle particelle dei cibi in esso conservati, ma ciò avviene riscaldando l'aria circostante della cucina e quindi aumentando il disordine delle molecole dell'aria. In questo caso il frigorifero non è un sistema isolato: il sistema da considerare è l'insieme della cucina e del frigorifero e l'Entropia totale di questo sistema risulterà aumentata.

Lo stesso discorso vale per il fenomeno della vita sul nostro pianeta: gli esseri viventi sono sistemi ordinati nati a spese di un aumento del disordine dell'ambiente circostante. Questi sistemi ordinati durano poco, proprio perché, prima o poi, soccombono all'inesorabile legge dell'Entropia e sopraggiunge la morte.

Il concetto di Entropia è strettamente legato a quello di probabilità: in un fenomeno irreversibile, come quelli descritti, il sistema assume la configurazione più probabile: abbiamo già accennato al fatto di quanto sia altamente improbabile che un gas contenuto in un recipiente si vada a mettere tutto in una metà del contenitore o che le molecole di profumo sparse in una stanza si vadano a mettere tutte in una boccetta aperta.

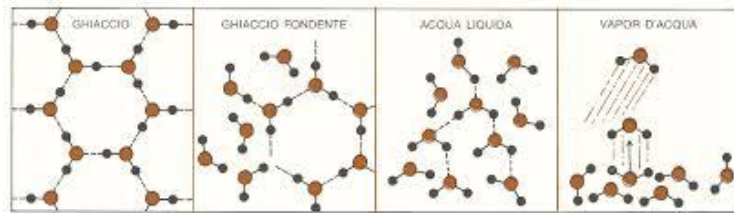
Anche se Einstein disse “Dio non gioca a dadi”, consideriamo due dadi:

Se li lanciamo, il 2 può essere ottenuto solo per una disposizione dei dadi in cui entrambi mostrino il numero 1, mentre il 7 può essere ottenuto in 6 disposizioni diverse [(1,6), (2,5),(3,4),(4,3),(5,2),(6,1)]. Dunque la configurazione 7 è sei volte più probabile della configurazione 2.

Se però i dadi sono 10.000.000.000.000.000.000 (quante sono le molecole di aria contenute in un centimetro cubo), allora è facile rendersi conto che l'avvenimento più probabile è quasi certo.

Riassumendo, l'Entropia di un sistema isolato può solo aumentare ed il sistema tende ad assumere lo stato di massimo disordine possibile, solo perché questo è lo stato più probabile.

Resta tutto da chiarire il significato metafisico della probabilità, che ormai sembra sempre più determinante in diverse branche della Fisica.



Considerando l'intero Universo, il discorso si complica: poiché l'Universo è un sistema (isolato?) e poiché al suo interno avvengono continue trasformazioni termodinamiche irreversibili, la sua Entropia aumenta in modo incessante e ciò avvalorerebbe la Teoria della sua "morte fredda", ma recentemente è stato ipotizzato che, mentre l'Entropia dell'Universo continuerà ad aumentare, aumenterà anche l'Entropia massima possibile, per cui non si giungerebbe mai ad uno stato di equilibrio definitivo.

In Fisica l'Entropia è simbolizzata con la lettera **S** maiuscola.

Boltzmann trovò una semplice ed elegante relazione tra l'Entropia **S** e la probabilità statistica che un dato stato ha di verificarsi **W**: $S = k \ln(W)$.

In questa formula, \ln è il logaritmo naturale della probabilità e **k** è la cosiddetta costante di Boltzmann, un numero fisso.

Questa costante **k** è data dal rapporto tra la costante universale dei gas **R** ed il numero di Avogadro **N**: $k = R / N$.

L'Entropia è coinvolta in una delle tante formulazioni del secondo principio della Termodinamica:

"I fenomeni naturali si svolgono sempre nel senso che porta da uno stato meno probabile ad uno più probabile e si ha sempre un aumento di Entropia".

Indicando con ΔS la variazione di Entropia tra lo stato finale e lo stato iniziale di un sistema, risulterà:

$$\Delta S(\text{totale}) = \Delta S(\text{sistema}) + \Delta S(\text{ambiente}) > 0$$

Ciò comporta che, in casi particolari, l'Entropia di un sistema potrebbe anche diminuire, a spese però di un aumento dell'Entropia dell'ambiente in misura maggiore.

Matematicamente la variazione di Entropia di un sistema è data dalla formula:

$$\Delta S = Q / T$$

nella quale **Q** è la quantità di calore scambiata dal sistema con l'ambiente e **T** è la temperatura assoluta (in gradi Kelvin) del sistema, per cui viene misurata in $J / ^\circ K$ (Joule fratto grado Kelvin).

