

### 3 LAS FUERZAS Y EL MOVIMIENTO

#### EJERCICIOS PROPUESTOS

- 3.1 Un malabarista juega con varias pelotas lanzándolas hacia arriba y volviéndolas a coger. Indica cuándo actúan fuerzas a distancia y cuándo por contacto sobre cada pelota.

El peso de las bolas, que es una fuerza a distancia, actúa en todo momento. Cuando están las bolas en el aire solo se percibe esa fuerza, porque no está equilibrada. Cuando las bolas están en las manos del equilibrista, además del peso, actúa la fuerza de contacto con ellas.

- 3.2 Un muelle calibrado está descrito por la siguiente ley,  $F = 50 \Delta L$ . Calcula el valor de la fuerza ejercida sobre él si se estira 0,1 m. Todas las unidades son del Sistema Internacional.

$$F = 50 \cdot 0,1 = 5 \text{ N}$$

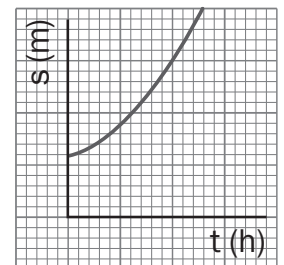
- 3.3 En un frenazo brusco, ¿hacia dónde se mueven los pasajeros de un coche y por qué? ¿Por qué es importante llevar el cinturón de seguridad?

Se mueven hacia delante mientras no actúe fuerza sobre ellos que les frene. El cinturón de seguridad, les proporciona esa fuerza e impide que salgan lanzados.

- 3.4 Un coche va por una carretera recta a la velocidad constante de 90 km/h. ¿Qué fuerza resultante experimenta?

La fuerza resultante es 0, ya que no varía su velocidad. Actúan fuerzas sobre el coche, como su peso o el rozamiento con el aire, pero el peso lo equilibra el suelo y el rozamiento con el aire lo equilibra la fuerza con la que se impulsa el coche en el roce de las ruedas con el suelo.

- 3.5 El movimiento de un ciclista en un tramo recto se corresponde con la siguiente gráfica.



- a) ¿Qué tipo de movimiento es?

- b) ¿Experimenta una fuerza resultante?

- a) El movimiento del ciclista es rectilíneo y variado, ya que la gráfica  $s-t$  es una curva, su pendiente no es constante, y por tanto, el módulo de la velocidad varía.  
b) Sí puede asegurarse, por tanto, que hay fuerza resultante.

- 3.6 En unos fuegos artificiales, un cohete sale describiendo una línea en zigzag hasta que explota.

- a) ¿Puede asegurarse si hay o no fuerza resultante sobre el cohete?

- b) ¿Y si el cohete saliera en línea recta aumentando su velocidad?

- a) Sí hay fuerza resultante, ya que la velocidad cambia de dirección al llevar un movimiento curvilíneo.  
b) También, ya que la variación de la velocidad viene dada por la presencia de una aceleración.

- 3.7 Un coche de 1000 kg arranca en línea recta con una aceleración de  $2,5 \text{ m/s}^2$ . ¿Qué fuerza actúa sobre él?

La fuerza resultante que actúa sobre el coche es de 2500 N, ya que  $F = ma = 1000 \cdot 2,5 = 2500 \text{ N}$ .

- 3.8 ¿Cuánto pesa una persona de 50 kg de masa?

$$P = mg = 50 \cdot 9,8 = 490 \text{ N}$$

**3.9** Se aplica una misma fuerza de 1000 N sobre un coche de 1000 kg y sobre un camión de 2000 kg en sentido contrario a su velocidad.

a) ¿Qué aceleración adquiere cada uno?

b) Si van a 72 km/h, ¿cuánto tardan en parar?

a) Aceleración del coche:  $a_{co} = \frac{F}{m} = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ m/s}^2$ .

Aceleración del camión:  $a_{ca} = \frac{F}{m} = \frac{1000}{2000} = 0,5 \text{ m/s}^2$ .

b) El coche y el camión se frenan, ya que el sentido de la fuerza es contrario a la velocidad. La velocidad inicial de los dos es de 72 km/h = 20 m/s y la velocidad final de los dos es de 0 m/s, ya que los dos se paran.

El coche tarda en pararse:  $v = v_0 - a t$ ;  $0 = 20 - t$ ;  $t = 20 \text{ s}$ .

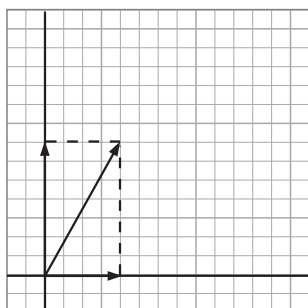
El camión tarda en pararse:  $0 = 20 - 0,5 t$ ;  $t = 40 \text{ s}$ .

**3.10** Una grúa sube un palé con ladrillos de 3000 N de peso. ¿Qué fuerza realiza la grúa para levantarlo del suelo? ¿Y para que suba con movimiento uniforme?

La fuerza resultante para poder arrancar el palé del suelo debe ser hacia arriba. Como el peso tira del palé hacia abajo, la fuerza de la grúa debe ser superior a 3000 N hacia arriba. De esa forma aumentará la velocidad hacia arriba.

Una vez que ya lleve la velocidad deseada, la fuerza resultante debe ser 0. Por tanto, la grúa debe hacer una fuerza igual al peso de 3000 N.

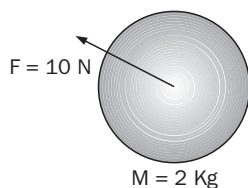
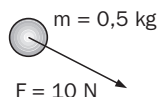
**3.11** Halla gráfica y numéricamente la fuerza resultante de dos fuerzas de 4 y 7 N que forman un ángulo de 90 grados.



El valor del módulo de la resultante es:

$$|\vec{F}| = \sqrt{4^2 + 7^2} = \sqrt{16 + 49} = \sqrt{65} = 8,06 \text{ N}$$

**3.12** Una bola de 2 kg cargada positivamente atrae a otra de 0,5 kg cargada negativamente con una fuerza de 10 N. ¿Con qué fuerza atrae la de 0,5 kg a la de 2 kg? Dibuja las fuerzas sobre las bolas.



El valor de la fuerza con que la bola de 0,5 kg atrae a la de 2 kg también es de 10 N, debido al principio de acción y reacción.

**3.13** ¿Existe alguna forma para que un astronauta que se encuentra en el espacio exterior, fuera de su nave y no unido a ella, pueda acercarse a la nave?

Debe crear una fuerza cuya reacción le empuje hacia la nave, por ejemplo, un chorro de aire expulsado en sentido contrario al que se quiere desplazar.

**3.14 Explica por qué al disparar una escopeta en una atracción de feria, esta retrocede y golpea el hombro.**

La escopeta hace una fuerza sobre el perdigón que hace que salga lanzado, y el perdigón le devuelve una fuerza igual, pero de sentido contrario, a la escopeta. Como la escopeta tiene mucha más masa, su aceleración será menor y por eso sale más despacio que el perdigón.

**3.15 Cuando se suelta un globo inflado y se deja que salga el aire, ¿hacia dónde se mueve? ¿Por qué?**

Al salir el aire del globo, este se mueve en sentido contrario a la del aire que sale de él. El globo, al comprimirse la goma, expulsa el aire que tiene dentro y, de acuerdo con el tercer principio de la dinámica, el globo se mueve en sentido contrario.

**3.16 Sobre una moto de 150 kg que va por una carretera a 90 km/h actúa una fuerza constante de 75 N en la dirección del movimiento. Calcula la velocidad que llevará a los 10 segundos de actuar la fuerza:**

a) Si la fuerza tiene el mismo sentido que la velocidad.

b) Si la fuerza tiene sentido contrario.

a) Se trata de un m. r. u. a., en el que la velocidad aumenta al tener la fuerza el mismo sentido que la velocidad.

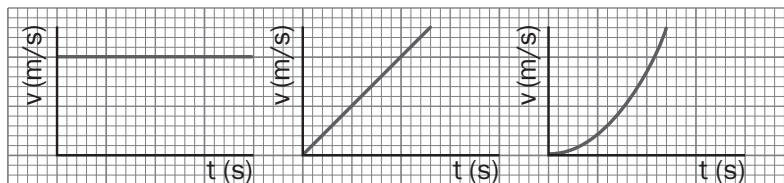
Hacemos un cambio de unidades de la velocidad:

$$v_0 = 90 \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \cdot \frac{1000 \text{ (m)}}{1 \text{ (km)}} \cdot \frac{1 \text{ (h)}}{3600 \text{ (s)}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v = v_0 + \frac{F}{m} t = 25 + \frac{75}{150} \cdot 10 = 30 \text{ m/s}$$

b) La velocidad disminuye, pues es de sentido contrario a la fuerza:

$$v = v_0 - at = v_0 - \frac{F}{m} t = 25 - \frac{75}{150} \cdot 10 = 20 \text{ m/s.}$$

**3.17 Las gráficas v-t de tres movimientos rectilíneos son:**



**¿En cuál de ellos se puede asegurar que actúa una fuerza constante sobre el móvil?**

En la primera, ya que es la única en la que varía la velocidad uniformemente, o sea, la única en la que la aceleración, que es la pendiente, es constante.

**3.18 ¿Por qué es necesario poner cadenas en las ruedas de los coches en zonas con hielo o nieve?**

Para que haya rozamiento entre las ruedas y el suelo y el coche no deslice y se pueda controlar.

**3.19 Indica dos ejemplos en los que la fuerza de rozamiento aumenta la velocidad de un cuerpo.**

En la salida de una carrera de fórmula uno, la velocidad aumenta debido al rozamiento de los neumáticos con el asfalto de la pista. En el caso del movimiento de las serpientes, el aumento de velocidad se debe al rozamiento de su cuerpo contra el suelo.

3.20 ¿Qué le ocurriría al bote que está girando si las salidas de vapor tuviesen la mitad un sentido y la otra mitad otro?

No giraría, ya que cada salida trataría de hacerle girar en sentido contrario, anulando su efecto.

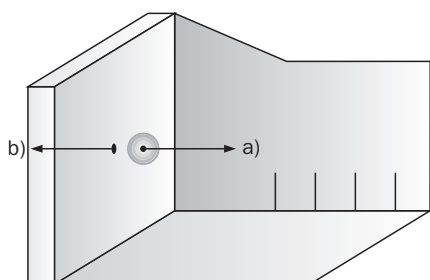
3.21 Busca información sobre los motores de reacción, la evolución del diseño de aviones, los usos de los aerogeneradores, etc., en [www.e-sm.net/fq4eso04](http://www.e-sm.net/fq4eso04).

Utilizando palabras clave ("motor a reacción", "aerodeslizador"...), en los buscadores aparece una gran cantidad de información.

### EJERCICIOS DE APLICACIÓN

3.22 Una pelota choca en la pared de un frontón, rebota y vuelve en sentido contrario.

- Dibuja la fuerza que ejerce la pared del frontón sobre la pelota y describe el efecto que esta fuerza produce.
- Dibuja también la reacción de dicha fuerza indicando claramente sobre qué cuerpo actúa.
- ¿Qué clase de fuerza es la que ha recibido la pelota, de contacto o a distancia?



- Por actuar en sentido contrario a la velocidad de la pelota frena su velocidad hasta pararla y lanzarla en sentido contrario.
- Actúa contra la pared. Como la pared está perfectamente fijada al suelo no se mueve. Si fuese un panel con ruedas se iría hacia atrás.
- De contacto.

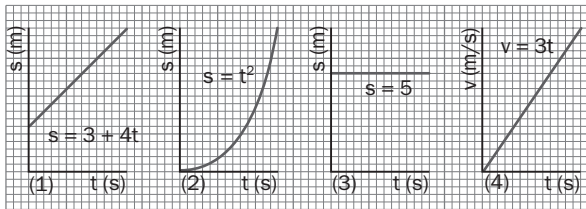
3.23 Un alumno quiere fabricar un dinamómetro con un muelle. ¿Cómo comprobaría experimentalmente si el muelle sirve para este fin?

Puede utilizar una cuerda para colgar del muelle objetos iguales (por ejemplo, tuercas).

Se mide la longitud del muelle sin colgar nada. A continuación se van colgando tuercas hasta que el alargamiento sea apreciable. Después, se cuelga el doble de tuercas que las colgadas la primera vez y se mide su alargamiento; después el triple, el cuádruplo... y se miden los alargamientos correspondientes.

Se ordenan los valores en una tabla y se construye la gráfica de las fuerzas frente a los alargamientos. Si los valores se ajustan a una recta con un pequeño margen de error, podría servir como dinamómetro. Si dichos valores no se ajustan a una recta, el muelle no sirve como dinamómetro. Ese muelle no es elástico, aunque se recupere en parte.

3.24 Las siguientes gráficas corresponden a movimientos rectilíneos.



a) Explica sobre cuáles hay fuerza resultante.

b) Si las trayectorias fuesen circunferencias, explica en cuáles hay fuerza resultante.

- a) Actúa fuerza resultante en los movimientos 2 y 4, ya que la velocidad varía en módulo. En 2, porque la pendiente cambia a lo largo del tiempo, y en 4 porque en la gráfica se observa que el módulo de la velocidad cambia con el tiempo.
- b) Si la trayectoria es curva, en todos los movimientos hay fuerza resultante distinta de 0, pues la velocidad cambia si varía la dirección. En 2 y 4, además, cambia su módulo.

3.25 Una piedra de masa 0,5 kg en caída libre lleva una velocidad de 2 m/s. Indica su velocidad 2 s después y la fuerza que actúa sobre ella:

a) Si la piedra estaba subiendo.

b) Si estaba bajando.

c) ¿Está la piedra en equilibrio? Explícalo.

d) Dibuja la gráfica F-t.

a) La fuerza en caída libre es su peso,  $P = 0,5 \cdot 9,8 = 4,9 \text{ N}$  hacia abajo.

En caída libre la aceleración es  $9,8 \text{ m/s}^2$  hacia abajo. Tenemos un mrua con aceleración negativa. La velocidad a los 2 s, en caso de que inicialmente estuviera subiendo, es:

$$v = 2 - 9,8 \cdot 2 = -17,6 \text{ m/s}$$

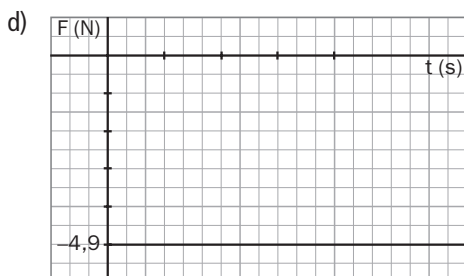
Es decir, que se mueve hacia abajo porque ya ha dado la vuelta.

b) La fuerza cuando la piedra bajaba inicialmente es igual; su peso,  $P = 4,9 \text{ N}$  hacia abajo.

Como la piedra estaba bajando,  $v = -2 \text{ m/s}$  y la aceleración también es hacia abajo, aumenta la velocidad. La velocidad a los 2 s es:

$$v = -2 - 9,8 \cdot 2 = -21,6 \text{ m/s}$$

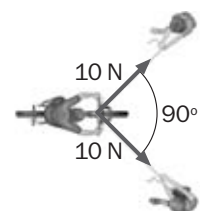
c) La piedra no está nunca en equilibrio, porque hay una fuerza resultante sobre ella que es el peso. Puede estar quieta, pero no en equilibrio.



3.26 Dos niños ayudan a montar en bicicleta a otro. Cada uno tira de un lado del manillar, con fuerzas que forman  $90^\circ$ , con una fuerza de 10 N cada uno. Si la masa de la bicicleta más la del niño es de 40 kg, ¿qué aceleración adquieren?

La fuerza resultante es la suma de las dos fuerzas perpendiculares:  $F_T = \sqrt{10^2 + 10^2} = 14,14 \text{ N}$ .

Calculamos la aceleración aplicando la segunda ley de Newton:  $a = \frac{F_T}{m} = \frac{14,14}{40} = 0,35 \text{ m/s}^2$ .



3.27 Dibuja las fuerzas sobre una persona bajando de una barca y sobre la barca, y explica todas las fuerzas que aparecen en el dibujo.



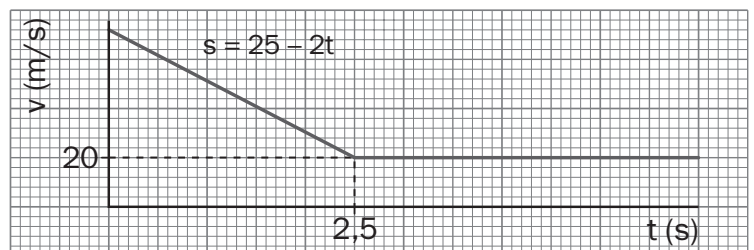
Aparecen dos fuerzas, una sobre la barca en sentido contrario al que quiere tomar la persona y otro sobre la persona en el sentido de abandonar la barca.

La fuerza sobre la barca la aleja de la orilla. Por eso en los embarcaderos, los encargados de las barcas sujetan con un gancho la barca a la orilla y no dejan que se vaya.

### PROBLEMAS DE SÍNTESIS

3.28 Un coche de 1000 kg arranca con  $a = 3 \text{ m/s}^2$  hasta adquirir una  $v = 90 \text{ km/h}$ . Después de un rato con esa velocidad, frena hasta  $72 \text{ km/h}$  (la gráfica v-t es de este último tramo). La trayectoria seguida es recta.

- ¿Qué fuerza resultante actúa sobre el coche mientras está aumentando la velocidad?
- ¿Qué fuerza resultante actúa sobre el coche mientras continúa a  $90 \text{ km/h}$ ?
- Calcula la fuerza resultante sobre el coche en el intervalo de frenado.
- ¿En qué tramos está en equilibrio el coche?
- Dibuja la gráfica F-t en los tramos dos y tres.



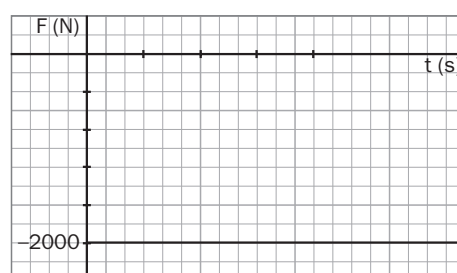
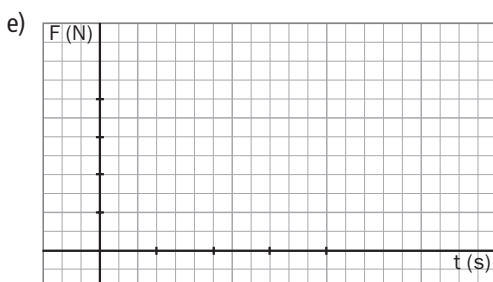
- $F = ma = 1000 \cdot 3 = 3000 \text{ N}$
- Cero, ya que no varía su velocidad.
- Mientras el coche frena, la aceleración se calcula como la pendiente de la gráfica v-t. Cambiamos de unidades la velocidad:

$$v_0 = 72 \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \cdot \frac{1000 \text{ (m)}}{1 \text{ (km)}} \cdot \frac{1 \text{ (h)}}{3600 \text{ (s)}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

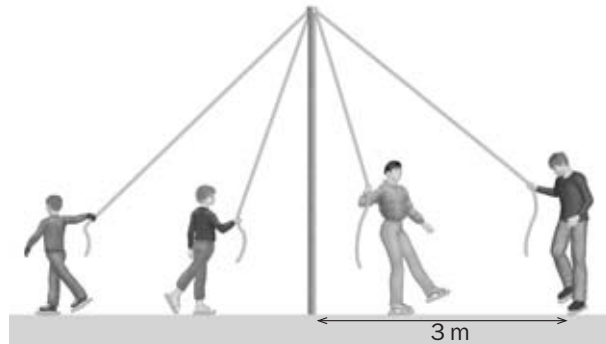
$$a = \frac{(20 - 25)}{2,5} = -2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F = ma = 1000 \cdot (-2) = -2000 \text{ N}$$

El signo menos ("−") nos indica que la fuerza sobre el coche tiene sentido contrario al de la velocidad.

- El coche está en equilibrio en el tramo en que va con movimiento uniforme, porque al ser el único en que la velocidad no cambia, no habrá aceleración y por tanto tampoco habrá fuerza.



3.29 En una pista de patinaje hay un poste y cuerdas, como muestra la figura.



Una persona de 50 kg lleva una velocidad de 2 m/s describiendo un movimiento circular uniforme de 3 m de radio.

a) ¿Qué fuerza resultante actúa sobre la persona? Calcula su valor y dibújala.

b) ¿Está en equilibrio?

c) Representa las gráficas v-t y F-t.

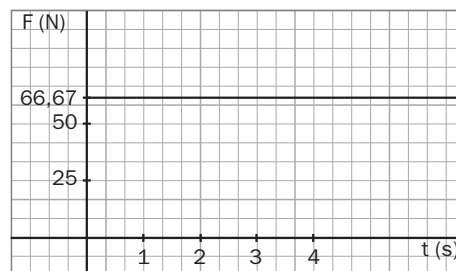
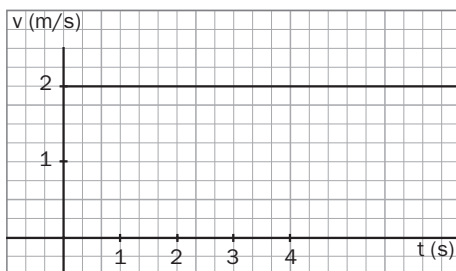
a) La fuerza es normal a la velocidad, y por tanto a la trayectoria. Su valor es:

$$F = \frac{mv^2}{R} = \frac{50 \cdot 2^2}{3} = 66,67 \text{ N}$$

La dirección, que como se ha dicho es perpendicular a la trayectoria, y su sentido, hacia el centro de la circunferencia.

b) La patinadora no está en equilibrio, ya que hay fuerza resultante distinta de 0.

c)



3.30 Una moto de 300 kg de masa que va por una carretera a 72 km/h se aproxima a un pueblo en cuya entrada hay un semáforo que está en rojo. Cuando el conductor se da cuenta está a 100 m de él en un tramo recto y frena con una fuerza de 900 N. ¿Conseguirá pararse antes de llegar al semáforo?

Calculamos la aceleración que proporciona esa fuerza a la moto:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{900}{300} = 3 \text{ m/s}^2$$

Calculamos el espacio que recorre hasta que se detiene. Previamente cambiamos las unidades de la velocidad.

$$v_0 = 72 \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \cdot \frac{1000 \text{ (m)}}{1 \text{ (km)}} \cdot \frac{1 \text{ (h)}}{3600 \text{ (s)}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 20}{-3} = 6,67 \text{ s}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow s = 20 \cdot 6,67 + \frac{1}{2} \cdot (-3) \cdot (6,67)^2 = 66,67 \text{ m}$$

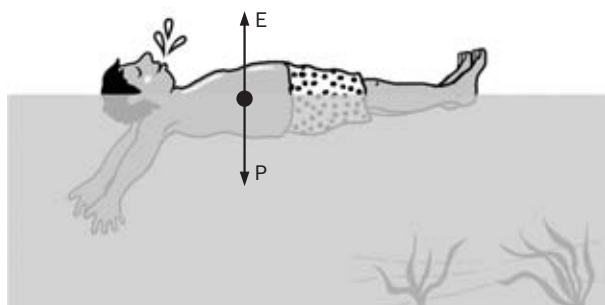
Se detiene antes de llegar al semáforo.

**3.31** Una persona coge un carrito de compra vacío y lo lleva hacia la zona de ventas por un camino recto con movimiento uniforme. Para conseguirlo realiza una fuerza de 2 N hacia delante. Después de llenar el carrito con productos, necesita realizar una fuerza de 20 N para llevar el movimiento rectilíneo y uniforme.

- a) ¿Cuál es la fuerza resultante sobre el carrito en ambos tramos?
- b) ¿Cuánto vale el rozamiento cuando el carrito está vacío? ¿Y cuando está lleno?
- c) Idea una hipótesis de por qué es necesaria más fuerza cuando el carrito se ha llenado.
- a) El movimiento es rectilíneo y uniforme, como dice el enunciado del problema. Por tanto, la fuerza resultante sobre el carrito debe ser 0. El carrito está en equilibrio.
- b) Cuando el carrito está vacío, la fuerza de rozamiento debe ser 1 N pues es la que hay que hacer hacia delante para que la resultante sea 0. Por la misma razón, cuando está lleno la fuerza de rozamiento es 20 N.
- c) La fuerza de rozamiento ha aumentado al aumentar la masa que hay que arrastrar, por lo que podría suponerse que la masa que hay que arrastrar influye en el rozamiento.

**3.32** Una persona de 60 kg flota haciendo el muerto en la superficie de una piscina.

- a) ¿Está en equilibrio?
- b) ¿Qué fuerzas están actuando sobre la persona? Dibújalas.
- c) Si llamamos empuje a la fuerza que ejerce el agua sobre la persona, ¿qué empuje recibe?
- a) Sí está en equilibrio, porque no cambia su velocidad.
- b) El peso que le tira hacia abajo y vale  $P = m \cdot g = 60 \cdot 9,8 = 588 \text{ N}$ . Una segunda fuerza que actúa sobre ella es la que hace el agua equilibrándola, que tiene que ser hacia arriba para conseguirlo.



- c) El empuje vale igual que el peso, pero está dirigido en sentido contrario, hacia arriba,  $E = 588 \text{ N}$ .

**3.33** Un jarrón con flores está apoyado encima de una mesa. Silvia y Carmen tienen la siguiente conversación al respecto:

**Silvia.**—La fuerza que hace la Tierra sobre el jarrón, o sea, su peso, está equilibrada con la fuerza de reacción y, por tanto, como son iguales y de sentido contrario, el jarrón está en reposo.

**Carmen.**—No es esa la explicación. Las fuerzas de acción y reacción están en cuerpos diferentes y no se anulan. La reacción del peso del jarrón está en la Tierra y tira de ella hacia arriba.

**Silvia.**—¿Cómo va a tirar el jarrón de la Tierra? Si así fuese, veríamos elevarse a la Tierra.

**Explica, aplicando las leyes de la dinámica, quién tiene razón.**

Carmen tiene razón. Por un lado, la fuerza que equilibra el peso del jarrón procede de la que él hace sobre la mesa al apoyarse en ella. El jarrón empuja hacia abajo a la mesa debido a su peso, que actúa en la mesa, y la mesa empuja al jarrón hacia arriba con una fuerza igual, que actúa en el jarrón. Por tanto sobre el jarrón hay dos fuerzas, la que hace la Tierra hacia abajo y la reacción de la mesa donde se apoya, que en este caso son iguales.

Por otro lado, el hecho de que la Tierra no suba hacia arriba es la siguiente. Sobre la Tierra, además de esa fuerza, actúan muchísimas más y esa no es la resultante. Además, aunque fuese la fuerza resultante sobre la Tierra el peso del jarrón, con su gran masa se aceleraría tan poco que, para cuando empezase a subir, ya estaría el jarrón abajo.

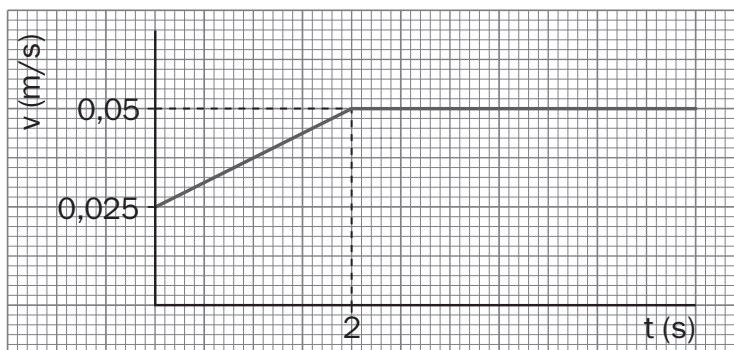


3.34 Una goma de pelo es un cuerpo elástico, ya que recobra su longitud inicial después de haber sido deformada. Debido a ello, un alumno se plantea fabricar con ella un dinamómetro.

- a) ¿Cómo plantearía la experiencia para probar si la goma es un cuerpo elástico?
- b) La gráfica de la fuerza frente a la deformación,  $F-\Delta L$ , puede resultar una recta o no. ¿Cuándo podrá emplear la goma como dinamómetro y cuándo no?
- a) Haciendo sobre la misma fuerzas conocidas, por ejemplo, con un dinamómetro, y midiendo los alargamientos que produce para poder representar los datos y deducir si nos vale o no como dinamómetro. También se puede hacer si no se dispone de dinamómetro, poniendo pesas iguales como se hacía en el ejercicio 22. Se cuelgan objetos iguales, como tuercas, y se mide lo que se estira al colgar una tuerca, si es apreciable el alargamiento, o varias, si no lo es. Así hace la primera medida. Se cuelgan el doble de tuercas que las colgadas la primera vez y se mide su alargamiento, después el triple, el cuádruplo... y se miden los alargamientos correspondientes. Se ordenan sus valores en una tabla y se construye la gráfica de las fuerzas frente a los alargamientos.
- b) Si hay proporcionalidad entre las fuerzas y los alargamientos, esto es, si con los datos representados en una gráfica  $F-\Delta L$ , se puede construir una recta que pase por el origen podemos suponer que la goma es elástica y utilizarla como dinamómetro. Si no salen los puntos alineados como se ha indicado no se puede utilizar para hacer un dinamómetro.

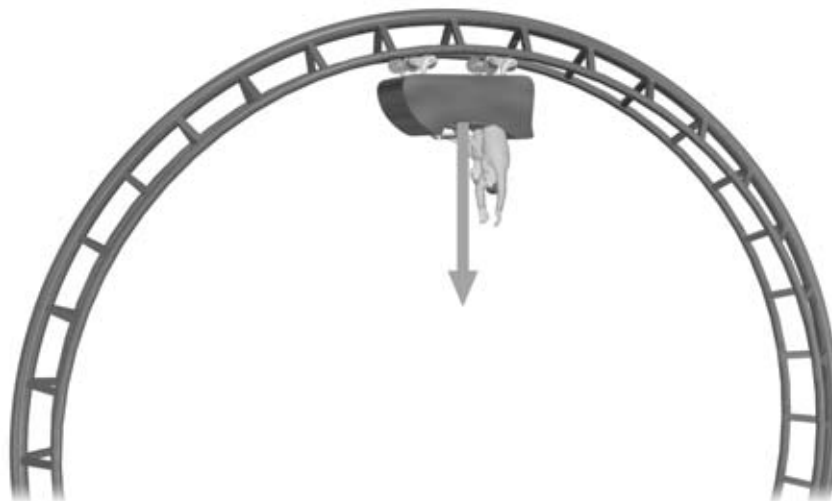
#### PARA PENSAR MÁS

3.35 En un supermercado, el movimiento de la cinta transportadora que arrastra los productos comprados se ajusta a la siguiente gráfica  $v-t$ :



- a) ¿Qué fuerza actúa sobre un paquete de 1 kg de garbanzos que va en la cinta en los dos primeros segundos? ¿Y en los siguientes?
- b) ¿Cuál es la fuerza de rozamiento entre la cinta transportadora y el paquete de garbanzos en todo el camino?
- a) Tomando como sistema el paquete de garbanzos de masa 1 kg, la fuerza resultante que actúa sobre él se calcula con la expresión  $F = ma$ . Conocemos la masa, pero no la aceleración. Al ser el movimiento rectilíneo, la aceleración solo depende de la variación del módulo de la velocidad, por lo que se calcula hallando la pendiente de la gráfica  $v-t$ , que es  $0,015 \text{ m/s}^2$ . Por tanto, la fuerza resultante es  $0,015 \text{ N}$ .
- b) Esa es la fuerza de rozamiento, pues es la que pone al paquete de garbanzos en movimiento.

- 3.36 En una atracción de feria, cuando los pasajeros están boca abajo en el punto más alto del recorrido, llevan una aceleración de 5 veces la de la gravedad dirigida hacia abajo.



a) ¿Cómo consiguen esa fuerza?

b) ¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre uno de los pasajeros de 60 kg que va en la atracción?

c) ¿Por qué no se caen?

a) Debido a la velocidad de la vagoneta.

b) Sobre el pasajero de 60 kg actúan dos fuerzas, la de su peso —hacia abajo—, y la de la reacción de la vagoneta sobre él, también hacia abajo.

Como la fuerza resultante es  $F = ma$ , la fuerza en este caso es:  $F = 60 \cdot 5 \cdot 9,8 = 2940$  N hacia abajo.

El valor de dichas fuerzas es: el peso de valor,  $P = mg = 60 \cdot 9,8 = 588$  N hacia abajo, y la que la vagoneta le devuelve como reacción a apretarse contra ella, dirigida también hacia abajo. Esta fuerza, junto al peso, las dos dirigidas hacia abajo, dan la resultante de 2940 N; por tanto, la reacción de la vagoneta sobre la persona de 60 kg es  $2940 - 588 = 2352$  N.

c) No se caen porque la velocidad que llevan hace que traten de seguir rectos, al estar dentro de la vagoneta, se aprietan contra ella.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

- 1 Mide con tu dinamómetro el peso de un estuche y, posteriormente, con uno ya calibrado. Comprueba que los valores coinciden dentro de la imprecisión del aparato.

Hay que colgar el cuerpo del muelle con portapesas incluido, ya que la longitud inicial se tomó con el portapesas, y medir la longitud final. Restando la longitud inicial del muelle se halla el alargamiento. Al multiplicarlo por la constante obtenida se halla la fuerza ejercida.

Si no se quiere colgar el portapesas, no hay más que medir la longitud inicial del muelle sin portapesas y restarle la final.

- 2 ¿Cuál será la fuerza que realizas al estirar el muelle 12 centímetros?

Una vez conocida la constante elástica del muelle, si se expresa en N/cm, basta multiplicarla por la longitud dada (12 cm) para calcular la fuerza.