

Sistemi auto-gravitanti unidimensionali in un mezzo in espansione

Candidato: Alessio Focardi

Relatore: Duccio Fanelli (duccio.fanelli@unifi.it)

La formazione delle strutture nell'Universo è una questione di grande interesse, che coinvolge molti aspetti della fisica: dalla teoria delle origini delle fluttuazioni primordiali, alla dinamica delle galassie in epoca presente, passando per la nascita delle prime stelle.

L'universo attuale è disomogeneo con strutture su varie scale, dalle galassie ai cluster di galassie ed ai super cluster. Tuttavia circa 10^5 anni dopo il Big Bang l'universo era pressoché omogeneo, con fluttuazioni di densità dell'ordine di $1/10^5$. Si pensa che le strutture osservate su larga scala si siano formate per effetto di un il processo di instabilità gravitazionale prodotto dalle piccole perturbazioni nella densità.

In questo lavoro di tesi abbiamo analizzato il problema della formazione delle strutture su larga scala in un Universo del tipo Einstein-De Sitter, concentrandoci su due modelli unidimensionali: il modello "Quintic" ed il modello di Rouet e Feix (RF). In una dimensione la gravità è un invariante Lagrangiano ed è quindi possibile implementare codici numerici esatti (al netto degli errori di round-off) che consentono di monitorare l'evoluzione del sistema per tempi relativamente lunghi.

Per il modello "Quintic" esistono in letteratura simulazioni numeriche che mostrano come perturbazioni isolate risultino in un collasso gravitazionale caratterizzato da leggi a potenza. Gli esponenti determinati su base numerica sono stati spiegati operando nel contesto semplificato di due sole particelle interagenti a mezzo dello schema previsto dal modello "Quintic".

Abbiamo rivisitato questi risultati generalizzando l'analisi al caso del modello RF. Anche in questo caso abbiamo mostrato l'insorgenza di leggi di scala a potenza, con esponenti caratteristici che differiscono da quelli associati al modello Q, in coordinate comoventi.

In entrambe i casi abbiamo proceduto a validare i risultati teorici, a mezzo di simulazioni numeriche della dinamica esatta, testando così la correttezza delle approssimazioni operate in sede di calcolo.

E' interessante osservare come in ambedue i modelli il collasso preveda un esponente $\alpha < \frac{2}{3}$. In coordinate proprie il collasso gravitazionale in una dimensione non riesce a generare strutture localizzate stabili. L'espansione del fondo sovrasta la spinta gravitazionale, diluendone l'effetto. Questa osservazione limita fortemente l'interesse applicativo dei modelli in una dimensione, e necessita di un ulteriore approfondimento in prospettiva futura.