

PRÁCTICO 5

DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

Proseguimos nuestro estudio de la **dinámica**, para entender las *causas* del movimiento de los cuerpos.

Veremos más ejemplos de fuerzas en la mecánica clásica que nos ayudan a describir fenómenos comunes, como la fuerza de rozamiento estática y cinética. Además veremos como incorporar los conceptos del movimiento circular cuando la fuerza neta tiene una componente centrípeta.

Puedes profundizar sobre estos temas en el [capítulo 6](#) del libro del curso. En el cuadro listamos los objetivos principales de este conjunto de ejercicios.

Objetivos de aprendizaje

- ☐ Reconocer los distintos tipos de fuerza
- ☐ Analizar las diferencias entre las fuerzas de fricción estática y dinámica.
- ☐ Determinar el módulo, dirección y sentido de las fuerzas de rozamiento estática y dinámica en diferentes situaciones.
- ☐ Resolver situaciones donde la fuerza neta tiene una componente centrípeta.

Ejercicio 1

- a) Una caja de 10,0 kg se encuentra inicialmente sobre un suelo horizontal moviéndose a 0,98 m/s, y se detiene por completo luego de transcurridos 0,20 s.
 - i) ¿Cuánto vale la fuerza normal que el suelo ejerce sobre la caja?
 - ii) ¿Cuánto vale el coeficiente de rozamiento cinético μ_k entre el suelo y la caja?
- b) Se sabe que el coeficiente de rozamiento estático en el suelo y la caja vale $\mu_s = 0,80$. Estando en reposo, se empuja la caja con una fuerza horizontal cuyo módulo es de 1,00 N.
 - i) ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento que el suelo ejerce sobre la caja?
 - ii) Explica la fuerza neta y la aceleración que experimenta la caja en esta situación.
- c) ¿Cuál es el mínimo módulo que debe tener la fuerza horizontal para que la caja empiece a deslizar sobre el suelo?

Ejercicio 2 (LB ejercicio 4.41 y ejercicio 4.44)

- a) Un cajón con maquinaria de 2500 kg está en reposo en una superficie horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el cajón y la superficie es $\mu_s = 0,65$. El cajón acaba de detenerse por un resorte de constante elástica $k = 6,43 \times 10^4$ N/m. Si el resorte está comprimido una distancia $\Delta l = 2,00 \times 10^{-2}$ m, ¿cuánto vale la fuerza de rozamiento estática sobre la caja?
- b) Un bloque desliza hacia la derecha sobre una superficie horizontal rugosa fija. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta? Explica por qué, y por qué las demás son incorrectas.
 - i) Las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el bloque y sobre la superficie apuntan ambas hacia la derecha.
 - ii) La fuerza de rozamiento sobre el bloque apunta hacia la izquierda y la fuerza de rozamiento sobre la superficie apunta hacia la derecha.
 - iii) Las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el bloque y sobre la superficie apuntan ambas hacia la izquierda.
 - iv) La fuerza de rozamiento sobre el bloque apunta hacia la derecha y la de rozamiento sobre la superficie hacia la izquierda.

Ejercicio 3 (RHK ejercicio 5.17)

En el sistema de la figura, A es un bloque de 4,4 kg y B es un bloque de 2,6 kg. Los coeficientes de fricción estática y cinética entre A y la mesa son de 0,18 y 0,15, respectivamente.

- Determina la masa mínima del bloque C que debe colocarse sobre A para evitar que A deslice sobre la mesa.
- El bloque C es levantado súbitamente de A. ¿Cuál es la aceleración del bloque A?

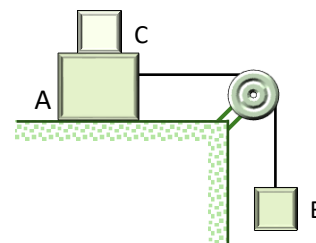


Figura del ejercicio 3

Ejercicio 4 (RHK ejercicio 5.24)

El bloque B de la figura pesa 712 N. El coeficiente de fricción estática entre el bloque B y la mesa es de 0,25. Halla el peso máximo del bloque A para el cual es posible que el sistema se mantenga en equilibrio.

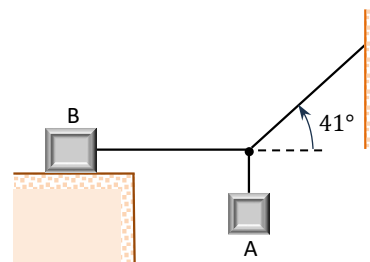


Figura del ejercicio 4

Ejercicio 5



Una persona camina llevando varios alimentos en una bandeja horizontal. Si cada alimento apoyado en la bandeja tiene 0,200 kg de masa y el coeficiente de rozamiento estático con la bandeja es $\mu_s = 0,5$, ¿cuánto vale la máxima aceleración que puede tener la bandeja sin que ninguno de los alimentos deslice?

¿Cómo cambiaría la respuesta si los alimentos tuvieran diferentes masas? ¿Y si tuvieran diferentes coeficientes de rozamiento estático?

Ejercicio 6 (LB ejercicio 5.25)

Un bloque de masa M_2 descansa sobre un bloque mayor de masa $M_1 = 5,0M_2$. El coeficiente de fricción estática entre el bloque pequeño y el grande es $\mu_s = 0,40$, el de fricción cinética es $\mu_{k,2} = 0,30$, y el de fricción cinética entre el bloque grande y el piso es $\mu_{k,1} = 0,50$. El bloque grande tiene una rapidez inicial v . ¿Se desliza el bloque pequeño sobre el grande? Calcula la aceleración de cada bloque.

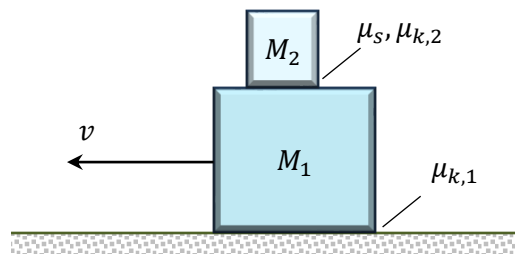


Figura del ejercicio 6

Ejercicio 7 (LB ejercicio 5.18)

Un objeto de masa m cuelga de una cuerda que pasa por una polea y se une a un bloque de masa M que está apoyado sobre una rampa, como se muestra en la figura. La rampa tiene una inclinación θ con respecto a la horizontal. Los coeficientes de fricción estático y cinético entre el bloque y la rampa son μ_s y μ_k , respectivamente. La polea y la cuerda son ideales.

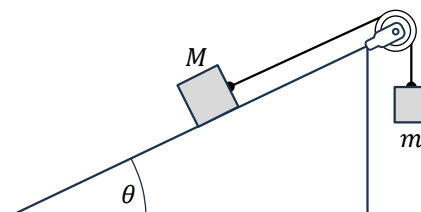
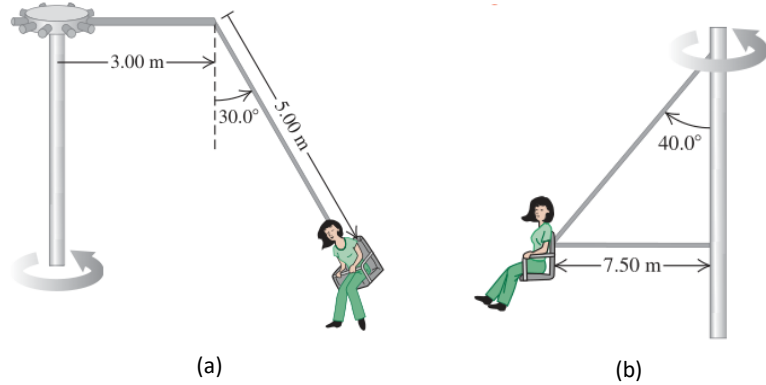
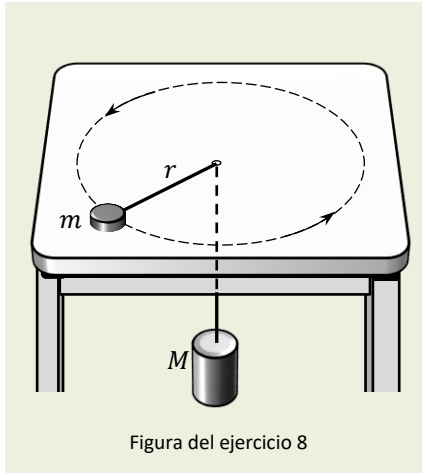


Figura del ejercicio 7

- Asumiendo que m es suficientemente grande como para que el bloque ascienda por la rampa, encuentra una expresión para las aceleraciones de los cuerpos en función de los parámetros del sistema.
- A partir del resultado de la parte (a), determina la razón m/M mínima para que el bloque, una vez que está en movimiento, acelere rampa arriba. Evalúa esta razón mínima si $\theta = 30^\circ$ y $\mu_k = 0,3$.
- Si $\mu_s = 0,4$ y el sistema se libera desde el reposo, encuentra el rango de valores posibles de m/M tales que el sistema se mantiene en reposo.

Ejercicio 8 (RHK ejercicio 6.40)

Se tiene un disco de masa m sobre una mesa sin fricción, que a su vez está atado a un cilindro colgante de masa M por medio de un cordón que pasa por un agujero de la mesa. Halla la velocidad con que debe moverse el disco en un círculo de radio r para que el cilindro permanezca en reposo.



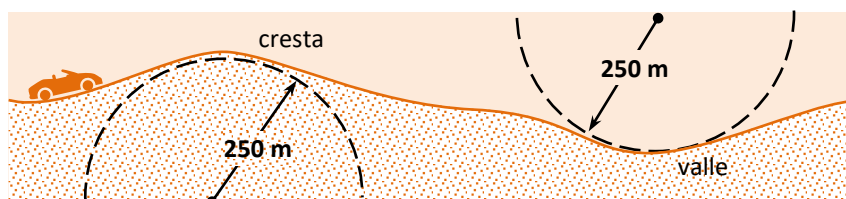
Ejercicio 9 (SZ ejercicios 5.52 y 5.53)

- El *Columpio Gigante* de un parque de diversiones consiste en un eje vertical central con varios brazos horizontales unidos a su extremo superior. En cada brazo, a 3,00 m del eje central, se sujeta un cable de 5,00 m que está unido a un asiento en su otro extremo.
 - Calcula el tiempo de una revolución del columpio si el cable forma un ángulo de $30,0^\circ$ con la vertical.
 - El ángulo, ζ depende del peso del pasajero para una rapidez dada?
- En otra versión del *Columpio Gigante* el asiento está conectado a dos cables, como se indica en la figura, uno de los cuales es horizontal. El asiento gira en un círculo horizontal a una tasa de 32,0 rpm (rev/min). Si el asiento pesa 225 N y una persona de 825 N está sentada en él, encuentra la tensión en cada cable.

Ejercicio 10 (RHK ejercicio 6.44)

Un auto se mueve a velocidad constante sobre una carretera recta pero montañosa. Una sección tiene una cresta y un valle del mismo radio de 250 m, como se ejemplifica en la figura.

- Cuando el auto pasa sobre la cresta, la fuerza normal sobre el auto es la mitad del peso de 16 kN del auto. ¿Cuál será la fuerza normal sobre el auto al pasar por el fondo del valle?
- ¿Cuál es la velocidad máxima a la que el auto puede moverse sin abandonar la carretera en la parte más alta de la cresta?
- Moviéndose a la velocidad hallada en (b), ¿cuál sería la fuerza normal sobre el auto cuando se mueve por el fondo del valle?



Ejercicio 11 (LB ejercicio 4.87)

Los automóviles pueden tomar las curvas de una carretera con una rapidez mucho mayor si la carretera está inclinada o *peraltada* y no horizontal¹.

- Una carretera da vuelta en un círculo de radio $R = 1,0$ km, y tiene $\theta = 5.0^\circ$ de ángulo de peralte. ¿Qué rapidez v_1 debe tener el vehículo para que no haya fricción entre los neumáticos y el pavimento?
- Si el coeficiente de fricción estática entre neumáticos y pavimento es $\mu_s = 0,40$, ¿cuál es la rapidez máxima, $v_{\text{máx}}$, con la que el automóvil puede correr en la curva? ¿Cómo se compara con la rapidez máxima en una carretera horizontal?
- ¿Qué sucede si la rapidez del automóvil es menor que v_1 ? ¿Bajo qué condiciones hay una rapidez mínima con la que debe circular por la curva?

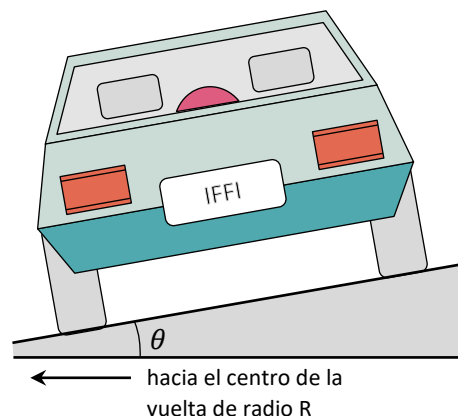


Figura del ejercicio 11

Ejercicio 12

En general se observa que el coeficiente de fricción estático μ_s entre dos superficies es menor o igual que el dinámico μ_k . ¿Puede ocurrir lo contrario? Imagina qué sucedería si tuvieras $\mu_s < \mu_k$ y empujas un cuerpo que está en reposo con una fuerza F en la que $\mu_s N < F < \mu_k N$, siendo N la fuerza normal.

El sistema antibloqueo de frenos ABS es un dispositivo utilizado en vehículos que hace variar la fuerza de frenado para evitar que los neumáticos resbalen sobre el suelo al aplicar los frenos. Este sistema, ¿aumenta o reduce la distancia de frenado?

Ejercicio 13

- Una partícula se mueve en una dimensión bajo la acción de una fuerza neta constante de módulo F^N . En cierto momento su rapidez es v_1 y, más tarde, v_2 . Si la distancia que recorrió en ese tiempo es $\Delta r_{1,2}$, demuestra que²

$$F^N = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2\Delta r_{1,2}}$$

- Un cuerpo de $1,0$ kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad de $9,8$ m/s. ¿Cuál es la máxima altura $h_{\text{máx}}$ a la que llega?
- Se puede generalizar el resultado de la parte (a) a más dimensiones. Considera las componentes de los vectores:
 - la fuerza neta constante $\vec{F}^N = F_x^N \hat{i} + F_y^N \hat{j}$,
 - las velocidades inicial y final, $\vec{v}_1 = v_{1x} \hat{i} + v_{1y} \hat{j}$ y $\vec{v}_2 = v_{2x} \hat{i} + v_{2y} \hat{j}$,
 - el desplazamiento $\Delta \vec{r}_{1,2} = \Delta x_{1,2} \hat{i} + \Delta y_{1,2} \hat{j}$.

Encuentra una expresión para $F_x^N \Delta x_{1,2} + F_y^N \Delta y_{1,2}$ en función de la masa y los módulos de $\vec{v}_1$ y $\vec{v}_2$.

Los resultados de este ejercicio pueden ser vistos como casos especiales del teorema del trabajo y la energía, que abordaremos en el próximo práctico.

¹ Este diseño también es usado en las pistas de carreras: <https://tinyurl.com/peralteNascar>. En la situación que estamos discutiendo, la fricción del suelo en el sentido del movimiento es despreciable, y nos preocupa la fricción que aparece en la dirección transversal al desplazamiento del automóvil.

² Utilizando el ejercicio 7 del práctico 2, por ejemplo.