

Trabajo Práctico 9 - Sistemas de partículas, vector cantidad de movimiento y choques

A - Preguntas y ejercicios para entrar en calor

1. Dos partículas, de masas 2 kg y 1 kg , se encuentran en puntos cuyas coordenadas cartesianas corresponden a $(1\text{ m}, 2\text{ m}, 0\text{ m})$ y $(-1\text{ m}, 1\text{ m}, 0\text{ m})$, respectivamente, en un dado sistema de referencia inercial.
 - a) Determinar las coordenadas cartesianas del centro de masa del sistema formado por dichas partículas en el mismo sistema de referencia.
 - b) Si las mismas partículas tienen, en cierto instante, velocidades $(1\text{ m/s}, -1\text{ m/s}, 0\text{ m/s})$ y $(2\text{ m/s}, -1\text{ m/s}, 0\text{ m/s})$ respectivamente, determinar la velocidad del centro de masa y las componentes del vector cantidad de movimiento en ese instante.
 - c) Si la fuerza externa neta que actúa sobre el sistema es nula, ¿cómo evoluciona la velocidad del centro de masa en el tiempo? ¿Cómo evoluciona el vector cantidad de movimiento, \vec{P} , del sistema?
2. Para el sistema de partículas del problema anterior y en el mismo sistema de referencia suponer que, durante el movimiento, actúa sobre la primera partícula una fuerza externa neta de componentes $(2\text{ N}, 0\text{ N}, 0\text{ N})$ y sobre la segunda, una fuerza externa neta de componentes $(-2\text{ N}, 0\text{ N}, 0\text{ N})$
 - a) Calcular las componentes de los vectores aceleración de cada partícula y, a partir de esos resultados, obtener las componentes del vector aceleración del sistema.
 - b) Reobtener el último resultado del punto a) a partir de la fuerza externa resultante sobre el sistema de partículas.
3. Una fuerza resultante constante, dada por $\vec{F} = 10N\hat{i}$ actúa sobre una partícula durante 10 s ¿Cuál es el cambio que sufre el vector cantidad de movimiento, \vec{p} , de la partícula? ¿Se conservan las componentes de \vec{p} perpendiculares a la fuerza?
4. Un bloque de masa 1 kg que se mueve a una velocidad de módulo 2 m/s sobre una superficie horizontal sin fricción, choca con un bloque de masa 2 kg que, antes del choque, se halla en reposo. Ambos quedan pegados luego de la colisión. Realizar los cálculos para determinar cuál (o cuáles) de estas afirmaciones es (o son) correcta (o correctas):
 - a) Después del choque, la energía cinética del sistema es menor que antes del choque.
 - b) La energía cinética del sistema no cambia durante el choque.
 - c) Después del choque, el módulo del vector cantidad de movimiento del sistema es menor que antes del choque.
 - d) El módulo del vector cantidad de movimiento del sistema no cambia durante el choque.
5. Una partícula de masa $0,2\text{ kg}$, que se mueve a $0,4\text{ m/s}$ choca contra otra, de masa $0,3\text{ kg}$, que está en reposo. Después del choque, la primera se mueve a $0,2\text{ m/s}$ en un sentido que forma un ángulo de 40° con el sentido original.
 - a) Hallar el vector velocidad de la segunda partícula.
 - b) Calcular el cambio de energía cinética del sistema de partículas (Q de la dispersión).

B - Ejercicios más elaborados

1. a) Determinar la posición del centro de masa de la molécula de ácido nítrico (HNO_3), cuya configuración está representada en la figura 1 (distancias expresadas en Å , $1\text{ Å} = 10^{-10}\text{ m}$). b) Tres masas iguales están colocadas en los vértices de un triángulo. Demostrar que el centro de masa está localizado en la intersección de las medianas del triángulo.

2. En un dado sistema de referencia de laboratorio, y para una dada orientación de los ejes coordenados, un bloque de 3 kg se mueve hacia la derecha a 5 m/s y un segundo bloque de 5 kg se mueve hacia la izquierda a 2 m/s. a) Hallar la velocidad del centro de masa del sistema formado por ambos bloques (medida en el sistema de referencia de laboratorio). b) Hallar la energía cinética del sistema formado por los dos bloques en el mismo sistema de laboratorio. c) Hallar la energía cinética del sistema formado por los dos bloques en el sistema de referencia del centro de masa. d) Mostrar que la diferencia entre c) y b) es igual a $1/2 M v_{CM}^2$, donde M es la masa total del sistema y v_{CM} es la velocidad calculada en a).
3. Un bote de 100 kg y 8 m de longitud se encuentra en reposo en un lago, a 10 m de tierra (ver figura 2). En el extremo del bote más alejado de la orilla está sentada una muchacha de 50 kg. La muchacha camina hasta el otro extremo del bote, donde se detiene. ¿A qué distancia de la orilla se encuentra entonces? (Despreciar la fuerza horizontal ejercida por el agua sobre el bote).
4. James Bond esquía sobre una superficie helada, perseguido por Goldfinger, también sobre esquíes (ignore la fuerza de roce en ambos casos). Bond, cuya masa es 100 kg, dispara hacia atrás balas de 40 g que viajan a 800 m/s. Por su parte Goldfinger, de 120 kg de masa, dispara hacia Bond con un arma del mismo tipo. Ninguno de los proyectiles da en el blanco. Calcule el cambio de velocidad relativa de Bond y Goldfinger cuando cada personaje ha disparado 6 balas.
5. Tres masas se encuentran, inicialmente, en reposo sobre una superficie horizontal sin roce, unidas por resortes de modo tal que forman un triángulo equilátero. A partir de cierto momento, sobre las masas 1 y 2 empiezan a actuar fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 , como se indica en la figura 3. Calcular la velocidad del centro de masa del sistema en función del tiempo si las fuerzas son constantes, siendo sus módulos 50 N y 30 N respectivamente.
6. Un ladrillo de 0.3 kg se deja caer desde una altura de 8 m, choca contra el suelo y queda en reposo. a) ¿Cuál es el impulso ejercido por el suelo sobre el ladrillo? b) Si, desde que el ladrillo toca el suelo hasta que queda en reposo, transcurren 1,3 ms, ¿cuál es la fuerza media ejercida por el suelo sobre el ladrillo? c) ¿Qué impulso se habrá transmitido al suelo?
7. Una granada, inicialmente en reposo en un sistema inercial, estalla en tres trozos de masas m_1 , m_2 y m_3 , cuyas velocidades inmediatamente después del estallido son $\vec{v}_1 = 6\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$, $\vec{v}_2 = 6\vec{i} - 10\vec{j} - 8\vec{k}$ y $\vec{v}_3 = -4\vec{i} + 2\vec{j} + v_3\vec{k}$ respectivamente (cantidades en m/s). Determinar el valor de v_3 y la relación entre las masas de los tres trozos.
8. Un explosivo ha sido lanzado, desde el nivel de la tierra, con una velocidad inicial de 100 m/s y un ángulo de 60° con respecto a la horizontal. En el punto más alto de su trayectoria estalla en dos fragmentos de igual masa, uno de los cuales queda momentáneamente en reposo luego de la explosión. Calcular a qué distancia del punto de disparo cae el segundo fragmento.
9. Una partícula de 0.2 kg moviéndose a 0.4 m/s choca contra otra partícula de 0.3 kg que está en reposo. Después del choque la primera partícula se mueve a 0.2 m/s en una dirección que forma un ángulo de 40° con su dirección original. a) Hallar la velocidad (módulo y dirección) de la segunda partícula. b) Analizar el choque en el sistema centro de masa.
10. Un pasajero en un tren que se mueve a velocidad constante v observa un choque entre dos objetos dentro del tren y llega a la conclusión de que el choque es elástico. Un observador que está de pie fuera del tren que observa lo mismo llega a la conclusión de que (seleccionar la opción correcta):
 - a) El choque es inelástico; el cambio de energía es proporcional a v .
 - b) El choque es inelástico; el cambio de energía es proporcional a v^2 .
 - c) El choque es inelástico; el cambio de energía no tiene una relación sencilla con v o con v^2 .
 - d) El choque es elástico.
 Justificar adecuadamente la respuesta.
11. Una partícula, que se desplaza con velocidad no nula en un sistema inercial de laboratorio, choca elásticamente contra otra de igual masa que se encuentra en reposo. Como consecuencia del choque, la velocidad de la partícula incidente cambia su dirección. Demuestre que, después del choque, las velocidades de ambas partículas son ortogonales.
12. Un coche de 500 kg se desplaza hacia la derecha a 40 m/s en persecución de otro coche de 1 tonelada que avanza a 30 m/s, también hacia la derecha. El primer coche alcanza al segundo, chocan y quedan acoplados. a) ¿cuál es la velocidad de los coches inmediatamente después de la colisión? b) ¿Qué fracción de la energía cinética inicial se perdió en la colisión? c) Analizar el choque en el sistema de referencia fijo al centro de masa. ¿Es éste un sistema inercial? ¿Cuál es la fracción de energía cinética perdida?

13. Una bala de 100 g se dispara contra un péndulo balístico de 10 kg, al que atraviesa. El péndulo, que no pierde masa como consecuencia de la colisión, asciende una altura de 10 cm. La bala sigue su camino y se incrusta en otro péndulo idéntico, que asciende 40 cm. Hallar la velocidad inicial de la bala.
14. Un bloque de 1 kg se encuentra en reposo y equilibrio sobre una superficie horizontal lisa, unido a un resorte de constante $k = 900 \text{ N/m}$. El bloque es atravesado por una bala de 5 g, que viaja horizontalmente a 400 m/s (ver figura 4). Luego del choque, la velocidad de la bala se reduce a la cuarta parte. Hallar la máxima compresión del resorte.
15. Idem problema anterior, pero para el caso de una superficie horizontal rugosa, siendo $\mu_k = 0.6$ el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie. b) Determinar la fuerza promedio entre el bloque y la bala si el tiempo de duración del choque es de una centésima y una milésima de segundo, y compararla con la fuerza de rozamiento. ¿Es razonable considerar que la fuerza externa neta sobre el sistema bala + bloque es nula durante el choque?
16. La pista de la figura 5 está formada por un tobogán, seguido por un camino circular al que, a su vez, sigue un tramo horizontal. Toda la pista es lisa, salvo el tramo horizontal que sigue al camino circular, cuyo coeficiente cinético de roce es μ_k . Una partícula de masa m parte del reposo desde un punto del tobogán que se encuentra a una altura $3R$ por encima del punto inferior del tramo circular. Luego de llegar a dicho punto inferior, recorre una vez el interior del tramo circular y sale hacia el tramo horizontal rugoso.
- i) Cuando alcanza el punto B dentro del tramo circular calcular: a) las componentes centrípeta y tangencial del vector aceleración de la partícula; b) la fuerza normal que la pista ejerce sobre la partícula; .
- ii) En el preciso momento de abandonar la pista circular, la partícula choca con otra partícula, de masa $2m$, que está en reposo sobre el tramo horizontal rugoso y, como resultado del choque, ambas partículas quedan unidas; calcular la distancia recorrida, a lo largo del tramo horizontal con roce, por las dos partículas unidas luego de la colisión.
17. Una partícula (1), de masa m_1 , se libera a partir del reposo desde el punto A (a una altura h) de la pista que se muestra en la figura 6 y choca, en el punto B, con otra partícula (2), de masa m_2 , que se encuentra en reposo. Luego de la colisión, la partícula 2 se mueve hacia la derecha atravesando una porción rugosa de camino, de longitud d para, finalmente, comprimir el resorte de constante k , al que le produce una deformación l , quedando momentáneamente en reposo. La pista es lisa, excepto en la porción de longitud d ya especificada. a) Calcular la altura máxima que alcanza la partícula 1 luego del choque. b) Calcular la fuerza de rozamiento promedio en la porción rugosa de pista, cuyo coeficiente de fricción es μ_k .

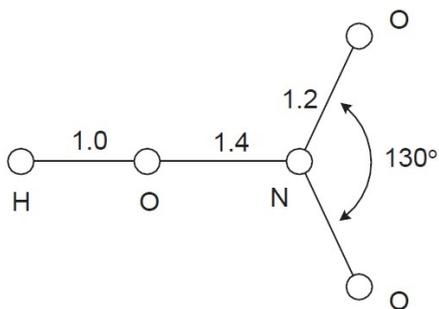


Fig. 1

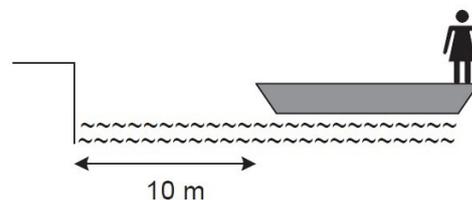


Fig. 2

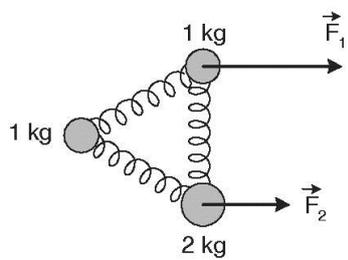


Fig. 3

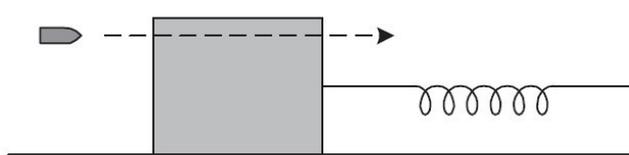


Fig. 4



Fig. 5

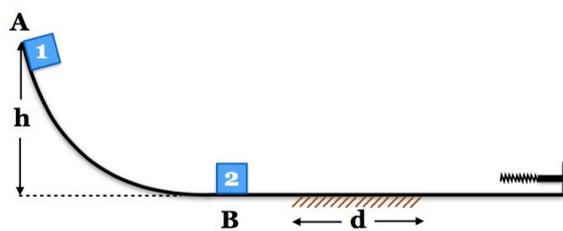


Fig. 6