

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias

Grado de Física

Trabajo Fin de Grado

Oscilaciones Bariónicas Acústicas en Universos con Curvatura

Código del TFG: **FS22-17-FSC**

Tipo de TFG: **Trabajo teórico-práctico general**

Autor: Santiago Sanz Wuhl



Fecha de entrega

Agradecimientos

Incluir los agradecimientos, si procede.

Índice general

Índice general	2
Índice de figuras	3
Índice de tablas	4
Resumen. Palabras clave	5
Abstract. Keywords	6
1. Introducción	7
1.1. Fundamento teórico	7
1.1.1. Oscilaciones Bariónicas Acústicas	7
1.1.2. Efecto de la curvatura del universo	7
1.1.3. Estudio de las curvas BAO	7
Conclusiones	8
Conclusions	9
Bibliografía	10
Anexo: Ejemplo para introducir código Matlab	11
Anexo: Ejemplo para introducir código ISE	12

Índice de figuras

Índice de tablas

Resumen

Escriba aquí un resumen de la memoria en castellano que contenga entre 100 y 300 palabras. Las palabras clave serán entre 3 y 6.

Palabras clave: palabra clave 1; palabra clave 2; palabra clave 3; palabra clave 4

Abstract

Insert here the abstract of the report with an extension between 100 and 300 words.

Keywords: keyword1; keyword2; keyword3; keyword4

CAPÍTULO 1

Introducción

1.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1.1. OSCILACIONES BARIÓNICAS ACÚSTICAS En los primeros cientos de miles de años del universo, éste existía en un estado hiper denso conocido como el plasma primordial, formado por (hasta lo que sabemos) materia oscura, bariones y fotones. Debido a la alta concentración de materia del universo temprano, había una fortísima atracción gravitatoria, contrarrestada por la presión de radiación debida al Efecto Thomson.

Estas fuerzas generaban colisiones entre las partículas del plasma primordial que se propagaban en forma de ondas esféricas, con un mecanismo casi idéntico al del sonido en el aire.

Debido a la expansión del universo, pasado cierto tiempo la densidad del mismo no será lo suficientemente alta como para continuar permitiendo la propagación de estas ondas esféricas, congelándolas así en el tiempo. Al ser estas ondas picos de densidad de materia, será en estas zonas donde haya la mayor probabilidad de formación de galaxias.

Al conocer el tamaño 'comoving'¹ (aproximadamente 150Mpc)[?, Eisenstein2004]e estas ondas esféricas congeladas en el tiempo, si conseguimos medir su tamaño actual 'físico' (es decir, considerando la expansión del universo') podremos usar esos resultados para tomar medidas más y más precisas de objetos muy distantes.

1.1.2. EFECTO DE LA CURVATURA DEL UNIVERSO A día de hoy, todos los estudios BAO que se han realizado han asumido un universo sin curvatura. Esto es, aunque el universo presenta curvatura de manera local debido a las concentraciones de masa, el universo es plano de manera asintótica.

1.1.3. ESTUDIO DE LAS CURVAS BAO

¹'Comoving' hace referencia a lo que mediríamos si el universo no se hubiese expandido

Conclusiones

En este trabajo ...

Conclusions

In this work ...

Bibliografía

- [1] Bellomo, N., Preziosi, L. , Modelling and mathematical problems related to tumor evolution and its interaction with the immune system. *Mathematical and Computer Modelling*, **32**, pp. 413–452, 2000.
- [2] Arfken, G.B., Weber, H.J., Harris, F.E. *Mathematical Methods for Physicists*, Sixth Ed.: A Comprehensive Guide, Academic Press, 2005.

Anexo: Ejemplo para introducir código Matlab

```
1 %% 3-D Plots
2 % Three-dimensional plots typically display a surface
3 % defined by a function in two variables,  $z = f(x,y)$  .
4 %%
5 % To evaluate  $z$ , first create a set of  $(x,y)$  points
6 % over the domain of the function using meshgrid.
7     [X,Y] = meshgrid(-2:.2:2);
8     Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);
9 %%
10 % Then, create a surface plot.
11     surf(X,Y,Z)
12 %%
13 % Both the surf function and its companion mesh display
14 % surfaces in three dimensions. surf displays both the
15 % connecting lines and the faces of the surface in color.
16 % Mesh produces wireframe surfaces that color only the
17 %lines connecting the defining points.
```

Anexo: Ejemplo para introducir código ISE

```
1 library IEEE;
2     use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
3     use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
4     use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;
5 -- Uncomment the following library declaration if
6 -- instantiating any Xilinx primitive in this code.
7 -- library UNISIM;
8 -- use UNISIM.VComponents.all;
9
10 entity counter is
11     Port ( CLOCK : in  STD_LOGIC;
12           DIRECTION : in  STD_LOGIC;
13           COUNT_OUT : out STD_LOGIC_VECTOR (3 downto 0));
14 end counter;
15
16 architecture Behavioral of counter is
17 signal count_int : std_logic_vector(3 downto 0) := "0000";
18 begin
19 process (CLOCK)
20 begin
21     if CLOCK='1' and CLOCK'event then
22         if DIRECTION='1' then
23             count_int <= count_int + 1;
24         else
25             count_int <= count_int - 1;
26         end if;
27     end if;
28 end process;
29 COUNT_OUT <= count_int;
30 end Behavioral;
```