

Curva calorica di ammassi globulari

Nome candidato: Domitilla Tapinassi domitilla.tapinassi@stud.unifi.it

Nome relatore: LapoCasetti lapo.casetti@unifi.it

In natura esistono due tipologie di interazioni: quelle a corto raggio e quelle a lungo raggio. In quest'ultima categoria troviamo l' interazione coulombiana e quella gravitazionale. Tali interazioni sono simili in tutto, ma la coulombiana può presentarsi in forma attrattiva o repulsiva, mentre la gravitazionale è solo attrattiva. In questo lavoro ci siamo interessati alla sola interazione gravitazionale che come sappiamo è onnipresente nell' ambiente astrofisico. Lo studio delle interazioni a lungo raggio porta all' interessante scoperta di una inequivalenza di due insiemi statistici :quello canonico e quello microcanonico. Tale inequivalenza può presentarsi sotto forma di quello che potremmo mal interpretare come un paradosso termodinamico, ovvero un calore specifico negativo nell' insieme microcanonico. Quando gli insiemi microcanonico e canonico sono equivalenti, l' entropia è una funzione concava dell' energia. In presenza di non-equivalenza invece, l'entropia microcanonica può presentare una convessità che è associata alla presenza di un calore specifico negativo, perché significa che la curva calorica ha pendenza negativa, ovvero che la temperatura diminuisce all' aumentare della energia. E' quindi scopo di questa tesi lo studio di tale comportamento e la ricerca di un

sistema fisico che presenti una curva calorica caratterizzata da un calore specifico negativo. In particolare ci siamo interessati ad un sistema ad N corpi dominati dalla sola interazione gravitazionale descritto dal modello del sistema autogravitante. Lo studio dei sistemi autogravitanti da un punto di vista di pura meccanica statistica è particolarmente complesso, perché la singolarità del potenziale nell' origine, ed il fatto che il potenziale stesso non sia confinante fanno sì che lo stato di equilibrio termodinamico non sia ben definito. Tuttavia, a partire dal teorema del viriale, si può mostrare che la curva calorica ottenuta definendo la temperatura come media dell' energia cinetica deve comunque avere pendenza negativa. Il lavoro si struttura su tre piani. Nel primo capitolo abbiamo descritto gli insiemi statistici e le loro proprietà fino a trattare il sopraccitato argomento della inequivalenza tra insieme canonico e microcanonico. Nel secondo abbiamo invece descritto le caratteristiche dei sistemi autogravitanti ed il problema legato alla loro trattazione statistica. Abbiamo inoltre introdotto il vero oggetto del nostro studio ovvero gli ammassi globulari ed i modelli che li descrivono. Infine abbiamo descritto l'analisi dei dati osservativi al fine di ottenere la curva calorica. Questo argomento era stato precedentemente trattato nella tesi triennale di Federico Valeri, a cui ci siamo in parte rifatti. Il calcolo della curva calorica è stato effettuato servendosi di un metodo diverso da quello usato da Valeri al fine di migliorare i risultati ottenuti. In particolare, abbiamo utilizzato due diversi protocolli per ottenere le variabili adimensionali con le quali costruire la curva calorica. Per concludere possiamo dire che nella prima fase del nostro studio abbiamo ricavato una curva calorica per ammassi globulari della Via Lattea dai dati osservativi che è compatibile con una curva a pendenza negativa. Quindi questi sistemi mostrano un calore specifico negativo. Questo risultato era già stato trovato da Valeri, nel suo lavoro di tesi triennale, tuttavia i nostri risultati sono svincolati dalla dipendenza del raggio mareale dal modello, avendo utilizzato in luogo del raggio mareale quello del nucleo. I risultati ottenuti sono maggiormente in accordo con i valori teorici, tuttavia il chi quadro risulta ancora molto grande seppur più piccolo di quello di Valeri. Riguardo alla applicazione della nuova forma di adimensionalizzazione dell' energia presente nell' articolo di McLaughlin possiamo dire che i valori trovati presentano incertezze ridotte rispetto a quelle calcolate da Valeri. Con tutti i protocolli di adimensionalizzazione, i valori risultano prevalentemente collocati al di sotto della retta del viriale; tale fenomeno potrebbe essere legato ad un errore sistematico nel nostro procedimento, ma non è scopo di questa tesi approfondire questo argomento.