



FI-7015 COSMOLOGÍA (Cosmology)

Profesor: Domenico Sapone

15 U.D.

EL CURSO SE DICTARÁ EN INGLÉS

Requisitos: No tiene

El Examen será oral sobre todo el programa del curso.

Durante el curso estudiaremos la dinámica del Universo de manera general utilizando como herramienta la relatividad general. Enfrentaremos distintas fases del Universo como: inflación, Universo primordial y Universo tardío.

Nos concentraremos en las teorías de las perturbaciones cosmológicas en visión de los futuros experimentos, los cuales han sido proyectados para medir principalmente el espectro de potencia de las galaxias y el efecto de lente débil. Acabaremos el curso estudiando los métodos estadísticos actuales usados en la cosmología.

Este curso es un curso de cosmología avanzada; de todas maneras, donde sea necesario, se introducirán los conceptos básicos para aclarar los fenómenos físicos.

Programa:

- Gravitación
 - Introducción a la relatividad: Métrica y gravitación; derivada covariante
 - La métrica de FLRW
 - Ecuaciones de la Relatividad General: Tensor momento y energía; Tensor de curvatura
 - Lagrangiano de Hilbert-Einstein
- Historia de la expansión del Universo
 - Ecuaciones de Friedmann equations: la ley de Hubble
 - Formas de materia en el Universo: Componente relativista; Componente no-relativista
 - Distancias cósmicas: distancia comoviente; Diámetro de distancia angular; Degeneración en la relación distancia - redshift
 - Ecuación de estado de energía oscura
- Ecuación de Boltzmann
 - La ecuación de Boltzmann por un oscilador armónico
 - La ecuación de Boltzmann para los fotones: de orden cero y al primer orden
 - Término de colisión: el scattering de Compton
 - La ecuación de Boltzmann para: fotones; Cold dark matter; bariones
- Inflación
 - Una breve historia del Universo
 - Los problemas del model estándar
 - Old inflation y dinámica del campo escalar; Slow rolling
- Teoría de las perturbaciones cosmológicas (Parte 1)
 - Perturbar la Relatividad General: El gauge de Newtonian y el gauge Synchronous
 - Modelo con un fluido: Escalas más grandes que el horizonte; escalas más pequeñas del radio de Hubble



- Soluciones con dos fluidos
- Campos de velocidades; Distorsión en redshift
- Bariones, fotones y neutrinos
- El espectro de potencia de la materia
- Perturbaciones por la propagación de los fotones: efecto Sachs-Wolfe y de lente débil
- Evidencias de la energía oscura: La edad del Universo; Supernovas; Radiación de fondo cósmica; Oscilaciones acústicas de los bariones; Estructuras a grandes escalas
- Modelos de energía oscura y alternativas
 - Constante Cosmológica: Historia de Λ ; El problema del ajuste fino; El problema de la coincidencia
 - Quintessence: Enfoque sobre los sistemas dinámicos; Potencial exponencial; Otros potenciales; Soluciones atractores
 - Energía oscura acoplada: Quintessence acoplada con potencial exponencial: desacoplando los bariones: Parametrizaciones de la energía oscura acoplada
 - Modelos $f(R)$: $f(R)$ gravedad en el formalismo métrico; Dinámicas cosmológicas de los modelos de gravedad $f(R)$
 - Dinámicas cosmológicas
- Teoría de las perturbaciones cosmológicas (Parte 2)
 - Perturbaciones por un fluido de energía oscura general: Perturbaciones de un campo escalar; Equivalencia entre un fluido de energía oscura general y un campo escalar
- Métodos estadísticos
 - Estadística: Distribuciones y momentos; Distribución de probabilidad; Funciones Generatriz y cumulantes; Momentos de una suma de variables aleatorias; Moments of the counts-in-cells; Conditional density
- Métodos estadísticos en cosmología
 - Desde la prior hasta la posterior: la función de verosimilitud; Selección de modelos; Fisher matrix; Robustez; Análisis de las componentes principales
- Observaciones
 - Tipos de "survey" de galaxias; Función luminosidad; Número de cuentas.
- Función de correlación y el espectro de potencia
 - Definición de la función de correlación: medir la función de correlación en un catálogo; Función de correlación de una distribución plana; Función de correlación de Random-Clusters; La función de correlación angular; La función de correlación a n-puntos
 - El espectro de potencia: desde el espectro de potencia hasta los momentos; Normalización y sesgo por el espectro de potencia; ruido Poissoniano.

Bibliografía:

Se entregarán los apuntes del curso; de todas maneras las referencias principales son: **Modern Cosmology**, Scott Dodelson, AIP, 2003 Elsevier Science. **Dark energy - Theory and Observations**, Luca Amendola and Shinji Tsujikawa, Cambridge University press 2010.