

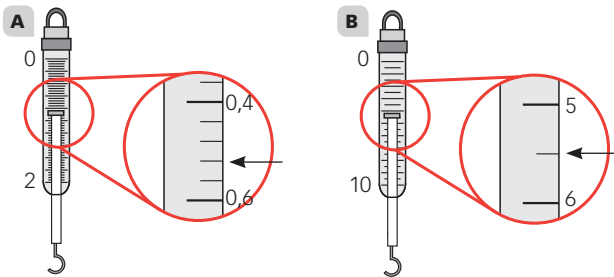
## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

1 Para qué se utiliza el dinamómetro.

2 Para los dinamómetros A y B indica:

- ¿Cuál es el valor mínimo y el máximo que pueden medir?
- ¿Cuál es su precisión?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza que están midiendo?



3 Dibuja un dinamómetro, C, con las siguientes características:

- Rango: 0 a 20 N.
- Precisión: 2 N.
- Mide una fuerza de 14 N.

4 Indica cuál de los dinamómetros A, B o C que vimos en las actividades 2 y 3 es el más adecuado para medir estas fuerzas:

- 18,4 N
- 25,2 N
- 4,5 N
- 1,7 N

5 La ley de Hooke permite estudiar el efecto deformador de las fuerzas de manera cuantitativa. Su expresión matemática es:

$$F = k \cdot \Delta x$$

Indica el significado de:

- $F$
- $k$
- $\Delta x$

6Cuál de las siguientes expresiones, referidas a la constante de elasticidad de un resorte (muelle), es falsa:

- Mide la fuerza necesaria para que el resorte se alargue una unidad de longitud.
- Mide los newtones que hay que aplicar a un resorte para que su longitud se alargue 1 m.
- Mide los m/N que varía la longitud de un resorte cuando se le aplica una fuerza.
- Mide los newtones que hay que aplicar a un resorte para que su longitud se reduzca 1 m.

7 La constante de elasticidad de un resorte es 50 N/m. Elige la respuesta correcta:

- El resorte mide 1 m cuando se le aplica una fuerza de 50 N.
- Si aplicamos al resorte una fuerza de 100 N, su longitud disminuye en 2 m.
- La fuerza máxima que le podemos aplicar al resorte es de 50 N.
- Lo máximo que se puede estirar el resorte es 1 m.

8 Un resorte de 20 cm de longitud tiene una constante de elasticidad de 40 N/m. Cuando se tira de él con una fuerza de 2 N, pasa a medir:

- 5 cm
- 25 cm
- 15 cm
- 5 m

9 El resorte de una balanza mide 10 cm cuando no tiene nada encima y 8 cm cuando se coloca sobre su plato un cuerpo que pesa 50 N.

- ¿Cuánto vale la constante de elasticidad del resorte de la balanza?
- ¿Cuál será la longitud del resorte cuando coloquemos un cuerpo de 15 N de peso sobre el plato de la balanza?

10 Un resorte mide 18 cm cuando cuelga de él un peso de 1 N, y mide 20 cm cuando cuelga de él un peso de 5 N.

- Dibuja el resorte en las dos situaciones.
- Determina su constante de elasticidad.
- Calcula la longitud del resorte cuando no se le aplica ninguna fuerza.

11 En una experiencia se mide la longitud de un resorte al que se le aplican distintas fuerzas. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

$F$ (N)	0	2	5	8
$L$ (cm)	18	20,5	24,25	28

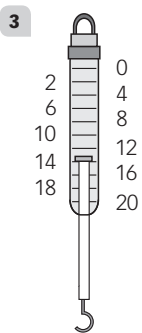
- Copia esta tabla en tu cuaderno y añádele una fila. En ella escribe lo que se ha estirado el resorte con cada fuerza.
- Representa gráficamente la fuerza frente al estiramiento y calcula la constante de elasticidad.
- Lee en la gráfica cuánto se estira el resorte si se le aplica una fuerza de 7 N y cuánto si se le aplica una fuerza de 10 N.
- Determina cuánto mide el resorte en los casos del apartado c.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

- 1 El dinamómetro se utiliza para determinar el valor de una fuerza midiendo lo que se estira un muelle calibrado al que se aplica esa fuerza.

Dinamómetro	A	B
Valor mínimo	0 N	0 N
Valor máximo	2 N	10 N
Precisión	0,04 N	0,5 N
Valor de la fuerza	0,52 N	5,5 N



- 4 Hay que elegir el indicador de rango más próximo (por exceso) al valor de la fuerza que se quiere medir:
- a) 18,4 N    C                      c) 4,5 N    B  
b) 25,2 N    Ninguno                      d) 1,7      A
- 5 •  $F$ : Fuerza aplicada.  
•  $k$ : Constante de elasticidad del resorte.  
•  $\Delta x$ : Longitud que se estira el resorte.
- 6 La expresión falsa es la c), pues las unidades de la constante de elasticidad, en el Sistema Internacional es N/m. Las expresiones b) y d) con ciertas porque, en principio, el resorte se puede estirar o contraer. La expresión a) es la misma que la b) con la diferencia de que no precisa las unidades de la constante de elasticidad.
- 7 La respuesta correcta es la b).  
Se comprueba aplicando la ley de Hooke.

$$F = k \cdot \Delta x$$

Despejamos, sustituimos valores y calculamos:

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{100 \text{ N}}{50 \text{ N/m}} = 2 \text{ m}$$

En principio, un resorte se puede estirar o comprimir cuando se le aplica una fuerza.

- 8 La respuesta correcta es b)

Se comprueba aplicando la ley de Hooke.

Despejamos, sustituimos valores y calculamos:

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{2 \text{ N}}{40 \text{ N/m}} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

La longitud del muelle es, pues:

$$L = 20 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

- 9 El resorte se comprime 2 cm con 50 N.

a) Calculamos la constante con la ley de Hooke:

$$F = k \cdot \Delta x$$

Despejamos, sustituimos valores y calculamos:

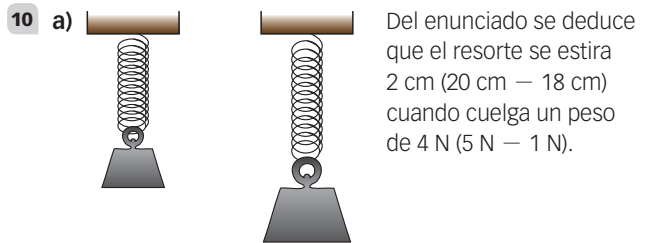
$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{50 \text{ N}}{0,02 \text{ m}} = 2500 \text{ N/m}$$

b) Calculamos lo que se comprime el resorte con el peso de 15N:

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{15 \text{ N}}{2500 \text{ N/m}} = 0,006 \text{ m} = 6 \text{ mm}$$

La medida del resorte es:

$$L = 10 \text{ cm} - 0,6 \text{ cm} = 9,4 \text{ cm}$$



b) Calculamos la constante de elasticidad con la ley de Hooke. Despejamos y calculamos:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{4 \text{ N}}{0,02 \text{ m}} = 200 \text{ N/m}$$

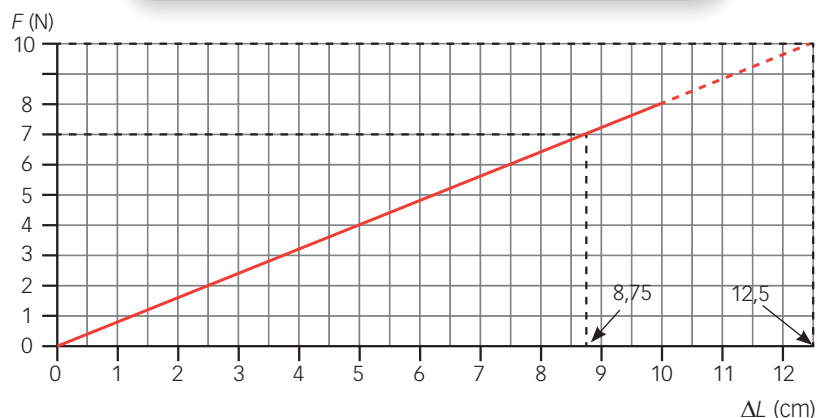
c) Calculamos lo que se estira el resorte con 1 N.

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{1 \text{ N}}{200 \text{ N/m}} = 0,005 \text{ m} = 0,5 \text{ cm}$$

La longitud inicial del resorte es 0,5 cm menos que cuando tiene colgado un peso de 1 N, es decir, 17,5 cm.

11

$F$ (N)	0	2	5	8
$L$ (cm)	18	20,5	24,25	28
$\Delta L$ (cm)	0	2,5	6,25	10



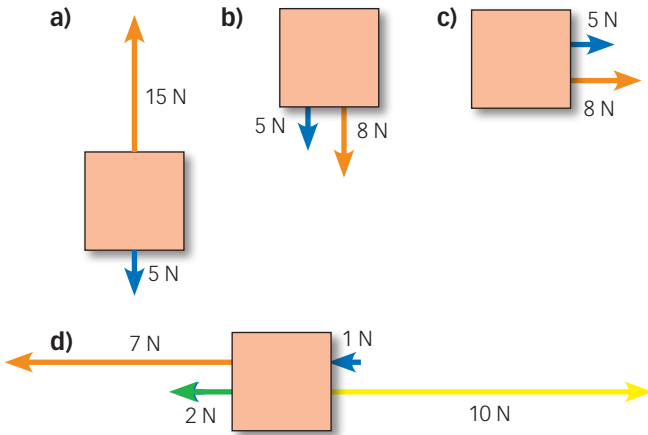
$$k = \frac{F_2 - F_1}{\Delta x_2 - \Delta x_1} = \frac{(5 - 2) \text{ N}}{(6,25 - 2,5) \text{ cm}} = 0,8 \text{ N/cm}$$

•  $F = 7 \text{ N} \rightarrow \Delta L = 8,75 \text{ cm}$     •  $F = 10 \text{ N} \rightarrow \Delta L = 12,5 \text{ cm}$

FUERZAS Y MOVIMIENTO

ACTIVIDADES DE REFUERZO

1 La caja del dibujo está suspendida de una cuerda y sobre ella se ejercen las fuerzas que se indican en cada caso. Indica cuál es la fuerza total que actúa sobre la caja y razona cuál puede ser su efecto sobre la caja:



2 Sobre una caja que está sobre una mesa actúan las fuerzas que se indican en cada caso. Dibuja cada una de las fuerzas y la fuerza resultante y discute cuál puede ser el efecto sobre la caja:

- a) Actúa una fuerza de 10 N, vertical y hacia arriba.
- b) Actúa una fuerza de 8 N, horizontal y hacia la izquierda.
- c) Actúa una fuerza de 5 N, vertical y hacia abajo.
- d) Actúan dos fuerzas horizontales y hacia la derecha, una de 3 N y otra de 5 N.
- e) Actúa una fuerza de 2 N, horizontal y hacia la derecha y una fuerza de 10 N, horizontal y hacia la izquierda.

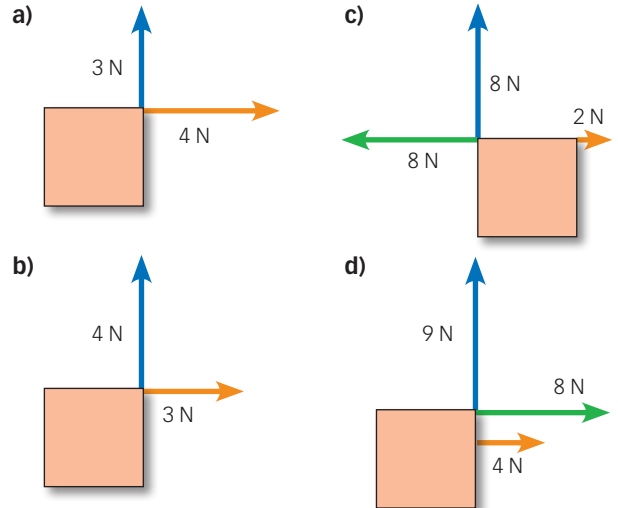
3 Analiza todos los casos que se presentan en las actividades 1 y 2 y razona si hay casos equivalentes.

4 Estudia si alguna de las cajas que se representan en la actividad 1 está en equilibrio.

5 Para cada una de las situaciones que se representan en la actividad 2, indica cómo debe ser la fuerza que hay que aplicar a la caja para que recupere la situación de equilibrio:

Caso	Fuerza		
	Módulo	Dirección	Sentido
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

6 Sobre la caja del dibujo actúan las fuerzas que se indican en cada caso. Calcula, de forma gráfica y matemática, cuál es la fuerza total que actúa sobre la caja en cada caso:



7 Razona si las cajas representadas en las casillas a y b están sometidas a la misma fuerza total.

8 Tenemos tres dinamómetros unidos a una misma anilla. Uno de ellos ejerce una fuerza de 9 N, horizontal y hacia la izquierda. Otro ejerce una fuerza de 12 N, vertical y hacia abajo. ¿Qué fuerza debe ejercer el tercer dinamómetro para que la anilla se mantenga en equilibrio? Dibuja cada una de las fuerzas y trata de especificar la dirección y el sentido de la fuerza que tiene que hacer el tercer dinamómetro.

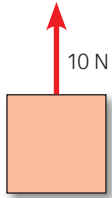
9 Sobre una caja se ejercen dos fuerzas, una de 6 N y otra de 8 N.

- a) Dibuja cómo se deben aplicar estas fuerzas para que la fuerza resultante sea máxima. Calcula esa fuerza máxima.
- b) Dibuja cómo se deben aplicar estas fuerzas para que la resultante sea mínima. Calcula esa fuerza mínima.
- c) Dibuja una situación en la que la resultante de esas fuerzas sea un valor intermedio entre el máximo y el mínimo. ¿Hay una única situación? Explícalo.

FUERZAS Y MOVIMIENTO

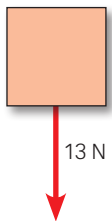
ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)

1 a)



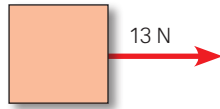
Sube.

b)



Baja.

c)



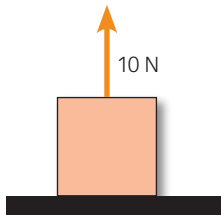
Se desplaza a la derecha.

d)

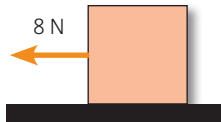


Permanece en equilibrio.

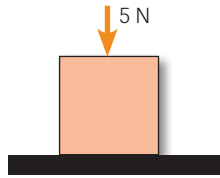
2 a) Sube.



b) Se arrastra a la izquierda.



c) Se fija contra la mesa.



d) Se arrastra hacia la derecha con una fuerza de 8 N.



e) Se arrastra hacia la izquierda con una fuerza de 8 N.



3 Son equivalentes el 1.a y el 2.a.

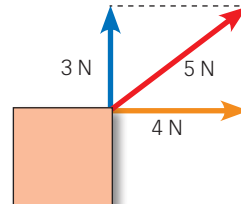
Son equivalentes el 2.b y el 2.e.

4 Está en equilibrio la caja 1.d.

5

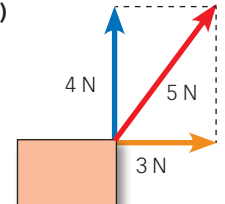
Caso	Fuerza		
	Módulo	Dirección	Sentido
a)	10	Vertical	Abajo
b)	8	Horizontal	Derecha
c)	5	Vertical	Arriba
d)	8	Horizontal	Izquierda
e)	8	Horizontal	Derecha

6 a)



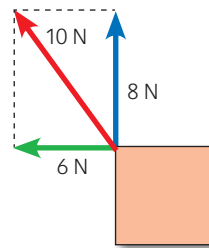
$$R = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

b)



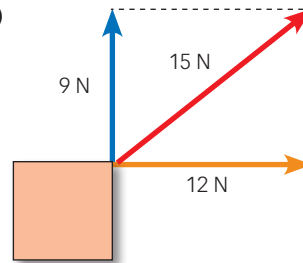
$$R = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

c)



$$R = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$$

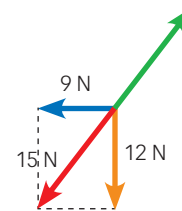
d)



$$R = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$$

7 La fuerza es diferente, ya que coincide el módulo, pero no la dirección.

8 Una fuerza de 15 N en la dirección y sentido que se indican.



9 a) Fuerza máxima: 14 N. Las dos fuerzas tienen que tener la misma dirección y sentido:



b) Fuerza mínima: 2 N. Las dos fuerzas tienen que tener la misma dirección y sentido opuesto.

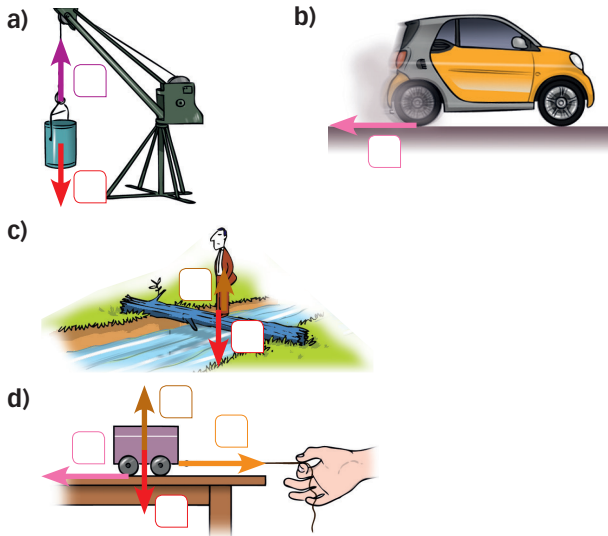


c) Un valor intermedio. Las fuerzas deben formar un ángulo comprendido entre 0° y 180°. Hay muchas situaciones.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

- 1** En los siguientes dibujos etiqueta de forma apropiada cada fuerza como peso ( $P$ ), tensión ( $T$ ), normal ( $N$ ) o rozamiento ( $F_R$ ).



- 2** En el supermercado compras una bolsa de 5 kg de naranjas. ¿Cuál es su peso en newtones?

Dato:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

- 3** Una empresa de mensajería fija una tarifa para el franqueo de las cartas que es proporcional a su peso. Para las cartas ordinarias:

	Tarifa (€)
Hasta 20 g	0,42
De 20 g a 50 g	0,55
De 50 g a 100 g	0,92
De 100 g a 500 g	2,03
De 500 g a 1000 g	4,58

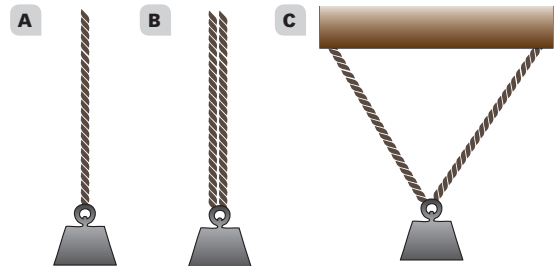
Queremos enviar un sobre que pesa 1,3 N. ¿Qué franqueo debe llevar?

- 4** Con respecto a la fuerza peso, indica si es cierto que:
- La fuerza peso es siempre vertical y hacia abajo.
  - Un cuerpo, esté donde esté, siempre tiene el mismo peso.
  - El peso de un cuerpo es directamente proporcional a su masa.
- 5** Con respecto a la fuerza normal, indica cuáles de las frases siguientes son ciertas. Corrige las frases incorrectas para que sean ciertas:
- Solo existe fuerza normal cuando un cuerpo está apoyado sobre una superficie.

- Cuando la superficie de apoyo es horizontal, la fuerza normal siempre es igual al peso del cuerpo, cualquiera que sea su valor.
- Cuando el cuerpo está en movimiento (como un coche por una carretera), la fuerza normal desaparece.

- 6** Con respecto a la fuerza de rozamiento, indica si es cierto que:
- La fuerza de rozamiento es la que nos permite caminar.
  - La fuerza de rozamiento se opone al movimiento.
  - El valor de la fuerza de rozamiento depende solo del peso del cuerpo que se mueve.
- 7** Un muelle mide 8 cm cuando está en reposo. Al tirar de él con una fuerza de 2 N se observa que mide 90 mm. Calcula:
- El valor de la constante del muelle.
  - La longitud del muelle si la fuerza que se ejerce es de 6 N.

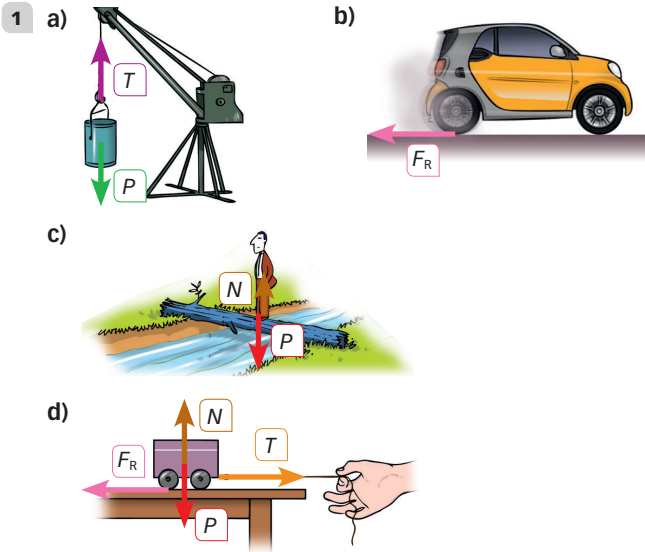
- 8** Colgamos un objeto de una cuerda de tres formas distintas. El peso del objeto es de 50 N. Razona cuál de las frases siguientes es correcta:



- La tensión de la cuerda es la misma en todos los casos porque es el mismo objeto y cuelga de la misma cuerda.
  - La tensión de la cuerda en C es menor que la tensión en B.
  - La tensión de la cuerda en B es de 25 N.
- 9** Si un tren se mueve por la vía con una velocidad de 60 km/h, indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:
- Sobre el tren no está actuando ninguna fuerza porque no hay aceleración.
  - Sobre el tren solo actúa una fuerza, en la misma dirección que la velocidad.
  - Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante es nula.
  - Sobre el tren actúan varias fuerzas cuya resultante proporciona la velocidad del tren.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE REFUERZO (soluciones)



2  $P = m \cdot g = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 49 \text{ N}$

3 Debemos conocer la masa de la carga:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{1,3 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = 0,133 \text{ kg} = 133 \text{ g}$$

El franqueo debe ser de 2,03 €.

- 4 a) Cierto. Para cuerpos que están próximos a la Tierra, la fuerza peso lleva la dirección de la línea que une el cuerpo con el centro de la Tierra y sentido hacia el centro de la Tierra.
- b) Falso. El peso de un cuerpo depende del lugar donde se encuentre. Su valor es diferente si el cuerpo está cerca de la superficie de la Tierra, de la Luna, de la estación espacial, etc.
- c) Cierto. La constante de proporcionalidad es  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .
- 5 a) Cierto. La fuerza normal es la fuerza que ejerce la superficie sobre la que se apoya el cuerpo sobre el cuerpo.
- b) Falso. Si sobre el cuerpo se ejerce otra fuerza vertical, la fuerza normal puede ser mayor o menor que la fuerza peso. Además, si la superficie de apoyo no es capaz de ejercer una fuerza igual al peso y las demás fuerzas que se ejerzan sobre ella, la superficie se romperá.
- Frase corregida: Cuando la superficie de apoyo es horizontal, la fuerza normal es igual al peso del cuerpo, cuando sobre el cuerpo no se ejerce otra fuerza vertical. Si el conjunto de las fuerzas verticales que actúan sobre una superficie es mayor que su resistencia, la superficie se rompe.
- c) Falso. Un cuerpo que está apoyado sobre una superficie está sometido a una fuerza normal, tanto si está en reposo como si está en movimiento.

- 6 a) Cierto. Si no hubiese rozamiento resbalaríamos y no podríamos avanzar.
- b) Cierto. Tiene la dirección del movimiento y el sentido opuesto.
- c) Falso. Depende también de lo rugosas o lisas que sean las superficies en contacto.
- 7 a)  $k = 2 \text{ N/1 cm} = 2 \text{ N/cm} = 200 \text{ N/m}$
- b)  $6 = 200 \times \Delta L \rightarrow \Delta L = 200 \times 6 = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm} \rightarrow L = 8 + 3 = 11 \text{ cm}$
- 8 a) Falso. El objeto es el mismo pero en unos casos cuelga de una cuerda y en otros de dos cuerdas.
- b) Falso. La tensión de cada cuerda en B es la mitad del peso. La suma de las dos tensiones en C debe ser igual al peso. Por tanto, cada tensión es mayor que la mitad del peso.
- c) Cierto.
- 9 a) Falso.
- b) Falso.
- c) Verdadero.
- d) Falso.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

- 1** En los años 60 se puso de moda un juguete llamado «saltador gorila». Consistía en un resorte, sobre el que había una plataforma y un mango largo. Con un poco de equilibrio, era posible dar varios saltos seguidos.

El resorte de un saltador mide 40 cm y tiene una constante de elasticidad de 2000 N/m. ¿Qué fuerza hay que realizar para que mida 15 cm?

En una ocasión, y tras un gran salto, el resorte del saltador solo llegaba a medir 35 cm cuando no había nadie encima. ¿Qué le ocurrió?



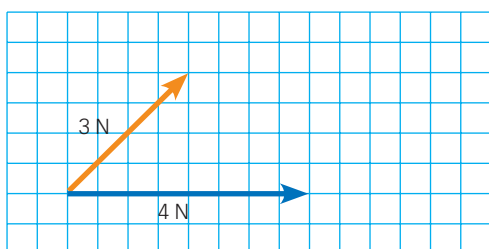
- 2** El tensor es un aparato de gimnasio utilizado para aumentar la fuerza muscular. Está formado por una o varias gomas colocadas entre las dos asas. Para construir un tensor se utiliza una goma cuya constante de elasticidad es 100 N/m.

Si se deja un asa fija y se aplica una fuerza de 10 N, calcula:

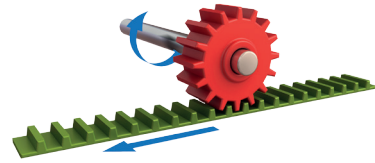
- a) ¿Cuánto se estirará la goma?  
 b) ¿Y si el tensor tiene dos gomas entre las asas?
- 3** Para absorber el efecto de las irregularidades que puedan aparecer en el terreno, los vehículos cuentan con un sistema de amortiguación que, en ocasiones, incluye resortes. Un coche de 900 kg está dotado de un sistema de suspensión con resortes en las cuatro ruedas. Cuando entran en él cuatro pasajeros, los amortiguadores se comprimen 5 cm. Suponiendo que la masa total de los pasajeros es 300 kg.
- a) ¿Cuál es la constante de elasticidad de cada resorte?  
 b) ¿En cuánto se incrementaría la longitud de cada resorte si no estuviese en el vehículo?

Dato:  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

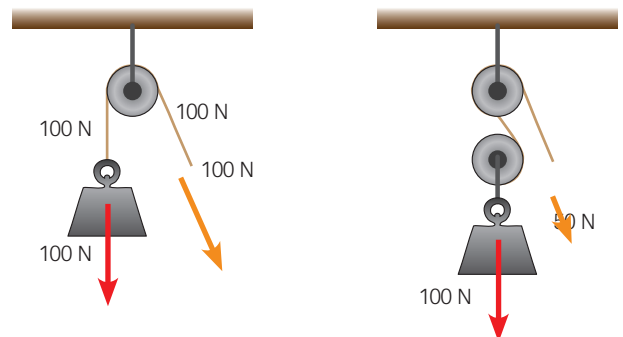
- 4** Sobre un punto de una mesa se ejercen las fuerzas que se indican en el dibujo. Determina gráficamente el valor de la resultante. Para obtener su valor numérico, supón que cada medio centímetro de longitud del vector equivale a una fuerza de 1 N.



- 5** Algunas máquinas tienen un engranaje denominado piñón-cremallera que transforma un movimiento circular en uno lineal:

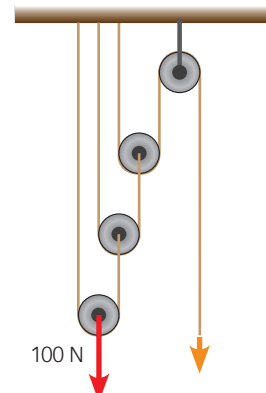


- a) Explica en qué cambia el movimiento lineal si la rueda gira a la misma velocidad, pero en sentido contrario.  
 b) ¿Cómo se puede lograr que la cremallera avance más rápido sin que varíe el número de vueltas que da la rueda en cada minuto?
- 6** Una polea fija facilita la aplicación de una fuerza, pero no reduce su valor. Pero con una polea móvil, podremos subir un peso realizando una fuerza igual a la mitad del mismo. Observa los dibujos y responde:



- a) En la polea móvil, ¿qué elemento realiza la otra mitad de la fuerza necesaria para subir el peso?  
 b) ¿Qué cuerda soporta mayor tensión, la de la polea fija o la de la polea móvil?
- 7** La ventaja de la polea móvil se ve reducida por el hecho de tener que tirar hacia arriba para subir el peso. El problema se soluciona con una segunda polea fija para tirar de la cuerda.

Si colocamos tres poleas móviles como en el dibujo, ¿qué fuerza levantaría un peso de 100 N?



## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN (soluciones)

- 1 Cuando mida 15 cm, el resorte se habrá contraído:

$$\Delta L = L - L_0 = 15 \text{ cm} - 40 \text{ cm} = -25 \text{ cm}$$

La ley de Hooke relaciona la fuerza aplicada con lo que se contrae el resorte.

$$F = k \cdot \Delta L$$

Sustituimos valores y calculamos teniendo en cuenta las unidades:

$$F = k \cdot \Delta L = 2000 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,25 \text{ m} = 500 \text{ N}$$

Cuando el resorte supera el límite de elasticidad, no vuelve a recuperar su longitud inicial.

- 2 Utilizamos ley de Hooke  $F = k \cdot \Delta L$ .

- a) Despejamos y sustituimos los valores en las unidades adecuadas:

$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{10 \text{ N}}{100 \text{ N/m}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

- b) Si el tensor tiene dos gomas, la fuerza se reparte. Suponiendo que sean iguales, cada goma recibe una fuerza de 5 N. Por tanto, el tensor se estirará 5 cm (la mitad).

- 3 La fuerza del peso de los cuatro ocupantes hace que los cuatro resortes se compriman 5 cm. Cada resorte recibe la fuerza equivalente a la cuarta parte del peso de los pasajeros:

$$F = \frac{P}{4} = \frac{m \cdot g}{4}$$

Sustituimos valores y calculamos:

$$F = \frac{300 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg}}{4} = 735 \text{ N}$$

Calculamos la constante de elasticidad del resorte con la ley de Hooke:  $F = k \cdot \Delta L$

- a) Despejamos y sustituimos los valores en las unidades adecuadas:

$$k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{735 \text{ N}}{0,05 \text{ m}} = 14700 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

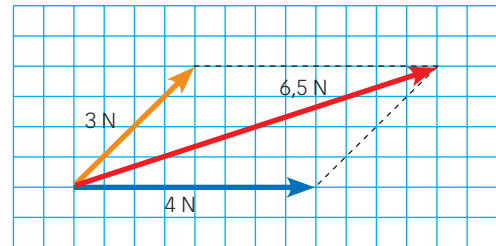
- b) Fuera del vehículo, cada resorte estaría sometido a una fuerza equivalente a la cuarta parte del peso del vehículo:

$$F = \frac{m \cdot g}{4} = \frac{900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg}}{4} = 2205 \text{ N}$$

Con la ley de Hooke, calculamos lo que se comprime el resorte que está sometido a esta fuerza:

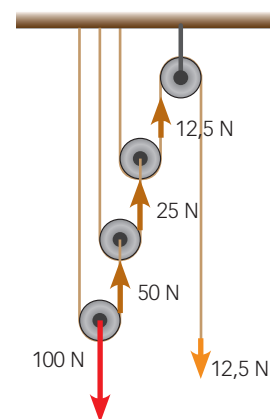
$$\Delta L = \frac{F}{k} = \frac{2205 \text{ N}}{14700 \text{ N/m}} = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

- 4 Se utiliza la regla del paralelogramo



- 5 a) La rueda, al girar inicialmente en una dirección (en sentido horario, por ejemplo), fuerza a la cremallera a desplazarse linealmente en una dirección determinada. Si la rueda comienza a girar en sentido contrario, detendrá el movimiento rectilíneo de la cadena o cremallera y la obligará a desplazarse linealmente en dirección contraria a la que inicialmente hubiera desarrollado, aumentando la velocidad hasta alcanzar una velocidad de sincronía o equilibrio.
- b) Aumentando el diámetro (y el número de piñones) de la rueda, lo que implica un mayor número de interacciones con la cremallera en cada giro.
- 6 a) La tensión de la cuerda que une la polea al techo.
- b) La cuerda de la polea fija soporta una tensión igual al peso del cuerpo (100 N). La cuerda de la polea móvil soporta una tensión que es la mitad de ese valor (50 N).
- 7 Cada polea móvil reduce a la mitad la fuerza que hay que realizar para subir el peso.

Después de la tercera polea, el peso a levantar se ha reducido a 12,5 N. La última polea (fija) solo cambia la dirección en la que hay que tirar de la cuerda.



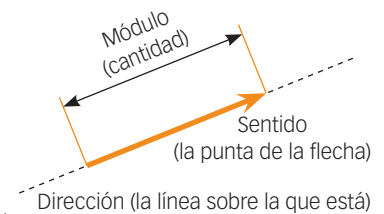
## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

## La fuerza, una magnitud vectorial

## Recuerda que...

- **Magnitud** es cualquier propiedad de los cuerpos, o que afecta a los cambios que experimentan los cuerpos, que se puede medir, es decir, que se puede cuantificar. Las magnitudes pueden ser:
  - **Escalares**: quedan perfectamente determinadas con un número y una unidad. Ejemplo, la masa: 3 kg, la longitud: 8 m, el tiempo: 30 s, etc.
  - **Vectoriales**: para expresarlas hay que indicar, además del número y la unidad, su dirección y sentido. Ejemplo, la fuerza: una fuerza de 8 N, en dirección vertical y dirigida hacia el norte.
- Las magnitudes vectoriales se representan por un **vector**, que se dibuja como una flecha. En él tenemos:
  - **Módulo**: es su longitud, indica la cantidad de la magnitud.
  - **Dirección**: es la línea sobre la que actúa.
  - **El sentido**: indica hacia donde actúa. Está determinado por la punta de la flecha.
- La fuerza es una magnitud **vectorial**. Su unidad en el Sistema Internacional es el **newton (N)**.
- Cuando sobre un cuerpo actúan varias fuerzas, se llama **fuerza resultante** a la que hace el mismo efecto que todas las demás. La fuerza resultante se obtiene sumando las otras fuerzas.
- Para sumar fuerzas hay que tener en cuenta su módulo, dirección y sentido.
- Fuerzas **concurrentes** son aquellas cuyas direcciones coinciden en un punto.



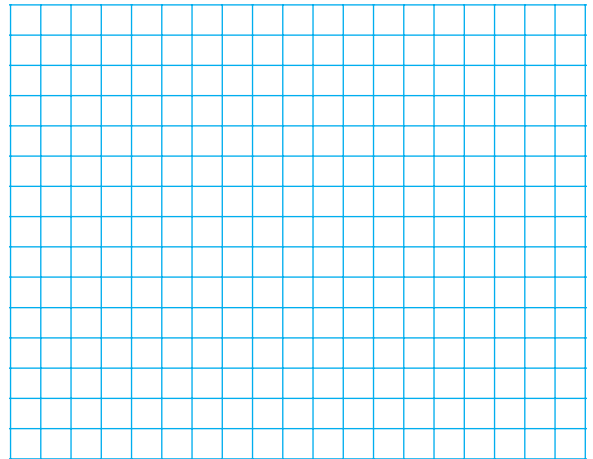
<p><b>A</b></p> <p>Resultante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo: 14 N.</li> <li>• Dirección: horizontal.</li> <li>• Sentido: hacia la derecha.</li> </ul>	<p><b>B</b></p> <p>Resultante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo: 2 N.</li> <li>• Dirección: horizontal.</li> <li>• Sentido: hacia la izquierda</li> </ul>
<p><b>C</b></p> $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(6\text{ N})^2 + (8\text{ N})^2} = \sqrt{100\text{ N}^2} = 10\text{ N}$ <p>Resultante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo: 10 N.</li> <li>• Dirección: 53° al sur del este.</li> <li>• Sentido: hacia el sur.</li> </ul> <p>La dirección se puede medir con un transportador de ángulos.</p>	<p><b>D</b></p> $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(8\text{ N})^2 + (6\text{ N})^2} = \sqrt{100\text{ N}^2} = 10\text{ N}$ <p>Resultante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo: 10 N.</li> <li>• Dirección: 37° al sur del este.</li> <li>• Sentido: hacia el sur.</li> </ul> <p>La dirección se puede medir con un transportador de ángulos.</p>
<p><b>E Medida de ángulos</b></p>	<p>Coloca el vértice del transportador encima del vértice del ángulo (A). Haz que un lado (AC) coincida con la línea horizontal. Observa que puedes medir ángulos orientados a la derecha o a la izquierda.</p>

**Nota:** Para realizar estas actividades necesitas una regla, un transportador de ángulos y papel cuadrículado

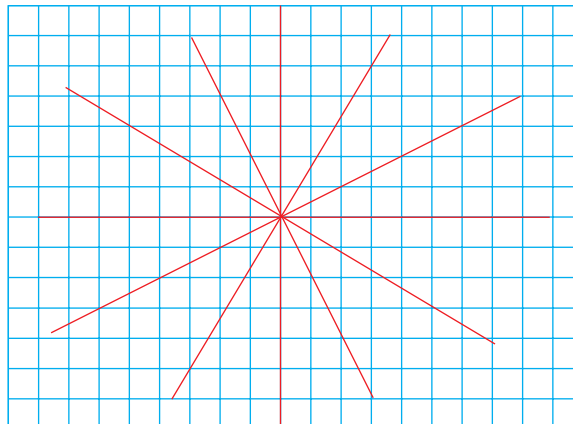
## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: **1** Dibuja las fuerzas siguientes:

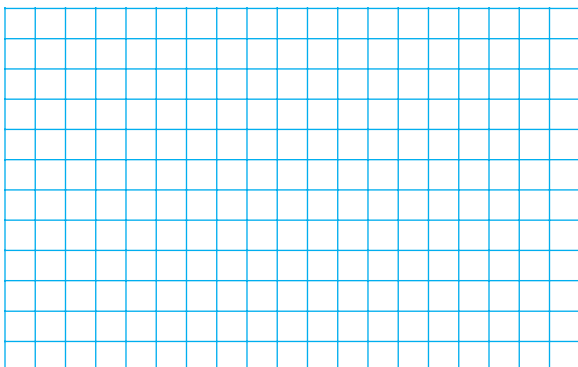
- $F_1$ : 4 N, vertical, dirigida al norte.
- $F_2$ : 12 N, horizontal, dirigida al este.
- $F_3$ : 9 N, horizontal, dirigida al oeste.
- $F_4$ : 2 N, vertical, dirigida al sur.

**2** Ayudándote del transportador de ángulos, dibuja ahora estas fuerzas:

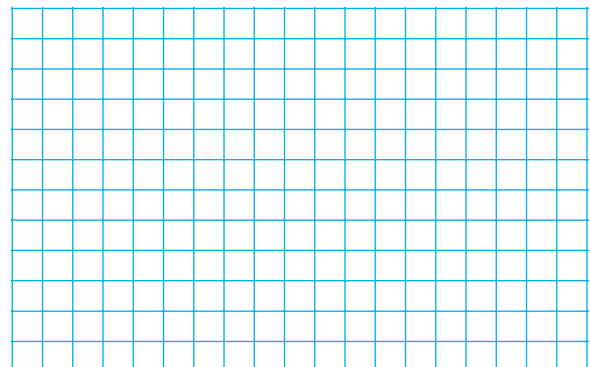
- $F_1$ : 5 N,  $30^\circ$  al este del norte, dirigida al este.
- $F_2$ : 8 N,  $60^\circ$  al este del sur, dirigida al sur.
- $F_3$ : 3 N,  $45^\circ$  al oeste del norte, dirigida al oeste.
- $F_4$ : 6 N,  $45^\circ$  al oeste del sur, dirigida al oeste.

**3** Representa cada conjunto de fuerzas y obtén su resultante. Descríbela con su módulo, dirección y sentido:**Caso A**

- $F_1$ : 4 N, horizontal hacia el este.
- $F_2$ : 8 N, horizontal hacia el oeste.
- $F_3$ : 9 N, horizontal hacia el este.

**Caso B**

- $F_4$ : 5 N, vertical hacia el norte.
- $F_5$ : 3 N, vertical hacia el norte.
- $F_6$ : 8 N, vertical hacia el sur.



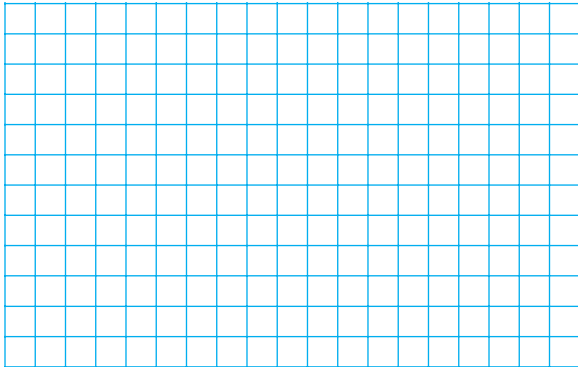
## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

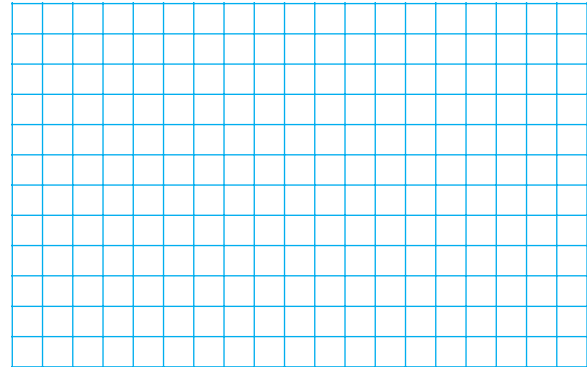
4 Representa cada conjunto de fuerzas y obtén su resultante. Descríbela con su módulo, dirección y sentido:

**Caso C**

- $F_1$ : 8 N, horizontal hacia el este.
- $F_2$ : 5 N, horizontal hacia el oeste.
- $F_3$ : 4 N, vertical hacia el sur.

**Caso D**

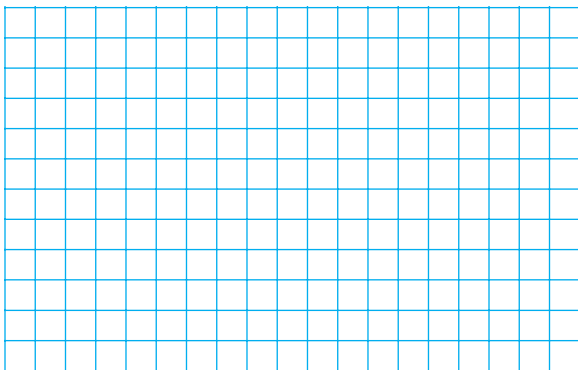
- $F_4$ : 1 N, vertical hacia el norte.
- $F_5$ : 6 N, horizontal hacia el este.
- $F_6$ : 4 N, vertical hacia el sur.
- $F_7$ : 2 N, horizontal hacia el oeste.



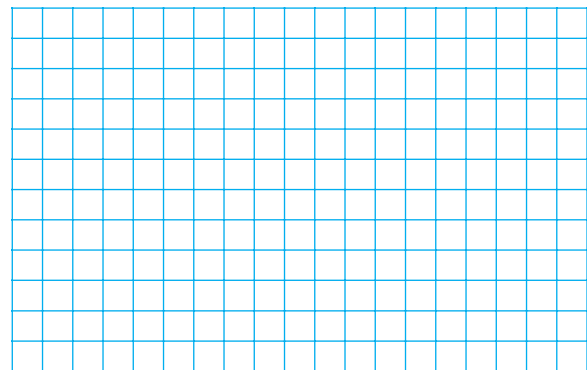
5 Representa cada conjunto de fuerzas y obtén su resultante. Descríbela con su módulo, dirección y sentido:

**Caso E**

- $F_1$ : 8 N,  $30^\circ$  al norte del este, dirigida al este.
- $F_2$ : 5 N,  $30^\circ$  al sur del oeste, dirigida al oeste.

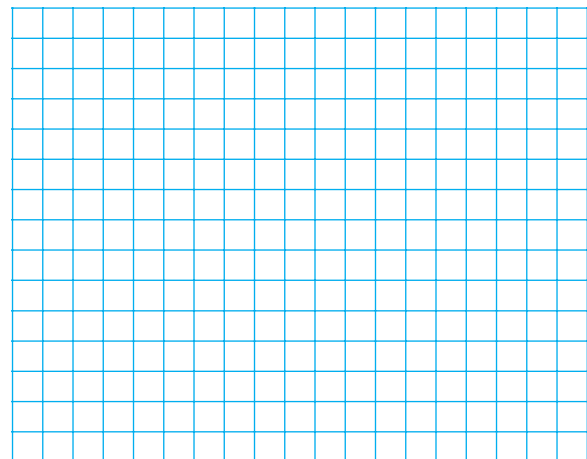
**Caso F**

- $F_3$ : 8 N,  $60^\circ$  al este del norte, dirigida al este.
- $F_4$ : 6 N,  $30^\circ$  al este del sur, dirigida al este.



6 Se dice que un cuerpo está en equilibrio cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero. Analiza si un cuerpo sobre el que actúan las fuerzas que se indican está en equilibrio. Si no lo está, determina qué fuerza hay que aplicar (módulo, dirección y sentido) para que esté en equilibrio:

- $F_1$ : 6 N, vertical, dirigida al norte.
- $F_2$ : 9 N, horizontal, dirigida al este.
- $F_3$ : 2 N, vertical, dirigida al sur.
- $F_4$ : 5 N, horizontal, dirigida al oeste.
- $F_5$ : 4 N, vertical, dirigida al sur.

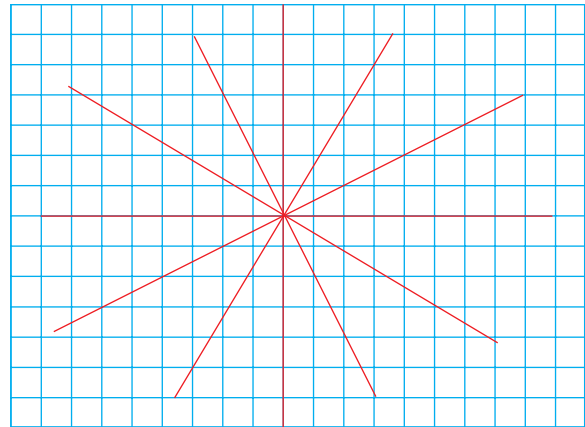


## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

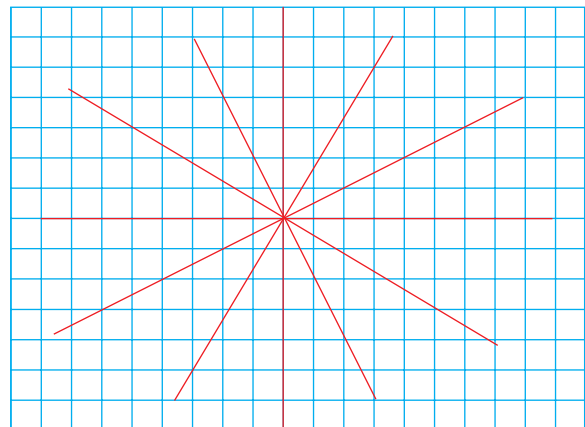
**7** Analiza si un cuerpo sobre el que actúan las fuerzas que se indican está en equilibrio. Si no lo está, determina qué fuerza hay que aplicar (módulo, dirección y sentido) para que esté en equilibrio:

- $F_1$ : 4 N, horizontal, dirigida al oeste.
- $F_2$ : 3 N, vertical, dirigida al sur.
- $F_3$ : 5 N,  $37^\circ$  al norte del este, dirigida al norte.



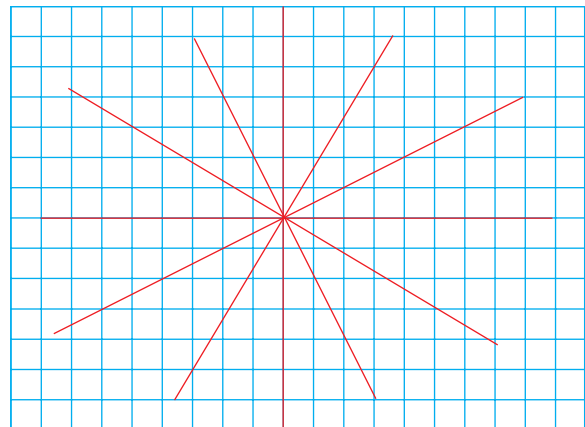
**8** Analiza si un cuerpo sobre el que actúan las fuerzas que se indican está en equilibrio. Si no lo está, determina qué fuerza hay que aplicar (módulo, dirección y sentido) para que esté en equilibrio:

- $F_1$ : 5 N,  $45^\circ$  al norte del este, dirigida al este.
- $F_2$ : 6 N, vertical, dirigida al sur.
- $F_3$ : 5 N,  $45^\circ$  al sur del oeste, dirigida al oeste.



**9** Analiza si un cuerpo sobre el que actúan las fuerzas que se indican está en equilibrio. Si no lo está, determina qué fuerza hay que aplicar (módulo, dirección y sentido) para que esté en equilibrio:

- $F_1$ : 9 N,  $45^\circ$  al norte del este, dirigida al este.
- $F_2$ : 5 N, vertical, dirigida al sur.
- $F_3$ : 12 N,  $45^\circ$  al oeste del norte, dirigida al oeste.
- $F_4$ : 3 N,  $45^\circ$  al este del sur, dirigida al este.



## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

## Algunas fuerzas y su efecto

## Recuerda que...

**Peso (P)** es la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos.

- Módulo:  $P = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
- Dirección: la línea que une el cuerpo con el centro de la Tierra.
- Sentido: hacia el centro de la Tierra.

En la práctica, es una fuerza vertical dirigida hacia abajo.

**Tensión (T)** es la fuerza soportada por un cable o una cuerda cuando un cuerpo tira o cuelga del cable o la cuerda

- Módulo: depende de las fuerzas que tiren de la cuerda o cable. Si las fuerzas superan un cierto valor, la cuerda se rompe.
- Dirección: la de la cuerda o cable.
- Sentido: opuesto a las fuerzas que tiran de la cuerda o cable.

**Normal (N)** es la fuerza que ejerce una superficie sobre los cuerpos que están apoyados en ella.

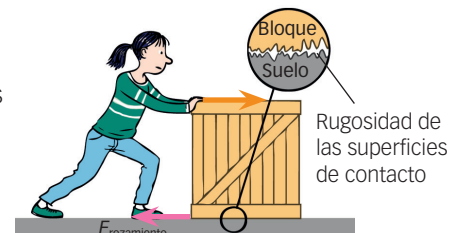
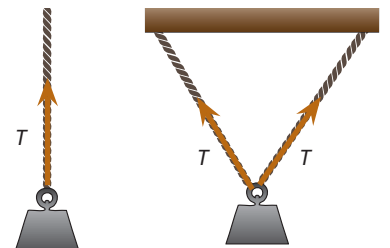
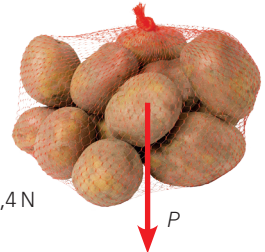
- Módulo: depende de las fuerzas que el cuerpo ejerce. Si las fuerzas superan un cierto valor, la superficie se rompe.
- Dirección: perpendicular a la superficie de apoyo.
- Sentido: hacia arriba (opuesto al de la fuerza que ejerce el cuerpo apoyado).

**Rozamiento (F<sub>roz.</sub>)** es la fuerza que se opone al movimiento. Aparece siempre que un cuerpo se mueve, ya sea sobre el suelo, en el aire, en el agua, etc.

- Módulo: depende de la masa del cuerpo que se mueve y de cómo son las superficies que están en contacto durante el movimiento.
- Dirección: la del movimiento.
- Sentido: opuesto al del movimiento.

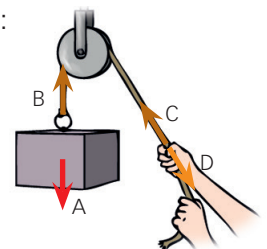
$$m = 3\text{kg}$$

$$P = 3\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 29,4\text{N}$$



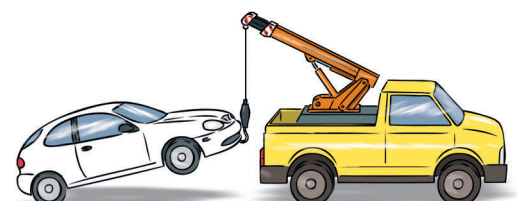
**1** Para subir un cuerpo utilizamos una cuerda y una polea como en el dibujo. Obsévalo y responde:

- Identifica de qué tipo es cada una de las fuerzas A, B, C y D.
- ¿Qué agente ejerce cada fuerza: A, B, C y D?
- Explica qué relación hay en módulo, dirección y sentido, entre las fuerzas A y B.
- Explica qué relación hay en módulo, dirección y sentido, entre las fuerzas C y D.
- Explica qué relación hay en módulo, dirección y sentido, entre las fuerzas B y C.
- ¿Sería posible que los módulos de las fuerzas B y C fuesen diferentes? ¿Qué le ocurriría a la cuerda?



**2** El coche grúa del dibujo lleva al coche averiado con velocidad constante. Por tanto, la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero:

- Dibuja las fuerzas que actúan sobre el coche averiado.
- Explica si es posible que el coche averiado pese 12 kN y la grúa lo arrastre tirando de él con una fuerza de 10 kN.
- En un momento dado, la grúa deja la carretera principal y se mueve por un camino secundario sin asfaltar. ¿Qué debe hacer si quiere seguir desplazando el coche con velocidad constante?



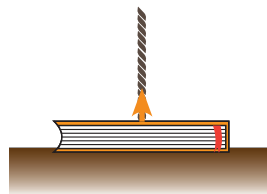
## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

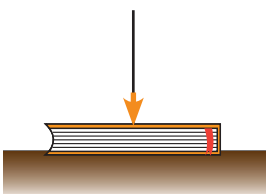
- 3 El libro pesa 4 N y está apoyado sobre una mesa. Dibuja la fuerza normal que actúa sobre el libro y calcula su valor en las siguientes situaciones:



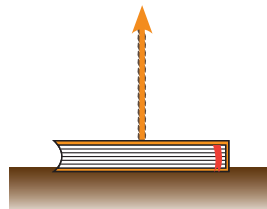
a) Libro apoyado.



c) Tiramos hacia arriba con una fuerza de 1 N



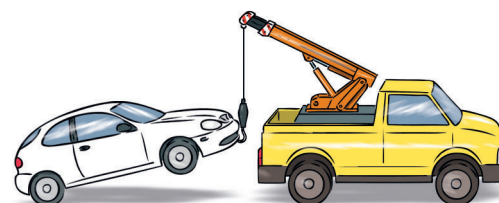
b) Empujamos hacia la mesa con una fuerza de 1 N.



d) Tiramos hacia arriba con una fuerza de 4 N.

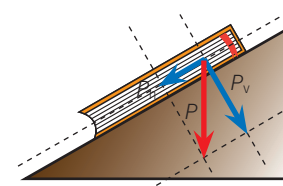
- 4 Retomamos el coche grúa que arrastra un coche averiado con velocidad constante. El coche averiado pesa 12 kN y la grúa ejerce una fuerza de 10 kN que, por su inclinación, representa una fuerza de 6 N que tira del coche hacia adelante

- a) Dibuja las fuerzas que actúan sobre el coche averiado: peso, tensión, fuerza de rozamiento y fuerza normal.  
b) Calcula el valor de la fuerza normal.



- 5 El dibujo muestra el libro apoyado sobre un plano inclinado. Su fuerza peso siempre va a tener dirección vertical y sentido hacia abajo (el centro de la Tierra).

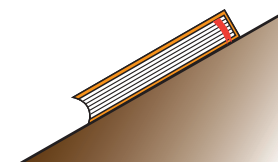
La fuerza peso se puede descomponer en dos componentes: una que tiene la dirección del plano de apoyo ( $P_h$ ) y otra que tiene la dirección perpendicular al plano ( $P_v$ ). Observa cómo se hace. Por el origen y el extremo de la flecha de la fuerza peso, traza paralelas a la dirección del plano y a la perpendicular al plano. Las componentes del peso son los lados del rectángulo que resulta.



- a) Dibuja dos planos con diferente inclinación. Por ejemplo, uno  $30^\circ$  y otro  $60^\circ$ . Dibuja un mismo vector  $P$  en ambos y descomponlo en su componente horizontal y vertical, según el plano.  
b) Mide las componentes y completa la frase: «Cuanto mayor es la inclinación del plano, (*mayor/menor*) es la componente  $P_h$  y (*mayor, menor*) es la componente  $P_v$ ».

- 6 Imagina que el libro está sobre un plano inclinado.

- a) Dibuja la fuerza peso y la fuerza normal.  
b) Si la fuerza peso es de 4 N, la fuerza normal ¿es igual, mayor o menor que 4 N? Justifícalo apoyándote en dibujos.  
c) Demuestra que si no hay rozamiento, el cuerpo desliza.  
d) Supón que el libro no desliza sobre el plano. ¿Cómo se llama la fuerza que lo impide? ¿Cuál es su dirección? ¿Y su sentido?  
e) Si queremos que el cuerpo suba, tendremos que ejercer una fuerza. Dibuja su dirección y sentido.  
f) Dibuja la dirección y sentido de la fuerza de rozamiento para el cuerpo que sube el plano inclinado.



## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: Curso: Fecha: 

## Obtención de una medida experimental

### Recuerda que...

- **Magnitud.** Es cualquier propiedad de un cuerpo que se puede medir (longitud, fuerza, etc.).
- **Medidas directas.** Son aquellas que se realizan aplicando un instrumento al fenómeno y leyendo el valor directamente. (Ejemplo, la longitud de un resorte se mide con una regla).
- **Medidas indirectas.** Son aquellas que se obtienen realizando un cálculo sobre otras medidas directas. (Ejemplo, la medida de la constante de elasticidad del resorte. Se puede obtener midiendo la fuerza que se le aplica, la longitud del resorte antes y después de aplicar la fuerza, y dividiendo una entre la otra).
- **Precisión de un instrumento.** Es la menor cantidad de variación de la magnitud que puede medir. Se lee en la división más pequeña.
- **Cifras significativas de una medida.** Son aquellas que se conocen con certeza. En una medida directa, dependen de la precisión del instrumento. En una medida indirecta, depende de la operación:
  - Suma o resta: expresadas todas las medidas en las mismas unidades, el resultado tiene tantos decimales como el número que menos tenga. Ejemplo:  $4,7 \text{ m} + 3,85 \text{ m} = 8,55 \text{ m} \rightarrow 8,6 \text{ m}$ .
  - Multiplicación o división: El resultado tiene el mismo número de cifras significativas que el número que tenga menos. Ejemplo:  $42,4 \text{ m} \cdot 1,3 \text{ m} = 55,12 \rightarrow 55 \text{ m}^2$ .
- **Medida como media aritmética.** Cuando se obtiene una medida de forma experimental, es frecuente realizar varias experiencias y obtener el valor de la medida como la media aritmética de lo obtenido en las diversas experiencias. En el cálculo se puede despreciar algún valor que se aleje mucho del resto. La media se redondea para que tenga el mismo número de cifras significativas que los datos individuales.
- **Redondeo de cifras.** Se utiliza cuando hay que reducir el número de cifras de un número:
  - Si el primer número que se desprecia es menor que 5, se prescinde de todas las demás cifras. Ejemplo, redondear el siguiente número para que tenga tres cifras significativas:

$$22,5235 \rightarrow 22,5$$

↑  
redondeo

- Si el primer número que se desprecia es 5 o superior, se aumenta en una unidad el último número de la cantidad. Ejemplo, redondear el siguiente número para que tenga tres cifras significativas:

$$10,78 \rightarrow 10,8$$

↑  
redondeo

- **Error absoluto ( $E_a$ )** de una medida es el mayor de estos valores:
  - La precisión del instrumento.
  - El valor absoluto de la diferencia entre la media y el valor verdadero (o el valor medio).

La medida se expresa como:  $V_{\text{verdadero}} \pm E_a$ .

- **Error relativo ( $E_r$ )** es el cociente entre el error absoluto y el valor de una medida. Multiplicado por 100 indica el %  $E_r$ .

$$E_r = \frac{E_a}{V_{\text{medido}}}; \quad \%E_r = \frac{E_a}{V_{\text{medido}}} \cdot 100$$

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Para calibrar un resorte se cuelgan de él distintos pesos y se mide la longitud del resorte en cada caso. Con un dinamómetro se mide la fuerza que corresponde a cada peso. Los datos se recogen en la tabla:

$F$ (N)	0	0,10	0,20	0,30	0,39	0,49	0,59	0,69	0,79	0,88
$L$ muelle (cm)	9,0	12,2	15,2	18,2	20,2	23,0	27,2	30,2	33,2	36,4

Precisión de la regla: 0,2 cm.

Precisión del dinamómetro: 0,01 N.

Ley de Hooke:  $F = k \cdot \Delta L$ ;  $k$ : constante de elasticidad.

- 1** Determina lo que se ha estirado el muelle en cada experiencia. Expresa cada cantidad con el número adecuado de cifras decimales. Completa las celdas de la última fila de la tabla.

$F$ (N)	0	0,10	0,20	0,30	0,39	0,49	0,59	0,69	0,79	0,88
$L$ muelle (cm)	9,0	12,2	15,2	18,2	20,2	23,0	27,2	30,2	33,2	36,4
$\Delta L = L - L_0$ (cm)	0,0	3,2								

- 2** Determina la constante de elasticidad del muelle para cada experiencia. Expresa la fuerza en N y el estiramiento en m. Expresa cada valor con el número adecuado de cifras significativas. Haz el redondeo que necesites.

$F$ (N)	0	0,10	0,20	0,30	0,39	0,49	0,59	0,69	0,79	0,88
$L$ muelle (cm)	9	12,2	15,2	18,2	20,2	23,0	27,2	30,2	33,2	36,4
$\Delta L = L - L_0$ (cm)	0,0	3,2								
$k = \frac{F}{\Delta L} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$		3,125 3,13								

•  $F$ : con tres cifras significativas.•  $\Delta L$ : con tres cifras significativas.•  $k$ : con tres cifras significativas.

- 3** Calcula la constante de elasticidad como la media aritmética de los valores obtenidos. Analiza previamente si debes despreciar alguno de los valores porque se alejan del conjunto. Expresa el resultado con el número adecuado de cifras significativas. Haz el redondeo que necesites.

$k = \frac{F}{\Delta L} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$		3,13								
---	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--

$$\bar{k} = \frac{3,13 + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots}{9} = \dots \approx 3,33 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

- 4** Calcula el error absoluto, el error relativo y el porcentaje de error relativo de la cuarta medida. Presta atención a las unidades en cada caso.

Observa cómo se hace el cálculo para la primera medida:

$$E_a = \left| 3,13 \frac{\text{N}}{\text{m}} - 3,33 \frac{\text{N}}{\text{m}} \right| = 0,20 \frac{\text{N}}{\text{m}} ; E_r = \frac{0,20 \text{ N/m}}{3,13 \text{ N/m}} = 0,0639 ; \%E_r = E_r \cdot 100 = 6,39$$

- 5** Expresa de forma adecuada la cuarta medida. Toma como ejemplo la expresión de la primera:

$$k_1 = (3,13 \pm 0,20) \text{ N/m}; 6,39\% \text{ de error}$$

- 6** Al colgar unas llaves del resorte, vemos que se estira hasta medir 26,8 cm. ¿Cuánto pesan las llaves?
- 7** Cuando se cuelga del resorte un peso de 2 N, su longitud llega a ser de 78 cm. ¿Qué se puede concluir de este hecho?

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## PROBLEMA RESUELTO 1

Cuando aplicamos una fuerza de 20 N a un muelle de 30 cm, su longitud llega a 38 cm. Calcula:

- Cuánto medirá si se le aplica una fuerza de 50 N.
- Qué fuerza le hará medir 35 cm.

## Planteamiento y resolución

La ley de Hooke relaciona la fuerza que se aplica a un muelle con el estiramiento que experimenta:

$$F = k \cdot \Delta x$$

Calculamos el estiramiento producido por la fuerza :

$$\Delta x = 38 \text{ cm} - 30 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

Ahora podemos calcular la constante de elasticidad del muelle. Despejamos, sustituimos valores en las unidades adecuadas y calculamos:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{20 \text{ N}}{0,08 \text{ m}} = 250 \text{ N/m}$$

- Calculamos lo que se estira el resorte con la fuerza de 50 N. Utilizando la ley de Hooke, despejamos, sustituimos valores y calculamos:

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{50 \text{ N}}{250 \text{ N/m}} = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

El muelle mide entonces:

$$L = 30 \text{ cm} + 20 \text{ cm} = \mathbf{50 \text{ cm}}$$

- Cuando mida 35 cm, se habrá estirado 5 cm.

Calculamos la fuerza necesaria para ello:

$$F = k \cdot \Delta x = 250 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,05 \text{ m} = \mathbf{12,5 \text{ N}}$$

## ACTIVIDADES

- Disponemos de dos muelles. Cuando se cuelga del primero un peso de 20 N, se produce una deformación de 5 cm. Cuando se cuelga el mismo peso del segundo, la deformación es de 3 cm. ¿Cuál de los dos tiene mayor constante de elasticidad?

- Para calibrar un dinamómetro se han colgado pesos conocidos, anotando lo que se alarga el muelle en cada caso. En la tabla se recogen los resultados obtenidos:

<b>x (cm)</b>	1	2	3	4	5
<b>Peso (N)</b>	20	40	60	80	100

- Elabora la gráfica del calibrado.
- Lee en la gráfica lo que marcaría el dinamómetro si colgamos un cuerpo de 55 N de peso.
- Al colgar un peso, el muelle se estira 7 cm. ¿Cuál es su peso?

Sol.: b) 2,75 cm; c) 140 N

- Un muelle mide 8 cm cuando se cuelga de él un cuerpo de 5 N. Si se le añaden 6 N, el muelle pasa a medir 11 cm.

- ¿Cuál es la constante de elasticidad del muelle?
- ¿Cuánto mide el muelle cuando no tiene carga?

Sol.: a) 2 N/cm; b) 5,5 cm

- Teniendo en cuenta la ley de Hooke, razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Las deformaciones son iguales a las fuerzas deformadoras.
- Las deformaciones son proporcionales a la constante de elasticidad.
- La fuerza deformadora es proporcional a la deformación que produce.
- La fuerza deformadora es inversamente proporcional a la deformación que produce.

- La constante de elasticidad de un muelle es 15 N/cm. Cuando se tira de él con una fuerza de 30 N, el muelle tiene una longitud de 20 cm.

- ¿Cuál es la longitud del muelle cuando no está estirado?
- ¿Cuánto valdría la constante  $k$  de ese muelle si se tirase de él con una fuerza de 15 N?

Sol.: a) 18 cm b) 15 N/cm

- Un tensor de gimnasia es un aparato para aumentar la fuerza muscular. Está formado por varias gomas entre dos asas que se estiran al hacer fuerza sobre él. Con dos gomas, se estira 20 cm al aplicar una fuerza de 400 N. ¿Cuánto se estiraría si tuviese 4 gomas y realizásemos la misma fuerza?

Sol.: 10 cm

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## La fuerza de empuje

## OBJETIVO

Comprobar la existencia de la fuerza de empuje.

Ver la influencia del volumen del objeto en la fuerza de empuje.

## Material

- Dinamómetro.
- Balanza.
- Probeta o vaso con agua.
- 2 cilindros de igual masa y distinto volumen.
- Cápsula donde se pueda encerrar cada cilindro.

## PROCEDIMIENTO



1. Cuelga un cilindro del dinamómetro y anota su peso.



2. Repite la pesada con el cilindro completamente sumergido en agua. Anótalo.



3. Haz ahora las pesadas en el aire y en el agua del segundo cilindro. Anota los resultados.



4. Introduce un cilindro en la cápsula y cuelga el conjunto del dinamómetro. Anota su peso.



5. Repite la pesada con la cápsula completamente sumergida en agua. Anótalo.



6. Haz ahora los pasos 4 y 5 introduciendo en la cápsula el segundo cilindro. Anota el peso.

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cápsula + cilindro 1	Cápsula + cilindro 2
Peso en el aire (N)				
Peso en el agua (N)				

## CUESTIONES

- 1 Para un mismo objeto, ¿es mayor su peso en el aire o en el agua? ¿A qué se debe la diferencia?
- 2 En el aire, los dos cilindros pesan casi lo mismo. ¿Qué significa respecto a su masa?
- 3 En el agua, los dos cilindros pesan diferente. ¿Tiene alguna relación con su volumen?
- 4 Cuando los dos cilindros están dentro de la cápsula, pesan casi igual cuando están en el aire. Aunque pesan menos, también pesan casi igual cuando están en el agua. Compara este hecho con lo que ocurre cuando los cilindros no están en la cápsula y explica a qué se debe.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

## La fuerza de rozamiento

## OBJETIVO

**Comprobar la existencia de la fuerza de rozamiento. Analizar la influencia en la misma del peso del cuerpo y de la superficie de contacto.**

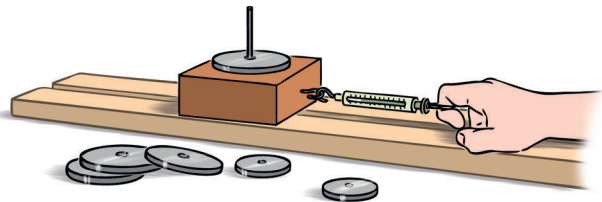
## Material

- Taco de madera con gancho.
- Dinamómetros de 1 N, 2 N y 5 N.
- Portapesas y pesas.
- Juego de superficies: plástico especlar, fieltro y madera.

## PROCEDIMIENTO

## Influencia de la masa del cuerpo

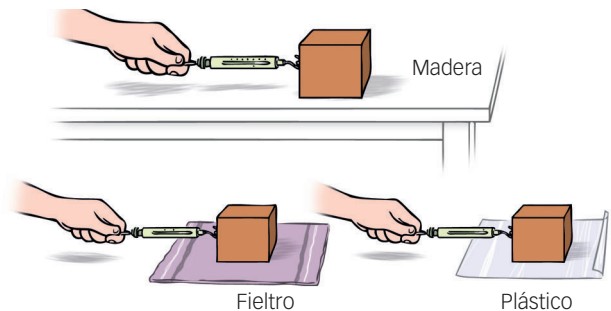
1. Coloca el taco de madera sobre un raíl. Coloca el dinamómetro en el gancho. Tira de él y mide la fuerza mínima que necesitas para conseguir que el taco comience a moverse. Anótalo.
2. Coloca el portapesas sobre el taco y pon algunas pesas (por ejemplo, 40 g). Mide ahora la fuerza que debes hacer para que comience a moverse.
3. Haz cuatro o cinco mediciones variando las pesas que colocas sobre el taco de madera. Anota los resultados en la tabla.



	Taco	Taco + pesa 1	Taco + pesa 2	Taco + pesa 3	Taco + pesa 4
Fuerza (N)					

## Influencia de la superficie de contacto

1. Coloca el taco de madera sobre una superficie de madera. Coloca el dinamómetro en el gancho. Tira de él y mide la fuerza mínima que necesitas para conseguir que el taco comience a moverse. Anótalo.
2. Repite el paso anterior, pero haciendo que el taco de madera se mueva sobre una plancha de fieltro.
3. Repite el paso anterior, pero haciendo que el taco de madera se mueva sobre una lámina de plástico especlar.



Superficie de...	Madera	Fieltro	Plástico especlar
Fuerza (N)			

## CUESTIONES

- 1 Explica por qué sabemos que el dinamómetro mide la fuerza de rozamiento en cada caso.
- 2 Analiza los datos de la primera tabla y completa la frase:  
La fuerza de rozamiento (*aumenta/disminuye*) al (*aumentar/disminuir*) la masa del cuerpo que se mueve.
- 3 Analiza los datos de la segunda tabla y completa la frase:  
La fuerza de rozamiento es (*mayor/menor*) cuanto (*mayor/menor*) es la rugosidad de las superficies en contacto.

Nombre: Curso: Fecha: 

## AUTOEVALUACIÓN

- 1** Razona cuál de las siguientes afirmaciones, referidas a las fuerzas, es falsa:
- a) Hace falta una fuerza para que un cuerpo parado se ponga en movimiento.
- b) Hace falta una fuerza para que un cuerpo que se mueve se siga moviendo de la misma manera.
- c) Hace falta una fuerza para parar un cuerpo que se mueve.
- d) Hace falta una fuerza para que un cuerpo cambie de forma.
- 2** Al sostener un libro en la mano:
- a) No se ejerce ninguna fuerza, ya que no se mueve.
- b) Las fuerzas que se ejercen tienen como único efecto deformarlo.
- c) Las fuerzas que se ejercen tienen resultante nula, por eso no se mueve.
- d) Ninguna de las respuestas es correcta.
- 3** Imagina que tienes un libro sobre la mesa y que ejerces una fuerza hacia abajo sobre él. ¿Qué frase es verdadera?
- a) Existe una fuerza neta sobre el libro.
- b) Si el libro no se mueve, no hay fuerzas ejercidas sobre él.
- c) El libro sigue sin moverse porque la fuerza neta es cero.
- d) El valor de la normal no varía.
- 4** Razona cuál de las frases siguientes representa una definición correcta de la ley de Hooke.
- a) La ley de Hooke relaciona la longitud de un resorte con la fuerza que se le aplica.
- b) La constante de elasticidad de un resorte es su estiramiento entre la fuerza que se le aplica.
- c) El estiramiento de un resorte se obtiene dividiendo la fuerza aplicada entre la constante de elasticidad.
- 5** Un resorte mide 15 cm y tiene una constante de elasticidad de 20 N/m. Cuando se le aplica una fuerza de 4 N, el resorte mide:
- a) 20 cm                       c) 30 cm
- b) 25 cm                       d) 35 cm
- 6** Un resorte que mide 20 cm pasa a medir 30 cm cuando se le aplica una fuerza de 15 N. Su constante de elasticidad es:
- a) 1,5 N/m                       c) 75 N/m
- b) 150 N/m                       d) 50 N/m
- 7** Indica cuál de las siguientes afirmaciones referidas a un dinamómetro es falsa:
- a) Es un resorte calibrado.
- b) Se utiliza para medir fuerzas.
- c) Se utiliza para medir la longitud de un resorte.
- d) Se puede utilizar para pesar objetos.
- 8** Si dos personas tiran de un fardo con una fuerza de 200 N y en direcciones perpendiculares, ¿cuál es la fuerza resultante que ejercen?
- a) 400 N.
- b) 200 N.
- c) 283 N.
- d) 483 N.
- 9** Si para un muelle la constante vale  $k = 2 \text{ N/m}$ , significa que:
- a) La deformación que se produce en el muelle es de 2 N.
- b) Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 2 m.
- c) Cada 2 N de fuerza que se ejercen, se deforma el muelle 1 m.
- d) Cada 1 N de fuerza que se ejerce, se deforma el muelle 2 m.
- 10** Explica cuál de las siguientes expresiones no se refiere a la fuerza de rozamiento:
- a) Es una fuerza de contacto.
- b) Es mayor cuanto mayor sea el peso del cuerpo.
- c) Su sentido es opuesto al de la fuerza peso.
- d) Gracias a ella podemos caminar.

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

Nombre:  Curso:  Fecha:

### CONTROL B

**1** Las siguientes imágenes representan situaciones en las que actúan fuerzas. En cada caso indica:

- a) La fuerza responsable del efecto.
- b) Si el efecto es estático o dinámico.
- c) Si es una fuerza de contacto o actúa a distancia.



Fuerza: .....  
 Efecto: .....  
 Es una fuerza de .....



Fuerza: .....  
 Efecto: .....  
 Es una fuerza de .....



Fuerza: .....  
 Efecto: .....  
 Es una fuerza de .....



Fuerza: .....  
 Efecto: .....  
 Es una fuerza de .....

**2** Un muelle de 15 cm se estira hasta 18 cm cuando se tira de él con una fuerza de 0,6 N:

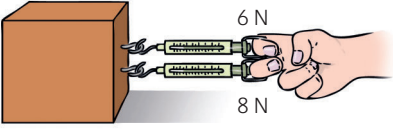
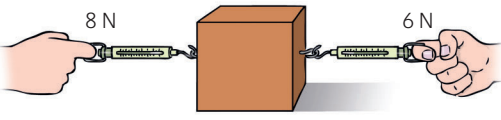
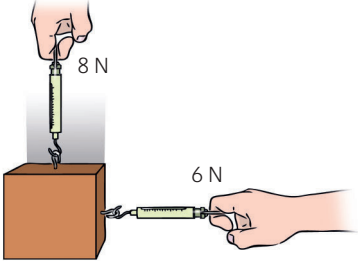
a) ¿Cuál es el valor de su constante de elasticidad?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

b) ¿Con qué fuerza habrá que estirar para que el muelle duplique su longitud?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

- 3** Con dos dinamómetros se tira de una caja con las fuerzas que se indican en los dibujos:
- a) Representa las fuerzas con flechas y determina la fuerza resultante ¿Qué efecto tiene sobre el cuerpo en cada caso?
  - b) Deduce cómo debe ser la fuerza que se aplique sobre la caja para que permanezca en equilibrio.

	Dibuja las fuerzas y calcula la resultante	Fuerza que hay que aplicar para que esté en equilibrio
	Efecto: .....	
	Efecto: .....	
	Efecto: .....	

- 4** Indica en qué consiste la fuerza de rozamiento.

.....  
 .....

Teniendo en cuenta esa fuerza, explica por qué:

- a) Las ruedas de los coches tienen dibujos. ....
- b) Los patines tienen ruedas. ....
- c) Se coloca un protector de goma debajo de las alfombras. ....
- d) Se utiliza velcro para que los objetos no se muevan. ....
- e) Se pone lubricante en los engranajes. ....

- 5** a) Determina la intensidad, la dirección y el sentido de una fuerza cuyas componentes rectangulares son:  
 $F_x = 3 \text{ N}$  y  $F_y = 4 \text{ N}$ .
- b) Dos niñas intentan mover una piedra tirando de dos cuerdas. Una tira hacia el norte con una fuerza de 3 N, y la otra hacia el este con una fuerza de 4 N. ¿Con qué fuerza debería tirar una única niña para conseguir el mismo efecto?

## FUERZAS Y MOVIMIENTO

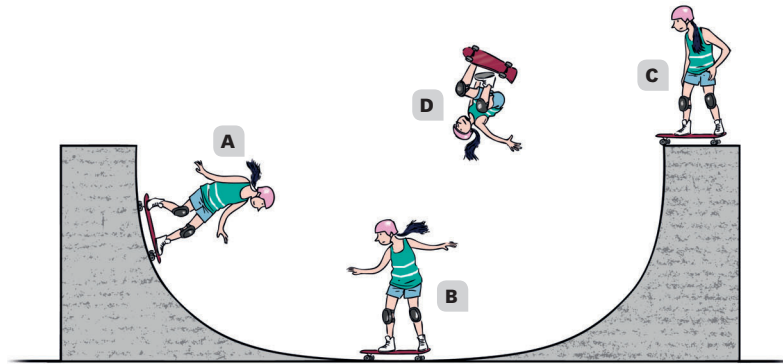
Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## CONTROL A

- 1 Imagina que estás haciendo *skate* sobre una pista como la del dibujo. Representa la fuerza peso, la fuerza normal y la fuerza de rozamiento en los casos A, B, C y D.



- a) ¿En qué caso coinciden la fuerza peso y la fuerza normal?

.....

- b) Razona si hay algún caso en que sea cero:

- I. La fuerza de rozamiento:

.....

- II. La fuerza normal:

.....

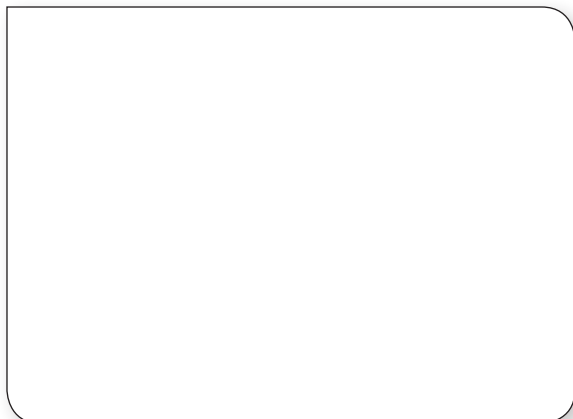
- III. La fuerza peso:

.....

- 2 Para calibrar un resorte se cuelgan de él varios pesos y se mide su longitud, obteniéndose los valores que se muestran en la tabla.

$F$ (N)	0	1	1,5	2	3,5
$L$ (cm)	12	14	15	16	19

- a) Representa los valores en una gráfica.



- b) Interpreta el significado del punto que resulta para  $F = 0$ .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

Nombre:

Curso:

Fecha:

c) A partir de la gráfica, calcula la constante de elasticidad del resorte.

.....  
.....

**3** El resorte de una balanza mide 20 cm cuando se coloca encima un cuerpo de 200 N y mide 15 cm cuando el cuerpo que está encima es de 300 N. Calcula:

a) La constante de elasticidad del resorte.

.....

b) La longitud del resorte cuando no está sometido a ninguna fuerza.

.....

c) Si el resorte mide 22 cm cuando se coloca un objeto sobre él, ¿cuál es la masa del objeto?

.....

**4** Sobre un muelle se aplican diferentes fuerzas produciendo las deformaciones que se indican en la tabla:

Fuerza (N)	0	10	20	30	40
Alargamiento (m)	0	0,25	0,50	0,75	1,00

a) Elabora la gráfica fuerza—alargamiento.

b) Calcula la constante elástica del muelle.

c) Escribe la ecuación que describe el fenómeno.

**5** El rozamiento frena los cuerpos. Imagina que actúa el rozamiento sobre un cuerpo en movimiento. Razona en tu cuaderno qué afirmación es cierta.



a) El cuerpo no se mueve, sino que se para.

b) El cuerpo se mueve con aceleración negativa.

c) El cuerpo se mueve con MRU.

d) El cuerpo se mueve con MCU.

## ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE Y SOLUCIONES

Criterio	Estándares de aprendizaje	Actividades	
		Control B	Control A
B4-1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en el estado de movimiento y de las deformaciones.	B4-1.1. En situaciones de la vida cotidiana, identifica las fuerzas que intervienen y las relaciona con sus correspondientes efectos en la deformación o en la alteración del estado de movimiento de un cuerpo.	1, 3, 5	1
	B4-1.2. Establece la relación entre el alargamiento producido en un muelle y las fuerzas que han producido esos alargamientos, describiendo el material a utilizar y el procedimiento a seguir para ello y poder comprobarlo experimentalmente.	2	3, 4
	B4-1.3. Establece la relación entre una fuerza y su correspondiente efecto en la deformación de un cuerpo.	2	3
	B4-1.4. Describe la utilidad del dinamómetro para medir la fuerza elástica y registra los resultados en tablas y representaciones gráficas expresando el resultado experimental en unidades en el Sistema Internacional.	2, 3	2
B4-5. Comprender el papel que juega el rozamiento en la vida cotidiana.	B4-5.1. Analiza los efectos de las fuerzas de rozamiento y su influencia en el movimiento de los seres vivos y los vehículos.	4	1, 5

## CONTROL B: SOLUCIONES

1



Fuerza: fuerza del motor del otro coche.  
Efecto: deformar la carrocería del coche.  
Es una fuerza de contacto.



Fuerza: de rozamiento.  
Efecto: reducir la velocidad del coche.  
Es una fuerza de contacto.



Fuerza: atracción eléctrica.  
Efecto: hacer que se desvíe el chorro de agua.  
Es una fuerza de acción a distancia.



Fuerza: empuje que realiza la flecha.  
Efecto: deformar la cuerda del arco.  
Es una fuerza de contacto.

- 2 a) El muelle se estira 3 cm con una fuerza de 0,6 N.  
Calculamos la constante con la ley de Hooke:

$$F = k \cdot \Delta x$$

Despejamos, sustituimos valores y calculamos:

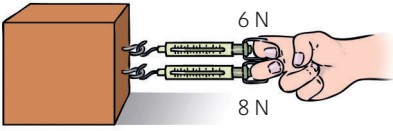


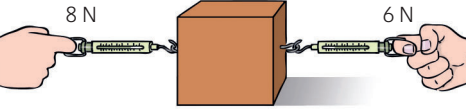
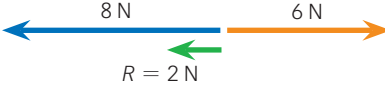

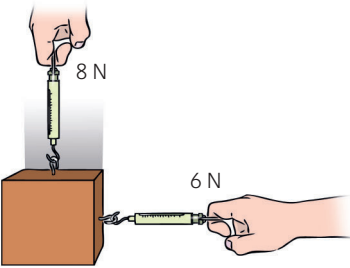
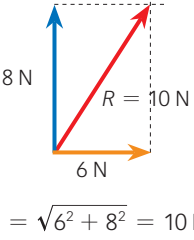
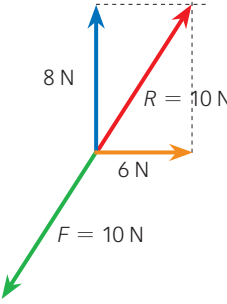
$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{0,6 \text{ N}}{0,03 \text{ m}} = 20 \text{ N/m}$$

- b) El muelle duplicará su longitud cuando se estire 15 cm. Calculamos la fuerza necesaria:  
Sustituimos valores y calculamos:

$$F = k \cdot \Delta x = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,15 \text{ m} = 3 \text{ N}$$

## ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE Y SOLUCIONES

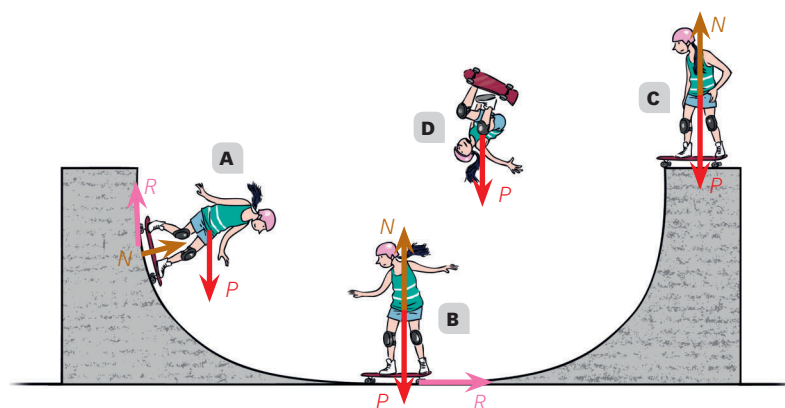
3

	Dibuja las fuerzas y calcula la resultante	Fuerza que hay que aplicar para que esté en equilibrio
	 <p>Efecto: desplazamiento horizontal hacia la derecha.</p>	 <p>Para que esté en equilibrio hay que aplicar una fuerza igual y de sentido contrario a la resultante.</p>
	 <p>Efecto: desplazamiento horizontal hacia la izquierda.</p>	 <p>Para que esté en equilibrio hay que aplicar una fuerza igual y de sentido contrario a la resultante.</p>
	 <p>Efecto: desplazamiento en diagonal.</p>	 <p>Para que esté en equilibrio hay que aplicar una fuerza igual y de sentido contrario a la resultante.</p>

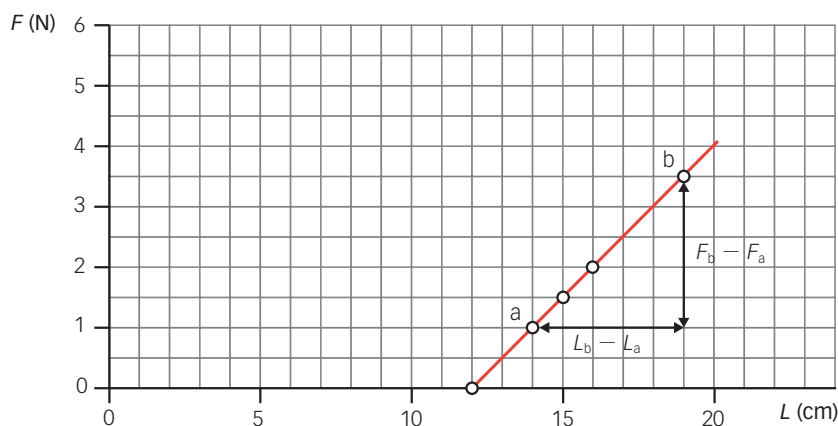
- 4 La fuerza de rozamiento aparece cuando un cuerpo se mueve apoyado sobre otro. Es una fuerza que se opone al movimiento.
- Las ruedas de los coches tienen dibujos para que exista un cierto rozamiento con la carretera y el coche no resbale.
  - Los patines tienen ruedas para que exista menor rozamiento que con los zapatos y nos deslicemos más fácilmente.
  - Se coloca un protector de goma debajo de las alfombras para que exista cierto rozamiento con el suelo y no se resbale al caminar sobre ellas.
  - El velcro provoca un gran rozamiento que no deja que se muevan los objetos.
  - Se pone lubricante en los engranajes para que no exista rozamiento y se muevan más fácilmente.
- 5
- $F = 5 \text{ N}$  y en un ángulo de valor  $\alpha = 53^\circ$  con respecto al eje X.
  - Con  $5 \text{ N}$  en dirección noreste.

## CONTROL A: SOLUCIONES

- 1 a) La fuerza normal ( $N$ ) coincide con la fuerza peso ( $P$ ) en C y B, donde el cuerpo está apoyado en una superficie horizontal.
- b) I. La fuerza de rozamiento es cero en D porque no está apoyado, y en C, porque no hay movimiento.
- II. La fuerza normal es cero en D porque no está apoyado.
- III. La fuerza peso no es cero nunca.



- 2 a) Representación gráfica. Podemos representar directamente los valores de  $F$  y  $L$  que da la tabla, o bien calcular  $\Delta L$  y representar estos valores frente a  $F$ . En este segundo caso, la gráfica pasará por el punto (0,0).



- b) El valor de  $L$  en  $F = 0$  indica la longitud del resorte cuando no está estirado.
- c) Para calcular la constante de elasticidad del resorte se buscan dos puntos de la gráfica (a y b) y se determina el valor de  $F$  y  $L$  en cada uno:

$$k = \frac{F_b - F_a}{L_b - L_a} = \frac{3,5 \text{ N} - 1 \text{ N}}{19 \text{ cm} - 14 \text{ cm}} = \frac{2,5 \text{ N}}{5 \text{ cm}} = 0,5 \text{ N/cm}$$

## ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE Y SOLUCIONES

- 3 a)** Calculamos la constante de elasticidad del resorte con la ley de Hooke:  $F = k \cdot \Delta x$ .

Cuando el peso que se coloca sobre el resorte aumenta 100 N (pasa de 200 N a 300 N), la longitud del resorte disminuye 5 cm (pasa de 20 cm a 15 cm).

Despejamos, sustituimos valores y calculamos:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{100 \text{ N}}{0,05 \text{ m}} = 2000 \text{ N/m}$$

- b)** Calculamos lo que se comprime el resorte cuando está sometido a una fuerza de 200 N:

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{200 \text{ N}}{2000 \text{ N/m}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Cuando no está sometido a ninguna fuerza, el resorte mide 10 cm más que cuando tiene encima un cuerpo de 200 N.

La longitud del resorte cuando no está sometido a ninguna fuerza es  $20 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$ .

- c)** Cuando el resorte mide 22 cm, su longitud se ha reducido en 8 cm ( $30 - 22 = 8$ ).

Con la ley de Hooke, calculamos el peso del objeto que se ha colocado sobre él:

$$F = k \cdot \Delta x = 2000 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,08 \text{ m} = 160 \text{ N}$$

Para calcular la masa del cuerpo tenemos en cuenta que:

$$P = m \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

Despejamos la masa, sustituimos y calculamos:

$$m = \frac{P}{9,8 \text{ N/kg}} = \frac{160 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = 16,33 \text{ kg}$$

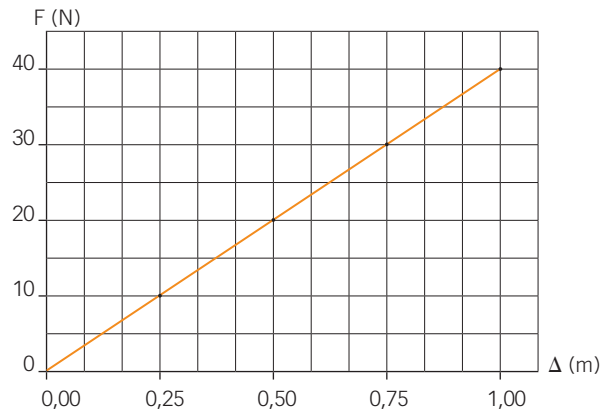
- 4 a)** Gráfica fuerza (N)—alargamiento (m) a la derecha.

- b)** La constante elástica del muelle se obtiene de la pendiente de la recta:

$$K = \frac{10 \text{ N}}{0,25 \text{ m}} = \frac{20 \text{ N}}{0,5 \text{ m}} = \frac{30 \text{ N}}{0,75 \text{ m}} = \frac{40 \text{ N}}{1 \text{ m}} = 40 \text{ N/m}$$

- c)** La ley que describe el fenómeno se denomina «ley de Hooke», que se representa mediante la ecuación:

$$\Delta F = K \cdot \Delta L = 40 \text{ N/m} \cdot \Delta L$$



- 5 a)** Falso. El rozamiento actúa sobre los cuerpos en movimiento hasta que se paran. Por tanto, el cuerpo estará en movimiento y la fuerza de rozamiento hará que disminuya su velocidad hasta pararse.
- b)** Cierto. La fuerza de rozamiento hace que disminuya la velocidad, por tanto, el cuerpo tendrá aceleración negativa.
- c)** Falso, es un MRUA, dado que hay una aceleración negativa.
- d)** Falso. El rozamiento no provoca que el cuerpo describa una circunferencia.