

Studio numerico della rottura dell'ergodicità nel modello di Ising

L'ipotesi ergodica è una delle ipotesi fondamentali della meccanica statistica. Questa ipotesi ci permette di sostituire le medie temporali di un'osservabile con le sue medie di insieme rendendo possibile il calcolo delle funzioni termodinamiche tramite l'uso della funzione di partizione Z . Da un punto di vista rigoroso la validità dell'ipotesi ergodica è un problema aperto, essendo stata dimostrata solo per sistemi molto astratti. In pratica, tuttavia, essa appare spesso soddisfatta per sistemi fisici macroscopici ma, anche da un punto di vista pragmatico, non può essere data per scontata. Esistono infatti sistemi che pur essendo di fatto ergodici per tempi infiniti non lo sono sui tempi scala tipici delle osservazioni mentre altri ancora non soddisfano l'ipotesi ergodica nemmeno per tempi di osservazione infiniti.

Il presente lavoro si propone di studiare, tramite simulazione numerica, il fenomeno della rottura dell'ergodicità nel modello di Ising in due dimensioni. In particolare si cercherà di verificare il legame che intercorre tra rottura dell'ergodicità e limite termodinamico.

Nella prima parte del lavoro esporremo le caratteristiche principali del modello di Ising e del fenomeno della rottura dell'ergodicità. Nella seconda parte introdurremo i metodi di simulazione Monte Carlo, ponendo particolare attenzione al loro possibile utilizzo come generatori di una dinamica per i sistemi fisici. Utilizzeremo poi questi metodi per effettuare una simulazione numerica dell'evoluzione dinamica del modello di Ising in due dimensioni nel tentativo di verificare le previsioni teoriche discusse nella prima parte del lavoro.

Dalle simulazioni riusciremo a concludere che il modello di Ising in due dimensioni non soddisfa l'ipotesi ergodica nel limite termodinamico per $T < T_c$, dove T_c è la temperatura di transizione. Infatti la dinamica del modello presenta dei tempi scala che divergono al crescere della taglia del sistema. Questo rende le osservazioni su tempi scala finiti non rappresentative dell'intero spazio delle fasi costringendoci a modificare la prescrizione canonica passando da una media sull'intero spazio delle fasi a una media ristretta a una sola componente. Questa rottura dell'ergodicità corrisponde a una transizione di fase tra uno stato paramagnetico e uno stato ferromagnetico.

CANDIDATO:
Andrea Mitridate

RELATORE:
Lapo Casetti

INDIRIZZO EMAIL:
andrea_mitridate@virgilio.it