

# MECÁNICA ANALÍTICA

## Extracrédito 1

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias,  
Departamento de Física, Santiago, Chile  
Jueves 22 de Diciembre, 2011

**Nombre:** ALEJANDRO BERNARDIN S.

### 1 Extracrédito: Simulación problema de 3 cuerpos.

Este documento tiene como finalidad explicar la simulación del problema de 3 cuerpos adjunta, tanto en su código fuente (además de los comentarios dentro del código) como las ecuaciones ocupadas en ella. Además se hace una pequeña referencia a su utilización.

#### 1.1 Ecuaciones

Las ecuaciones ocupadas para esta simulación han sido las ecuaciones de gravitación desarrolladas por Newton, o sea

$$U = \frac{m_i m_j}{r_{ij}}$$
$$F = \frac{m_i m_j}{r_{ij}^2}$$

las cuales al calcularlas para cada partícula resultan

$$\Delta U_j = \sum_{i=1}^n \frac{m_i m_j}{r_{ij}}$$
$$\Delta F_j = \sum_{i=1}^n \frac{m_i m_j}{r_{ij}^2}$$

siendo la partícula  $j$  la afectada tanto por el potencial  $\Delta U_j$  como por la fuerza  $\Delta F_j$  en un tiempo determinado  $\tau$ .

Debido a que nuestro sistema posee más de 2 cuerpos, no posee solución analítica, por ende debemos integrar numéricamente nuestras ecuaciones, para lo cual hemos utilizado el algoritmo **velocity verlet**, el cual dice

$$\vec{r}_{n+1} = \vec{r}_n + \tau \vec{v}_n + \frac{1}{2} \tau^2 \vec{a}(\vec{r}_n)$$
$$\vec{v}_{n+1} = \vec{v}_n + \frac{\tau}{2} [\vec{a}_n(\vec{r}_n) + \vec{a}(\vec{r}_{n+1})]$$

con el cual hemos obtenido la posición de cada partícula en nuestro sistema.

## 1.2 Código Fuente

El programa principal viene dado por el archivo `3cuerpos.cc` el cual se complementa con las clases `Part.cc`, `Cont.cc`, `azar.cc` y `Vect6.cc`. Analizaremos brevemente cada archivo:

### 1.2.1 `3cuerpos.cc`

Este es el archivo principal, el cual contiene el parámetro de entrada que representa la cantidad de cuerpos del sistema, posee el integrador **velocity verlet**, posee las condiciones de borde periódicas, además que es el encargado tanto de leer archivos externos como de escribir en ellos.

### 1.2.2 `Cont.cc`

Este archivo es el contenedor de las partículas, esta encargado de calcular la energía potencial entre ellas así como la fuerza.

### 1.2.3 `Part.cc`

Este archivo es el que crea y setea las partículas, posee toda la información de ellas (posición, velocidad y masa).

### 1.2.4 `Vect6.cc`

Este archivo crea un vector de 6 dimensiones utilizado para cosas muy específicas dentro del programa.

### 1.2.5 `azar.cc`

Este archivo genera números al azar.

## 1.3 Forma de uso

El archivo ejecutable viene dado por el archivo binario **3cuerpos**, compilado para procesador de 64 bits. En caso de no tener máquina de 64 bits, compilar nuevamente ejecutando el comando **make**. Al ejecutar el programa, este leerá automáticamente el archivo **entrada.xyz**, el cual puede ser modificado para ingresar distintas condiciones iniciales a nuestra simulación de 3 cuerpos.

En caso de querer ingresar más partículas en el archivo `entrada.xyz`, solo es necesario cambiar la variable *p* y *archiv* por la cantidad de partículas deseadas en el archivo `3cuerpos.cc` y compilar nuevamente, ya que el programa está capacitado para trabajar con *n* partículas.

El archivo de salida es del tipo .xyz, que puede ser visualizado en el programa Xmakemol (se recomienda visualizar con una velocidad de 19). El archivo entrada.xyz, que viene por defecto, nos muestra dos planetas orbitando alrededor de otro 500 veces más grande que ambos. Se puede ejecutar automáticamente Xmakemol ejecutando el archivo **visualizar.bash**.

## 1.4 Copyleft

El presente programa es de completa autoría del autor de este extracrédito (exceptuando la clase azar.cc, creado por J.Rogan) y puede ser difundido, modificado, analizado y dársele cualquier uso que el usuario final estime conveniente.