

Taller #7. Física Computacional / FISI 2025  
Semestre 2013-I.  
Profesor: Jaime E. Forero Romero

Abril 16 2013

**Esta tarea debe resolverse por parejas (i.e. grupos de 2 personas) y debe estar en un repositorio de la cuenta de github de uno de los miembros de cada equipo con un commit final hecho antes del medio día del martes 23 de Abril del 2013**

Es común encontrar estrellas que presentan un comportamiento oscilatorio. Por ejemplo, el Sol tiene oscilaciones debido a variaciones de presión (conocidas como ondas de modos-p) con períodos de 5 minutos, medibles a partir de métodos de imagen doppler. Otro ejemplo conocido son las estrellas de tipo Cefeida que tienen un brillo variable con periodos que pueden estar en el orden de días o incluso meses.

El siguiente ejercicio plantea un modelo simple para describir una estrella pulsante en el caso donde las pulsaciones son originadas por variaciones en la presión. Para esto trabajaremos en simetría esférica donde la única coordenada importante es la radial.

En este caso la aceleración radial de un elemento infinitesimal de gas a una distancia  $r$  del centro es un balance entre gravedad y cambios de presión:

$$\rho \frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{GM_r \rho}{r^2} - \frac{dP}{dr}, \quad (1)$$

donde  $\rho$  es la densidad local del gas,  $M_r$  es la masa de gas contenida en una esfera de radio  $r$  y  $P$  es la presión del gas que cambia a medida que nos alejamos del centro de la estrella.

Vamos a simplificar aun más este problema pensando en que toda la masa de la estrella  $M$  está concentrada en un punto y alrededor, hay una capa de tenue gas de masa  $m$  y radio  $R$ . Esto nos permite reescribir el balance de la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$m \frac{d^2 R}{dt^2} = -\frac{GM_r m}{R^2} + 4\pi R^2 P. \quad (2)$$

En este caso la velocidad de expansión/contracción de la superficie de la estrella es  $v = dR/dt$ .

Ahora incluimos una condición inicial sobre la termodinámica del sistema diciendo que la compresión y la expansión son adiabáticas. Es decir  $PR^{3\gamma}$  es constante, donde  $\gamma$  representa el cociente entre los calores específicos del gas.

1. Escriba un programa en *C* que resuelva este problema para condiciones iniciales:  $t = 0$ ,  $R = 1.7 \times 10^{12}\text{cm}$ ,  $v = 0\text{cm/s}$ ,  $P = 5.6 \times 10^5 \text{ dinas/cm}^2$ . Usando intervalos de tiempo de  $10^3$  segundos, con  $\gamma = 5/3$ . Para la masa de la estrella puede tomar  $M = 1 \times 10^{34}\text{g}$  y para la masa de la capa de gas  $m = 1 \times 10^{29}\text{g}$ .
2. Prepare tres gráficas de  $R$ ,  $v$  y  $P$  como función del tiempo desde  $t = 0$  hasta  $t = 1.5 \times 10^6$  segundos.
3. Escriba un programa en Python que encuentre el periodo de oscilación (en días) y el radio de equilibrio (en cm) y los escriba en un archivo llamado `period_amplitude.txt`.
4. Haga un archivo `Makefile` que ejecute los tres puntos anteriores cuando se use el comando `make` en el directorio que contiene el código fuente.

En la calificación se dará un 25% a cada uno de los puntos del 1 al 3. Solamente se recibirán tareas que estén en un repositorio de github.

Enviar un email al monitor del curso Daniel Felipe Duarte `df.duarte578` en `uniandes.edu.co` con el subject `RESPUESTA TALLER 7 FISICA COMPUTACIONAL`. En el cuerpo del texto debe ir la dirección del repositorio donde está la tarea.