

Física I. Boletín 7. Diciembre de 2014

7.1. Se tienen dos esferas macizas del mismo material de densidad homogénea, ρ_0 , una de ellas de radio $2b$ y la otra de radio b . Las dos esferas son adyacentes. Determine la posición del centro de masas del sistema.

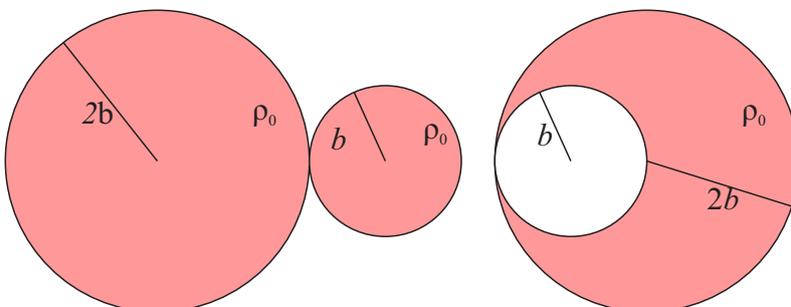
Si en lugar del sistema anterior se tiene una sola esfera maciza de radio R y densidad homogénea ρ_0 en la que se ha horadado una cavidad también esférica, de radio b , cuyo centro se encuentra a una distancia $2b$ del centro de la esfera original ¿dónde se halla el centro de masas del sólido?

7.2. Se tienen 4 masas que ocupan los vértices consecutivos de un cuadrado de lado $a = 1.0$ m. Calcule la posición del centro de masas del sistema en cada uno de los casos siguientes:

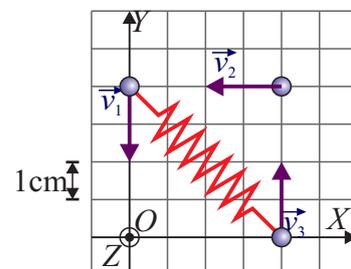
- (a) $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = 1.0$ kg
- (b) $m_1 = m_2 = 3.0$ kg, $m_3 = m_4 = 1.0$ kg.
- (c) $m_1 = m_4 = 3.0$ kg, $m_2 = m_3 = 1.0$ kg.
- (d) $m_1 = m_3 = 3.0$ kg, $m_2 = m_4 = 1.0$ kg.
- (e) $m_1 = 47.0$ kg, $m_2 = m_3 = m_4 = 1.0$ kg.

7.3. Considere un sistema de tres partículas de masas $m_1 = 100$ g, $m_2 = 200$ g, $m_3 = 100$ g que en un instante dado están situadas en las posiciones de la figura y moviéndose con la velocidad indicada, siendo la rapidez de cada una de ellas 10 cm/s. Suponga que la masa 1 y la 3 está unidas por un resorte de longitud natural nula y constante $k = 100$ N/m. Para el instante indicado

- (a) Halle la posición del centro de masas (CM) del sistema.
- (b) Calcule la cantidad de movimiento del sistema.
- (c) Halle el momento cinético respecto al origen y respecto al CM.
- (d) Calcule la energía cinética del sistema respecto a un sistema fijo y respecto al CM.
- (e) Halle la aceleración de cada masa y la del CM.
- (f) Halle la derivada respecto al tiempo del momento cinético (calculado respecto al origen).
- (g) Calcule la derivada respecto al tiempo de la energía cinética del sistema (calculada respecto a un sistema fijo).



Problema 7.1



Problema 7.3

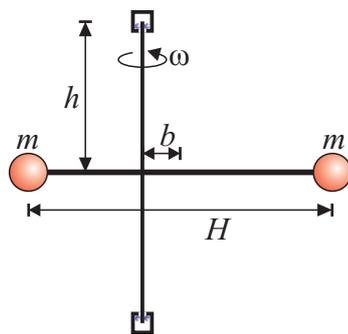
7.4. Se tiene un rotor formado por dos masas iguales de valor m situadas en los extremos de una barra ideal (sin masa) de longitud H . Cuando este rotor está equilibrado gira en torno a un eje perpendicular a la barra y que pasa por su centro. Este eje está anclado en dos rodamientos situados a una distancia h del centro de la barra (uno por encima y otro por debajo de ella).

Calcule el momento cinético y la energía cinética (respecto a un sistema fijo y respecto al CM) si el rotor gira con velocidad angular constante ω en torno al eje cuando:

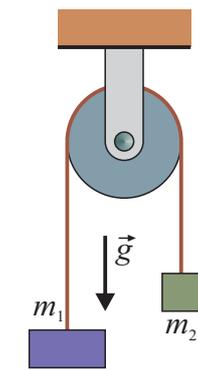
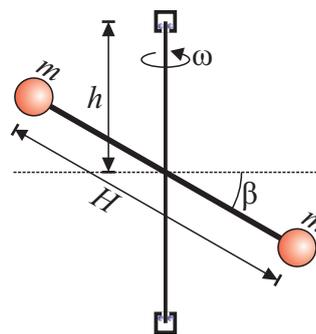
- (a) Es horizontal y se encuentra centrado en el eje vertical.
- (b) Es horizontal pero se encuentra descentrado de forma que el eje no pasa por el centro de la barra, sino a una distancia b de éste.
- (c) Está centrado pero la barra está inclinada respecto a la horizontal un ángulo β .
- (d) Es horizontal y se encuentra centrado en el eje vertical, pero las masas no son exactamente iguales, sino que vale m_1 y m_2 .

7.5. Considere una máquina de Atwood ideal formada por dos masas m_1 y m_2 que cuelgan de una polea (ideal, sin rozamiento ni masa) de radio b , a través de un hilo también ideal (inextensible y sin masa) de longitud l . Inicialmente las dos masas están en reposo a la misma altura.

- (a) Determine la masa total, la posición, velocidad y aceleración del centro de masas, la cantidad de movimiento, el momento cinético respecto al centro de la polea y la energía cinética del sistema, todo ello como función del tiempo.
- (b) Para la cantidad de movimiento, el momento cinético respecto al centro de la polea y la energía cinética determine sus derivadas respecto al tiempo y compruebe que se satisfacen las leyes para su evolución.
- (c) Repita los dos apartados anteriores si en lugar de dos masas que cuelgan verticalmente tenemos una masa m_1 que desliza sin rozamiento por una mesa horizontal y una masa m_2 que cuelga verticalmente, estando unidas por un hilo ideal que pasa por una polea también ideal, situada en el borde de la mesa.



Problema 7.4



Problema 7.5

7.6. Una partícula de masa m_1 y que se mueve con velocidad v_0 impacta frontalmente con una de masa m_2 que se encuentra en reposo. El coeficiente de restitución vale $C_R = 0.5$

- (a) Halle las velocidades finales de las dos partículas
- (b) Calcule la cantidad de energía cinética disipada en el proceso.
- (c) ¿A qué tienden los resultados anteriores si $m_1 \gg m_2$? ¿Y si $m_2 \gg m_1$?

7.7. Se puede construir un sencillo cañón casero para disparos en vertical de la siguiente manera: se toma un tubo vertical de longitud L (tómese $L = 50\text{ cm}$) cuyo extremo inferior se apoya en el suelo. Por su interior se dejan caer prácticamente seguidas dos bolas, siendo la inferior mucho más pesada que la superior (por ejemplo, una bola de acero y una pelota de ping-pong). Estime la altura máxima a la que subiría la bola ligera tras los rebotes. Justifique las aproximaciones que se efectúen.

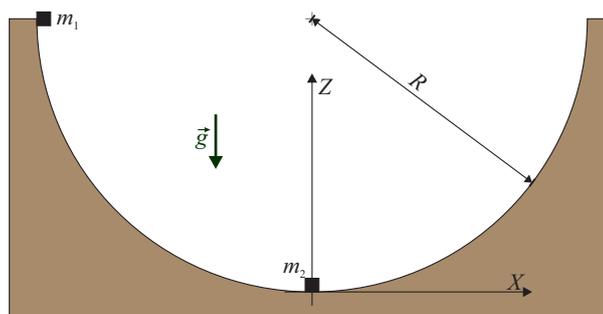
7.8. Un péndulo balístico es un dispositivo elemental para determinar la velocidad de un proyectil. Consiste en un bloque pesado de madera, de masa M que pende de una varilla de longitud l . Sobre este bloque, inicialmente en reposo, impacta una bala de masa m que se mueve, justo antes del impacto, con velocidad v_0 , quedándose empotrada en el bloque. Determine el ángulo máximo de desviación del péndulo respecto a la vertical. Si lo que se mide es este ángulo, obtenga una expresión para la velocidad de impacto.

Suponga ahora que el proyectil no impacta en el bloque, sino que lo hace en la varilla a una distancia b del punto de anclaje (b puede ser mayor o menor que l , si suponemos que el bloque no está en el extremo de la varilla), quedándose empotrada allí. ¿Cuánto vale en ese caso la velocidad inicial de la bala en función del ángulo girado?

¿Cómo cambian los resultados anteriores si la bala, en lugar de quedarse empotrada, choca elásticamente con el péndulo balístico?

7.9. En el interior de un cuenco hemisférico de radio $R = 2.5\text{ m}$ cuyo borde es horizontal, se encuentran dos partículas que pueden deslizar sin rozamiento por su superficie. Una de ellas, de masa $m_2 = 4\text{ kg}$, se encuentra en reposo en el fondo del cuenco. La otra, de masa $m_1 = 1\text{ kg}$ se coloca en el borde del cuenco y desde allí se suelta.

- (a) Calcule, con justificación, la velocidad que lleva la masa 1 justo antes de impactar con la masa 2. Halle la reacción del cuenco sobre la masa 1 para el mismo instante.
- (b) Si el choque es perfectamente elástico, calcule las velocidades de las dos masas justo tras la colisión.
- (c) Para este caso elástico, halle la altura máxima desde el fondo del cuenco que alcanza cada una de las masas tras el choque.



Problema 7.9

- (d) Repita los dos apartados anteriores para el caso de que la colisión sea completamente inelástica. ¿Cuánta energía se pierde en la colisión en ese caso?

Tómese $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

- 7.10.** Una partícula de masa $m = 0.1 \text{ kg}$ que se mueve con velocidad $\vec{v}_0 = 100 \vec{i}$ (m/s) colisiona elásticamente con un blanco de la misma masa que se encuentra en reposo en el origen de coordenadas. Tras la colisión, el blanco se mueve con una rapidez de 28 m/s. Calcule, para el instante posterior a la colisión:
- (a) La rapidez del proyectil.
 - (b) El ángulo que forman las velocidades.
 - (c) La velocidad de cada partícula.
- 7.11.** Un neutrón de masa m que se mueve con velocidad $v_0 \vec{i}$ choca con un protón (de casi la misma masa), que se mueve con velocidad $v_0(\cos(\theta)\vec{i} + \sin(\theta)\vec{j})$. La colisión es completamente inelástica, de forma que tras ella, las dos partículas se mueven solidariamente como un núcleo de deuterio. La colisión se produce en el origen de coordenadas.
- (a) ¿Cuál es la velocidad final de la nueva partícula formada? ¿Qué ángulo forma con el eje OX?
 - (b) ¿Cuánta energía se pierde en la colisión? ¿Para qué valores de θ es máxima o mínima esta energía perdida?

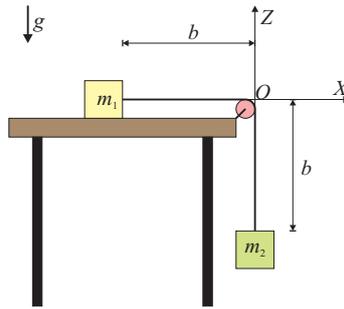
T.1 En un sistema cerrado de partículas sometido solo a fuerzas internas newtonianas, ¿qué magnitud de sistema no se conserva en general?

- A.** La energía cinética.
- B.** La masa.
- C.** La cantidad de movimiento.
- D.** El momento cinético.

T.2 Una proyectil de masa m que se mueve con velocidad $\vec{v}_{1i} = 8v_0 \vec{i}$ colisiona con un blanco inmóvil de masa $2m$. El proyectil tiene tras la colisión una velocidad $\vec{v}_{1f} = 2v_0(\vec{i} + \vec{j})$ ¿Cuánto vale la velocidad final de la segunda masa?

- A.** $v_0(6\vec{i} - 2\vec{j})$.
- B.** Es nula.
- C.** Depende de si la colisión es elástica o inelástica.
- D.** $v_0(3\vec{i} - \vec{j})$.

Se tiene un sistema de 2 masas de 4 kg cada una, atadas por una cuerda ideal, inextensible y sin masa, que pasa por una polea también ideal. La masa 1 está sobre una superficie horizontal sin rozamiento, mientras que la 2 cuelga verticalmente.



T.3 Suponiendo el sistema de ejes de la figura, ¿cuánto vale la aceleración de cada masa en el instante indicado, en m/s^2 ?

- A. $\vec{a}_1 = 4.9\vec{i}, \vec{a}_2 = -9.8\vec{k}$
- B. $\vec{a}_1 = 4.9\vec{i}, \vec{a}_2 = -4.9\vec{k}$
- C. $\vec{a}_1 = 9.8\vec{i}, \vec{a}_2 = -9.8\vec{k}$
- D. $\vec{a}_1 = \vec{0}, \vec{a}_2 = -9.8\vec{k}$

T.4 ¿Cuál de las cuatro figuras representa correctamente la posición y velocidad del centro de masas C del sistema de dos pesas, en el instante representado?

<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D

T.5 ¿Cuánto vale la aceleración del centro de masas en el mismo instante?

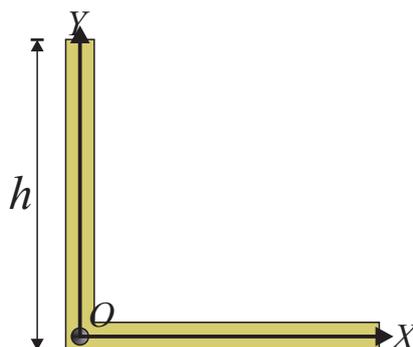
- A. $\vec{a}_C = 4.9(\vec{i} - \vec{k})$
- B. Es nula.
- C. $\vec{a}_C = -9.8\vec{k}$
- D. $\vec{a}_C = 2.5(\vec{i} - \vec{k})$

T.6 En una colisión completamente inelástica entre dos partículas, ¿qué propiedades del sistema se conservan?

- A. Ni la cantidad de movimiento ni la energía cinética.

- B.** La cantidad de movimiento sí, pero no la energía cinética.
- C.** La cantidad de movimiento no, pero sí la energía cinética.
- D.** La cantidad de movimiento y la energía cinética del sistema.

Se tiene un sólido en forma de L con los brazos de igual longitud h , siendo M la masa total del sólido, distribuida uniformemente.



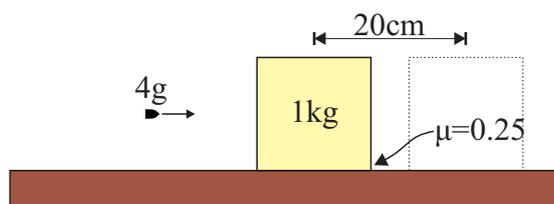
T.7 Considerando un sistema de ejes con origen en el vértice y ejes OX y OY paralelos a los brazos de la L, ¿dónde se encuentra el centro de masas del sólido?

- A.** En $(h/4)(\vec{i} + \vec{j})$
- B.** En el origen de coordenadas.
- C.** En $(h/3)(\vec{i} + \vec{j})$
- D.** En $(h/2)(\vec{i} + \vec{j})$

T.8 Para un sistema de partículas, la derivada respecto al tiempo de su momento cinético respecto a un punto fijo O es igual. . .

- A.** al momento respecto a O de la resultante de las fuerzas externas aplicadas.
- B.** a la resultante de los momentos respecto a O de todas las fuerzas internas entre partículas.
- C.** a la resultante de los momentos respecto a O de todas las fuerzas externas aplicadas.
- D.** a cero.

Para medir una velocidad de un proyectil se dispara una bala de masa 4 gramos sobre un bloque de madera de 1 kg, inicialmente en reposo, quedándose la bala empotrada en él. El bloque reposa sobre una superficie horizontal, sobre la cual el coeficiente de rozamiento (estático y dinámico) es $\mu = 0.25$. Como consecuencia del impacto, el bloque (con bala) se desliza una distancia de 20 cm hasta pararse.



T.9 ¿Qué velocidad tenía aproximadamente el bloque justo tras el impacto?

- A. 2 m/s
- B. 70 cm/s
- C. 20 cm/s.
- D. 1 m/s.

T.10 ¿Qué velocidad llevaba la bala justo antes del impacto?

- A. 500 m/s
- B. 250 m/s
- C. 50 m/s
- D. 16 m/s

T.11 ¿Qué proporción de la energía inicial se perdió en la colisión de la bala con el bloque?

- A. 0.0%
- B. 50.0%
- C. 99.6%
- D. 0.4%

Un proyectil de masa 4 kg se mueve horizontalmente con velocidad de 6 m/s. En un momento dado explota en dos fragmentos, uno de los cuales tiene una masa de 1 kg y sale despedido hacia atrás con velocidad -6 m/s.

T.12 ¿Cuál es la velocidad del segundo fragmento tras la explosión?

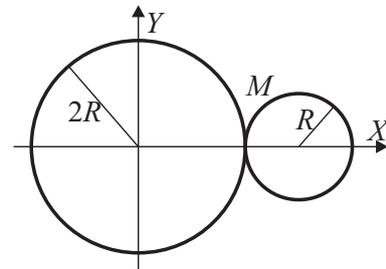
- A. 18 m/s
- B. 6 m/s
- C. 0 m/s
- D. 10 m/s

T.13 En este proceso la energía cinética del sistema. . .

- A. Disminuye.
- B. Permanece constante.

- C. Cambia de signo.
- D. Aumenta.

Con una chapa metálica rígida se construyen dos superficies esféricas, una de radio $2R$ y otra de radio R , que se colocan adyacentes. La masa total del sistema es M



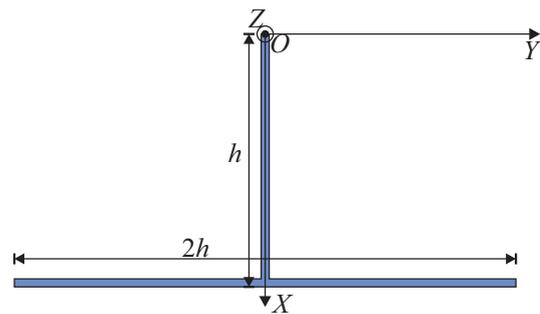
T.14 En el sistema de ejes de la figura, ¿dónde se encuentra el centro de masas del sistema?

- A. $R\vec{i}$
- B. $(1/3)R\vec{i}$
- C. $(3/2)R\vec{i}$
- D. $(3/5)R\vec{i}$

T.15 Una proyectil de 4 kg que se mueve a velocidad v_0 choca contra un blanco de 1 kg, que estaba en reposo. Tras la colisión, ambas masas se mueven conjuntamente. ¿Qué proporción de la energía cinética se pierde en la colisión?

- A. Depende del valor de v_0
- B. 80%
- C. 20%
- D. 0%

Se tiene un sólido en forma de T formado por dos varillas homogéneas de la misma densidad, siendo el travesaño de longitud $2h$ y el mástil de longitud h . La masa total del sólido es M



T.16 En el sistema de ejes de la figura, ¿dónde se encuentra el centro de masas del sistema?

- A. $(5/6)h\vec{i}$
- B. $h\vec{i}$
- C. $(3/4)h\vec{i}$
- D. $(1/2)h\vec{i}$