

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Departamento de Física

Mecánica I

Guía N° 10
Semana del 15 de Junio de 2009

Profesor: Eduardo Menendez ¹
Ayudantes: Carolina Espinoza.
Roberto Navarro.²
Rodrigo Pedraza.

1. Un corredor de futbol americano de 90,0kg que se desplaza hacia el oeste con rapidez de 5,00m/s es derribado por un oponente de 95,0kg que corre hacia el norte con rapidez de 3,00m/s. Si el choque es perfectamente inelástico

calcule la rapidez y dirección de los jugadores justo después del derribamiento.

Determine la energía perdida como consecuencia del choque. Explique dónde queda la energía faltante.

2. Dos automóviles de igual masa se acercan a una intersección. Un vehículo viaja a velocidad de 13,0m/s hacia el este y el otro viaja hacia el norte con rapidez v_2i . Ningún conductor ve al otro. Los vehículos chocan en la intersección y quedan unidos, dejando marcas de deslizamiento paralelas a un ángulo de 55,0° al norte del este. El límite de rapidez para ambos caminos es 35mi/h, y el conductor del vehículo que se mueve hacia el norte proclama que él estaba en el límite de rapidez cuando ocurrió el choque. ¿Está diciendo la verdad?

3. Dos masas m y $3m$ se aproximan una a la otra a lo largo del eje x con la misma rapidez inicial v_i . La masa m se desplaza hacia la izquierda, mientras que la masa $3m$ lo hace hacia la derecha. Experimentan un choque elástico oblicuo, de modo que la masa m se mueve hacia abajo después de la colisión en un ángulo recto respecto a su dirección inicial.

a) Encuentre la rapidez final de las dos masas.

b) ¿Cuál es el ángulo θ al cual se desvía $3m$?

4. Una molécula de agua se compone de un átomo de oxígeno con dos átomos de hidrógeno unidos a ella. (Figura 11). El ángulo entre los dos enlaces es de 106°. Si cada enlace tiene 0,100nm de largo, ¿dónde está el centro de masa de la molécula?

5. La masa de la Tierra es de $5,98 \times 10^{24}$ kg y la de la Luna es de $7,36 \times 10^{22}$ y la de la Luna es de $7,36 \times 10^{22}$ m. Localice el centro de masa del sistema Tierra-Luna medido desde el centro de la Tierra.

6. Una pieza uniforme de lámina de acero tiene la forma mostrada en la Figura 12. Calcule las coordenadas x e y del centro de masa de la pieza.

7. La primera etapa del vehículo espacial Saturn V consume combustible y oxidante con relación de $1,50 \times 10^4$ kg/s, con una rapidez de los gases de escape de $2,60 \times 10^3$ m/s.

a) Calcule el empuje producida por estos motores.

b) Encuentre la aceleración del vehículo en el momento cuando este es empujado desde la plataforma de

lanzamiento en la Tierra, si la masa inicial de éste era $3,00 \times 10^6$ kg. Recuerde que usted debe incluir la fuerza gravitacional para resolver esta parte del problema.

8. Un cohete que se va a usar en las profundidades del espacio tendrá la capacidad de mover una carga (más la estructura del cohete y del motor) de 3,00 toneladas métricas hasta una rapidez de 10000m/s
- Con un motor y combustible diseñado para producir una rapidez de los gases de escape de 2000m/s ¿qué cantidad de combustible más oxidante se requiere?
 - Si un combustible y diseño de motor diferentes pudieran dar una rapidez a los gases de escape de 5000m/s ¿qué cantidad de combustible y oxidante se requeriría para la misma tarea?
9. Un pequeño bloque de masa $m_1 = 0,500\text{kg}$ se suelta desde el reposo en la parte alta de una cuña curva sin fricción que tiene una masa $m_2 = 3,00\text{kg}$, que está sobre una superficie horizontal sin fricción, como se muestra en la Figura 13. Cuando abandona la cuña la velocidad del bloque es de 4,00m/s hacia la derecha.
- ¿Cuál es la velocidad de la cuña después de que el bloque llega a la superficie horizontal?
 - ¿Cuál es la altura h de la cuña?
10. Pequeños cubo de hielo de masa 5,00kg, se deslizan por una corriente, sin fricción, como muestra la Figura 14. Partiendo desde el reposo, cada cubo se mueve hacia abajo a través de una red vertical de 1,50m y llega al final saliendo con un ángulo de 40° con respecto a la horizontal. En el punto más alto de la subsiguiente trayectoria, los cubos chocan contra una pared vertical y reban con la misma velocidad que tenían antes del impacto. Si 10,0 cubos chocan la pared por segundo, cuál es el promedio de fuerza empleado por el muro?
11. La Figura 15 muestra una cadena de longitud L y masa total M que se suelta desde el reposo con su extremo inferior que toca la superficie de la cubierta de una mesa. Encuentre la fuerza ejercida por la mesa sobre la cadena después de que ésta ha descendido una distancia x . Suponga que cada eslabón queda en reposo en el instante en que llega a la mesa.
12. De una tolva estacionaria cae arena sobre una banda transportadora a una proporción de 5,00kg/s, como se muestra en la Figura 16. La banda transportadora está sostenida por rodillos sin fricción y se mueve a una rapidez constante de 0,750m/s bajo la acción de una fuerza externa horizontal F_{ext} suministrada por el motor que mueve la banda. Determine
- la relación de cambio del momentum de la arena en dirección horizontal.
 - La fuerza externa F_{ext}
 - El trabajo efectuado por F_{ext} en un segundo.
 - La energía cinética adquirida por la arena que cae cada segundo debido al cambio en su movimiento horizontal.
 - Pr qué la respuesta a d) es distinta a la de e)?
13. Durante cierto período, la posición angular de una puerta giratoria está descrita por $\theta(t) = 5,00 + 10,0t + 2,00t^2$, donde θ es en radianes y t está en segundos. Determine la posición angular, rapidez angular y aceleración angular de la puerta en:
- $t = 0\text{s}$.
 - $t = 3,00\text{s}$.
14. Un avión llega a la terminal, y los motores son apagados. El rotor de uno de los motores tiene una rapidez angular inicial de 2000 rad/s en el sentido de giro de las manecillas del reloj. La rotación del motor se reduce con una aceleración angular de magnitud $80,0\text{ rad/s}^2$.
- Determine la rapidez angular después de 10,0s.

- b) ¿Cuánto tarda el rotor en llegar al reposo?
15. Un auto acelera uniformemente desde el reposo y alcanza una rapidez de 22,0 m/s en 9,00s. Si el diámetro de una llanta es 58,0 cm, encuentre:
- a) El número de revoluciones que la llanta hace durante este movimiento, suponiendo que no ocurre deslizamiento.
- b) ¿Cuál es la rapidez angular final de una llanta en revoluciones por segundo?
16. Haga un estimado de orden de magnitud del número de revoluciones en las que una llanta de un automóvil típico gira en un año. Expresé las cantidades que mida o estime sus valores.
17. Las cuatro partículas de la Figura 1 están unidas por varillas rígidas de masa despreciable. El origen está en el centro del rectángulo. Si el sistema gira en el plano xy al rededor del eje z , con una rapidez angular de 6,00 rad/s, calcule:
- a) El momento de inercia del sistema al rededor del eje z .
- b) La energía cinética rotacional del sistema.
18. Tres varillas delgadas idénticas, cada una de longitud L y masa m , se soldan perpendiculares entre ellas, como se ve en la Figura 2. El conjunto se hace girar al rededor de un eje que pasa por el extremo de una varilla y es paralelo a los otros. Determine el momento de inercia de esta estructura.
19. Una puerta sólida, delgada y uniforme, tiene una altura de 2,20m, ancho de 0,870cm y masa de 23,0kg. Encuentre su momento de inercia para rotación sobre sus bisagras. ¿Es innecesaria alguna parte de los datos?
20. La densidad de la Tierra, en cualquier distancia r de su centro, es aproximadamente

$$\rho = [14,2 - 11,6(r/R)] \times 10^3 \text{ kg/m}^3,$$

donde R es el radio de la Tierra. Demuestre que esta densidad lleva un momento de inercia $I = 0,330MR^2$ al rededor de un eje que pasa por el centro, donde M es la masa de la Tierra.

21. Muchas máquinas emplean levas para varios propósitos, como el de abrir y cerrar válvulas. En la Figura 3, la leva es un disco circular que gira en un eje que no pasa por el centro del disco. En la manufactura de la leva, un cilindro sólido uniforme de radio R se maquina primero. Luego se taladra un agujero de radio $R/2$ fuera del centro, paralelo al eje del cilindro, y centrado en un punto a una distancia $R/2$ del centro del cilindro. La leva de masa M se desliza sobre el eje circular y se solda en su lugar. ¿Cuál es la energía de la leva cuando está girando con rapidez angular ω al rededor del eje o línea de centro del eje?
22. Encuentre el momento de torsión neto sobre la rueda de la Figura 4, al rededor del eje que pasa por O si $s = 10,0\text{cm}$ y $b = 25,0\text{cm}$.
23. Las llantas de un auto de 1500kg miden 0,600m de diámetro y los coeficientes de fricción con la superficie del camino son $\mu_s = 0,800$ y $\mu_k = 0,600$. Si se supone que el peso está uniformemente distribuido sobre las cuatro ruedas, calcule el máximo momento de torsión que puede ser ejercido por el motor sobre una rueda motriz sin hacer girar la rueda. Si lo desea, puede suponer que el auto está en reposo.
24. Un bloque de masa $m_1 = 2,00\text{kg}$ y un bloque de masa $m_2 = 6,00\text{kg}$ están conectados por una cuerda sin masa, sobre una polea de disco sólido que tiene radio $R = 0,250\text{m}$ y masa $M = 10,0\text{kg}$. Se permite que estos bloques se muevan sobre un bloque fijo en forma de cuña de ángulo $\theta = 30,0^\circ$, como se ve en la Figura 5. El coeficiente de fricción cinética es 0,360 para ambos bloques. Trace diagramas de cuerpo libre para ambos bloques y la polea. Determine:

- a) La aceleración de los bloques.
- a) Las tensiones de la cuerda a ambos lados de la pelota.
25. Este problema describe un método experimental para determinar el momento de inercia de un cuerpo de forma irregular, como la carga útil para un satélite. La Figura 6 muestra un contrapeso de masa m suspendido por un cordón enrollado al rededor de un carrete de radio r , formando parte de una mesa giratoria que sostiene al cuerpo. La mesa giratoria puede girar sin fricción. Cuando el contrapeso se suelta desde el reposo, desciende una distancia h , adquiriendo una rapidez v . Demuestre que el momento de inercia I del aparato giratorio (incluyendo la mesa giratoria) es $mr^2(2gh/v^2 - 1)$.
26. Un cuerpo de 15,0kg y uno de 10,0 están suspendidos unidos por un cordón que pasa sobre una polea con radio de 10,0cm y masa de 3,00kg (Figura 7). El cordón tiene una masa despreciable y no se desliza sobre la polea. La polea rota sobre su eje sin fricción. Los cuerpos inician desde el reposo a 3,00m de separación. Trate la polea como un disco uniforme y determine la rapidez de los dos cuerpos cuando se pasan el uno al otro.
27. Un disco sólido uniforme de radio R y masa M está libre de rotar sobre un pivote sin fricción que pasa por un punto sobre su borde (Figura 8). Si el disco se suelta desde el reposo en la posición mostrada por el círculo azul, ¿cuál es la rapidez de su centro de masa cuando el disco alcanza la posición indicada por el círculo de la línea punteada?
- a) ¿Cuál es la rapidez en el punto más bajo del disco en la posición de la línea punteada?
- b) ¿Qué pasaría si: Repita la parte (a) usando un aro uniforme.
28. En una ciudad con problemas de contaminación del aire, un autobús no tiene motor de combustión. Funciona con energía tomada de un gran volante que gira rápidamente bajo el piso del vehículo. El volante se hace girar a su máxima rapidez de rotación de 4000 rev/min por medio de un motor eléctrico en la terminal de autobuses. Cada vez que el autobús acelera, el volante reduce su velocidad ligeramente. El vehículo está equipado con frenado regenerativo, de modo que el volante puede aumentar su rapidez cuando el autobús reduce su velocidad. El volante es un cilindro sólido uniforme, con masa 1600kg y radio 0,650m. La carrocería del vehículo realiza trabajo contra la resistencia del aire y la resistencia al deslizamiento a un ritmo promedio de 18,0hp cuando se desplaza con una rapidez promedio de 40,0km/h. ¿Qué distancia puede recorrer el autobús antes que el volante tenga que ser recargado para acelerar otra vez?
29. El trompo de la Figura 9 tiene un momento de inercia de $4,00 \times 10^4 \text{kgm}^2$ y está en reposo inicialmente. Además, está libre de girar alrededor del eje estacionario AA' . Una cuerda enrollada alrededor de una espiga a lo largo del eje del trompo, es jalada en forma tal que mantiene una tensión constante de 5,57N. Si la cuerda no desliza cuando se desenrolla de la espiga, ¿cuál es la rapidez angular del trompo después que 80,0cm de la cuerda han sido jalados de la espiga?
30. Una esfera sólida de masa m y radio r rueda sin resbalar a lo largo de la vía que se ilustra en la Figura 10. Inicia desde el reposo con el punto más bajo de la esfera a una altura h sobre el fondo del rizo de radio R , mucho mayor que r
- a) ¿Cuál es el valor mínimo de h (en términos de R) tal que la esfera complete el rizo?
- b) ¿Cuáles son los componentes de fuerza sobre la esfera en el punto P si $h = 3R$?

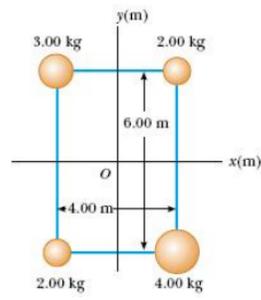


Figura 1: Partículas unidas por varillas rígidas.

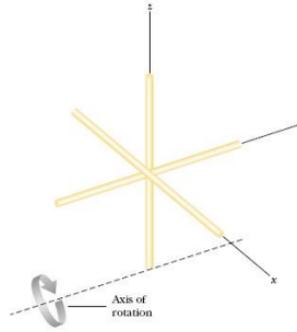


Figura 2: Varillas delgadas idénticas.

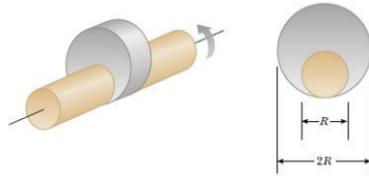


Figura 3: Leva de masa M .

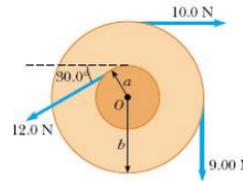


Figura 4: Múltipolea.

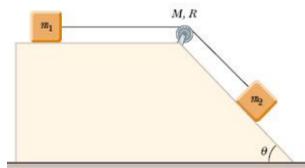


Figura 5: Masas en una cuña.

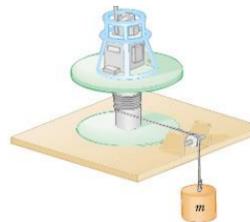


Figura 6: Método experimental para determinar el momento de inercia

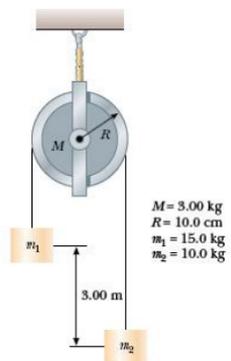


Figura 7: Variación de Atwood.

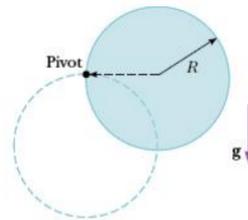


Figura 8: Disco sólido uniforme de radio R y masa M .

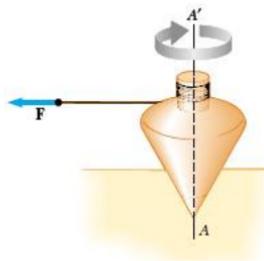


Figura 9: Trompo.

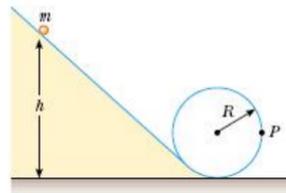


Figura 10: Una esfera solida rueda a lo largo de la via.

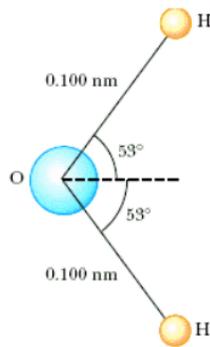


Figura 11: molécula de agua.

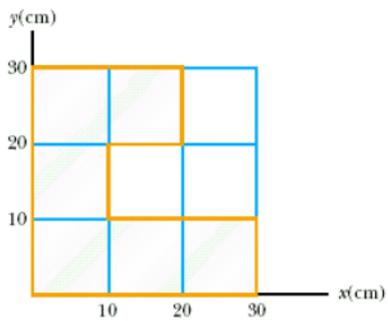


Figura 12: lámina de metal.

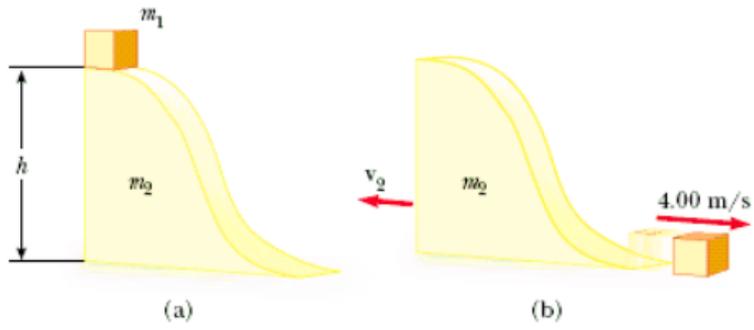


Figura 13: bloque deslizándose.

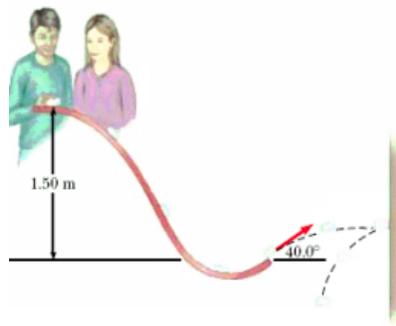


Figura 14: cubos de hielo.

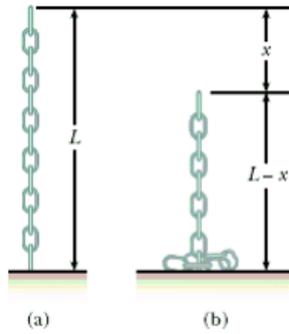


Figura 15: cadena.

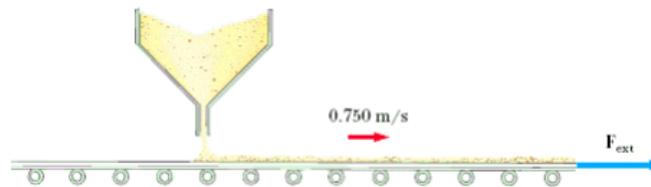


Figura 16: Tolva y arena.