

--- Proyectos pendientes ---

- Campo electrico en STM

En el microscopio de efecto tunel se aplica una diferencia de potencial entre la superficie plana a estudiar y una punta muy afilada y cercana. El campo electrico resultante se puede calcular en funcion de la carga en una serie de puntos de las superficies, y exigiendo que el potencial en esos puntos sea constante.

- Fonones en un cristal 1D

Una simulacion sencilla de los fonones en un solido puede hacerse integrando la ecuacion de Newton con masas unidas por muelles en una dimension.

- Vela solar

Se ha propuesto impulsar naves espaciales con velas solares que, al reflejar la luz del Sol, sufren una fuerza repulsiva, con la que puede simularse su trayectoria.

- Lattice gas

Es un modelo para estudiar la transicion liquido-gas, en la que las posiciones de una red pueden estar ocupadas o no, dependiendo de sus interacciones con particulas en las posiciones vecinas. La estadistica del sistema puede estudiarse mediante el metodo de Montecarlo.

- Modos normales en una molecula

Los modos normales de vibracion de una molecula pueden calcularse diagonalizando su matriz dinamica (segundas derivadas de la energia con respecto a las posiciones), o con un analisis de Fourier de la trayectoria obtenida integrando la ecuacion de Newton.

- Billar caotico

Se trata de una particula puntual rebotando elasticamente en las paredes de un recinto con forma de estadio. Es un sistema dinamico 'hamiltoniano' (determinista) pero que presenta un comportamiento caotico (muy sensible a las condiciones iniciales). Puede simularse la trayectoria y estudiarse mediante representaciones de Lorentz.

- Explosion coulombiana

Cuando una bola de liquido metalico se carga electricamente, el campo tira hacia fuera, contrarrestando la tension superficial y tendiendo a deformarla. Por encima de cierta carga, la deformacion crece hasta romper la bola en dos. Esto se puede simular con dinamica molecular y un potencial que incluya un potencial atractivo mas la repulsion entre un conjunto de cargas 'metalicas'.

- Optimizacion de la trayectoria de un velero

La velocidad de un velero con respecto al agua es una función conocida de su rumbo y de la velocidad del viento. Dada una serie de posiciones $r(i)$, $i=1:n$, y una velocidad prevista del viento $v(r,t)$, puede calcularse el tiempo requerido para ir de cada posicion a la siguiente. Minimizando el tiempo total, puede obtenerse la trayectoria optima.

- Esferas duras dipolares

Un conocido juego manual consiste en bolitas imanadas con las que se pueden construir multitud de estructuras. Estas estructuras pueden estudiarse minimizando la energia magnetica en funcion de las posiciones y orientaciones de las bolas.

- Distribucion de Maxwell-Boltzman

Simulando n particulas, que interaccionan con un potencial repulsivo, puede estudiarse la distribucion de velocidades de Maxwell-Boltzman, para distintas temperaturas, masas, y dimensiones del espacio.

- Transicion liquido-gas

Simulando n particulas, que interaccionan con un potencial tipo Lennard-Jones, puede comprobarse que, a bajas temperaturas, el sistema se divide en una parte mas densa (liquido) y otra menos densa (gas).

--- Proyectos ya realizados ---

- Misil balistico

La trayectoria de un misil balistico puede calcularse en un sistema de referencia inercial o en el sistema ligado a la Tierra en rotacion. En este ultimo, hay que incluir las fuerzas centrifuga y de Coriolis. Pero la trayectoria y el punto de impacto sobre la Tierra deben coincidir.

- Trompo como un conjunto de particulas

Las ecuaciones del solido rigido pueden comprobarse simulando un trompo como un conjunto de particulas unidas por muelles muy rigidos e integrando la ecuacion de Newton.

- Cadena colgando y rotando

Una cadena, colgando de un brazo que rota, toma una serie de formas bastante singulares que pueden estudiarse integrando la ecuación de Newton, con muelles bastante duros entre las cuentas.

- Tokamak

Es un dispositivo toroidal para confinar mediante campos magnéticos un plasma de protones y electrones a una temperatura muy alta, con objeto de producir fusión nuclear. La trayectoria de las cargas puede simularse integrando la ecuación de Newton bajo la fuerza de Lorentz.

- Tostada

Se trata de simular el movimiento de una tostada cayendo desde una mesa, para comprobar el principio de Peter, según el cual siempre cae boca abajo.

- Ondas de tráfico

Como la distancia de seguridad aumenta cuadráticamente con la velocidad, la máxima capacidad de una autopista se obtiene para cierta velocidad óptima. Cuando la circulación está cerca de la capacidad máxima, cualquier incidente puede disminuir la velocidad por debajo de la óptima y disminuir la capacidad, provocando una retención. Modelizando el comportamiento de aceleración y frenado, en función de la distancia y velocidad del coche precedente, se pueden simular estas ondas de tráfico.

- Reflexión, refracción y dispersión de ondas en 2D

Una red de masas unidas por muelles genera ondas en dos dimensiones. Si las masas cambian a lo largo de una línea, las ondas que lleguen a ella se reflejarán y refractarán de acuerdo con la ley de Snell. Si solo una de las masas es distinta, las ondas se dispersarán circularmente.

- Optimización de la trayectoria de un ciclista

La potencia interna consumida por los músculos es una función no lineal de la potencia externa que actúa sobre los pedales. Dadas unas posiciones $x(t(i))$, $i=1:n$, y un perfil de alturas de la carretera $y(x)$, puede obtenerse la velocidad por diferencias finitas, y la potencia externa e interna. Minimizando esta última se obtendrá la velocidad óptima en cada punto para minimizar la energía consumida.

- Bola rodando en un cono

En <https://www.youtube.com/watch?v=mt98cAMC9bw> se observa el curioso comportamiento de bolas rodando en la superficie de un cono invertido. La teoría del potencial central permite explicar cualitativamente por qué las bolas vuelven a subir. Mejor aun es una simulación cuantitativa de la dinámica de una bola rodando en una superficie curva.

- Optimización de la trayectoria de un cohete

Dada una trayectoria $r(t(i))$, $i=1:n$, de una nave yendo de la Tierra a Marte, puede calcularse la aceleración y la fuerza derivando con diferencias finitas. Restando la fuerza gravitatoria e integrando, puede obtenerse la energía consumida por los motores. Minimizándola se obtendrá la trayectoria óptima.

- Difusión de calor en una plancha

La temperatura de un cuerpo en presencia de fuentes de calor evoluciona según la ecuación de difusión, que puede resolverse usando diferencias finitas.

--- Otras ideas ---

- Propagación de rayos de luz en un medio inhomogéneo

- Búsqueda de estructuras de agregados

- Simulación de discos con imanes en una mesa de aire

- Cálculo de eclipses

- Microscopio electrónico

- Difusión en una red con trampas

- Granos en un silo