2 Las fuerzas

1. ●

Clasifica los siguientes cuerpos como elásticos, rígidos o plásticos para una fuerza que puedas hacer con tus manos:

a) Muelle.
b) Bloque de parafina.
c) Llave.
d) Jersey de lana.
e) Taco de madera.
f) Trozo de corcho.
g) Azulejo.
h) Trozo de arcilla.

a) Elástico
b) Plástico
c) Rígido
d) Elástico
e) Rígido
f) Elástico
g) Rígido
h) Plástico

2. ●

Colgamos unas llaves de un muelle con $k = 25$ N/m y comprobamos que la longitud del muelle es de 53 cm ($l_0 = 0{,}40$ m). ¿Qué fuerza (peso) ejercen las llaves?

$$\Delta L = l - l_0 = 53 \text{ cm} - 40 \text{ cm} = 13 \text{ cm} = 0{,}13 \text{ m}$$

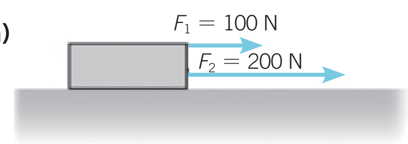
Con la ley de Hooke se obtiene el peso que ejercen las llaves:

$$F = k \cdot \Delta L = 25 \text{ N/m} \cdot 0{,}13 \text{ m} = 3{,}25 \text{ N}$$

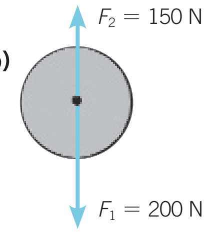
3. ●

Calcula la suma correspondiente en cada caso.

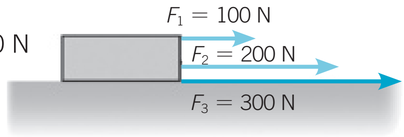
a)



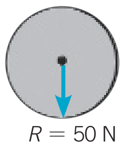
b)



a) $F_{Total} = 100 \text{ N} + 200 \text{ N} = 300 \text{ N}$ en la misma dirección y sentido que cada una de las fuerzas.

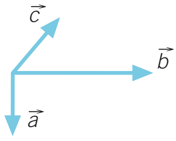


b) $F_{Total} = 200 \text{ N} - 150 \text{ N} = 50 \text{ N}$ en la dirección y sentido de la fuerza mayor, dirigida verticalmente hacia abajo.



4. ●

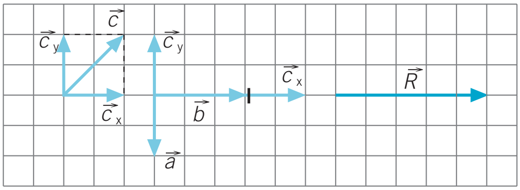
Dados los vectores: $\vec{a}$, $\vec{b}$ y $\vec{c}$.



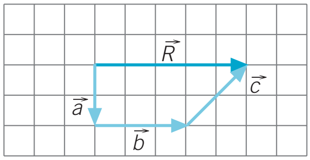
a) Calcula su suma utilizando la regla del paralelogramo.
b) Calcula ahora su suma utilizando la regla del polígono.
c) Compara la resultante que has obtenido con ambos métodos.

a) La regla del paralelogramo se aplica a dos fuerzas concurrentes de distinta dirección. En este caso hay tres fuerzas, por lo que previamente la fuerza $\vec{c}$ debe descomponerse en los ejes X e Y. A continuación se suman a las fuerzas $\vec{a}$ y $\vec{b}$.

La fuerza $\vec{a}$ se anula con la componente $\vec{c}_y$ por tener la misma dirección y sentido opuesto. Para obtener la fuerza resultante la fuerza $\vec{b}$ se suma a la componente $\vec{c}_x$, ambas de la misma dirección.



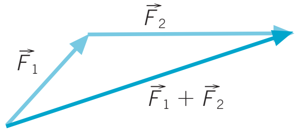
b) Regla del polígono.



c) Por ambos métodos se obtiene el mismo vector resultante.

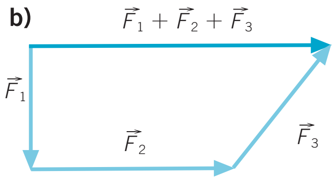
5. ● **Dibuja la fuerza que falta.**

a)



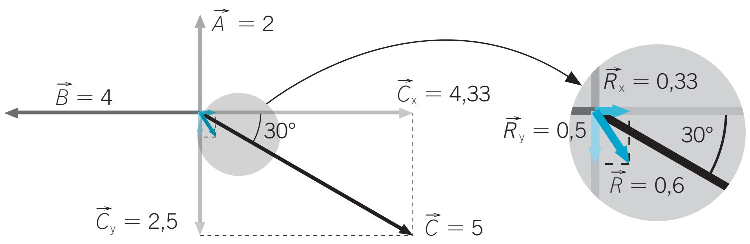
Respuesta gráfica.

b)



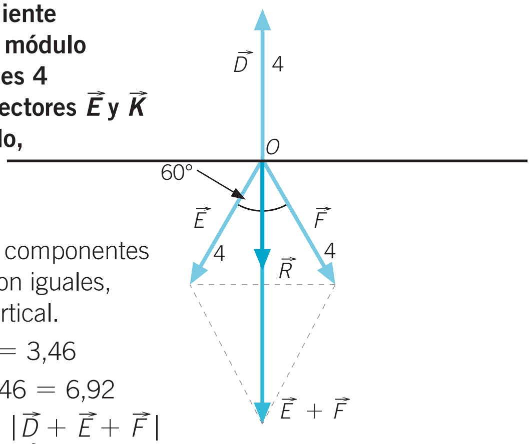
6. ● **Suma los tres vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$ y $\vec{C}$ suponiendo que sus módulos son 2, 4 y 5. Para ello descompón el vector $\vec{C}$ en sus componentes horizontal y vertical. ¿Por qué no tienes que descomponer en sus componentes los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$?**

El vector $\vec{A}$ está situado sobre el eje Y, y el vector $\vec{B}$ está situado sobre el eje X, por lo que no es necesario descomponerlos. Sin embargo, hay que descomponer el vector $\vec{C}$ en sus dos componentes perpendiculares $\vec{C}_x$ y $\vec{C}_y$ para poder sumarlas a los otros dos vectores.



7. ●●

Suma los vectores de la siguiente representación gráfica. Si el módulo de cada uno de los vectores es 4 y el ángulo que forman los vectores $\vec{E}$ y $\vec{K}$ es de 60°, ¿cuál es el módulo, dirección y sentido del vector resultante?



Respuesta gráfica. Los componentes horizontales de $\vec{E}$ y $\vec{F}$ son iguales, por lo que $\vec{E} + \vec{F}$ es vertical.

$E_y = F_y = 4 \cdot \cos 30° = 3{,}46$

Así: $|\vec{E} + \vec{F}| = 2 \cdot 3{,}46 = 6{,}92$

Entonces el módulo de $|\vec{D} + \vec{E} + \vec{F}|$ será el módulo de $|\vec{E} + \vec{F}|$ menos el de $\vec{D}$:

$$|\vec{R}| = |\vec{D} + \vec{E} + \vec{F}| = |\vec{E} + \vec{F}| - |\vec{D}| = 6{,}92 - 4 = 2{,}92$$

8. ●●

En los extremos de una barra de 60 cm de largo se ejercen dos fuerzas verticales hacia abajo; una de 10 N y la otra de 30 N. Calcula cuánto vale su resultante y dónde se aplica.

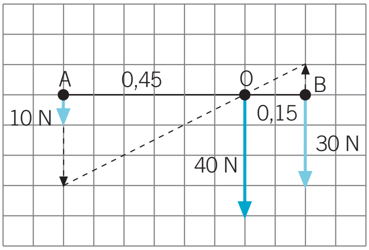
La fuerza resultante es una fuerza vertical, hacia abajo, con un módulo igual a la suma de los módulos de las dos fuerzas:

$$F_{\text{Total}} = 10\text{ N} + 30\text{ N} = 40\text{ N}$$

Se cumple que:

$$F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO} \rightarrow 10\text{ N} \cdot \text{AO} = 30\text{ N} \cdot \text{BO} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\text{AO}}{\text{BO}} = 3$$



Por otro lado: AO + BO = 0,6 m.

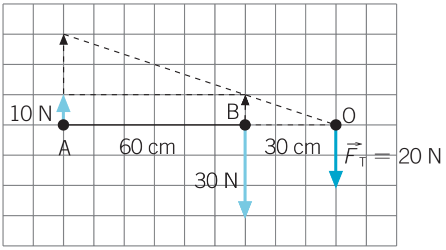
Sustituyendo en esta ecuación la relación anterior se obtiene el punto donde se aplica la resultante:

$$\text{BO} = 0{,}15\text{ m; AO} = 0{,}45\text{ m}$$

9. ●●

En dos puntos de una barra separados 60 cm se ejercen dos fuerzas verticales, pero de sentido contrario; una es de 10 N y la otra, de 30 N. Calcula cuánto vale su resultante y dónde se aplica.

La fuerza resultante es una fuerza con el sentido de la fuerza mayor. En este caso suponemos que la fuerza $\vec{A}$ de 10 N está dirigida hacia arriba (sentido negativo) y la fuerza $\vec{B}$, de 30 N, hacia abajo (sentido positivo), por lo que la resultante estará dirigida hacia abajo.



El módulo es la diferencia entre los módulos:

$$F_{\text{Total}} = 30\text{ N} - 10\text{ N} = 20\text{ N}$$

Se cumple que:

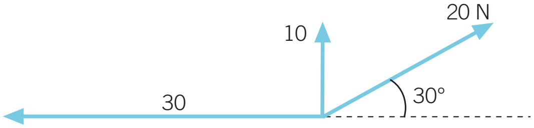
$$F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO} \rightarrow F_1 \cdot (\text{AB} + \text{BO}) = F_2 \cdot \text{BO}$$

$$10\text{ N} \cdot (0{,}6 + \text{BO}) = 30\text{ N} \cdot \text{BO} \rightarrow \text{BO} = 0{,}3\text{ m} = 30\text{ cm}$$

Se aplica a 30 cm a la derecha del punto de aplicación de la fuerza $\vec{B}$.

10. ●● **Determina si está en equilibrio un cuerpo que se encuentra sometido a la acción de estas fuerzas:**

Si no está en equilibrio, encuentra qué fuerza hay que aplicarle para que lo esté.



El cuerpo se encontrará en equilibrio si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero.

En primer lugar se descompone la fuerza de 20 N en sus componentes cartesianas perpendiculares:

- $F_x = F \cdot \cos\ 30° \rightarrow F_x = 20\text{ N} \cdot \cos 30° = 17{,}3\text{ N}$
- $F_y = F \cdot \text{sen}\ 30° \rightarrow F_y = 20\text{ N} \cdot \text{sen } 30° = 10\text{ N}$

A continuación se obtiene la resultante total en cada eje:

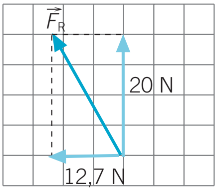
- $F_{\text{Total eje X}} = 17{,}3\text{ N} - 30\text{ N} = -12{,}7\text{ N}$
- $F_{\text{Total eje Y}} = 10\text{ N} + 10\text{ N} = 20\text{ N}$

Finalmente se calcula la fuerza resultante final:

$$F^2_{\text{Resultante}} = (20\text{ N})^2 + (12{,}7\text{ N})^2 \rightarrow F^2_{\text{Resultante}} = 561\text{ N}^2 \rightarrow$$
$$\rightarrow F_{\text{Resultante}} = 23{,}7\text{ N}$$

Como la resultante no es nula, el cuerpo no está en equilibrio.

Para que se encuentre en equilibrio es necesario aplicar una fuerza de igual módulo y dirección que la resultante, pero de sentido opuesto para que la fuerza total sea nula.



11. ●●

En uno de los extremos de una barra de 6 m colgamos un peso de 20 kg, y en el otro, uno de 40 kg. Calcula por dónde tenemos que colgar la barra y qué fuerza habrá que ejercer para que se mantenga en equilibrio.

Para que esté en equilibrio hay que aplicar una fuerza igual y de sentido contrario a la resultante y en el mismo punto de aplicación de la fuerza resultante.

$$F_{\text{Total}} = 20 \cdot 9{,}8\ \text{N} + 40 \cdot 9{,}8\ \text{N} = 196\ \text{N} + 392\ \text{N} = 588\ \text{N}$$

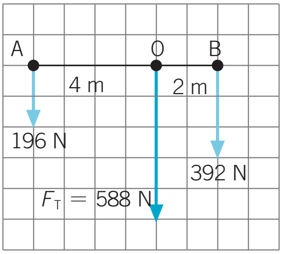
Como $F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO}$:

$$196\ \text{N} \cdot \text{AO} = 392\ \text{N} \cdot \text{BO} \rightarrow \frac{\text{AO}}{\text{BO}} = 2$$

Por otro lado: AO + BO = 6 m.

Sustituyendo en esta ecuación la relación anterior se obtiene el punto de donde se debe colgar la barra:

$$\text{BO} = 2\ \text{m};\ \ \text{AO} = 4\ \text{m}$$



12. ●●

Entre dos personas quieren llevar un fardo de 80 kg. Para que sea más fácil, lo cuelgan de una barra de 2 m. Si una de las personas solo puede ejercer una fuerza equivalente a 30 kg desde un extremo, ¿qué fuerza debe ejercer la otra y en qué punto de la barra hay que colocar el fardo?

La fuerza resultante tiene un valor que equivale al peso que se quiere sostener:

$$F = 80\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N} = 784\ \text{N}$$

$$F_{\text{Total}} = 784\ \text{N} = F_1 + F_2 = 30 \cdot 9{,}8\ \text{N} + F_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow F_2 = 784\ \text{N} - 294\ \text{N} = 490\ \text{N}$$

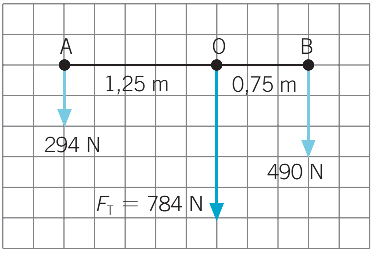
La otra persona debe ejercer una fuerza de 490 N que equivale a sostener 50 kg:

$$F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO} \rightarrow 294\ \text{N} \cdot \text{AO} = 490\ \text{N} \cdot \text{BO} \rightarrow \frac{\text{AO}}{\text{BO}} = 1{,}67$$

Por otro lado: AO + BO = 2 m.

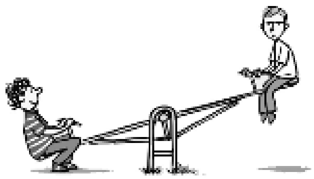
Sustituyendo en esta ecuación la relación anterior se obtiene la distancia a la que se debe colocar el fardo:

$$\text{BO} = 0{,}75\ \text{m};\ \text{AO} = 1{,}25\ \text{m}$$



13. ●●

Luis tiene una masa de 30 kg, y Fernando, de 45 kg. Si la barra del columpio mide 3 m, ¿dónde se debe colocar cada uno para conseguir que la barra se mantenga horizontal?



Tenemos:

$F_{\text{Total}} = 30\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 + 45\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 294\ \text{N} + 441\ \text{N} = 735\ \text{N}$

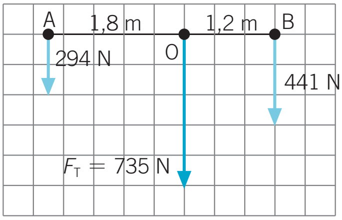
Como $F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO}$:

$$294\ \text{N} \cdot \text{AO} = 441\ \text{N} \cdot \text{BO} \rightarrow \frac{\text{AO}}{\text{BO}} = 1{,}5$$

Por otro lado: AO + BO = 3 m.

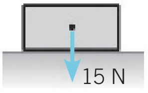
Sustituyendo en esta ecuación la relación anterior se obtienen las distancias a las que se deberá colocar cada uno en el columpio:

$$\text{BO} = 1{,}2\ \text{m};\ \ \text{AO} = 1{,}8\ \text{m}$$

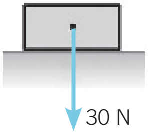


14. Determina, en cada caso, el valor de la fuerza normal.

a)



b)



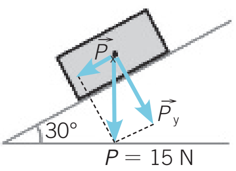
a) La fuerza normal es igual en módulo y dirección a la fuerza ejercida por el cuerpo contra la superficie, pero con sentido opuesto:

$$N = P = 15\ \text{N}$$

b) $N = P = 30\ \text{N}$

15. ¿La fuerza normal es la misma en todos los casos?

La fuerza normal no es la misma en todos los casos. Depende de si el cuerpo se encuentra en un plano horizontal o inclinado y de si actúan más fuerzas sobre el cuerpo en el eje perpendicular al movimiento.



- Componente paralela a la superficie:

$$P_x = P \cdot \text{sen}\ 30° = 15\ \text{N} \cdot \text{sen}\ 30° = 7{,}5\ \text{N}$$

- Componente perpendicular a la superficie:

$$P_y = P \cdot \cos 30° = 15\ \text{N} \cdot \cos 30° = 12{,}99\ \text{N}$$

La fuerza normal es la reacción de P_y sobre la superficie.

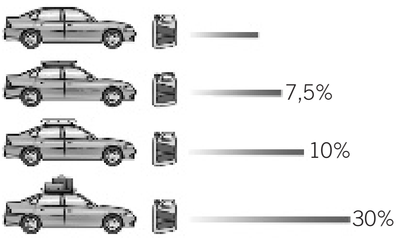
$$N = P_a = 12{,}99\ \text{N}$$

16. ●●

El dibujo muestra el aumento en el consumo de carburante de un vehículo cuando incorpora bacas de diferentes tipos.

a) Explica el dibujo.

b) ¿Qué fuerzas actúan sobre el coche?



a) En los dibujos se observa que cuanto más voluminoso es el equipaje colocado en el techo del automóvil, mayor es el consumo de combustible.

b) En el eje del movimiento las fuerzas que actúan son la fuerza aplicada por el motor y las fuerzas de rozamiento (entre las ruedas y la superficie y entre la carrocería y el aire). La fuerza de rozamiento con el aire es la causante de que aumente el consumo del automóvil; por eso la forma aerodinámica de los automóviles busca reducir al máximo este tipo de fuerzas.

En el eje perpendicular al movimiento actúan la fuerza peso y la fuerza normal a la superficie, que al tener el mismo módulo y dirección, pero sentido opuesto, se anulan entre sí.

17. ●

Para el cuerpo que desliza por el plano inclinado del ejercicio resuelto de esta misma página, ¿con qué fuerza, paralela al plano, tenemos que tirar del cuerpo hacia arriba para que no deslice sobre el plano inclinado?

Si compensamos, con otra fuerza igual pero opuesta a la fuerza resultante que favorece el movimiento hacia abajo ($F_{\text{Total X}} = 24{,}5\ \text{N} - 8{,}5\ \text{N} = 16\ \text{N}$), conseguiremos que el cuerpo permanezca en equilibrio y no se deslice.

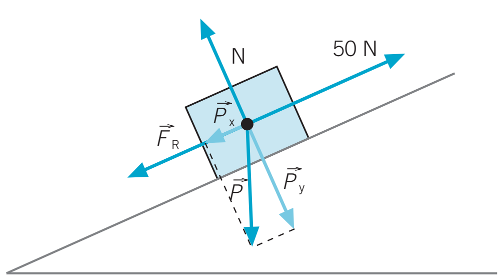
18. ●●

Para el cuerpo que desliza por el plano inclinado del ejercicio resuelto, si tiramos hacia arriba con una fuerza de 50 N paralela al plano:

a) Haz un esquema y dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

b) Calcula la aceleración con que sube el cuerpo.

a)



b) La fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo se obtiene sumando vectorialmente todas las fuerzas que actúan en el eje X:

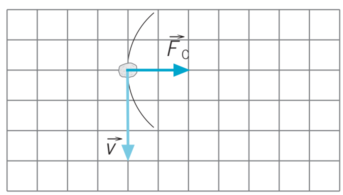
$$F_{\text{Total}} = 50\ \text{N} - (24{,}5\ \text{N} + 8{,}5\ \text{N}) = 17\ \text{N}$$

Aplicando la ley fundamental de la dinámica:

$$F_{\text{Total}} = m \cdot a \rightarrow 17\ \text{N} = 5\ \text{kg} \cdot a \rightarrow a = 3{,}4\ \text{m/s}^2$$

19. **Se coloca una piedra de 600 g en una honda de 50 cm y se la hace girar a una velocidad de 4 m/s. Dibuja la fuerza que hace girar la honda y calcula su módulo.**

a)



b) En este caso: $F_C = m \cdot \dfrac{v^2}{r} = 0{,}6\ \text{kg} \cdot \dfrac{16\ \text{m}^2/\text{s}^2}{0{,}5\ \text{m}} = 19{,}2\ \text{N}$

20. **Una piedra de 600 g se coloca ahora en una honda de 1 m.**

a) ¿Qué fuerza habrá que hacer para que gire a una velocidad de 4 m/s?

b) ¿A qué velocidad girará la honda si ejercemos la misma fuerza que en la actividad anterior?

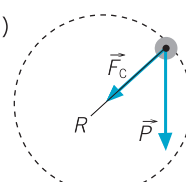
c) Dibuja un esquema con todas las fuerzas que intervienen en el movimiento. Se supone que la piedra gira en el plano vertical.

a) $F_C = m \cdot \dfrac{v^2}{r} = 0{,}6\ \text{kg} \cdot \dfrac{16\ \text{m}^2/\text{s}^2}{1\ \text{m}} = 9{,}6\ \text{N}$

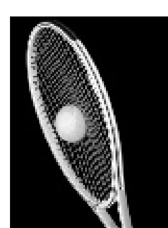
b) $F_C = m \cdot \dfrac{v^2}{r} = 19{,}2\ \text{N}$

$$v^2 = F \cdot \frac{r}{m} = 19{,}2\ \text{N} \cdot \frac{1\ \text{m}}{0{,}6\ \text{kg}} \rightarrow v = 5{,}7\ \text{m/s}$$

c)



21. **Observa la figura e indica los movimientos y las deformaciones que causan las fuerzas que actúan.**



La pelota impacta sobre las cuerdas de la raqueta deformándose. Al ser elásticas, recuperan su forma inicial devolviendo la fuerza recibida, pero en sentido contrario a la pelota, que a su vez al ser un cuerpo elástico se deforma y sale impulsada con una aceleración que es directamente proporcional a la fuerza recibida.

22. ●●●

Razona la veracidad de las afirmaciones:

a) La fuerza de rozamiento es una fuerza ejercida en la dirección del movimiento.

b) El peso es una fuerza permanente.

c) La fuerza peso no produce cambios en la velocidad de los cuerpos.

a) Correcta. La fuerza de rozamiento siempre se ejerce en la misma dirección del movimiento, aunque en sentido opuesto.

b) Correcto. El peso es la fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos y, por tanto, es una fuerza permanente mientras estemos bajo su influencia.

c) Incorrecto. La fuerza peso origina un movimiento uniformemente acelerado en los cuerpos que caen y, como consecuencia, cambios en su velocidad.

23. ●

Identifica la fuerza que existe en estas situaciones:

a) Un chico colocándose una cinta elástica en el pelo.

b) Una gimnasta apoyándose sobre una pelota.

c) Un tiesto que cae.

d) Una chica tratando de arrastrar un objeto muy pesado sin conseguirlo.

a) La fuerza elástica que se ejerce sobre la cinta para estirarla.

b) El peso de la gimnasta que deforma el material elástico de la pelota.

c) La fuerza peso del tiesto ejercida por la Tierra sobre el objeto.

d) La fuerza que aplica la chica al objeto y la fuerza de rozamiento entre las superficies en contacto que supera a la aplicada.

24. ●

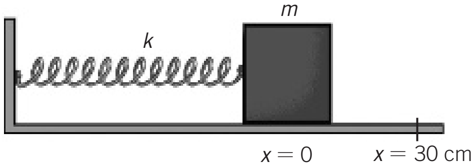
Sobre un muelle de 20 cm de longitud se aplica una fuerza de 5 N y se estira hasta 30 cm.

Calcula:

a) La deformación del muelle.

b) La constante elástica del muelle.

c) El alargamiento que producirá una fuerza de 10 N.



d) ¿Podemos asegurar que al aplicar una fuerza de 50 N el muelle se deformará 1 m?

a) La deformación se obtiene por la diferencia entre la longitud final y la inicial:

$$\Delta L = L_{\text{final}} - L_{\text{inicial}} = 30\text{ cm} - 20\text{ cm} = 10\text{ cm} = 0{,}1\text{ m}$$

b) A partir de la ley de Hooke:

$$F = k \cdot \Delta L \rightarrow k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{5\ \text{N}}{0{,}1\ \text{m}} = 50\ \text{N/m}$$

c) $F = k \cdot \Delta L \rightarrow \Delta L = \dfrac{F}{k} = \dfrac{10\ \text{N}}{50\ \text{N/m}} = 0{,}2\ \text{m}$

d) Teóricamente se podría afirmar, pero en la realidad todos los cuerpos elásticos, como los muelles, tienen un límite de elasticidad por encima del cual no se cumple la ley de Hooke y no se comportan como cuerpos elásticos, permaneciendo deformados o rompiéndose.

25. ●●

El tensor es un aparato de gimnasio utilizado para aumentar la fuerza muscular. Está formado por una o varias gomas colocados entre dos asas. Si se deja un asa fija y se aplica una fuerza de 10 N.

Calcula:

a) ¿Cuánto se estirará la goma?

b) ¿Y si ponemos dos gomas entre las asas?

Constante de elasticidad de la goma: 100 N/m.

a) Las gomas elásticas cumplen la ley de Hooke. Como la constante de elasticidad es de 100 N/m, la ley se expresa como:

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

b) Al aplicar sobre las dos gomas la fuerza de 10 N se emplea en estirar cada una de ellas. La deformación de cada goma es de 5 cm, la mitad que en el caso anterior.

26. ●●

Colgamos una masa de 1 kg sobre un muelle de longitud desconocida y se estira hasta 30 cm. Si colgamos otra masa de 2 kg, el muelle se estira hasta 40 cm. Calcula:

a) La constante elástica del muelle.

b) La longitud del muelle sin estirar.

c) La masa que tendríamos que colgar para que se estire hasta 50 cm.

a) y b) $F_1 = 1\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 9{,}8\ \text{N};\ F_2 = 2\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 19{,}6\ \text{N}$

$F_1 = k \cdot (L_1 - L_0) \rightarrow 9{,}8\ \text{N} = k \cdot (0{,}3\ \text{m} - L_0)$

$F_2 = k \cdot (L_2 - L_0) \rightarrow 19{,}6\ \text{N} = k \cdot (0{,}4\ \text{m} - L_0)$

Resolviendo el sistema de ecuaciones queda:

$$k = 98\ \text{N/m}$$
$$L_0 = 0{,}2\ \text{m} = 20\ \text{cm}$$

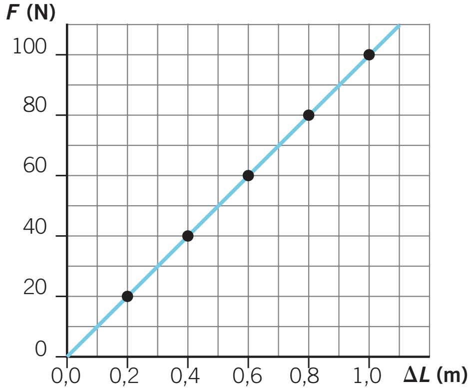
c) $F = k \cdot \Delta L \rightarrow m \cdot g = k \cdot \Delta L \rightarrow m = \dfrac{98\ \text{N/m} \cdot 0{,}5\ \text{m}}{9{,}8\ \text{N/kg}} = 5\ \text{kg}$

27. ●● **Un muelle de 10 cm de longitud tiene una constante de elasticidad de 1 N/cm. Completa la tabla y elabora la gráfica fuerza (N)-deformación (m).**

La constante de elasticidad es igual a 100 N/m, lo que indica que cada 100 N se deforma 1 m o 100 cm.

F (N)	0	20	40	60	80	100
ΔL (m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

La gráfica es una línea recta de pendiente positiva con un valor igual a la constante de elasticidad del muelle (100 N/m).



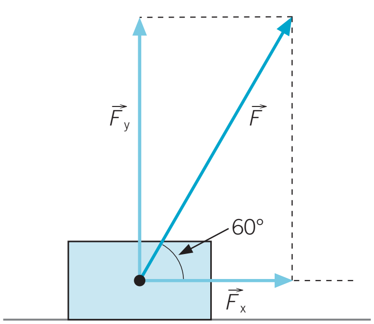
28. ●● **Sobre un cuerpo actúa una fuerza de 50 N formando un ángulo de 60° sobre la horizontal.**

a) Dibuja sus componentes cartesianas: $\vec{F}_x$, $\vec{F}_y$.

b) Calcula el valor de cada componente.

c) Comprueba, aplicando el teorema de Pitágoras, que el resultado es correcto.

a) Respuesta gráfica:



b) Componente en el eje X:

$$F_x = F \cdot \cos 60° = 50 \text{ N} \cdot \cos 60° = 25 \text{ N}$$

Componente en el eje Y:

$$F_y = F \cdot \text{sen } 60° = 50 \text{ N} \cdot \text{sen } 60° = 43{,}3 \text{ N}$$

c) Aplicando el teorema de Pitágoras:

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$F_T^2 = (25\ \text{N})^2 + (43{,}3\ \text{N})^2$$

$$F_T^2 = 625\ \text{N}^2 + 1875\ \text{N}^2 = 2500\ \text{N}^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_T = 50\ \text{N}$$

29. ●●

El tirasoga es un deporte de fuerza que consiste en que dos equipos tiren de una cuerda, uno hacia cada lado. Gana el que consiga llevar hacia su lado al equipo contrario.
Observa los datos de la tabla en que se recoge la fuerza de los participantes de cada equipo.

a) Dibuja y calcula la fuerza resultante que ejerce cada equipo.

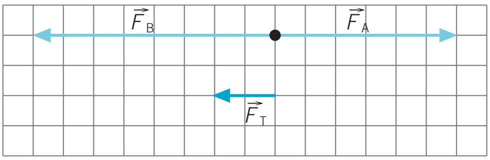
b) ¿Qué equipo ganará? Dibuja y calcula la fuerza total.

Equipo	F_1 (N)	F_2 (N)	F_3 (N)	F_4 (N)	F_5 (N)
A (dcha.)	450	600	400	550	700
B (izda.)	450	500	500	650	700

a) La fuerza resultante se obtiene sumando todas las fuerzas teniendo en cuenta su dirección y sentido. En este caso, todas las fuerzas tienen la misma dirección. Tomamos como sentido positivo el del equipo A que tira hacia la derecha.

$$F_{\text{Total}} = F_A - F_B = (450\ \text{N} + 600\ \text{N} + 400\ \text{N} + 550\ \text{N} +$$
$$+ 700\ \text{N}) - (450\ \text{N} + 500\ \text{N} + 550\ \text{N} + 650\ \text{N} + 700\ \text{N}) =$$
$$= 2700\ \text{N} - 2850\ \text{N} = -150\ \text{N}$$

El valor negativo de la fuerza indica que el vencedor es el equipo que tira hacia la izquierda, el equipo B.



30. ●●

Calcula la fuerza resultante cuando se aplican dos fuerzas iguales de 100 N sobre un coche en reposo en cada caso.

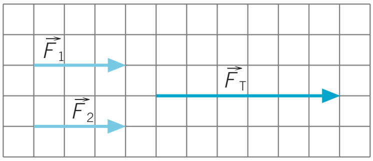
a) Las fuerzas tienen la misma dirección y sentido.

b) Las fuerzas tienen la misma dirección y sentidos opuestos.

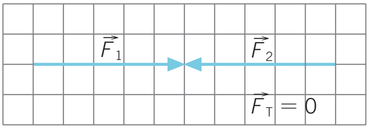
c) Las fuerzas forman un ángulo de 45°.

d) Las fuerzas forman un ángulo de 90°.

a) $F_{\text{Total}} = 100\ \text{N} + 100\ \text{N} = 200\ \text{N}$



b) $F_{Total} = 100\text{ N} - 100\text{ N} = 0$

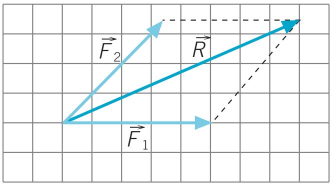


c) La fuerza que forma un ángulo de 45° tiene una componente que actúa sobre el eje X:

$$F_x = F \cdot \cos 45° = 100\text{ N} \cdot 0{,}71 = 70{,}7\text{ N}$$

Que sumada a la segunda fuerza de 100 N que actúa sobre el mismo eje X nos da un valor:

$F_{Total\,eje\,X} = 100\text{ N} + 70{,}7\text{ N} = 170{,}7\text{ N}$



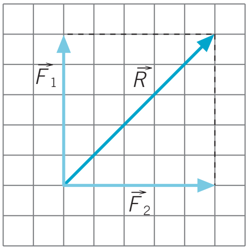
En el eje Y actúa la componente y de la primera fuerza:

$$F_y = F \cdot \text{sen } 45° = 100\text{ N} \cdot \text{sen } 45° = 70{,}7\text{ N}$$

Como ambas fuerzas son perpendiculares:

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$
$$F^2 = (170{,}7\text{ N})^2 + (70{,}7\text{ N})^2$$
$$F^2 = 29\,138{,}5\text{ N}^2 + 4998{,}5\text{ N}^2 = 34\,137\text{ N}^2$$
$$F = 184{,}8\text{ N}$$

d) Si las dos fuerzas forman un ángulo de 90° se aplica el teorema de Pitágoras:



$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$
$$F^2 = (100\text{ N})^2 + (100\text{ N})^2$$
$$F^2 = 10\,000\text{ N}^2 + 10\,000\text{ N}^2 = 20\,000\text{ N}^2 \rightarrow$$
$$\rightarrow F = 141{,}4\text{ N}$$

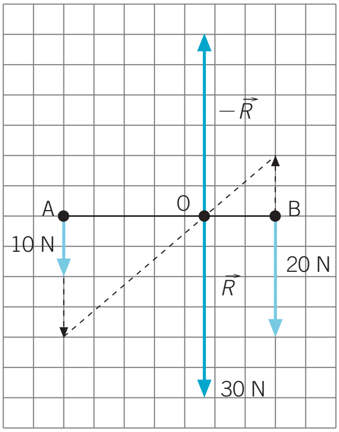
31. ●● **Calcula el valor y el punto de aplicación de la fuerza necesaria para equilibrar cada caso.**

a) $F_{Total} = 10\text{ N} + 20\text{ N} = 30\text{ N}$

Para que el sistema esté en equilibrio hay que aplicar una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza resultante. Como: $F_1 \cdot \text{AO} = F_2 \cdot \text{BO}$:

$$10\text{ N} \cdot \text{AO} = 20\text{ N} \cdot \text{BO} \rightarrow \frac{\text{AO}}{\text{BO}} = 2$$

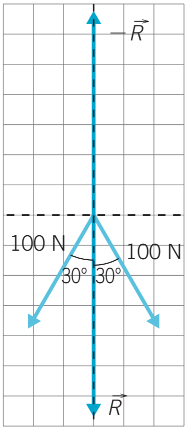
Por otro lado: AO + BO = L m.



Sustituyendo en esta ecuación la relación anterior se obtiene el punto de aplicación de la fuerza necesaria para equilibrar el sistema:

$$BO = L/3 \text{ m}; \; AO = 2/3L \text{ m}$$

b) Como las dos fuerzas no se encuentran en los ejes cartesianos, para calcular la fuerza resultante hay que descomponerlas previamente en los ejes X e Y:



- Primera fuerza F_1:

$F_x = F \cdot \text{sen } 30° = 100 \text{ N} \cdot \text{sen } 30° = -50 \text{ N}$

$F_y = F \cdot \cos 30° = 100 \text{ N} \cdot \cos 30° = -86{,}6 \text{ N}$

- Para la segunda fuerza F_2:

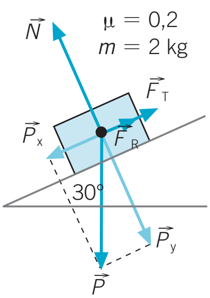
$F_x = F \cdot \text{sen } 30 = 100 \text{ N} \cdot \text{sen } 30° = +50 \text{ N}$

$F_y = F \cdot \cos 30° = 100 \text{ N} \cdot \cos 30° = -86{,}6 \text{ N}$

Las dos componentes proyectadas sobre el eje X se anulan y las componentes sobre el eje Y se suman, resultando una fuerza de 100 N dirigida hacia el sentido negativo del eje Y:

$$F_{\text{Total X}} = 0; \; F_{\text{Total Y}} = -86{,}6 \text{ N} - 86{,}6 \text{ N} = -173{,}2 \text{ N}$$

Para equilibrar esta fuerza es necesario ejercer otra igual, pero en sentido opuesto.



c) $P_x = P \cdot \text{sen } 30° \rightarrow = m \cdot g \cdot \text{sen } 30° = 9{,}8 \text{ N}$

$P_y = P \cdot \cos 30° \rightarrow = m \cdot g \cdot \cos 30° = 17{,}0 \text{ N}$

$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0{,}2 \cdot 17{,}0 \text{ N} = 3{,}4 \text{ N}$

$F_{\text{Total eje X}} = P_x - F_R = 9{,}8 \text{ N} - 3{,}4 \text{ N} = 6{,}4 \text{ N}$

La fuerza que habrá que ejercer tendrá el mismo módulo y dirección, pero sentido opuesto.

32. ●● **Una balanza romana tiene el gancho a 15 cm del extremo del que cuelga el plato y una pesa de 500 g. Si queremos pesar 2 kg de uvas:**

a) ¿A qué distancia del gancho se debe colocar la pesa?

b) ¿Qué fuerza debemos hacer para sujetar el gancho mientras pesamos?

a) Como el peso de las uvas es 4 veces mayor que el de la pesa, debemos colocar la pesa 4 veces más lejos del gacho, es decir, a 60 cm del gancho.

b) Mientras pesamos debemos ejercer una fuerza que equilibre tanto el peso de las uvas como el de la pesa. Debemos ejercerla en la vertical del gancho y su valor será la suma de las intensidades de los pesos de las uvas y la pesa, es decir:

$$F = P_{\text{pesa}} + P_{\text{uvas}} = m_{\text{pesa}} \cdot g + m_{\text{uvas}} \cdot g =$$
$$= 0{,}5 \text{ kg} \cdot 9{,}81 \text{ N/kg} + 2 \text{ kg} \cdot 9{,}81 \text{ N/kg} = 24{,}5 \text{ N}$$

(Más el peso de la romana, claro.)

33. ●● **Tenemos un poste vertical de 4 m de altura. A 50 cm de la base ejercemos sobre él una fuerza horizontal de 100 N dirigida hacia la izquierda, y a 2 m de la base, otra de 250 N dirigida hacia la derecha. Calcula qué fuerza tenemos que ejercer sobre el poste y dónde la debemos aplicar para que se mantenga en equilibrio.**

Para que esté en equilibrio la intensidad de la fuerza debe ser igual a la diferencia entre las intensidades de las fuerzas ejercidas, puesto que estas tienen sentidos opuestos:

$$F = F_{\text{derecha}} - F_{\text{izquierda}} = 250\ \text{N} - 100\ \text{N} = 150\ \text{N}$$

Además, la fuerza debe estar ejercida hacia la izquierda.

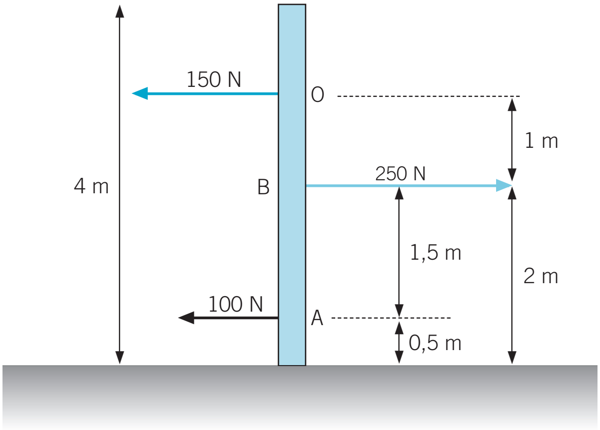
Veamos ahora dónde hay que ejercerla. A partir del dibujo podemos escribir AO = BO + 1,5 m. Entonces:

$$F_{\text{izquierda}} \cdot \text{AO} = F_{\text{derecha}} \cdot \text{BO} \rightarrow F_{\text{izquierda}} \cdot (\text{BO} + 1{,}5\ \text{m}) = F_{\text{derecha}} \cdot \text{BO} \rightarrow$$
$$\rightarrow F_{\text{izquierda}} \cdot \text{BO} + F_{\text{izquierda}} \cdot 1{,}5\ \text{m} = F_{\text{derecha}} \cdot \text{BO}$$

Agrupando términos:

$$F_{\text{izquierda}} \cdot 1{,}5\ \text{m} = (F_{\text{derecha}} - F_{\text{izquierda}}) \cdot \text{BO} \rightarrow$$
$$\rightarrow \text{BO} = \frac{F_{\text{izquierda}} \cdot 1{,}5\ \text{m}}{F_{\text{derecha}} - F_{\text{izquierda}}} = \frac{100\ \text{N} \cdot 1{,}5\ \text{m}}{250\ \text{N} - 100\ \text{N}} = 1\ \text{m}$$

Es decir, la fuerza debe aplicarse a 1 m por encima del punto donde se ejerce la fuerza F_{derecha} y hacia la izquierda.



34. ●● **Una fuerza $\vec{F}$ que actúa sobre un cuerpo de masa *m* le comunica una aceleración $\vec{a}$. Indica:**

a) La fuerza necesaria para comunicar la misma aceleración a una masa tres veces mayor.

b) La aceleración que origina la fuerza $\vec{F}$ a un cuerpo de doble masa.

c) La masa de un cuerpo necesaria para que al aplicarle una fuerza $\vec{F}$ este reduzca la aceleración a la mitad.

d) La aceleración que adquiere el cuerpo de masa *m* si se le aplican dos fuerzas $\vec{F}$, iguales, perpendiculares entre sí.

a) La fuerza será el triple: $3F$.

b) La aceleración será la mitad: $a/2$.

c) El doble de la masa.

d) La fuerza resultante es:

$$F_T^2 = F^2 + F^2 = 2F^2 \rightarrow F_T = 1{,}4F$$

Como conclusión, el cuerpo experimenta una aceleración 1,4 veces mayor que en el caso de F.

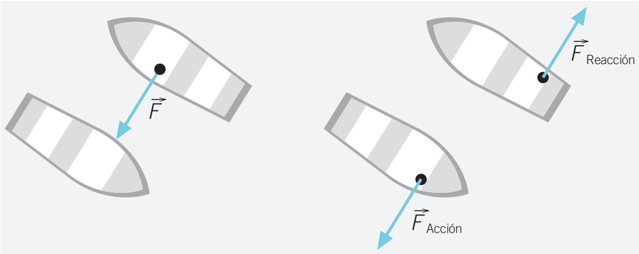
35. **Desde una barca de 100 kg una joven empuja con su remo a otra barca de 40 kg con una fuerza de 50 N, estando ambas inicialmente en reposo.**

a) Dibuja las fuerzas que actúan sobre cada barca.

b) Razona lo que le sucede a cada barca.

c) ¿Cuál es la aceleración con que se desplaza cada una?

a) Respuesta gráfica.



b) Las dos barcas se desplazan en la misma dirección, pero sentido contrario.

c) Aunque la fuerza que se ejerce sobre cada barca es la misma para ambas, la aceleración depende de la masa de cada una:

$$F = m_1 \cdot a_1 \rightarrow a_1 = \frac{F}{m_1} = \frac{50\ \text{N}}{40\ \text{kg}} = 1{,}25\ \text{m/s}^2$$

$$F = m_2 \cdot a_2 \rightarrow a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{50\ \text{N}}{100\ \text{kg}} = 0{,}5\ \text{m/s}^2$$

en sentido opuesto a la primera.

36. ●●

Razona si las siguientes parejas de fuerzas son de acción y reacción:

a) La fuerza de atracción magnética entre dos imanes próximos.

b) La fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y la Luna.

c) La fuerza que estira un muelle y la fuerza recuperadora del muelle.

d) El peso y la normal de un libro situado en una mesa.

e) El peso y la fuerza de rozamiento de una pelota que está cayendo.

Haz esquemas para apoyar tus respuestas.

a) Correcto.

b) Correcto.

c) Correcto.

d) Incorrecto. En este caso las dos fuerzas actúan sobre el mismo cuerpo.

e) Incorrecto. Ambas fuerzas actúan sobre el mismo cuerpo.

37. ●●

Razona cuáles de las siguientes frases son falsas:

a) Si la fuerza resultante es cero, quiere decir que no actúa ninguna fuerza.

b) Un cuerpo no se mueve siempre en la dirección y sentido en que actúa la fuerza resultante.

c) La aceleración tiene siempre el mismo valor, dirección y sentido que la fuerza resultante.

d) Todos los movimientos circulares necesitan una fuerza para producirse.

e) Un cuerpo en movimiento disminuye su velocidad si la fuerza resultante es nula.

a) Incorrecta. Sobre el cuerpo pueden actuar numerosas fuerzas que se anulan entre sí.

b) Correcta. Un cuerpo se puede mover o no en la dirección en que actúa la fuerza resultante (por ejemplo, cuando un cuerpo lanzado hacia arriba alcanza la máxima altura la fuerza resultante es distinta de cero y el cuerpo no se mueve) y puede hacerlo en sentido opuesto a la misma (por ejemplo, cuando un cuerpo sube por un plano inclinado la componente $\vec{P}_x$ se opone al movimiento).

c) Incorrecto. La aceleración tiene la misma dirección y sentido que la fuerza resultante, pero no el mismo módulo, que se obtiene dividiendo su módulo por la masa: $a = F/m$.

d) Correcto. Se trata de la fuerza centrípeta.

e) Incorrecto. Mantiene constante la velocidad que llevaba.

38. ●●

Si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es cero, es falso que:

a) El cuerpo está en reposo.

b) El cuerpo lleva movimiento rectilíneo y uniforme.

c) El cuerpo está girando con velocidad constante.

d) El cuerpo está acelerando.

Son falsas c) y d).

39. ●●

Completa la tabla de datos referida a fuerzas aplicadas sobre un cuerpo de 10 kg.

Fuerza (N)	10	**20**	30	**100**
Aceleración (m/s²)	**1**	2	**3**	10

40. ●●

Un automóvil de una tonelada y media de masa se mueve bajo la fuerza del motor de 9500 N. ¿Con qué aceleración se moverá el coche?

a) Suponiendo despreciable el rozamiento.

b) Si la fuerza de rozamiento es de 500 N.

a) $F_{\text{Total}} = m \cdot a \rightarrow a = \dfrac{F_{\text{Total}}}{m} = \dfrac{9500\ \text{N}}{1500\ \text{kg}} = 6{,}3\ \text{m/s}^2$

b) El módulo de la fuerza resultante que actúa sobre el automóvil es la diferencia entre la fuerza que le aplica el motor y la fuerza de rozamiento:

$$F_{\text{Total}} = 9500\ \text{N} - 500\ \text{N} = 9000\ \text{N} \rightarrow a = \frac{F_{\text{Total}}}{m} = \frac{9000\ \text{N}}{1500\ \text{kg}} = 6\ \text{m/s}^2$$

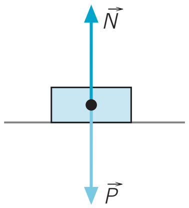
41. ●●

Dibuja y calcula la fuerza normal de un cuerpo de 10 kg situado:

a) En una superficie horizontal.

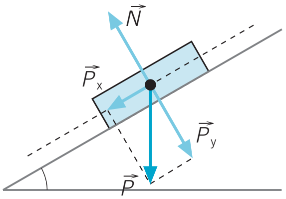
b) Sobre un plano inclinado 30°.

c) En caída libre.



a) En este caso la fuerza normal tiene el mismo módulo y dirección que la fuerza peso, pero sentido opuesto.

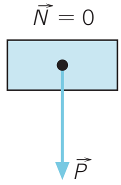
$$N = P = m \cdot g = 98\ \text{N}$$



b) La fuerza normal es perpendicular a la superficie del plano inclinado y de módulo igual a la componente P_y del peso:

$$N = P \cdot \cos \alpha \rightarrow$$
$$\rightarrow 98\ \text{N} \cdot \cos 30° = 84{,}9\ \text{N}$$

c) Al no haber superficie de contacto, la fuerza normal es nula. $N = 0$.



42. ●●

Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones sobre la fuerza de rozamiento:

a) No depende de la masa de los cuerpos.

b) Depende de la naturaleza de las superficies en contacto.

c) A mayor superficie de contacto, mayor rozamiento.

d) Es la misma en un plano horizontal que en un plano inclinado.

a) Incorrecto. Depende de la fuerza normal a la superficie, la cual depende del peso, y este, de la masa.

b) Correcto.

c) Incorrecto. La fuerza de rozamiento no depende de la extensión de la superficie de contacto.

d) Incorrecto. La fuerza de rozamiento depende de la fuerza normal al plano. En el plano horizontal, la fuerza normal a la superficie es igual al peso. Sin embargo, en el plano inclinado la fuerza normal es igual a la componente P_y del peso: $P_y = P \cdot \cos \alpha$.

43. ●●

Si sobre un cuerpo de 450 N de peso situado en un plano horizontal se aplica una fuerza horizontal de módulo 45 N y el coeficiente de rozamiento es de 0,1, el cuerpo se desplazará en:

a) La misma dirección y sentido que la fuerza de rozamiento.

b) La misma dirección y sentido que la fuerza aplicada.

c) No se moverá.

c) No se moverá. Aunque la fuerza de rozamiento sea mayor que la aplicada, no quiere decir que se mueva en el sentido de la fuerza de rozamiento, ya que esta siempre se opone al movimiento. Como consecuencia el cuerpo no se moverá.

44. ●●

Se sitúa un libro de física de 500 g sobre un plano inclinado 15° sobre la horizontal. Razona si se moverá o no el libro.

a) Si no hay rozamiento.

b) Si el coeficiente de rozamiento entre las superficies es de 0,5.

a) Cuando no hay rozamiento la componente $\vec{P}_x$ del peso favorece el movimiento del libro.

$$P_x = P \cdot \text{sen } \alpha = 0{,}5 \text{ kg} \cdot 9{,}8 \text{ m/s}^2 \cdot \text{sen } 15° = 1{,}27 \text{ N}$$

b) Cuando existe rozamiento, la fuerza de rozamiento se opone a la fuerza que favorece el movimiento (P_x), con un valor de 2,38 N, evitando que el cuerpo se deslice hacia abajo:

$$P_y = P \cdot \cos \alpha = 4{,}9 \text{ N} \cdot \cos 15° = 4{,}73 \text{ N}$$

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0{,}5 \cdot 4{,}73 \text{ N} = 2{,}37 \text{ N}$$

$$F_{\text{Aplicada}} < F_R$$

45. **Un cuerpo se mueve sobre un plano horizontal en el que hay rozamiento, con movimiento rectilíneo y uniforme. Al actuar sobre él una fuerza constante de 50 N:**

a) ¿Existe algún tipo de aceleración?

b) Deduce la fuerza de rozamiento.

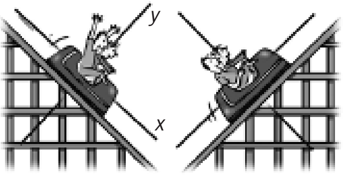
a) Si el cuerpo se mueve con movimiento rectilíneo uniforme, quiere decir que la fuerza resultante es nula. Al ser la fuerza total cero, la aceleración será nula.

b) Como existe fuerza de rozamiento, tendrá que tener el mismo valor que la fuerza aplicada de 50 N, pero de sentido opuesto para que la resultante sea nula y se mueva con velocidad constante.

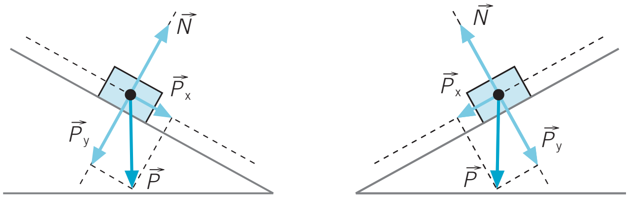
46. **Dibuja todas las fuerzas que actúan en el eje del movimiento (eje X) y en la dirección perpendicular al plano inclinado (eje Y).**

a) Cuando el coche desciende.

b) Cuando el coche asciende.



En el caso de que no exista el rozamiento:



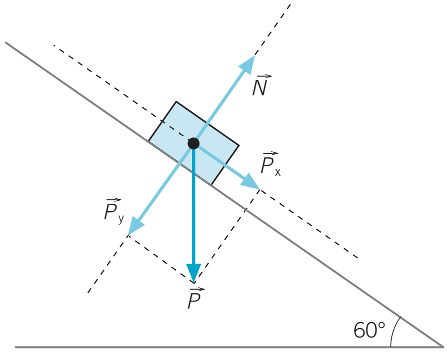
Cuando exista rozamiento se incluye una fuerza en sentido opuesto a la dirección del movimiento.

47. **Un vagón de 250 kg situado en la cima de una montaña rusa inicia su descenso por una rampa inclinada 60° sobre la horizontal. Si no tenemos en cuenta el rozamiento:**

a) Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el vagón.

b) Calcula la fuerza y la aceleración con que desciende.

a)



b) La fuerza que favorece el descenso es la componente $\vec{P}_x$ del peso:
En el eje del movimiento:

$$F_{Total} = P_x = P \cdot \text{sen}\ \alpha = 250\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \text{sen}\ 60° = 2121{,}8\ \text{N}$$

$$F_{Total} = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{2121{,}8\ \text{N}}{250\ \text{kg}} = 8{,}5\ \text{m/s}^2$$

48. ●● **Calcula la fuerza necesaria para elevar el coche hasta la cima con velocidad constante suponiendo que no existe rozamiento.**

Datos: m = 250 kg; g = 9,8 m/s²; α = 45°.

Para que el coche ascienda con velocidad constante es necesario que una vez que se ha iniciado el movimiento la fuerza resultante sea cero. Como consecuencia, la fuerza para mantener al coche a la misma velocidad tiene que ser igual y de signo opuesto a la componente $\vec{P}_x$ del peso:

$$P_x = P \cdot \text{sen}\ \alpha = 250\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \text{sen}\ 45° = 1732{,}4\ \text{N}$$

49. ●● **Sobre un cuerpo de 10 kg situado en la parte inferior de un plano inclinado 45° se aplica una fuerza paralela al plano y hacia arriba de 100 N.**

a) Calcula la aceleración con la que sube.

b) ¿Cuál será la fuerza que hay que aplicar para que suba con velocidad constante?

c) Si el coeficiente de rozamiento es de 0,3, repite los apartados anteriores.

a) La 2.ª ley de la dinámica afirma que la fuerza resultante aplicada sobre el cuerpo es directamente proporcional a su aceleración. Aplicándola al eje X del movimiento, paralelo al plano, se obtiene la aceleración.

$$P_x = P \cdot \text{sen}\ \alpha = 10\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \text{sen}\ 45° = 69{,}3\ \text{N}$$
$$F_T = F_{\text{Aplicada}} - P_x = 100\ \text{N} - 69{,}3\ \text{N} = 30{,}7\ \text{N}$$
$$F_T = m \cdot a \rightarrow a = \frac{30{,}7\ \text{N}}{10\ \text{kg}} = 3{,}07\ \text{m/s}^2$$

b) Para que ascienda con velocidad constante la fuerza resultante debe ser cero. Como la fuerza que ejerce el peso hacia abajo es de 63,6 N, si una vez que el cuerpo inicia el ascenso se disminuye la fuerza aplicada hasta un valor igual a la $\vec{P}_x$, a partir de este momento ascenderá con velocidad constante.

c) La fuerza de rozamiento depende de la fuerza normal al plano:

$$P_y = P \cdot \cos\ \alpha = 10\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \cos\ 45° = 69{,}3\ \text{N}$$
$$F_R = \mu \cdot N = 0{,}3 \cdot P_y = 0{,}3 \cdot 69{,}3\ \text{N} = 20{,}8\ \text{N}$$

Esta fuerza se opone a la aplicada y se suma a la componente $\vec{P}_x$ del peso:

$$F_T = F_{\text{Aplicada}} - (P_x + 20{,}8\ \text{N})$$
$$F_T = 100\ \text{N} - (69{,}3\ \text{N} + 20{,}8\ \text{N}) = 9{,}9\ \text{N}$$
$$F_T = m \cdot a \rightarrow a = \frac{9{,}9\ \text{N}}{10\ \text{kg}} = 0{,}99\ \text{m/s}^2$$

Si ahora disminuimos la fuerza aplicada de 100 N hasta un valor que haga que la resultante sea nula (100 N − 9,9 N = 90,1 N), el cuerpo seguirá ascendiendo con aceleración nula y velocidad constante.

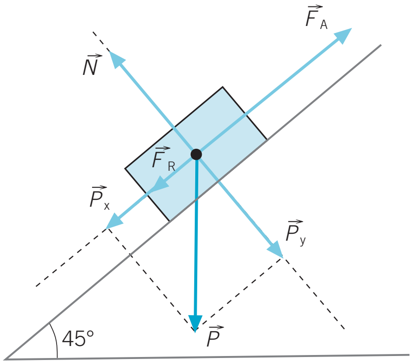
50. ●● **Un motor necesita elevar un coche de una tonelada hasta la cima de un plano inclinado 45° con un coeficiente de rozamiento de 0,2.**

a) Dibuja todas las fuerzas que actúan.

b) Calcula la fuerza de rozamiento.

c) Calcula la fuerza mínima necesaria para que el coche ascienda.

a)



b) Tenemos:

$$F_R = \mu \cdot N = \mu \cdot P_y = 0{,}2 \cdot 1000\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \cos 45°$$

$$F_R = 1385{,}9\ \text{N}$$

c) Sobre el coche y oponiéndose al movimiento actúan la fuerza de rozamiento y la componente $\vec{P}_x$ del peso:

$$P_x = P \cdot \text{sen}\ \alpha = 1000\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \text{sen}\ 45°$$

$$P_x = 6929{,}6\ \text{N}$$

El motor tendrá que ejercer una fuerza de módulo, como mínimo, igual a la suma de ambas, de la misma dirección y sentido opuesto:

$$F_A = P_x + F_R = 6929{,}6\ \text{N} + 1385{,}9\ \text{N}$$

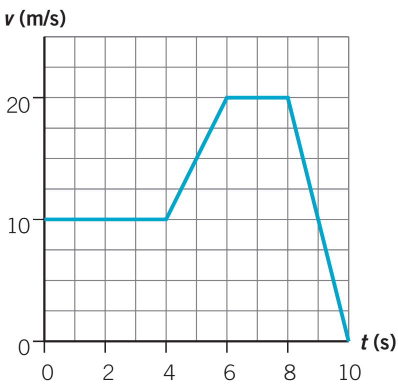
$$F_A = 8315{,}5\ \text{N}$$

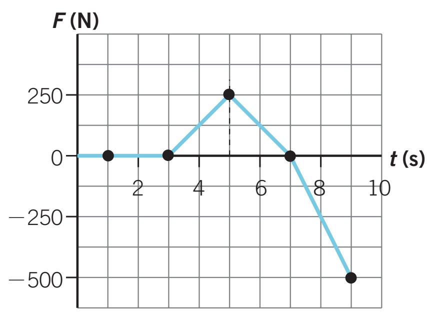
51. **Dibuja la gráfica velocidad-tiempo de un cuerpo de 25 kg de masa a partir de los datos de la tabla.**

a) Calcula la fuerza que actúa sobre el móvil en cada tramo.

b) ¿Es una línea recta la gráfica fuerza-tiempo?

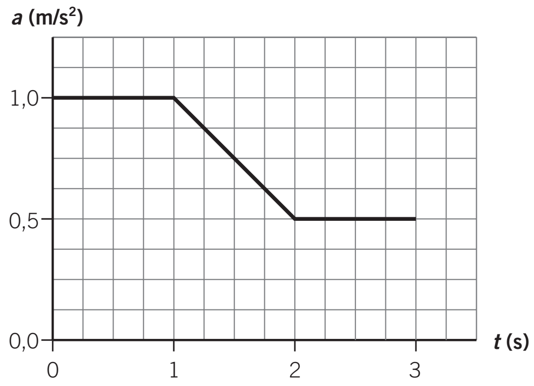
Velocidad (m/s)	10	10	10	20	20	0
Tiempo (s)	0	2	4	6	8	10
Aceleración (m/s^2)	0	0	5	0	−10	
Fuerza (N)	0	0	250	0	−500	





52. **Realiza la gráfica aceleración-tiempo utilizando los datos de la tabla que indican la fuerza aplicada a un cuerpo de 10 kg en diferentes tiempos.**

Fuerza (N)	10	10	5	5
Tiempo (s)	0	1	2	3
Aceleración (m/s^2)	1	1	0,5	0,5



53. ●●

Un cuerpo de 1 kg recorre 8 m en una rampa de 45° al deslizarse partiendo del reposo durante 2 s. Calcula:

a) La aceleración media.

b) La fuerza neta que produce el movimiento.

c) La fuerza que se opone al deslizamiento.

a) El movimiento del cuerpo es rectilíneo uniformemente acelerado.

$$s = v_0 \cdot t + \cdot a \cdot t^2 \rightarrow 8\ \text{m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4\ \text{s}^2 \rightarrow a = 4\ \text{m/s}^2$$

b) La fuerza es directamente proporcional a la aceleración:

$$F = m \cdot a \rightarrow F = 1\ \text{kg} \cdot 4\ \text{m/s}^2 = 4\ \text{N}$$

c) La fuerza que favorece el movimiento es la componente P_x del peso:

$$P_x = P \cdot \text{sen}\ 45° = 1\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot \text{sen}\ 45° = 6{,}9\ \text{N}$$

A esta fuerza hay que restarla la de rozamiento, ya que la fuerza total es de 4 N.

$$F_{\text{Total}} = 4\ \text{N} = P_x - F_R \rightarrow F_R = 6{,}9\ \text{N} - 4\ \text{N} = 2{,}9\ \text{N}$$

54. ●●●

El Meteosat es un satélite meteorológico de 200 kg desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA). Se encuentra en una órbita geoestacionaria, es decir, con la misma velocidad angular de rotación que la Tierra, que le mantiene prácticamente sobre el mismo punto de la superficie, a 36 000 kilómetros de altura.

a) Calcula la velocidad del satélite y exprésala en km/h y en m/s.

b) Calcula su aceleración centrípeta.

c) Determina la fuerza centrípeta que lo mantiene en órbita.

Dato: R_C = 6370 km.

a) La velocidad de rotación es la misma que la de la Tierra, una vuelta cada 24 h.

$$\frac{1\ \cancel{\text{rev.}}}{24\ \cancel{\text{h}}} \cdot \frac{2\pi\ \text{rad}}{1\ \cancel{\text{rev.}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{h}}}{3600\ \text{s}} = 7{,}27 \cdot 10^{-5}\ \text{rad/s}$$

La distancia total se toma desde el centro de la Tierra.

$$R = 6370\ \text{km} + 36\,000\ \text{km} = 42\,370\ \text{km} = 4{,}237 \cdot 10^{7}\ \text{m}$$

$$v = \omega \cdot r = 7{,}27 \cdot 10^{-5}\ \text{rad/s} \cdot 4{,}237 \cdot 10^{7}\ \text{m} =$$
$$= 30{,}81 \cdot 10^{2}\ \text{m/s} = 3081\ \text{m/s}$$

b) Ahora:

$$a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{9\,493\,999\ \text{m}^2/\text{s}^2}{4{,}237 \cdot 10^{7}\ \text{m}} = 0{,}224\ \text{m/s}^2$$

c) Queda:

$$F_C = m \cdot a_C = 200\ \text{kg} \cdot 0{,}224\ \text{m/s}^2 = 44{,}8\ \text{N}$$

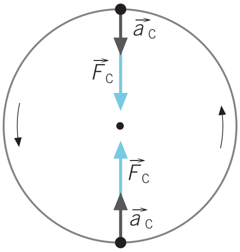
55. ●● **Una noria de 20 m de diámetro gira a una velocidad constante de 5 rpm. Dibuja y calcula la aceleración y la fuerza centrípetas que actúan sobre una persona de 55 kg en el punto más alto y en el punto más bajo de su trayectoria.**

La velocidad angular de giro es de 5 rpm, que equivale a 0,52 rad/s.

La velocidad lineal es:

$$v = \omega \cdot r = 0{,}52\ \text{rad/s} \cdot 20\ \text{m} = 10{,}5\ \text{m/s} \rightarrow$$
$$\rightarrow a_C = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r} = \frac{(10{,}5\ \text{m/s})^2}{20\ \text{m}} = 5{,}5\ \text{m/s}^2$$

Como la velocidad es constante, la aceleración será también constante y, como consecuencia, la fuerza centrípeta será la misma en todos los puntos de la trayectoria circular.



56. ●● **Una nave espacial se desliza por el espacio con una velocidad constante de 20 km/s siguiendo una trayectoria rectilínea.**

a) Si queremos que la nave no se pare, ¿tendremos que aplicar alguna fuerza?

b) ¿Y si queremos cambiar a una órbita circular?

c) ¿Qué sucederá si uno de los tripulantes sale de la nave y se rompe la cadena de seguridad que lo sujeta?

a) En ausencia de rozamiento, la nave mantiene su movimiento rectilíneo uniforme, y no es necesario aplicar fuerza alguna.

b) Para cambiar su trayectoria será necesario aplicar una fuerza.

c) Debido a la inercia del tripulante, mantendrá la misma velocidad que la nave, en módulo, dirección y sentido.

RINCÓN DE LA LECTURA

1. **Es evidente que el primer texto es complejo. ¿Por qué? ¿Qué has entendido al leerlo?**

Se habla de una teoría desconocida por el público en general: las supercuerdas.

Respuesta libre.

2. **Explica el significado de las palabras *relatividad*, *distingo*, *fantasmagórico*, así como de lo que puede entenderse en el texto al hablar del *santo grial de la física teórica*.**

Relatividad: cualidad de algo relativo. En física se aplica a dos teorías elaboradas por A. Einstein en el siglo XX: la especial y la general.

Distingo: distinción en una proposición entre dos sentidos.

Fantasmagórico: que no es tangible.

Santo grial de la física teórica: una teoría que agrupe todas las interacciones conocidas. En especial, la relatividad general y la teoría cuántica.

La teoría de las supercuerdas parece ser un candidato firme a esta teoría unificadora, pero aún no hay datos concluyentes. Quizás en los próximos años alguna prueba experimental permita refutar la teoría o consolidarla.

3. **Aporta alguna interpretación a la frase allí citada acerca de *esa cuarta cosa que no puede imaginarse, pero sí manejarse con las herramientas analíticas de la geometría, que no hacen distingos entre los objetos reales y los fantasmagóricos*.**

Respuesta personal.

4. **Explica la naturaleza de esas cuatro fuerzas que se citan en el segundo texto, y aclara qué puede perseguir esa *teoría de cuerdas* que se menciona.**

Fuerza electromagnética: afecta a los cuerpos con carga eléctrica.

Fuerza gravitatoria: afecta a los cuerpos con masa.

Fuerza electrodébil: responsable de la desintegración radiactiva de ciertos núcleos.

Fuerza fuerte: responsable de la unión de las partículas de los núcleos atómicos.

La teoría de cuerdas persigue la unificación de estas cuatro fuerzas en una sola teoría.

5. **Expresa alguna opinión personal acerca de que un novelista incorpore en su obra esta teoría tan actual y novedosa.**

Respuesta personal.