

Il secondo principio: temperatura.

Valentina Novello

novembre 2017

Esercizio 1. Trasferimento di energia tra due sistemi. Ipotesi sull'universo:

- numero di atomi: 1600
- due sistemi: sistema 1 è il rettangolo in alto a sinistra
- sistema 2 è la regione rimanente
- Due stati possibili per un atomo dell'universo: ON (l'atomo è energeticamente eccitato)
- stato OFF (l'atomo non è eccitato)
- Situazione iniziale: atomi ON sono presenti solo nel sistema 1

Vibrando, gli atomi eccitati del Sistema 1 si urtano l'un l'altro, e ad ogni urto avviene un trasferimento di energia da un atomo eccitato ad uno vicino non eccitato. Nello scambio di energia l'atomo eccitato passa dallo stato ON allo stato OFF, mentre l'atomo non eccitato si porta nello stato ON. L'energia, rappresentata dallo stato ON si propaga nel sistema 1, finchè arriva al confine con il sistema 2.

Che cosa succede al confine tra i due sistemi? L'energia di un atomo eccitato del sistema 1 che si trova sul confine può trasferirsi ad un atomo vicino del sistema 2. In questo modo l'energia si propaga nel sistema 2. Il moto termico si diffonde tra gli atomi del sistema 2, a spese dell'energia fornita dal sistema 1. In seguito a questo processo, il sistema 2 si riscalda e il sistema 1 si raffredda.

Questo processo avrà termine? Un osservatore "lontano" potrà dire di sì: ciò avverrà quando sarà uniforme la distribuzione di atomi ON/OFF

C'è un evidente stato finale per un osservatore che si trovi abbastanza lontano dal sistema da non essere in grado di distinguere il comportamento

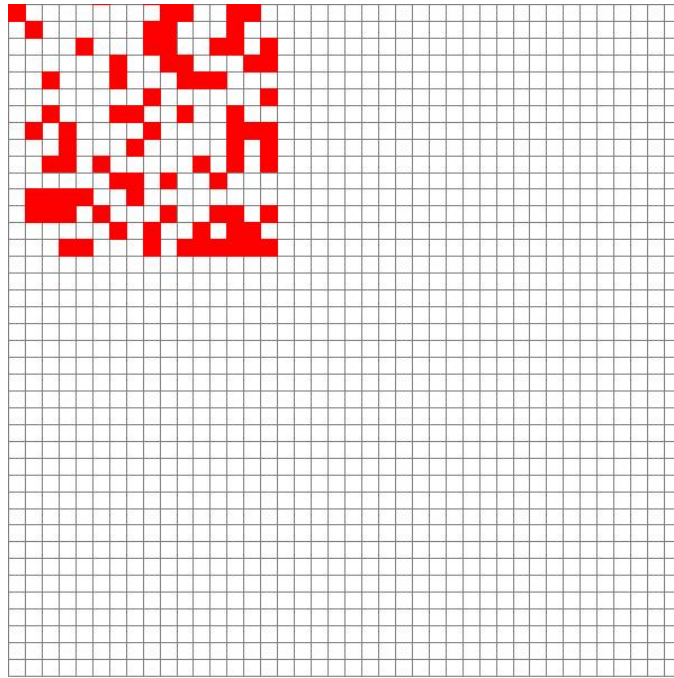


Figura 1: Inizialmente l'energia è distribuita tra gli atomi del sistema 1.

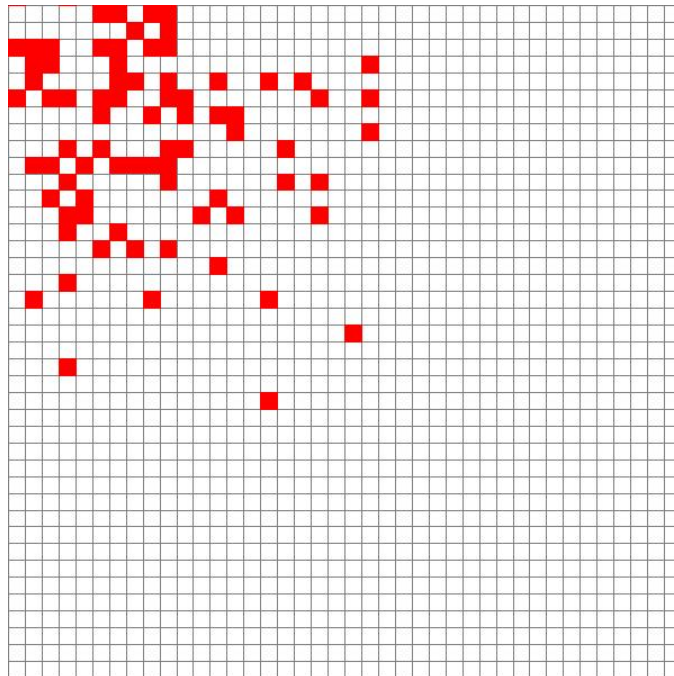


Figura 2: Dopo un pò di tempo l'energia comincia a ridistribuirsi nel resto dell'universo, cioè tra gli atomi del sistema 2.

dei singoli atomi, ossia per un *osservatore termodinamico*. Per un osservatore in grado di vedere a livello atomico questo stato non esiste. Questa situazione terminale dell'evoluzione dell'universo si verifica nel momento in cui la distribuzione dell'energia, ossia delle condizioni ON è uniforme su tutto l'universo, come mostra la figura 3.

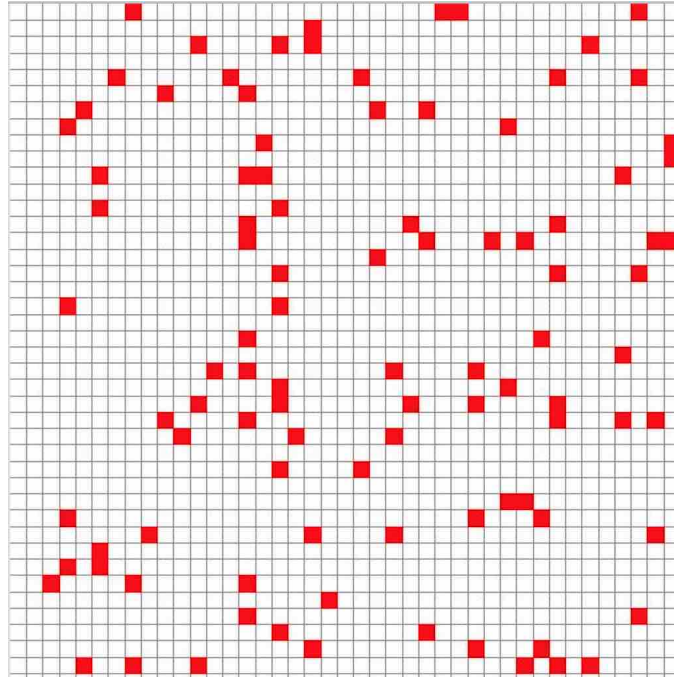


Figura 3: Nello stato finale l'energia è distribuita uniformemente tra gli atomi dell'universo

In linea teorica potrebbe verificarsi in futuro l'evento che tutta l'energia dell'universo ritorna nel sistema¹, come all'inizio del processo. Tuttavia, se il numero delle particelle è molto grande, la probabilità che questo evento accada è nulla. Anche solo per universo di 1600 atomi la probabilità è trascurabile, a maggior nei sistemi reali in cui il numero di particelle è dell'ordine