

PRÁCTICO 4

FUERZAS Y LEYES DE NEWTON

Comenzamos nuestro estudio de la **dinámica**, para entender las causas del movimiento de los cuerpos, como resultado de sus interacciones con otros cuerpos.

Usando las **leyes de Newton** de la mecánica podremos predecir el comportamiento de los objetos que se ven sometidos a diferentes fuerzas.

Veremos ejemplos de algunos tipos de fuerza habituales, como el peso, las fuerzas normales entre las superficies de cuerpos en contacto o las fuerzas ejercidas por una cuerda.

Emplearemos el **diagrama de cuerpo libre**, herramienta fundamental para poder hallar las soluciones de los ejercicios sistemáticamente.

Puedes profundizar sobre estos temas en el [capítulo 5](#) 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.
- Enunciar y aplicar las leyes de Newton.
- Definir qué es un referencial inercial.
- Identificar las fuerzas que forman un par de acción y reacción entre dos cuerpos de un sistema.
- Elaborar el diagrama de cuerpo libre para cada objeto de un sistema físico.
- Aplicar las leyes de Newton al movimiento de una partícula.

Ejercicio 1 (LB ejercicio 4.22, SZ ejercicio 4.5)

- a) Sobre un objeto se ejercen las dos fuerzas $\vec{F}_1 = (75 \text{ N})(\hat{i} - \hat{j})/\sqrt{2}$ y $\vec{F}_2 = (150 \text{ N})(\hat{i} + \hat{j})/\sqrt{2}$. ¿Qué tercera fuerza, \vec{F}_3 , se necesita para equilibrarlas?
- b) Dos perros tiran horizontalmente de cuerdas atadas a un poste; el ángulo entre las cuerdas es de $60,0^\circ$. Si el perro A ejerce una fuerza de 270 N, y el B, de 300 N, calcule el módulo de la fuerza resultante y su ángulo con respecto a la cuerda del perro A.

Ejercicio 2

Sobre la superficie de una mesa se encuentra apoyada una caja de 6,0 kg de masa y, sobre esta, otra caja de 3,0 kg. Mediante una cuerda se tira hacia arriba de la caja superior con una fuerza $F_0 = 15,0 \text{ N}$. Todos los cuerpos están inicialmente en reposo.

- a) Calcula los pesos de cada caja, la fuerza que la caja grande ejerce sobre la caja pequeña y la fuerza que la mesa ejerce sobre la caja grande.
- b) Para cada una de las fuerzas sobre las cajas, indica cuál es la pareja correspondiente aplicando el principio de acción y reacción (tercera ley de Newton).
- c) Si la fuerza F_0 con la cual se tira de la cuerda aumenta, ¿qué ocurre con las fuerzas halladas en la parte (a)? Discute según si el módulo de la fuerza de la cuerda es menor, igual o mayor que el peso de la caja superior.

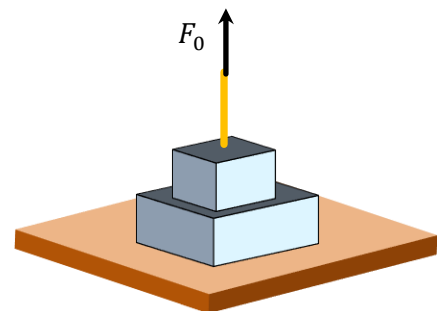


Figura del ejercicio 2

Ejercicio 3 (Primer parcial de 1997, modificado)

Un camión transporta un pequeño bloque de hielo seco en su caja trasera, en la cual la fricción que experimenta el bloque es totalmente despreciable.

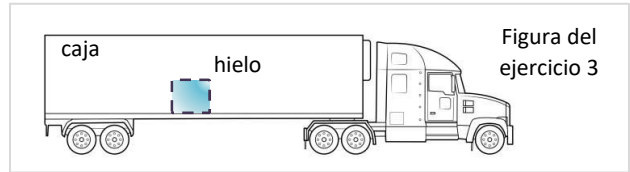


Figura del ejercicio 3

- a) El camión está inicialmente en reposo y luego acelera. Observamos que el bloque permanece quieto con respecto al camión.
 - i) ¿En qué parte, dentro la caja, se ubica el bloque? ¿Cerca del centro, en el fondo o adelante?
 - ii) El bloque, ¿tiene aceleración? Indica todas las fuerzas que actúan sobre este y quién las ejerce.
- b) Al cabo de unos segundos, el camión y el bloque se encuentran viajando a velocidad constante, de módulo $v_0 = 5 \text{ m/s}$. ¿Qué fuerzas actúan sobre el bloque en este momento?
- c) Más tarde el camión comienza a frenar a razón de $0,5 \text{ m/s}^2$. Transcurridos 2 segundos,
 - i) ¿Qué velocidad tendrá el camión, según un peatón inmóvil en la acera?
 - ii) ¿Qué velocidad tendrá el bloque de hielo, según el conductor del camión?

Ejercicio 4 (RHK ejercicio 5.46)

Años atrás, las barcazas que viajaban por los canales eran arrastradas por caballos, como se muestra en la figura. Supongamos que el caballo está ejerciendo una fuerza de 7900 N a un ángulo de 18° con la dirección del movimiento de la barcaza, la cual navega en línea recta por el canal. La masa de la barcaza es de 9500 kg y su aceleración es de $0,12 \text{ m/s}^2$. Encuentra la fuerza ejercida por el agua sobre la barcaza.

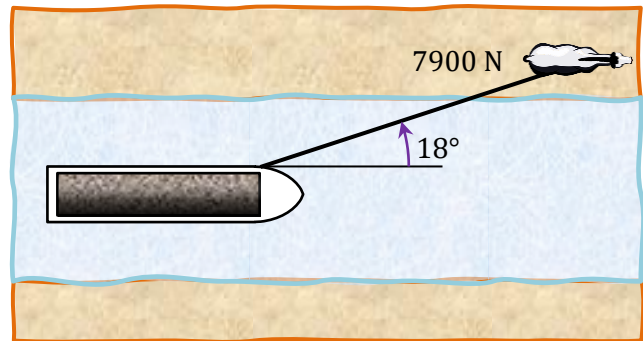


Figura del ejercicio 4

Ejercicio 5 (RHK ejercicio 5.55)

Tres bloques están unidos como se muestra en la figura, sobre una mesa horizontal carente de fricción, siendo tirados hacia la derecha con una fuerza de módulo $T_3 = 6,5 \text{ N}$. Si $m_1 = 1,2 \text{ kg}$, $m_2 = 2,4 \text{ kg}$, y $m_3 = 3,1 \text{ kg}$, calcula la aceleración del sistema y las tensiones T_1 y T_2 . Compara este sistema con una locomotora que tira de los vagones acoplados de un tren. Identifica qué elementos del sistema corresponden a la locomotora, los vagones y las fuerzas que actúan sobre ellos.

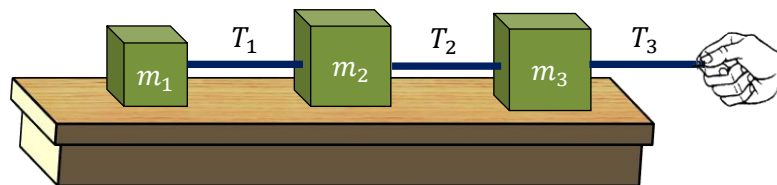


Figura del ejercicio 5

Ejercicio 6 (RHK ejercicio 5.42)

Un automóvil de 1200 kg está siendo arrastrado por un plano inclinado a 18° por medio de un cable atado a la parte trasera de un camión grúa. El cable forma un ángulo de 27° con el plano inclinado. ¿Cuál es la mayor distancia que el automóvil puede ser arrastrado en los primeros $7,5 \text{ s}$ después de arrancar desde el reposo si el cable tiene una resistencia a la rotura de $4,6 \text{ kN}$? Desprecia todas las fuerzas de fricción sobre el automóvil.

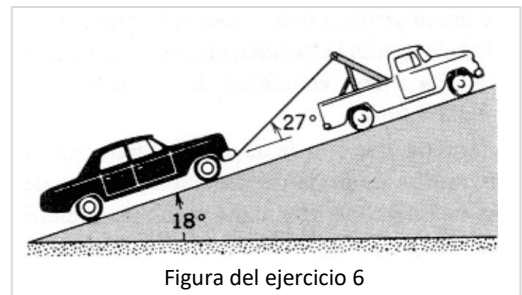


Figura del ejercicio 6

Ejercicio 7

En una mudanza hay que subir una heladera grande varios pisos, utilizando cuerdas y poleas para poder hacerlo. Compara las diferentes configuraciones ilustradas en la figura. En todos los casos la heladera sube a velocidad constante. Considera la masa de las poleas y las cuerdas despreciable.

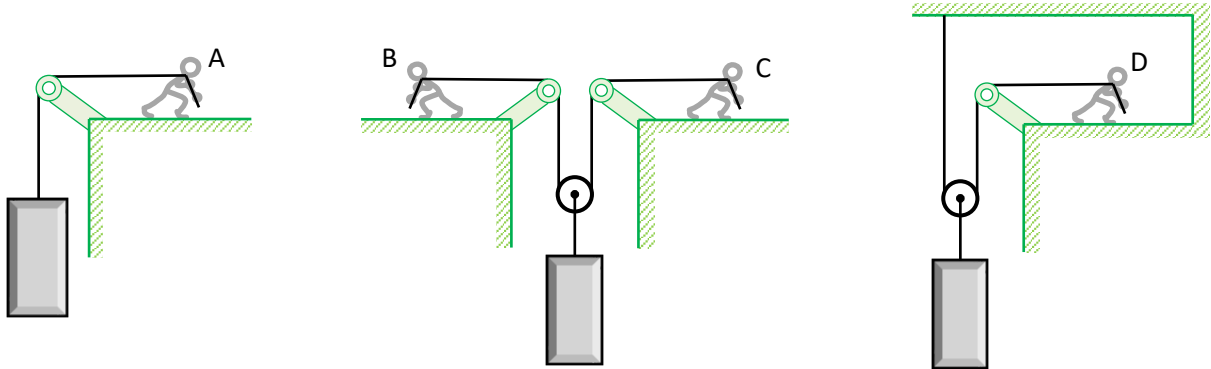


Figura del ejercicio 7

- a) ¿Cuál de las personas, A, B, C o D, tiene que ejercer una fuerza mayor? ¿Cuál o cuáles ejercen la menor fuerza?
 Calcula los módulos de la fuerza que cada persona ejerce si la masa de la heladera es de 60,0 kg.
- b) Asumimos que las cuerdas son inextensibles. Elige en cada situación un sistema de coordenadas para indicar las posiciones de la heladera y de las personas con respecto al origen. Escribe las ecuaciones que permiten calcular la longitud de las cuerdas en función de las coordenadas variables.
- c) Demuestra que, para lograr que la heladera suba una distancia de 1,0 m, entonces
 - i) la persona A tiene que desplazarse horizontalmente 1,0 m también.
 - ii) si suponemos que las personas B y C se desplazan la misma distancia, cada uno debe desplazarse también 1,0 m.
 - iii) si la persona B solo se desplaza 0,5 m, entonces la persona C tiene que desplazarse 1,5 m.
 - iv) la persona D tiene que desplazarse horizontalmente 2,0 m.

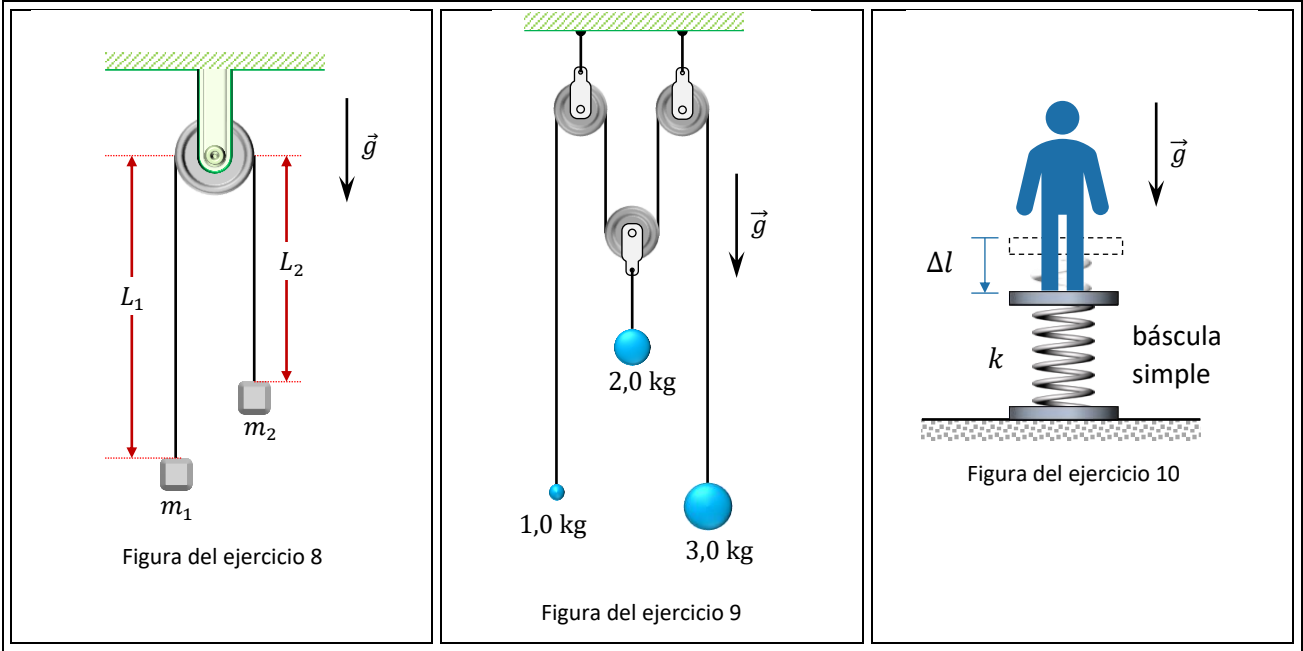
Ejercicio 8 (Examen de febrero de 2005 modificado)

El sistema que muestra la figura está formado por una polea de masa despreciable, por la que pasa un hilo inextensible y de masa despreciable que tiene unidas a sus extremos dos masas, m_1 y $m_2 = 2m_1$. La polea puede girar sin fricción alrededor de su centro fijo. El sistema está inicialmente en reposo con las masas en la posición mostrada en la figura, a distancias L_1 y $L_2 = 3L_1/4$ medidas desde el centro de la polea. Se libera el sistema a partir de esta posición.

- a) Realiza los diagramas de cuerpo libre para m_1 y m_2 .
- b) Demuestra que, como el hilo es inextensible, las velocidades de las masas tienen igual módulo y sentido opuesto. Prueba además que lo mismo sucede con las aceleraciones de las masas.
- c) Aplicando la segunda ley de Newton, determina la aceleración de cada masa y la tensión que aparece en el hilo, en función de m_1 , m_2 y la aceleración gravitatoria g .
- d) Calcula la velocidad de la masa m_1 en el instante en que se encuentra a la misma altura que m_2 .

Ejercicio 9 (LB ejercicio 5.44)

Tres objetos se suspenden de poleas sin masa y sin fricción en el eje como se muestra en la figura; las cuerdas del sistema son inextensibles y de masa despreciable. Calcula la aceleración de cada objeto y la tensión en cada cuerda.



Ejercicio 10

Una báscula es un instrumento utilizado para medir masas. Considera un diseño sencillo de una báscula que consiste en un resorte ideal vertical y una plataforma de masa despreciable. Cuando se apoya una masa en equilibrio sobre la plataforma, el resorte se comprime 1,00 cm por cada 10,0 kg.

- a) ¿Cuánto vale la constante elástica de este resorte?¹
- b) Si una persona de 70 kg se para sobre la báscula en el suelo, ¿cuánto mide la compresión del resorte? Asume que la persona queda en equilibrio.
- c) Si la misma persona repite la experiencia dentro de un ascensor que tiene una aceleración hacia arriba $a = 0,98 \text{ m/s}^2$ y se para sobre la báscula, ¿cuánto medirá la compresión del resorte en esta situación?
- d) ¿Cómo cambiaría la pregunta anterior si el ascensor tuviera una aceleración $a = 0,98 \text{ m/s}^2$ hacia abajo? ¿Y si $a = 9,8 \text{ m/s}^2$ hacia abajo?

Ejercicio 11 (RHK, ejercicio 5.68)

Una cuña con forma de triángulo rectángulo de masa M y ángulo θ descansa sobre una mesa horizontal. Sobre su lado inclinado se apoya un pequeño bloque de masa m , como se muestra en la figura. Supondremos que todos los contactos son carentes de fricción.

- a) ¿Qué aceleración horizontal a deberá tener M con relación a la mesa para mantener m estacionaria *con respecto a la cuña*?
- b) ¿Qué fuerza horizontal \vec{F} deberá ser aplicada al sistema para obtener este resultado?
- c) Describe el movimiento que resultaría si no se aplica la fuerza \vec{F} .

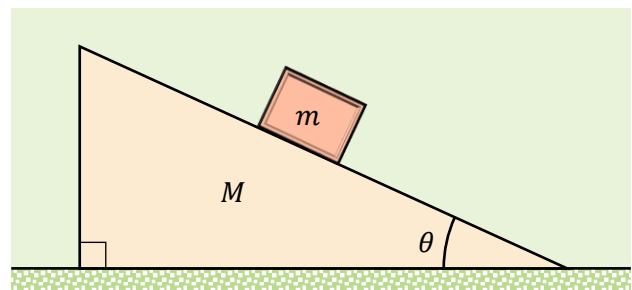


Figura del ejercicio 11

¹ Recuerda que en un resorte ideal, el módulo de la fuerza elástica vale $k\Delta l$, donde k es la constante elástica y Δl es la medida de la compresión o estiramiento con respecto a la longitud natural. Las fuerzas en los extremos del resorte son del mismo módulo.