

Modello minimale di un sistema autogravitante

Candidato: Laura Lavacchi lauraluna91@hotmail.it

Relatore: Lapo Casetti casetti@fi.infn.it

In questo lavoro di tesi ci occuperemo di esporre e trattare un modello di sistema autogravitante.

Nella prima parte del lavoro ricorderemo dei concetti di meccanica statistica che ci serviranno in seguito. Discuteremo delle particolarità dei sistemi autogravitanti e più in generale di quelli con interazioni a lungo raggio, come la mancanza di additività dell'energia e la non equivalenza degli insiemi statistici.

Nella parte successiva esporremo i problemi da affrontare nello studio di questi sistemi e la loro risoluzione. Molti oggetti nell'universo, come gli ammassi globulari, le galassie ellittiche e gli ammassi di galassie, possono essere schematizzati con modelli di N (con $N \rightarrow \infty$) particelle classiche mutualmente interagenti tramite soltanto l'interazione gravitazionale. Questi modelli possono essere ulteriormente semplificati per introdurre dei modelli "giocattolo" più facilmente risolvibili. Descriveremo alcuni sistemi di questo tipo: il modello di Thirring, il modello a Shell e il modello SGR (Self-Gravitating Ring); l'ultimo sistema sarà di particolare interesse per la trattazione successiva. Li confronteremo tra di loro e noteremo che il comportamento di tutti questi modelli è qualitativamente lo stesso. Nell'insieme microcanonico ad alte energie troviamo una fase gassosa; diminuendo l'energia il calore specifico diviene negativo e in seguito, abbassandola ancora, il calore specifico torna positivo e così resta fino al minimo dell'energia. Lo stesso comportamento lo troviamo nell'insieme canonico, ma la zona con calore specifico negativo è assente. Questa differenza è un chiaro segno di non equivalenza degli insiemi statistici. Nell'ultima parte illustreremo il nostro modello minimale del SGR e lo risolveremo analiticamente sia nell'insieme microcanonico che in quello canonico tranne che per una massimizzazione per il microcanonico e una minimizzazione per il canonico che verranno svolte numericamente.

Studieremo una piccola modifica di questo sistema, togliendo una delle ipotesi fatta per trattare il modello minimale e lo confronteremo con il modello precedente. In ultimo faremo un confronto del nostro modello con quelli precedentemente esposti. Da questi confronti possiamo dedurre che il nostro modello semplificato riproduce sia quantitativamente, nel SGR, che qualitativamente negli altri modelli la termodinamica dei sistemi autogravitanti. Tutti questi modelli sono accomunati da un confinamento spaziale e da un potenziale che cerca di riprodurre quello gravitazionale. Queste caratteristiche comuni sono state riscontrate anche nelle simulazioni dei sistemi autogravitanti tridimensionali. Una delle caratteristiche che accomuna tutti i modelli è la transizione di fase, da una fase cluster a una gassosa.