Entropia e probabilita' termodinamica

in generale uno stato macroscopico corrisponde a molti stati dinamici microscopici

siano date due sole particelle, ***distinguibili***, tra loro collocate in due scatole uguali

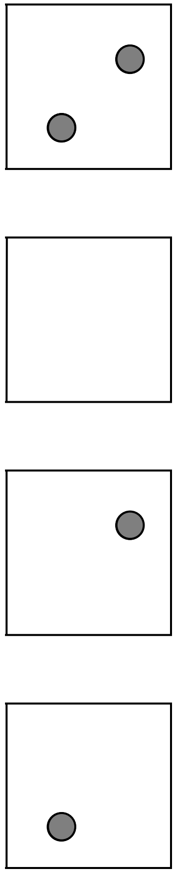
in totale vi sono quattro possibili configurazioni diverse

le particelle sono *distinguibili* quindi

gli stati $c)$ e $d)$ sono diversi tra loro,

le quattro possibili configurazioni costituiscono

i “ *micro stati* “ accessibili al sistema



ma se fossimo interessati a sapere solamente in quanti

modi possibili si possono avere 0, 1 o 2 particelle

nella scatola di destra, ***indipendentemente*** dal loro colore

o equivalentemente in quella di sinistra si avrebbe

destra	N
2	*1*
1	*2*
0	*1*

i possibili stati della tabella costituiscono i cosiddetti “ ***macro stati*** “ del sistema

mentre gli N_i sono detti “ ***numeri di occupazione*** “ dei macrostati ripetendo il conto con $n = 6$ si avrebbero ben 64 diverse configurazioni da

disegnare ma dato che in sostanza il problema si riduce a conteggiare

il numero di combinazioni distinte di N oggetti a k a k si puo' usare

la formula matematica:

$$N \equiv \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

dove $n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1$

e dove $0! = 1$ e $1! = 1$

ad es. con $n = 6$ si avrebbe la seguente tabella :

Sinistra	*Destra*	***N***
0	6	1
1	5	6
2	4	15
3	3	20
4	2	15
5	1	6
6	0	1

$$\sum N_i = 64$$

da notare come il numero totale di *micro stati* sia 64

mentre il numero i dei *macro stati*

e dei numeri di occupazione dei macrostati, N_i

sia limitato a 7

il numero N_i di macro stati disponibili ad un sistema *normalizzato*

al numero totale di stati possibili e' detto " *probabilita' termodinamica* " Ω_i

Sinistra	*Destra*	***N***
0	6	1
1	5	6
2	4	15
3	3	20
4	2	15
5	1	6
6	0	1

$$\sum N_i = 64$$

$$\Omega_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$$

lo stato in cui le particelle sono **equipartite** e' quello che si presenta piu' di frequente e dunque e' il piu' probabile

Principio di equipartizione :

lo stato piu' probabile corrisponde all' *equipartizione*

Entropia e probabilita' termodinamica

in meccanica statistica si perviene alla relazione :

$$\boxed{S = k \ln \Omega + cost}$$

equazione di Boltzmann

k e' la costante di Boltzmann

Entropia e disordine

e’ piu’ probabile uno stato termodinamico macroscopico cui compete

il *maggior* numero possibile di stati dinamici microscopici

allo stato equiripartito compete la massima probabilita’ termodinamica Ω

e dato che $S \propto k \ln \Omega$ anche la massima entropia S

ma lo stato equiripartito e’ anche lo stato piu’ “*disordinato*”

→ entropia e disordine

Entropia e freccia del tempo	*le trasformazioni in un sistema termodinamico isolato reale devono sempre determinare un aumento dell’entropia*
Entropia ed irreversibilita	*la variazione di entropia di un sistema isolato misura il grado di irreversibilità delle trasformazioni che avvengono al suo interno*
Entropia e secondo principio della termodinamica	*imporre che* $dS > 0$ *equivale ad imporre il secondo principio della termodinamica*
Entropia e degrado dell’energia	*la differenza tra il lavoro potenzialmente ottenibile operando in modo reversibile ed il lavoro ottenuto operando in modo irreversibile e’ proporzionale alla variazione di entropia dell’universo*
Entropia e “ disordine”	*teoria cinetica dei gas e meccanica statistica*
Entropia e informazione	*l’entropia di Shannon* misura la quantità di informazione presente in un segnale aleatorio
Entropia e gravitazione	*gravitazione come forza entropica*

Backup Slides