Física General I – Año 2024

Trabajo Práctico 8 - Sistemas de partículas, vector cantidad de movimiento y choques

1. a) La masa de la Tierra es $5,98\,10^{24}$ kg. La de la Luna, $7,36\,10^{22}$ kg. La distancia entre sus centros geométricos es $3,84\,10^{8}$ m. Determinar la posición del centro de masa del sistema Tierra-Luna medida desde el centro de la Tierra, suponiendo que ambos cuerpos celestes tienen simetría esférica. b) Comparar dicha posición con el radio terrestre.

2. 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 resultante externa 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?

3. 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 resultante externa de componentes $(2\,\text{N}, 0\,\text{N}, 0\,\text{N})$ y sobre la segunda, una resultante externa 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 centro de masa.
b) Reobtener el último resultado del punto a) a partir de la resultante externa sobre el sistema de partículas.

4. Un investigador ha sedado a un oso polar para estudiarlo. Ambos se encuentran sobre una superficie helada horizontal perfactamente lisa. El investigador sólo tiene una cuerda ideal y una cinta métrica y, con esos elementos, debe determinar la masa del oso. Primeramente, mide la distancia que lo separa del oso: 40 m. Luego, ata un extremo de la cuerda al oso y, volviendo a su posición original, comienza a tirar de la cuerda. Hombre y oso se mueven, entonces, uno hacia el otro. Cuando ambos se encuentran uno al lado del otro, el investigador mide la distancia que se desplazó cada uno. El oso se desplazó 4 m y el investigador, obviamente, se desplazó 36 m. ¿Cuál es la masa del oso, si el hombre tiene una masa de 70 kg?

5. Un hombre de masa m asciende por una escalera de cuerdas de masa despreciable suspendida de un globo de masa M, como se muestra en la figura P5. Si el globo se encontraba en reposo con respecto al piso antes de que el hombre empezara a subir con velocidad constante, de módulo v, con respecto a la escalera: a) ¿En qué sentido, y con qué velocidad con respecto al piso se moverá el globo? b) ¿Cuál será el estado del movimiento después de que el hombre deje de ascender? c) Calcular cuánto se desplazó el extremo inferior de la escalera respecto de la tierra si el hombre, que inicialmente se encontraba en el extremo inferior de la escalera, recorrió L metros ascendiendo por la misma.

6. 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, medida en el sistema de laboratorio, del centro de masa del sistema formado por ambos bloques. 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)

7. Una granada, que se encuentra en reposo en el punto más alto de su trayectoria vertical, estalla en tres trozos de masas m_1, m_2 y m_3, cuyas velocidades inmediatamente después del estallido son $\vec{v}_1 = 6\breve{i}+4\breve{j}+5\breve{k}$, $\vec{v}_2 = 6\breve{i} - 10\breve{j} - 8\breve{k}$ y $\vec{v}_3 = -4\breve{i} + 2\breve{j} + v_{3_z}\breve{k}$ respectivamente (cantidades en m/s). Determinar el valor de v_{3_z} y las relaciones entre las masas de los tres trozos.

8. Una partícula de 0,2 kg, que se mueve a 0.4 m/s en un sistema de laboratorio choca contra otra partícula de 0,3 kg que está en reposo en el mismo sistema. Después del choque la primera partícula se mueve a

$0,2\,\mathrm{m/s}$ en un sentido que forma un ángulo de $40°$ con el sentido de su velocidad original. a) Hallar la velocidad (módulo y dirección) de la segunda partícula. b) Analizar el mismo choque en el sistema centro de masa.

9. Una partícula (1), que se desplaza con velocidad no nula $\vec{v}_{1i}$ en un sistema inercial de laboratorio, choca elásticamente contra otra (2) de igual masa, que se encuentra en reposo, como se muestra en la figura P9. Como consecuencia del choque, la velocidad de la partícula incidente cambia su dirección (choque elástico tangencial). a) Demuestre que, después del choque, las velocidades de ambas partículas son ortogonales. b) Si el módulo de la velocidad final de la partícula incidente (1) es $|\vec{v}_{1f}| = 3,5\,\mathrm{m/s}$, el módulo de la velocidad final de la partícula 2 es $|\vec{v}_{2f}| = 6,75\,\mathrm{m/s}$ y $\vec{v}_{1f}$ forma un ángulo de $65°$ con el sentido del a velocidad inicial de la partícula 1 (ver figura 3), ¿cuáles son la dirección y sentido de $\vec{v}_{2f}$ y cuál fue el módulo de la velocidad $\vec{v}_{1i}$ de incidencia?

10. En la figura P10, 1 es una partícula de masa $m_1 = 0,1\,\mathrm{kg}$ y 2 es otra partícula, de masa $m_2 = 0,2\,\mathrm{kg}$, unida a un resorte de constante $k = 500\,\mathrm{N/m}$ que, inicialmente, tiene su longitud natural. El bloque 1 parte desde el reposo, a una altura $h = 1,5\,\mathrm{m}$ por encima del piso, entra en el rizo circular, de radio $R = 0,25\,\mathrm{m}$, por el punto C y recorre el rizo por su interior para salir por el mismo punto. Después de recorrer el tramo horizontal, 1 choca con 2. Después del choque, ambas partículas quedan adheridas entre sí y, por ende, unidas al extremo del resorte. Toda la pista es lisa. a) ¿Cuál es el módulo de la velocidad de 1 al entrar en el rizo? b) Verificar que, efectivamente, 1 recorre con éxito todo el rizo, hasta salir por el punto C. ¿Con qué velocidad sale? c) ¿Cuál es la máxima compresión que sufre el resorte? d) Escribir la expresión de la deformación del resorte alrededor de su longitud natural como función del tiempo, a partir del momento en que alcanza su máxima compresión.

11. Una pequeña pelota de $0,15\,\mathrm{kg}$ se deja caer desde una altura de $1,25\,\mathrm{m}$. Rebota en el suelo, alcanzando una altura de $0,96\,\mathrm{m}$. ¿Qué impulso entrega el suelo a la pelota? Si, desde que la pelota toca el suelo hasta que lo abandona, transcurren $1,3\,\mathrm{ms}$, ¿cuál es la fuerza media ejercida por el suelo sobre la pelota?

Para verificar que se adquirieron los conocimientos

12. Un muchacho de masa $m_1 = 40\,\mathrm{kg}$ se encuentra en reposo sobre una plataforma móvil de masa $m_2 = 10\,\mathrm{kg}$ junto a dos ladrillos, cada uno de masa $m = 5\,\mathrm{kg}$. La plataforma puede desplazarse, sin roce, sobre un terreno horizontal. En cierto instante el muchacho lanza horizontalmente uno y, después, el otro ladrillo hacia atrás de la plataforma, en ambos casos, con velocidad de módulo $v_0 = 2\,\mathrm{m/s}$ respecto a sí mismo. ¿Qué velocidad adquirirá la plataforma?¿Qué velocidad adquiriría si el muchacho tirara sumultáneamente ambos ladrillos con la misma velocidad?

13. 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 P13. Calcular la velocidad del centro de masa del sistema en función del tiempo si las fuerzas son constantes, siendo sus módulos $50\,\mathrm{N}$ y $30\,\mathrm{N}$ respectivamente.

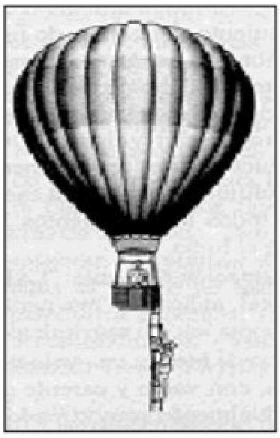
14. Un pequeño bloque de masa $m_1 = 0,5\,\mathrm{kg}$ de masa se deja caer desde la cima de una rampa curva lisa, de masa $m_2 = 3\,\mathrm{kg}$, apoyada sobre una superficie horizontal también lisa, como se ve en la figura P14. Cuando el bloque abandona la rampa, se mide su velocidad, que es horizontal y cuyo módulo es $4\,\mathrm{m/s}$, como se ve en la misma figura. a) ¿Cuál es la velocidad de la rampa cuando el bloque alcanza la superficie horizontal? b) ¿Cuál es la altura h de la rampa?

15. Un bloque de $1\,\mathrm{kg}$ se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal lisa, unido a un resorte de constante $\mathrm{k} = 900\,\mathrm{N/m}$. El bloque, que no pierde masa durante la colisión, es atravesado por una bala de $5\,\mathrm{g}$, que viaja horizontalmente a $400\,\mathrm{m/s}$ (ver figura P15). Luego del choque, el módulo de la velocidad de la bala se reduce a la cuarta parte. Hallar la máxima compresión del resorte. Escribir la expresión para la posición del bloque medida con respecto a la posición que corresponde a la longitud natural del resorte como función del tiempo para tiempos posteriores al de máxima compresión.

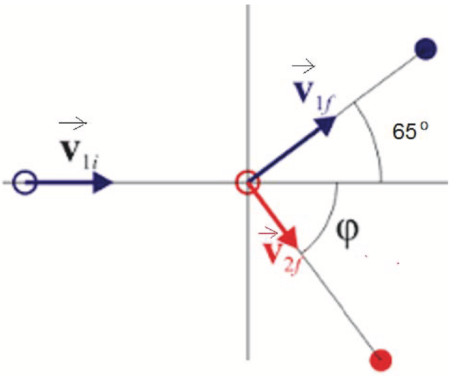
16. a) Ídem problema anterior, pero para el caso de una superficie horizontal rugosa, siendo $\mu_k = 0,6$ el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie. b) Determinar la fuerza promedio entre el bloque y la bala si el tiempo de duración del choque es de una centésima y una milésima de segundo, y compararla con la fuerza de rozamiento. ¿Es razonable considerar que la resultante externa sobre el sistema bala + bloque es nula durante el choque?

17. Una bala de masa m y velocidad $\vec{v}$ pasa a través de la partícula de un péndulo ideal, de masa M tal que $\frac{M}{m} = 2$, saliendo con velocidad $\vec{v}/2$ como muestra la figura P17. Inicialmente, la partícula pendular cuelga, en reposo, del extremo de una cuerda ideal de longitud l, como se ve en la misma figura. a) Si la partícula pendular ha de recorrer una circunferencia completa, ¿por encima de qué valor debe estar el módulo de su velocidad en el punto más alto de la circunferencia? ¿Y en el punto más bajo de la circunferencia? b) En esas condiciones, ¿por encima de qué valor debe estar $|\vec{v}|$, el módulo de la velocidad de la bala antes del choque? c) Si, en cambio, $|\vec{v}|^2 = \frac{l\,g}{10}$, ¿cuál será el máximo ángulo que la cuerda formará con la vertical luego del choque y cómo será el movimiento posterior de la partícula? (Nota: suponga que la partícula pendular no pierde masa durante el choque.)

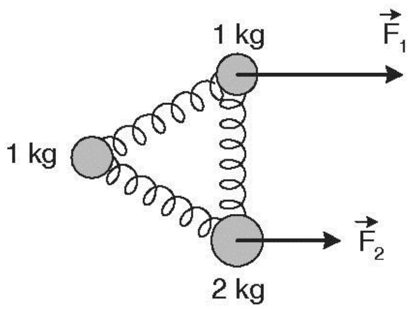
18. Una jugadora de tenis recibe un lanzamiento en que la pelota, de 60 g incide en dirección horizontal sobre su raqueta, y tiene una velocidad cuyo módulo es 50 m/s. La jugadora devuelve el tiro a 40 m/s, también en dirección horizontal, pero en sentido opuesto al de incidencia. ¿Cuál es el vector impulso que la raqueta entrega a la pelota?



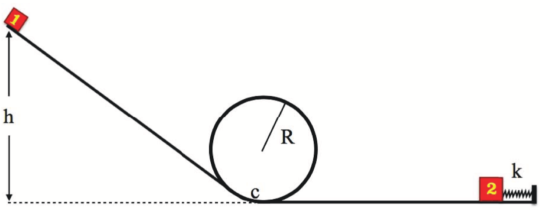
P5



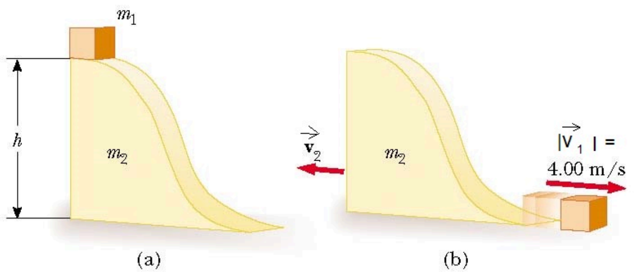
P9



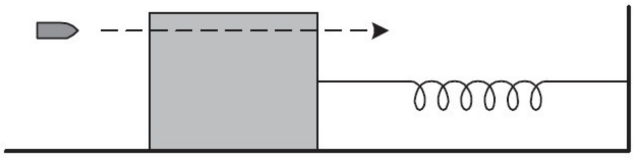
P13



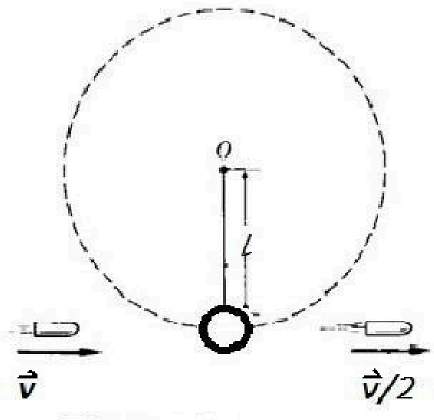
P10



P14



P15



P17