

L'Entropia

e le regole del disordine

Sofia Maestrini

IV L

I principi della termodinamica

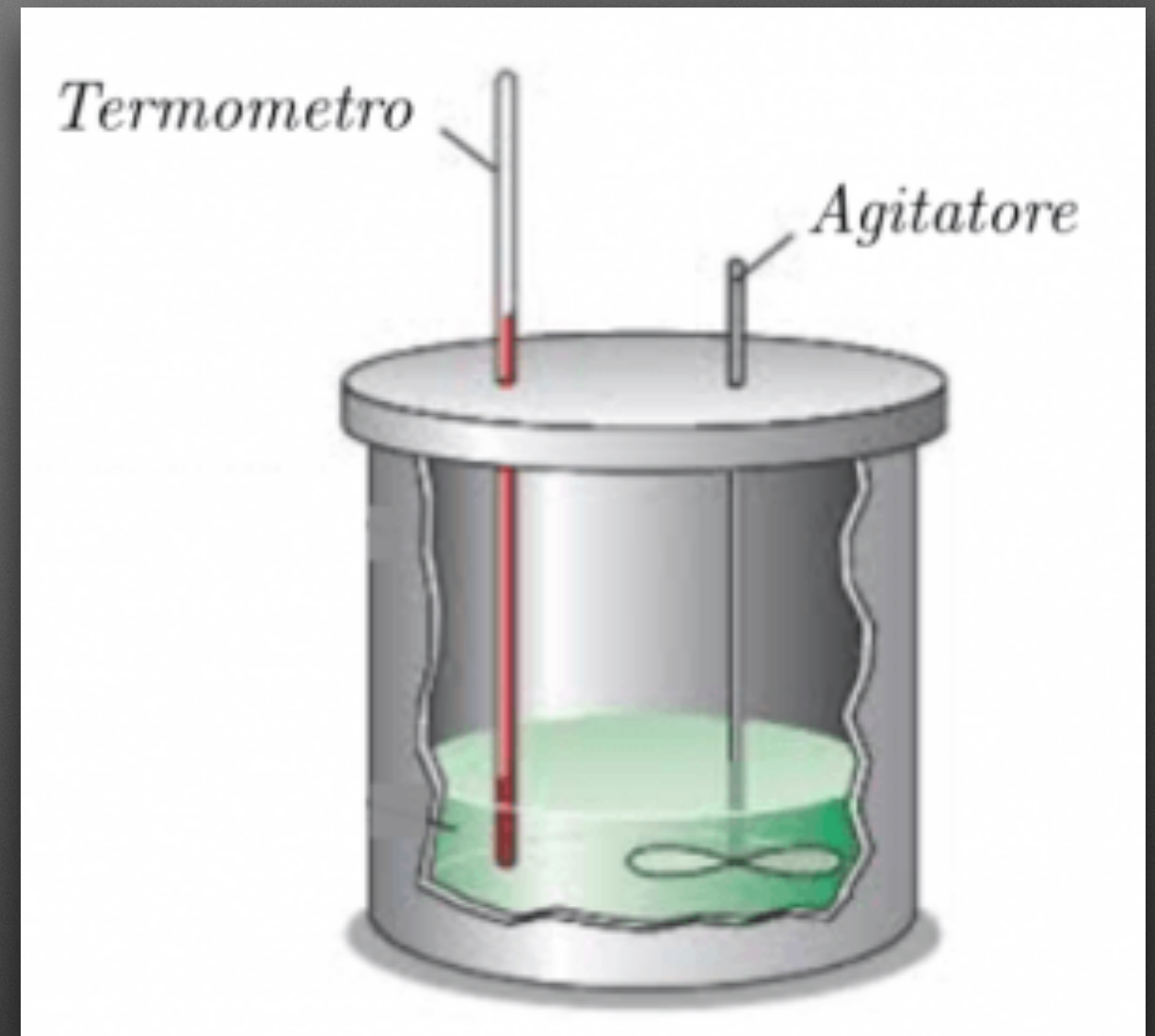
- Primo principio:

Il primo principio della termodinamica afferma che la variazione di di energia interna di un sistema è uguale alla differenza tra Q (il calore assorbito) e L (il lavoro compiuto):

$$\Delta U = Q - L$$

Trasformazioni termodinamiche

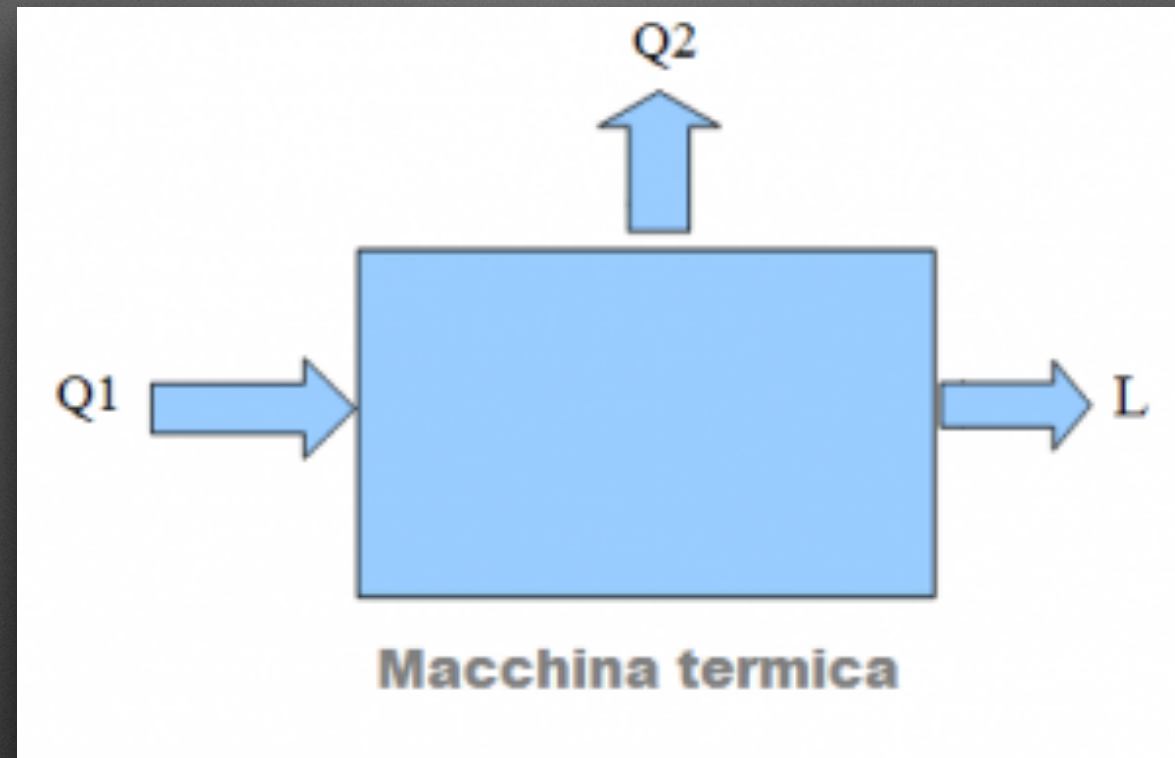
- Trasformazione isobara:
pressione costante ($L = p\Delta V$)
 $Q = L + \Delta U$
- Trasformazione isocora:
volume costante ($L = 0$)
 $Q = \Delta U$
- Trasformazione isoterma:
temperatura costante ($\Delta U = 0$)
 $Q = L$
- Trasformazione adiabatica:
Non vi è calore scambiato ($Q = 0$)
 $\Delta U = -L$



Esempio di calorimetro

Secondo principio della termodinamica

Le macchine termiche (da calore a lavoro)



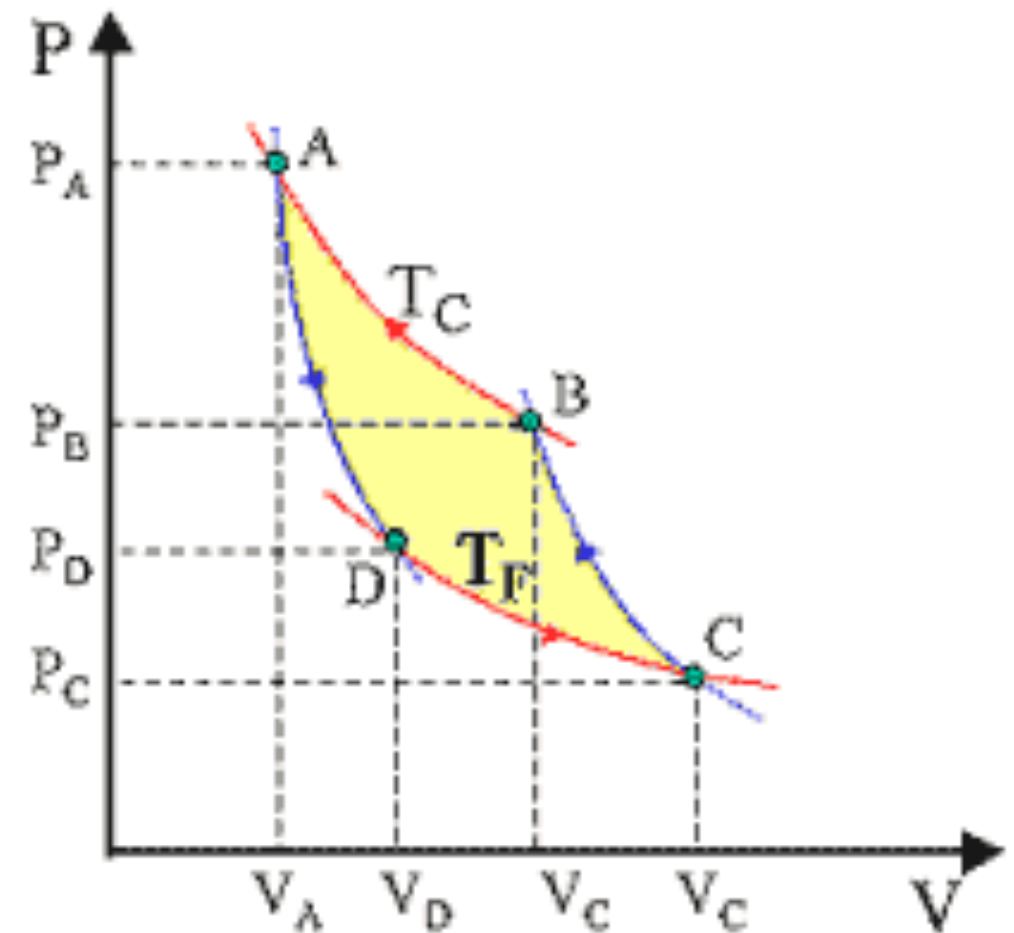
Il rendimento di una macchina termica si esprime come:

$$\eta = L/Q_{\text{ass}}$$

$$L/Q_{\text{ass}} < 1$$

La macchina termica ideale di Carnot

Il fisico francese Sadi Carnot studiò una macchina ideale senza attriti e quindi senza dispersioni di calore formata da due trasformazioni isoterme e due adiabatiche (due espansioni e due compressioni), tutto funzionante attraverso un gas perfetto.



Macchina frigorifera

$$k_f = Q_{ass}/L$$

k_f = coefficiente di prestazione



Secondo principio: enunciato di Kelvin-Planck

Non è possibile effettuare una trasformazione il cui unico risultato sia la conversione di calore in lavoro.

Enunciato di Clausius

Non è possibile effettuare una trasformazione il cui unico risultato sia il passaggio di calore da un serbatoio freddo ad uno caldo.

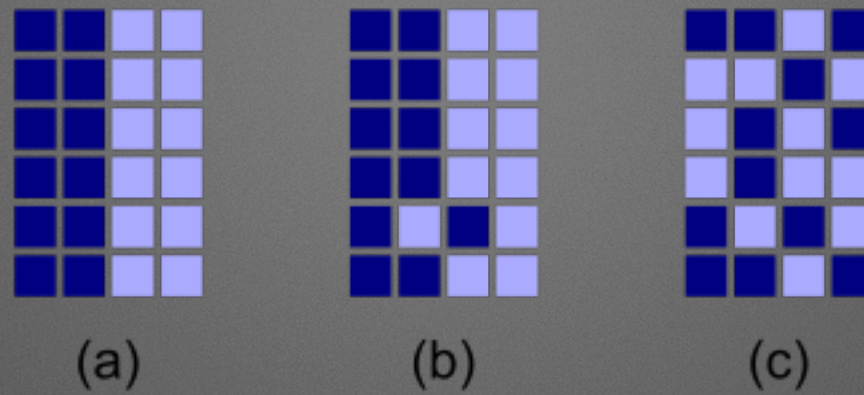
L'Entropia

Entropia ,dal greco antico *en* = "dentro" + *tropé* = "trasformazione", è una funzione di stato della termodinamica, il cui aumento di valore è un indice della diminuzione dell'energia associata al sistema, e quindi dell'aumento di energia degradata, o anche di disordine

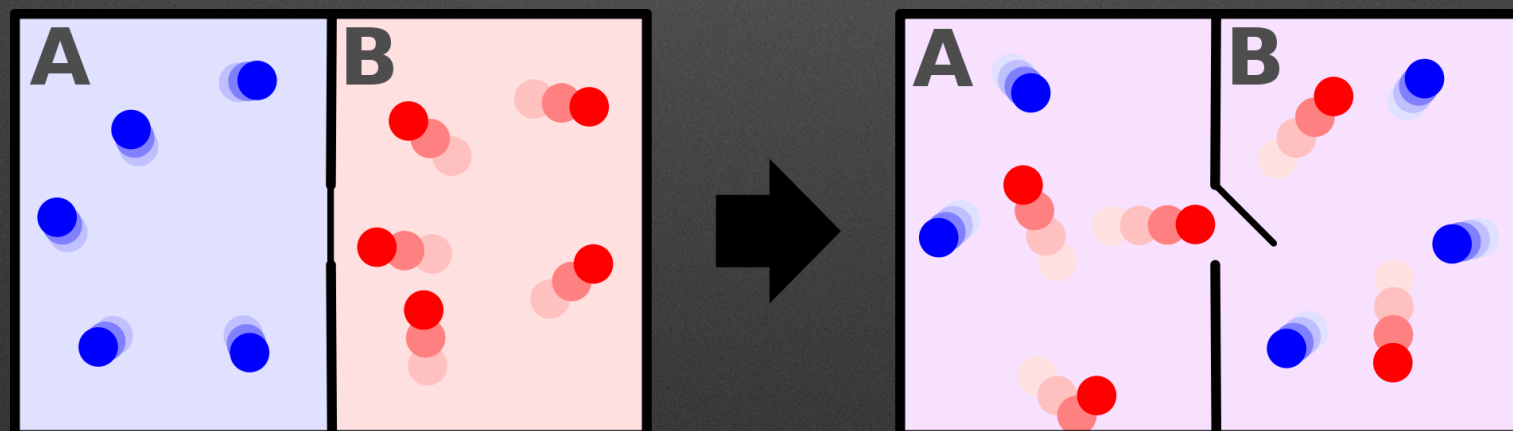
Storia dell'Entropia

Il concetto di entropia venne introdotto agli inizi del [XIX secolo](#) da Carnot per descrivere una caratteristica di tutti i sistemi allora conosciuti, nei quali si osservava che le trasformazioni avvenivano spontaneamente in una sola direzione, quella verso il maggior disordine. Il termine venne coniato da Rudolf Clausius nel “Trattato sulla meccanica del calore”.

Aumento di entropia tra due gas



Aumento spontaneo di entropia



La definizione di Clausius

$$\Delta S = Q/T$$

dove Q è la quantità di calore assorbita o ceduta in maniera reversibile e isoterma dal sistema a temperatura T .

Trasformazioni reversibili e irreversibili

Una trasformazione reversibile deve essere effettuata con delle variazioni infinitesime delle condizioni del sistema in modo che questo possa essere considerato in [equilibrio termodinamico](#) in ogni istante.

Sono irreversibili le trasformazioni che hanno luogo tramite fenomeni i quali implicano una dissipazione di [lavoro](#) in [calore](#)

L'equazione di Boltzmann

$$S = k_b \ln X$$

in cui k_b è la costante di Boltzmann
 X è il numero di microstati che compongono un
macrostato.

La freccia del tempo

Se l'universo è un sistema isolato, nel senso che nulla è al di fuori dell'universo, la sua entropia aumenta continuamente. Non è possibile, quindi, una trasformazione reversibile in cui lo stato finale sia uguale a quello iniziale, perché questi due differiscono per almeno una grandezza fisica, l'aumento di entropia. L'entropia aumenta in ogni istante del tempo, non in ogni punto dello spazio, vale cioè per un sistema macroscopico, non per la singola particella, per quanto risulta dall'[equazione di Boltzmann](#).

