

I.Lab GUIA DE COSMOLOGIA – 2do Cuatrimestre 2003
Curso de postgrado u optativo de grado – Dept de Física, FCEyN-UBA
LABORATORIO DE COMPUTACIÓN – NUCLEOSÍNTESIS PRIMORDIAL
–Entrega: 10 días después de realizada la práctica–

Problema : Empleando el programa NUC123

[ver, por ejemplo, <http://www.iafe.uba.ar/relatividad/gangui/cosmocurso/nuc123/>]
responda las siguientes preguntas:

- 1) El programa por 'default' selecciona un valor nulo para la constante cosmológica. Sin embargo, en la actualidad se piensa que Λ es la contribución más importante a la densidad crítica, con $\Omega_\Lambda \sim 0.7$. Modifique los parámetros de NUC123 para tener en cuenta este valor.
- 2) Compare gráfica y numéricamente la diferencia en las abundancias de los núcleos de los elementos ligeros producidas en los casos $\Lambda \neq 0$ y $\Lambda = 0$. Justifique sus resultados.
- 3) Cómo varían estas abundancias en caso de variar el número de especies de neutrinos? Cuál de los núcleos livianos es más sensible a estos cambios?
- 4) Entre los parámetros a modificar está la vida media del neutrón. Modifique el valor del programa y señale las diferencias notorias en las abundancias resultantes. Justifique.
- 5) Ud notará que la densidad de neutrones libres decrece abruptamente a partir de una determinada temperatura. Explique: por qué sucede esto?, cuál es esa temperatura? y dónde quedan esos neutrones que faltan?
- 6) Ud notará que entre los núcleos producidos no hay ninguno con 5 nucleones. Dé argumentos que justifiquen este hecho.
- 7) En un par de minutos, la temperatura del universo desciende unos cuatro órdenes de magnitud alrededor de los 10^9 K. Qué pasaría si se modificaran estos valores, tanto en el rango de variación como en la temperatura alrededor de la cual la nucleosíntesis toma lugar?
- 8) Cómo variarían la producción del ^4He y del Deuterio si:
 - i) la constante de Newton fuese significativamente diferente de su valor actual?
 - ii) si el valor resultante de la densidad de bariones fuese mayor o menor que $\Omega_B h^2 = 0.02$?
- 9) Finalmente, Ud se habrá preguntado sobre qué son esos tres parámetros 'psi' que el menu del programa le permite modificar. Son parámetros de degeneración de los neutrinos, relacionados con su potencial químico y que entran en forma directa en la relación numérica entre neutrones y protones [ver manual del programa y libros(s) de la bibliografía sugerida]. Esta última relación afecta a su vez la abundancia relativa (en masa) del ^4He , por ejemplo. Modifique estos parámetros y señale las diferencias que encuentra.

En todos los casos, si se justifica, muestre los gráficos apropiados, y no se olvide de señalar en éstos los 'parámetros del modelo' y los 'parámetros del cálculo' que Ud empleó.