



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Manuel Masip Mellado

**Departamento y Área de Conocimiento:** Depto. de Física Teórica y del Cosmos, Área de Física Teórica

**Correo electrónico:** masip@ugr.es

**Cotutor/a:**

**Departamento y Área de Conocimiento:**

**Correo electrónico:**

**Título del Trabajo:** Formación de núcleos primordiales durante el Big Bang

**Tipología del Trabajo:**

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

**Breve descripción del trabajo:**

Durante la expansión y el enfriamiento del universo primitivo ocurren una serie de sucesos que determinan el valor actual de los observables cosmológicos. En este trabajo se estudiará la nucleosíntesis primordial (BBN): la formación de helio, deuterio, litio y otros núcleos durante los primeros minutos a partir de los protones y neutrones iniciales. El trabajo, que involucrará aspectos formales (el estudio de la métrica y la termodinámica del universo primitivo) y numéricos (se manejará un programa para el cálculo de las abundancias de los distintos núcleos), podría resultar adecuado para alumnos interesados en la física de partículas, la relatividad general y la cosmología.

**Objetivos planteados:**

1. Comprender la métrica de FRW
2. Entender la termodinámica de un universo en expansión
3. Describir de modo cualitativo la historia térmica del universo
4. Determinar numéricamente (código PRIMAT) la abundancia primordial de cada núcleo
5. Estudiar el efecto de los neutrinos en dicha abundancia
6. Discutir el “problema del litio”

**Metodología:**

El alumno inicialmente estudiará los aspectos básicos de nuestro modelo de universo (métrica de FRW, equilibrio termodinámico en un universo en expansión). Posteriormente identificará los principales sucesos que han ido ocurriendo (desacoplo de los neutrinos, desaparición de las especies masivas, etc) y situará en esa historia térmica la BBN. Tras un análisis cualitativo, utilizará un código numérico para resolver las ecuaciones que determinan la abundancia de los distintos núcleos. A continuación, manipulará uno de los parámetros en dicho código (el número efectivo de familias de neutrinos) para ver cómo cambian los resultados. Finalmente comparará las predicciones obtenidas con el modelo cosmológico considerado con los datos experimentales, discutiendo el “problema del litio”.

**Bibliografía:**

- [1] L. Bergstrom, A. Goobar, *Cosmology and particle astrophysics*, Springer, 2004
- [2] E.W. Kolb, M.S. Turner, *The Early Universe*, CRC Press, 1990
- [3] G. Steigman, *Primordial nucleosynthesis in the precision cosmology era*, Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 57 (2007) 463
- [4] R.H. Cyburt, B.D. Fields, K.A. Olive, T-H. Yeh, *Big bang nucleosynthesis: Present status*, Rev. Mod. Phys. 88 (2016) 015004



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

*A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG*  
Alumno/a propuesto/a:

Granada, 10 de mayo 2022

Sello del Departamento