

# Física del Modelo Cosmológico Estándar

Máster en Física Teórica y Máster en Astrofísica

CURSO 2018/19

## 1.- Modelo cosmológico estándar

**1.1 Bases observacionales.** Distribución de materia a gran escala. Ley de Hubble. Edad del universo. Abundancia de elementos ligeros. Radiación de fondo. Materia oscura. Expansión acelerada y energía oscura

**1.2 Bases teóricas.** Ecuaciones de Einstein. Métrica de Robertson-Walker. Medida de distancias. Modelos dominados por materia, radiación y constante cosmológica. Horizontes. Termodinámica y desacoplo de partículas. Recombinación y desacoplo materia-radiación. Reliquias cosmológicas: materia oscura fría y caliente. Abundancia de neutrinos y WIMPs

**2.- Problemas del modelo cosmológico estándar.** Planitud, horizontes y origen de la estructura a gran escala.

**3.- Inflación cosmológica.** Conceptos básicos. Modelos con un solo campo (inflatón): Lagrangiano, ecuaciones del movimiento, aproximación de slow-roll, condiciones iniciales, inflación caótica, inflación eterna. Evolución de las escalas durante inflación.

## 4.- Teoría de perturbaciones cosmológicas

**4.1.- Teoría Newtoniana** para modos sub-Hubble: perturbaciones adiabáticas y de entropía. Ecuación de Mezsaros. Perturbaciones en fluidos multicomponente. Perturbaciones bariónicas.

**4.2.- Teoría relativista de las perturbaciones.** Clasificación (escalar, vector, tensor). Invariancia gauge. Potenciales de Bardeen. Elección de gauge. Evolución de las perturbaciones escalares en universos dominados por materia, radiación y campo escalar.

**4.3.- Evolución de las perturbaciones.** Plasma de bariones-radiación y materia oscura fría. Oscilaciones acústicas (BAO). Silk damping. Función de transferencia y función de crecimiento de las perturbaciones de materia oscura.

**5.- Generación de perturbaciones escalares durante inflación.** Cuantización canónica. Propiedades estadísticas de las perturbaciones gaussianas. Espectro de potencias. Índice espectral e invariancia de escala. Espectro de potencia de materia.

**6.- Generación de ondas gravitacionales durante inflación.** Cuantización. Espectro primordial. Condición de consistencia.

**7.- Anisotropías en el fondo cósmico de microondas.** Efectos Sachs-Wolfe, Doppler y Sachs-Wolfe integrado. Multipolos y escalas. Espectro de potencias angular: plateau de Sachs-Wolfe, picos acústicos, damping tail. Comparación con los resultados de Planck y estimación de parámetros cosmológicos.

***Textos recomendados:***

- E.W. Kolb and M.S. Turner, *The Early Universe*, Addison-Wesley, (1990)
- S. Dodelson, *Modern Cosmology*, Academic Press (2003)
- V.F. Mukhanov, *Physical Foundations of Cosmology*, Cambridge, (2005)
- R. Durrer, *The cosmic microwave background*, Cambridge (2008)
- T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics*, vols: I, II y III, Cambridge (2000)
- S. Weinberg, *Cosmology*, Oxford (2008)
- A.R. Liddle and D.H. Lyth, *Cosmological Inflation and Large-Scale Structure*, Cambridge (2000)