

Grado de Física. Computación I. Curso 2022-23

Control 1 (28-10-2022; 10:30 a 13:30).

Modelo Z

Instrucciones:

- Envía las soluciones de este examen al correo electrónico de tu profesor en la asignatura utilizando tu correo institucional de la UAM (*nombre@estudiante.uam.es*). Comprueba que envías todas tus soluciones del control y todos los programas y subrutinas necesarios para poder ejecutarlos. El 'asunto' del correo será: 'Computación I, Control 1: Subgrupo GGGG' (GGGG es tu subgrupo). Una vez enviado el correo, informa a tu profesor y espera a que este compruebe que lo ha recibido correctamente antes de abandonar el aula.
- Las calificaciones de cada subgrupo serán publicadas en su página web o en Moodle.
- La puntuación de cada apartado *no* es necesariamente proporcional a su longitud o dificultad.
- Recuerda incluir las unidades físicas, etiquetar claramente todos los gráficos, identificar las magnitudes que se presentan en pantalla, ...

El control se valorará sobre 10 puntos. La nota obtenida será el 10% de la asignatura.

Ejercicio 1. La distancia D entre dos puntos con vectores de coordenadas $\vec{P}_1$ y $\vec{P}_2$ está dada por $D_{12} = D_{21} = \|\vec{P}_1 - \vec{P}_2\|$.

1.A. Crear una función de script de nombre `Distancia` que, teniendo como entrada una matriz V con los vectores de coordenadas de N puntos, calcule las distancias entre los diferentes puntos y los devuelva en forma de una matriz D de tamaño $N \times N$. La columna n de la matriz V está formada por el vector de coordenadas n -ésimo $\vec{P}_n$. Los elementos D_{nm} de la matriz D son las distancias entre los puntos $\vec{P}_n$ y $\vec{P}_m$. Ejemplo de uso:

$$[D] = \text{Distancia}(V)$$

La función tendrá que realizar las operaciones pertinentes para funcionar correctamente tanto si la matriz V del argumento de entrada representa vectores en una, dos o tres dimensiones. **(1.75 pts.)**

1.B. Considerar 13 puntos distribuidos uniformemente a lo largo de una circunferencia de radio 1 m, i.e., la separación angular entre dos puntos consecutivos será $2\pi/13$. Crear un script de nombre `Control1_1.m` que calcule las distancias entre todos los puntos y represente con líneas y símbolos (diferentes para cada uno de ellos) la distancia del 3°, 7° y 11° con todos ellos en función del número de orden n de su posición en la circunferencia ($n=1, \dots, 13$). En el cálculo puedes usar la función creada en el apartado anterior. **(1.00 pts.)**

Ejercicio 2. Considerar la siguiente energía potencial para la interacción de dos partículas separadas una distancia d :

$$E_{\text{int}}(d) = \begin{cases} a(d^2 - 2d_0 \cdot d) & d \leq d_0 \\ a(d^2 - 2d_0 \cdot d) + b(d - d_0)^3 & d_0 < d \leq d_1 \\ 0 & d_1 < d \end{cases}$$

con $d_1 = d_0(1 + \sqrt{3})$, $a = \frac{V_0}{d_0^2}$, $b = \frac{-2a}{3(d_1 - d_0)}$, donde d_0 y V_0 es la distancia y profundidad del mínimo de la energía potencial.

2.A. Crear una función (de script o anónima) de nombre `Potencial_C1` que teniendo como argumento de entrada la separación d devuelva la energía potencial E_{int} . Ejemplo de uso:

$$[E_{\text{int}}] = \text{Potencial_C1}(d)$$

La función deberá operar de forma correcta con argumentos de entrada en forma de vector o matriz, con la salida del mismo formato y tamaño que el argumento de entrada. **(1.50 pts.)**

Crear un script de nombre `Control1_2.m` que realice las siguientes operaciones:

2.B. En un gráfico represente la energía E_{int} en función de $d \in [0, 3d_0]$. **(0.50 pts.)**

2.C. Determine la energía de interacción total de un sistema de cuatro partículas que se encuentran fijas en las coordenadas $\vec{p}_n$ ($n=1,\dots,4$) formando un tetraedro regular ($E_{\text{tet}} = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^4 \sum_{m=1}^4 E_{\text{int}}(d_{n,m})$, donde $d_{n,m}$ es la distancia entre las partículas n y m), y la saque por la pantalla de forma clara. Pueden usarse las funciones del Ejercicio 1 y del apartado 2.A. **(0.75 pts.)**

2.D. Mientras que las partículas anteriores que forman el tetraedro permanecen fijas, una quinta partícula se mueve desde el punto de coordenadas $(10p_0, 0, 0)$ al punto $(0, 0, 0)$ siguiendo una línea recta. Representar la energía total de interacción del sistema en función de la distancia al origen de coordenadas de la quinta partícula durante su movimiento. (La energía total del sistema en este caso puede calcularse teniendo en cuenta la interacción entre las 5 partículas, o bien teniendo en cuenta que la energía debida al tetraedro no cambia y solo cambia la contribución de la quinta partícula con las del tetraedro: $E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^5 \sum_{m=1}^5 E_{\text{int}}(d_{n,m}) = E_{\text{tet}} + \sum_{n=1}^4 E_{\text{int}}(d_{n,5})$). **(1.50 pts.)**

Datos: $d_0=0.2 \text{ nm}$, $V_0=1.0 \text{ eV}$, $p_0 = (10\sqrt{2})^{-1} \text{ nm}$, $\vec{p}_1/p_0 = (1, 1, 1)$; $\vec{p}_2/p_0 = (-1, -1, 1)$; $\vec{p}_3/p_0 = (1, -1, -1)$; $\vec{p}_4/p_0 = (-1, 1, -1)$.

Ejercicio 3. Considerar una partícula cuya expresión de la velocidad en función del tiempo es:

$$\begin{aligned} v_x &= -R \omega \sin(2\omega \cdot t) [5 - 8 \sin^2(\omega \cdot t)] \\ v_y &= -R \omega [1 - 4 \sin^2(2\omega \cdot t) + 2 \sin^2(\omega \cdot t)] \end{aligned}$$

Crear un script de nombre `Control1_3.m` que realice las siguientes operaciones:

3.A. Calcular las componentes de la velocidad de la partícula para $t \in [0, 2T]$ y representarlas en función del tiempo en una misma gráfica indicando claramente cada una. **(0.75 pts.)**

3.B. Sabiendo que en $t=0$ la partícula se encuentra en la posición $(R, 0)$, calcular la posición de la partícula en función del tiempo integrando numéricamente la velocidad. Representar la trayectoria de la partícula durante el tiempo indicado. Calcular la distancia total recorrida por la partícula, $L = \int_0^{2T} |dr| = \int_0^{2T} |v(t)| dt$, y sacar claramente la información por pantalla. **(1.25 pts.)**

3.C. Calcular la aceleración de la partícula derivando numéricamente la velocidad. Calcular el módulo de la aceleración. Dibujar componentes y módulo de la aceleración en función del tiempo en una misma gráfica, identificando cada uno claramente. **(1.00 pts.)**

Datos: $R=0.8 \text{ m}$, $T=5 \text{ s}$, $\omega = 2\pi / T$.