

Candidato: Bernardo Monechi (mone.berna@gmail.com)

Relatore: Dott. Lapo Casetti (casetti@fi.infn.it)

DINAMICA DI EQUILIBRIO E DI NON-EQUILIBRIO IN UN SISTEMA CON INTERAZIONI
GRAVITAZIONALI

Questo lavoro di tesi è dedicato allo studio della relazione fra dinamica e proprietà collettive in un modello semplificato di sistema con interazioni gravitazionali, detto *anello autogravitante*, sia all'equilibrio che fuori dall'equilibrio. L'anello autogravitante è sistema di N particelle interagenti tramite forze gravitazionali regolarizzate, vincolate a muoversi su di una circonferenza. Per questo modello sono stati studiati gli andamenti al variare della densità di energia di due quantità geometriche che caratterizzano la varietà ambiente in cui “vive” il sistema: la media della curvatura di Ricci e le sue fluttuazioni. Lo studio è stato condotto tramite simulazioni Monte Carlo all'equilibrio microcanonico, per alcuni valori del parametro di regolarizzazione del potenziale gravitazionale. Abbiamo verificato la sensibilità della curvatura alla transizione di fase presente nel sistema ed è stata inoltre osservata una possibile relazione tra le fluttuazioni della curvatura ed una seconda transizione di fase, finora mai verificata, la cui possibile esistenza è stata predetta tramite l'analisi del “paesaggio energetico”. Tramite le quantità geometriche è inoltre possibile ottenere una stima del massimo esponente di Lyapunov che misura il grado di caoticità della dinamica del sistema. Tale stima geometrica del massimo esponente di Lyapunov è stata confrontata con misure dirette dello stesso, ottenute con simulazioni di dinamica molecolare all'equilibrio. Abbiamo ottenuto un buon accordo tra le misure dirette e le stime geometriche nel limite di bassa energia e nella fase in cui il sistema presenta una configurazione spaziale omogenea.

Recentemente è stato mostrato che se un sistema hamiltoniano con interazioni a lungo raggio viene fatto evolvere a partire da configurazioni iniziali che sono soluzioni stazionarie stabili dell'equazione di Vlasov (che governa la dinamica di un sistema con interazioni a lungo raggio nel limite termodinamico), il sistema rimane “intrappolato” in uno stato quasi-stazionario per tempi lunghi, che crescono con il numero di particelle, prima di rilassare all'equilibrio. Le verifiche della presenza di questo fenomeno però riguardano al momento quasi esclusivamente il modello XY di campo medio, che è un particolare limite dell'anello autogravitante. Proprio le analogie tra i due modelli ci hanno spinto a verificare la presenza degli stati quasi-stazionari anche per questo modello. Abbiamo quindi calcolato i limiti di stabilità di una particolare soluzione stazionaria dell'equazione di Vlasov ed abbiamo verificato, entro questi limiti, la presenza di stati quasi-stazionari, variando sia il numero di particelle del sistema che il parametro di regolarizzazione del potenziale gravitazionale. Per il modello XY di campo medio il tempo di rilassamento dipende dal numero di particelle secondo una legge a potenza con esponente pari ad 1.7; abbiamo tentato di verificare se tale legge si applica anche all'anello autogravitante, ma i risultati ottenuti non sono conclusivi.