

Subestructura en simulaciones de materia oscura

L.F. Martín Alejandro Paredes Sosa

Universidad de Sonora

Director: Dr. Carlos Calcáneo Roldan

Maestría en Ciencias (Física)

Hermosillo, Sonora a Junio, 2023



*“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”*

Contenido

Introducción

Modelo Cosmológico

- Materia y Energía en el Universo
- Evidencia astrofísica de la Materia Oscura
- Características de la Materia Oscura

Simulaciones cosmológicas

- Grandes Simulaciones
- La interacción Dominante
- Razón de las Simulaciones
- GADGET-4

Halos de Materia Oscura

- Cosmología Plana
- Cosmología Sub-Crítica
- Cosmología Super-Crítica

Conclusión



Introducción

En este trabajo resumimos los resultados de usar una serie de algoritmos, los cuales podemos llamar colectivamente GADGET, que están disponibles para hacer simulaciones cosmológicas. Mi trabajo principal consistió en aprender a ajustar los modelos necesarios y correr distintos escenarios Cosmológicos para corroborar que las simulaciones pueden servir para discernir el Universo en el que vivimos de una vasta posibilidad de modelos.

Después de un breve resumen sobre el modelo cosmológico, describimos las técnicas para simular partículas usando GADGET. Presentamos un resumen de todas las simulaciones realizadas y concluimos que efectivamente existen varios indicadores que nos permite distinguir un modelo cosmológico de otro. Esto además permitirá comparar con observaciones del espacio real, así como guiar el tipo de observaciones que se requieren para poder así acercarnos al modelo que mejor describe el Universo el que vivimos.

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Materia y Energía en el Universo

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Evidencia astrofísica de la Materia Oscura

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Características de la Materia Oscura

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Grandes Simulaciones

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



La interacción dominante en las simulaciones

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Una razón práctica para las simulaciones

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



GADGET-4

Halos de Materia Oscura

Con la intención de conocer y diferenciar diferentes cosmologías, en nuestro estudio de los halos de materia oscura, optamos por realizar fue una variedad de simulaciones de materia oscura. Desde simulaciones con cosmologías de Universos planos ($\Omega = 1$), así como cosmologías de universos con densidades sub-criticas ($\Omega < 1$) y super-criticas ($\Omega > 1$). Las simulaciones que realizamos empezaron en un corrimiento al rojo de $z = 63$ hasta un $z = 0$.

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Cosmología Plana

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Comología Sub-Crítica

Introducción



Modelo Cosmológico



Simulaciones cosmológicas



Halos de Materia Oscura



Conclusión



Cosmología Super-Crítica

Conclusión