



**Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas
(curso 2020-2021)**

Responsable de tutorización: Manuel Masip Mellado
Departamento: Depto. de Física Teórica y del Cosmos
Área de conocimiento: Área de Física Teórica

Responsable de cotutorización:
Departamento:
Área de conocimiento:

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)
Estudiante que propone el trabajo:

Título: Producción térmica de materia oscura en un universo en expansión

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

La materia oscura representa el 80% de la materia del universo. En este trabajo se estudiará la métrica de FRW en la que se basa nuestro modelo cosmológico y se analizarán dos mecanismos térmicos (*freeze in* y *freeze out*) para la producción de materia oscura en el universo temprano. El objetivo será doble. Por un lado, comprender la dinámica del Big Bang, con la deducción de la métrica a partir de las ecuaciones de Einstein o el cálculo de intervalos espacio-temporales en un universo plano o curvo en expansión. Por otro lado, se definirá un modelo muy simple con tan solo un fermión estable χ y un mediador vectorial masivo A y se estudiará para qué valor de sus parámetros se obtiene la cantidad de materia oscura observada a través de los dos mecanismos mencionados.

Se trata de un TFG de 12 créditos que involucra tanto aspectos matemáticos como físicos: estudio de una métrica, resolución de ecuaciones diferenciales, cálculos numéricos con el ordenador, y numerosos desarrollos termodinámicos y de física de partículas.

Actividades a desarrollar:

Inicialmente el alumno se familiarizará con la métrica de FRW y el modelo cosmológico estándar (termodinámica en un universo en expansión). En una segunda fase definirá el modelo de materia oscura y deducirá las secciones eficaces y anchuras de desintegración necesarias para los cálculos

posteriores. Finalmente, el alumno calculará la densidad de materia oscura predicha por el modelo en dos regímenes distintos: una partícula inicialmente es equilibrio termodinámico que se desacopla del plasma primigenio (*freeze out*) y una partícula que no llega nunca a alcanzar el equilibrio en el universo temprano (*freeze in*). En esta última fase el alumno elaborará un código informático que resuelva numéricamente las ecuaciones.

Objetivos planteados

1. Estudiar los indicios que señalan la existencia de materia oscura.
2. Entender el modelo cosmológico del Big Bang y la geometría del universo a gran escala.
3. Comprender los dos mecanismos térmicos (*freeze out* y *freeze in*) de producción de materia oscura
4. Definir modelos que realicen esos dos mecanismos, calculando en cada caso la densidad de materia oscura en el universo actual.

Bibliografía

B. Schutz, "Geometrical Methods of Mathematical Physics", 1980, Cambridge U. Press

E.W. Kolb and M.S. Turner, "The Early Universe", 1990, Frontiers in Physics

L. Bergstrom and A. Goobar, "Cosmology and Particle Astrophysics", 2004, Springer

Firma del estudiante
(solo para trabajos propuestos por alumnos)

Firma del responsable de tutorización

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)

En Granada, a 4 de julio de 2020