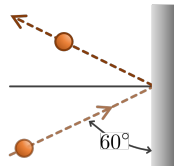


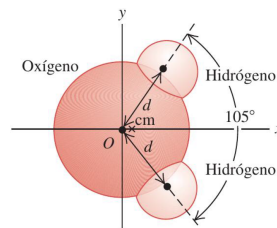
GUÍA 6: MOMENTO LINEAL

Momento lineal

1. Una pelota de 1.35 kg rebota contra una pared a 12 m/s y al hacerlo conserva el módulo de la velocidad. Halle la variación de la cantidad de movimiento de la pelota asumiendo que la pared tiene masa infinita. ¿Varía su energía?



2. Calcule la posición del centro de masa del sistema Tierra-Luna. La masa de la Tierra es unas 82 veces la de la Luna y la distancia entre los centros de ambos cuerpos es de unos 60 radios terrestres. Exprese la respuesta en función del radio terrestre.
3. La figura ilustra un modelo simple de la estructura de una molécula de agua. La separación entre los átomos es $d = 9.57 \times 10^{-11}$ m. Cada átomo de hidrógeno tiene masa de 1.0 u, y el de oxígeno, 16.0 u. Determine la posición del centro de masa.



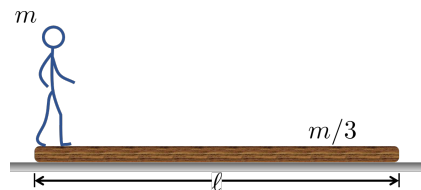
4. **(Optativo)** Determine la posición del centro de masa para un plano inclinado con forma de triángulo rectángulo y densidad homogénea.
5. La bolsa de un calamar contiene 100 g de tinta. Para ahuyentar a sus posibles depredadores y poder huir de ellos, expulsa de golpe esa tinta que sale a una velocidad de 5 m/s. Si la masa del calamar sin tinta es de 400 g. ¿Qué velocidad adquiere al expulsar la tinta? Considere que inicialmente el calamar está en reposo.
6. Tras un accidente, un astronauta de masa 100 kg (incluyendo su traje) se aleja de su cápsula espacial con velocidad $\mathbf{v} = 50 \text{ cm/s } \hat{x}$ medida respecto a la misma. Para evitar quedar varado, cuenta con dos bolas metálicas de masa 1 kg (cada una).

- a) ¿Con qué velocidad y dirección debe lanzar la primera bola si busca quedar estacionario respecto a su cápsula espacial?
- b) ¿Cómo debe lanzar la segunda bola para poder alcanzar a su cápsula espacial? Considere que su posición respecto a la cápsula es $\mathbf{r} = 10 \text{ m } \hat{x} + 5 \text{ m } \hat{y}$ y que le queda un minuto de oxígeno en el tanque.
- c) ¿Cómo resolvería la situación con un único lanzamiento?

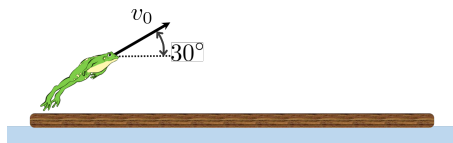
Ayuda: Tenga en cuenta que cada lanzamiento reduce la masa del astronauta.

Nota: Ejercicio inspirado en la serie *Love, Death & Robots*, S01E11.

7. Ornella y Renata se lanzan al agua simultáneamente desde una balsa en reposo. Los módulos de sus velocidades son iguales y sus masas son 65 kg y 52 kg respectivamente. Ornella se lanza al este y Renata al sur. ¿En qué dirección se moverá la balsa?
8. Según puede verse en la figura, un hombre de masa m está de pie sobre un tablón de longitud ℓ que se halla en reposo apoyado sobre una superficie sin rozamiento. El hombre camina hasta el otro extremo del tablón. ¿Qué distancia habrá recorrido el hombre respecto de la superficie fija si la masa del tablón es $m/3$?



9. Una rana de 50 g de masa está en el extremo de una tabla de madera de 5 kg de masa y de 2 m de longitud. La tabla está flotando en la superficie de un lago. La rana salta con velocidad v_0 formando un ángulo de 30° con la horizontal. Calcule el valor de v_0 para que la rana al saltar llegue al otro extremo de la tabla. Suponga que no existe rozamiento entre la madera y el agua.



10. Las tres partículas de la figura tienen igual masa. La primera choca plásticamente con la segunda y luego, ambas chocarán elásticamente con la tercera. Calcule las velocidades finales.

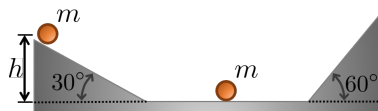


11. Un proyectil de 20 kg se dispara con un ángulo de 60° sobre la horizontal y velocidad de 80 m/s. En el punto más alto de la trayectoria el proyectil estalla en dos fragmentos de igual masa; uno cae verticalmente con velocidad inicial cero. Ignore la resistencia del aire.

- a) Discuta la conservación del momento lineal antes, durante y después de la explosión. Calcule la velocidad del segundo fragmento justo después de la explosión.
- b) ¿A qué distancia del punto de disparo cae el otro fragmento? Considere que el terreno es plano.
- c) ¿Cuánta energía se libera en la explosión?
12. Un cometa se acerca a un planeta y tras su máximo acercamiento, escapa. Debido a la interacción gravitatoria entre ambos cuerpos, el momento lineal del cometa se modifica en un valor $\Delta \mathbf{p}_C = 10^8 \text{ kg m s}^{-1} \hat{x}$ (considerando puntos inicial y final suficientemente lejanos al planeta).
- a) ¿Cómo se modifica el momento lineal del planeta?
- b) Si la relación de masas entre ambos cuerpos es 10^6 a 1, halle la relación entre la variación de velocidad de ambos cuerpos, es decir halle el factor γ correspondiente a $\Delta \mathbf{v}_C = -\gamma \Delta \mathbf{v}_P$, donde $\Delta \mathbf{v}_i$ corresponde a la variación de velocidad de cada cuerpo.

Problemas de integración

13. Una bala de 4 g se mueve horizontalmente con velocidad de 400 m/s y choca con un bloque de madera de 0.8 kg que se encuentra en reposo sobre una superficie plana. La bala atraviesa el bloque y sale con su rapidez reducida a 120 m/s. Luego de recibir el impacto, el bloque se desliza una distancia de 45m sobre la superficie con respecto a su posición inicial.
- a) ¿Qué tipo de interacción se produce entre la bala y el bloque? ¿Elástica, inelástica o plástica?
- b) ¿En cuánto se reduce la energía cinética de la bala?
- c) ¿Se conserva la energía durante la interacción entre ambos cuerpos?
- d) ¿Qué energía cinética tiene el bloque cuando la bala sale de él?
- e) ¿Qué coeficiente de rozamiento μ_d hay entre el bloque y la superficie?
14. Una bolita se suelta desde una altura de 80 cm sobre un plano inclinado. Al recorrer el tramo horizontal choca en forma elástica con otra bolita de igual masa.



- a) Discuta la conservación de la energía mecánica y el momento lineal para la primera bolita antes del choque con la segunda bolita.
- b) ¿Hasta qué altura sube la segunda bolita? Discuta la conservación de la energía mecánica y el momento lineal para la segunda bolita después del choque y durante el ascenso sobre la rampa.

-
- c) ¿A qué altura llegará la primer bolita luego de que choque por segunda vez con la segunda bolita? Describa cualitativamente el movimiento para todo tiempo.
15. Un bloque desliza a lo largo de un plano inclinado desde su altura máxima hasta llegar al suelo, donde continúa desplazándose horizontalmente. El plano inclinado puede deslizar respecto al piso, por lo que a medida que el bloque cae, el plano inclinado aumenta su velocidad. Considere además que no hay rozamiento entre cualesquiera de las superficies involucradas.
- a) ¿Cuál es la energía potencial del sistema en el instante inicial si considera al piso como referencia? ¿Cómo se distribuye entre cada cuerpo?
- b) ¿Cuál es la energía mecánica total del sistema cuando ambos cuerpos se separaron? ¿Cómo se reparte la misma entre potencial y cinética?
- c) ¿Cuál es la velocidad final de cada cuerpo? *Ayuda:* Considere que la interacción entre ambos es elástica. Piense por qué esto es válido.
- d) Compare la velocidad final del bloque hallada en el ítem anterior con el resultado en el caso que el plano inclinado está fijo ($\sqrt{2gh}$). ¿Por qué en este caso la velocidad es menor? ¿Qué cuerpo se llevó el momento lineal faltante?
- e) *Sin hacer cuentas:* ¿Se modifica la posición del centro de masa del sistema? ¿De qué depende esto? *Ayuda:* Analice la conservación del momento lineal durante todo el proceso.
- f) Para los ítems previos, ¿es importante el valor del ángulo de inclinación?
- g) Considere un instante infinitesimal antes y después de que el bloque abandone el plano inclinado: ¿Cómo es la variación de su momento lineal? ¿Y de su energía cinética?

Ayuda: La posición del centro de masa para un triángulo rectángulo de masa homogénea se encuentra a una altura $h/3$ medida desde su base y a una distancia $b/3$ medida desde su cateto vertical, siendo h y b la altura y la base del triángulo, respectivamente.

Datos: Altura del plano inclinado: $h = 1$ m; Ángulo del plano inclinado con la horizontal: $\alpha = 30^\circ$; Masa del bloque: $m = 1$ kg; Masa del plano inclinado: $M = 100$ kg.

16. Una bala de rifle de 8 g se incrusta en un bloque de 0.992 kg que descansa en una superficie horizontal sin fricción sujeto a un resorte. El impacto comprime el resorte 15 cm. La calibración del resorte indica que se requiere una fuerza de 0.75 N para comprimirlo 0.25 cm. Calcule la velocidad del conjunto bloque-bala inmediatamente después del impacto y la velocidad que tenía inicialmente la bala.
17. Los bloques A y B , con masas de 1 kg y 3 kg respectivamente, se juntan a la fuerza, comprimiendo un resorte entre ellos. Luego, el sistema se suelta del reposo en una superficie plana sin fricción. El resorte, de masa despreciable, queda suelto y cae a la superficie después de extenderse. El bloque B adquiere una velocidad de 1.2 m/s.

-
- a) Discuta si se conserva el momento lineal si se considera como sistema: i) solo al bloque A ; ii) solo al bloque B ; iii) ambos bloques sin el resorte; iv) ambos bloques con el resorte.
- b) ¿Qué velocidad final tiene el bloque A ?
- c) ¿Cuánta energía potencial se había almacenado en el resorte comprimido?
18. Un cohete de fuegos artificiales se dispara verticalmente hacia arriba. En su altura máxima de 80 m, estalla y se divide en dos fragmentos, uno con masa de 1.4 kg y otro con masa de 0.28 kg. En la explosión, 860 J de energía química se convierte en energía cinética de los dos fragmentos.
- a) ¿Qué velocidad tiene cada fragmento inmediatamente después de la explosión?
- b) Se observa que los dos fragmentos caen al suelo al mismo tiempo. ¿Qué distancia hay entre los puntos en los que caen? Suponga que el suelo es horizontal y que la resistencia del aire es despreciable.
19. **(Optativo)** Se coloca una pelota de tenis de 60 g a una pequeña distancia por arriba de una pelota de básquetbol de 600 g. Ambas pelotas se dejan caer simultáneamente desde 1.5 m de altura. La pelota de básquetbol rebota elásticamente en el piso e inmediatamente choca elásticamente con la pelota de tenis. Calcule la altura máxima que alcanza la pelota de tenis después del impacto. ¿Es mayor que su altura inicial? ¿Por qué esto *no* viola conservación de la energía?
20. **(Optativo)** Se dispara una flecha de 125 g de masa hacia una manzana ubicada sobre una tarima a 1.85 m del suelo. La velocidad de la flecha justo antes de golpear la manzana es 25.0 m/s. Si la flecha se pega a la manzana y la combinación flecha-manzana golpea el suelo a 8.50 m detrás de la tarima, ¿cuánto vale la masa de la manzana?
21. **(Optativo)** Para proteger a sus crías en el nido, los halcones peregrinos vuelan hacia (e impactan a) las aves depredadoras (como los cuervos) a alta velocidad. En uno de esos episodios, un halcón de 600 g que volaba a 20.0 m/s golpeó un cuervo de 1.50 kg, que se desplazaba a 9.0 m/s. El halcón golpeó al cuervo perpendicularmente a la trayectoria original de éste último, y rebotó (en la misma dirección, pero con sentido opuesto) con una velocidad 5.0 m/s.
- a) ¿En qué ángulo cambió el halcón la dirección de movimiento del cuervo?
- b) ¿Cuál fue la velocidad del cuervo justo después de la colisión?