

FÍSICA SOLAR Y CLIMA ESPACIAL

Práctica 1

Fecha de entrega: 31 de Octubre

Propagación de ondas acústico-gravitatorias en el interior solar

Calcular el camino de propagación de ondas acústico-gravitatorias en el interior solar.

Una onda acústico-gravitatoria, que se propaga en una atmósfera isoterma estratificada con gravedad constante, tiene la siguiente relación de dispersión:

$$\omega^4 - \omega^2 [c_S^2(k_x^2 + k_z^2) + \omega_c^2] + c_S^2 N^2 k_x^2 = 0,$$

Resolviéndola para ω^2 , se obtiene:

$$F(x, z, k_x, k_z) = \frac{c_S^2(k_x^2 + k_z^2) + \omega_c^2}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{[c_S^2(k_x^2 + k_z^2) + \omega_c^2]^2 - 4c_S^2 N^2 k_x^2} - \omega^2 = 0$$

En el caso de que los parámetros de la ecuación (c_S , N y ω_c) varíen poco en distancias comparables con la longitud de onda, se puede resolver esta ecuación por el método de la Eikonal. En este método, el camino que recorre la onda (x, z) y la variación de los números de onda, k_x y k_z se pueden calcular a partir del siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\begin{aligned} \frac{dk_x}{ds} &= -\frac{\partial F}{\partial x} \\ \frac{dk_z}{ds} &= -\frac{\partial F}{\partial z} \\ \frac{dx}{ds} &= \frac{\partial F}{\partial k_x} \\ \frac{dz}{ds} &= \frac{\partial F}{\partial k_z} \end{aligned}$$

La variable s parametriza el camino de propagación de la onda. Las variables c_S , N y ω_c se calculan a partir del modelo de interior *model_jcd.dat* que se adjunta y son solamente funciones de la coordenada vertical, z .

Integrando numéricamente el sistema de ecuaciones de la Eikonal, calcular y dibujar el camino que recorren ondas de frecuencias $\nu = 2.0, 3.0, 3.5$ y 5.0 mHz que salen de una capa interna de reflexión dada (“lower turning point”), en la que se cumple la condición $k_z = 0$ para la frecuencia dada. Dibujar asimismo la trayectoria de una onda de 2.5 mHz eligiendo diferentes capas internas de reflexión. Comentar los resultados.